

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】<http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事事務の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。

標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）

特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

改訂一覧は表紙をクリックして直接ご覧になれます。
改訂一覧は改訂箇所をまとめたものであり、詳細については、
必ず本文の内容をご確認ください。

H8S/2339グループ

ハードウェアマニュアル

ルネサス16ビットシングルチップマイクロコンピュータ

H8Sファミリ／H8S/2300シリーズ

H8S/2339	HD64F2339
	HD64F2339E
H8S/2338	HD6432338
	HD64F2338
H8S/2337	HD6432337
H8S/2332	HD6412332

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
4. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認頂きますとともに、弊社ホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意下さい。
5. 本資料に記載した情報は、正確を期すため慎重に制作したのですが、万一本資料の記述の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料に記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を流用する場合は、流用する情報を単独で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会下さい。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないで下さい。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
 - 1) 生命維持装置。
 - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
 - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行なうもの。
 - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された製品のご使用につき、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。弊社製品の故障または誤動作が生じた場合も人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないよう、お客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特にマイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願い致します。
11. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
12. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断り致します。
13. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点等がございましたら弊社営業窓口までご照会下さい。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。

外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。

リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

はじめに

本 LSI は、内部 32 ビット構成の H8S/2000 CPU を核に、システム構成に必要な周辺機能を集積したシングルチップマイクロコンピュータです。

本 LSI は、ROM、RAM、バスコントローラ、データトランスファコントローラ (DTC)、16 ビットタイマパルスユニット (TPU)、ウォッチドッグタイマ、シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)、DMA コントローラ (DMAC)、D/A 変換器、A/D 変換器、I/O ポートなどの周辺機能を内蔵しており、高度な制御システムの組み込み用マイコンとして活用できます。内蔵 ROM はフラッシュメモリ (F-ZTATTM*)、マスク ROM があり、仕様流動性の高い応用機器、量産初期から本格量産の各状況に応じた迅速かつ柔軟な対応が可能です。

【注】* F-ZTAT は (株) ルネサス テクノロジーの商標です。

対象者 このマニュアルは、H8S/2339 グループを用いた応用システムを設計するユーザを対象としています。

このマニュアルを使用される読者には、電気回路、論理回路、およびマイクロコンピュータに関する基本的な知識を必要とします。

目的 このマニュアルは、H8S/2339 グループのハードウェア機能と電気的特性をユーザに理解していただくことを目的としています。

なお、実行命令の詳細については、「H8S/2600 シリーズ、H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル」に記載しておりますので、あわせてご覧ください。

読み方

- 機能全体を理解しようとするとき
目次に従って読んでください。
本書は、大きく分類すると、CPU、システム制御機能、周辺機能、電気的特性の順に構成されています。
- CPU 機能の詳細を理解したいとき
別冊の「H8S/2600 シリーズ、H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル」を参照してください。
- レジスタ名がわかっていて、詳細機能を知りたいとき
「付録B. 内部I/Oレジスタ」にアドレス、ビット内容、初期化についてまとめています。

凡例 ビット表記順 : 左側が上位ビット、右側が下位ビット

関連資料一覧 ウェブサイトに最新資料を掲載しています。ご入手の資料が最新版であるかを確認してください。
(<http://japan.renesas.com/>)

- H8S/2339 グループに関するユーザーズマニュアル

資料名	資料番号
H8S/2339 グループ ハードウェアマニュアル	本マニュアル
H8S/2600 シリーズ、H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル	RJJ09B0143

- 開発ツール関連ユーザーズマニュアル

資料名	資料番号
H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラ、アセンブラ、最適化リンケージエディタ コンパイラパッケージ Ver.6.01 ユーザーズマニュアル	RJJ10B0166
H8S、H8/300 シリーズシミュレータ・デバッガ (Windows 版) ユーザーズマニュアル	ADJ-702-163
H8S、H8/300 シリーズシミュレータ・デバッガ (UNIX 版) ユーザーズマニュアル	ADJ-702-355
High-performance Embedded Workshop ユーザーズマニュアル	ADJ-702-275

- アプリケーションノート

資料名	資料番号
H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラパッケージアプリケーションノート	RJJ05B0558
H8S シリーズテクニカル Q&A	ADJ-502-065
F-ZTAT マイコンテクニカル Q&A	ADJ-502-055

本版で改訂された箇所

修正項目	ページ	修正箇所																						
1.1 概要 表 1.1 概要	1-5	<p>製品ラインアップに HD64F2339 を追加</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件A</th> <th>条件B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>動作電源電圧</td> <td>2.7 ~ 3.6V</td> <td>3.0 ~ 3.6V</td> </tr> <tr> <td>動作周波数</td> <td>2 ~ 20MHz</td> <td>2 ~ 25MHz</td> </tr> <tr> <td rowspan="5">製品名</td> <td>HD64F2339E*</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>HD64F2339</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>HD6432338</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HD64F2338</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>HD6432337</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HD6412332</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		条件A	条件B	動作電源電圧	2.7 ~ 3.6V	3.0 ~ 3.6V	動作周波数	2 ~ 20MHz	2 ~ 25MHz	製品名	HD64F2339E*	-	HD64F2339	-	HD6432338		HD64F2338	-	HD6432337		HD6412332	
	条件A	条件B																						
動作電源電圧	2.7 ~ 3.6V	3.0 ~ 3.6V																						
動作周波数	2 ~ 20MHz	2 ~ 25MHz																						
製品名	HD64F2339E*	-																						
	HD64F2339	-																						
	HD6432338																							
	HD64F2338	-																						
	HD6432337																							
HD6412332																								
1.3.1 ピン配置図 図 1.4 HD64F2339E ピン配置図 (FP-144G : 上面図)	1-9	<p>図 1.4 を修正</p>																						
6.3.5 チップセレクト信号	6-22	<p>説明を修正</p> <p>...CS\bar{n} 信号出力の許可または禁止は各 CS\bar{n} 端子に対応するポートのデータディレクションレジスタ (DDR)、CS167 イネーブル (CS167E)、および CS25 イネーブル (CS25E) を設定することにより行います。ROM 無効拡張モードでは...CS1 ~ CS7 信号を出力する場合には対応する DDR、CS167E、および CS25E を設定してください。ROM 有効拡張モードでは...CS0 ~ CS7 信号を出力する場合には対応する DDR、CS167E、および CS25E を設定してください。詳細は...</p>																						

修正項目	ページ	修正箇所																																																						
13. ウォッチドッグタイマ	13-1 ~ 13-14	以下の注をすべて削除 【注】 F-ZTAT 版では、WDTOVF 端子機能は使用できません。																																																						
14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR) 表 14.3 ビットレートに対する BRR の設定例 (調歩同期式モード)	14-20	表 14.3 を修正 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">ビットレート (bit/s)</th> <th colspan="3">φ (MHz)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">25</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>N</th> <th>誤差 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>110</td> <td>3</td> <td>110</td> <td>- 0.02</td> </tr> <tr> <td>150</td> <td>3</td> <td>80</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>300</td> <td>2</td> <td>162</td> <td>- 0.15</td> </tr> <tr> <td>600</td> <td>2</td> <td>80</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>1200</td> <td>1</td> <td>162</td> <td>- 0.15</td> </tr> <tr> <td>2400</td> <td>1</td> <td>80</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>4800</td> <td>0</td> <td>162</td> <td>- 0.15</td> </tr> <tr> <td>9600</td> <td>0</td> <td>80</td> <td>0.47</td> </tr> <tr> <td>19200</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>- 0.76</td> </tr> <tr> <td>31250</td> <td>0</td> <td>24</td> <td>0.00</td> </tr> <tr> <td>38400</td> <td>0</td> <td>19</td> <td>1.73</td> </tr> </tbody> </table>	ビットレート (bit/s)	φ (MHz)			25			n	N	誤差 (%)	110	3	110	- 0.02	150	3	80	0.47	300	2	162	- 0.15	600	2	80	0.47	1200	1	162	- 0.15	2400	1	80	0.47	4800	0	162	- 0.15	9600	0	80	0.47	19200	0	40	- 0.76	31250	0	24	0.00	38400	0	19	1.73
ビットレート (bit/s)	φ (MHz)																																																							
	25																																																							
	n	N	誤差 (%)																																																					
110	3	110	- 0.02																																																					
150	3	80	0.47																																																					
300	2	162	- 0.15																																																					
600	2	80	0.47																																																					
1200	1	162	- 0.15																																																					
2400	1	80	0.47																																																					
4800	0	162	- 0.15																																																					
9600	0	80	0.47																																																					
19200	0	40	- 0.76																																																					
31250	0	24	0.00																																																					
38400	0	19	1.73																																																					
19.4.1 特長	19-6	説明を修正 • 書き換え回数 フラッシュメモリの書き換えは、min100 回 可能です。																																																						
19.13.1 特長	19-51	説明を修正 • 書き換え回数 フラッシュメモリの書き換えは、min100 回 可能です。																																																						
22.2.6 フラッシュメモリ特性 表 22.21 フラッシュメモリ特性	22-32	表 22.21 を修正 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>記号</th> <th>min</th> <th>typ</th> <th>max</th> <th>単位</th> <th>測定条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>書き込み時間*1*2*4</td> <td>tP</td> <td>-</td> <td>10</td> <td>200</td> <td>ms/128 バイト</td> <td></td> </tr> <tr> <td>消去時間*1*3*6</td> <td>tE</td> <td>-</td> <td>50</td> <td>1000</td> <td>ms/ ブロック</td> <td></td> </tr> <tr> <td>書き換え回数</td> <td>NWEC</td> <td>100*7</td> <td>10000*8</td> <td>-</td> <td>回</td> <td></td> </tr> <tr> <td>データ保持時間*9</td> <td>tDRP</td> <td>10</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>年</td> <td></td> </tr> <tr> <td>書き込み時 SWE ビットセット後の ウェイト時間*1</td> <td>x</td> <td>1</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>μs</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件	書き込み時間*1*2*4	tP	-	10	200	ms/128 バイト		消去時間*1*3*6	tE	-	50	1000	ms/ ブロック		書き換え回数	NWEC	100*7	10000*8	-	回		データ保持時間*9	tDRP	10	-	-	年		書き込み時 SWE ビットセット後の ウェイト時間*1	x	1	-	-	μs													
項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件																																																		
書き込み時間*1*2*4	tP	-	10	200	ms/128 バイト																																																			
消去時間*1*3*6	tE	-	50	1000	ms/ ブロック																																																			
書き換え回数	NWEC	100*7	10000*8	-	回																																																			
データ保持時間*9	tDRP	10	-	-	年																																																			
書き込み時 SWE ビットセット後の ウェイト時間*1	x	1	-	-	μs																																																			
22.2.6 フラッシュメモリ特性	22-33	注*7 ~ *9 を追加 【注】 *7 書き換え後のすべての特性を保証する回数です (保証は 1 ~ min 値の範囲です)。 *8 25°C のときの参考値 (通常この値まで書き換えは機能するという目安です)。 *9 書き換えが min 値を含む使用範囲内で行われたときの保持特性です。																																																						
D.1 各処理状態におけるポートの状態 表 D.1 各処理状態における I/O ポートの状態	付録-257	以下の注*1 を削除 【注】 *1 F-ZTAT 版では、WDTOVF 端子機能は使用できません。																																																						

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

目次

第1章 概要

1.1	概要	1-1
1.2	内部ブロック図	1-6
1.3	端子説明	1-7
1.3.1	ピン配置図	1-7
1.3.2	動作モード別端子機能一覧	1-10
1.3.3	端子機能	1-15

第2章 CPU

2.1	概要	2-1
2.1.1	特長	2-1
2.1.2	H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点	2-2
2.1.3	H8/300 CPU との相違点	2-2
2.1.4	H8/300H CPU との相違点	2-3
2.2	CPU 動作モード	2-3
2.3	アドレス空間	2-6
2.4	レジスタ構成	2-7
2.4.1	概要	2-7
2.4.2	汎用レジスタ	2-8
2.4.3	コントロールレジスタ	2-9
2.4.4	CPU 内部レジスタの初期値	2-11
2.5	データ構成	2-12
2.5.1	汎用レジスタのデータ構成	2-12
2.5.2	メモリ上でのデータ構成	2-13
2.6	命令セット	2-15
2.6.1	概要	2-15
2.6.2	命令とアドレッシングモードの組み合わせ	2-16
2.6.3	命令の機能別一覧	2-17
2.6.4	命令の基本フォーマット	2-25
2.7	アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法	2-26
2.7.1	アドレッシングモード	2-26
2.7.2	実効アドレスの計算方法	2-28
2.8	処理状態	2-32
2.8.1	概要	2-32
2.8.2	リセット状態	2-33
2.8.3	例外処理状態	2-34
2.8.4	プログラム実行状態	2-35
2.8.5	バス権解放状態	2-35

2.8.6	低消費電力状態	2-36
2.9	基本動作タイミング	2-37
2.9.1	概要	2-37
2.9.2	内蔵メモリ (ROM、RAM)	2-37
2.9.3	内蔵周辺モジュールアクセスタイミング	2-38
2.9.4	外部アドレス空間アクセスタイミング	2-39
2.10	使用上の注意	2-40
2.10.1	TAS 命令	2-40

第 3 章 MCU 動作モード

3.1	概要	3-1
3.1.1	動作モードの選択 (H8S/2338 F-ZTAT)	3-1
3.1.2	動作モードの選択 (ROM なし版、マスク ROM 版、H8S/2339 F-ZTAT)	3-2
3.1.3	レジスタ構成	3-3
3.2	各レジスタの説明	3-4
3.2.1	モードコントロールレジスタ (MDCR)	3-4
3.2.2	システムコントロールレジスタ (SYSCR)	3-4
3.2.3	システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) [F-ZTAT 版のみ]	3-7
3.3	各動作モードの説明	3-8
3.3.1	モード 1	3-8
3.3.2	モード 2 [H8S/2339 F-ZTAT のみ]	3-8
3.3.3	モード 3 [H8S/2339 F-ZTAT のみ]	3-8
3.3.4	モード 4 (内蔵 ROM 無効拡張モード)	3-8
3.3.5	モード 5 (内蔵 ROM 無効拡張モード)	3-8
3.3.6	モード 6 (内蔵 ROM 有効拡張モード)	3-8
3.3.7	モード 7 (シングルチップモード)	3-8
3.3.8	モード 8、9 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.3.9	モード 10 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.3.10	モード 11 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.3.11	モード 12、13 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.3.12	モード 14 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.3.13	モード 15 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]	3-9
3.4	各動作モードにおける端子機能	3-10
3.5	各動作モードのアドレスマップ	3-11

第 4 章 例外処理

4.1	概要	4-1
4.1.1	例外処理の種類と優先度	4-1
4.1.2	例外処理の動作	4-1
4.1.3	例外処理要因とベクタテーブル	4-2
4.2	リセット	4-4
4.2.1	概要	4-4
4.2.2	リセットシーケンス	4-4
4.2.3	リセット直後の割り込み	4-5
4.2.4	リセット解除後の内蔵周辺機能	4-5

4.3	トレース.....	4-6
4.4	割り込み.....	4-7
4.5	トラップ命令.....	4-8
4.6	例外処理後のスタックの状態.....	4-9
4.7	スタック使用上の注意.....	4-10

第5章 割り込みコントローラ

5.1	概要.....	5-1
5.1.1	特長.....	5-1
5.1.2	ブロック図.....	5-2
5.1.3	端子構成.....	5-2
5.1.4	レジスタ構成.....	5-3
5.2	各レジスタの説明.....	5-4
5.2.1	システムコントロールレジスタ (SYSCR).....	5-4
5.2.2	インタラプトプライオリティレジスタ A ~ K (IPRA ~ IPRK).....	5-5
5.2.3	IRQ イネーブルレジスタ (IER).....	5-6
5.2.4	IRQ センスコントロールレジスタ H、L (ISCRH、ISCRL).....	5-7
5.2.5	IRQ ステータスレジスタ (ISR).....	5-8
5.3	割り込み要因.....	5-9
5.3.1	外部割り込み.....	5-9
5.3.2	内部割り込み.....	5-10
5.3.3	割り込み例外処理ベクタテーブル.....	5-11
5.4	割り込み動作.....	5-15
5.4.1	割り込み制御モードと割り込み動作.....	5-15
5.4.2	割り込み制御モード 0.....	5-18
5.4.3	割り込み制御モード 2.....	5-20
5.4.4	割り込み例外処理シーケンス.....	5-22
5.4.5	割り込み応答時間.....	5-23
5.5	使用上の注意.....	5-24
5.5.1	割り込みの発生とディスエーブルとの競合.....	5-24
5.5.2	割り込みを禁止している命令.....	5-24
5.5.3	割り込み禁止期間.....	5-25
5.5.4	EEPMOV 命令実行中の割り込み.....	5-25
5.6	割り込みによる DTC、DMAC の起動.....	5-26
5.6.1	概要.....	5-26
5.6.2	ブロック図.....	5-26
5.6.3	動作説明.....	5-27

第6章 バスコントローラ

6.1	概要.....	6-1
6.1.1	特長.....	6-1
6.1.2	ブロック図.....	6-3
6.1.3	端子構成.....	6-4
6.1.4	レジスタ構成.....	6-5

6.2	各レジスタの説明	6-6
6.2.1	バス幅コントロールレジスタ (ABWCR)	6-6
6.2.2	アクセスステートコントロールレジスタ (ASTCR)	6-6
6.2.3	ウェイトコントロールレジスタ H、L (WCRH、WCRL)	6-7
6.2.4	バスコントロールレジスタ H (BCRH)	6-10
6.2.5	バスコントロールレジスタ L (BCRL)	6-12
6.2.6	メモリコントロールレジスタ (MCR)	6-14
6.2.7	DRAM コントロールレジスタ (DRAMCR)	6-16
6.2.8	リフレッシュタイマカウンタ (RTCNT)	6-18
6.2.9	リフレッシュタイムコンスタントレジスタ (RTCOR)	6-18
6.3	バス制御の概要	6-19
6.3.1	エリア分割	6-19
6.3.2	バス仕様	6-20
6.3.3	メモリインタフェース	6-21
6.3.4	アドバンスモード	6-21
6.3.5	チップセレクト信号	6-22
6.4	基本バスインタフェース	6-23
6.4.1	概要	6-23
6.4.2	データサイズとデータアライメント	6-23
6.4.3	有効ストローク	6-24
6.4.4	基本タイミング	6-25
6.4.5	ウェイト制御	6-33
6.5	DRAM インタフェース	6-35
6.5.1	概要	6-35
6.5.2	DRAM 空間の設定	6-35
6.5.3	アドレスマルチプレクス	6-35
6.5.4	データバス	6-36
6.5.5	DRAM インタフェース使用端子	6-36
6.5.6	基本タイミング	6-37
6.5.7	プリチャージステート制御	6-38
6.5.8	ウェイト制御	6-39
6.5.9	バイトアクセス制御	6-41
6.5.10	バースト動作	6-43
6.5.11	リフレッシュ制御	6-46
6.6	DMAC シングルアドレスモードと DRAM インタフェース	6-50
6.6.1	DDS = 1 のとき	6-50
6.6.2	DDS = 0 のとき	6-51
6.7	バースト ROM インタフェース	6-52
6.7.1	概要	6-52
6.7.2	基本タイミング	6-52
6.7.3	ウェイト制御	6-53
6.8	アイドルサイクル	6-54
6.8.1	動作説明	6-54
6.8.2	アイドルサイクルでの端子状態	6-58

6.9	ライトデータバッファ機能	6-59
6.10	バス解放	6-60
6.10.1	概要	6-60
6.10.2	動作説明	6-60
6.10.3	外部バス権解放状態での端子状態	6-61
6.10.4	遷移タイミング	6-62
6.10.5	使用上の注意	6-63
6.11	バスアービトレーション	6-63
6.11.1	概要	6-63
6.11.2	動作説明	6-63
6.11.3	バス権移行タイミング	6-64
6.11.4	外部バス権解放使用上の注意	6-64
6.12	リセットとバスコントローラ	6-64

第7章 DMA コントローラ

7.1	概要	7-1
7.1.1	特長	7-1
7.1.2	ブロック図	7-2
7.1.3	機能概要	7-3
7.1.4	端子構成	7-5
7.1.5	レジスタ構成	7-6
7.2	各レジスタの説明(1)(ショートアドレスモード)	7-7
7.2.1	メモリアドレスレジスタ(MAR)	7-8
7.2.2	I/O アドレスレジスタ(IOAR)	7-9
7.2.3	転送カウントレジスタ(ETCR)	7-9
7.2.4	DMA コントロールレジスタ(DMACR)	7-10
7.2.5	DMA バンドコントロールレジスタ(DMABCR)	7-14
7.3	各レジスタの説明(2)(フルアドレスモード)	7-19
7.3.1	メモリアドレスレジスタ(MAR)	7-19
7.3.2	I/O アドレスレジスタ(IOAR)	7-19
7.3.3	転送カウントレジスタ(ETCR)	7-20
7.3.4	DMA コントロールレジスタ(DMACR)	7-21
7.3.5	DMA バンドコントロールレジスタ(DMABCR)	7-25
7.4	各レジスタの説明(3)	7-30
7.4.1	DMA ライトイネーブルレジスタ(DMAWER)	7-30
7.4.2	DMA ターミナルコントロールレジスタ(DMATCR)	7-33
7.4.3	モジュールストップコントロールレジスタ(MSTPCR)	7-34
7.5	動作説明	7-35
7.5.1	転送モード	7-35
7.5.2	シーケンシャルモード	7-38
7.5.3	アイドルモード	7-41
7.5.4	リピートモード	7-44
7.5.5	シングルアドレスモード	7-48
7.5.6	ノーマルモード	7-51
7.5.7	ブロック転送モード	7-54

7.5.8	DMAC の起動要因.....	7-59
7.5.9	DMAC の基本バスサイクル.....	7-62
7.5.10	DMAC のバスサイクル (デュアルアドレスモード)	7-63
7.5.11	DMAC のバスサイクル (シングルアドレスモード)	7-71
7.5.12	ライトデータバッファ機能.....	7-75
7.5.13	DMAC 複数チャネルの動作.....	7-77
7.5.14	DMAC と、外部バス権要求、リフレッシュサイクル、DTC の関係.....	7-78
7.5.15	NMI 割り込みと DMAC.....	7-79
7.5.16	DMAC 動作の強制終了.....	7-80
7.5.17	フルアドレスモードの解除.....	7-81
7.6	割り込み.....	7-82
7.7	使用上の注意.....	7-83
第 8 章 データトランスファコントローラ (DTC)		
8.1	概要.....	8-1
8.1.1	特長.....	8-1
8.1.2	ブロック図.....	8-2
8.1.3	レジスタ構成.....	8-3
8.2	各レジスタの説明.....	8-4
8.2.1	DTC モードレジスタ A (MRA)	8-4
8.2.2	DTC モードレジスタ B (MRB)	8-6
8.2.3	DTC ソースアドレスレジスタ (SAR)	8-7
8.2.4	DTC デスティネーションアドレスレジスタ (DAR)	8-7
8.2.5	DTC 転送カウントレジスタ A (CRA)	8-7
8.2.6	DTC 転送カウントレジスタ B (CRB)	8-8
8.2.7	DTC イネーブルレジスタ (DTCER)	8-8
8.2.8	DTC ベクタレジスタ (DTVECR)	8-9
8.2.9	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	8-10
8.3	動作説明.....	8-11
8.3.1	概要.....	8-11
8.3.2	起動要因.....	8-13
8.3.3	DTC ベクタテーブル.....	8-14
8.3.4	アドレス空間上でのレジスタ情報の配置.....	8-16
8.3.5	ノーマルモード.....	8-17
8.3.6	リピートモード.....	8-18
8.3.7	ブロック転送モード.....	8-19
8.3.8	チェーン転送.....	8-20
8.3.9	動作タイミング.....	8-21
8.3.10	DTC 実行ステート数.....	8-22
8.3.11	DTC 使用手順.....	8-22
8.3.12	DTC 使用例.....	8-23

8.4	割り込み.....	8-26
8.5	使用上の注意.....	8-27
第9章 I/Oポート		
9.1	概要.....	9-1
9.2	ポート1.....	9-6
	9.2.1 概要.....	9-6
	9.2.2 レジスタ構成.....	9-6
	9.2.3 端子機能.....	9-8
9.3	ポート2.....	9-16
	9.3.1 概要.....	9-16
	9.3.2 レジスタ構成.....	9-16
	9.3.3 端子機能.....	9-18
9.4	ポート3.....	9-26
	9.4.1 概要.....	9-26
	9.4.2 レジスタ構成.....	9-26
	9.4.3 端子機能.....	9-28
9.5	ポート4.....	9-30
	9.5.1 概要.....	9-30
	9.5.2 レジスタ構成.....	9-30
	9.5.3 端子機能.....	9-31
9.6	ポート5.....	9-31
	9.6.1 概要.....	9-31
	9.6.2 レジスタ構成.....	9-32
	9.6.3 端子機能.....	9-36
9.7	ポート6.....	9-38
	9.7.1 概要.....	9-38
	9.7.2 レジスタ構成.....	9-39
	9.7.3 端子機能.....	9-42
9.8	ポート7.....	9-44
	9.8.1 概要.....	9-44
	9.8.2 レジスタ構成.....	9-44
	9.8.3 端子機能.....	9-45
9.9	ポート8.....	9-47
	9.9.1 概要.....	9-47
	9.9.2 レジスタ構成.....	9-47
	9.9.3 端子機能.....	9-50
9.10	ポート9.....	9-52
	9.10.1 概要.....	9-52
	9.10.2 レジスタ構成.....	9-52
	9.10.3 端子機能.....	9-54
9.11	ポートA.....	9-56
	9.11.1 概要.....	9-56
	9.11.2 レジスタ構成.....	9-57

9.11.3	端子機能	9-61
9.11.4	入力プルアップ MOS	9-63
9.12	ポート B	9-64
9.12.1	概要	9-64
9.12.2	レジスタ構成	9-65
9.12.3	モード別端子機能	9-67
9.12.4	入力プルアップ MOS	9-68
9.13	ポート C	9-69
9.13.1	概要	9-69
9.13.2	レジスタ構成	9-70
9.13.3	モード別端子機能	9-72
9.13.4	入力プルアップ MOS	9-73
9.14	ポート D	9-74
9.14.1	概要	9-74
9.14.2	レジスタ構成	9-75
9.14.3	モード別端子機能	9-77
9.14.4	入力プルアップ MOS	9-78
9.15	ポート E	9-79
9.15.1	概要	9-79
9.15.2	レジスタ構成	9-80
9.15.3	モード別端子機能	9-82
9.15.4	入力プルアップ MOS	9-83
9.16	ポート F	9-84
9.16.1	概要	9-84
9.16.2	レジスタ構成	9-85
9.16.3	端子機能	9-88
9.17	ポート G	9-90
9.17.1	概要	9-90
9.17.2	レジスタ構成	9-91
9.17.3	端子機能	9-94

第 10 章 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

10.1	概要	10-1
10.1.1	特長	10-1
10.1.2	ブロック図	10-5
10.1.3	端子構成	10-6
10.1.4	レジスタ構成	10-8
10.2	各レジスタの説明	10-10
10.2.1	タイマコントロールレジスタ (TCR)	10-10
10.2.2	タイマモードレジスタ (TMDR)	10-14
10.2.3	タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)	10-16
10.2.4	タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)	10-25
10.2.5	タイマステータスレジスタ (TSR)	10-27
10.2.6	タイマカウンタ (TCNT)	10-31
10.2.7	タイマジェネラルレジスタ (TGR)	10-31
10.2.8	タイマスタートレジスタ (TSTR)	10-32

10.2.9	タイマシンクロレジスタ (TSYR)	10-33
10.2.10	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	10-34
10.3	バスマスタとのインタフェース	10-35
10.3.1	16 ビットレジスタ	10-35
10.3.2	8 ビットレジスタ	10-35
10.4	動作説明	10-37
10.4.1	概要	10-37
10.4.2	基本機能	10-38
10.4.3	同期動作	10-45
10.4.4	バッファ動作	10-47
10.4.5	カスケード接続動作	10-51
10.4.6	PWM モード	10-53
10.4.7	位相計数モード	10-58
10.5	割り込み	10-64
10.5.1	割り込み要因と優先順位	10-64
10.5.2	DTC / DMAC の起動	10-66
10.5.3	A/D 変換器の起動	10-66
10.6	動作タイミング	10-67
10.6.1	入出力タイミング	10-67
10.6.2	割り込み信号タイミング	10-71
10.7	使用上の注意	10-75
第 11 章 プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)		
11.1	概要	11-1
11.1.1	特長	11-1
11.1.2	ブロック図	11-2
11.1.3	端子構成	11-3
11.1.4	レジスタ構成	11-4
11.2	各レジスタの説明	11-5
11.2.1	ネクストデータインネーブルレジスタ H、L (NDERH、NDERL)	11-5
11.2.2	アウトプットデータレジスタ H、L (PODRH、PODRL)	11-6
11.2.3	ネクストデータレジスタ H、L (NDRH、NDRL)	11-6
11.2.4	NDR アクセス時の注意	11-7
11.2.5	PPG 出力コントロールレジスタ (PCR)	11-9
11.2.6	PPG 出力モードレジスタ (PMR)	11-10
11.2.7	ポート 1 データディレクションレジスタ (P1DDR)	11-12
11.2.8	ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR)	11-13
11.2.9	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	11-13
11.3	動作説明	11-14
11.3.1	概要	11-14
11.3.2	出力タイミング	11-15
11.3.3	パルス出力通常動作	11-16
11.3.4	パルス出力ノンオーバーラップ動作	11-18
11.3.5	パルス反転出力	11-20
11.3.6	インプットキャプチャによるパルス出力	11-21

11.4	使用上の注意	11-22
11.4.1	パルス出力端子の動作	11-22
11.4.2	ノンオーバーラップ動作時の注意	11-22

第 12 章 8 ビットタイマ

12.1	概要	12-1
12.1.1	特長	12-1
12.1.2	ブロック図	12-2
12.1.3	端子構成	12-3
12.1.4	レジスタ構成	12-3
12.2	各レジスタの説明	12-4
12.2.1	タイマカウンタ 0、1 (TCNT0、TCNT1)	12-4
12.2.2	タイムコンスタントレジスタ A0、A1 (TCORA0、TCORA1)	12-4
12.2.3	タイムコンスタントレジスタ B0、B1 (TCORB0、TCORB1)	12-5
12.2.4	タイマコントロールレジスタ 0、1 (TCR0、TCR1)	12-6
12.2.5	タイマコントロール/ステータスレジスタ 0、1 (TCSR0、TCSR1)	12-8
12.2.6	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	12-10
12.3	動作説明	12-11
12.3.1	TCNT のカウントタイミング	12-11
12.3.2	コンペアマッチタイミング	12-13
12.3.3	TCNT の外部リセットタイミング	12-14
12.3.4	オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング	12-15
12.3.5	カスケード接続時の動作	12-15
12.4	割り込み	12-17
12.4.1	割り込み要因と DTC 起動	12-17
12.4.2	A/D 変換器の起動	12-17
12.5	8 ビットタイマの使用例	12-18
12.6	使用上の注意	12-19
12.6.1	TCNT のライトとカウンタクリアの競合	12-19
12.6.2	TCNT のライトとカウントアップの競合	12-20
12.6.3	TCOR のライトとコンペアマッチの競合	12-21
12.6.4	コンペアマッチ A、B の競合	12-21
12.6.5	内部クロックの切り替えと TCNT の動作	12-22
12.6.6	モジュールストップ時の割り込み	12-24

第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)

13.1	概要	13-1
13.1.1	特長	13-1
13.1.2	ブロック図	13-2
13.1.3	端子構成	13-3
13.1.4	レジスタ構成	13-3
13.2	各レジスタの説明	13-4
13.2.1	タイマカウンタ (TCNT)	13-4
13.2.2	タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	13-4
13.2.3	リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)	13-7
13.2.4	レジスタアクセス時の注意	13-8

13.3	動作説明	13-10
13.3.1	ウォッチドッグタイマモード時の動作	13-10
13.3.2	インターバルタイマモード時の動作	13-11
13.3.3	オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング	13-11
13.3.4	ウォッチドッグタイマオーバフローフラグ (WOVF) のセットタイミング	13-12
13.4	割り込み	13-13
13.5	使用上の注意	13-13
13.5.1	タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合	13-13
13.5.2	CKS2 ~ CKS0 ビットの書き換え	13-13
13.5.3	ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え	13-14
13.5.4	WDTOVF 信号によるシステムのリセット	13-14
13.5.5	ウォッチドッグタイマモードでの内部リセット	13-14
第 14 章 シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)		
14.1	概要	14-1
14.1.1	特長	14-1
14.1.2	ブロック図	14-3
14.1.3	端子構成	14-4
14.1.4	レジスタ構成	14-5
14.2	各レジスタの説明	14-6
14.2.1	レシーブシフトレジスタ (RSR)	14-6
14.2.2	レシーブデータレジスタ (RDR)	14-6
14.2.3	トランスミットシフトレジスタ (TSR)	14-6
14.2.4	トランスミットデータレジスタ (TDR)	14-7
14.2.5	シリアルモードレジスタ (SMR)	14-7
14.2.6	シリアルコントロールレジスタ (SCR)	14-10
14.2.7	シリアルステータスレジスタ (SSR)	14-13
14.2.8	ビットレートレジスタ (BRR)	14-17
14.2.9	スマートカードモードレジスタ (SCMR)	14-25
14.2.10	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	14-26
14.3	動作説明	14-27
14.3.1	概要	14-27
14.3.2	調歩同期式モード時の動作	14-29
14.3.3	マルチプロセッサ通信機能	14-39
14.3.4	クロック同期式モード時の動作	14-46
14.4	SCI 割り込み	14-53
14.5	使用上の注意	14-54
第 15 章 スマートカードインタフェース		
15.1	概要	15-1
15.1.1	特長	15-1
15.1.2	ブロック図	15-2
15.1.3	端子構成	15-3
15.1.4	レジスタ構成	15-4
15.2	各レジスタの説明	15-5
15.2.1	スマートカードモードレジスタ (SCMR)	15-5

15.2.2	シリアルステータスレジスタ (SSR)	15-6
15.2.3	シリアルモードレジスタ (SMR)	15-8
15.2.4	シリアルコントロールレジスタ (SCR)	15-9
15.3	動作説明	15-11
15.3.1	概要	15-11
15.3.2	端子接続	15-11
15.3.3	データフォーマット	15-12
15.3.4	レジスタの設定	15-14
15.3.5	クロック	15-16
15.3.6	データの送信 / 受信動作	15-18
15.3.7	GSM モード時の動作	15-25
15.3.8	ブロック転送モード時の動作	15-26
15.4	使用上の注意	15-27

第 16 章 A/D 変換器 (アナログ入力 12 チャンネル版)

16.1	概要	16-1
16.1.1	特長	16-1
16.1.2	ブロック図	16-3
16.1.3	端子構成	16-4
16.1.4	レジスタ構成	16-5
16.2	各レジスタの説明	16-6
16.2.1	A/D データレジスタ A~D (ADDRA ~ ADDR D)	16-6
16.2.2	A/D コントロール / ステータスレジスタ (ADCSR)	16-7
16.2.3	A/D コントロールレジスタ (ADCR)	16-10
16.2.4	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	16-11
16.3	バスマスタとのインタフェース	16-12
16.4	動作説明	16-14
16.4.1	SCAN = 0 (シングルモード)	16-14
16.4.2	SCAN = 1 (スキャンモード)	16-16
16.4.3	入力サンプリングと A/D 変換時間	16-18
16.4.4	外部トリガ入力タイミング	16-19
16.5	割り込み	16-20
16.6	使用上の注意	16-20

第 17 章 D/A 変換器

17.1	概要	17-1
17.1.1	特長	17-1
17.1.2	ブロック図	17-2
17.1.3	端子構成	17-2
17.1.4	レジスタ構成	17-3
17.2	各レジスタの説明	17-3
17.2.1	D/A データレジスタ 0~3 (DADR0 ~ DADR3)	17-3
17.2.2	D/A コントロールレジスタ 01、23 (DACR01、DACR23)	17-3
17.2.3	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)	17-5

17.3	動作説明	17-6
------	------	------

第 18 章 RAM

18.1	概要	18-1
18.1.1	ブロック図	18-1
18.1.2	レジスタ構成	18-1
18.2	各レジスタの説明	18-2
18.2.1	システムコントロールレジスタ (SYSCR)	18-2
18.3	動作説明	18-2
18.4	使用上の注意	18-2

第 19 章 ROM

19.1	概要	19-1
19.1.1	ブロック図	19-1
19.1.2	レジスタ構成	19-1
19.2	レジスタの説明	19-2
19.2.1	モードコントロールレジスタ (MDCR)	19-2
19.2.2	バスコントロールレジスタ L (BCRL)	19-3
19.3	動作説明	19-4
19.4	フラッシュメモリの概要 (H8S/2339 F-ZTAT)	19-6
19.4.1	特長	19-6
19.4.2	概要	19-7
19.4.3	フラッシュメモリの動作モード	19-8
19.4.4	オンボードプログラミングモード	19-9
19.4.5	RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション	19-11
19.4.6	ブートモードとユーザプログラムモードの相違点	19-12
19.4.7	ブロック分割法	19-13
19.4.8	端子構成	19-14
19.4.9	レジスタ構成	19-14
19.5	フラッシュメモリのレジスタ説明	19-15
19.5.1	フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)	19-15
19.5.2	フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)	19-17
19.5.3	消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)	19-18
19.5.4	消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2)	19-18
19.5.5	システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)	19-19
19.5.6	RAM エミュレーションレジスタ (RAMER)	19-20
19.6	オンボードプログラミングモード	19-21
19.6.1	ブートモード	19-22
19.6.2	ユーザプログラムモード	19-27
19.7	フラッシュメモリの書き込み / 消去	19-28
19.7.1	プログラムモード	19-28
19.7.2	プログラムベリファイモード	19-29
19.7.3	イレースモード	19-31
19.7.4	イレースベリファイモード	19-31

19.8	プロテクト.....	19-33
19.8.1	ハードウェアプロテクト.....	19-33
19.8.2	ソフトウェアプロテクト.....	19-33
19.8.3	エラープロテクト.....	19-34
19.9	RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション.....	19-35
19.9.1	RAM によるエミュレーション.....	19-35
19.9.2	RAM のオーバーラップ.....	19-36
19.10	フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み処理.....	19-37
19.11	フラッシュメモリのライターモード.....	19-38
19.11.1	ライターモードの設定.....	19-38
19.11.2	ソケットアダプタの端子対応図.....	19-38
19.11.3	ライターモードの動作.....	19-40
19.11.4	メモリ読み出しモード.....	19-41
19.11.5	自動書き込みモード.....	19-44
19.11.6	自動消去モード.....	19-46
19.11.7	ステータス読み出しモード.....	19-47
19.11.8	ステータスポーリング.....	19-48
19.11.9	ライターモードへの遷移時間.....	19-48
19.11.10	メモリ書き込み注意事項.....	19-48
19.12	フラッシュメモリの書き込み / 消去時の注意.....	19-49
19.13	フラッシュメモリの概要 (H8S/2338 F-ZTAT).....	19-51
19.13.1	特長.....	19-51
19.13.2	概要.....	19-52
19.13.3	フラッシュメモリの動作モード.....	19-53
19.13.4	オンボードプログラミングモード.....	19-54
19.13.5	RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション.....	19-56
19.13.6	ブートモードとユーザプログラムモードの相違点.....	19-57
19.13.7	ブロック分割法.....	19-57
19.13.8	端子構成.....	19-58
19.13.9	レジスタ構成.....	19-59
19.14	フラッシュメモリのレジスタ説明.....	19-60
19.14.1	フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1).....	19-60
19.14.2	フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2).....	19-62
19.14.3	消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1).....	19-63
19.14.4	消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2).....	19-64
19.14.5	システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2).....	19-65
19.14.6	RAM エミュレーションレジスタ (RAMER).....	19-66
19.15	オンボードプログラミングモード.....	19-67
19.15.1	ブートモード.....	19-68
19.15.2	ユーザプログラムモード.....	19-73
19.16	フラッシュメモリの書き込み / 消去.....	19-74
19.16.1	プログラムモード.....	19-74
19.16.2	プログラムベリファイモード.....	19-75
19.16.3	イレースモード.....	19-77
19.16.4	イレースベリファイモード.....	19-77

19.17	プロテクト.....	19-79
19.17.1	ハードウェアプロテクト.....	19-79
19.17.2	ソフトウェアプロテクト.....	19-80
19.17.3	エラープロテクト.....	19-81
19.18	RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション.....	19-82
19.18.1	RAM によるエミュレーション.....	19-82
19.18.2	RAM のオーバーラップ.....	19-83
19.19	フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み処理.....	19-84
19.20	フラッシュメモリのライターモード.....	19-85
19.20.1	ライターモードの設定.....	19-85
19.20.2	ソケットアダプタの端子対応図.....	19-86
19.20.3	ライターモードの動作.....	19-88
19.20.4	メモリ読み出しモード.....	19-89
19.20.5	自動書き込みモード.....	19-92
19.20.6	自動消去モード.....	19-94
19.20.7	ステータス読み出しモード.....	19-95
19.20.8	ステータスポーリング.....	19-96
19.20.9	ライターモードへの遷移時間.....	19-97
19.20.10	メモリ書き込み注意事項.....	19-97
19.21	フラッシュメモリの書き込み / 消去時の注意.....	19-98

第 20 章 クロック発振器

20.1	概要.....	20-1
20.1.1	ブロック図.....	20-1
20.1.2	レジスタ構成.....	20-2
20.2	各レジスタの説明.....	20-3
20.2.1	システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR).....	20-3
20.3	発振器.....	20-5
20.3.1	水晶発振子を接続する方法.....	20-5
20.3.2	外部クロックを入力する方法.....	20-7
20.4	デューティ補正回路.....	20-9
20.5	中速クロック分周器.....	20-9
20.6	バスマスタクロック選択回路.....	20-9

第 21 章 低消費電力状態

21.1	概要.....	21-1
21.1.1	レジスタ構成.....	21-2
21.2	各レジスタの説明.....	21-3
21.2.1	スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR).....	21-3
21.2.2	システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR).....	21-5
21.2.3	モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR).....	21-7

21.3	中速モード.....	21-8
21.4	スリープモード.....	21-9
21.5	モジュールストップモード.....	21-10
21.5.1	モジュールストップモード.....	21-10
21.5.2	使用上の注意.....	21-11
21.6	ソフトウェアスタンバイモード.....	21-12
21.6.1	ソフトウェアスタンバイモード.....	21-12
21.6.2	ソフトウェアスタンバイモードの解除.....	21-12
21.6.3	ソフトウェアスタンバイモード解除後の発振安定時間の設定.....	21-13
21.6.4	ソフトウェアスタンバイモードの応用例.....	21-13
21.6.5	使用上の注意.....	21-14
21.7	ハードウェアスタンバイモード.....	21-15
21.7.1	ハードウェアスタンバイモード.....	21-15
21.7.2	ハードウェアスタンバイモードのタイミング.....	21-15
21.8	φクロック出力禁止機能.....	21-16

第 22 章 電気的特性

22.1	マスク ROM 版 (H8S/2338、H8S/2337) および ROM なし版 (H8S/2332) の電気的特性.....	22-1
22.1.1	絶対最大定格.....	22-1
22.1.2	DC 特性.....	22-2
22.1.3	AC 特性.....	22-4
22.1.4	A/D 変換特性.....	22-23
22.1.5	D/A 変換特性.....	22-23
22.2	F-ZTAT 版 (H8S/2339、H8S/2339E、H8S/2338) の電気的特性.....	22-24
22.2.1	絶対最大定格.....	22-24
22.2.2	DC 特性.....	22-25
22.2.3	AC 特性.....	22-28
22.2.4	A/D 変換特性.....	22-31
22.2.5	D/A 変換特性.....	22-31
22.2.6	フラッシュメモリ特性.....	22-32
22.3	使用上の注意.....	22-33

付録

A.	命令.....	付録-1
A.1	命令セット一覧.....	付録-1
A.2	命令コード一覧.....	付録-12
A.3	オペレーションコードマップ.....	付録-22
A.4	命令実行ステート数.....	付録-26
A.5	命令実行中のバス状態.....	付録-37
A.6	コンディションコードの変化.....	付録-49
B.	内部 I/O レジスタ.....	付録-54
B.1	レジスター一覧 (アドレス順).....	付録-54
B.2	レジスター一覧 (モジュール別).....	付録-64
B.3	レジスタ説明.....	付録-73

C.	I/O ポートブロック図	付録-207
C.1	ポート 1	付録-207
C.2	ポート 2	付録-210
C.3	ポート 3	付録-211
C.4	ポート 4	付録-214
C.5	ポート 5	付録-215
C.6	ポート 6	付録-220
C.7	ポート 7	付録-224
C.8	ポート 8	付録-227
C.9	ポート 9	付録-231
C.10	ポート A	付録-233
C.11	ポート B	付録-236
C.12	ポート C	付録-237
C.13	ポート D	付録-238
C.14	ポート E	付録-239
C.15	ポート F	付録-240
C.16	ポート G	付録-248
D.	端子状態	付録-252
D.1	各処理状態におけるポートの状態	付録-252
E.	ROM 発注手順	付録-258
E.1	ROM 書き換え品開発の流れ（発注手順）	付録-258
E.2	ROM 発注時の注意事項	付録-259
F.	型名一覧	付録-260
G.	外形寸法図	付録-261

1. 概要

1.1 概要

H8S/2339 グループは、ルネサスオリジナルアーキテクチャを採用した H8S/2000 CPU を核にして、システム構成に必要な周辺機能を集積したマイクロコンピュータ (MCU) です。

H8S/2000 CPU は、内部 32 ビット構成で、16 ビット×16 本の汎用レジスタと高速動作を指向した簡潔で最適化された命令セットを備えており、16M バイトのリニアなアドレス空間を扱うことができます。また、H8/300 および H8/300H CPU の命令に対し、オブジェクトレベルで上位互換を保っていますので、H8/300、H8/300L、H8/300H の各シリーズから容易に移行することができます。

システム構成に必要な機能としては、DMA コントローラ (DMAC)、データトランスファコントローラ (DTC) のバスマスタ、ROM、RAM、16 ビットタイマパルスユニット (TPU)、プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)、8 ビットタイマ、ウォッチドッグタイマ (WDT)、シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)、A/D 変換器、D/A 変換器、I/O ポートの周辺機能などを内蔵しています。

また、高機能バスコントローラを内蔵し、DRAM などの各種のメモリを高速かつ容易に接続できます。

内蔵 ROM は単一電源フラッシュメモリ (F-ZTAT™*) マスク ROM があり、仕様流動性の高い応用機器、量産初期から本格的量産の各状況に応じた迅速かつ柔軟な対応が可能です。また、ROM は CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。命令フェッチを高速化し、処理速度を向上しています。

H8S/2339 グループの特長を表 1.1 に示します。

【注】* F-ZTAT は (株) ルネサス テクノロジーの商標です。

1. 概要

表 1.1 概要

項目	仕様
CPU	<ul style="list-style-type: none"> ● 汎用レジスタマシン <ul style="list-style-type: none"> – 16 ビット×16 本の汎用レジスタ (8 ビット×16 本、32 ビット×8 本としても使用可能) ● リアルタイム制御向き的高速動作 <ul style="list-style-type: none"> – 最高動作周波数 25MHz – 高速演算 8 / 16 / 32 ビットレジスタ間加減算：40ns (25MHz 動作時) 16×16 ビットレジスタ間乗算：800ns (25MHz 動作時) 32÷16 ビットレジスタ間除算：800ns (25MHz 動作時) ● 高速動作に適した命令セット <ul style="list-style-type: none"> – 65 種類の基本命令 – 8 / 16 / 32 ビット転送 / 演算命令 – 符号なし / 符号付き乗除算命令 – 強力なビット操作命令 ● CPU 動作モード <ul style="list-style-type: none"> – アドバンスモード：アドレス空間 16M バイト
バスコントローラ	<ul style="list-style-type: none"> ● アドレス空間を 8 エリアに分割し、エリアごとに独立してバス仕様を設定可能 ● エリアごとにチップセレクト出力可能 ● エリアごとに 8 ビット / 16 ビットアクセス空間を選択可能 ● エリアごとに 2 ステート / 3 ステートアクセス空間を設定可能 ● エリアごとにプログラムウェイトのステート数を設定可能 ● 最大 8M バイトの DRAM を直接接続可能 (またはインターバルタイマを使用可能) ● 外部バス権解放機能
DMA コントローラ (DMAC)	<ul style="list-style-type: none"> ● ショートアドレスモードとフルアドレスモードを選択可能 ● ショートアドレスモード時：4 チャンネル フルアドレスモード時：2 チャンネル ● リピートモード / ブロック転送モードなどの転送可能 ● シングルアドレスモード転送可能 ● 内部割り込みによる起動可能
データ転送コントローラ (DTC)	<ul style="list-style-type: none"> ● 内部割り込み / ソフトウェアによる起動 ● 1 つの起動要因に対して、複数回・複数種類の転送が可能 ● リピートモード / ブロック転送モードなどの転送可能 ● DTC を起動した割り込みを CPU に要求可能
16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	<ul style="list-style-type: none"> ● 16 ビットタイマ 6 チャンネルを内蔵 ● 最大 16 端子のパルス入出力処理が可能 ● 2 相エンコーダのカウント数の自動計測が可能
プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)	<ul style="list-style-type: none"> ● TPU をタイムベースとした最大 16 ビットのパルス出力が可能 ● 4 ビット単位のグループで出力トリガを選択可能 ● ノンオーバーラップ期間の設定が可能 ● 直接出力 / 反転出力の設定可能

項目	仕様															
8ビットタイマ ×2チャンネル	<ul style="list-style-type: none"> 8ビットアップカウンタ（外部イベントカウント可能） タイムコンスタントレジスタ×2 2チャンネルの接続が可能 															
ウォッチドッグタイマ	<ul style="list-style-type: none"> ウォッチドッグタイマ/インターバルタイマの選択が可能 															
シリアルコミュニケーションインタフェース(SCI) ×3チャンネル	<ul style="list-style-type: none"> 調歩同期式モード/クロック同期式モードの選択が可能 マルチプロセッサ通信機能 スマートカードインタフェース機能 															
A/D変換器	<ul style="list-style-type: none"> 分解能：10ビット 入力：12チャンネル 最小変換時間 6.7μs（20MHz動作時） シングル/スキャンモードの選択が可能 サンプル&ホールド機能 外部トリガ/タイマトリガによるA/D変換の起動が可能 															
D/A変換器	<ul style="list-style-type: none"> 分解能：8ビット 出力：4チャンネル 															
I/Oポート	<ul style="list-style-type: none"> 入出力端子 106本、入力専用端子 12本 															
メモリ	<ul style="list-style-type: none"> フラッシュメモリ、マスクROM 高速スタティックRAM <table border="1" data-bbox="592 892 1052 1078"> <thead> <tr> <th>製品名</th> <th>ROM</th> <th>RAM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>H8S/2339</td> <td>384Kバイト</td> <td>32Kバイト</td> </tr> <tr> <td>H8S/2338</td> <td>256Kバイト</td> <td>8Kバイト</td> </tr> <tr> <td>H8S/2337</td> <td>128Kバイト</td> <td>8Kバイト</td> </tr> <tr> <td>H8S/2332</td> <td>—</td> <td>8Kバイト</td> </tr> </tbody> </table>	製品名	ROM	RAM	H8S/2339	384Kバイト	32Kバイト	H8S/2338	256Kバイト	8Kバイト	H8S/2337	128Kバイト	8Kバイト	H8S/2332	—	8Kバイト
製品名	ROM	RAM														
H8S/2339	384Kバイト	32Kバイト														
H8S/2338	256Kバイト	8Kバイト														
H8S/2337	128Kバイト	8Kバイト														
H8S/2332	—	8Kバイト														
割り込みコントローラ	<ul style="list-style-type: none"> 外部割り込み端子 9本（NMI、$\bar{I}RQ0 \sim \bar{I}RQ7$） 内部割り込み要因 52要因 8レベルの優先順位設定が可能 															
低消費電力状態	<ul style="list-style-type: none"> 中速モード スリープモード モジュールストップモード ソフトウェアスタンバイモード ハードウェアスタンバイモード クロック分周比可変 															

1. 概要

項目	仕様																																																																				
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> 8種類のMCU動作モードの選択 (H8S/2338 F-ZTAT) 																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>モード</th> <th>CPU 動作モード</th> <th>内 容</th> <th>内蔵 ROM</th> <th colspan="2">外部データバス 初期値 最大値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td colspan="2" rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td rowspan="3">アドバンスト</td> <td rowspan="2">内蔵ROM無効拡張モード</td> <td rowspan="2">無効</td> <td>16ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>5</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>内蔵ROM有効拡張モード</td> <td>有効</td> <td>8ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>シングルチップモード</td> <td></td> <td colspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td colspan="2" rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>9</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td rowspan="3">アドバンスト</td> <td rowspan="3">ブートモード</td> <td rowspan="3">有効</td> <td>8ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td colspan="2">-</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td colspan="2" rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>13</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td rowspan="2">アドバンスト</td> <td rowspan="2">ユーザプログラムモード</td> <td rowspan="2">有効</td> <td>8ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </tbody> </table>						モード	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM	外部データバス 初期値 最大値		1	-	-	-	-		2	3	4	アドバンスト	内蔵ROM無効拡張モード	無効	16ビット	16ビット	5	6	内蔵ROM有効拡張モード	有効	8ビット	16ビット	7		シングルチップモード		-		8	-	-	-	-		9	10	アドバンスト	ブートモード	有効	8ビット	16ビット	11	-		12	-	-	-		13	14	アドバンスト	ユーザプログラムモード	有効	8ビット	16ビット	15	-	
	モード	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM	外部データバス 初期値 最大値																																																																
	1	-	-	-	-																																																																
	2																																																																				
	3																																																																				
	4	アドバンスト	内蔵ROM無効拡張モード	無効	16ビット	16ビット																																																															
	5																																																																				
	6		内蔵ROM有効拡張モード	有効	8ビット	16ビット																																																															
	7		シングルチップモード		-																																																																
	8	-	-	-	-																																																																
	9																																																																				
	10						アドバンスト	ブートモード	有効	8ビット	16ビット																																																										
	11	-																																																																			
	12	-	-	-																																																																	
	13																																																																				
	14					アドバンスト	ユーザプログラムモード	有効	8ビット	16ビット																																																											
	15	-																																																																			
	<ul style="list-style-type: none"> 4種類のMCU動作モード (マスクROM版、ROMなし版、H8S/2339 F-ZTAT) 																																																																				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>モード</th> <th>CPU 動作モード</th> <th>内 容</th> <th>内蔵 ROM</th> <th colspan="2">外部データバス 初期値 最大値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td rowspan="3">-</td> <td colspan="2" rowspan="3">-</td> </tr> <tr> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> </tr> <tr> <td>4*</td> <td rowspan="4">アドバンスト</td> <td>内蔵ROM無効拡張モード</td> <td>無効</td> <td>16ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>5*</td> <td>内蔵ROM無効拡張モード</td> <td>無効</td> <td>8ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>内蔵ROM有効拡張モード</td> <td>有効</td> <td>8ビット</td> <td>16ビット</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>シングルチップモード</td> <td>有効</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </tbody> </table>						モード	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM	外部データバス 初期値 最大値		1	-	-	-	-		2	3	4*	アドバンスト	内蔵ROM無効拡張モード	無効	16ビット	16ビット	5*	内蔵ROM無効拡張モード	無効	8ビット	16ビット	6	内蔵ROM有効拡張モード	有効	8ビット	16ビット	7	シングルチップモード	有効	-																													
モード	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM	外部データバス 初期値 最大値																																																																	
1	-	-	-	-																																																																	
2																																																																					
3																																																																					
4*	アドバンスト	内蔵ROM無効拡張モード	無効	16ビット	16ビット																																																																
5*		内蔵ROM無効拡張モード	無効	8ビット	16ビット																																																																
6		内蔵ROM有効拡張モード	有効	8ビット	16ビット																																																																
7		シングルチップモード	有効	-																																																																	
【注】 * ROMなし版ではモード4、5のみ使用できます。																																																																					
クロック発振器	<ul style="list-style-type: none"> デューティ補正回路内蔵 																																																																				

項目	仕様											
製品ラインアップ	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>条件A</th> <th>条件B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>動作電源電圧</td> <td>2.7 ~ 3.6V</td> <td>3.0 ~ 3.6V</td> </tr> <tr> <td>動作周波数</td> <td>2 ~ 20MHz</td> <td>2 ~ 25MHz</td> </tr> </tbody> </table>				条件A	条件B	動作電源電圧	2.7 ~ 3.6V	3.0 ~ 3.6V	動作周波数	2 ~ 20MHz	2 ~ 25MHz
		条件A	条件B									
	動作電源電圧	2.7 ~ 3.6V	3.0 ~ 3.6V									
	動作周波数	2 ~ 20MHz	2 ~ 25MHz									
	製品名	HD64F2339E*	-									
		HD64F2339	-									
		HD6432338										
		HD64F2338	-									
HD6432337												
HD6412332												
<p>: 製品ラインアップ品</p> <p>【注】* E10-Aエミュレータにて、オンチップデバッグ機能を使用することができます（E10-A対応版）。 ただし、オンチップデバッグ機能使用時は、一部の機能モジュール、および端子機能が使用できなくなりますので、図1.2のピン配置図を参照してください。</p>												
パッケージ	<ul style="list-style-type: none"> 144 ピンプラスチック QFP (FP-144G) 											

1. 概要

1.2 内部ブロック図

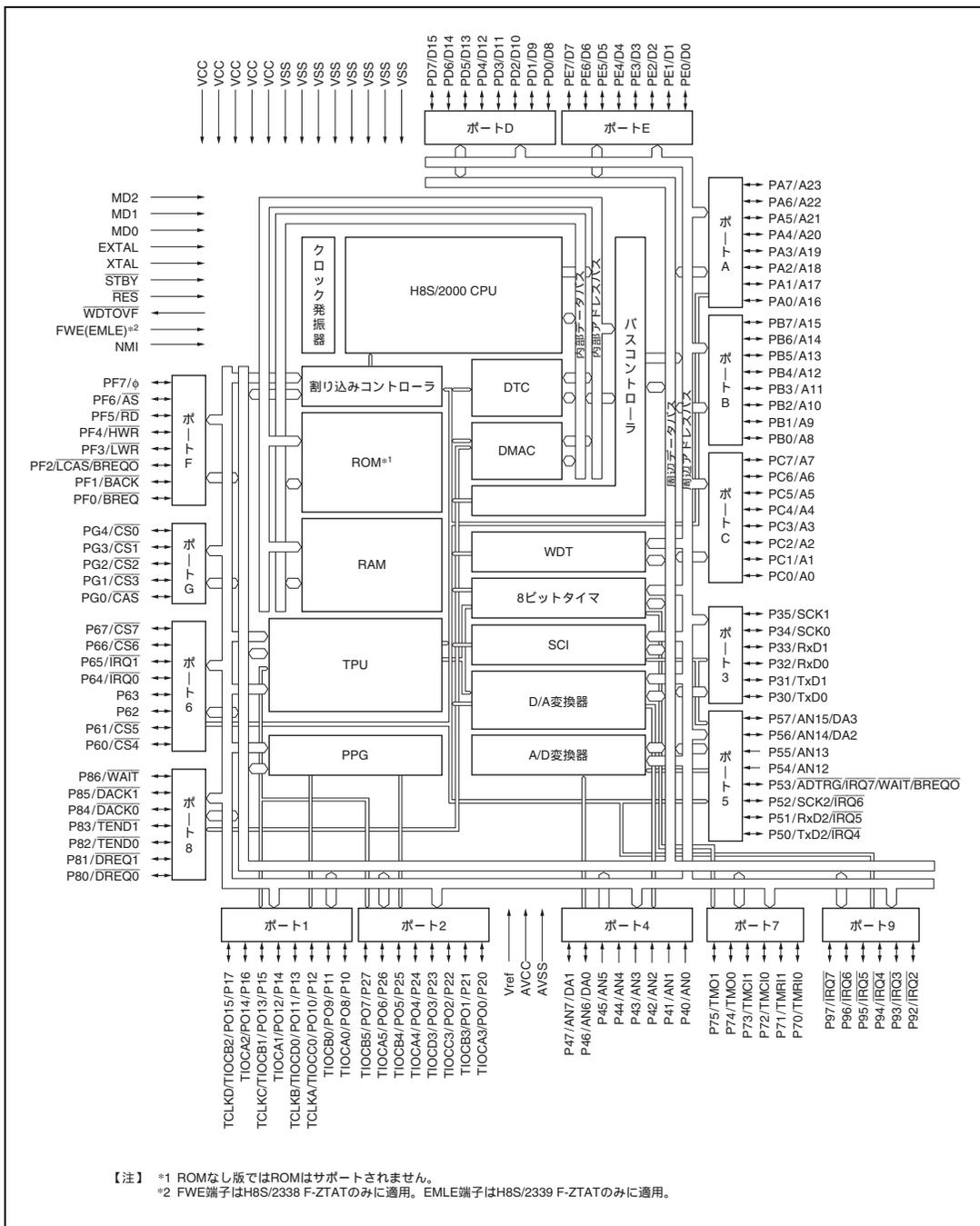


図 1.1 内部ブロック図

1.3 端子説明

1.3.1 ピン配置図

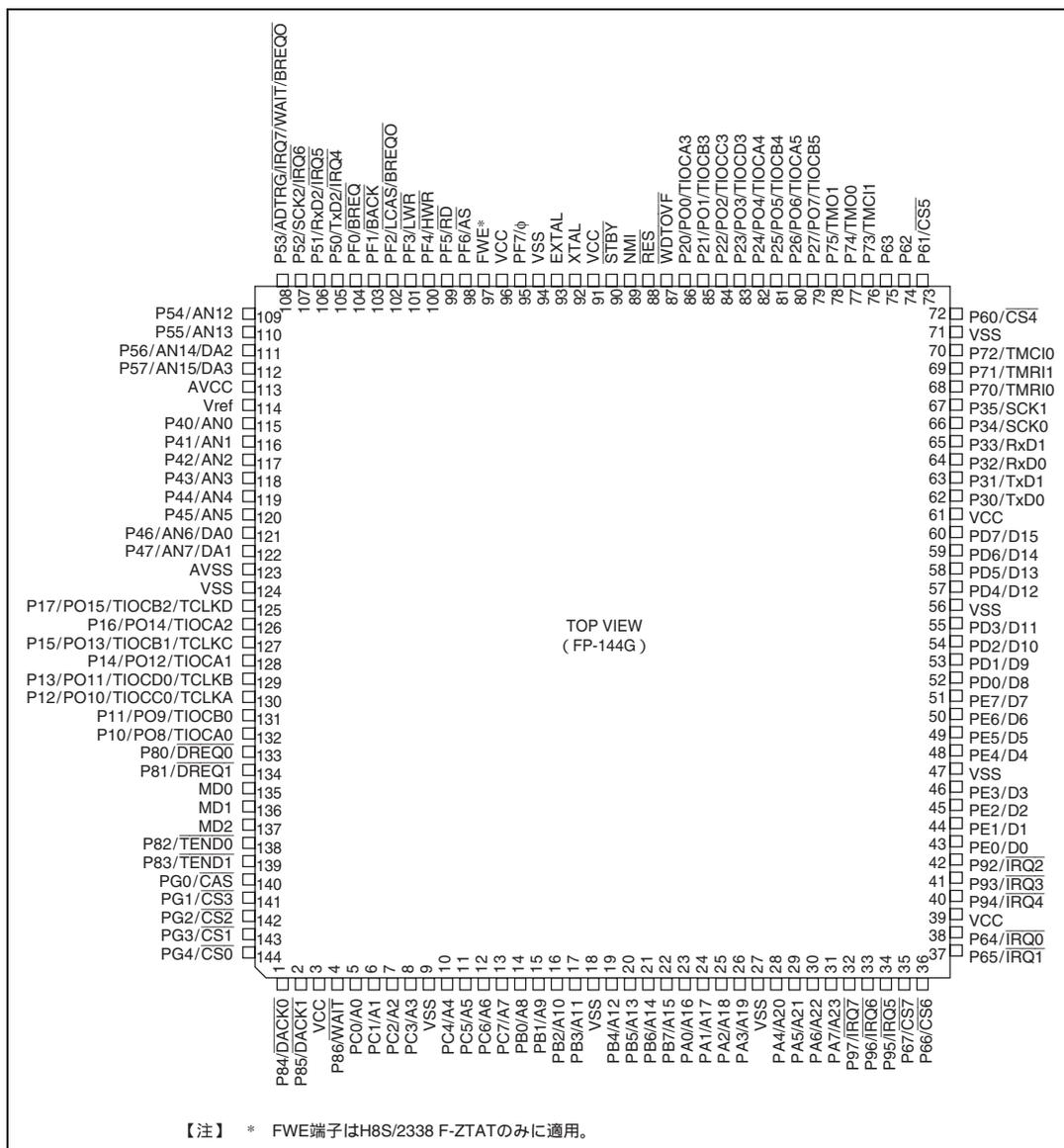


図 1.2 H8S/2338、H8S/2337、H8S/2332 ピン配置図 (FP-144G : 上面図)

1. 概要

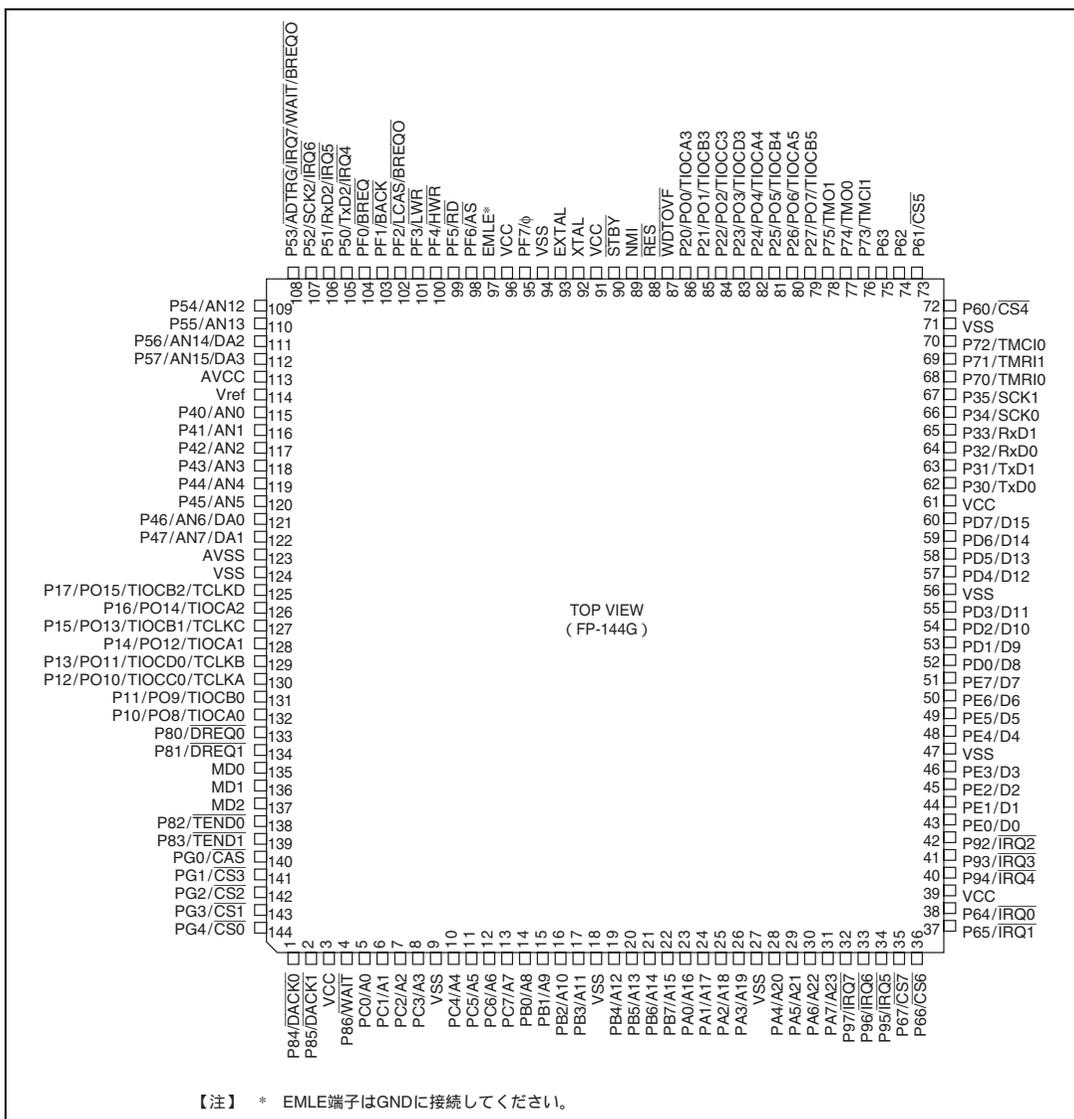


図 1.3 HD64F2339 ピン配置図 (FP-144G : 上面図)

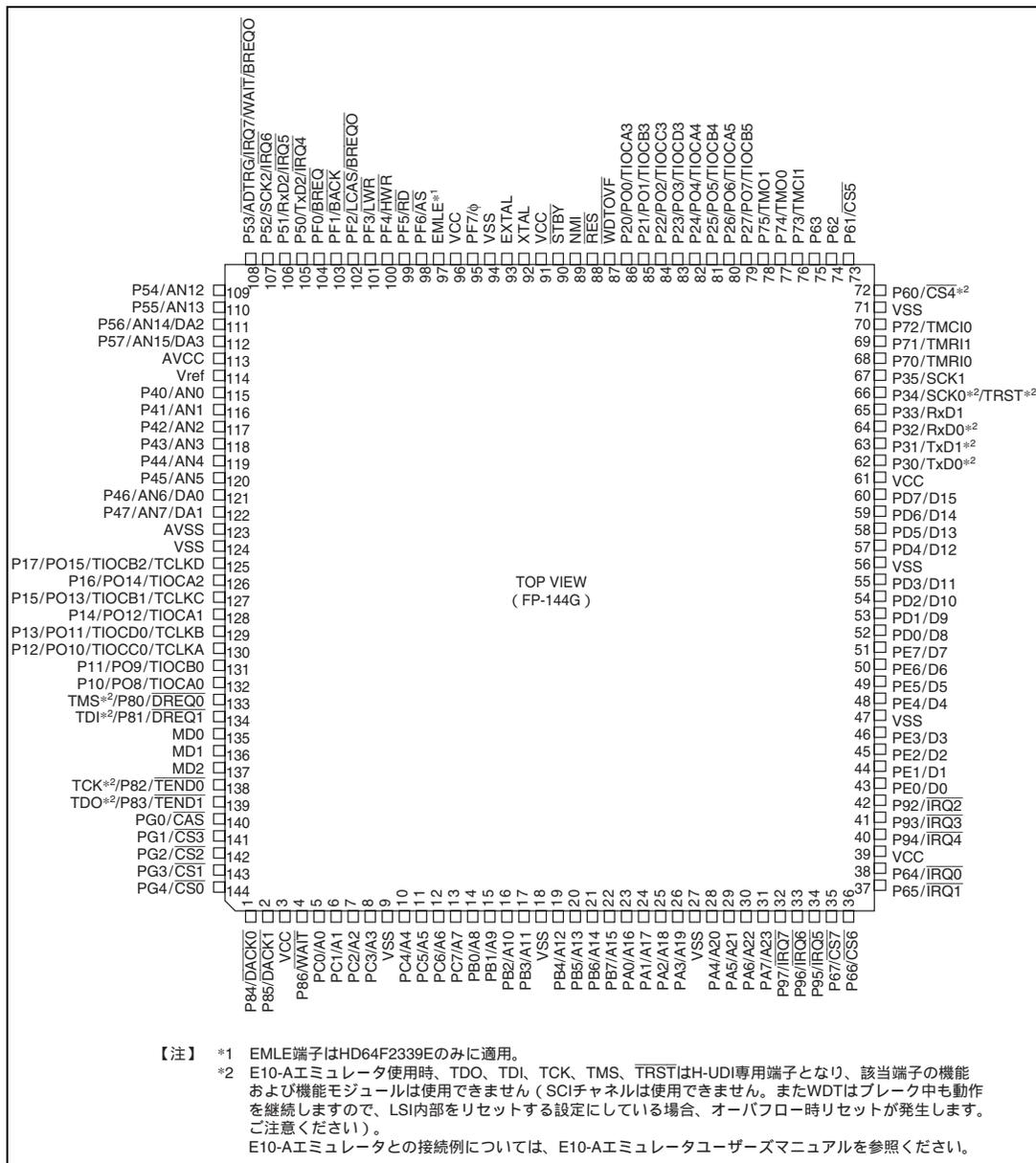


図 1.4 HD64F2339E ピン配置図 (FP-144G : 上面図)

1. 概要

1.3.2 動作モード別端子機能一覧

表 1.2 動作モード別端子機能一覧

ピン番号	端子名				
	モード 4*	モード 5*	モード 6	モード 7	フラッシュ メモリ ライターモード
1	P84/DACK0	P84/DACK0	P84/DACK0	P84/DACK0	NC
2	P85/DACK1	P85/DACK1	P85/DACK1	P85/DACK1	NC
3	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
4	P86/WAIT	P86/WAIT	P86/WAIT	P86	NC
5	A0	A0	PC0 /A0	PC0	A0
6	A1	A1	PC1 /A1	PC1	A1
7	A2	A2	PC2 /A2	PC2	A2
8	A3	A3	PC3 /A3	PC3	A3
9	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
10	A4	A4	PC4 /A4	PC4	A4
11	A5	A5	PC5 /A5	PC5	A5
12	A6	A6	PC6 /A6	PC6	A6
13	A7	A7	PC7 /A7	PC7	A7
14	A8	A8	PB0 /A8	PB0	A8
15	A9	A9	PB1 /A9	PB1	A9
16	A10	A10	PB2 /A10	PB2	A10
17	A11	A11	PB3 /A11	PB3	A11
18	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
19	A12	A12	PB4 /A12	PB4	A12
20	A13	A13	PB5 /A13	PB5	A13
21	A14	A14	PB6 /A14	PB6	A14
22	A15	A15	PB7 /A15	PB7	A15
23	A16	A16	PA0 /A16	PA0	A16
24	A17	A17	PA1 /A17	PA1	A17
25	A18	A18	PA2 /A18	PA2	A18
26	A19	A19	PA3 /A19	PA3	NC
27	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
28	A20	A20	PA4/A20	PA4	NC
29	PA5 /A21	PA5 /A21	PA5 /A21	PA5	NC
30	PA6 /A22	PA6 /A22	PA6 /A22	PA6	NC
31	PA7 /A23	PA7 /A23	PA7 /A23	PA7	NC
32	P97/IRQ7	P97/IRQ7	P97/IRQ7	P97/IRQ7	NC
33	P96/IRQ6	P96/IRQ6	P96/IRQ6	P96/IRQ6	NC
34	P95/IRQ5	P95/IRQ5	P95/IRQ5	P95/IRQ5	NC
35	P67 /CS7	P67 /CS7	P67 /CS7	P67	NC

ピン番号	端子名				
	モード 4*	モード 5*	モード 6	モード 7	フラッシュ メモリ ライターモード
36	P66 / $\overline{CS6}$	P66 / $\overline{CS6}$	P66 / $\overline{CS6}$	P66	VCC
37	P65 / $\overline{IRQ1}$	P65 / $\overline{IRQ1}$	P65 / $\overline{IRQ1}$	P65 / $\overline{IRQ1}$	VSS
38	P64 / $\overline{IRQ0}$	P64 / $\overline{IRQ0}$	P64 / $\overline{IRQ0}$	P64 / $\overline{IRQ0}$	VSS
39	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
40	P94/ $\overline{IRQ4}$	P94/ $\overline{IRQ4}$	P94/ $\overline{IRQ4}$	P94/ $\overline{IRQ4}$	NC
41	P93/ $\overline{IRQ3}$	P93/ $\overline{IRQ3}$	P93/ $\overline{IRQ3}$	P93/ $\overline{IRQ3}$	NC
42	P92/ $\overline{IRQ2}$	P92/ $\overline{IRQ2}$	P92/ $\overline{IRQ2}$	P92/ $\overline{IRQ2}$	NC
43	PE0 /D0	PE0 /D0	PE0 /D0	PE0	NC
44	PE1 /D1	PE1 /D1	PE1 /D1	PE1	NC
45	PE2 /D2	PE2 /D2	PE2 /D2	PE2	NC
46	PE3 /D3	PE3 /D3	PE3 /D3	PE3	NC
47	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
48	PE4 /D4	PE4 /D4	PE4 /D4	PE4	NC
49	PE5 /D5	PE5 /D5	PE5 /D5	PE5	NC
50	PE6 /D6	PE6 /D6	PE6 /D6	PE6	NC
51	PE7 /D7	PE7 /D7	PE7 /D7	PE7	NC
52	D8	D8	D8	PD0	I/O0
53	D9	D9	D9	PD1	I/O1
54	D10	D10	D10	PD2	I/O2
55	D11	D11	D11	PD3	I/O3
56	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
57	D12	D12	D12	PD4	I/O4
58	D13	D13	D13	PD5	I/O5
59	D14	D14	D14	PD6	I/O6
60	D15	D15	D15	PD7	I/O7
61	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
62	P30 /TxD0	P30 /TxD0	P30 /TxD0	P30 /TxD0	NC
63	P31 /TxD1	P31 /TxD1	P31 /TxD1	P31 /TxD1	NC
64	P32 /RxD0	P32 /RxD0	P32 /RxD0	P32 /RxD0	VCC
65	P33 /RxD1	P33 /RxD1	P33 /RxD1	P33 /RxD1	NC
66	P34 /SCK0	P34 /SCK0	P34 /SCK0	P34 /SCK0	NC
67	P35 /SCK1	P35 /SCK1	P35 /SCK1	P35 /SCK1	NC
68	P70/TMR10	P70/TMR10	P70/TMR10	P70/TMR10	NC
69	P71/TMR11	P71/TMR11	P71/TMR11	P71/TMR11	NC
70	P72/TMC10	P72/TMC10	P72/TMC10	P72/TMC10	NC
71	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
72	P60 / $\overline{CS4}$	P60 / $\overline{CS4}$	P60 / $\overline{CS4}$	P60	NC
73	P61 / $\overline{CS5}$	P61 / $\overline{CS5}$	P61 / $\overline{CS5}$	P61	NC
74	P62	P62	P62	P62	NC

1. 概要

ピン番号	端子名				
	モード 4* ¹	モード 5* ¹	モード 6	モード 7	フラッシュ メモリ ライターモード
75	P63	P63	P63	P63	NC
76	P73/TMC11	P73/TMC11	P73/TMC11	P73/TMC11	NC
77	P74/TMO0	P74/TMO0	P74/TMO0	P74/TMO0	NC
78	P75/TMO1	P75/TMO1	P75/TMO1	P75/TMO1	NC
79	P27 /PO7/ TIOCB5	P27 /PO7/ TIOCB5	P27 /PO7/TIOCB5	P27 /PO7/TIOCB5	NC
80	P26 /PO6/TIOCA5	P26 /PO6/TIOCA5	P26 /PO6/TIOCA5	P26 /PO6/TIOCA5	NC
81	P25 /PO5/TIOCB4	P25 /PO5/TIOCB4	P25 /PO5/TIOCB4	P25 /PO5/TIOCB4	VSS
82	P24 /PO4/TIOCA4	P24 /PO4/TIOCA4	P24 /PO4/TIOCA4	P24 /PO4/TIOCA4	WE
83	P23 /PO3/TIOCD3	P23 /PO3/TIOCD3	P23 /PO3/TIOCD3	P23 /PO3/TIOCD3	CE
84	P22 /PO2/TIOCC3	P22 /PO2/TIOCC3	P22 /PO2/TIOCC3	P22 /PO2/TIOCC3	OE
85	P21 /PO1/TIOCB3	P21 /PO1/TIOCB3	P21 /PO1/TIOCB3	P21 /PO1/TIOCB3	NC
86	P20 /PO0/TIOCA3	P20 /PO0/TIOCA3	P20 /PO0/TIOCA3	P20 /PO0/TIOCA3	NC
87	WDTOVF	WDTOVF	WDTOVF	WDTOVF	NC
88	RES	RES	RES	RES	RES
89	NMI	NMI	NMI	NMI	VCC
90	STBY	STBY	STBY	STBY	VCC
91	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
92	XTAL	XTAL	XTAL	XTAL	XTAL
93	EXTAL	EXTAL	EXTAL	EXTAL	EXTAL
94	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
95	PF7 /φ	PF7 /φ	PF7 /φ	PF7 /φ	NC
96	VCC	VCC	VCC	VCC	VCC
97	FWE (EMLE) * ²	FWE (EMLE) * ²	FWE (EMLE) * ²	FWE (EMLE) * ²	FWE (EMLE) * ²
98	PF6 /AS	PF6 /AS	PF6 /AS	PF6	NC
99	RD	RD	RD	PF5	NC
100	HWR	HWR	HWR	PF4	NC
101	PF3/LWR	PF3/LWR	PF3/LWR	PF3	NC
102	PF2/LCAS/ BREQO	PF2/LCAS/ BREQO	PF2/LCAS/ BREQO	PF2	NC
103	PF1 /BACK	PF1 /BACK	PF1 /BACK	PF1	NC
104	PF0 /BREQ	PF0 /BREQ	PF0 /BREQ	PF0	NC
105	P50/TxD2/IRQ4	P50/TxD2/IRQ4	P50/TxD2/IRQ4	P50/TxD2/IRQ4	NC
106	P51/RxD2/ IRQ5	P51/RxD2/ IRQ5	P51/RxD2/ IRQ5	P51/RxD2/ IRQ5	NC
107	P52/SCK2/IRQ6	P52/SCK2/IRQ6	P52/SCK2/IRQ6	P52/SCK2/IRQ6	NC
108	P53 /ADTRG/IRQ7/ WAIT/BREQO	P53 /ADTRG/IRQ7/ WAIT/BREQO	P53 /ADTRG/IRQ7/ WAIT/BREQO	P53 /ADTRG/IRQ7	NC

ピン番号	端子名				
	モード 4*	モード 5*	モード 6	モード 7	フラッシュ メモリ ライターモード
109	P54/AN12	P54/AN12	P54/AN12	P54/AN12	NC
110	P55/AN13	P55/AN13	P55/AN13	P55/AN13	NC
111	P56/AN14/DA2	P56/AN14/DA2	P56/AN14/DA2	P56/AN14/DA2	NC
112	P57/AN15/DA3	P57/AN15/DA3	P57/AN15/DA3	P57/AN15/DA3	NC
113	AVCC	AVCC	AVCC	AVCC	VCC
114	Vref	Vref	Vref	Vref	VCC
115	P40 /AN0	P40 /AN0	P40 /AN0	P40 /AN0	NC
116	P41 /AN1	P41 /AN1	P41 /AN1	P41 /AN1	NC
117	P42 /AN2	P42 /AN2	P42 /AN2	P42 /AN2	NC
118	P43 /AN3	P43 /AN3	P43 /AN3	P43 /AN3	NC
119	P44 /AN4	P44 /AN4	P44 /AN4	P44 /AN4	NC
120	P45 /AN5	P45 /AN5	P45 /AN5	P45 /AN5	NC
121	P46 /AN6 /DA0	P46 /AN6 /DA0	P46 /AN6 /DA0	P46 /AN6 /DA0	NC
122	P47 /AN7 /DA1	P47 /AN7 /DA1	P47 /AN7 /DA1	P47 /AN7 /DA1	NC
123	AVSS	AVSS	AVSS	AVSS	VSS
124	VSS	VSS	VSS	VSS	VSS
125	P17 /PO15 /TIOCB2 /TCLKD	P17 /PO15 /TIOCB2 /TCLKD	P17 /PO15 /TIOCB2 /TCLKD	P17 /PO15 /TIOCB2 /TCLKD	NC
126	P16 /PO14 /TIOCA2	P16 /PO14 / TIOCA2	P16 /PO14 /TIOCA2	P16 /PO14 /TIOCA2	NC
127	P15 /PO13 /TIOCB1 /TCLKC	P15 /PO13 /TIOCB1 /TCLKC	P15 /PO13 /TIOCB1 /TCLKC	P15 /PO13 /TIOCB1 /TCLKC	NC
128	P14 /PO12 /TIOCA1	P14 /PO12 /TIOCA1	P14 /PO12 /TIOCA1	P14 /PO12 /TIOCA1	NC
129	P13 /PO11 /TIOCD0 /TCLKB	P13 /PO11 /TIOCD0 /TCLKB	P13 /PO11 /TIOCD0 /TCLKB	P13 /PO11 /TIOCD0 /TCLKB	NC
130	P12 /PO10 /TIOCC0 /TCLKA	P12 /PO10 /TIOCC0 /TCLKA	P12 /PO10 /TIOCC0 /TCLKA	P12 /PO10 /TIOCC0 /TCLKA	NC
131	P11 /PO9 /TIOCB0	P11 /PO9 /TIOCB0	P11 /PO9 /TIOCB0	P11 /PO9 /TIOCB0	NC
132	P10 /PO8 /TIOCA0	P10 /PO8 /TIOCA0	P10 /PO8 /TIOCA0	P10 /PO8 /TIOCA0	NC
133	P80/ $\overline{\text{DREQ0}}$	P80/ $\overline{\text{DREQ0}}$	P80/ $\overline{\text{DREQ0}}$	P80/ $\overline{\text{DREQ0}}$	NC
134	P81/ $\overline{\text{DREQ1}}$	P81/ $\overline{\text{DREQ1}}$	P81/ $\overline{\text{DREQ1}}$	P81/ $\overline{\text{DREQ1}}$	NC
135	MD0	MD0	MD0	MD0	VSS
136	MD1	MD1	MD1	MD1	VSS
137	MD2	MD2	MD2	MD2	VSS
138	P82/ $\overline{\text{TEND0}}$	P82/ $\overline{\text{TEND0}}$	P82/ $\overline{\text{TEND0}}$	P82/ $\overline{\text{TEND0}}$	NC
139	P83/ $\overline{\text{TEND1}}$	P83/ $\overline{\text{TEND1}}$	P83/ $\overline{\text{TEND1}}$	P83/ $\overline{\text{TEND1}}$	NC
140	PG0 /CAS	PG0 /CAS	PG0 /CAS	PG0	NC

1. 概要

ピン番号	端子名				
	モード 4*	モード 5*	モード 6	モード 7	フラッシュ メモリ ライターモード
141	PG1 / $\overline{\text{CS3}}$	PG1 / $\overline{\text{CS3}}$	PG1 / $\overline{\text{CS3}}$	PG1	NC
142	PG2 / $\overline{\text{CS2}}$	PG2 / $\overline{\text{CS2}}$	PG2 / $\overline{\text{CS2}}$	PG2	NC
143	PG3 / $\overline{\text{CS1}}$	PG3 / $\overline{\text{CS1}}$	PG3 / $\overline{\text{CS1}}$	PG3	NC
144	PG4 / $\overline{\text{CS0}}$	PG4 / $\overline{\text{CS0}}$	PG4 / $\overline{\text{CS0}}$	PG4	NC

【注】 *1 ROM なし版ではモード 4、5 のみ使用できます。

*2 FWE 端子は H8S/2338 F-ZTAT のみに適用。EMLE 端子は H8S/2339 F-ZTAT のみに適用。

1.3.3 端子機能

表 1.3 端子機能

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
電源	VCC	3、39、61、91、96	入力	電源 電源に接続します。VCC 端子は、全端子をシステムの電源に接続してください。
	VSS	9、18、27、47、56、71、94、124	入力	グラウンド 電源 (0V) に接続します。VSS 端子は、全端子をシステムの電源 (0V) に接続してください。
クロック	XTAL	92	入力	水晶発振子を接続します。水晶発振子の接続例、および外部クロック入力の接続例については、「第 20 章 クロック発振器」を参照してください。
	EXTAL	93	入力	水晶発振子を接続します。また、EXTAL 端子は外部クロックを入力することもできます。水晶発振子の接続例、および外部クロック入力の接続例については、「第 20 章 クロック発振器」を参照してください。
	ϕ	95	出力	システムクロック 外部デバイスにシステムクロックを供給します。

1. 概要

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能																																																																																	
		FP-144G																																																																																			
動作モードコントロール	MD2 ~ MD0	137 ~ 135	入力	<p>モード端子 動作モードを設定します。MD2 ~ MD0 端子と動作モードの関係は次のとおりです。これらの端子は動作中には変化させないでください。</p> <p>H8S/2338 F-ZTAT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>FWE</th> <th>MD2</th> <th>MD1</th> <th>MD0</th> <th>動作モード</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">0</td> <td rowspan="3">0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>モード4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>モード5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>モード6</td> </tr> <tr> <td rowspan="6">1</td> <td rowspan="3">0</td> <td>1</td> <td>モード7</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>モード10</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>モード11</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>モード14</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">1</td> <td rowspan="2">0</td> <td>0</td> <td>モード15</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>マスクROM版、ROMなし版、 H8S/2339 F-ZTAT</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MD2</th> <th>MD1</th> <th>MD0</th> <th>動作モード</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>モード4</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>モード5</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">1</td> <td>0</td> <td>モード6*</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>モード7*</td> </tr> </tbody> </table> <p>【注】* ROMなし版では使用できません。</p>	FWE	MD2	MD1	MD0	動作モード	0	0	0	1	-	1	0	-	1	1	-	1	0	0	モード4	1	1	モード5	1	0	モード6	1	0	1	モード7	0	0	-	1	0	-	1	0	0	モード10	1	0	モード11	1	1	モード14	1	0	0	モード15	1	-	1	0	-	MD2	MD1	MD0	動作モード	0	0	1	-	1	0	-	1	1	-	1	0	0	モード4	1	1	モード5	1	0	モード6*	1	モード7*
FWE	MD2	MD1	MD0	動作モード																																																																																	
0	0	0	1	-																																																																																	
		1	0	-																																																																																	
		1	1	-																																																																																	
	1	0	0	モード4																																																																																	
		1	1	モード5																																																																																	
		1	0	モード6																																																																																	
1	0	1	モード7																																																																																		
		0	0	-																																																																																	
		1	0	-																																																																																	
	1	0	0	モード10																																																																																	
		1	0	モード11																																																																																	
		1	1	モード14																																																																																	
1	0	0	モード15																																																																																		
		1	-																																																																																		
	1	0	-																																																																																		
MD2	MD1	MD0	動作モード																																																																																		
0	0	1	-																																																																																		
	1	0	-																																																																																		
	1	1	-																																																																																		
1	0	0	モード4																																																																																		
	1	1	モード5																																																																																		
	1	0	モード6*																																																																																		
		1	モード7*																																																																																		
システム制御	RES	88	入力	<p>リセット入力 この端子が Low レベルになると、リセット状態となります。</p>																																																																																	
	STBY	90	入力	<p>スタンバイ この端子が Low レベルになると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。</p>																																																																																	
	BREQ	104	入力	<p>バス権要求 本 LSI に対し、外部バスマスタがバス権を要求します。</p>																																																																																	

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
システム制御	BREQO	102、108	出力	<u>バス権要求出力</u> 外部バス権解放状態で、内部バスマスタが外部空間をアクセスするときの、外部バス権要求信号です。
	BACK	103	出力	<u>バス権要求アクノリッジ</u> バス権を外部バスマスタに解放したことを示します。
	FWE* ¹	97	入力	<u>フラッシュライトイネーブル</u> フラッシュメモリの書き換えを禁止/許可します。マスクROM版、ROMなし版ではグラウンドに接続してください。
	EMLE* ²	97	入力	<u>エミュレータイネーブル</u> 電源(0V)に接続してください。
割り込み	NMI	89	入力	<u>ノンマスカブル割り込み</u> マスク不可能な割り込みを要求します。未使用の場合は High レベルに固定してください。
	$\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$	32 ~ 34、40 ~ 42、 37、38、108 ~ 105	入力	<u>割り込み要求7~0</u> マスク可能な割り込みを要求します。
アドレスバス	A23 ~ A0	31 ~ 28、26 ~ 19、 17 ~ 10、8 ~ 5	出力	<u>アドレスバス</u> アドレスを出力します。
データバス	D15 ~ D0	60 ~ 57、55 ~ 48、 46 ~ 43	入出力	<u>データバス</u> 双方向データバスです。
バス制御	$\overline{\text{CS7}} \sim \overline{\text{CS0}}$	35、36、73、72、 141 ~ 144	出力	<u>チップセレクト</u> エリア7~0の選択信号です。
	$\overline{\text{AS}}$	98	出力	<u>アドレスストロープ</u> この端子が Low レベルのとき、アドレスバス上のアドレス出力が有効であることを示します。
	$\overline{\text{RD}}$	99	出力	<u>リード</u> この端子が Low レベルのとき、外部アドレス空間のリード状態であることを示します。
	$\overline{\text{HWR}}$	100	出力	<u>ハイライト/ライトイネーブル</u> 外部空間をライトし、データバスの上位側(D15 ~ D8)が有効であることを示すストロープ信号です。 2CAS方式のDRAMのライトイネーブル信号です。
	$\overline{\text{LWR}}$	101	出力	<u>ローライト</u> 外部空間をライトし、データバスの下位側(D7 ~ D0)が有効であることを示すストロープ信号です。

1. 概要

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
バス制御	CAS	140	出力	<u>アップーカラムアドレスストロープ/カラムアドレスストロープ</u> 2CAS 方式の DRAM のアップーカラムアドレスストロープ信号です。
	LCAS	102	出力	<u>ロウアーカラムアドレスストロープ</u> 2CAS 方式の DRAM のロウアーカラムアドレスストロープ信号です。
	WAIT	4、108	入力	<u>ウェイト</u> 外部 3 ステートアドレス空間をアクセスするときに、バスサイクルにウェイトステートの挿入を要求します。
DMA コントローラ (DMAC)	DREQ1、DREQ0	134、133	入力	<u>DMA リクエスト 1、0</u> DMAC の起動を要求します。
	TEND1、TEND0	139、138	出力	<u>DMA 転送終了 1、0</u> DMAC のデータ転送終了を示します。
	DACK1、DACK0	2、1	出力	<u>DMA 転送アクリッジ 1、0</u> DMAC のシングルアドレス転送アクリッジ端子です。
16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	TCLKD ~ TCLKA	125、127、129、130	入力	<u>クロック入力 D~A</u> 外部クロックを入力します。
	TIOCA0、TIOCB0、TIOCC0、TIOCD0	132 ~ 129	入出力	<u>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアマッチ A0~D0</u> TGR0A ~ TGR0D のインプットキャプチャ入力/アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子です。
	TIOCA1、TIOCB1	128、127	入出力	<u>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアマッチ A1、B1</u> TGR1A、TGR1B のインプットキャプチャ入力/アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子です。
	TIOCA2、TIOCB2	126、125	入出力	<u>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアマッチ A2、B2</u> TGR2A、TGR2B のインプットキャプチャ入力/アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子です。
	TIOCA3、TIOCB3、TIOCC3、TIOCD3	86 ~ 83	入出力	<u>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアマッチ A3~D3</u> TGR3A ~ TGR3D のインプットキャプチャ入力/アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子です。
	TIOCA4、TIOCB4	82、81	入出力	<u>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアマッチ A4、B4</u> TGR4A、TGR4B のインプットキャプチャ入力/アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子です。

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	TIOCA5、TIOCB5	80、79	入出力	<u>インプットキャプチャ / アウトプットコンペアマッチ A5、B5</u> TGR5A、TGR5B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子です。
プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)	PO15 ~ PO0	125 ~ 132、79 ~ 86	出力	<u>パルス出力 15~0</u> パルス出力端子です。
8 ビットタイマ	TMO0、TMO1	77、78	出力	<u>コンペアマッチ出力</u> コンペアマッチ出力端子です。
	TMCIO、TMC11	70、76	入力	<u>カウンタ外部クロック入力</u> カウンタに入力する外部クロックの入力端子です。
	TMRI0、TMRI1	68、69	入力	<u>カウンタ外部リセット入力</u> カウンタリセット入力端子です。
ウォッチドッグタイマ (WDT)	WDTOVF	87	出力	<u>ウォッチドッグタイマオーバフロー</u> ウォッチドッグタイマモード時のカウンタオーバフロー信号出力端子です。
シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) / スマートカードインタフェース	TxD2、TxD1、TxD0	105、63、62	出力	<u>トランスミットデータ (チャンネル 0、1、2)</u> データ出力端子です。
	RxD2、RxD1、RxD0	106、65、64	入力	<u>レシーブデータ (チャンネル 0、1、2)</u> データ入力端子です。
	SCK2、SCK1、SCK0	107、67、66	入出力	<u>シリアルクロック (チャンネル 0、1、2)</u> クロック入出力端子です。
A/D 変換器	AN15 ~ AN12、AN7 ~ AN0	112 ~ 109、122 ~ 115	入力	<u>アナログ 15~12、7~0</u> アナログ入力端子です。
	ADTRG	108	入力	<u>A/D 変換外部トリガ入力</u> A/D 変換開始のための外部トリガ入力端子です。
D/A 変換器	DA3、DA2、DA1、DA0	112、111、122、121	出力	<u>アナログ出力</u> D/A 変換器のアナログ出力端子です。
A/D 変換器、D/A 変換器	AVCC	113	入力	A/D 変換器および D/A 変換器の電源端子です。 A/D 変換器および D/A 変換器を使用しない場合はシステム電源 (+3V) に接続してください。
	AVSS	123	入力	A/D 変換器および D/A 変換器のグラウンド端子です。 システムの電源 (0V) に接続してください。
	Vref	114	入力	A/D 変換器および D/A 変換器の基準電圧入力端子です。 A/D 変換器および D/A 変換器を使用しない場合はシステムの電源 (+3V) に接続してください。

1. 概要

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
I/O ポート	P17 ~ P10	125 ~ 132	入出力	<u>ポート 1</u> 8 ビットの入出力端子です。ポート 1 データディレクションレジスタ (P1DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P27 ~ P20	79 ~ 86	入出力	<u>ポート 2</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P35 ~ P30	67 ~ 62	入出力	<u>ポート 3</u> 6 ビットの入出力端子です。 ポート 3 データディレクションレジスタ (P3DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P47 ~ P40	122 ~ 115	入力	<u>ポート 4</u> 8 ビットの入力端子です。
	P57 ~ P50	112 ~ 109、 108 ~ 105	入力 入出力	<u>ポート 5</u> 4 ビットの入力端子と 4 ビットの入出力端子です。 P53 ~ P50 はポート 5 データディレクションレジスタ (P5DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P67 ~ P60	35 ~ 38、75 ~ 72	入出力	<u>ポート 6</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート 6 データディレクションレジスタ (P6DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P75 ~ P70	78 ~ 76、70 ~ 68	入出力	<u>ポート 7</u> 6 ビットの入出力端子です。 ポート 7 データディレクションレジスタ (P7DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P86 ~ P80	4、2、1、139、138、 134、133	入出力	<u>ポート 8</u> 7 ビットの入出力端子です。 ポート 8 データディレクションレジスタ (P8DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	P97 ~ P92	32 ~ 34、40 ~ 42	入出力	<u>ポート 9</u> 6 ビットの入出力端子です。 ポート 9 データディレクションレジスタ (P9DDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。

分類	記号	ピン番号	入出力	名称および機能
		FP-144G		
I/O ポート	PA7 ~ PA0	31 ~ 28、26 ~ 23	入出力	<u>ポート A</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート A データディレクションレジスタ (PADDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PB7 ~ PB0	22 ~ 19、17 ~ 14	入出力	<u>ポート B</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PC7 ~ PC0	13 ~ 10、8 ~ 5	入出力	<u>ポート C</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート C データディレクションレジスタ (PCDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PD7 ~ PD0	60 ~ 57、55 ~ 52	入出力	<u>ポート D</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PE7 ~ PE0	51 ~ 48、46 ~ 43	入出力	<u>ポート E</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート E データディレクションレジスタ (PEDDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PF7 ~ PF0	95、98 ~ 104	入出力	<u>ポート F</u> 8 ビットの入出力端子です。 ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。
	PG4 ~ PG0	144 ~ 140	入出力	<u>ポート G</u> 5 ビットの入出力端子です。 ポート G データディレクションレジスタ (PGDDR) によって、1 ビットごとに入出力を指定できます。

【注】 *1 H8S/2338 F-ZTAT のみに適用。

*2 H8S/2339 F-ZTAT のみに適用。

1. 概要

2. CPU

2.1 概要

H8S/2000 CPU は、H8/300 CPU および H8/300H CPU の上位互換のアーキテクチャを持つ内部 32 ビット構成の高速 CPU です。

本 CPU は、16 ビット×16 本の汎用レジスタを持ち、16M バイト(アーキテクチャ上は 4G バイト)のリニアなアドレス空間を扱うことができ、リアルタイム制御に最適です。

2.1.1 特長

本 CPU には、次の特長があります。

- H8/300 CPU および H8/300H CPU の上位互換
 - H8/300 および H8/300H CPU オブジェクトプログラムを実行可能
- 汎用レジスタ方式
 - 16 ビット×16 本 (8 ビット×16 本、32 ビット×8 本としても使用可能)
- 65 種類の基本命令
 - 8 / 16 / 32 ビット演算命令
 - 乗除算命令
 - 強力なビット操作命令
- 8 種類のアドレッシングモード
 - レジスタ直接 (Rn)
 - レジスタ間接 (@ERn)
 - ディスプレースメント付きレジスタ間接 (@(d:16,ERn) / @(d:32,ERn))
 - ポストインクリメント / プリデクリメントレジスタ間接 (@ERn+ / @-ERn)
 - 絶対アドレス (@aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32)
 - イミディエイト (#xx:8 / #xx:16 / #xx:32)
 - プログラムカウンタ相対 (@(d:8,PC) / @(d:16,PC))
 - メモリ間接 (@@aa:8)
- 16M バイトのアドレス空間
 - プログラム : 16M バイト
 - データ : 16M バイト (アーキテクチャ上は 4G バイト)
- 高速動作
 - 頻出命令をすべて 1~2 ステートで実行
 - 最高動作周波数 : 25MHz
 - 8 / 16 / 32 ビットレジスタ間加減算 : 40ns
 - 8×8 ビットレジスタ間乗算 : 480ns
 - 16÷8 ビットレジスタ間除算 : 480ns
 - 16×16 ビットレジスタ間乗算 : 800ns
 - 32÷16 ビットレジスタ間除算 : 800ns
- CPU 動作モード
 - アドバンスモード

2. CPU

- 低消費電力状態
 - SLEEP 命令により低消費電力状態に遷移
 - CPU 動作クロックを選択可能

2.1.2 H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点

H8S/2600 CPU および H8S/2000 CPU の相違点は、以下のとおりです。

- レジスタ構成
 - MAC レジスタは、H8S/2600 CPU のみサポートしています。
- 基本命令
 - MAC、CLRMAC、LDMAC、STMAC の 4 命令は、H8S/2600 CPU のみサポートしています。
- 実行ステート数
 - MULXU、MULXS 命令の実行ステート数

命令	ニーモニック	実行ステート	
		H8S/2600	H8S/2000
MULXU	MULXU.B Rs, Rd	3	12
	MULXU.W Rs, ERd	4	20
MULXS	MULXS.B Rs, Rd	4	13
	MULXS.W Rs, ERd	5	21

そのほか、製品によって、アドレス空間や CCR、EXR の機能、低消費電力状態などが異なる場合があります。

2.1.3 H8/300 CPU との相違点

本 CPU は、H8/300 CPU に対して、次の点が追加、拡張されています。

- 汎用レジスタ、コントロールレジスタを拡張
 - 16 ビット×8 本の拡張レジスタ、および 8 ビット×1 本のコントロールレジスタを追加
- アドレス空間を拡張
 - アドバンスモードのとき、最大 16M バイトのアドレス空間を使用可能
- アドレッシングモードを強化
 - 16M バイトのアドレス空間を有効に使用可能
- 命令強化
 - ビット操作命令のアドレッシングモードを強化
 - 符号付き乗除算命令などを追加
 - 2 ビットシフト命令を追加
 - 複数レジスタの退避 / 復帰命令を追加
 - テストアンドセット命令を追加
- 高速化
 - 基本的な命令を 2 倍に高速化

2.1.4 H8/300H CPU との相違点

本 CPU は、H8/300H CPU に対して、次の点が追加、拡張されています。

- コントロールレジスタを拡張
 - 8ビット×1本のコントロールレジスタを追加
- 命令強化
 - ビット操作命令のアドレッシングモードを強化
 - 2ビットシフト命令を追加
 - 複数レジスタの退避 / 復帰命令を追加
 - テストアンドセット命令を追加
- 高速化
 - 基本的な命令を2倍に高速化

2.2 CPU 動作モード

本 LSI の CPU はアドバンスモードのみの CPU 動作モードを持っています。サポートするアドレス空間は、16M バイト（アーキテクチャ上はプログラム領域最大 16M バイト、データ領域最大 4G バイト、合計で最大 4G バイト）となります。

アドバンスモード

(a) アドレス空間

最大 16M バイト（アーキテクチャ上はプログラム領域最大 16M バイト、データ領域最大 4G バイト、合計最大 4G バイト）をリニアにアクセス可能です。

(b) 拡張レジスタ (En)

拡張レジスタ (E0~E7) は、16 ビットレジスタとして、または 32 ビットレジスタ・アドレスレジスタの上位 16 ビットとして使用できます。

(c) 命令セット

命令およびアドレッシングモードはすべて使用できます。

(d) 例外処理ベクタテーブル、メモリ間接の分岐アドレス

アドバンスモードでは、H'00000000 から始まる先頭領域に 32 ビット単位で例外処理ベクタテーブル領域が割り当てられており、上位 8 ビットは無視され 24 ビットの分岐先アドレスを格納します（図 2.1 参照）。例外処理ベクタテーブルは「第 4 章 例外処理」を参照してください。

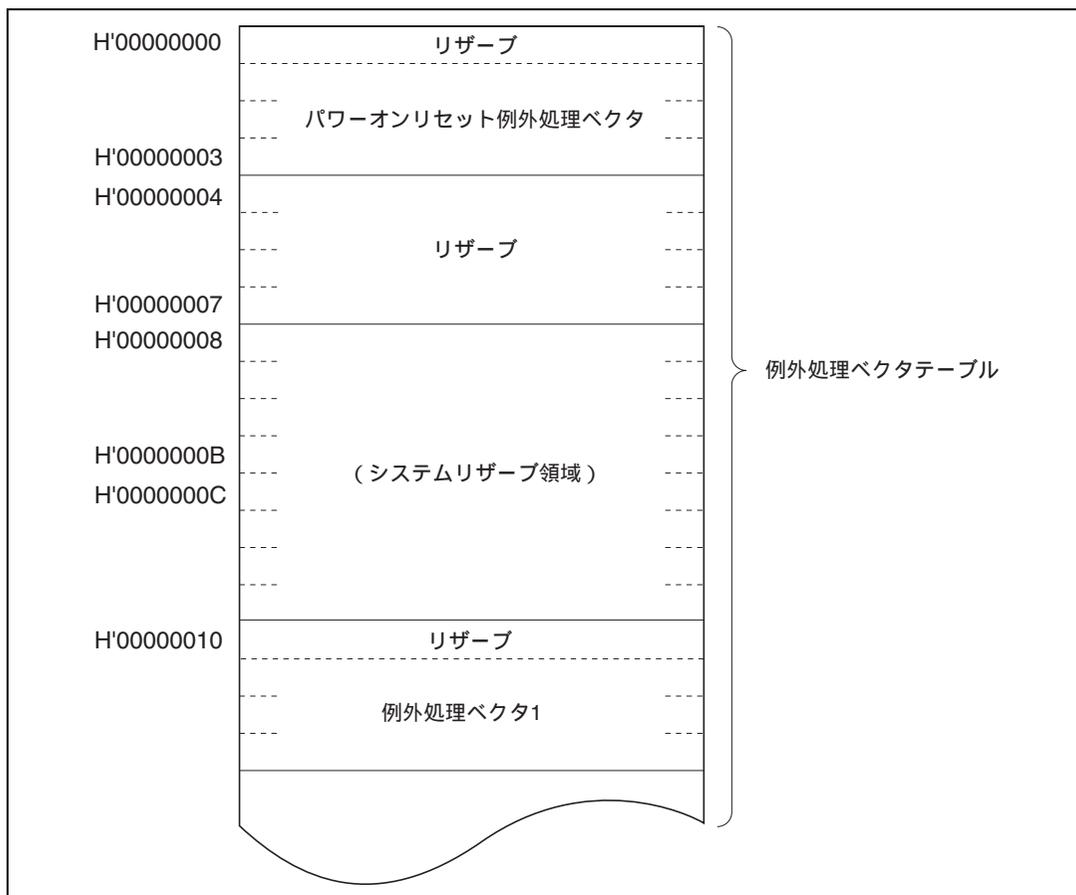


図 2.1 例外処理ベクタテーブル (アドバンストモード)

メモリ間接 (@aa:8) は、JMP および JSR 命令で使用されます。命令コードに含まれる 8 ビット絶対アドレスによりメモリ上のオペランドを指定し、この内容が分岐先アドレスとなります。

アドバンストモードでは、オペランドは 32 ビット (ロングワード) となり、この 32 ビットが分岐先アドレスとなります。このうち、上位 8 ビットはリザーブ領域となっており H'00 とみなされます。なお、分岐先アドレスを格納できるのは、H'00000000 ~ H'000000FF の領域であり、この範囲の先頭領域は例外処理ベクタテーブルと共通となっていますので注意してください。

(e) スタック構造

アドバンストモード時のサブルーチン分岐時の PC のスタック構造と、例外処理時の PC と CCR、EXR のスタックの構造を図 2.2 に示します。EXR は EXR が無効のときはスタックされません。詳細は「第 4 章 例外処理」を参照してください。

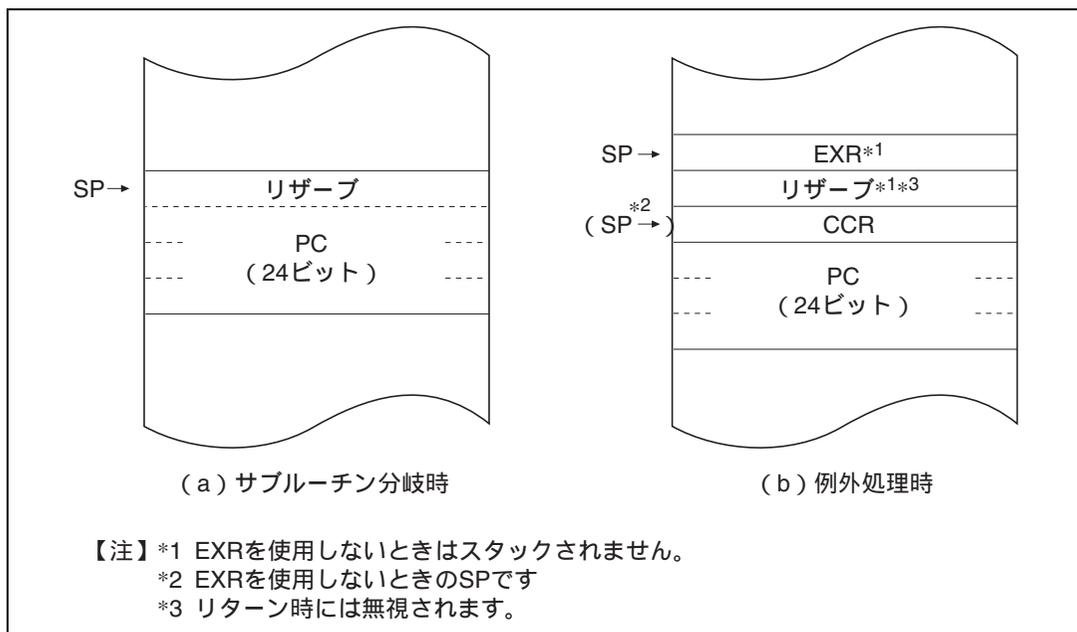


図 2.2 アドバンスモードのスタック構造

2.3 アドレス空間

本CPUのメモリマップを図2.3に示します。本CPUは、アドバンスモードのとき最大16Mバイト（アーキテクチャ上は4Gバイト）のアドレス空間をリニアに使用することができます。

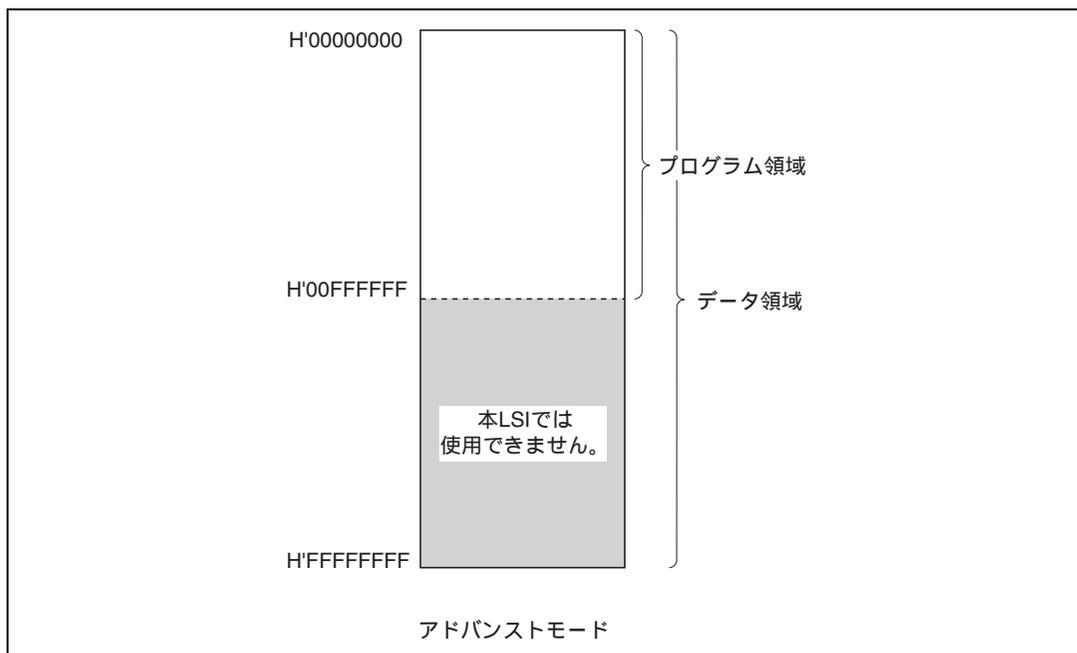


図 2.3 メモリマップ

2.4 レジスタ構成

2.4.1 概要

本 CPU の内部レジスタ構成を図 2.4 に示します。これらのレジスタは、汎用レジスタとコントロールレジスタの 2 つに分類することができます。

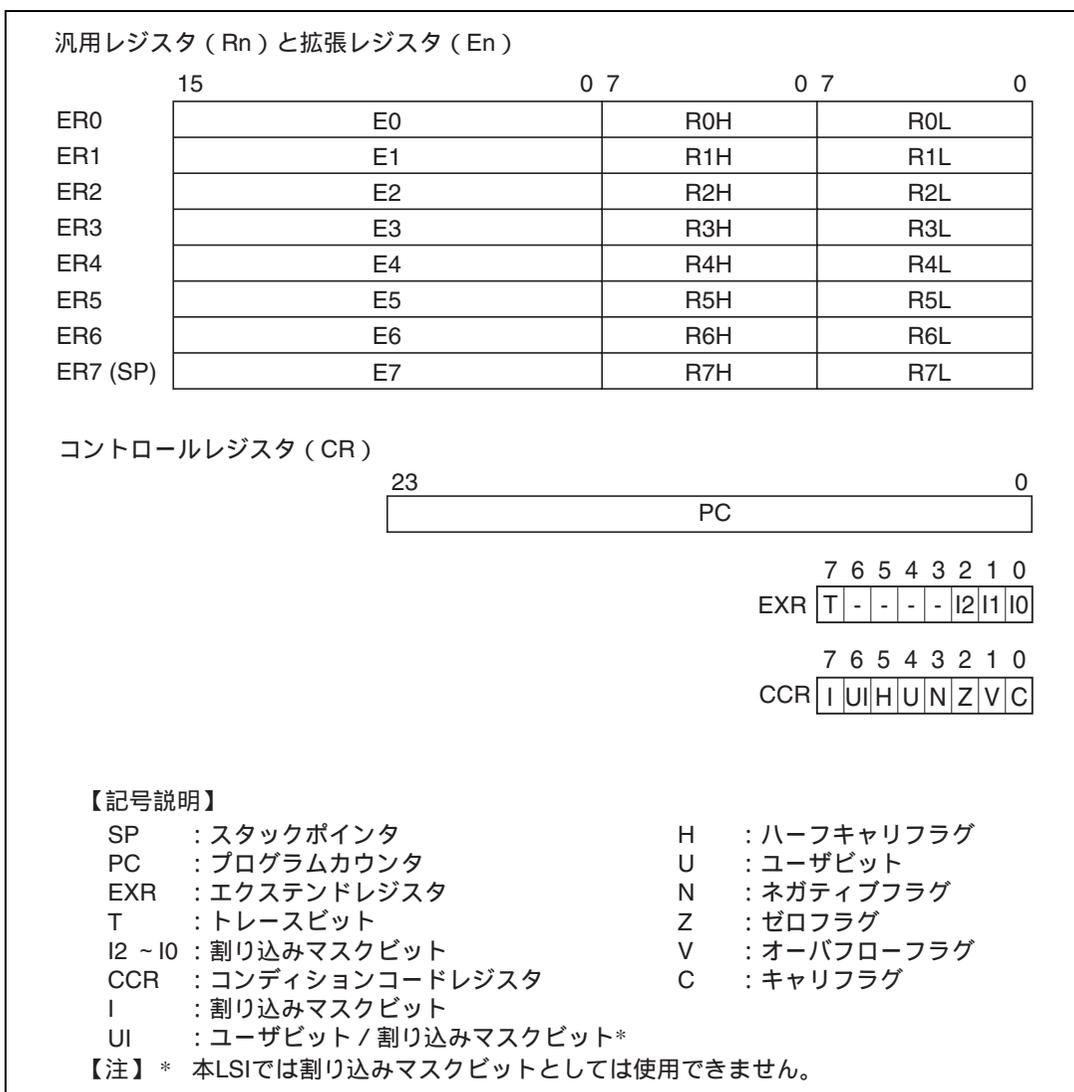


図 2.4 CPU 内部レジスタ構成

2.4.2 汎用レジスタ

本CPUは、32ビット長の汎用レジスタを8本持っています。汎用レジスタは、すべて同じ機能を持っており、アドレスレジスタとしてもデータレジスタとしても使用することができます。データレジスタとしては32ビット、16ビット、および8ビットレジスタとして使用できます。

アドレスレジスタおよび32ビットレジスタとしては、一括して汎用レジスタER (ER0~ER7)として使用します。

16ビットレジスタとしては、汎用レジスタERを分割して汎用レジスタE (E0~E7)、汎用レジスタR (R0~R7)として使用します。これらは同等の機能を持っており、16ビットレジスタを最大16本まで使用することができます。なお、汎用レジスタE (E0~E7)を、特に拡張レジスタとよぶ場合があります。

8ビットレジスタとしては、汎用レジスタRを分割して汎用レジスタRH (R0H~R7H)、汎用レジスタRL (R0L~R7L)として使用します。これらは同等の機能を持っており、8ビットレジスタを最大16本まで使用することができます。

汎用レジスタの使用方法を図2.5に示します。各レジスタ独立に使用方法を選択することができます。

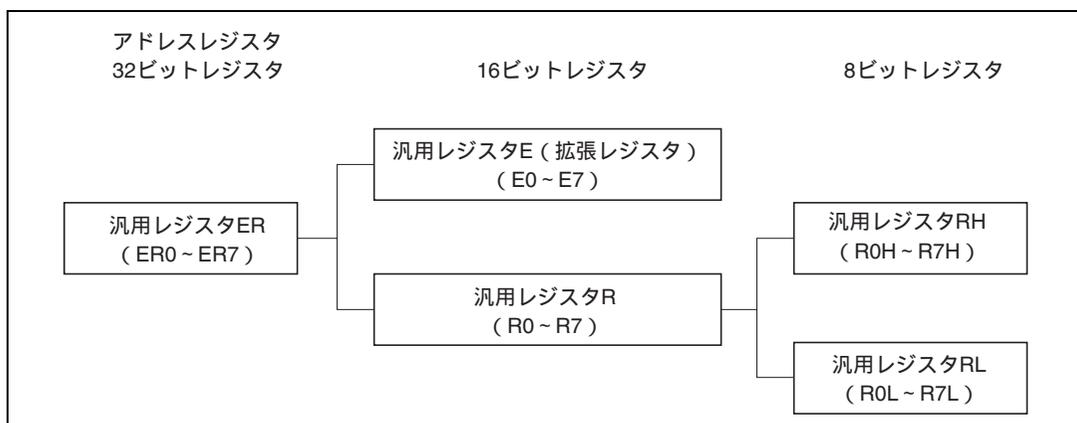


図 2.5 汎用レジスタの使用方法

汎用レジスタ ER7 には、汎用レジスタとしての機能に加えて、スタックポインタ (SP) としての機能が割り当てられており、例外処理やサブルーチン分岐などで暗黙的に使用されます。スタックの状態を図 2.6 に示します。

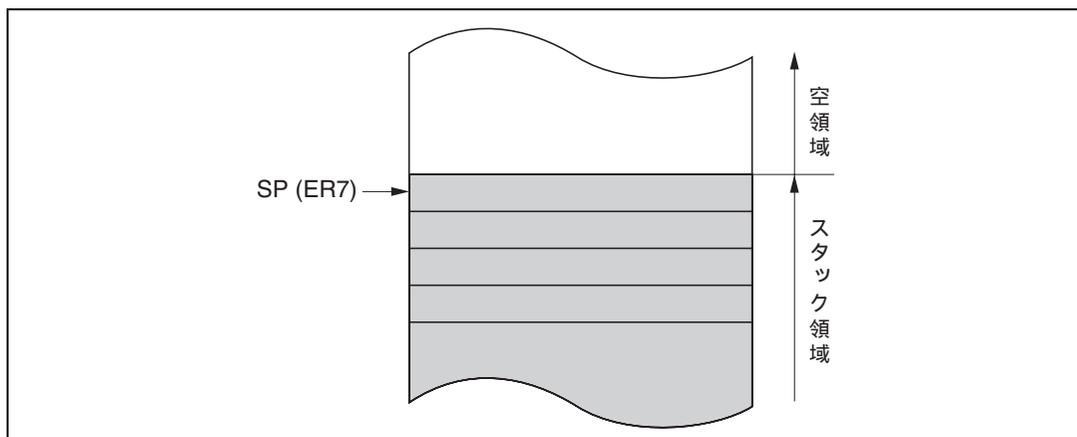


図 2.6 スタックの状態

2.4.3 コントロールレジスタ

コントロールレジスタには、24 ビットのプログラムカウンタ (PC)、8 ビットのエクステンドレジスタ (EXR)、および 8 ビットのコンディションコードレジスタ (CCR) があります。

(1) プログラムカウンタ (PC)

24 ビットのカウンタで、CPU が次に実行する命令のアドレスを示しています。CPU の命令は、すべて 2 バイト (ワード) を単位としているため、最下位ビットは無効です (命令コードのリード時には最下位ビットは 0 とみなされます)。

(2) エクステンドレジスタ (EXR)

8 ビットのレジスタです。トレースビット (T)、割り込みマスクビット (I) を含む 8 ビットで構成されています。

ビット 7: トレースビット (T)

トレースモードか否かを指定します。本ビットが 0 にクリアされているときは命令を順次実行します。1 にセットされているときは 1 命令実行するごとにトレース例外処理を開始します。

ビット 6~3: リザーブビット

リザーブビットです。リードすると常に 1 が読み出されます。

ビット 2~0: 割り込みマスクビット (I2~I0)

割り込み要求マスクレベル (0~7) を指定します。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

EXR は、LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令で操作することができます。このうち STC を除く命令を実行した場合、実行終了後 3 ステートの間は、NMI を含めてすべての割り込みは受け付けられません。

2. CPU

(3) コンディションコードレジスタ (CCR)

8ビットのレジスタで、CPUの内部状態を示しています。割り込みマスクビット (I) とハーフキャリ (H)、ネガティブ (N)、ゼロ (Z)、オーバフロー (V)、キャリ (C) の各フラグを含む8ビットで構成されています。

ビット7：割り込みマスクビット (I)

本ビットが1にセットされると、割り込みがマスクされます。ただし、NMIは1ビットに関係なく受け付けられます。例外処理の実行が開始されたときに1にセットされます。詳細は「第5章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット6：ユーザビット / 割り込みマスクビット (UI)

ソフトウェア (LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令) でリード / ライトできます。

本LSIでは割り込みマスクビットとしては使用できません。

ビット5：ハーフキャリフラグ (H)

ADD.B、ADDX.B、SUB.B、SUBX.B、CMP.B、NEG.B 命令の実行により、ビット3にキャリまたはボローが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。また、ADD.W、SUB.W、CMP.W、NEG.W 命令の実行により、ビット11にキャリまたはボローが生じたとき、もしくはADD.L、SUB.L、CMP.L、NEG.L 命令の実行により、ビット27にキャリまたはボローが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。

ビット4：ユーザビット (U)

ソフトウェア (LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令) でリード / ライトできます。

ビット3：ネガティブフラグ (N)

データの最上位ビットを符号ビットとみなし、最上位ビットの値を格納します。

ビット2：ゼロフラグ (Z)

データがゼロのとき1にセットされ、ゼロ以外のとき0にクリアされます。

ビット1：オーバフローフラグ (V)

算術演算命令の実行により、オーバフローが生じたとき1にセットされます。それ以外のとき0にクリアされます。

ビット0：キャリフラグ (C)

演算の実行により、キャリが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。キャリには次の種類があります。

- (a) 加算結果のキャリ
- (b) 減算結果のボロー
- (c) シフト / ローテートのキャリ

また、キャリフラグには、ビットアキュムレータ機能があり、ビット操作命令で使用されます。

なお、命令によってはフラグが変化しない場合があります。

各命令ごとのフラグの変化については、「付録 A.1 命令セット一覧」を参照してください。

CCR は、LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令で操作することができます。また、N、Z、V、C の各フラグは、条件分岐命令 (Bcc) で使用されます。

2.4.4 CPU 内部レジスタの初期値

リセット例外処理によって、CPU 内部レジスタのうち、PC はベクタからロードすることにより初期化されます。また EXR の T ビットは 0 にクリアされ、EXR、CCR の I ビットは 1 にセットされますが、汎用レジスタと CCR の他のビットは初期化されません。SP (ER7) の初期値も不定です。したがって、リセット直後に、MOV.L 命令を使用して SP の初期化を行ってください。

2.5 データ構成

本CPUは、1ビット、4ビットBCD、8ビット（バイト）、16ビット（ワード）、および32ビット（ロングワード）のデータを扱うことができます。

1ビットデータはビット操作命令で扱われ、オペランドデータ（バイト）の第nビット（n=0、1、2、……、7）という形式でアクセスされます。

なお、DAAおよびDASの10進補正命令では、バイトデータは2桁の4ビットBCDデータとなります。

2.5.1 汎用レジスタのデータ構成

汎用レジスタのデータ構成を図2.7に示します。

データ形	汎用レジスタ	データイメージ
1ビットデータ	RnH	
1ビットデータ	RnL	
4ビットBCDデータ	RnH	
4ビットBCDデータ	RnL	
バイトデータ	RnH	
バイトデータ	RnL	

図 2.7 汎用レジスタのデータ構成 (1)

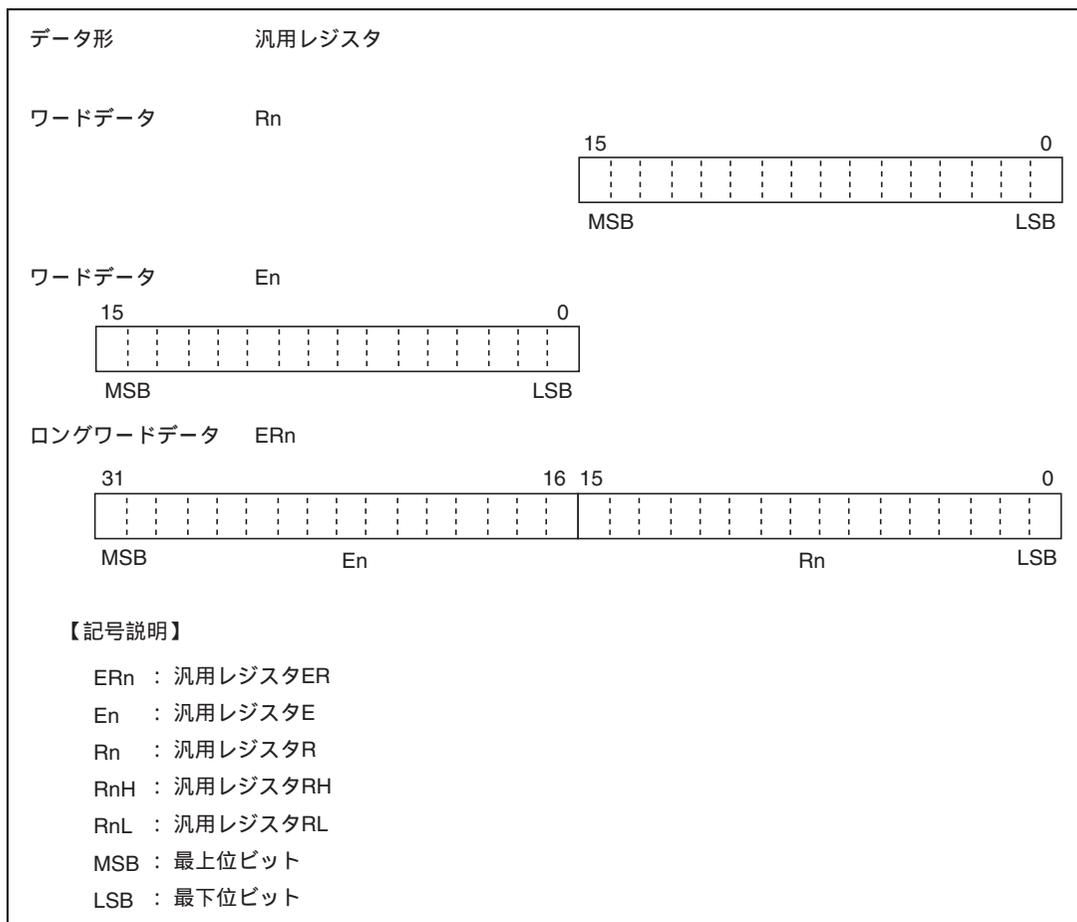


図 2.7 汎用レジスタのデータ構成 (2)

2.5.2 メモリ上でのデータ構成

メモリ上でのデータ構成を図 2.8 に示します。

本 CPU は、メモリ上のワードデータ/ロングワードデータをアクセスすることができます。これらは、偶数番地から始まるデータに限定されます。奇数番地から始まるワードデータ/ロングワードデータをアクセスした場合、アドレスの最下位ビットは 0 とみなされ、1 番地前から始まるデータをアクセスします。この場合、アドレスエラーは発生しません。命令コードについても同様です。

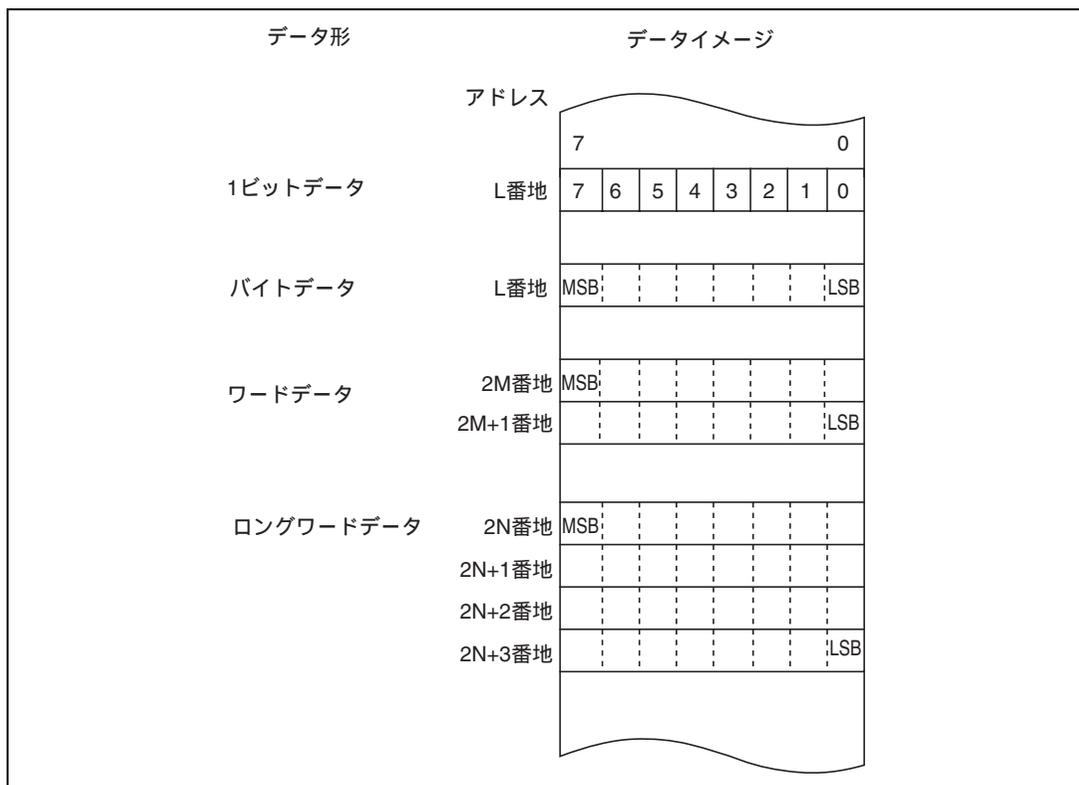


図 2.8 メモリ上でのデータ構成

なお、SP (ER7) をアドレスレジスタとしてスタックをアクセスするときは、必ずワードサイズまたはロングワードサイズでアクセスしてください。

2.6 命令セット

2.6.1 概要

本 CPU の命令は合計 65 種類あり、各命令の持つ機能によって表 2.1 に示すように分類されます。

表 2.1 命令の分類

分類	命令	サイズ	種類
転送命令	MOV	BWL	5
	POP * ¹ , PUSH * ¹	WL	
	LDM, STM	L	
	MOVFP, MOVTP* ³	B	
算術演算命令	ADD, SUB, CMP, NEG	BWL	19
	ADDX, SUBX, DAA, DAS	B	
	INC, DEC	BWL	
	ADDS, SUBS	L	
	MULXU, DIVXU, MULXS, DIVXS	BW	
	EXTU, EXTS	WL	
	TAS * ⁴	B	
論理演算命令	AND, OR, XOR, NOT	BWL	4
シフト命令	SHAL, SHAR, SHLL, SHLR, ROTL, ROTR, ROTXL, ROTXR	BWL	8
ビット操作命令	BSET, BCLR, BNOT, BTST, BLD, BILD, BST, BIST, BAND, BIAND, BOR, BIOR, BXOR, BIXOR	B	14
分岐命令	Bcc * ² , JMP, BSR, JSR, RTS	-	5
システム制御命令	TRAPA, RTE, SLEEP, LDC, STC, ANDC, ORC, XORC, NOP	-	9
ブロック転送命令	EEPMOV	-	1

合計 65 種類

【記号説明】

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

【注】 *1 POP.W Rn、PUSH.W Rn は、それぞれ MOV.W @SP+,Rn、MOV.W Rn,@-SP と同一です。

また、POP.L ERn、PUSH.L ERn は、それぞれ MOV.L @SP+,ERn、MOV.L ERn,@-SP と同一です。

*2 Bcc は条件分岐命令の総称です。

*3 本 LSI では使用できません。

*4 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

2.6.2 命令とアドレッシングモードの組み合わせ

本 CPU で使用できる命令とアドレッシングモードの組み合わせを表 2.2 に示します。

表 2.2 命令とアドレッシングモードの組み合わせ

機能	命令	アドレッシングモード													
		#xx	Rn	@ERn	@(d:16, ERn)	@(d:32, ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa:8	@aa:16	@aa:24	@aa:32	@(d8, PC)	@(d:16, PC)	@@aa:8	
データ転送命令	MOV	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	B	BWL	—	BWL	—	—	—	—
	POP, PUSH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	WL
	LDM, STM	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	L
	MOVFP, MOVTP*1	—	—	—	—	—	—	—	B	—	—	—	—	—	—
算術演算命令	ADD, CMP	BWL	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SUB	WL	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ADDX, SUBX	B	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ADDS, SUBS	—	L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	INC, DEC	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DAA, DAS	—	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MULXU, DIVXU	—	BW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MULXS, DIVXS	—	BW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NEG	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	EXTU, EXTS	—	WL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
TAS*2	—	—	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
論理演算命令	AND, OR, XOR	BWL	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NOT	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
シフト命令	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ビット操作命令	—	B	B	—	—	—	—	B	B	—	B	—	—	—	—
分岐命令	Bcc, BSR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	JMP, JSR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	RTS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
システム制御命令	TRAPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	RTE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLEEP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	LDC	B	B	W	W	W	W	—	W	—	W	—	—	—	—
	STC	—	B	W	W	W	W	—	W	—	W	—	—	—	—
	ANDC, ORC, XORC	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NOP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ブロック転送命令	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	BW

【記号説明】

- B : バイト
W : ワード
L : ロングワード

【注】 *1 本 LSI では使用できません。

*2 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

2.6.3 命令の機能別一覧

各命令の機能について表 2.3～表 2.10 に示します。各表で使用しているオペレーションの記号の意味は次のとおりです。

《オペレーションの記号》

Rd	汎用レジスタ (デスティネーション側) *
Rs	汎用レジスタ (ソース側) *
Rn	汎用レジスタ*
ERn	汎用レジスタ (32 ビットレジスタ)
(EAd)	デスティネーションオペランド
(EAs)	ソースオペランド
EXR	エクステンドレジスタ
CCR	コンディションコードレジスタ
N	CCR の N (ネガティブ) フラグ
Z	CCR の Z (ゼロ) フラグ
V	CCR の V (オーバフロー) フラグ
C	CCR の C (キャリ) フラグ
PC	プログラムカウンタ
SP	スタックポインタ
#IMM	イミディエイトデータ
disp	ディスプレイースメント
+	加算
-	減算
x	乗算
÷	除算
	論理積
	論理和
⊕	排他的論理和
	転送
~	反転論理 (論理的補数)
:8 / :16 / :24 / :32	8 / 16 / 24 / 32 ビット長

【注】 * 汎用レジスタは、8 ビット (R0H～R7H、R0L～R7L)、16 ビット (R0～R7、E0～E7)、または 32 ビットレジスタ (ER0～ER7) です。

表 2.3 データ転送命令

命令	サイズ*	機能
MOV	B / W / L	(EAs) Rd, Rs (EAd) 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとメモリ間でデータ転送します。また、イミディエイトデータを汎用レジスタに転送します。
MOVFPPE	B	本 LSI では使用できません。
MOVTPPE	B	本 LSI では使用できません。
POP	W / L	@SP+ Rn スタックから汎用レジスタへデータを復帰します。 POP.W Rn は MOV.W @SP+, Rn と、また、POP.L ERn は MOV.L @SP+, ERn と同一です。
PUSH	W / L	Rn @-SP 汎用レジスタの内容をスタックに退避します。 PUSH.W Rn は MOV.W Rn, @-SP と、また、PUSH.L ERn は MOV.L ERn, @-SP と同一です。
LDM	L	@SP+ Rn (レジスタ群) スタックから複数の汎用レジスタへデータを復帰します。
STM	L	Rn (レジスタ群) @-SP 複数の汎用レジスタの内容をスタックに退避します。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

表 2.4 算術演算命令

命令	サイズ*1	機能
ADD SUB	B/W/L	Rd±Rs Rd, Rd±#IMM Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の加減算を行います（バイトサイズでの汎用レジスタとイミディエイトデータ間の減算はできません。SUBX 命令または ADD 命令を使用してください）。
ADDX SUBX	B	Rd±Rs±C Rd, Rd±#IMM±C Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間のキャリ付きの加減算を行います。
INC DEC	B/W/L	Rd±1 Rd, Rd±2 Rd 汎用レジスタに 1 または 2 を加減算します（バイトサイズで 1 の加減算のみ可能です）。
ADDS SUBS	L	Rd±1 Rd, Rd±2 Rd, Rd±4 Rd 32 ビットレジスタに 1、2、または 4 を加減算します。
DAA DAS	B	Rd(10 進補正) Rd 汎用レジスタ上の加減算結果を CCR を参照して 4 ビット BCD データに補正します。
MULXU	B/W	Rd×Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし乗算を行います。 8 ビット×8 ビット 16 ビット、16 ビット×16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
MULXS	B/W	Rd×Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き乗算を行います。 8 ビット×8 ビット 16 ビット、16 ビット×16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
DIVXU	B/W	Rd÷Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし除算を行います。 16 ビット÷8 ビット 商 8 ビット余り 8 ビット、 32 ビット÷16 ビット 商 16 ビット余り 16 ビットの除算が可能です。
DIVXS	B/W	Rd÷Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き除算を行います。 16 ビット÷8 ビット 商 8 ビット余り 8 ビット、 32 ビット÷16 ビット 商 16 ビット余り 16 ビットの除算が可能です。
CMP	B/W/L	Rd - Rs, Rd - #IMM 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の比較を行い、その結果を CCR に反映します。
NEG	B/W/L	0 - Rd Rd 汎用レジスタの内容の 2 の補数（算術的補数）をとります。
EXTU	W/L	Rd(ゼロ拡張) Rd 16 ビットレジスタの下位 8 ビットをワードサイズにゼロ拡張します。または、32 ビットレジスタの下位 16 ビットをロングワードサイズにゼロ拡張します。
EXTS	W/L	Rd(符号拡張) Rd 16 ビットレジスタの下位 8 ビットをワードサイズに符号拡張します。または、32 ビットレジスタの下位 16 ビットをロングワードサイズに符号拡張します。
TAS*2	B	@ERd - 0, 1 (<ビット 7> of @ERd) メモリの内容をテストした後、最上位ビット（ビット 7）を 1 にセットします。

2. CPU

【注】 *1 サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

*2 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

表 2.5 論理演算命令

命令	サイズ*	機 能
AND	B / W / L	Rd Rs Rd, Rd #IMM Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の論理積をとります。
OR	B / W / L	Rd Rs Rd, Rd #IMM Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の論理和をとります。
XOR	B / W / L	Rd⊕Rs Rd, Rd⊕#IMM Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の排他的論理和をとります。
NOT	B / W / L	~Rd Rd 汎用レジスタの内容の 1 の補数 (論理的補数) をとります。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

表 2.6 シフト命令

命令	サイズ*	機 能
SHAL SHAR	B / W / L	Rd(シフト処理) Rd 汎用レジスタの内容を算術的にシフトします。 1 ビットまたは 2 ビットのシフトが可能です。
SHLL SHLR	B / W / L	Rd(シフト処理) Rd 汎用レジスタの内容を論理的にシフトします。 1 ビットまたは 2 ビットのシフトが可能です。
ROTL ROTR	B / W / L	Rd(ローテート処理) Rd 汎用レジスタの内容をローテートします。 1 ビットまたは 2 ビットのローテートが可能です。
ROTXL ROTXR	B / W / L	Rd(ローテート処理) Rd 汎用レジスタの内容をキャリフラグを含めてローテートします。 1 ビットまたは 2 ビットのローテートが可能です。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

表 2.7 ビット操作命令

命令	サイズ*	機能
BSET	B	1 (<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを1にセットします。ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位3ビットで指定します。
BCLR	B	0 (<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを0にクリアします。ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位3ビットで指定します。
BNOT	B	~(<ビット番号>of<EAd>) (<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを反転します。ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位3ビットで指定されます。
BTST	B	~(<ビット番号>of<EAd>) Z 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットをテストし、ゼロフラグに反映します。ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータまたは汎用レジスタの内容下位3ビットで指定されます。
BAND	B	C (<ビット番号>of<EAd>) C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットとキャリフラグとの論理積をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIAND	B	C [~(<ビット番号>of<EAd>)] C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを反転し、キャリフラグとの論理積をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BOR	B	C (<ビット番号>of<EAd>) C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットとキャリフラグとの論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIOR	B	C [~(<ビット番号>of<EAd>)] C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを反転し、キャリフラグとの論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BXOR	B	C⊕ (<ビット番号>of<EAd>) C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットとキャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIXOR	B	C⊕ [~(<ビット番号>of<EAd>)] C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを反転し、キャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータで指定されます。

2. CPU

命令	サイズ*	機能
BLD	B	(<ビット番号>of<EAd>) C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットをキャリフラグに転送します。
BILD	B	~(<ビット番号>of<EAd>) C 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BST	B	C (<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットに、キャリフラグの内容を転送します。
BIST	B	~C (<ビット番号>of<EAd>) 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された1ビットに、キャリフラグを反転して転送します。 ビット番号は、3ビットのイミディエイトデータで指定されます。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

表 2.8 分岐命令

命令	サイズ	機 能																																																			
Bcc	-	<p>指定した条件が成立しているとき、指定されたアドレスへ分岐します。分岐条件を下表に示します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ニーモニック</th> <th>説 明</th> <th>分岐条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BRA (BT)</td> <td>Always (True)</td> <td>Always</td> </tr> <tr> <td>BRN (BF)</td> <td>Never (False)</td> <td>Never</td> </tr> <tr> <td>BHI</td> <td>High</td> <td>C Z = 0</td> </tr> <tr> <td>BLS</td> <td>Low or Same</td> <td>C Z = 1</td> </tr> <tr> <td>BCC (BHS)</td> <td>Carry Clear (High or Same)</td> <td>C = 0</td> </tr> <tr> <td>BCS (BLO)</td> <td>Carry Set (LOW)</td> <td>C = 1</td> </tr> <tr> <td>BNE</td> <td>Not Equal</td> <td>Z = 0</td> </tr> <tr> <td>BEQ</td> <td>Equal</td> <td>Z = 1</td> </tr> <tr> <td>BVC</td> <td>oVerflow Clear</td> <td>V = 0</td> </tr> <tr> <td>BVS</td> <td>oVerflow Set</td> <td>V = 1</td> </tr> <tr> <td>BPL</td> <td>PLus</td> <td>N = 0</td> </tr> <tr> <td>BMI</td> <td>MInus</td> <td>N = 1</td> </tr> <tr> <td>BGE</td> <td>Greater or Equal</td> <td>N\oplusV = 0</td> </tr> <tr> <td>BLT</td> <td>Less Than</td> <td>N\oplusV = 1</td> </tr> <tr> <td>BGT</td> <td>Greater Than</td> <td>Z (N\oplusV) = 0</td> </tr> <tr> <td>BLE</td> <td>Less or Equal</td> <td>Z (N\oplusV) = 1</td> </tr> </tbody> </table>	ニーモニック	説 明	分岐条件	BRA (BT)	Always (True)	Always	BRN (BF)	Never (False)	Never	BHI	High	C Z = 0	BLS	Low or Same	C Z = 1	BCC (BHS)	Carry Clear (High or Same)	C = 0	BCS (BLO)	Carry Set (LOW)	C = 1	BNE	Not Equal	Z = 0	BEQ	Equal	Z = 1	BVC	oVerflow Clear	V = 0	BVS	oVerflow Set	V = 1	BPL	PLus	N = 0	BMI	MInus	N = 1	BGE	Greater or Equal	N \oplus V = 0	BLT	Less Than	N \oplus V = 1	BGT	Greater Than	Z (N \oplus V) = 0	BLE	Less or Equal	Z (N \oplus V) = 1
ニーモニック	説 明	分岐条件																																																			
BRA (BT)	Always (True)	Always																																																			
BRN (BF)	Never (False)	Never																																																			
BHI	High	C Z = 0																																																			
BLS	Low or Same	C Z = 1																																																			
BCC (BHS)	Carry Clear (High or Same)	C = 0																																																			
BCS (BLO)	Carry Set (LOW)	C = 1																																																			
BNE	Not Equal	Z = 0																																																			
BEQ	Equal	Z = 1																																																			
BVC	oVerflow Clear	V = 0																																																			
BVS	oVerflow Set	V = 1																																																			
BPL	PLus	N = 0																																																			
BMI	MInus	N = 1																																																			
BGE	Greater or Equal	N \oplus V = 0																																																			
BLT	Less Than	N \oplus V = 1																																																			
BGT	Greater Than	Z (N \oplus V) = 0																																																			
BLE	Less or Equal	Z (N \oplus V) = 1																																																			
JMP	-	指定されたアドレスへ無条件に分岐します。																																																			
BSR	-	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
JSR	-	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
RTS	-	サブルーチンから復帰します。																																																			

2. CPU

表 2.9 システム制御命令

命令	サイズ*	機能
TRAPA	-	命令トラップ例外処理を行います。
RTE	-	例外処理ルーチンから復帰します。
SLEEP	-	低消費電力状態に遷移します。
LDC	B / W	(EAs) CCR、(EAs) EXR 汎用レジスタまたはメモリの内容を CCR、EXR に転送します。また、イミディエイトデータを CCR、EXR に転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、メモリと CCR、EXR 間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
STC	B / W	CCR (EAd)、EXR (EAd) CCR、EXR の内容を汎用レジスタまたはメモリに転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、CCR、EXR とメモリ間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
ANDC	B	CCR #IMM CCR、EXR #IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理積をとります。
ORC	B	CCR #IMM CCR、EXR #IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理和をとります。
XORC	B	CCR@#IMM CCR、EXR@#IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの排他的論理和をとります。
NOP	-	PC + 2 PC PC のインクリメントだけを行います。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

表 2.10 ブロック転送命令

命令	サイズ	機能
EEPMOV.B	-	if R4L 0 then Repeat @ER5+ @ER6+ R4L - 1 R4L Until R4L = 0 else next;
EEPMOV.W	-	if R4 0 then Repeat @ER5+ @ER6+ R4 - 1 R4 Until R4 = 0 else next; ブロック転送命令です。ER5 で示されるアドレスから始まり、R4L または R4 で指定されるバイト数のデータを、ER6 で示されるアドレスのロケーションへ転送します。転送終了後、次の命令を実行します。

2.6.4 命令の基本フォーマット

本 CPU の命令は、2 バイト（ワード）を単位にしています。各命令はオペレーションフィールド（op）、レジスタフィールド（r）、EA 拡張部（EA）、およびコンディションフィールド（cc）から構成されています。

図 2.9 に命令フォーマットの例を示します。

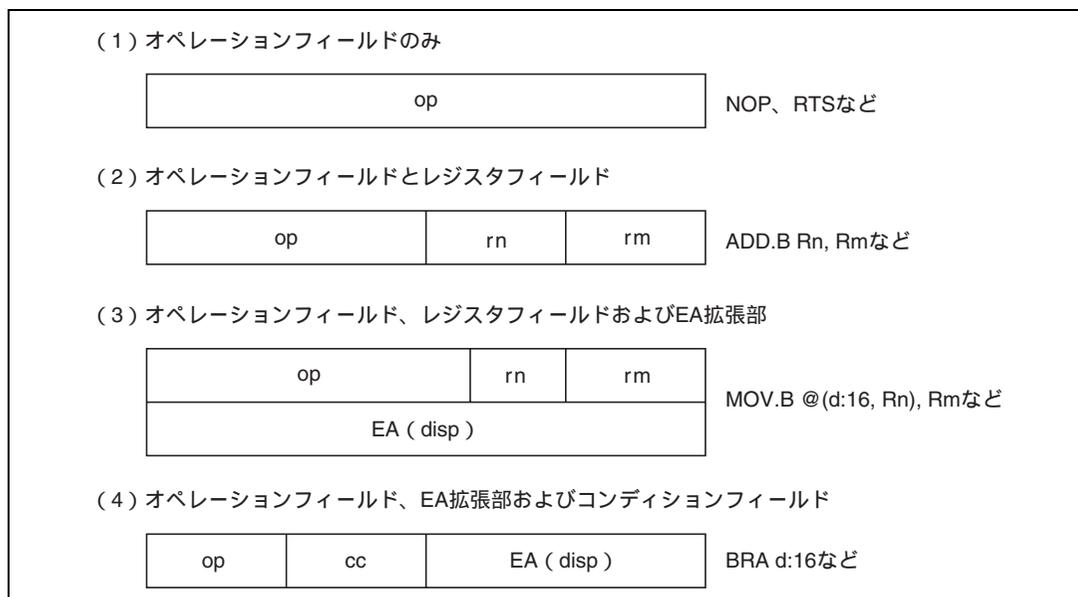


図 2.9 命令フォーマットの例

(1) オペレーションフィールド

命令の機能を表し、アドレッシングモードの指定、オペランドの処理内容を指定します。命令の先頭 4 ビットを必ず含みます。2 つのオペレーションフィールドを持つ場合もあります。

(2) レジスタフィールド

汎用レジスタを指定します。アドレスレジスタのとき 3 ビット、データレジスタのとき 3 ビットまたは 4 ビットです。2 つのレジスタフィールドを持つ場合、またはレジスタフィールドを持たない場合もあります。

(3) EA 拡張部

イミディエイトデータ、絶対アドレスまたはディスプレースメントを指定します。8 ビット、16 ビット、または 32 ビットです。

(4) コンディションフィールド

Bcc 命令の分岐条件を指定します。

2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法

2.7.1 アドレッシングモード

本 CPU は表 2.11 に示すように、8 種類のアドレッシングモードをサポートしています。命令ごとに、使用できるアドレッシングモードは異なります。

演算命令では、レジスタ直接、およびイミディエイトが使用できます。

転送命令では、プログラムカウンタ相対とメモリ間接を除くすべてのアドレッシングモードが使用できます。

また、ビット操作命令では、オペランドの指定にレジスタ直接、レジスタ間接、および絶対アドレスが使用できます。さらに、オペランド中のビット番号を指定するためにレジスタ直接 (BSET、BCLR、BNOT、BTST の各命令)、およびイミディエイト (3 ビット) が独立して使用できます。

表 2.11 アドレッシングモード一覧表

No.	アドレッシングモード	記号
1	レジスタ直接	Rn
2	レジスタ間接	@ERn
3	ディスプレースメント付きレジスタ間接	@(d:16,ERn) / @(d:32,ERn)
4	ポストインクリメントレジスタ間接 プリデクリメントレジスタ間接	@ERn+ @-ERn
5	絶対アドレス	@aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32
6	イミディエイト	#xx:8 / #xx:16 / #xx:32
7	プログラムカウンタ相対	@(d:8,PC) / @(d:16,PC)
8	メモリ間接	@@aa:8

(1) レジスタ直接 Rn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるレジスタ (8 ビット、16 ビットまたは 32 ビット) がオペランドとなります。

8 ビットレジスタとしては R0H ~ R7H、R0L ~ R7L を指定可能です。

16 ビットレジスタとしては R0 ~ R7、E0 ~ E7 を指定可能です。

32 ビットレジスタとしては ER0 ~ ER7 を指定可能です。

(2) レジスタ間接 @ERn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。

プログラム領域としては、下位 24 ビットが有効になり、上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) とみなされます。

(3) ディスプレースメント付きレジスタ間接 @(d:16,ERn) / @(d:32,ERn)

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容に命令コード中に含まれる 16 ビットディスプレースメントまたは 32 ビットディスプレースメントを加算した内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。加算に際して、16 ビットディスプレースメントは符号拡張されます。

(4) ポストインクリメントレジスタ間接 @ERn+ / プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn

- (a) ポストインクリメントレジスタ間接 @ERn+
命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、アドレスレジスタの内容に1、2または4が加算され、加算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは1、ワードサイズでは2、ロングワードサイズでは4がそれぞれ加算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズの場合、アドレスレジスタの内容が偶数となるようにしてください。
- (b) プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn
命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容から、1、2または4を減算した内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、減算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは1、ワードサイズでは2、ロングワードサイズでは4がそれぞれ減算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズの場合、アドレスレジスタの内容が偶数になるようにしてください。

(5) 絶対アドレス @aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32

命令コード中に含まれる絶対アドレスで、メモリ上のオペランドを指定します。

絶対アドレスは 8 ビット (@aa:8)、16 ビット (@aa:16)、24 ビット (@aa:24)、または 32 ビット (@aa:32) です。

データ領域としては、8 ビット (@aa:8)、16 ビット (@aa:16)、または 32 ビット (@aa:32) を使用します。8 ビット絶対アドレスの場合、上位 24 ビットはすべて 1 (H'FFFF) となります。16 ビット絶対アドレスの場合、上位 16 ビットは符号拡張されます。32 ビット絶対アドレスの場合、全アドレス空間をアクセスできます。

プログラム領域としては 24 ビット (@aa:24) を使用します。上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) となります。

絶対アドレスのアクセス範囲を表 2.12 に示します。

表 2.12 絶対アドレスのアクセス範囲

絶対アドレス		アドバンストモード
データ領域	8 ビット (@aa:8)	H'FFFF00 ~ H'FFFFFF
	16 ビット (@aa:16)	H'000000 ~ H'007FFF、H'FF8000 ~ H'FFFFFF
	32 ビット (@aa:32)	H'000000 ~ H'FFFFFF
プログラム領域	24 ビット (@aa:24)	

(6) イミディエイト #xx:8 / #xx:16 / #xx:32

命令コード中に含まれる 8 ビット (#xx:8)、16 ビット (#xx:16)、または 32 ビット (#xx:32) のデータを直接オペランドとして使用します。

なお、ADDS、SUBS、INC、DEC 命令では、イミディエイトデータが命令コード中に暗黙的に含まれます。ビット操作命令では、ビット番号を指定するための 3 ビットのイミディエイトデータが、命令コード中に含まれる場合があります。また、TRAPA 命令では、ベクタアドレスを指定するため

の2ビットのイミディエイトデータが、命令コードの中に含まれます。

(7) プログラムカウンタ相対 @ (d:8, PC) / @ (d:16, PC)

Bcc、BSR 命令で使用されます。PC の内容で指定される 24 ビットのアドレスに、命令コード中に含まれる 8 ビット、または 16 ビットディスプレースメントを加算して 24 ビットの分岐アドレスを生成します。加算に際して、ディスプレースメントは 24 ビットに符号拡張されます。加算結果は下位 24 ビットが有効になり、上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) とみなされます。また加算される PC の内容は次の命令の先頭アドレスとなっていますので、分岐可能範囲は分岐命令に対して - 126 ~ + 128 バイト (- 63 ~ + 64 ワード) または - 32766 ~ + 32768 バイト (- 16383 ~ + 16384 ワード) です。このとき、加算結果が偶数となるようにしてください。

(8) メモリ間接 @@aa:8

JMP、JSR 命令で使用されます。命令コード中に含まれる 8 ビット絶対アドレスでメモリ上のオペランドを指定し、この内容を分岐アドレスとして分岐します。

8 ビット絶対アドレスの上位のビットはすべて 0 となりますので、分岐アドレスを格納できるのは 0 ~ 255 (H'000000 ~ H'0000FF) 番地です。

アドバンストモードの場合は、メモリ上のオペランドはロングワードサイズで指定します。このうち先頭の 1 バイトはすべて 0 (H'00) とみなされます。

ただし、分岐アドレスを格納可能なアドレスの先頭領域は、例外処理ベクタ領域と共通になっていますので注意してください。詳細は「第 4 章 例外処理」を参照してください。

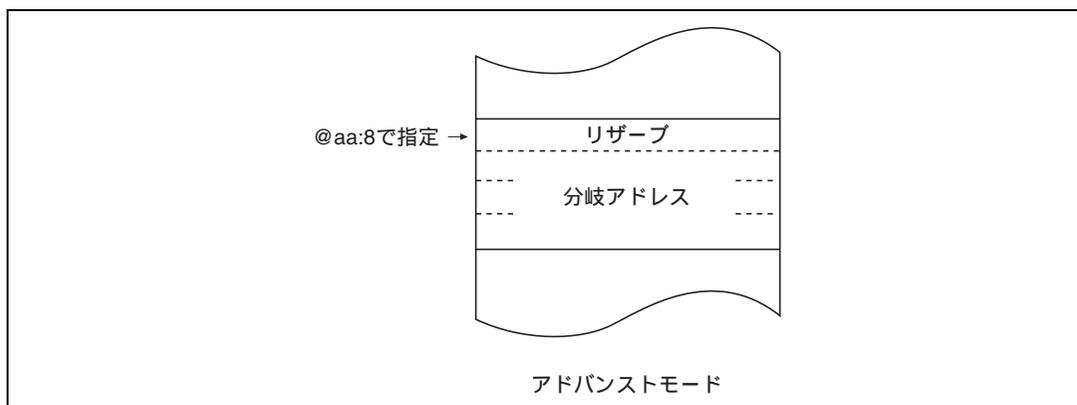


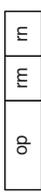
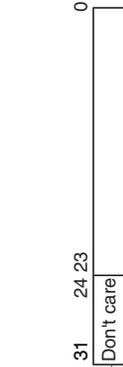
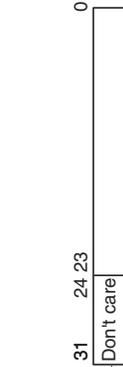
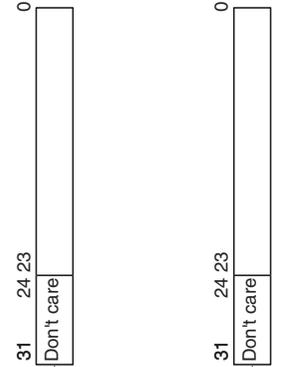
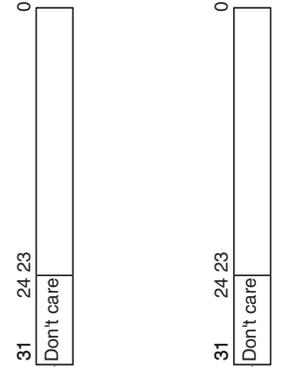
図 2.10 メモリ間接による分岐アドレスの指定

ワードサイズ、ロングワードサイズでメモリを指定する場合、および分岐アドレスを指定する場合に奇数アドレスを指定すると、最下位ビットは 0 とみなされ、1 番地前から始まるデータまたは命令コードをアクセスします (「2.5.2 メモリ上でのデータ構成」を参照してください)。

2.7.2 実効アドレスの計算方法

各アドレッシングモードにおける実効アドレス (EA : Effective Address) の計算法を表 2.13 に示します。

表 2.13 実行アドレスの計算方法

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実行アドレス計算方法	実行アドレス (EA)								
1	レジスタ直接 (Rn) 		オペランドは汎用レジスタの内容です。								
2	レジスタ間接 (@ERn) 										
3	ディスプレースメント付きレジスタ間接 @d:(d:16,ERn) / @(d:32,ERn) 										
4	ポストインクリメントレジスタ間接 / プリデクリメントレジスタ間接 @ERn+ ・ポストインクリメントレジスタ間接  ・プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn 	 <table border="1" data-bbox="1056 850 1166 1159"> <thead> <tr> <th>オペランドサイズ</th> <th>加減算される値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バイト</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ワード</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ロングワード</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	オペランドサイズ	加減算される値	バイト	1	ワード	2	ロングワード	4	
オペランドサイズ	加減算される値										
バイト	1										
ワード	2										
ロングワード	4										

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実効アドレス計算方法	実効アドレス (EA)
5	絶対アドレス @aa:8 op abs		
	@aa:16 op abs		
	@aa:24 op abs		
	@aa:32 op abs		
6	イミディエイト #xx:8 / #xx:16 / #xx:32 op IMM		オペランドはイミディエイトデータです。

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実効アドレス計算方法	実効アドレス (EA)
7	プログラムカウンタ相対 @(d:8,PC) / @(d:16,PC) 		
8	メモリ間接 @@aa:8 ・アドバンストモード 		

2.8 処理状態

2.8.1 概要

本 LSI の処理状態には、リセット状態、例外処理状態、プログラム実行状態、バス権解放状態、および低消費電力状態の 5 種類があります。

処理状態の分類を図 2.11 に、処理状態間の遷移を図 2.12 に示します。

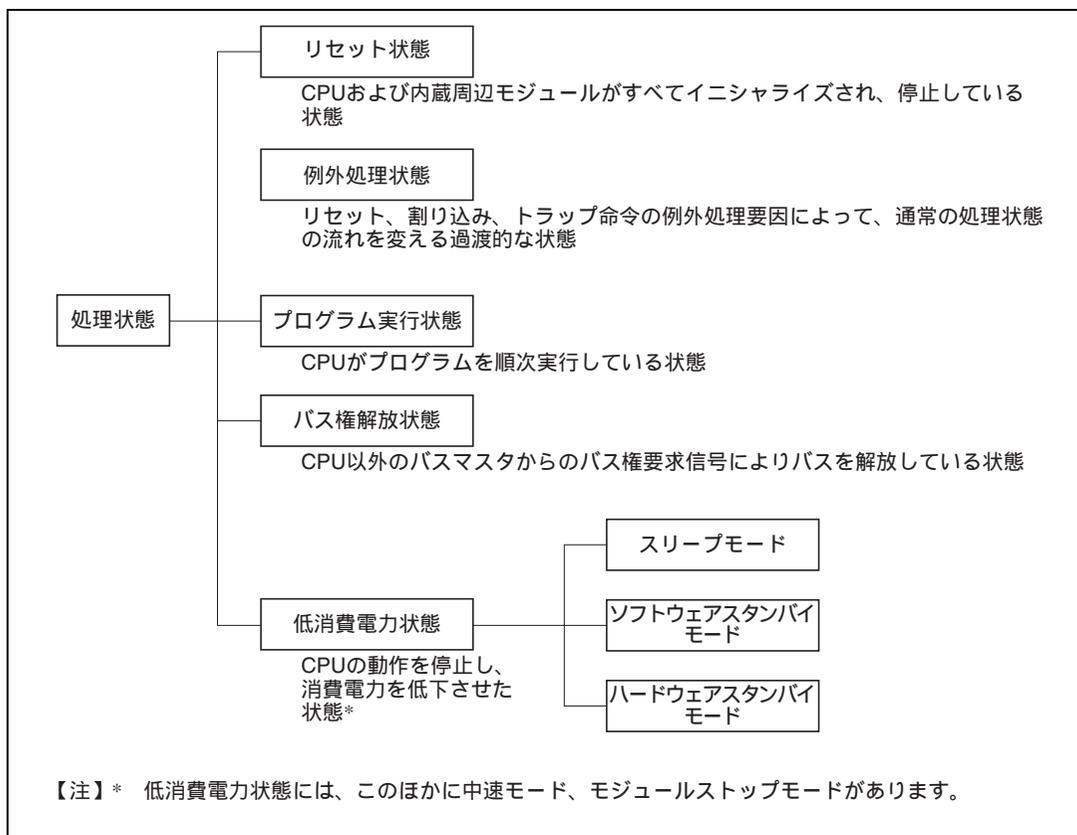


図 2.11 処理状態の分類

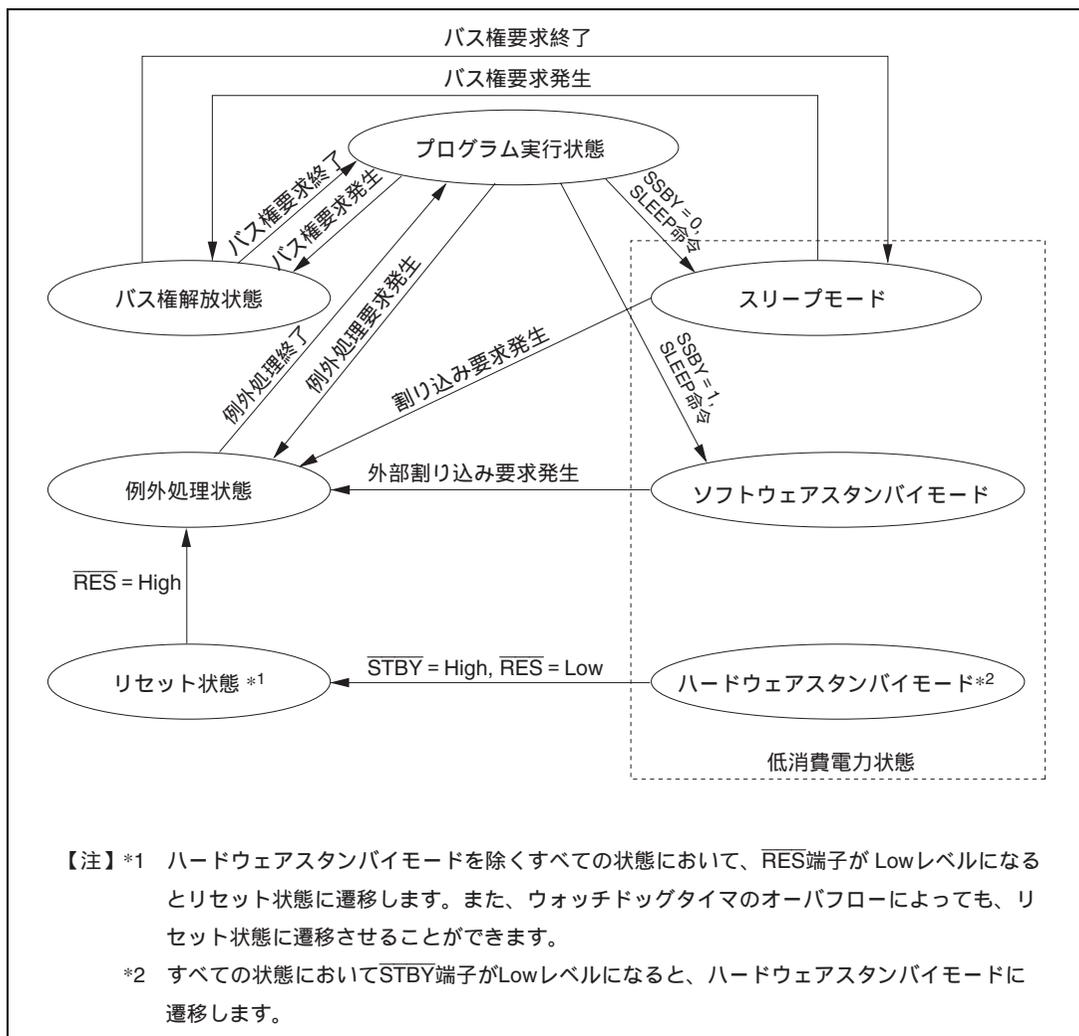


図 2.12 状態遷移図

2.8.2 リセット状態

$\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると、実行中の処理はすべて中止され、CPU はリセット状態になります。リセット状態ではすべての割り込みが禁止されます。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルから High レベルにすると、リセット例外処理を開始します。

ウォッチドッグタイマのオーバーフローによって、リセット状態とすることもできます。詳細は「第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)」を参照してください。

2.8.3 例外処理状態

例外処理状態は、リセット、割り込み、またはトラップ命令の例外処理要因によって起動され、CPU が通常の処理状態の流れを変え、例外処理ベクタテーブルからスタートアドレス（ベクタ）を取り出し、そのスタートアドレスに分岐する過渡的な状態です。

(1) 例外処理の種類と優先度

例外処理要因には、リセット、トレース、割り込み、およびトラップ命令があります。表 2.14 に、例外処理の種類と優先度を示します。トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

SYSCR で設定される割り込み制御モードによって、例外処理やスタックの構造が異なります。

表 2.14 例外処理の種類と優先度

優先度	例外処理要因	例外処理検出 タイミング	例外処理開始タイミング
高  低	リセット	クロック同期	RES 端子の Low レベルから High レベルへの遷移時、または、ウォッチドックタイマのオーバフローにより例外処理を開始します。
	トレース	命令実行終了時または例外処理終了時 ^{*1}	T ビット = 1 の状態で命令または例外処理の実行終了時開始します。
	割り込み	命令実行終了時または例外処理終了時 ^{*2}	割り込み要求が発生すると、命令実行終了時または例外処理終了時に例外処理を開始します。
	トラップ命令	TRAPA 命令実行時	TRAPA 命令を実行すると、例外処理を開始します。 ^{*3}

【注】 *1 トレースは割り込み制御モード 2 でのみ有効です。トレース例外処理は、RTE 命令の実行終了後には実行しません。

*2 ANDC、ORC、XORC、LDC 命令の実行終了時点、またはリセット例外処理の終了時点では割り込みの検出を行いません。

*3 トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

(2) リセット例外処理

RES 端子を Low レベルにして、リセット状態としたあと、RES 端子を High レベルにすると、リセット例外処理を開始します。

リセット例外処理が起動されると、CPU は、例外処理ベクタテーブルからスタートアドレス（ベクタ）を取り出し、そのスタートアドレスからプログラムの実行を開始します。

リセット例外処理実行中、および終了後は、NMI を含めたすべての割り込みが禁止されます。

(3) トレース

トレースは、割り込み制御モード 2 で有効です。

EXR の T ビットが 1 にセットされていると、トレースモードになります。トレースモードが設定されていると、1 命令の実行を終了するたびにトレース例外処理を開始します。

トレース例外処理実行後、EXR の T ビットが 0 にクリアされ、トレースモードが解除されます。割り込みマスクは影響を受けません。

スタックに退避された T ビットは 1 を保持しており、RTE 命令を実行して、トレース例外処理ルーチンから復帰したあとは、再び、トレースモードになります。

RTE 命令実行後は、トレース例外処理を行いません。
割り込み制御モード 0 では、T ビットの状態によらず、トレースモードにはなりません。

(4) 割り込み例外処理およびトラップ命令例外処理

割り込み例外処理およびトラップ命令例外処理が起動されると、CPU は、SP (ER7) を参照してプログラムカウンタとコントロールレジスタをスタックに退避します。そして、CPU はコントロールレジスタの割り込みマスクビットを再設定します。次に、例外処理ベクタテーブルからスタートアドレス (ベクタ) を取り出し、そのスタートアドレスからプログラムの実行を開始します。

例外処理終了後のスタックの状態を図 2.13 に示します。

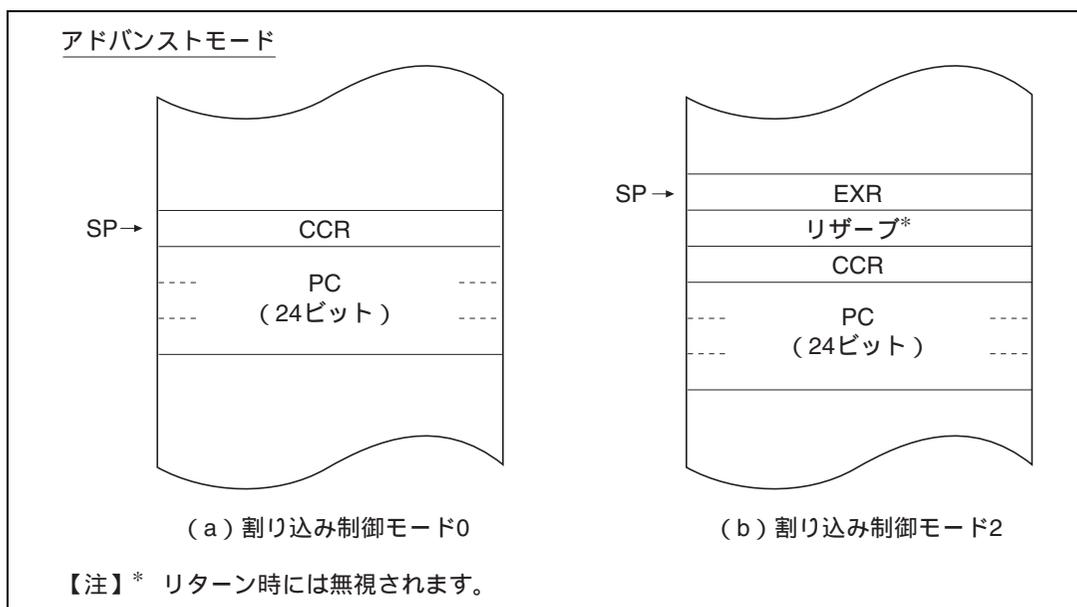


図 2.13 例外処理終了後のスタックの状態 (例)

2.8.4 プログラム実行状態

CPU がプログラムを順次実行している状態です。

2.8.5 バス権解放状態

CPU 以外のバスマスタによるバス権要求に対して、バス権を解放した状態です。バス権解放状態では、CPU は動作を停止します。

なお、CPU 以外のバスマスタには DMA コントローラ (DMAC)、およびデータ転送ファコントローラ (DTC) があります。

詳細は、「第 6 章 バスコントローラ」を参照してください。

2.8.6 低消費電力状態

低消費電力状態には、CPU の動作を停止した状態と、CPU の動作を停止しない状態があります。CPU の動作を停止した低消費電力状態には、スリープモード、ソフトウェアスタンバイモード、ハードウェアスタンバイモードがあります。

また、その他の低消費電力状態には、中速モード、モジュールストップモードがあります。中速モードでは CPU およびそのほかのバスマスタが中速クロックで動作します。モジュールストップモードでは、モジュール単位で、CPU 以外のモジュールの動作を停止します。詳細は「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

(1) スリープモード

スリープモードには、SBYCR の SSBY ビットを 0 にクリアした状態で、SLEEP 命令を実行することによって遷移します。スリープモードでは、CPU の動作は SLEEP 命令実行直後で停止します。CPU の内部レジスタの内容は保持されます。

(2) ソフトウェアスタンバイモード

ソフトウェアスタンバイモードには、SBYCR の SSBY ビットを 1 にセットした状態で、SLEEP 命令を実行することによって遷移します。ソフトウェアスタンバイモードでは、CPU およびクロックをはじめ MCU のすべての動作が停止します。規定の電圧が与えられている限り、CPU の内部レジスタの内容および内蔵 RAM の内容は保持されます。また、I/O ポートの状態も保持されます。

(3) ハードウェアスタンバイモード

ハードウェアスタンバイモードには、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすることによって遷移します。ハードウェアスタンバイモードでは、CPU およびクロックをはじめ MCU のすべての動作が停止します。内蔵周辺モジュールはリセット状態になりますが、規定の電圧が与えられている限り、内蔵 RAM の内容は保持されます。

2.9 基本動作タイミング

2.9.1 概要

本 CPU は、システムクロック (ϕ) を基準に動作しています。 ϕ の立ち上がりから次の立ち上がりまでの 1 単位をステートとよびます。メモリサイクルまたはバスサイクルは、1、2、または 3 ステートで構成され、内蔵メモリ、内蔵周辺モジュール、または外部アドレス空間によってそれぞれ異なるアクセスを行います。

2.9.2 内蔵メモリ (ROM、RAM)

内蔵メモリのアクセスは 1 ステートアクセスを行います。このとき、データバス幅は 16 ビットで、バイトおよびワードサイズアクセスが可能です。内蔵メモリアクセスサイクルを図 2.14 に、端子状態を図 2.15 に示します。

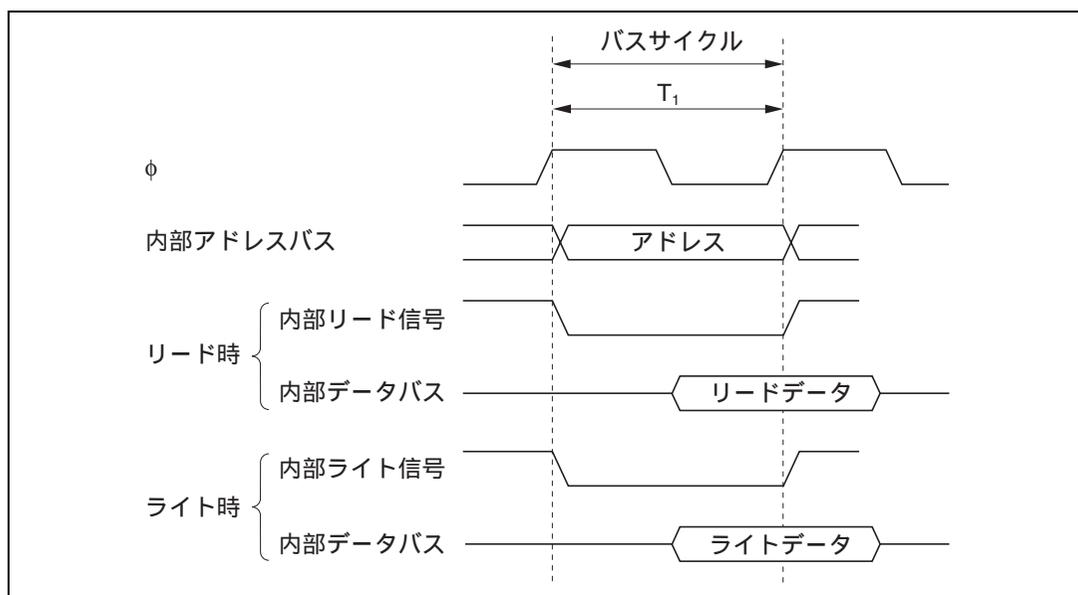


図 2.14 内蔵メモリアクセスサイクル

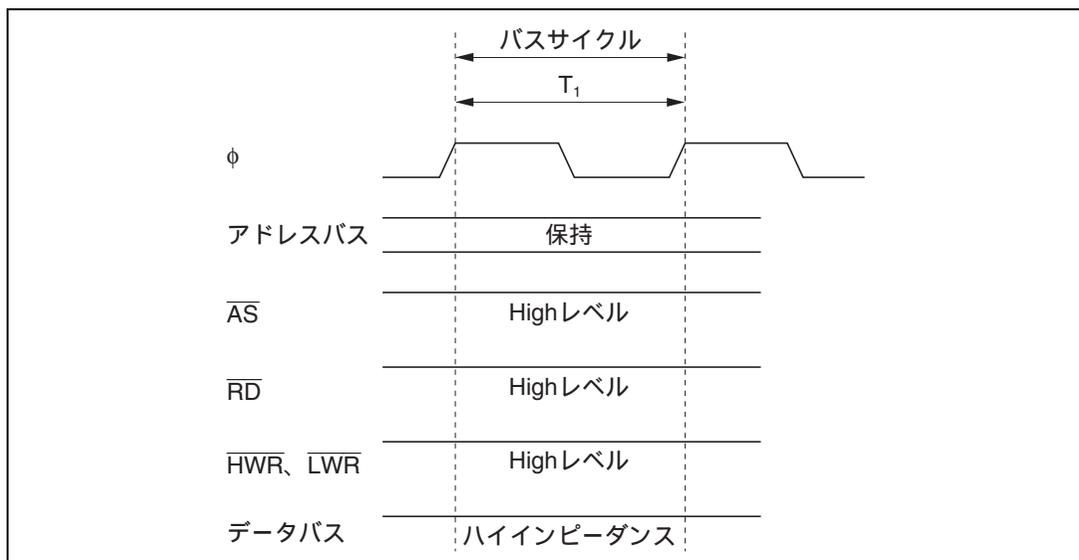


図 2.15 内蔵メモリアクセス時の端子状態

2.9.3 内蔵周辺モジュールアクセスタイミング

内蔵周辺モジュールのアクセスは2ステートで行われます。このとき、データバス幅は8ビットまたは16ビットで内部I/Oレジスタにより異なります。内蔵周辺モジュールアクセスタイミングを図2.16、端子状態を図2.17に示します。

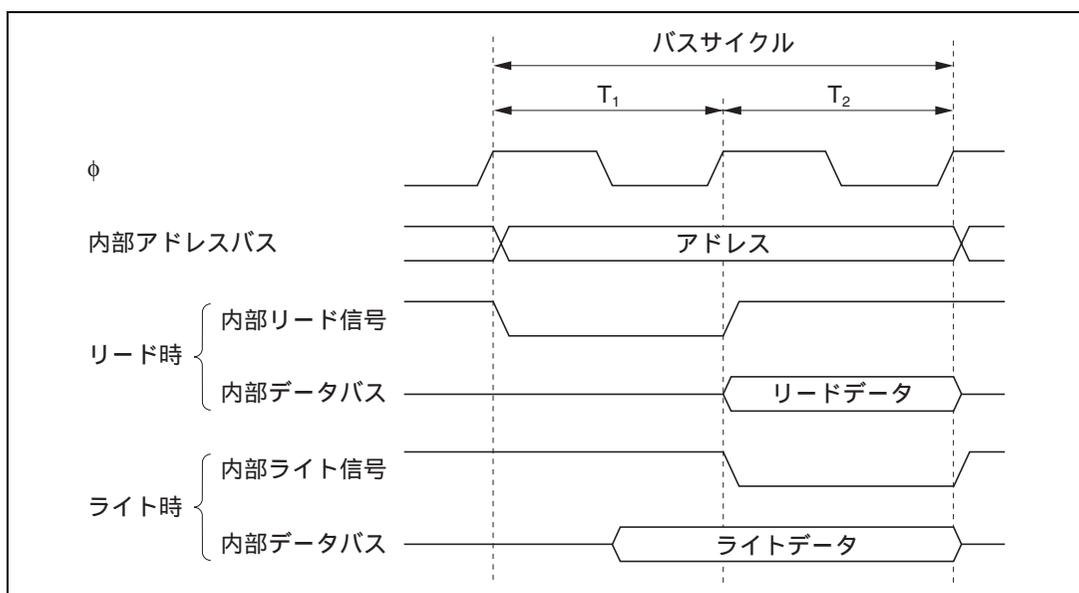


図 2.16 内蔵周辺モジュールアクセスサイクル

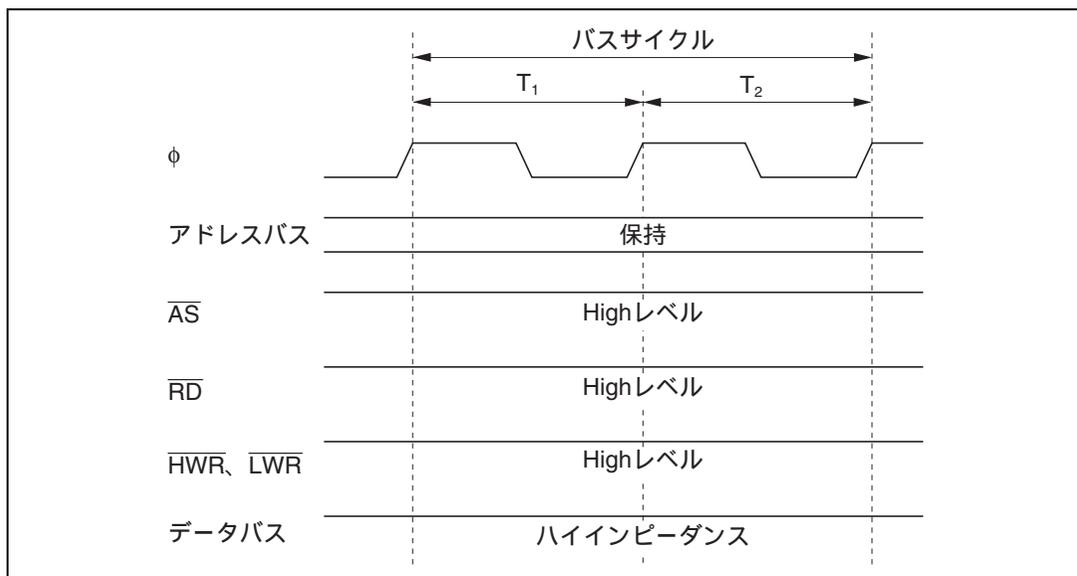


図 2.17 内蔵周辺モジュールアクセス時の端子状態

2.9.4 外部アドレス空間アクセスタイミング

外部アドレス空間のアクセスを行うときのデータバス幅は、8ビットまたは16ビット、バスサイクルは2ステートまたは3ステートです。3ステートアクセスではウェイトステートを挿入することができます。詳細は「第6章 バスコントローラ」を参照してください。

2.10 使用上の注意

2.10.1 TAS 命令

TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

なお、ルネサス テクノロジ製 H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラでは、TAS 命令は生成されません。ユーザ定義の組み込み関数として TAS 命令を使用する場合にはレジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

3. MCU 動作モード

3.1 概要

3.1.1 動作モードの選択 (H8S/2338 F-ZTAT)

本 LSI には、8 種類の動作モード (モード 4~7、10、11、14、15) があります。これらのモードは、フラッシュライトイネーブル端子 (FWE) とモード端子 (MD2~MD0) の設定で決まります。表 3.1 のように CPU 動作モード、バス幅の初期状態を選択することができます。

表 3.1 に、MCU 動作モードの選択を示します。

表 3.1 MCU 動作モードの選択 (H8S/2338 F-ZTAT)

MCU 動作モード	FWE	MD2	MD1	MD0	CPU 動作モード	内容	内蔵 ROM	外部データバス										
								初期値	最大値									
1	0	0	0	1	-	-	-	-										
2			1	0														
3			1	1														
4		1	0	0						アドバンスト	内蔵 ROM 無効 拡張モード	無効	16 ビット	16 ビット				
5				1									1	8 ビット	16 ビット			
6			1	0							0	内蔵 ROM 有効 拡張モード	有効	8 ビット	16 ビット			
7											1			1	シングル チップモード		-	
8	1	0	0	-	-	-	-											
9									1	1								
10			1						0	0	アドバンスト	ブートモード	有効	8 ビット	16 ビット			
11		1								1				-				
12		1							0	0				-	-	-	-	
13										1								
14			1							0	アドバンスト	ユーザ プログラム モード	有効					
15	1	1		-														

3. MCU 動作モード

アドレス空間は、CPU のアーキテクチャ上は 4G バイトですが、本 LSI では最大 16M バイトになります。

モード 4~6 は、外部メモリおよび周辺デバイスをアクセスすることができる外部拡張モードです。

外部拡張モードでは、8 ビットバスモードと 16 ビットバスモードを切り替えることができます。プログラム実行開始後、バスコントローラの設定により、エリアごとに 8 ビットまたは 16 ビットアドレス空間にすることができます。また、いずれか 1 つのエリアを 16 ビットアクセス空間にすると 16 ビットバスモードになり、すべてのエリアを 8 ビットアクセス空間にすると 8 ビットバスモードになります。各動作モードによって端子の機能が切り替わります。

モード 10、11、14、15 はフラッシュメモリに書き込み/消去を行えるブートモードとユーザプログラムモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

モード 4~7、10、11、14、15 以外は本 LSI では使用できません。したがって、フラッシュライトイネーブル端子とモード端子は必ずモード 4~7、10、11、14、15 になるように設定してください。

モード端子は、動作中に変化させないでください。

3.1.2 動作モードの選択 (ROM なし版、マスク ROM 版、H8S/2339 F-ZTAT)

ROM なし版、マスク ROM 版には、4 種類の動作モード(モード 4~7)があります。H8S/2339 F-ZTAT には、6 種類の動作モード(モード 2~7)があります。これらのモードは、モード端子 (MD2~MD0) の設定で決まります。表 3.2 のように CPU 動作モード、内蔵 ROM の有効/無効、バス幅の初期状態を選択することができます。

表 3.2 に、MCU 動作モードの選択を示します。

表 3.2 MCU 動作モードの選択 (ROM なし版、マスク ROM 版、H8S/2339 F-ZTAT)

MCU 動作モード	MD2	MD1	MD0	CPU 動作モード	内容	内蔵 ROM	外部データバス	
							初期値	最大値
1	0	0	1	-	-	-	-	
2		1	0					
3			1					
4*	1	0	0	アドバンスト	内蔵 ROM 無効 拡張モード	無効	16 ビット	16 ビット
5*			1				8 ビット	16 ビット
6		1	0		内蔵 ROM 有効 拡張モード	有効	8 ビット	16 ビット
7			1				シングル チップモード	-

【注】 * ROM なし版はモード 4、5 のみ使用できます。

アドレス空間は、CPU のアーキテクチャ上は 4G バイトですが、本 LSI では最大 16M バイトになります。

モード 4~6 は、外部メモリおよび周辺デバイスをアクセスすることができる外部拡張モードです。

外部拡張モードでは、8 ビットバスモードと 16 ビットバスモードを切り替えることができます。プログラム実行開始後、バスコントローラの設定により、エリアごとに 8 ビットまたは 16 ビットアドレス空間にすることができます。また、いずれか 1 つのエリアを 16 ビットアクセス空間にすると 16 ビットバスモードになり、すべてのエリアを 8 ビットアクセス空間にすると 8 ビットバスモードになります。各動作モードによって端子の機能が切り替わります。

ROM なし版、マスク ROM 版では、モード 4~7 以外は使用できません。したがって、モード端子は必ずモード 4~7 になるように設定してください。ただし、ROM なし版はモード 4、5 のみの設定となります。

H8S/2339 F-ZTAT では、モード 2~7 以外は使用できません。したがって、モード端子は必ずモード 2~7 になるように設定してください。

モード端子は、動作中に変化させないでください。

3.1.3 レジスタ構成

本 LSI にはモード端子 (MD2~MD0) の状態が反映されるモードコントロールレジスタ (MDCR) と、本 LSI の動作を制御するシステムコントロールレジスタ (SYSCR)、システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)*² があります。レジスタ構成を表 3.3 に示します。

表 3.3 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス* ¹
モードコントロールレジスタ	MDCR	R	不定	H'FF3B
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
システムコントロールレジスタ 2* ²	SYSCR2	R/W	H'00	H'FF42

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 SYSCR2 は F-ZTAT 版のみ有効なレジスタです。マスク ROM、ROM なし版ではリードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

3.2 各レジスタの説明

3.2.1 モードコントロールレジスタ (MDCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	MDS2	MDS1	MDS0
初期値	1	0	0	0	0	- *	- *	- *
R/W	-	-	-	-	-	R	R	R

【注】 * MD2～MD0 端子により決定されます。

MDCR は 8 ビットのリード専用レジスタで、本 LSI の現在の動作モードをモニタするのに用います。

ビット 7: リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 6～3: リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 2～0: モードセレクト 2～0 (MDS2～MDS0)

モード端子 (MD2～MD0) の入力レベルを反映した値 (現在の動作モード) を示しています。MDS2～MDS0 ビットは MD2～MD0 端子にそれぞれ対応します。これらのビットはリード専用でライトは無効です。MDCR をリードすると、モード端子 (MD2～MD0) の入力レベルがこれらのビットにラッチされます。このラッチはリセットで解除されます。

3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME
初期値	0	0	0	0	0	0	0	1
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ビット 7: リザーブビット

リザーブビットです。0 をライトしてください。

ビット 6: リザーブビット

リードすると、常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 5、4：割り込み制御モード 1、0 (INTM1、INTM0)

割り込みコントローラの割り込み制御モードを選択します。割り込み制御モードの詳細については、「5.4.1 割り込み制御モードと割り込み動作」を参照してください。

ビット 5	ビット 4	割り込み 制御モード	説明
INTM1	INTM0		
0	0	0	1 ビットで、割り込みを制御 (初期値)
	1		設定禁止
1	0	2	12~10 ビットと IPR で、割り込みを制御
	1		設定禁止

ビット 3：NMI エッジセレクト (NMIEG)

NMI 割り込みの入力エッジ選択を行います。

ビット 3	説明
NMIEG	
0	NMI 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 (初期値)
1	NMI 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生

ビット 2：LWR 出力ディスエーブル (LWROD)

$\overline{\text{LWR}}$ 出力を許可または禁止します。

ビット 2	説明
LWROD	
0	PF3 を $\overline{\text{LWR}}$ 出力端子として設定 (初期値)
1	PF3 は $\overline{\text{LWR}}$ 出力端子とはならず I/O ポートとして設定

ビット 1：IRQ ポート切り替えセレクト (IRQPAS)

$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力ができる端子の切り替えを設定します。 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は必ず一方のポートからの入力となります。

ビット 1	説明
IRQPAS	
0	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P94 ~ P97 から入力 (初期値)
1	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P50 ~ P53 から入力

3. MCU 動作モード

ビット 0 : RAM イネーブル (RAME)

内蔵 RAM の有効または無効を選択します。RAME ビットはリセット状態の解除時に初期化されません。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 0	説明
RAME	
0	内蔵 RAM 無効
1	内蔵 RAM 有効 (初期値)

3.2.3 システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) [F-ZTAT 版のみ]

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	FLSHE	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	-	-	-(R/W)*

【注】 * H8S/2339 F-ZTAT の場合、R/W となります。

SYSCR2は8ビットのリード/ライト可能なレジスタで、内蔵フラッシュメモリの制御を行います。SYSCR2はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時にH'00にイニシャライズされます。

ビット7~4: リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3: フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル (FLSHE)

フラッシュメモリの制御レジスタ (FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2) のCPUアクセスを制御します。詳細については、「第19章 ROM」を参照してください。

ビット3	説明
FLSHE	
0	アドレスH'FFFFC8~H'FFFFCBのエリアはフラッシュ制御レジスタを非選択 (初期値)
1	アドレスH'FFFFC8~H'FFFFCBのエリアはフラッシュ制御レジスタを選択

ビット2、1: リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット0: リザーブビット

- H8S/2338 F-ZTAT の場合

リードすると常に0が読み出されます。0をライトしてください。

- H8S/2339 F-ZTAT の場合

リザーブビットです。0をライトしてください。

3.3 各動作モードの説明

3.3.1 モード 1

本 LSI ではモード 1 はサポートしていません。設定はしないでください。

3.3.2 モード 2 [H8S/2339 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリブートモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モードと同等の動作となります。

3.3.3 モード 3 [H8S/2339 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリブートモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・シングルチップモードと同等の動作となります。

3.3.4 モード 4 (内蔵 ROM 無効拡張モード)

CPU はアドバンストモードでアドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は無効です。ポート A、B、C がアドレスバス、ポート D、E がデータバス、ポート F の一部がバス制御信号となります。

リセット直後は 16 ビットバスモードとなり、すべてのエリアは 16 ビットアクセス空間となります。ただし、バスコントローラにより、すべてのエリアを 8 ビットアクセス空間に設定した場合には、8 ビットバスモードとなります。

3.3.5 モード 5 (内蔵 ROM 無効拡張モード)

CPU はアドバンストモードでアドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は無効です。

ポート A、B、C がアドレスバス、ポート D がデータバス、ポート F の一部がバス制御信号となります。

リセット直後は 8 ビットバスモードとなり、すべてのエリアは 8 ビットアクセス空間となります。ただし、バスコントローラにより、いずれかのエリアを 16 ビットアクセス空間に設定した場合には、16 ビットバスモードとなり、ポート E がデータバスとなります。

3.3.6 モード 6 (内蔵 ROM 有効拡張モード)

CPU はアドバンストモードでアドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は有効です。ポート A、B、C はリセット直後は入力ポートになっています。対応する DDR (データディレクションレジスタ) を 1 にセットすることにより、アドレスを出力することができます。ポート D がデータバス、ポート F の一部がバス制御信号となります。

リセット直後は 8 ビットバスモードとなり、すべてのエリアは 8 ビットアクセス空間となります。ただし、バスコントローラにより、いずれかのエリアを 16 ビットアクセス空間に設定した場合には、16 ビットバスモードとなり、ポート E がデータバスとなります。

3.3.7 モード 7 (シングルチップモード)

CPU はアドバンストモードでアドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は有効であり、外部ア

ドレスは使用できません。

すべての I/O ポートを入出力ポートとして使用できます。

3.3.8 モード 8、9 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

本 LSI ではモード 8、9 はサポートしていません。設定はしないでください。

3.3.9 モード 10 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリブートモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モードと同等の動作となります。

3.3.10 モード 11 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリブートモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・シングルチップモードと同等の動作となります。

3.3.11 モード 12、13 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

本 LSI ではモード 12、13 はサポートしていません。設定はしないでください。

3.3.12 モード 14 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリのユーザプログラムモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モードと同等の動作となります。

3.3.13 モード 15 [H8S/2338 F-ZTAT のみ]

フラッシュメモリのユーザプログラムモードです。詳細は「第 19 章 ROM」を参照してください。

フラッシュメモリの消去、書き換えを除けば、アドバンスト・シングルチップモードと同等の動作となります。

3.4 各動作モードにおける端子機能

動作モードにより、ポート A～F の端子機能が切り替わります。各動作モードにおける端子機能の一覧を表 3.4 に示します。

表 3.4 各動作モードにおける端子機能

ポート		モード 2* ⁴	モード 3* ⁴	モード 4	モード 5	モード 6* ²	モード 7* ²	モード 10* ³	モード 11* ³	モード 14* ³	モード 15* ³
ポート A	PA7～PA5	P*/A	P	P*/A	P*/A	P*/A	P	P*/A	P	P*/A	P
	PA4～PA0			A	A						
ポート B		P*/A	P	A	A	P*/A	P	P*/A	P	P*/A	P
ポート C		P*/A	P	A	A	P*/A	P	P*/A	P	P*/A	P
ポート D		D	P	D	D	D	P	D	P	D	P
ポート E		P*/D	P	P/D* ¹	P*/D	P*/D	P	P*/D	P	P*/D	P
ポート F	PF7	P/C* ¹	P*/C	P/C* ¹	P/C* ¹	P/C* ¹	P*/C	P/C* ¹	P*/C	P/C* ¹	P*/C
	PF6	P/C* ¹					P				
	PF5～PF4	C	C	C	C	C					
	PF3	P/C* ¹	P/C* ¹	P/C* ¹	P/C* ¹	P/C* ¹					
	PF2～PF0	P*/C	P*/C	P*/C	P*/C	P*/C					

【記号説明】

- P : 入出力ポート
 A : アドレスバス出力
 D : データバス入出力
 C : 制御信号・クロック入出力

- 【注】 *1 リセット直後。
 *2 ROM なし版では設定禁止。
 *3 H8S/2338 F-ZTAT 以外は設定禁止。
 *4 H8S/2339 F-ZTAT のみ有効。

3.5 各動作モードのアドレスマップ

各製品の動作モードのアドレスマップを図 3.1～図 3.4 に示します。
 アドレス空間は 16M バイトです。
 アドレス空間は 8 エリアに分割されています。

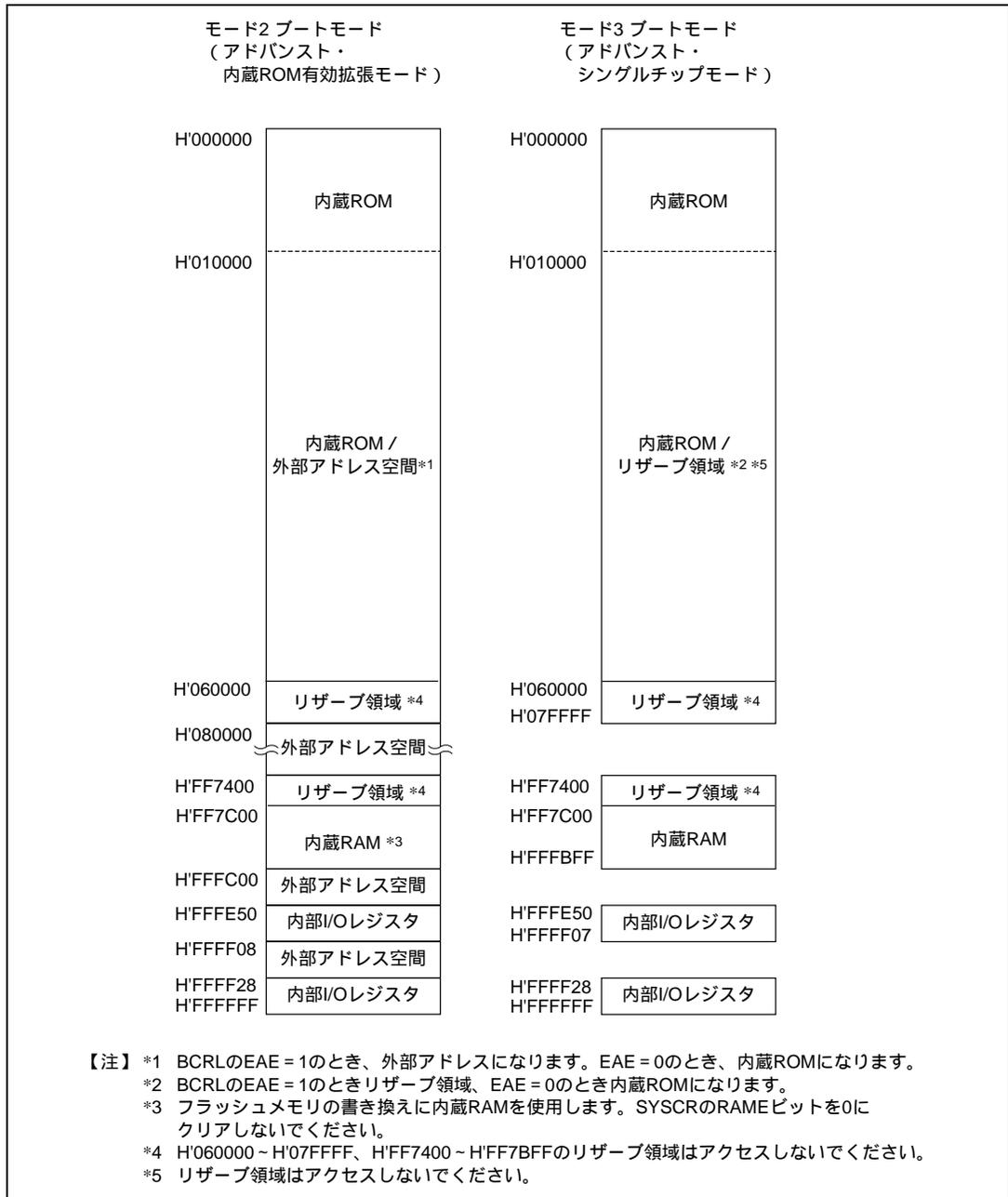


図 3.1 H8S/2339 の各動作モードのアドレスマップ (1)

3. MCU 動作モード



図 3.1 H8S/2339 の各動作モードのアドレスマップ (2)

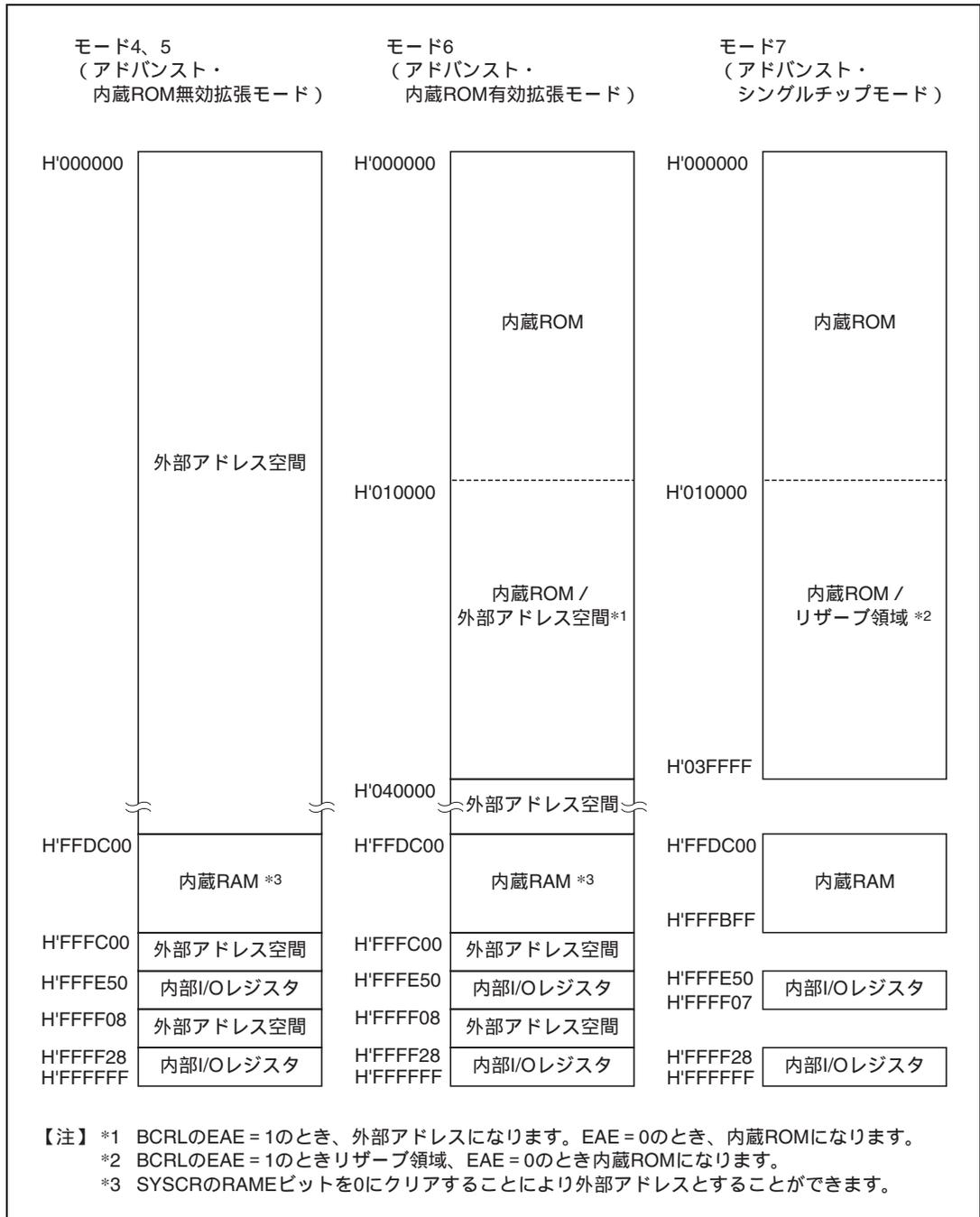


図 3.2 H8S/2338 の各動作モードのアドレスマップ (1)

3. MCU 動作モード

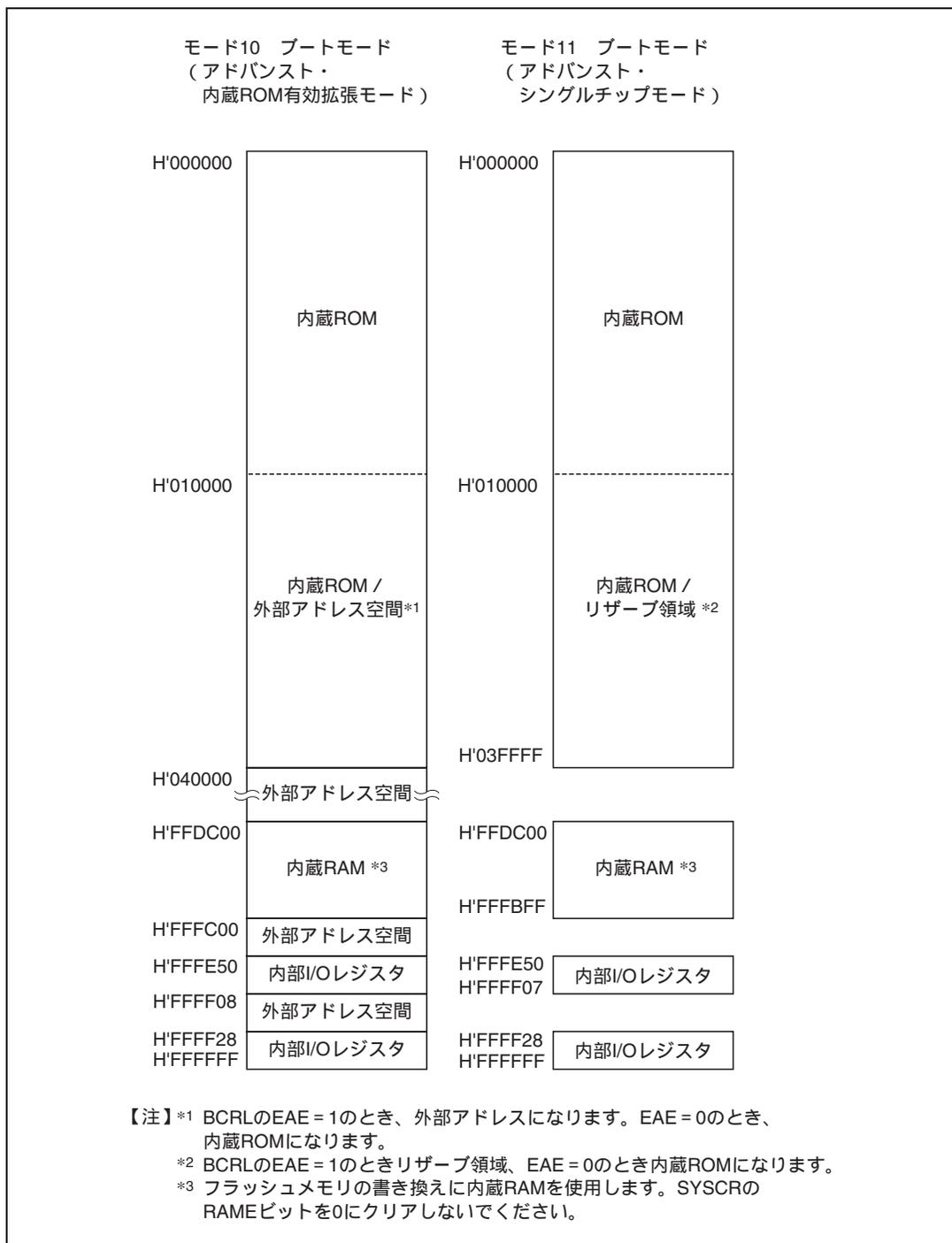


図 3.2 H8S/2338 の各動作モードのアドレスマップ (2) [F-ZTAT 版のみ]

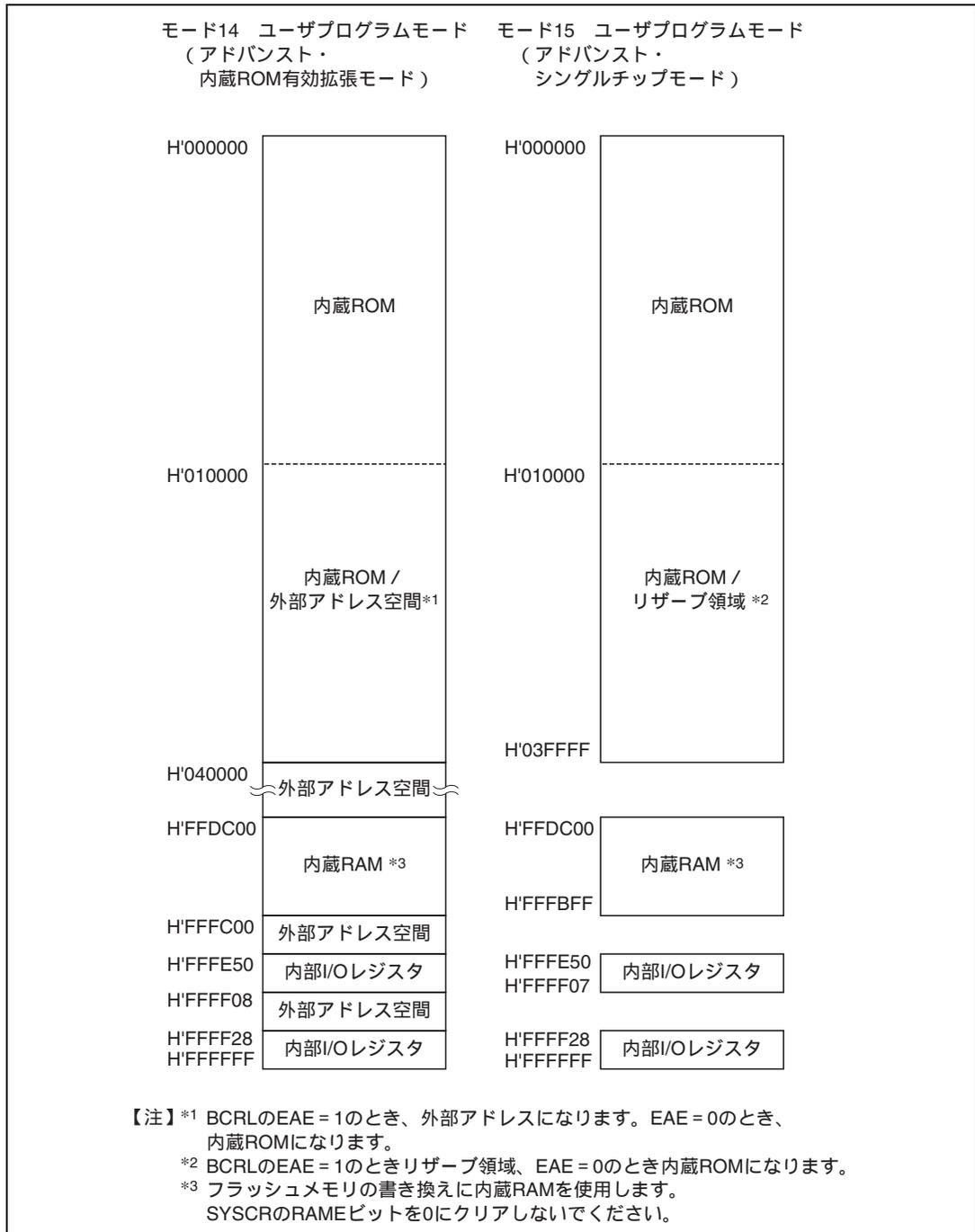


図 3.2 H8S/2338 の各動作モードのアドレスマップ (3) [F-ZTAT 版のみ]

3. MCU 動作モード

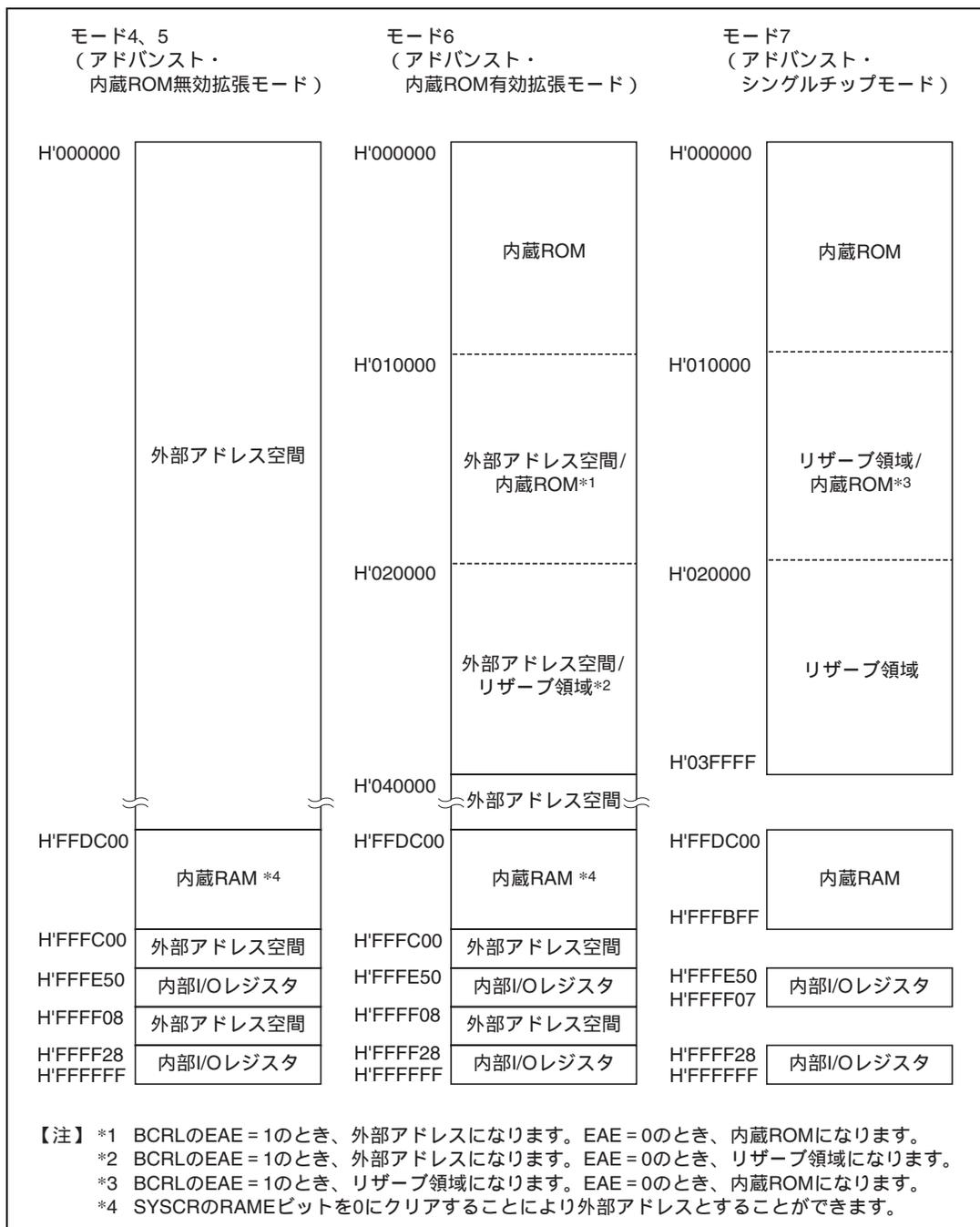


図 3.3 H8S/2337 の各動作モードのアドレスマップ

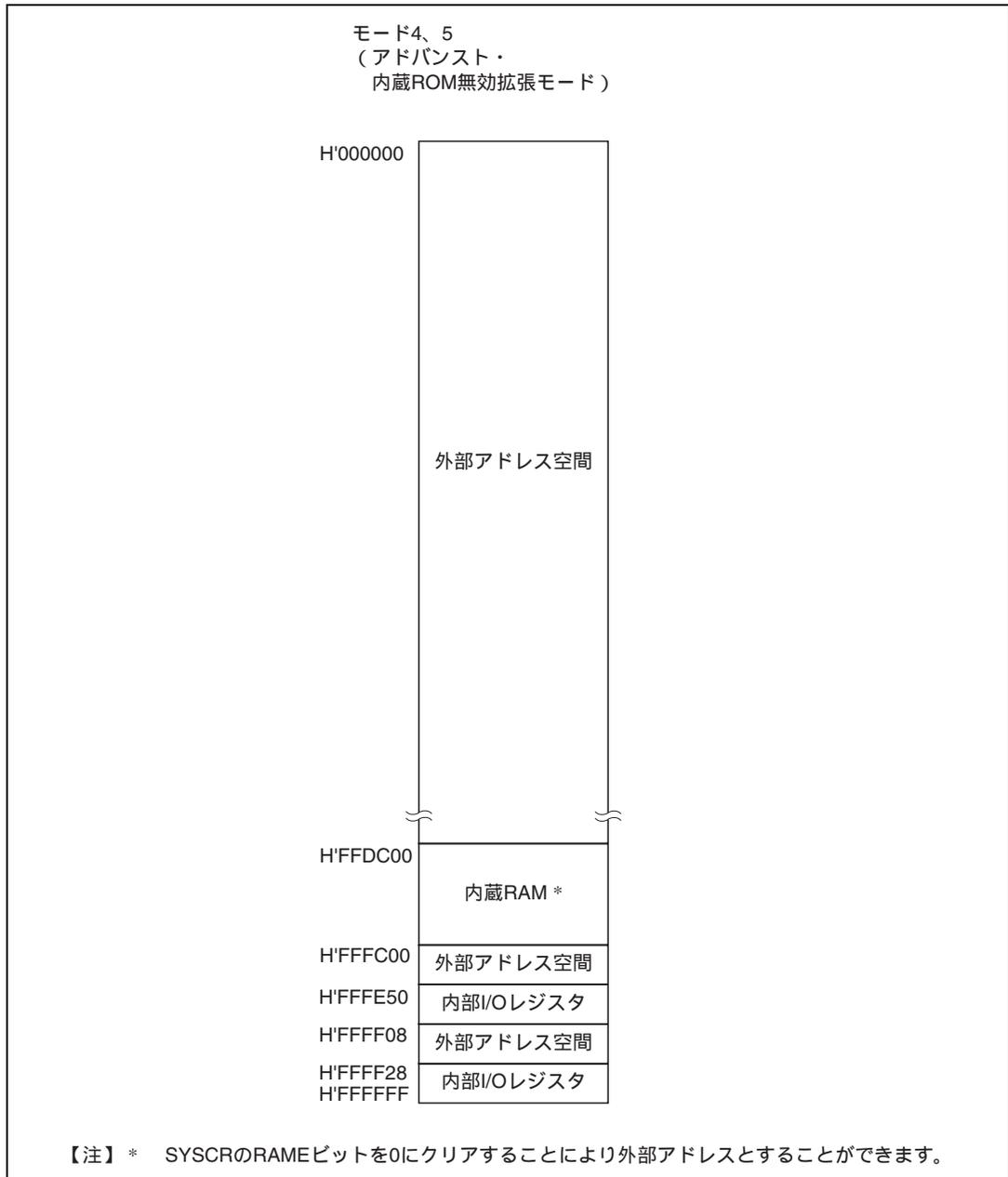


図 3.4 H8S/2332 の各動作モードのアドレスマップ

4. 例外処理

4.1 概要

4.1.1 例外処理の種類と優先度

例外処理には、表 4.1 に示すように、リセット、トラップ命令、および割り込みによるものがあります。これらの例外処理には表 4.1 に示すように優先順位が設けられており、複数の例外処理が同時に発生した場合は、この優先度に従って受け付けられ処理されます。トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

SYSOCR の INTM0、INTM1 ビットで設定される割り込み制御モードによって、例外処理要因やスタックの構造、CPU の動作が異なります。

表 4.1 例外処理の種類と優先度

優先度	例外処理の種類	例外処理開始タイミング
高 ↑ 低	リセット	RES 端子の Low レベルから High レベルへの遷移時、または、ウォッチドッグタイマのオーバーフローにより開始します。
	トレース* ¹	トレース (T) ビット=1 の状態で、命令または例外処理の実行終了時に開始します。
	割り込み	割り込み要求が発生すると、命令または例外処理の実行終了時に開始します。* ²
	トラップ命令* ³ (TRAPA)	トラップ (TRAPA) 命令の実行により開始します。

【注】 *¹ トレースは割り込み制御モード 2 でのみ有効です。トレース例外処理は、RTE 命令の実行終了後には実行しません。

*² ANDC、ORC、XORC、LDC 命令の実行終了時点、またはリセット例外処理の終了時点では割り込みの検出を行いません。

*³ トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

4.1.2 例外処理の動作

例外処理は、各例外処理要因により起動されます。

トラップ命令および割り込み例外処理は、次のように動作します。

- (1) プログラムカウンタ (PC) とコンディションコードレジスタ (CCR)、エクステンドレジスタ (EXR) をスタックに退避します。
- (2) 割り込みマスクビットを更新します。T ビットを 0 にクリアします。
- (3) 起動要因に対応するベクタアドレスを生成し、そのベクタアドレスの内容が示す番地からプログラムの実行が開始されます。

リセット例外処理の場合は上記 (2)、(3) の動作を行います。

4.1.3 例外処理要因とベクタテーブル

各例外処理要因は、図 4.1 に示すように分類されます。
これらの例外処理要因には、それぞれ異なるベクタアドレスが割り当てられています。
これらの要因とベクタアドレスとの対応を表 4.2 に示します。

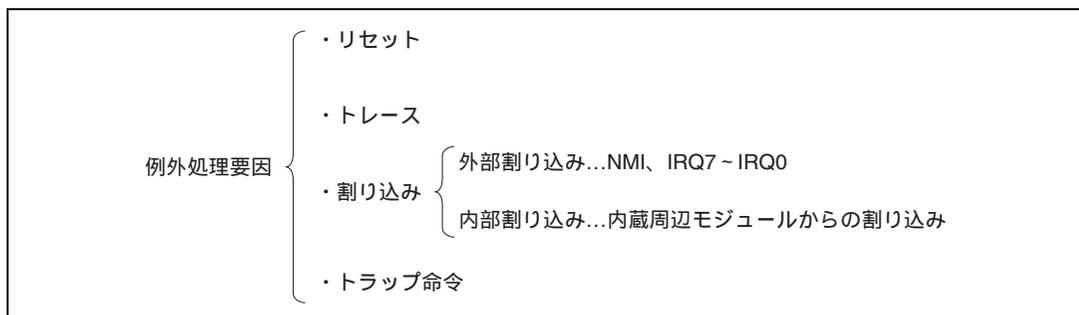


図 4.1 例外処理要因

モード 6、7 の場合、リセット後に使用できる内蔵 ROM はアドレス H'000000 ~ H'00FFFF の 64K バイトです。ベクタアドレスの設定については注意してください。この場合、BCRL の EAE ビットを 0 にクリアすることにより、内蔵 ROM*をアドレス H'000000 ~ H'03FFFF(H'01FFFF/H'05FFFF/H'07FFFF) の 256K バイト (128K バイト / 384K バイト / 512K バイト) とすることができます。

【注】* 製品により内蔵 ROM の容量が異なります。詳細は、「6.2.5 バスコントロールレジスタ L (BCRL)」を参照してください。

表 4.2 例外処理ベクタテーブル

例外処理要因		ベクタ番号	ベクタアドレス*1
			アドバンスモード
リセット		0	H'0000 ~ H'0003
リザーブ		1	H'0004 ~ H'0007
システム予約		2	H'0008 ~ H'000B
		3	H'000C ~ H'000F
		4	H'0010 ~ H'0013
トレース		5	H'0014 ~ H'0017
システム予約		6	H'0018 ~ H'001B
外部割り込み	NMI	7	H'001C ~ H'001F
トラップ命令 (4 要因)		8	H'0020 ~ H'0023
		9	H'0024 ~ H'0027
		10	H'0028 ~ H'002B
		11	H'002C ~ H'002F
システム予約		12	H'0030 ~ H'0033
		13	H'0034 ~ H'0037
		14	H'0038 ~ H'003B
		15	H'003C ~ H'003F
外部割り込み	IRQ0	16	H'0040 ~ H'0043
	IRQ1	17	H'0044 ~ H'0047
	IRQ2	18	H'0048 ~ H'004B
	IRQ3	19	H'004C ~ H'004F
	IRQ4	20	H'0050 ~ H'0053
	IRQ5	21	H'0054 ~ H'0057
	IRQ6	22	H'0058 ~ H'005B
	IRQ7	23	H'005C ~ H'005F
内部割り込み*2		24	H'0060 ~ H'0063
		91	H'016C ~ H'016F

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 内部割り込みのベクタテーブルは、「5.3.3 割り込み例外処理ベクタテーブル」を参照してください。

4.2 リセット

4.2.1 概要

リセットは、最も優先順位の高い例外処理です。

$\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると、実行中の処理はすべて打ち切れ、本 LSI はリセット状態になります。リセットによって、CPU の内部状態と内蔵周辺モジュールの各レジスタが初期化されます。リセット直後は割り込み制御モード 0 になっています。

$\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルから High レベルになるとリセット例外処理が開始されます。

またウォッチドッグタイマのオーバフローによって、リセット状態とすることもできます。詳細は「第 13 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)」を参照してください。

4.2.2 リセットシーケンス

$\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると本 LSI はリセット状態になります。

本 LSI を確実にリセットするために、電源投入時は最低 20ms の間、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。また、動作中は最低 20 ステートの間、Low レベルにしてください。

$\overline{\text{RES}}$ 端子が一定期間 Low レベルのあと High レベルになると、リセット例外処理が開始され、本 LSI は次のように動作します。

- (1) CPU の内部状態と内蔵周辺モジュールの各レジスタが初期化され、EXR の T ビットは 0 にクリアされ、EXR、CCR の I ビットが 1 にセットされます。
- (2) リセット例外処理ベクタアドレスをリードして PC に転送したあと、PC で示されるアドレスからプログラムの実行を開始します。

リセットシーケンスの例を図 4.2 に示します。

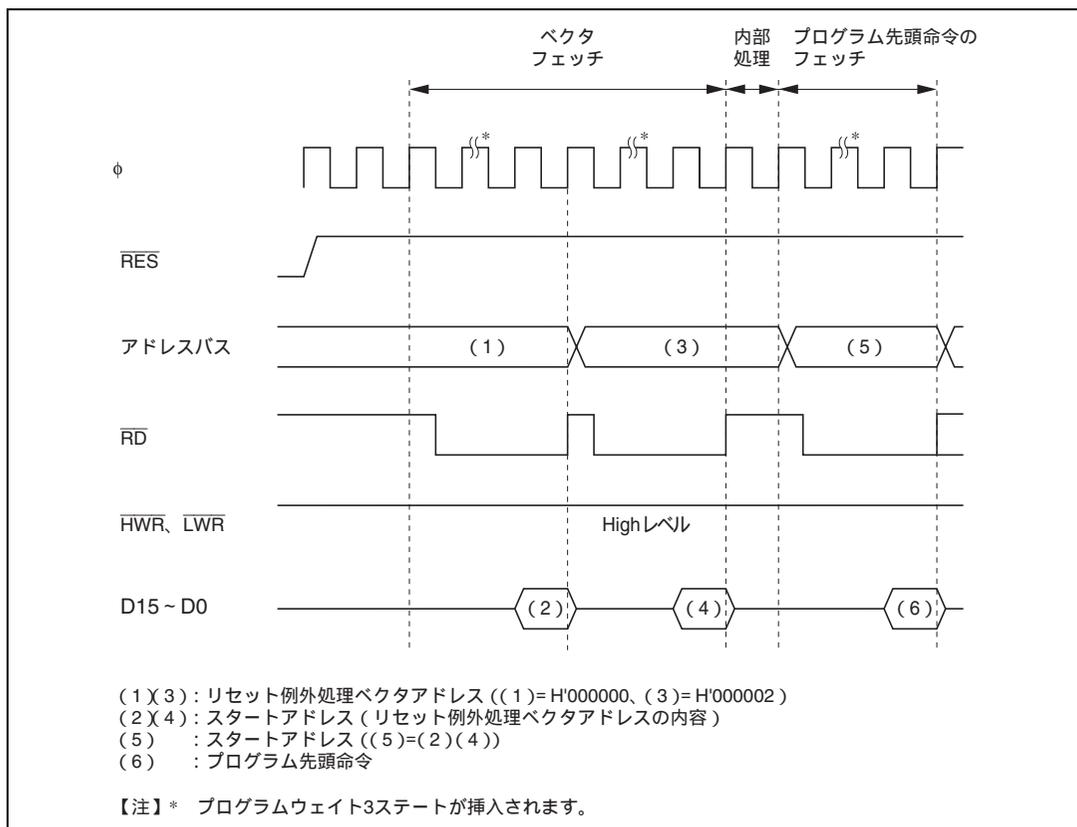


図 4.2 リセットシーケンス (モード 4)

4.2.3 リセット直後の割り込み

リセット直後、スタックポインタ (SP) を初期化する前に割り込みを受け付けると、PC と CCR の退避が正常に行われなため、プログラムの暴走につながります。これを防ぐため、リセット例外処理が実行された直後は、NMI を含めたすべての割り込み要求が禁止されます。すなわち、リセット直後はプログラムの先頭 1 命令が必ず実行されますので、プログラム先頭命令は SP を初期化する命令としてください (例: MOV.L #xx, SP)。

4.2.4 リセット解除後の内蔵周辺機能

リセット解除後、MSTPCR は H'3FFF に初期化され、DMAC と DTC を除くすべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。そのため、各内蔵周辺モジュールのレジスタは、リード/ライトできません。レジスタのリード/ライトはモジュールストップモードを解除することにより可能となります。

4.3 トレース

トレースは、割り込み制御モード2で有効です。割り込み制御モード0では、Tビットの状態にかかわらず、トレースモードにはなりません。割り込み制御モードについては、「第5章 割り込みコントローラ」を参照してください。

EXRのTビットが1にセットされていると、トレースモードになります。トレースモードが設定されていると、1命令の実行を終了するたびにトレース例外処理を開始します。

トレース例外処理実行後、EXRのTビットが0にクリアされ、トレースモードが解除されます。割り込みマスクの影響を受けません。

表4.3にトレース命令例外処理実行後のCCR、EXRの状態を示します。

トレース例外処理ルーチンでも割り込みを受け付けます。

スタックに退避されたTビットは1を保持しており、RTE命令を実行して、トレース例外処理ルーチンから復帰したあとは、再び、トレースモードになります。

RTE命令実行後は、トレース例外処理を行いません。

表 4.3 トレース例外処理後のCCR、EXRの状態

割り込み制御モード	CCR		EXR	
	I	UI	I2~I0	T
0	トレース例外処理は使用できません。			
2	1	-	-	0

【記号説明】

1 : 1にセットされます。

0 : 0にクリアされます。

- : 実行前の値が保持されます。

4.4 割り込み

割り込み例外処理を開始させる要因には、9本の外部割り込み（NMI、IRQ7～IRQ0）と、内蔵周辺モジュールからの要求による52の内部要因があります。割り込み要因と要因数を図4.3に示します。

割り込み要因を要求する内蔵周辺モジュールには、ウォッチドッグタイマ（WDT）、リフレッシュタイマ、16ビットタイマパルスユニット（TPU）、8ビットタイマ、シリアルコミュニケーションインタフェース（SCI）、データトランスファコントローラ（DTC）、DMAコントローラ（DMAC）、A/D変換器などがあります。割り込みベクタアドレスは各要因別に割り当てられています。

NMIは最も優先度の高い割り込みです。割り込みは、割り込みコントローラによって制御されます。割り込み制御には、2つの割り込み制御モードがあり、NMI以外の割り込みに8レベルの優先順位/マスクレベルを設定して、多重割り込みの制御を行うことができます。

割り込みについての詳細は「第5章 割り込みコントローラ」を参照してください。

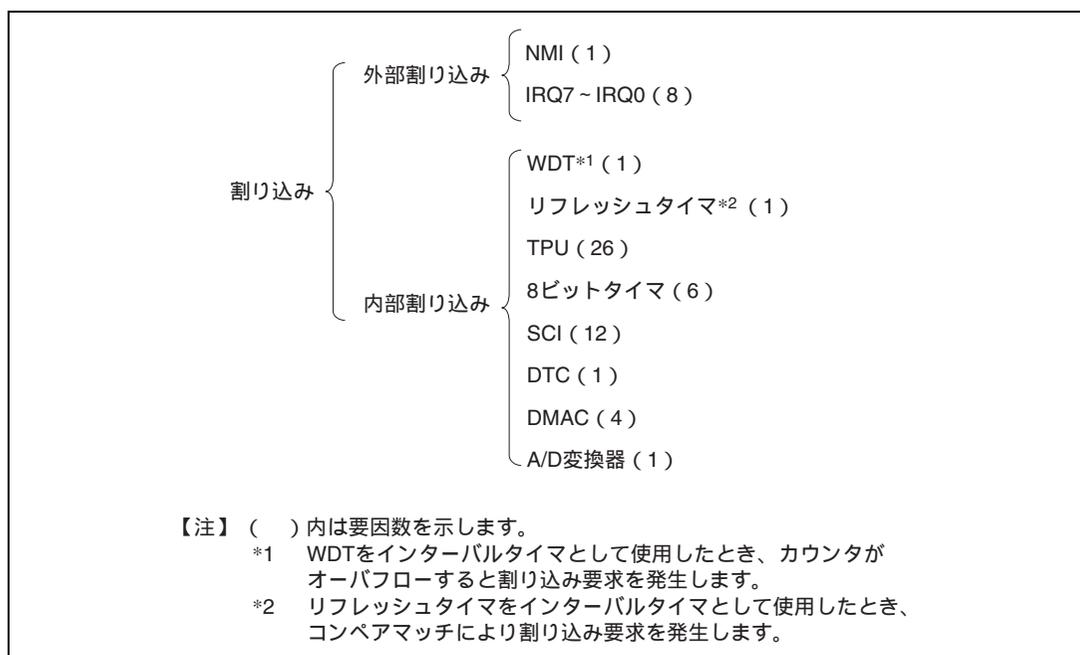


図 4.3 割り込み要因と要因数

4. 例外処理

4.5 トラップ命令

トラップ命令例外処理は、TRAPA 命令を実行すると例外処理を開始します。トラップ命令例外処理はプログラム実行状態で常に実行可能です。

TRAPA 命令は、命令コード中で指定した 0~3 のベクタ番号に対応するベクタテーブルからスタートアドレスを取り出します。

表 4.4 に、トラップ命令例外処理実行後の CCR、EXR の状態を示します。

表 4.4 トラップ命令例外処理後の CCR、EXR の状態

割り込み制御モード	CCR		EXR	
	I	UI	I2~I0	T
0	1	-	-	-
2	1	-	-	0

【記号説明】

1 : 1 にセットされます。

0 : 0 にクリアされます。

- : 実行前の値が保持されます。

4.6 例外処理後のスタックの状態

トラップ命令例外処理および割り込み例外処理後のスタックの状態を図 4.4 に示します。

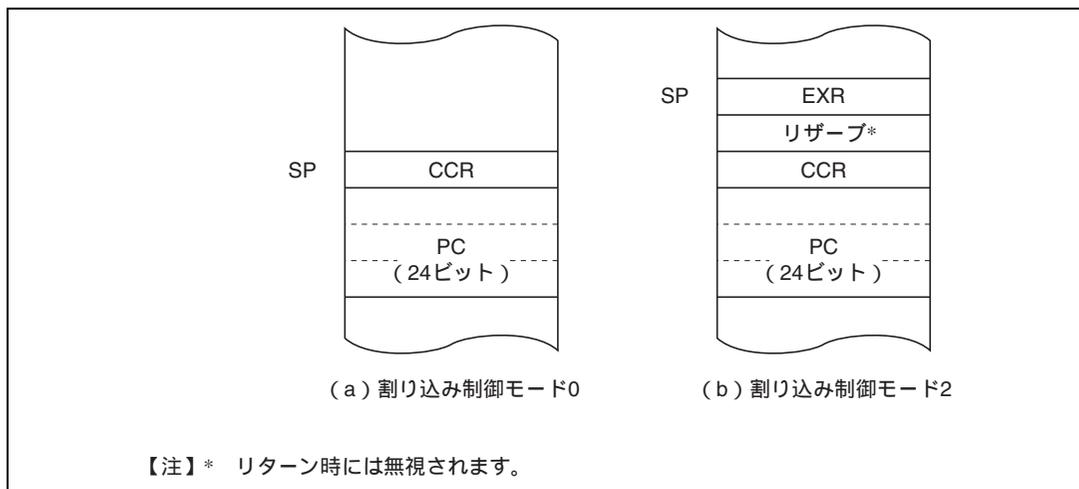


図 4.4 例外処理終了後のスタックの状態 (アドバンスモード)

4.7 スタック使用上の注意

本 LSI では、ワードデータまたはロングワードデータをアクセスする場合は、アドレスの最下位ビットは 0 とみなされます。スタック領域に対するアクセスは、常にワードサイズまたはロングワードサイズで行い、スタックポインタ (SP : ER7) の内容は奇数にしないでください。

すなわち、レジスタの退避は、

PUSH.W Rn (MOV.W Rn, @-SP)

PUSH.L ERn (MOV.L ERn, @-SP)

また、レジスタの復帰は、

POP.W Rn (MOV.W @SP+, Rn)

POP.L ERn (MOV.L @SP+, ERn)

を使用してください。

SP を奇数に設定すると、誤動作の原因となります。SP を奇数に設定した場合の動作例を図 4.5 に示します。

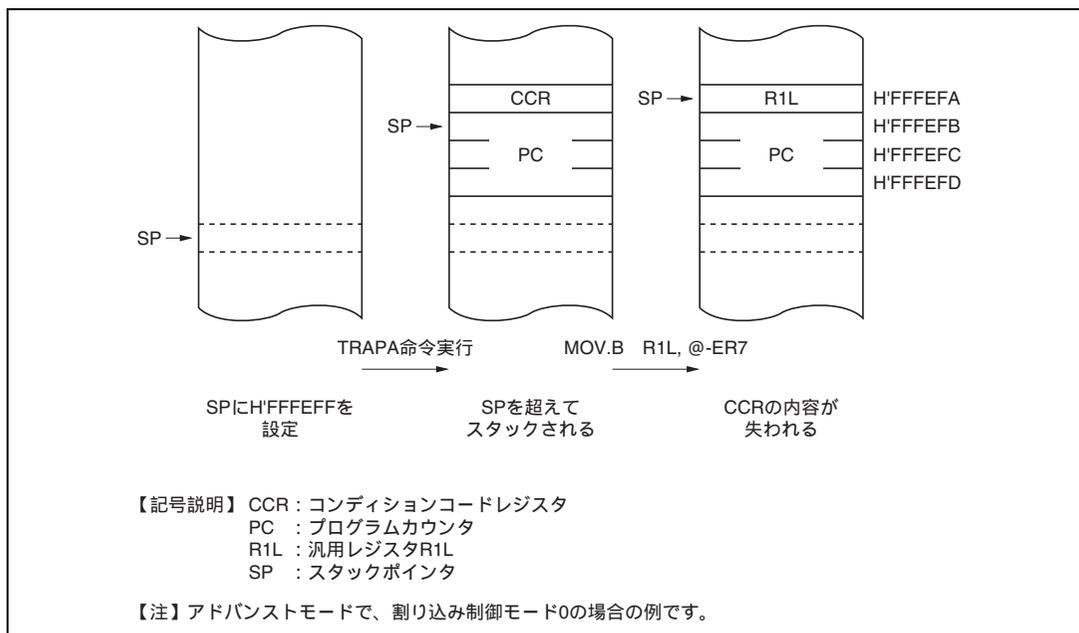


図 4.5 SP を奇数に設定したときの動作

5. 割り込みコントローラ

5.1 概要

5.1.1 特長

本 LSI は割り込みコントローラにより、割り込みの制御を行います。割り込みコントローラには、次の特長があります。本章では、外部割り込み 9 本、内部割り込み 52 本と、シリーズの最大割り込み要因数の場合を書いています。

- (1) 2 種類の割り込み制御モード
 - システムコントロールレジスタ (SYSCR) の INTM1、INTM0 ビットにより、2 種類の割り込み制御モードを設定できます。
- (2) IPR により、優先順位を設定可能
 - 割り込み優先順位を設定するインタラプトプライオリティレジスタ (IPR) を備えており、NMI 以外の割り込みは、モジュールごとに 8 レベルの優先順位を設定できます。
 - NMI は、最優先のレベル 8 の割り込み要求として、常に受け付けられます。
- (3) 独立したベクタアドレス
 - すべての割り込み要因には独立のベクタアドレスが割り当てられており、割り込み処理ルーチンで要因を判別する必要がありません。
- (4) 9 本の外部割り込み端子
 - NMI は最優先の割り込みで常に受け付けられます。NMI は立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択できます。
 - IRQ7 ~ IRQ0 は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。
- (5) DTC、DMAC の制御
 - 割り込みによる DTC、DMAC の起動の制御を行います。

5. 割り込みコントローラ

5.1.2 ブロック図

割り込みコントローラのブロック図を図 5.1 に示します。

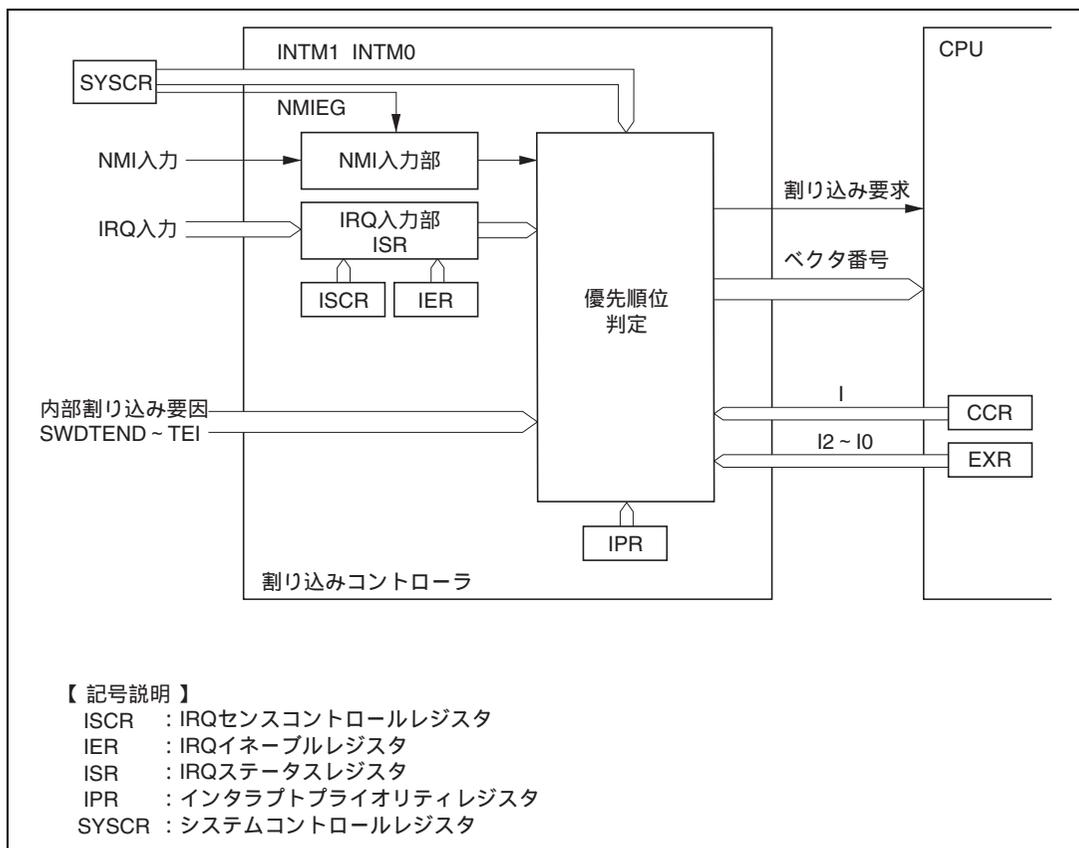


図 5.1 割り込みコントローラのブロック図

5.1.3 端子構成

割り込みコントローラの端子構成を表 5.1 に示します。

表 5.1 端子構成

名称	記号	入出力	機能
ノンマスクابل割り込み	NMI	入力	マスク不可能な外部割り込み。立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択可能
外部割り込み要求 7 ~ 0	IRQ7 ~ IRQ0	入力	マスク可能な外部割り込み。立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかを選択可能

5.1.4 レジスタ構成

割り込みコントローラのレジスタ構成を表 5.2 に示します。

表 5.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
IRQ センスコントロールレジスタ H	ISCRH	R/W	H'00	H'FF2C
IRQ センスコントロールレジスタ L	ISCR L	R/W	H'00	H'FF2D
IRQ イネーブルレジスタ	IER	R/W	H'00	H'FF2E
IRQ ステータスレジスタ	ISR	R/(W)*2	H'00	H'FF2F
インタラプトプライオリティレジスタ A	IPRA	R/W	H'77	H'FEC4
インタラプトプライオリティレジスタ B	IPRB	R/W	H'77	H'FEC5
インタラプトプライオリティレジスタ C	IPRC	R/W	H'77	H'FEC6
インタラプトプライオリティレジスタ D	IPRD	R/W	H'77	H'FEC7
インタラプトプライオリティレジスタ E	IPRE	R/W	H'77	H'FEC8
インタラプトプライオリティレジスタ F	IPRF	R/W	H'77	H'FEC9
インタラプトプライオリティレジスタ G	IPRG	R/W	H'77	H'FECA
インタラプトプライオリティレジスタ H	IPRH	R/W	H'77	H'FECEB
インタラプトプライオリティレジスタ I	IPRI	R/W	H'77	H'FECEC
インタラプトプライオリティレジスタ J	IPRJ	R/W	H'77	H'FECE D
インタラプトプライオリティレジスタ K	IPRK	R/W	H'77	H'FECE E

【注】 *1 アドレスの低位 16 ビットを示しています。

*2 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

5.2 各レジスタの説明

5.2.1 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME
初期値	0	0	0	0	0	0	0	1
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

SYSCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、割り込み制御モードの選択、NMI の検出エッジの選択を行います。

ここでは、ビット 5~3、1 についてのみ説明します。その他のビットの詳細については「第 3 章 MCU 動作モード」の章を参照してください。

SYSCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'01 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 5、4 : 割り込み制御選択モード 1、0 (INTM1、INTM0)

割り込みコントローラの割り込み制御モードを 2 つのモードの中から選択します。

ビット 5	ビット 4	割り込み制御モード	説明
INTM1	INTM0		
0	0	0	1 ビットで、割り込みを制御します。(初期値)
	1		設定禁止
1	0	2	12~10 ビットと IPR で、割り込みを制御します。
	1		設定禁止

ビット 3 : NMI エッジセレクト (NMIEG)

NMI 端子の入力エッジ選択を行います。

ビット 3	説明
NMIEG	
0	NMI 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 (初期値)
1	NMI 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生

ビット 1 : IRQ 入力端子セレクト (IRQPAS)

$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力ができる端子の切り替えを設定します。 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は必ず一方のポートからの入力となります。

5.2.2 インタラプトプライオリティレジスタ A~K (IPRA~IPRK)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0
初期値	0	1	1	1	0	1	1	1
R/W	-	R/W	R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W

IPR は 8 ビットのリード/ライト可能な 11 本のレジスタで、NMI を除く割り込みの優先順位 (レベル 7~0) を設定します。

各割り込み要因と IPR の対応を表 5.3 に示します。

IPR は、NMI を除く各割り込み要因の優先順位 (レベル 7~0) を設定します。

IPR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'77 に初期化されます。

ビット 7、3: リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

表 5.3 各割り込み要因と IPR の対応

レジスタ	ビット	
	6~4	2~0
IPRA	IRQ0	IRQ1
IPRB	IRQ2 IRQ3	IRQ4 IRQ5
IPRC	IRQ6 IRQ7	DTC
IPRD	ウォッチドッグタイマ	リフレッシュタイマ
IPRE	- *	A/D 変換器
IPRF	TPU チャンネル 0	TPU チャンネル 1
IPRG	TPU チャンネル 2	TPU チャンネル 3
IPRH	TPU チャンネル 4	TPU チャンネル 5
IPRI	8 ビットタイマチャンネル 0	8 ビットタイマチャンネル 1
IPRJ	DMAC	SCI チャンネル 0
IPRK	SCI チャンネル 1	SCI チャンネル 2

【注】 * リザーブビットです。

表 5.3 に示すように、1 本の IPR に複数の割り込みが割り当てられています。ビット 6~4、ビット 2~0 の各 3 ビットに H'0 から H'7 の範囲の値をセットすることによって、それぞれに対応する割り込みの優先順位が設定されます。割り込み優先順位は、H'0 をセットすると優先レベル 0 (最低) に、H'7 をセットすると優先レベル 7 (最高) になります。

割り込み要求が発生すると、IPR で設定した優先順位に従って最も優先順位の高い割り込みが選択されます。その後、この割り込みレベルと CPU 内のエクステンドレジスタ (EXR) の割り込みマスクビット (I2~I0) で設定された割り込みマスクレベルとを比較し、割り込みの優先レベルが設定したマスクレベルより高ければ、CPU に対して割り込み要求が発生します。

5. 割り込みコントローラ

5.2.3 IRQ イネーブルレジスタ (IER)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ7E	IRQ6E	IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

IER は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、IRQ7 ~ IRQ0 割り込み要求の許可または禁止を制御します。

IER はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

ビット 7 ~ 0 : IRQ7 ~ IRQ0 イネーブル (IRQ7E ~ IRQ0E)

IRQ7 ~ IRQ0 割り込みを許可または禁止するかを選択します。

ビット n	説明
IRQnE	
0	IRQn 割り込みを禁止 (初期値)
1	IRQn 割り込みを許可

(n=7~0)

5.2.4 IRQ センスコントロールレジスタ H、L (ISCRH、ISCRL)

ISCRH

ビット

	15	14	13	12	11	10	9	8
	IRQ7SCB	IRQ7SCA	IRQ6SCB	IRQ6SCA	IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA

初期値

0 0 0 0 0 0 0 0

R/W

R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W

ISCRL

ビット

	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA

初期値

0 0 0 0 0 0 0 0

R/W

R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W

ISCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、 $\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 端子の入力の立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかを選択します。

ISCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'0000 に初期化されます。

ビット 15~0 : IRQ7 センスコントロール A、B (IRQ7SCA、IRQ7SCB)
 ~ IRQ0 センスコントロール A、B (IRQ0SCA、IRQ0SCB)

ビット 15~0		説明
IRQ7SCB ~ IRQ0SCB	IRQ7SCA ~ IRQ0SCA	
0	0	$\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 (初期値)
	1	$\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生
1	0	$\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生
	1	$\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生

5. 割り込みコントローラ

5.2.5 IRQ ステータスレジスタ (ISR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ7F	IRQ6F	IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

ISR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、IRQ7 ~ IRQ0 割り込み要求のステータス表示を行います。

ISR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

ビット 7~0 : IRQ7 ~ IRQ0 フラグ (IRQ7F ~ IRQ0F)

IRQ7 ~ IRQ0 割り込み要求のステータスの表示を行います。

ビット n	説明
IRQnF	
0	<p>[クリア条件] (初期値)</p> <p>(1) IRQnF = 1 の状態で IRQnF フラグをリードした後、IRQnF フラグに 0 をライトしたとき</p> <p>(2) Low レベル検出設定 (IRQnSCB = IRQnSCA = 0) の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ 入力 High レベルの状態、他の割り込み例外処理を含む割り込み例外処理を実行したとき</p> <p>(3) 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ検出設定時 (IRQnSCB = 1、または IRQnSCA = 1) の状態で IRQn 割り込み例外処理を実行したとき</p> <p>(4) IRQn 割り込みにより DTC が起動され、DTC の MRB の DISEL ビットが 0 のとき</p>
1	<p>[セット条件]</p> <p>(1) Low レベル検出設定 (IRQnSCB = IRQnSCA = 0) の状態で $\overline{\text{IRQn}}$ 入力 Low レベルになったとき</p> <p>(2) 立ち下がりエッジ検出設定時 (IRQnSCB = 0、IRQnSCA = 1) の状態で $\overline{\text{IRQn}}$ 入力に立ち下がりエッジが発生したとき</p> <p>(3) 立ち上がりエッジ検出設定時 (IRQnSCB = 1、IRQnSCA = 0) の状態で $\overline{\text{IRQn}}$ 入力に立ち上がりエッジが発生したとき</p> <p>(4) 両エッジ検出設定時 (IRQnSCB = IRQnSCA = 1) の状態で $\overline{\text{IRQn}}$ 入力に立ち下がり、または立ち上がりエッジが発生したとき</p>

(n=7 ~ 0)

5.3 割り込み要因

割り込み要因には、外部割り込み（NMI、IRQ7～IRQ0）と内部割り込み（52 要因）があります。

5.3.1 外部割り込み

外部割り込みには、NMI、IRQ7～IRQ0 の 9 要因があります。NMI、IRQ7～IRQ0 はソフトウェアスタンバイモードからの復帰に使用できます（IRQ7～IRQ3 までは SBYCR の IRQ 37S ビットを 1 にセットすることでソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用できます）。

(1) NMI 割り込み

NMI は最優先の割り込みで、割り込み制御モードや、CPU の割り込みマスクビットの状態にかかわらず常に受け付けられます。NMI 端子の立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジのいずれかで割り込みを要求するか、SYSCR の NMIEG ビットで選択できます。

NMI 割り込み例外処理のベクタ番号は 7 です。

(2) IRQ7～IRQ0 割り込み

IRQ7～IRQ0 割り込みは $\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 端子の入力信号により要求されます。IRQ7～IRQ0 割り込みには次の特長があります。

- (a) $\overline{\text{IRQ7}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 端子のLowレベル、立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジおよび両エッジのいずれかで割り込みを要求するか、ISCRで選択できます。
- (b) IRQ7～IRQ0割り込み要求を許可するか禁止するかを、IERで選択できます。
- (c) IPRにより割り込みプライオリティレベルを設定できます。
- (d) IRQ7～IRQ0割り込み要求のステータスは、ISRに表示されます。ISRのフラグはソフトウェアで0にクリアすることができます。

IRQ7～IRQ0 割り込みのブロック図を図 5.2 に示します。

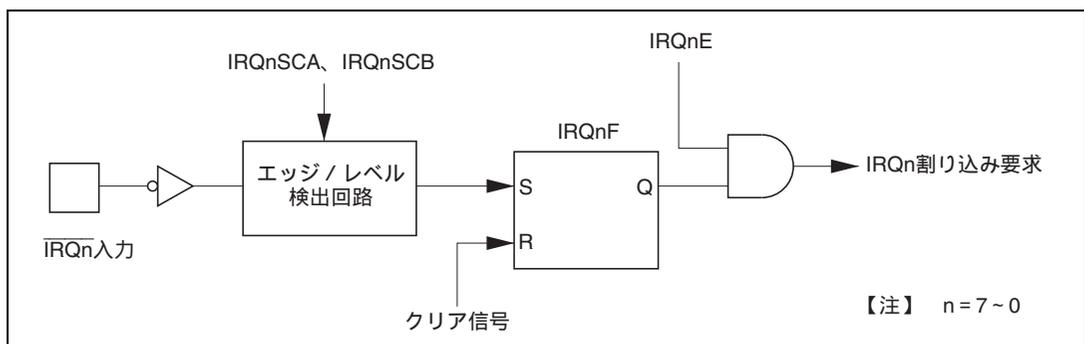


図 5.2 IRQ7～IRQ0 割り込みのブロック図

5. 割り込みコントローラ

IRQnF のセットタイミングを図 5.3 に示します。

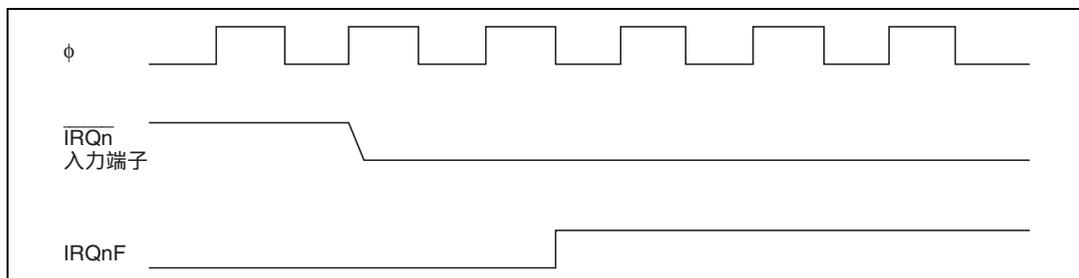


図 5.3 IRQnF のセットタイミング

IRQ7 ~ IRQ0 割り込み例外処理のベクタ番号は、23 ~ 16 です。

IRQ7 ~ IRQ0 割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応する DDR を 0 にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。IRQ7 ~ IRQ4 割り込みは SYSCR の IRQPAS ビットによって入力できる端子の切り替えができます。

5.3.2 内部割り込み

内蔵周辺モジュールからの割り込みによる内部割り込みには 52 要因があります。

- (1) 各内蔵周辺モジュールには、割り込み要求のステータスを表示するフラグと、これらの割り込みを許可するか禁止するかを選択するイネーブルビットがあります。これらがいずれも 1 にセットされると割り込み要求が割り込みコントローラに要求されます。
- (2) IPRによって割り込みプライオリティレベルを設定できます。
- (3) TPU、SCIなどの割り込み要求によりDMAC、DTCの起動ができます。
割り込みによりDMAC、DTCの起動を行う場合、割り込み制御モードや、CPUの割り込みマスクビットの影響を受けません。

5.3.3 割り込み例外処理ベクタテーブル

表 5.4 に割り込み例外処理要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位の一覧を示します。デフォルトの優先順位はベクタ番号の小さいものほど高くなっています。割り込み要因によっては、DTC、DMAC の起動もできます。

モジュール間の優先順位は、IPR により設定することができます。2 つ以上のモジュールを同一の優先順位に設定した場合、また、モジュール内の優先順位は、表 5.4 のとおり固定です。

5. 割り込みコントローラ

表 5.4 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧

割り込み要因	要因発生元	ベクタ番号	ベクタアドレス*	IPR	優先順位	DTC起動	DMAC起動
パワーオンリセット		0	H'0000		高 ▲		
リザーブ		1	H'0004				
システム予約		2	H'0008				
		3	H'000C				
		4	H'0010				
トレース		5	H'0014				
システム予約		6	H'0018				
NMI	外部端子	7	H'001C				
トラップ命令 (4 要因)		8	H'0020				
		9	H'0024				
		10	H'0028				
		11	H'002C				
システム予約		12	H'0030				
		13	H'0034				
		14	H'0038				
		15	H'003C				
IRQ0	外部端子	16	H'0040	IPRA6 ~ IPRA4			
IRQ1		17	H'0044	IPRA2 ~ IPRA0			
IRQ2		18	H'0048	IPRB6 ~ IPRB4			
IRQ3		19	H'004C	IPRB2 ~ IPRB0			
IRQ4		20	H'0050				
IRQ5		21	H'0054				
IRQ6		22	H'0058	IPRC6 ~ IPRC4			
IRQ7		23	H'005C				
SWDTEND (ソフトウェア起動データ転送終了)	DTC	24	H'0060	IPRC2 ~ IPRC0			
WOVI (インターバルタイマ)	ウォッチドッグタイマ	25	H'0064	IPRD6 ~ IPRD4			
CMI (コンペアマッチ)	リフレッシュコントローラ	26	H'0068	IPRD2 ~ IPRD0			
リザーブ	-	27	H'006C	IPRE6 ~ IPRE4			
ADI (A/D 変換終了)	A/D	28	H'0070	IPRE2 ~ IPRE0			
リザーブ	-	29	H'0074				
		30	H'0078				
		31	H'007C				
					低		

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因	要因発生元	ベクタ番号	ベクタアドレス*	IPR	優先順位	DTC起動	DMAC起動
TGI0A (TGR0A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャネル 0	32	H'0080	IPRF6 ~ IPRF4	↑ 高		
TGI0B (TGR0B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		33	H'0084				-
TGI0C (TGR0C インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		34	H'0088				-
TGI0D (TGR0D インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		35	H'008C				-
TCI0V (オーバフロー-0)		36	H'0090				-
リザーブ		-	37			H'0094	
	38		H'0098			-	
	39		H'009C			-	
TGI1A (TGR1A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャネル 1	40	H'00A0	IPRF2 ~ IPRF0			
TGI1B (TGR1B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		41	H'00A4				-
TCI1V (オーバフロー-1)		42	H'00A8			-	
TCI1U (アンダフロー-1)		43	H'00AC			-	
TGI2A (TGR2A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャネル 2	44	H'00B0	IPRG6 ~ IPRG4			
TGI2B (TGR2B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		45	H'00B4			-	
TCI2V (オーバフロー-2)		46	H'00B8			-	
TCI2U (アンダフロー-2)		47	H'00BC			-	
TGI3A (TGR3A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャネル 3	48	H'00C0	IPRG2 ~ IPRG0			
TGI3B (TGR3B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		49	H'00C4			-	
TGI3C (TGR3C インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		50	H'00C8			-	
TGI3D (TGR3D インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)		51	H'00CC			-	
					低		

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因	要因発生元	ベクタ番号	ベクタアドレス*	IPR	優先順位	DTC起動	DMAC起動
TCI3V (オーバフロー-3)	TPU チャンネル3	52	H'00D0		高  	-	-
リザーブ	-	53 54 55	H'00D4 H'00D8 H'00DC			-	-
TGI4A (TGR4A インプットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャンネル4	56	H'00E0	IPRH6 ~ IPRH4			
TGI4B (TGR4B インプットキャプチャ/コンペアマッチ)		57	H'00E4				-
TCI4V (オーバフロー-4)		58	H'00E8				-
TCI4U (アンダフロー-4)		59	H'00EC				-
TGI5A (TGR5A インプットキャプチャ/コンペアマッチ)	TPU チャンネル5	60	H'00F0	IPRH2 ~ IPRH0			
TGI5B (TGR5B インプットキャプチャ/コンペアマッチ)		61	H'00F4				-
TCI5V (オーバフロー-5)		62	H'00F8				-
TCI5U (アンダフロー-5)		63	H'00FC				-
CMIA0 (コンペアマッチ A)	8ビットタイ マチャンネル0	64	H'0100	IPRI6 ~ IPRI4			-
CMIB0 (コンペアマッチ B)		65	H'0104				-
OVI0 (オーバフロー-0)		66	H'0108				-
リザーブ	-	67	H'010C			-	-
CMIA1 (コンペアマッチ A)	8ビットタイ マチャンネル1	68	H'0110	IPRI2 ~ IPRI0			-
CMIB1 (コンペアマッチ B)		69	H'0114				-
OVI1 (オーバフロー-1)		70	H'0118				-
リザーブ		-	71			H'011C	
DEND0A (チャンネル0/チャンネル0A 転送終了)	DMAC	72	H'0120	IPRJ6 ~ IPRJ4			-
DEND0B (チャンネル0B 転送終了)		73	H'0124				-
DEND1A (チャンネル1/チャンネル1A 転送終了)		74	H'0128				-
DEND1B (チャンネル1B 転送終了)		75	H'012C				-
リザーブ	-	76 77 78 79	H'0130 H'0134 H'0138 H'013C			-	-
ERI0 (受信エラー0)	SCI チャンネル0	80	H'0140	IPRJ2 ~ IPRJ0			-
RXI0 (受信データフル0)		81	H'0144				-
						低	

割り込み要因	要因発生元	ベクタ	ベクタアドレス*	IPR	優先	DTC	DMAC	
TXI0 (送信データエンプティ0)	SCI チャンネル0	82	H'0148	IPRJ2 ~ IPRJ0	↑ 高 ↓ 低			
TEI0 (送信終了0)		83	H'014C				-	-
ERI1 (受信エラー1)	SCI チャンネル1	84	H'0150	IPRK6 ~ IPRK4				
RXI1 (受信データフル1)		85	H'0154				-	-
TXI1 (送信データエンプティ1)		86	H'0158					
TEI1 (送信終了1)		87	H'015C				-	-
ERI2 (受信エラー2)	SCI チャンネル2	88	H'0160	IPRK2 ~ IPRK0				
RXI2 (受信データフル2)		89	H'0164				-	-
TXI2 (送信データエンプティ2)		90	H'0168					-
TEI2 (送信終了2)		91	H'016C				-	-

【注】 * 先頭アドレスの下位 16 ビットを示しています。

5.4 割り込み動作

5.4.1 割り込み制御モードと割り込み動作

本 LSI の割り込みの動作は、割り込み制御モードによって異なります。

NMI 割り込みはリセット状態、ハードウェアスタンバイ状態を除き常に受け付けられます。IRQ 割り込みおよび内蔵周辺モジュールの割り込みは、それぞれの割り込みに対応したイネーブルビットがあります。このイネーブルビットを 0 にクリアすると、その割り込み要求は禁止されます。イネーブルビットを 1 にセットした割り込み要因が、割り込みコントローラで制御されます。

表 5.5 に割り込み制御モードを示します。

SYSCR の INTM1、INTM0 ビットによる割り込み制御モードの設定、IPR による割り込み優先順位の設定、および CPU の CCR の I ビット、EXR の I2 ~ I0 ビットによるマスク状態に基づいて、割り込みコントローラは割り込みを制御します。

表 5.5 割り込み制御モード

割り込み制御モード	SYSCR		優先順位設定レジスタ	割り込みマスクビット	説明
	INTM1	INTM0			
0	0	0		1	1 ビットにより、割り込みマスク制御を行います。
		1			設定禁止
2	1	0	IPR	I2 ~ I0	I2 ~ I0 ビットにより、8 レベルの割り込みマスク制御を行います。 IPR により、8 レベルの優先順位の設定ができます。
		1			設定禁止

5. 割り込みコントローラ

図 5.4 に優先順位判定回路のブロック図を示します。

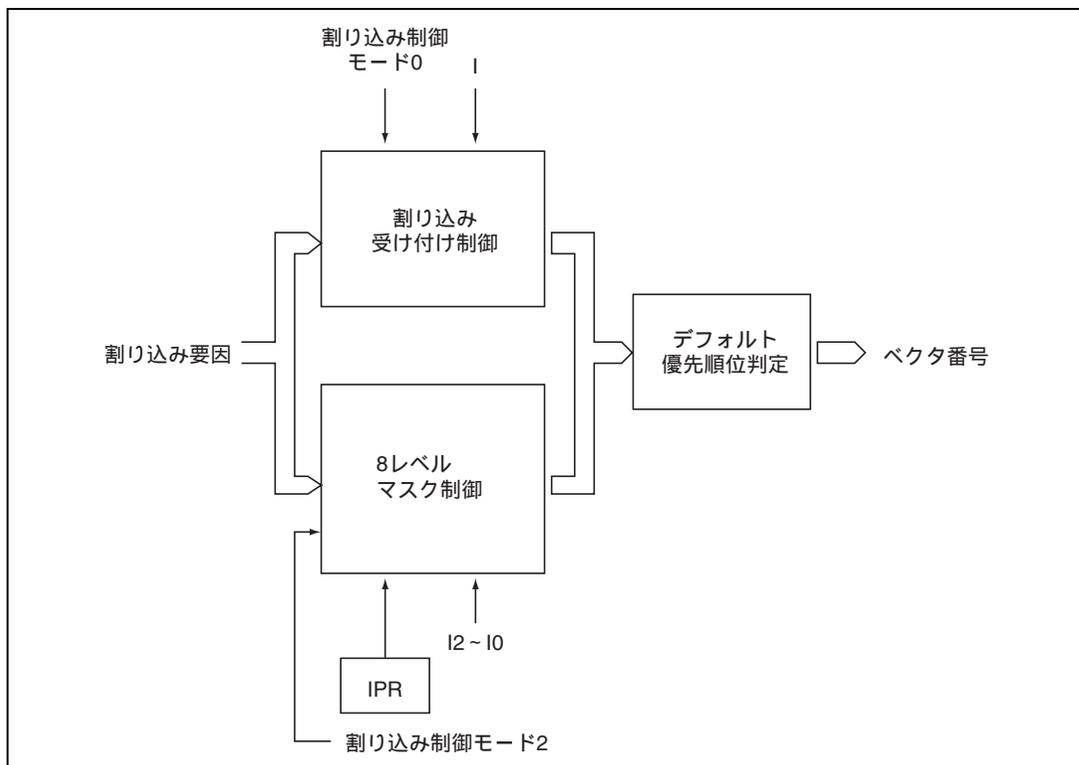


図 5.4 割り込み制御動作のブロック図

(1) 割り込み受け付け制御

割り込み制御モード 0 のとき、CCR の I ビットにより割り込み受け付け制御を行います。
表 5.6 に、割り込み制御モードと選択可能な割り込みについて示します。

表 5.6 割り込み制御モードと選択される割り込み (1)

割り込み制御モード	割り込みマスクビット	選択される割り込み
	I	
0	0	すべての割り込み
	1	NMI 割り込み
2	*	すべての割り込み

* : Don't care

(2) 8レベル制御

割り込み制御モード2のとき、割り込み受け付け制御において、選択された割り込みに対して割り込みプライオリティレベル(IPR)に従った8レベルのマスケレベル判定を行います。

IPRで設定したプライオリティレベルが、マスケレベルよりも大きく、かつ最もプライオリティレベルの高い割り込み要因を選択します。

表 5.7 割り込み制御モードと選択される割り込み(2)

割り込み制御モード	選択される割り込み
0	すべての割り込み
2	プライオリティレベルがマスケレベルより大きい(IPR > I2 ~ I0)、かつプライオリティレベル(IPR)が最大の割り込み

(3) デフォルト優先順位判定

8レベル制御において選択された割り込みについて優先順位を判定し、ベクタ番号を生成します。

IPRに対して同じ値を設定した場合には、複数の割り込み要因の受け付けが許可されることになるため、あらかじめデフォルトで設定した優先順位に従って最も優先順位の高い割り込み要因のみを選択しベクタ番号を生成します。

受け付けられた割り込み要因よりも低い優先順位を持った割り込み要因は保留されます。

表 5.8 に割り込み制御モードと動作および制御信号機能を示します。

表 5.8 割り込み制御モードと動作および制御信号機能

割り込み制御モード	設定		割り込み受け付け制御		8レベル制御			デフォルト優先順位判定	T (トレース)
	INTM1	INTM0		I		I2 ~ I0	IPR		
0	0	0		IM	x	-	- *2		-
2	1	0	x	- *1		IM	PR		T

【記号説明】

- ： 割り込み動作制御を行います
- x : 動作しません(割り込みはすべて許可)
- IM : 割り込みマスケビットとして使用
- PR : 優先順位を設定
- ： 使用しません

【注】 *1 割り込み受け付け時に1にセットされます。

*2 初期設定時を保持してください。

5.4.2 割り込み制御モード 0

IRQ 割り込み、および内蔵周辺モジュールの割り込みは CPU の CCR の I ビットによって許可または禁止を設定できます。I ビットが 0 にクリアされているときは許可状態、1 にセットされているときは禁止状態です。

この場合の割り込み受け付けの動作フローチャートを図 5.5 に示します。

- (1) 対応する割り込みイネーブルビットが 1 にセットされている状態で割り込み要因が発生したとき、割り込みコントローラに対して、割り込み要求が送られます。
- (2) I ビットを参照します。I ビットが 0 にクリアされているときは、割り込み要求が受け付けられません。I ビットが 1 にセットされているときは、NMI 割り込みのみ受け付けられ、その他の割り込み要求は保留されます。
- (3) 割り込みコントローラに対して割り込み要求が送られ、優先順位に従って最高位の割り込みが選択されて、その他は保留となります。
- (4) 割り込み要求が受け付けられると、そのとき実行中の命令の処理が終了したあと、割り込み例外処理を起動します。
- (5) 割り込み例外処理によって、PC と CCR がスタック領域に退避されます。退避される PC は、リターン後に実行する最初の命令のアドレスを示しています。
- (6) 次に CCR の I ビットが 1 にセットされます。これにより、NMI を除く割り込みはマスクされます。
- (7) 受け付けた割り込みに対応するベクタアドレスを生成し、そのベクタアドレスの内容によって示されるアドレスから、割り込み処理ルーチンの実行が開始されます。

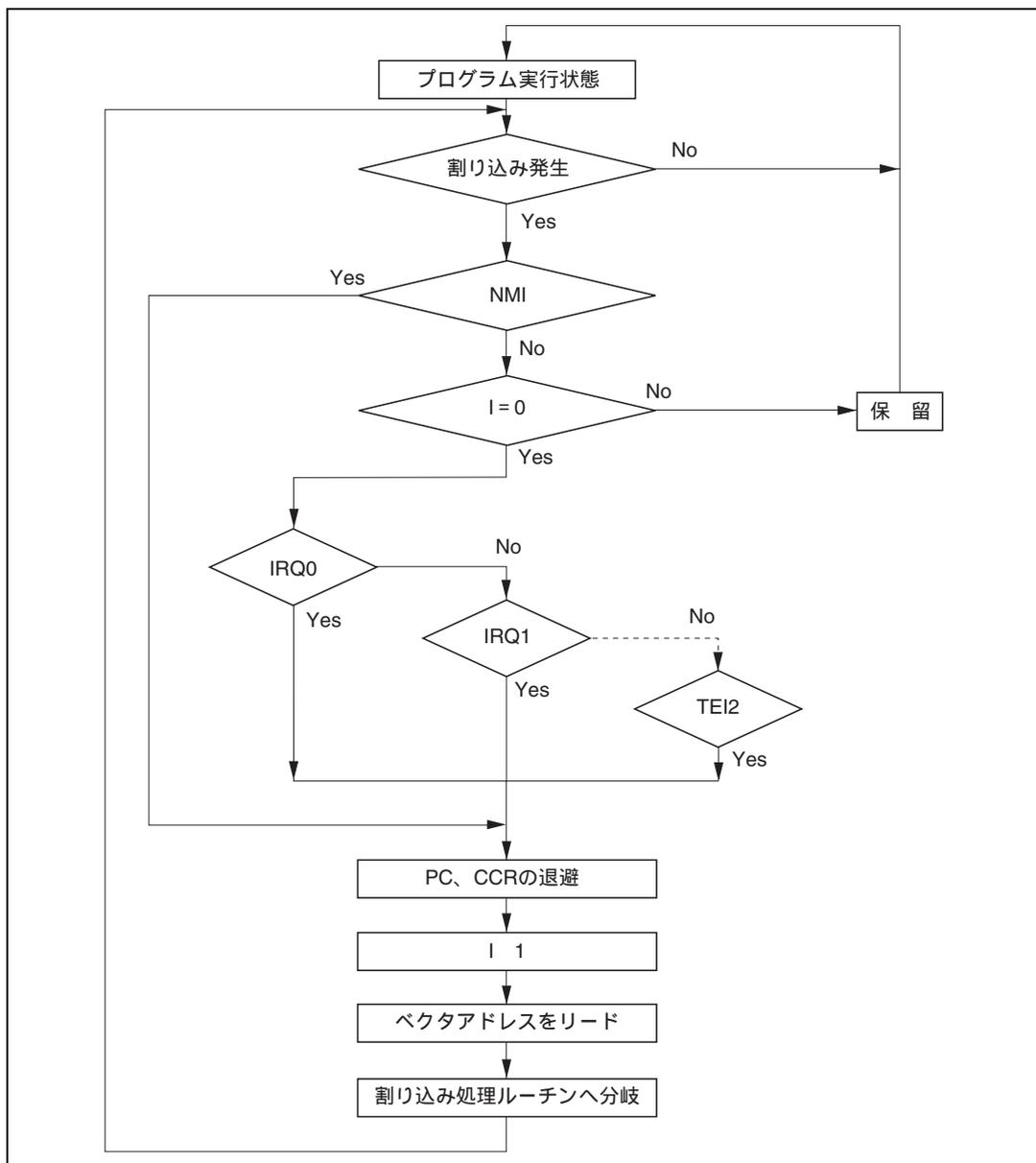


図 5.5 割り込み制御モード 0 の割り込み受け付けまでのフロー

5.4.3 割り込み制御モード 2

IRQ 割り込み、および内蔵周辺モジュールの割り込みは、CPU の EXR の割り込みマスクレベル(I2 ~ I0 ビット) と IPR との比較によって 8 レベルのマスクレベルを実現できます。

このときの割り込み受け付けの動作フローチャートを図 5.6 に示します。

- (1) 対応する割り込みイネーブルビットが1にセットされている状態で割り込み要因が発生したとき、割り込みコントローラに対して、割り込み要求が送られます。
- (2) 割り込みコントローラに対して割り込み要求が送られると、IPRに設定された割り込みプライオリティレベルに従って最も優先順位の高い割り込みが選択され、それより低位の優先順位の割り込み要求は保留となります。このとき、同一優先順位の割り込み要求が同時に複数個発生したときは、表5.4に示す優先度に従って、優先順位の最も高い割り込み要求が選択されます。
- (3) その後、選択された割り込み要求の優先順位とEXRの割り込みマスクレベルとが比較されます。ここで、そのときに設定されていたマスクレベル以下の要求は保留され、割り込みマスクレベルより優先順位の高い割り込み要求だけが受け付けられます。
- (4) 割り込み要求が受け付けられると、そのとき実行中の命令の処理が終了したあと、割り込み例外処理を起動します。
- (5) 割り込み例外処理によって、PC、CCRおよびEXRがスタック領域に退避されます。退避されるPCは、リターン後に実行する最初の命令のアドレスを示しています。
- (6) EXRのTビットが0にクリアされます。割り込みマスクレベルは受け付けた割り込みのプライオリティレベルに書き換えられます。
受け付けた割り込みがNMIのとき、割り込みマスクレベルはH'7に設定されます。
- (7) 受け付けた割り込みに対応するベクタアドレスを生成し、そのベクタアドレスの内容によって示されるアドレスから、割り込み処理ルーチンの実行が開始されます。

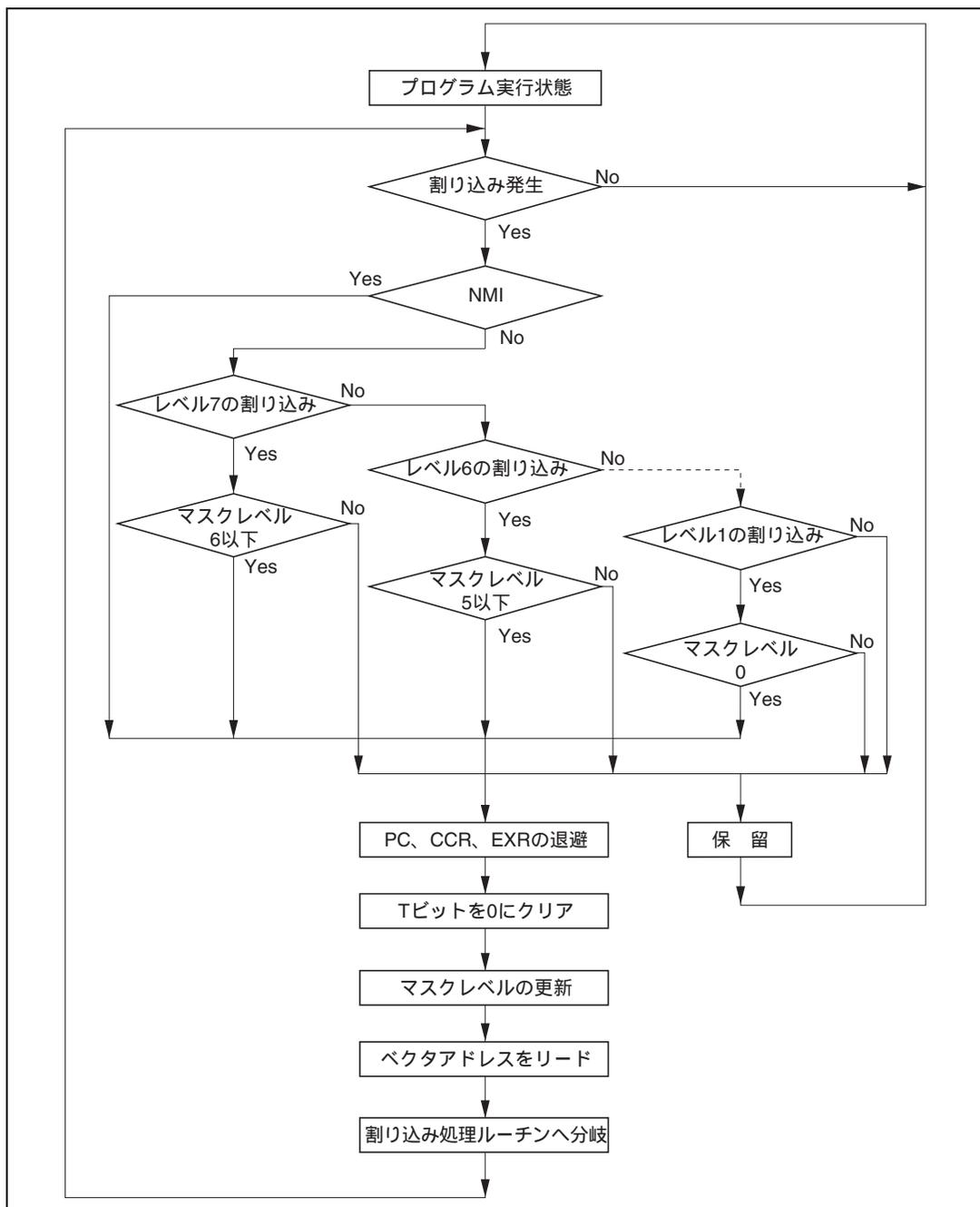
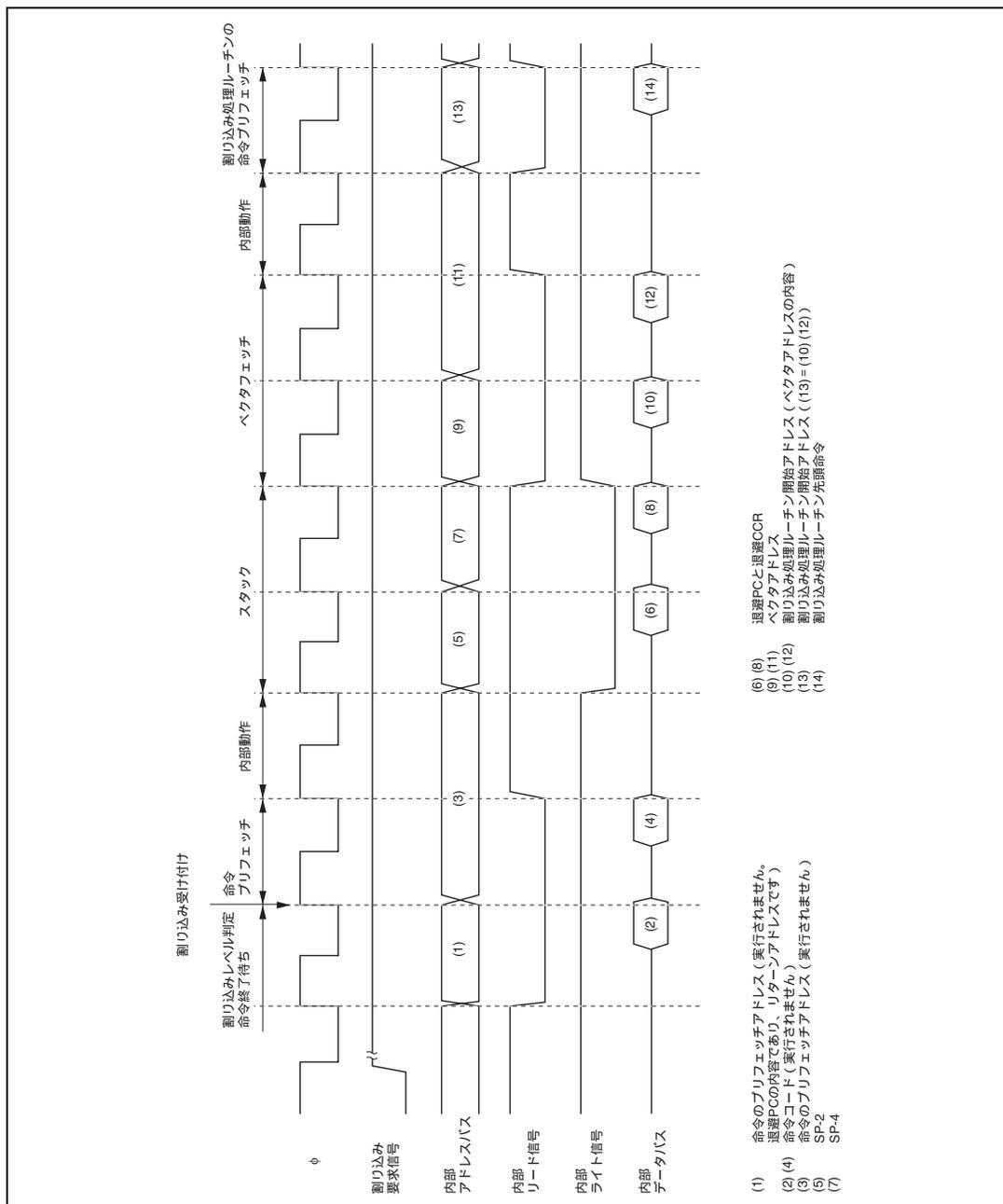


図 5.6 割り込み制御モード 2 の割り込み受け付けまでのフロー

5.4.4 割り込み例外処理シーケンス

図 5.7 に、割り込み例外処理シーケンスを示します。アドバンスモードで割り込み制御モード 0 とし、プログラム領域およびスタック領域を内蔵メモリとした場合の例です。



5.4.5 割り込み応答時間

本 LSI では、内蔵メモリに対する高速ワードアクセスを可能にしており、プログラム領域を内蔵 ROM、スタック領域を内蔵 RAM に設けることにより、処理速度の向上を図ることができます。

割り込み要求が発生してから、割り込み例外処理ルーチンの先頭命令が実行されるまでの割り込み応答時間を表 5.9 に示します。表 5.9 の実行状態の記号については表 5.10 を参照してください。

表 5.9 割り込み応答時間

No.	実行状態	アドバンスモード	
		INTM1=0	INTM1=1
1	割り込み優先順位判定 ^{*1}	3	
2	実行中の命令が終了するまでの待ち状態数 ^{*2}	$1 \sim (19 + 2 \cdot S_i)$	
3	PC、CCR および EXR のスタック	$2 \cdot S_k$	$3 \cdot S_k$
4	ベクタフェッチ	$2 \cdot S_l$	
5	命令フェッチ ^{*3}	$2 \cdot S_l$	
6	内部処理 ^{*4}	2	
合計 (内蔵メモリ使用時)		12 ~ 32	13 ~ 33

【注】 *1 内部割り込みの場合 2 ステートとなります。

*2 MULXS、DIVXS 命令について示しています。

*3 割り込み受け付け後のプリフェッチおよび割り込み処理ルーチンのプリフェッチです。

*4 割り込み受け付け後の内部処理およびベクタフェッチ後の内部処理です。

表 5.10 割り込み例外処理の実行状態のステート数

記号	アクセス対象				
	内部メモリ	外部デバイス			
		8 ビットバス		16 ビットバス	
		2 ステート アクセス	3 ステート アクセス	2 ステート アクセス	3 ステート アクセス
命令フェッチ S_l	1	4	$6 + 2m$	2	$3 + m$
分岐アドレスリード S_j					
スタック操作 S_k					

【記号説明】

m : 外部デバイスアクセス時のウェイトステート数

5.5 使用上の注意

5.5.1 割り込みの発生とディスエーブルとの競合

割り込みイネーブルビットを0にクリアして割り込みを禁止する場合、割り込みの禁止はその命令実行終了後に有効になります。

すなわち、BCLR 命令、MOV 命令などで割り込みイネーブルビットを0にクリアする場合、命令実行中にその割り込みが発生すると、命令実行終了時点では当該割り込み許可状態にあるため、命令実行終了後にその割り込み例外処理を実行します。ただし、その割り込みより優先順位の高い割り込み要求がある場合には優先順位の高い割り込み例外処理を実行し、その割り込みは無視されます。

割り込み要因フラグを0にクリアする場合も同様です。

TPU の TIER0 の TGIEA を0にクリアする場合の例を図 5.8 に示します。

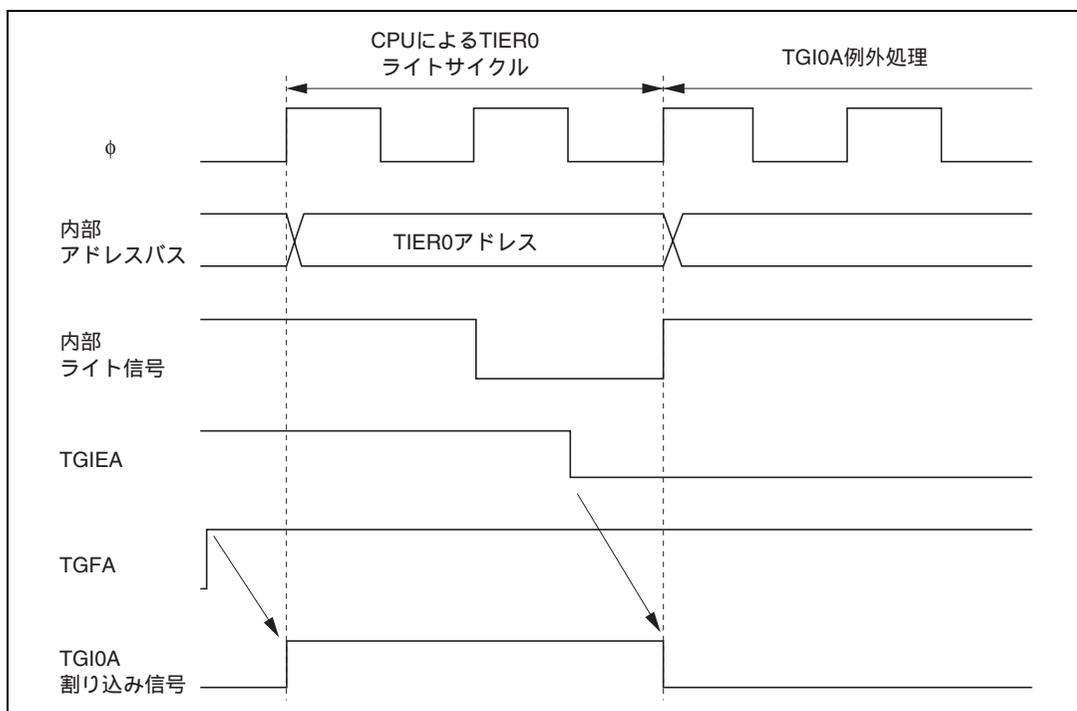


図 5.8 割り込みの発生とディスエーブルの競合

なお、割り込みをマスクした状態でイネーブルビットまたは割り込み要因フラグを0にクリアすれば、上記の競合は発生しません。

5.5.2 割り込みを禁止している命令

割り込みを禁止している命令には、LDC、ANDC、ORC、XORC 命令があります。これらの命令実行終了後は、NMI 割り込みを含めて割り込みが禁止され、必ず次の命令を実行します。

これらの命令により1ビットを設定した場合、命令実行終了の2ステート後に新しい値が有効になります。

5.5.3 割り込み禁止期間

割り込みコントローラには割り込み受け付けを禁止している期間があります。

CPU が LDC、ANDC、ORC、XORC 命令によってマスクレベルを更新したあとの 3 ステート期間は、割り込みコントローラは割り込みの受け付けを禁止します。

5.5.4 EEPMOV 命令実行中の割り込み

EEPMOV.B 命令と EEPMOV.W 命令では、割り込み動作が異なります。

EEPMOV.B 命令のときは、転送中に NMI を含めた割り込み要求があっても転送終了まで割り込みを受け付けません。

EEPMOV.W 命令のときは、転送中に割り込み要求があった場合、転送サイクルの切れ目で割り込み例外処理が開始されます。このときスタックされる PC の値は次命令のアドレスとなります。

このため、EEPMOV.W 命令実行中に割り込みが発生する場合には、以下のプログラムとしてください。

```
L1:      EEPMOV.W
        MOV.W      R4,R4
        BNE       L1
```

5.6 割り込みによる DTC、DMAC の起動

5.6.1 概要

割り込みにより、DTC、DMAC を起動することができます。この場合、以下の選択を行うことができます。

- (1) CPUに対する割り込み要求
- (2) DTCに対する起動要求
- (3) DMACに対する起動要求
- (4) (1) ~ (3) の複数の選択

なお、DTC、DMAC を起動できる割り込み要求については、「第 8 章 データ転送ファコントローラ (DTC) 」および「第 7 章 DMA コントローラ」を参照してください。

5.6.2 ブロック図

図 5.9 に、DTC、DMAC と割り込みコントローラのブロック図を示します。

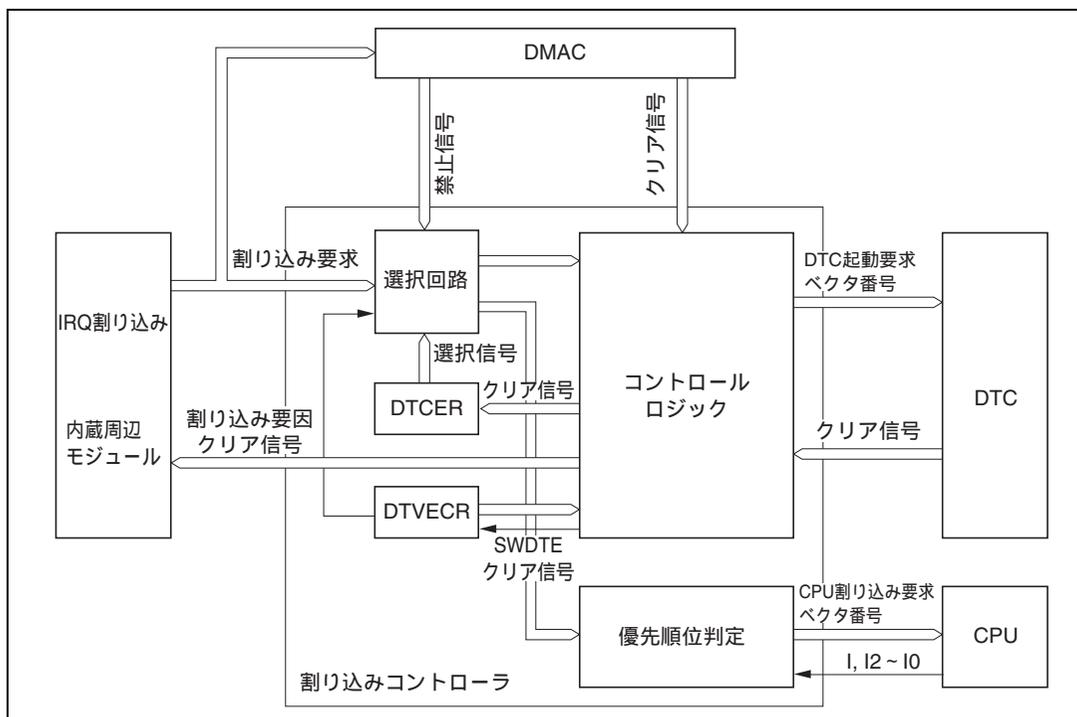


図 5.9 DTC、DMAC と割り込み制御

5.6.3 動作説明

DTC、DMAC 制御の割り込みコントローラの機能は 3 つに大別されます。

(1) 割り込み要因の選択

DMAC は、各チャンネルに直接、起動要因が入力されます。DMAC の各チャンネルの起動要因は DMACR の DTF3 ~ DTF0 ビットにより選択します。選択した起動要因を DMAC が管理するかを、DMABCR の DTA ビットによって選択することができます。DTA ビットを 1 にセットすると、その DMAC の起動要因になった割り込み要因は、DTC の起動要因および CPU の割り込み要因にはなりません。

DMAC に管理されている割り込み以外の割り込み要因は、DTC の DTCERA ~ DTCERF の DTCE ビットにより、DTC 起動要求とするか、CPU 割り込み要求とするかを選択します。

DTC の MRB の DISEL ビットの指定により、DTC のデータ転送後、DTCE ビットを 0 にクリアして、CPU に割り込みを要求することができます。

なお、DTC が所定回数のデータ転送を行い、転送カウンタが 0 になった場合には、DTC のデータ転送後、DTCE ビットを 0 にクリアして、CPU に割り込みを要求します。

(2) 優先順位判定

DTC の起動要因はデフォルトの優先順位に従って選択されます。マスクレベルやプライオリティレベルなどの影響を受けません。それぞれの優先順位は、「7.6 割り込み」、および「8.3.3 DTC ベクタテーブル」を参照してください。

DMAC は、各チャンネルに直接起動要因が入力されます。

(3) 動作順序

同一の割り込みを、DTC の起動要因と CPU の割り込み要因に選択した場合、DTC のデータ転送が行われ、その後、CPU の割り込み例外処理が行われます。

同一の割り込みを、DMAC の起動要因と、DTC の起動要因または CPU の割り込み要因に選択した場合、これらは独立に動作を行います。それぞれの動作状態およびバス権の優先順位に従います。

表 5.11 に、DMAC の DMABCR の DTA ビット、DTC の DTCERA ~ DTCERF の DTCE ビット、および DTC の MRB の DISEL ビットの設定による割り込み要因の選択と割り込み要因クリア制御を示します。

5. 割り込みコントローラ

表 5.11 割り込み要因の選択とクリア制御

設定内容			割り込み要因選択・クリア制御		
DMAC	DTC		DMAC	DTC	CPU
DTA	DTCE	DISEL			
0	0	*		x	
	1	0			x
		1			
1	*	*		x	x

【記号説明】

- : 当該割り込みを使用します。割り込み要因のクリアを行います。
(CPU は割り込み処理ルーチンで、要因フラグをクリアしてください。)
- : 当該割り込みを使用します。割り込み要因をクリアしません。
- x : 当該割り込みは使用できません。
- * : Don't care

(4) 使用上の注意

SCI および A/D 変換器の割り込み要因は、DMAC または DTC が所定のレジスタをリード/ライトしたときにクリアされ、DTA ビットや DISEL ビットには依存しません。

6. バスコントローラ

6.1 概要

本 LSI はバスコントローラ (BSC) を内蔵しており、外部アドレス空間を 8 つのエリアに分割して管理します。各エリアでは、バス幅、アクセスステート数などのバス仕様を独立に設定することが可能であり、複数のメモリを容易に接続することができます。

また、バスコントローラはバス権調停機能を持っており、内部バスマスタである CPU、DMA コントローラ (DMAC)、およびデータトランスファコントローラ (DTC) の動作を制御します。

6.1.1 特長

バスコントローラの特長を以下に示します。

- (1) 外部アドレス空間をエリア単位で管理
 - アドバンスモードでは外部空間を 2M バイト単位の 8 エリアに分割して管理
 - エリアごとにバス仕様を設定可能
 - DRAM / バースト ROM インタフェースを設定可能
- (2) 基本バスインタフェース
 - エリア 0~7 に対してチップセレクト ($\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$) を出力可能
 - エリアごとに、8 ビットアクセス空間 / 16 ビットアクセス空間を選択可能
 - エリアごとに、2 ステートアクセス空間 / 3 ステートアクセス空間を選択可能
 - エリアごとに、プログラムウェイトステートを挿入可能
- (3) DRAM インタフェース
 - エリア 2~5 に対して DRAM インタフェースを設定可能 (アドバンスモード時)
 - ロウアドレス / カラムアドレスのマルチプレクス出力 (8 / 9 / 10 ビット)
 - CAS2 本方式
 - バースト動作 (高速ページモード)
 - RAS プリチャージタイム確保のための TP サイクル挿入
 - CAS ビフォア RAS リフレッシュとセルフリフレッシュを選択可能
- (4) バースト ROM インタフェース
 - エリア 0 に対してバースト ROM インタフェースを設定可能
 - バーストアクセスの 1 または 2 ステートを選択可能
- (5) アイドルサイクル挿入
 - 異なるエリア間の外部リードサイクル時、アイドルサイクルを挿入可能
 - 外部リードサイクルの直後の外部ライトサイクル時、アイドルサイクルを挿入可能

6. バスコントローラ

- (6) ライトバッファ機能
 - 外部ライトサイクルと内部アクセスを並列に実行可能
 - DMAC のシングルアドレスモードと内部アクセスを並列に実行可能

- (7) バス権調停機能 (バスアービトレーション)
 - バスアービタを内蔵し、CPU、DMAC、および DTC のバス権を調停

- (8) その他
 - リフレッシュ用カウンタ (リフレッシュタイマ) をインターバルタイマとして使用可能
 - 外部バス権解放機能

6.1.2 ブロック図

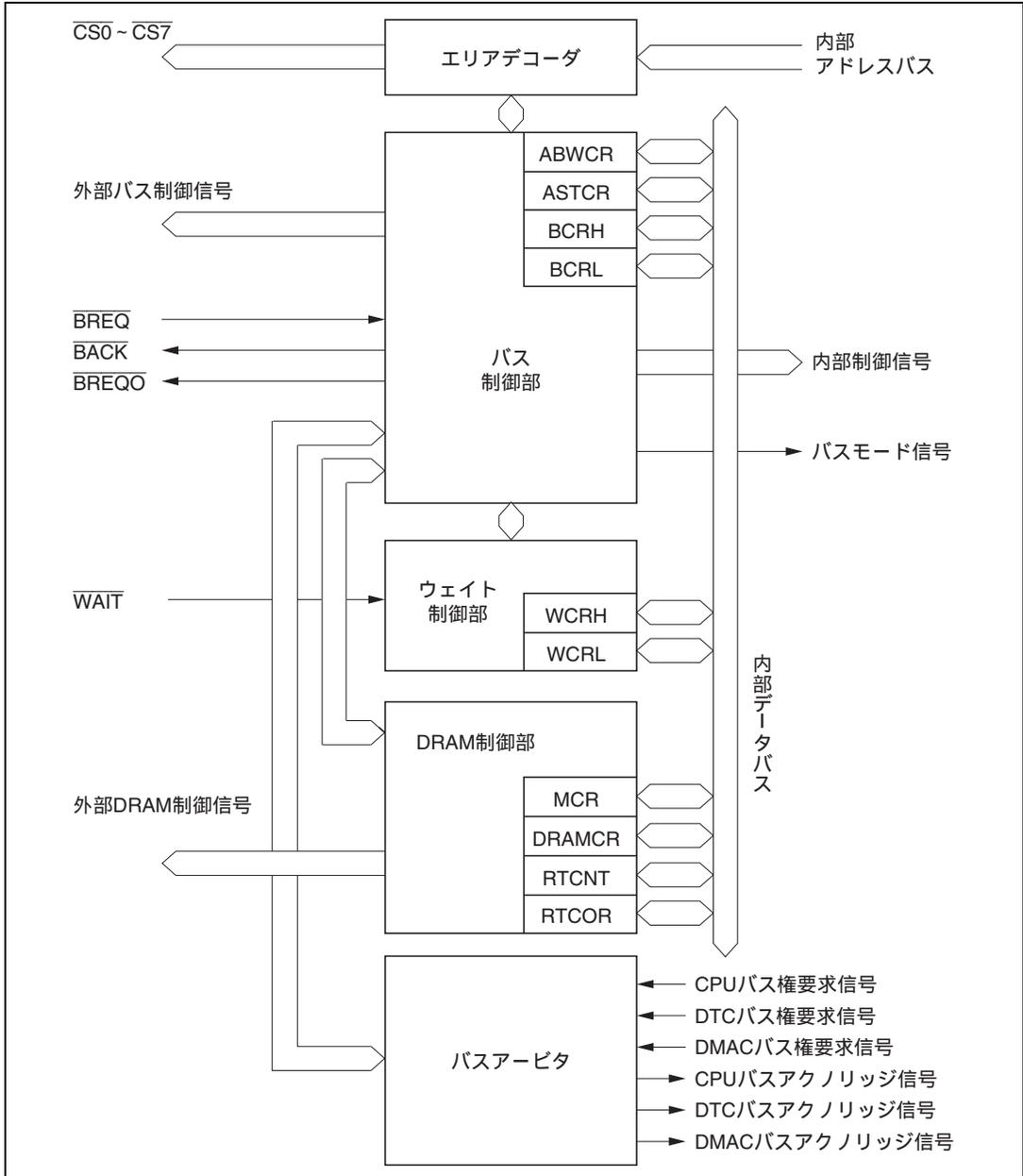


図 6.1 バスコントローラのブロック図

6.1.3 端子構成

表 6.1 にバスコントローラの端子構成を示します。

表 6.1 端子構成

名称	記号	入出力	機能
アドレスストロープ	AS	出力	アドレスバス上のアドレス出力が有効であることを示すストロープ信号。
リード	\overline{RD}	出力	外部空間をリードしていることを示すストロープ信号。
ハイライト/ ライトイネーブル	\overline{HWR}	出力	外部空間をライトし、データバスの上位側 (D15~D8) が有効であることを示すストロープ信号。 2CAS 方式の DRAM のライトイネーブル信号。
ローライト	\overline{LWR}	出力	外部空間をライトし、データバスの下位側 (D7~D0) が有効であることを示すストロープ信号。
チップセレクト 0	$\overline{CS0}$	出力	エリア 0 が選択されていることを示すストロープ信号。
チップセレクト 1	$\overline{CS1}$	出力	エリア 1 が選択されていることを示すストロープ信号。
チップセレクト 2/ ロウアドレスストロープ 2	$\overline{CS2}$	出力	エリア 2 が選択されていることを示すストロープ信号。 エリア 2 が DRAM 空間のとき、DRAM のロウアドレスストロープ信号。
チップセレクト 3/ ロウアドレスストロープ 3	$\overline{CS3}$	出力	エリア 3 が選択されていることを示すストロープ信号。 エリア 3 が DRAM 空間のとき、DRAM のロウアドレスストロープ信号。
チップセレクト 4/ ロウアドレスストロープ 4	$\overline{CS4}$	出力	エリア 4 が選択されていることを示すストロープ信号。 エリア 4 が DRAM 空間のとき、DRAM のロウアドレスストロープ信号。
チップセレクト 5/ ロウアドレスストロープ 5	$\overline{CS5}$	出力	エリア 5 が選択されていることを示すストロープ信号。 エリア 5 が DRAM 空間のとき、DRAM のロウアドレスストロープ信号。
チップセレクト 6	$\overline{CS6}$	出力	エリア 6 が選択されていることを示すストロープ信号。
チップセレクト 7	$\overline{CS7}$	出力	エリア 7 が選択されていることを示すストロープ信号。
アッパーカラムアドレス ストロープ	CAS	出力	2CAS 方式の DRAM のアッパーカラムアドレスストロープ信号。
ロウアーカラムアドレス ストロープ	\overline{LCAS}	出力	DRAM のロウアーカラムアドレスストロープ信号。
ウェイト	WAIT	入力	外部 3 ステートアクセス空間をアクセスするときのウェイト要求信号。
バス権要求	BREQ	入力	バス権を外部に解放する要求信号。
バス権要求アクノリッジ	BACK	出力	バス権を解放したことを示すアクノリッジ信号。
バス権要求出力	BREQO	出力	外部バス権解放状態で、内部バスマスタが外部空間をアクセスするときの、外部バス権要求信号。

6.1.4 レジスタ構成

表 6.2 にバスコントローラのレジスタ構成を示します。

表 6.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス* ¹
			リセット	
バス幅コントロールレジスタ	ABWCR	R/W	H'FF/H'00* ²	H'FED0
アクセスステートコントロールレジスタ	ASTCR	R/W	H'FF	H'FED1
ウェイトコントロールレジスタ H	WCRH	R/W	H'FF	H'FED2
ウェイトコントロールレジスタ L	WCRL	R/W	H'FF	H'FED3
バスコントロールレジスタ H	BCRH	R/W	H'D0	H'FED4
バスコントロールレジスタ L	BCRL	R/W	H'3C	H'FED5
メモリコントロールレジスタ	MCR	R/W	H'00	H'FED6
DRAM コントロールレジスタ	DRAMCR	R/W	H'00	H'FED7
リフレッシュタイムカウンタ	RTCNT	R/W	H'00	H'FED8
リフレッシュタイムコンスタントレジスタ	RTCOR	R/W	H'FF	H'FED9

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 MCU 動作モードによって決まります。

6.2 各レジスタの説明

6.2.1 バス幅コントロールレジスタ (ABWCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	ABW7	ABW6	ABW5	ABW4	ABW3	ABW2	ABW1	ABW0
モード 5~7								
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
モード 4								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ABWCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各エリアを 8 ビットアクセス空間または 16 ビットアクセス空間のいずれかに設定します。

ABWCR は、外部メモリ空間のデータバス幅を設定します。内蔵メモリおよび内部 I/O レジスタのバス幅は ABWCR の設定値にかかわらず固定です。

ABWCR は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、モード 5~7*では H'FF に初期化され、モード 4 では、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

【注】* モード 6、7 は ROM なし版では使用できません。

ビット 7~0 : エリア 7~0 バス幅コントロール (ABW7~ABW0)

対応するエリアを 8 ビットアクセス空間とするか、16 ビットアクセス空間とするかを選択します。

ビット n	説明
ABWn	
0	エリア n を 16 ビットアクセス空間に設定
1	エリア n を 8 ビットアクセス空間に設定

(n=7~0)

6.2.2 アクセスステートコントロールレジスタ (ASTCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	AST7	AST6	AST5	AST4	AST3	AST2	AST1	AST0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ASTCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各エリアを 2 ステートアクセス空間または 3 ステートアクセス空間のいずれかに設定します。

ASTCR は、外部メモリ空間のアクセスステート数を設定します。内蔵メモリおよび内部 I/O レジスタに対するアクセスステート数は ASTCR の設定値にかかわらず固定です。

ASTCR は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、H'FF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット7~0: エリア7~0 アクセスステートコントロール (AST7~AST0)

対応するエリアを2ステートアクセス空間にするか、3ステートアクセス空間とするかを選択します。

同時に、ウェイトステートの挿入を許可または禁止します。

ビット n	説明
ASTn	
0	エリア n を 2 ステートアクセス空間に設定 エリア n の外部空間アクセスにウェイトステートの挿入を禁止
1	エリア n の外部空間アクセスは 3 ステートアクセス (初期値) エリア n の外部空間アクセスにウェイトステートの挿入を許可

(n=7~0)

6.2.3 ウェイトコントロールレジスタ H、L (WCRH、WCRL)

WCRH、WCRL は、それぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各エリアのプログラムウェイトステート数を選択します。

内蔵メモリおよび内部 I/O レジスタに対しては、プログラムウェイトは挿入されません。

WCRH、WCRL は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、HFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

(1) WCRH

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	W71	W70	W61	W60	W51	W50	W41	W40
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

ビット7、6: エリア7ウェイトコントロール1、0 (W71、W70)

ASTCR の AST7 ビットが 1 にセットされた状態でエリア7の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット7	ビット6	説明
W71	W70	
0	0	エリア7の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア7の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	エリア7の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	エリア7の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを3ステート挿入 (初期値)

6. パスコントローラ

ビット 5、4：エリア 6 ウェイトコントロール 1、0 (W61、W60)

ASTCR の AST6 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 6 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 5	ビット 4	説明
W61	W60	
0	0	エリア 6 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 6 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 6 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 6 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

ビット 3、2：エリア 5 ウェイトコントロール 1、0 (W51、W50)

ASTCR の AST5 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 5 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 3	ビット 2	説明
W51	W50	
0	0	エリア 5 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 5 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 5 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 5 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

ビット 1、0：エリア 4 ウェイトコントロール 1、0 (W41、W40)

ASTCR の AST4 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 4 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 1	ビット 0	説明
W41	W40	
0	0	エリア 4 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 4 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 4 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 4 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

(2) WCRL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	W31	W30	W21	W20	W11	W10	W01	W00
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

ビット 7、6：エリア 3 ウェイトコントロール 1、0 (W31、W30)

ASTCR の AST3 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 3 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 7	ビット 6	説明
W31	W30	
0	0	エリア 3 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 3 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 3 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 3 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

ビット 5、4：エリア 2 ウェイトコントロール (W21、W20)

ASTCR の AST2 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 2 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 5	ビット 4	説明
W21	W20	
0	0	エリア 2 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 2 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 2 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 2 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

ビット 3、2：エリア 1 ウェイトコントロール 1、0 (W11、W10)

ASTCR の AST1 ビットが 1 にセットされた状態でエリア 1 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 3	ビット 2	説明
W11	W10	
0	0	エリア 1 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 1 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 1 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 1 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

6. バスコントローラ

ビット 1、0：エリア 0 ウェイトコントロール 1、0 (W01、W00)

ASTCR の AST0 ビットが 1 にセットされた状態で、エリア 0 の外部空間をアクセスするときの、プログラムウェイトステート数を選択します。

ビット 1	ビット 0	説明
W01	W00	
0	0	エリア 0 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを挿入しない
	1	エリア 0 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 1 ステート挿入
1	0	エリア 0 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 2 ステート挿入
	1	エリア 0 の外部空間アクセス時、プログラムウェイトを 3 ステート挿入 (初期値)

6.2.4 バスコントロールレジスタ H (BCRH)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	ICIS1	ICIS0	BRSTRM	BRSTS1	BRSTS0	RMTS2	RMTS1	RMTS0
初期値	1	1	0	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

BCRH は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、アイドルサイクル挿入の許可または禁止、エリア 2~5 およびエリア 0 のメモリインタフェースの選択を行います。

BCRH は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、H'D0 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7：アイドルサイクル挿入 1 (ICIS1)

異なるエリアの外部リードサイクルが連続する場合、バスサイクルの間にアイドルサイクルを 1 ステート挿入するか、挿入しないかを選択します。

ビット 7	説明
ICIS1	
0	異なるエリアの外部リードサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入しない
1	異なるエリアの外部リードサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入する (初期値)

ビット 6：アイドルサイクル挿入 0 (ICIS0)

外部リードサイクルと外部ライトサイクルが連続する場合、バスサイクルの間にアイドルサイクルを 1 ステート挿入するか、挿入しないかを選択します。

ビット 6	説明
ICIS0	
0	外部リードサイクルと外部ライトサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入しない
1	外部リードサイクルと外部ライトサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入する (初期値)

ビット5: バーストROM イネーブル (BRSTRM)
 エリア0をバーストROM インタフェースとするかを選択します。

ビット5	説明
BRSTRM	
0	エリア0は基本バスインタフェース (初期値)
1	エリア0はバーストROM インタフェース

ビット4: バーストサイクルセレクト1 (BRSTS1)
 バーストROM インタフェースのバーストサイクル数を選択します。

ビット4	説明
BRSTS1	
0	バーストサイクルは1ステート
1	バーストサイクルは2ステート (初期値)

ビット3: バーストサイクルセレクト0 (BRSTS0)
 バーストROM インタフェースのバーストアクセス可能なワード数を選択します。

ビット3	説明
BRSTS0	
0	バーストアクセスは最大4ワード (初期値)
1	バーストアクセスは最大8ワード

ビット2~0: RAM タイプセレクト (RMTS2~RMTS0)
 アドバンスモードのときに、エリア2~5のメモリインタフェースを選択します。
 DRAM空間を選択すると、当該エリアはDRAMインタフェースとなります。

ビット2	ビット1	ビット0	説明			
RMTS2	RMTS1	RMTS0	エリア5	エリア4	エリア3	エリア2
0	0	0	通常空間			
		1	通常空間			DRAM空間
	1	0	通常空間		DRAM空間	
		1	DRAM空間			
1						

2CAS方式DRAMインタフェースの $\overline{\text{LCAS}}$ 信号として、 $\overline{\text{LCAS}}$ 端子を使用します。なお、 $\overline{\text{LCAS}}$ 信号を使用し、 $\overline{\text{BREQO}}$ 出力を使用したいときは、PFCSR2のBREQOPSビットによってP53端子に切り替えることができます。詳細は「9.6 ポート5」、「9.16 ポートF」を参照してください。

6.2.5 バスコントロールレジスタ L (BCRL)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	BRLE	BREQOE	EAE	-	DDS	-	WDBE	WAITE
初期値	0	0	1	1	1	1	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

BCRL は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、外部バス解放状態のプロトコルの選択、エリア分割単位の選択、ライトデータバッファ機能の許可または禁止、WAIT 端子入力の許可または禁止の選択を行います。

BCRL は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、H'3C に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7: バスリリースイネーブル (BRLE)

外部バス権の解放を許可または禁止します。

ビット 7	説明
BRLE	
0	外部バス権の解放を禁止。 $\overline{\text{BREQ}}$ 、 $\overline{\text{BACK}}$ 、 $\overline{\text{BREQO}}$ 端子は入出力ポートとして使用可 (初期値)
1	外部バス権の解放を許可

ビット 6: BREQO 端子イネーブル (BREQOE)

外部バス解放状態のとき、内部バスマスタが外部空間アクセスを行うとき、またはリフレッシュ要求が発生したとき、外部バスマスタに対してバス権要求信号 ($\overline{\text{BREQ}}$) を取り下げるよう要求する信号を出力します。

ビット 6	説明
BREQOE	
0	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力禁止。 $\overline{\text{BREQO}}$ 端子は入出力ポートとして使用可 (初期値)
1	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力許可

ビット5：外部アドレスイネーブル（EAE）

アドレス H'010000 ~ H'03FFFF*² を内部アドレスとするか、外部アドレスとするかを選択します。

ビット5	説明		
EAE	H8S/2339、H8S/2338	H8S/2337	H8S/2332
0	内蔵 ROM	アドレス H'010000 ~ H'01FFFF は内蔵 ROM、 アドレス H'020000 ~ H'03FFFF はリザーブ領域* ¹	リザーブ領域* ¹
1	アドレス H'010000 ~ H'03FFFF は外部拡張モードの場合外部アドレス、 シングルチップモードの場合はリザーブ領域* ¹		

【注】 *¹ リザーブ領域はアクセスしないでください。

*² H8S/2339 では H'010000 ~ H'05FFFF になります。

ビット4：リザーブビット

リザーブビットです。1 をライトしてください。

ビット3：DACK タイミングセレクト（DDS）

DRAM インタフェース時、DMAC シングルアドレス転送のバスタイミングを選択します。

ビット3	説明
DDS	
0	DRAM 空間に対して DMAC シングルアドレス転送を行う場合、必ずフルアクセスを実行。 DACK 信号は Tr または T1 サイクルから Low レベルを出力
1	DRAM 空間に対して DMAC シングルアドレス転送を行う場合もバーストアクセス可能。 DACK 信号は TC1 または T2 サイクルから Low レベルを出力 (初期値)

ビット2：リザーブビット

リザーブビットです。1 をライトしてください。

ビット1：ライトデータバッファイネーブル（WDBE）

外部ライトサイクルまたは DMAC のシングルアドレスサイクルのとき、ライトバッファ機能を使用するか、使用しないかを選択します。

ビット1	説明
WDBE	
0	ライトデータバッファ機能を使用しない (初期値)
1	ライトデータバッファ機能を使用する

6. パスコントローラ

ビット 0 : WAIT 端子イネーブル (WAITE)

$\overline{\text{WAIT}}$ 端子によるウェイト入力の許可または禁止を選択します。

ビット 0	説明
WAITE	
0	$\overline{\text{WAIT}}$ 端子によるウェイト入力を禁止。 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子は入出力ポートとして使用可 (初期値)
1	$\overline{\text{WAIT}}$ 端子によるウェイト入力を許可

6.2.6 メモリコントロールレジスタ (MCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TPC	BE	RCDM	-	MXC1	MXC0	RLW1	RLW0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、エリア 2~5 を DRAM インタフェースに設定しているとき、DRAM に対するストロープ制御方法、プリチャージサイクル数、アクセスモード、アドレスマルチプレクスのシフト量およびリフレッシュ時に挿入するウェイトステート数の選択を行います。

MCR は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7 : TP サイクルコントロール (TPC)

DRAM 空間に設定したエリア 2~5 へのアクセスのとき、プリチャージサイクル (TP) を 1 ステートにするか、2 ステートにするかを選択します。

ビット 7	説明
TPC	
0	プリチャージサイクルを 1 ステート挿入 (初期値)
1	プリチャージサイクルを 2 ステート挿入

ビット 6 : パーストアクセスイネーブル (BE)

DRAM 空間に設定したエリア 2~5 へのパーストアクセスの許可または禁止を選択します。DRAM 空間のパーストアクセスは高速ページモードになります。

ビット 6	説明
BE	
0	パースト禁止 (常にフルアクセス) (初期値)
1	DRAM 空間アクセス時、高速ページモードでアクセス

ビット5：RAS ダウンモード (RCDM)

エリア 2~5 を DRAM 空間に設定した場合、DRAM へのアクセスが途切れたときに、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号を Low レベルにしたままで、次の DRAM へのアクセスを待つか (RAS ダウンモード)、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号を High レベルに戻すか (RAS アップモード) を選択します。

ビット5	説明
RCDM	
0	DRAM インタフェース：RAS アップモードを選択 (初期値)
1	DRAM インタフェース：RAS ダウンモードを選択

ビット4：リザーブビット

リザーブビットです。1 をライトしてください。

ビット3、2：マルチプレクスシフトカウント 1、0 (MXC1、MXC0)

DRAM インタフェース時に、ロウアドレス / カラムアドレスのマルチプレクスに対するロウアドレスの下位側へのシフト量を選択します。また、DRAM インタフェースのバースト動作時に比較するロウアドレスを選択します。

ビット3	ビット2	説明
MXC1	MXC0	
0	0	8 ビットシフト (初期値) (1) 8 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A8 (2) 16 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A9
	1	9 ビットシフト (1) 8 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A9 (2) 16 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A10
1	0	10 ビットシフト (1) 8 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A10 (2) 16 ビットアクセス空間設定時：比較対象ロウアドレスは A23 ~ A11
	1	-

ビット1、0：リフレッシュサイクルウェイトコントロール 1、0 (RLW1、RLW0)

DRAM インタフェースの CAS ピフォア RAS リフレッシュサイクルに対して、挿入するウェイトステート数を選択します。DRAM 空間に設定しているすべてのエリアに共通です。WAIT 端子によるウェイト入力禁止されています。

ビット1	ビット0	説明
RLW1	RLW0	
0	0	ウェイトステートを挿入しない (初期値)
	1	ウェイトステートを 1 ステート挿入する
1	0	ウェイトステートを 2 ステート挿入する
	1	ウェイトステートを 3 ステート挿入する

6.2.7 DRAM コントロールレジスタ (DRAMCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	RFSHE	RCW	RMODE	CMF	CMIE	CKS2	CKS1	CKS0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DRAMCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DRAM のリフレッシュモード、リフレッシュカウンタのクロック選択およびリフレッシュタイマの制御を設定します。

DRAMCR は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7: リフレッシュ制御 (RFSHE)

リフレッシュ制御を行うか、行わないかを選択します。リフレッシュ制御を行わないときには、リフレッシュタイマをインターバルタイマとして使用することができます。

ビット 7	説明
RFSHE	
0	リフレッシュ制御を行わない (初期値)
1	リフレッシュ制御を行う

ビット 6: RAS・CAS 間ウェイト (RCW)

DRAM インタフェースの CAS ビフォア RAS リフレッシュ時、ウェイトステートの挿入を制御します。

ビット 6	説明
RCW	
0	CAS ビフォア RAS リフレッシュ時のウェイトステートの挿入を禁止 (初期値) RAS 立ち下がりは Tr サイクル
1	CAS ビフォア RAS リフレッシュ時にウェイトを 1 ステート挿入 RAS 立ち下がりは Tc1 サイクル

ビット 5: リフレッシュモード (RMODE)

ソフトウェアスタンバイ時、セルフリフレッシュを行うかを選択します。

ビット 5	説明
RMODE	
0	ソフトウェアスタンバイ時にセルフリフレッシュを行わない (初期値)
1	ソフトウェアスタンバイ時にセルフリフレッシュを行う

ビット4：コンペアマッチフラグ（CMF）

RTCNT と RTCOR の値が一致したことを示すステータスフラグです。

リフレッシュ制御を行っている場合（RFSHE = 1）、DRAMCR にライトをするときには CMF は 1 をライトしてください。

ビット4	説明
CMF	
0	[クリア条件] CMF = 1 の状態で、CMF フラグをリードしたあと、CMF フラグに 0 をライトしたとき (初期値)
1	[セット条件] RTCNT = RTCOR になったとき

ビット3：コンペアマッチ割り込みイネーブル（CMIE）

DRAMCR の CMF フラグが 1 にセットされたとき、CMF フラグによる割り込み要求（CMI）を許可または禁止します。

リフレッシュ制御を行う場合（RFSHE = 1）、CMIE ビットは常に 0 にクリアされています。

ビット3	説明
CMIE	
0	CMF フラグによる割り込み要求（CMI）を禁止 (初期値)
1	CMF フラグによる割り込み要求（CMI）を許可

ビット2～0：リフレッシュカウンタクロックセレクト（CKS2～CKS0）

システムクロック（ ϕ ）を分周して得られる 7 種類の内部クロックから RTCNT に入力するクロックを選択します。CKS2～CKS0 ビットで入力クロックを選択すると、RTCNT がカウントアップを開始します。

ビット2	ビット1	ビット0	説明
CKS2	CKS1	CKS0	
0	0	0	カウント動作停止 (初期値)
		1	$\phi / 2$ でカウント
	1	0	$\phi / 8$ でカウント
		1	$\phi / 32$ でカウント
1	0	0	$\phi / 128$ でカウント
		1	$\phi / 512$ でカウント
	1	0	$\phi / 2048$ でカウント
		1	$\phi / 4096$ でカウント

6.2.8 リフレッシュタイマカウンタ (RTCNT)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

RTCNT は 8 ビットのリード/ライト可能なアップカウンタです。

RTCNT は、DRAMCR の CKS2 ~ CKS0 ビットで選択された内部クロックにより、カウントアップします。

RTCNT が RTCOR に一致(コンペアマッチ)すると、DRAMCR の CMF フラグが 1 にセットされ、RTCNT は H'00 にクリアされます。このとき、DRAMCR の RFSHE ビットが 1 にセットされていると、リフレッシュサイクルが起動されます。また、DRAMCR の CMIE ビットが 1 にセットされているとき、コンペアマッチ割り込み (CMI) が発生します。

RTCNT は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時 H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

6.2.9 リフレッシュタイムコンスタントレジスタ (RTCOR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

RTCOR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、RTCNT とのコンペアマッチ周期を設定します。

RTCOR と RTCNT の値は常に比較されており、両方の値が一致すると、DRAMCR の CMF フラグが 1 にセットされ、RTCNT は H'00 にクリアされます。

RTCOR は、リセットおよびハードウェアスタンバイモード時 H'FF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

6.3 バス制御の概要

6.3.1 エリア分割

バスコントローラは、アドバンスモードのとき、16M バイトのアドレス空間を 2M バイト単位で、エリア 0~7 の 8 つのエリアに分割し、エリア単位で外部空間のバス制御を行います。図 6.2 にメモリマップの概要を示します。

各エリアごとに、チップセレクト信号 ($\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$) を出力することができます。

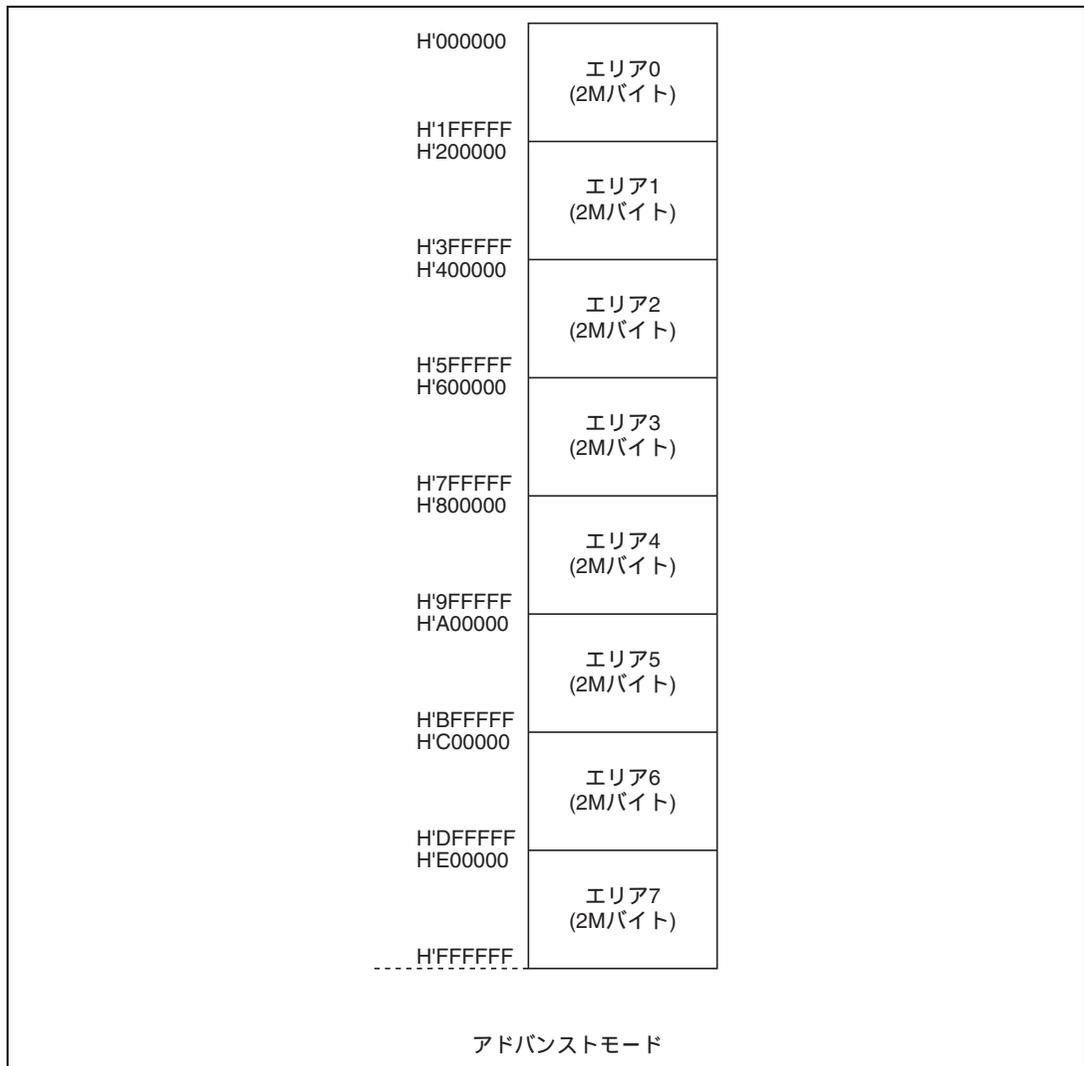


図 6.2 エリア分割の様子

6.3.2 バス仕様

外部空間のバス仕様は、(1)バス幅、(2)アクセスステート数、(3)プログラムウェイトステート数、の3つの要素で構成されます。

なお、内蔵メモリ、内部 I/O レジスタは、バス幅・アクセスステート数は固定で、バスコントローラの影響を受けません。

(1) バス幅

バス幅は ABWCR により、8 ビットまたは 16 ビットを選択します。8 ビットバスを選択したエリアが 8 ビットアクセス空間、16 ビットバスを選択したエリアが 16 ビットアクセス空間です。

すべてのエリアを 8 ビットアクセス空間に設定すると 8 ビットバスモードに、いずれかのエリアを 16 ビットアクセス空間に設定すると 16 ビットバスモードになります。なお、バースト ROM インタフェースを設定すると、常に 16 ビットバスモードとなります。

(2) アクセスステート数

アクセスステート数は、ASTCR により、2 ステートまたは 3 ステートを選択します。2 ステートアクセスを選択したエリアが 2 ステートアクセス空間、3 ステートアクセスを選択したエリアが 3 ステートアクセス空間です。

なお、DRAM インタフェースやバースト ROM インタフェースでは、ASTCR によらず、アクセスステート数が決まる場合があります。

2 ステートアクセス空間に設定すると、ウェイトの挿入が禁止されます。

(3) プログラムウェイトステート数

ASTCR によって 3 ステートアクセス空間に設定したとき、WCRH、WCRL により、自動的に挿入するプログラムウェイトステート数を選択します。プログラムウェイトは 0~3 ステートを選択可能です。

基本バスインタフェースの各エリアのバス仕様を表 6.3 に示します。

表 6.3 各エリアのバス仕様 (基本バスインタフェース)

ABWCR	ASTCR	WCRH, WCRL		バス仕様 (基本バスインタフェース)		
		Wn1	Wn0	バス幅	アクセスステート数	プログラムウェイトステート数
0	0	-	-	16	2	0
			0			0
	1	0	1		1	1
			0		0	2
		1	0		1	3
			1		1	3
1	0	-	-	8	2	0
			0			0
	1	0	1		1	1
			0		0	2
		1	0		1	3
			1		1	3

6.3.3 メモリインタフェース

本 LSI のメモリインタフェースには、ROM、SRAM などの直結が可能な基本バスインタフェース、DRAM の直結が可能な DRAM インタフェース、およびバースト ROM の直結が可能なバースト ROM インタフェースがあり、エリア単位で選択することができます。

基本バスインタフェースを設定したエリアが通常空間です。また、DRAM インタフェースを設定したエリアが DRAM 空間、バースト ROM インタフェースを設定したエリアがバースト ROM 空間です。

6.3.4 アドバンスモード

各エリアの初期状態は、基本バスインタフェースかつ 3 ステートアクセス空間になっています。バス幅の初期状態は動作モードで選択します。ここで説明しているバス仕様に関しては、基本的なことについてのみ記載していますので、必ず「6.4 基本バスインタフェース」、「6.5 DRAM インタフェース」、「6.7 バースト ROM インタフェース」の各メモリインタフェースの項目を確認してください。

(1) エリア 0

エリア 0 は内蔵 ROM を含んでおり、ROM 無効拡張モードでは、エリア 0 のすべての空間が外部空間となります。ROM 有効拡張モードでは、内蔵 ROM を除いた空間が外部空間となります。

エリア 0 の外部空間をアクセスするとき、 $\overline{CS0}$ 信号を出力することができます。

エリア 0 は、基本バスインタフェースまたはバースト ROM インタフェースを選択することができます。

(2) エリア 1、6

エリア 1、6 は、外部拡張モードのとき、エリア 1、6 のすべての空間が外部空間となります。

エリア 1、6 の外部空間をアクセスするとき、それぞれ、 $\overline{CS1}$ 、 $\overline{CS6}$ 端子信号を出力することができます。

エリア 1、6 は、基本バスインタフェースのみを使用することができます。

(3) エリア 2~5

エリア 2~5 は外部拡張モードのとき、エリア 2~5 のすべての空間が外部空間となります。

エリア 2~5 の外部空間をアクセスするとき、 $\overline{CS2}$ ~ $\overline{CS5}$ 信号を出力することができます。

エリア 2~5 は、基本バスインタフェースまたは DRAM インタフェースを選択することができます。DRAM インタフェースでは、 $\overline{CS2}$ ~ $\overline{CS5}$ 信号は \overline{RAS} 信号として使用されます。

(4) エリア 7

エリア 7 は内蔵 RAM および内部 I/O レジスタを含んでおり、外部拡張モードのとき、内蔵 RAM および内部 I/O レジスタ空間を除いた空間が外部空間となります。なお、内蔵 RAM はシステムコントロールレジスタ (SYSCR) の RAME ビットを 1 にセットしたとき有効で、RAME ビットを 0 にクリアすると、内蔵 RAM は無効になり、対応するアドレスは外部空間になります。

エリア 7 の外部空間をアクセスするとき、 $\overline{CS7}$ 信号を出力することができます。

エリア 7 のメモリインタフェースには、基本バスインタフェースのみを使用することができます。

6.3.5 チップセレクト信号

本 LSI は、エリア 0~7 に対して、それぞれチップセレクト信号 ($\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$) を出力することができ、当該エリアの外部空間をアクセスしたとき、Low レベルを出力します。

図 6.3 に \overline{CSn} ($n=0 \sim 7$) 信号出力タイミング例を示します。

\overline{CSn} 信号出力の許可または禁止は各 \overline{CSn} 端子に対応するポートのデータディレクションレジスタ (DDR)、CS167 イネーブル (CS167E)、および CS25 イネーブル (CS25E) を設定することにより行います。

ROM 無効拡張モードでは、 $\overline{CS0}$ 端子は、リセット後に出力状態になっています。 $\overline{CS1} \sim \overline{CS7}$ 端子はリセット後に入力状態になっていますので、 $\overline{CS1} \sim \overline{CS7}$ 信号を出力する場合には対応する DDR、CS167E、および CS25E を設定してください。

ROM 有効拡張モードでは、 $\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$ 端子はすべて、リセット後に入力状態になっていますので、 $\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$ 信号を出力する場合には対応する DDR、CS167E、および CS25E を設定してください。

詳細は「第 9 章 I/O ポート」の章を参照してください。

なお、エリア 2~5 を DRAM 空間に設定したとき、 $\overline{CS2} \sim \overline{CS5}$ 出力は \overline{RAS} 信号として使用されません。

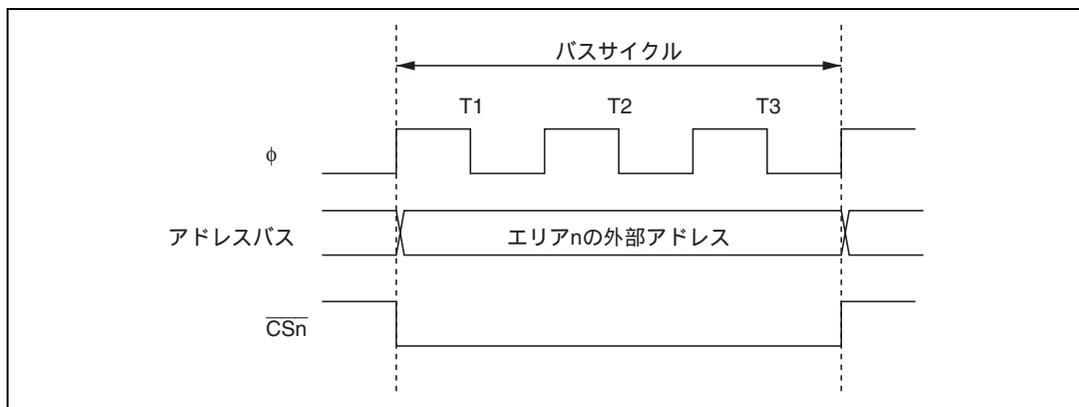


図 6.3 \overline{CSn} 信号出力タイミング ($n=0 \sim 7$)

6.4 基本バスインタフェース

6.4.1 概要

基本バスインタフェースは、ROM、SRAMなどの直結が可能です。

ABWCR、ASTCR、WCRH、WCRLによってバス仕様を選択できます。表 6.3 を参照してください。

6.4.2 データサイズとデータアライメント

CPU およびそのほかの内部バスマスタのデータサイズには、バイト、ワード、ロングワードがあります。バスコントローラは、データアライメント機能を持っており、外部空間をアクセスするとき、上位側データバス (D15~D8) を使用するか、下位側データバス (D7~D0) を使用するかを、アクセスするエリアのバス仕様 (8 ビットアクセス空間か 16 ビットアクセス空間) とデータサイズによって制御します。

(1) 8 ビットアクセス空間

図 6.4 に 8 ビットアクセス空間のデータアライメント制御を示します。8 ビットアクセス空間では、常に上位側データバス (D15~D8) を使ってアクセスを行います。1 回にアクセスできるデータ量は 1 バイトで、ワードアクセスでは 2 回、ロングワードアクセスは 4 回のバイトアクセスを実行します。

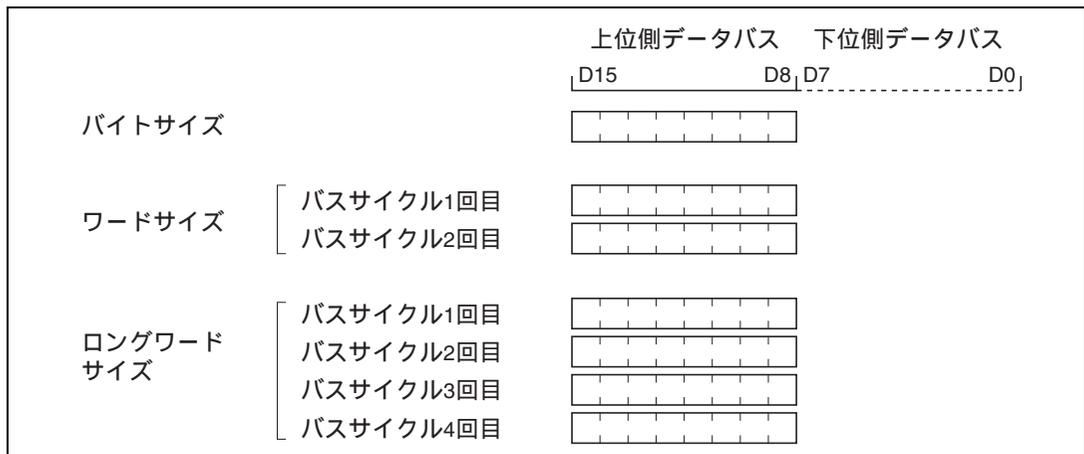


図 6.4 アクセスサイズとデータアライメント制御 (8 ビットアクセス空間)

(2) 16ビットアクセス空間

図 6.5 に 16 ビットアクセス空間のデータアライメント制御を示します。16 ビットアクセス空間では、上位側データバス (D15~D8) および下位側データバス (D7~D0) を使ってアクセスを行います。1 回にアクセスできるデータ量は 1 バイトまたは 1 ワードで、ロングワードアクセスは、ワードアクセスを 2 回実行します。

バイトアクセスのとき、上位側データバスを使用するか、下位側データバスを使用するかは、アドレスの偶数 / 奇数で決まります。偶数アドレスに対するバイトアクセスは上位側データバスを使用し、奇数アドレスに対するバイトアクセスは下位側データバスを使用します。

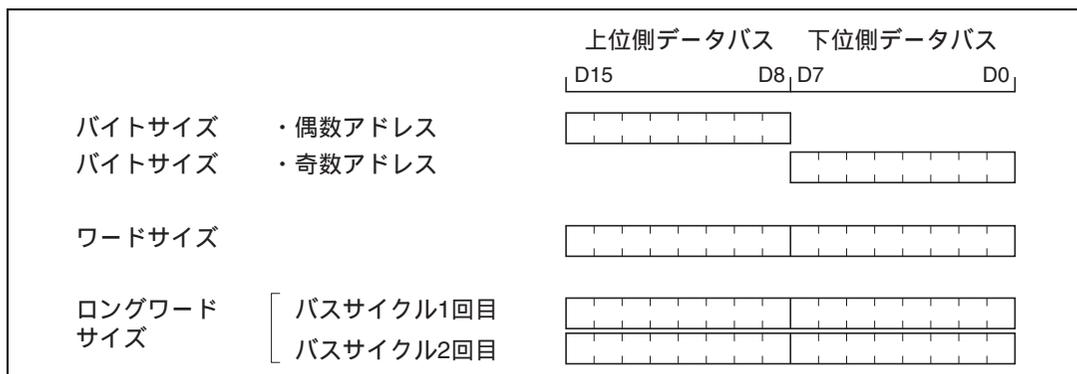


図 6.5 アクセスサイズとデータアライメント制御 (16 ビットアクセス空間)

6.4.3 有効ストロープ

表 6.4 にアクセス空間と、使用するデータバスおよび有効なストロープを示します。

リード時には、データバスの上位側、下位側の区別なく、 \overline{RD} 信号が有効です。

ライト時には、データバスの上位側に対して \overline{HWR} 信号が、下位側に対して \overline{LWR} 信号が有効です。

表 6.4 使用するデータバスと有効ストロープ

エリア	アクセスサイズ	リード / ライト	アドレス	有効なストロープ	データバス上位 (D15~D8)	データバス下位 (D7~D0)
8ビットアクセス空間	バイト	リード	-	\overline{RD}	有効	無効
		ライト	-	\overline{HWR}		Hi-Z
16ビットアクセス空間	バイト	リード	偶数	\overline{RD}	有効	無効
			奇数		無効	有効
		ライト	偶数	\overline{HWR}	有効	Hi-Z
			奇数	\overline{LWR}	Hi-Z	有効
	ワード	リード	-	\overline{RD}	有効	有効
		ライト	-	\overline{HWR} , \overline{LWR}	有効	有効

【注】 Hi-Z: ハイインピーダンス状態です。

無効: 入力状態であり、入力値は無視されます。

6.4.4 基本タイミング

(1) 8ビット2ステートアクセス空間

図6.6に8ビット2ステートアクセス空間のバスタイミングを示します。8ビットアクセス空間をアクセスするとき、データバスは上位側（D15～D8）を使用します。

$\overline{\text{LWR}}$ 端子は常に High レベルに固定されます。ウェイトステートを挿入することはできません。

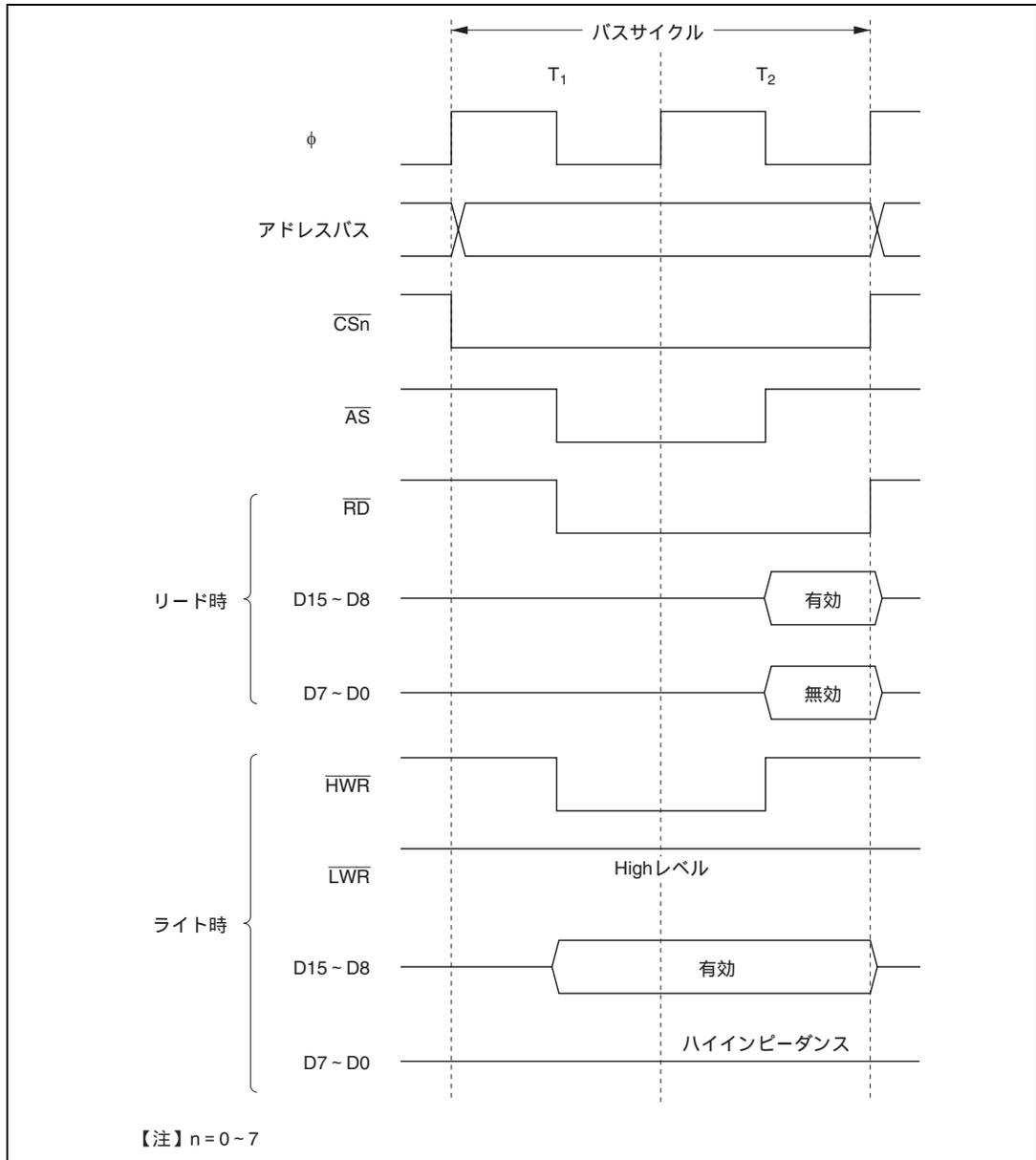


図6.6 8ビット2ステートアクセス空間のバスタイミング

(2) 8ビット3ステートアクセス空間

図6.7に8ビット3ステートアクセス空間のバスタイミングを示します。8ビットアクセス空間をアクセスするとき、データバスは上位側(D15~D8)を使用します。

$\overline{\text{LWR}}$ 端子は常に High レベルに固定されます。ウェイトステートを挿入することができます。

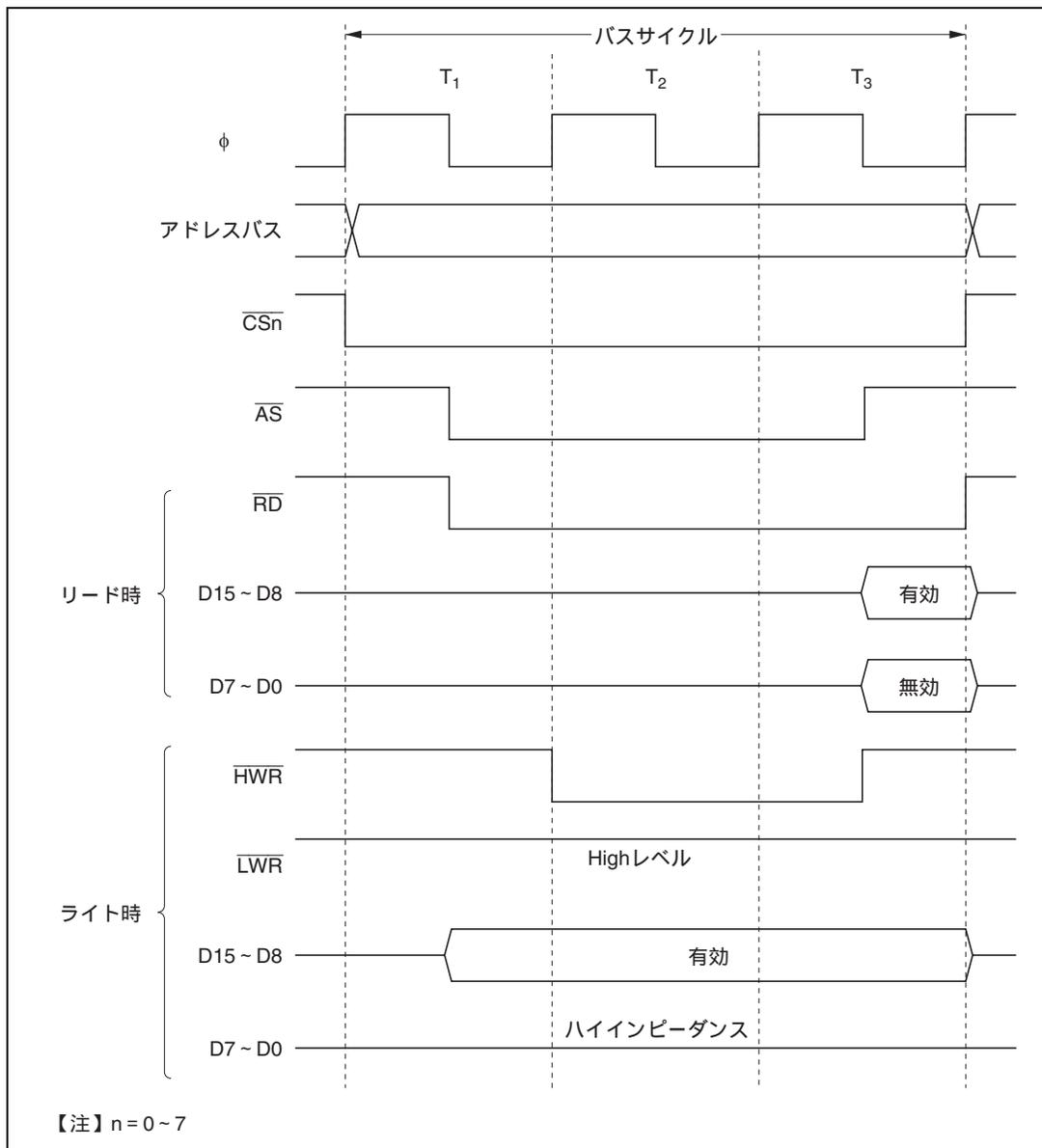


図 6.7 8ビット3ステートアクセス空間のバスタイミング

(3) 16ビット2ステートアクセス空間

図6.8～図6.10に16ビット2ステートアクセス空間のバスタイミングを示します。16ビットアクセス空間をアクセスするとき、偶数アドレスに対してはデータバスは上位側（D15～D8）を使用し、奇数アドレスに対してはデータバスは下位側（D7～D0）を使用します。

ウェイトステートを挿入することはできません。

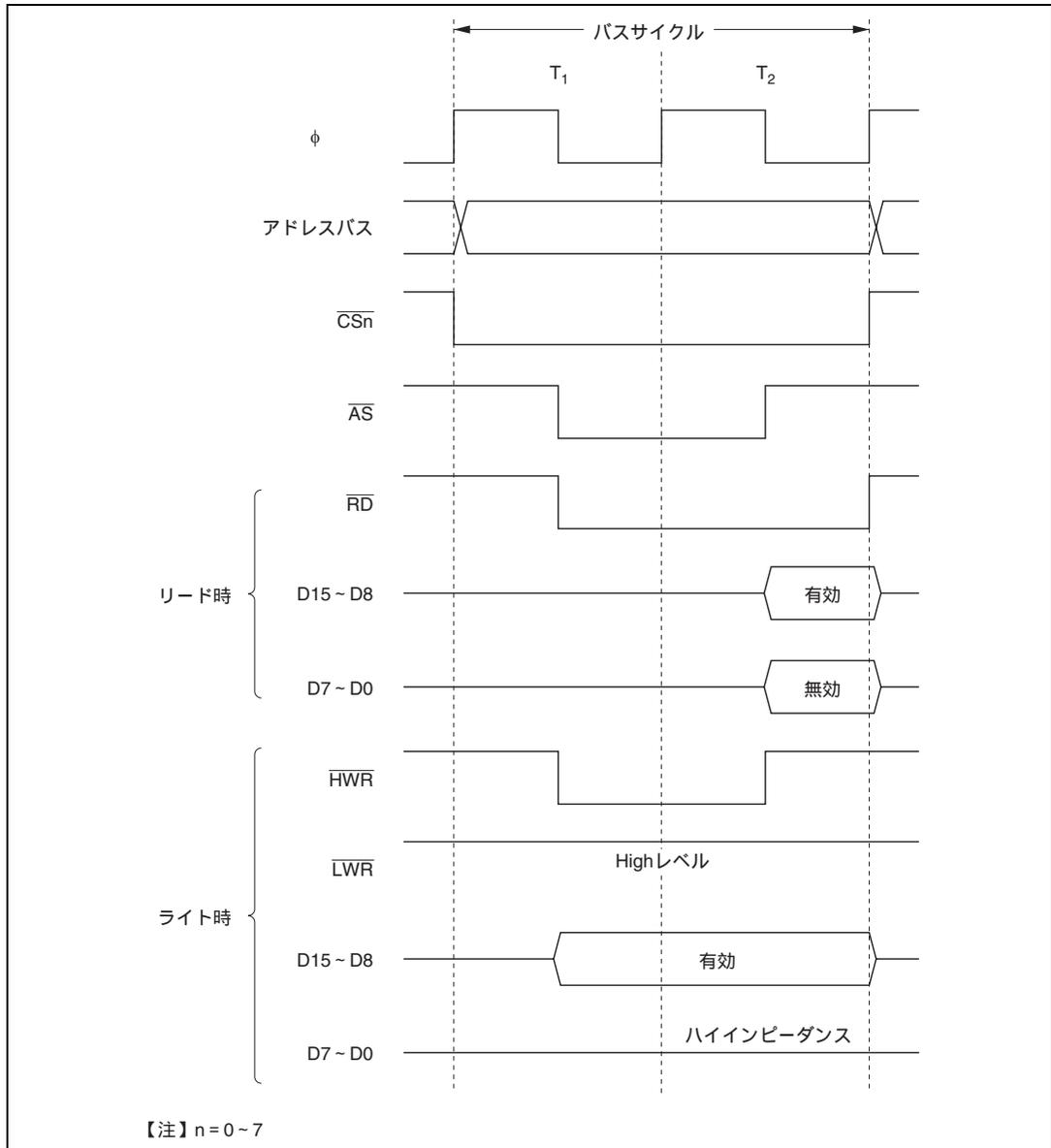


図 6.8 16ビット2ステートアクセス空間のバスタイミング(1)
(偶数アドレスバイトアクセス)

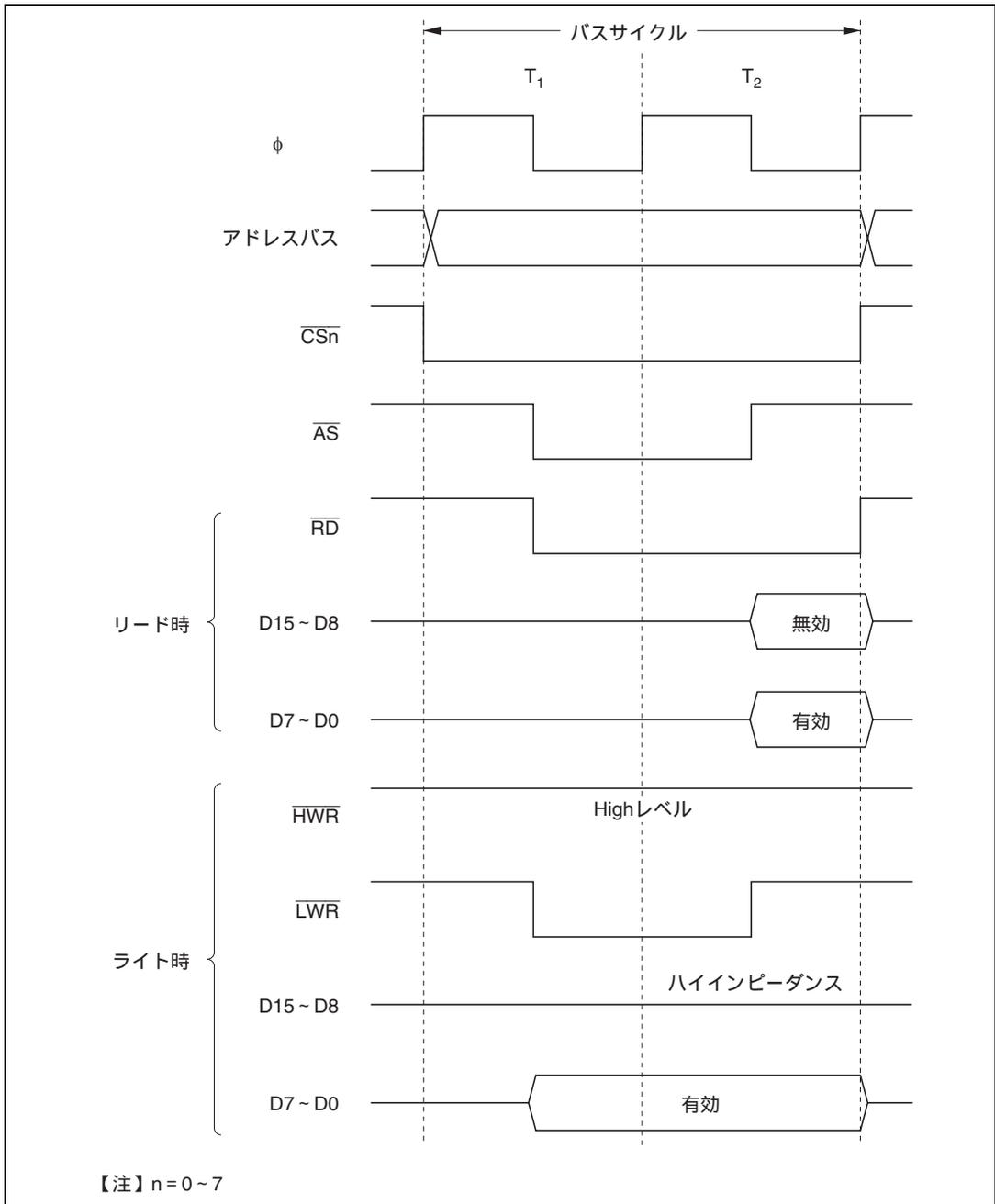


図 6.9 16 ビット 2 ステートアクセス空間のバスタイミング (2)
(奇数アドレスバイトアクセス)

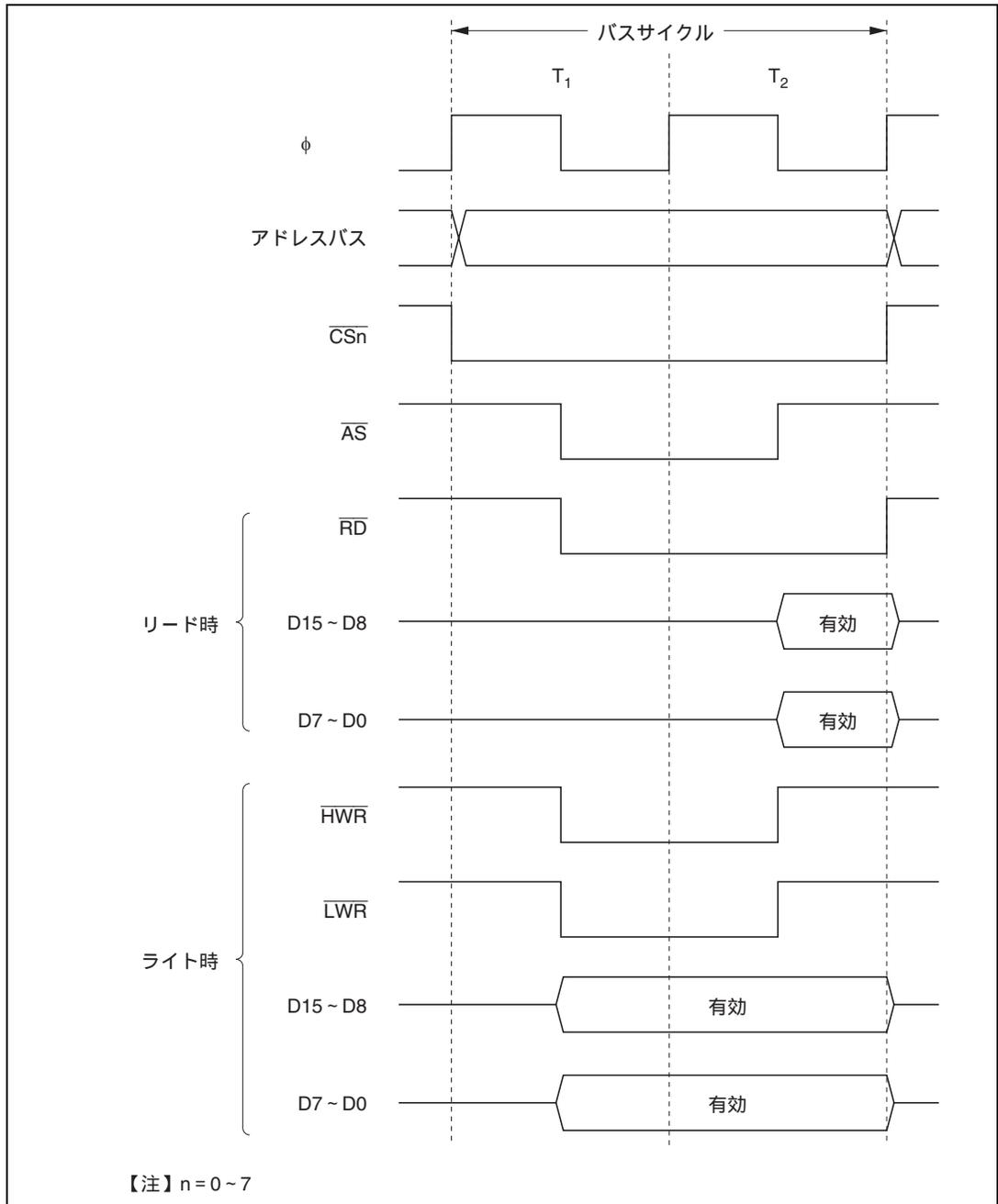


図 6.10 16 ビット 2 ステートアクセス空間のバスタイミング (3)
(ワードアクセス)

(4) 16ビット3ステートアクセス空間

図6.11～図6.13に16ビット3ステートアクセス空間のバスタイミングを示します。16ビットアクセス空間をアクセスするとき、偶数アドレスに対してはデータバスは上位側(D15～D8)を使用し、奇数アドレスに対してはデータバスは下位側(D7～D0)を使用します。

ウェイトステートを挿入することができます。

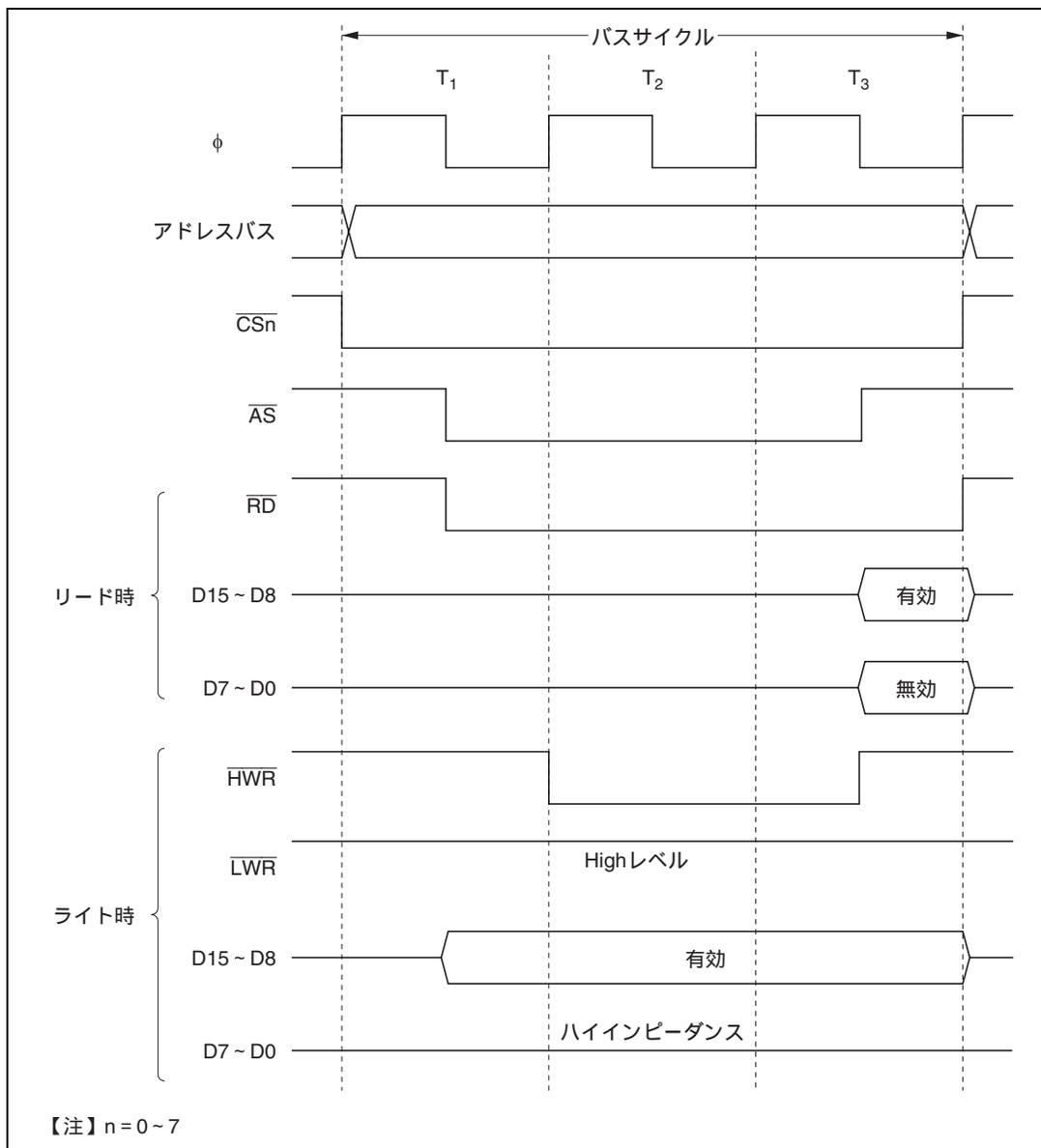


図 6.11 16ビット3ステートアクセス空間のバスタイミング(1)
(偶数アドレスバイトアクセス)

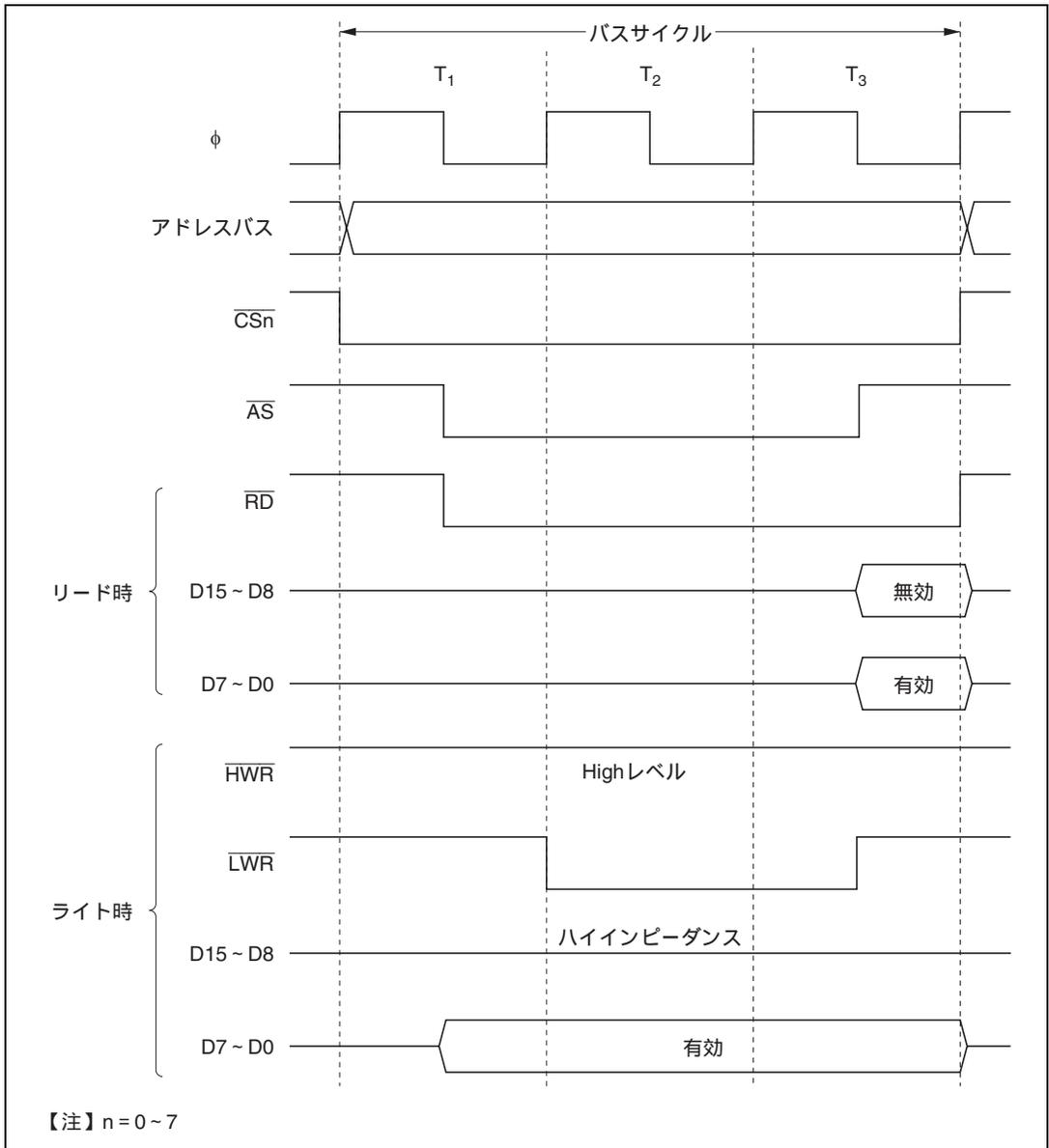


図 6.12 16 ビット 3 ステートアクセス空間のバスタイミング (2)
(奇数アドレスバイトアクセス)

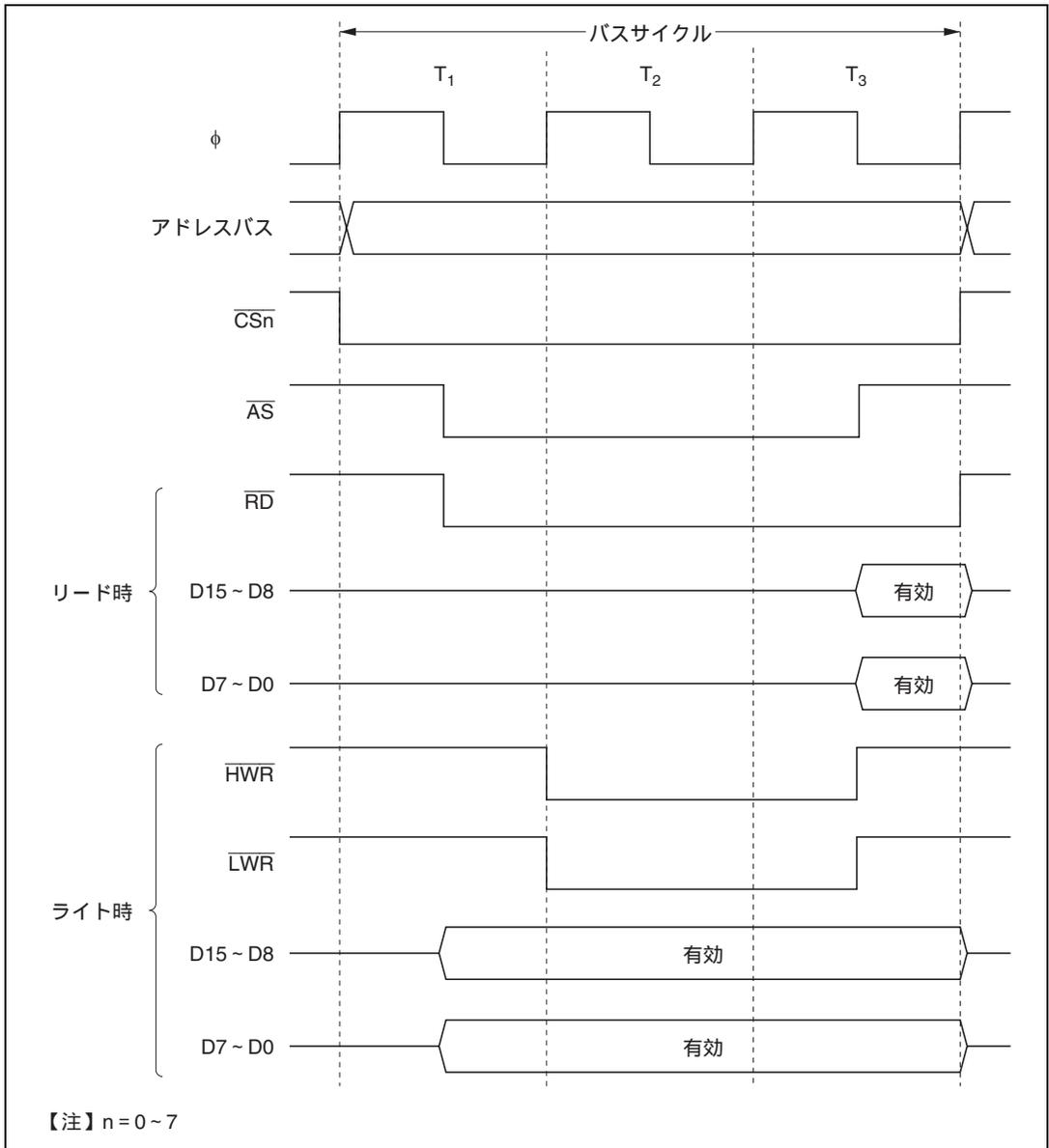


図 6.13 16 ビット 3 ステートアクセス空間のバスタイミング (3)
(ワードアクセス)

6.4.5 ウェイト制御

本 LSI は、外部空間をアクセスするときウェイトステート (T_w) を挿入してバスサイクルを引き延ばすことができます。ウェイトステートを挿入する方法には、(1) プログラムウェイトの挿入、(2) $\overline{\text{WAIT}}$ 端子による端子ウェイトの挿入、があります。

(1) プログラムウェイトの挿入

WCRH、WCRL の設定により、3 ステートアクセス空間に対して、エリア単位で 0~3 ステートのウェイトステートを自動的に T_2 ステートと T_3 ステートの間に挿入することができます。

(2) 端子ウェイトの挿入

BCRL の WAITE ビットを 1 にセットすると、 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子によるウェイト入力が有効になります。この状態で、外部空間をアクセスすると、まず、WCRH、WCRL の設定に従ってプログラムウェイトが挿入されます。つづいて T_2 または T_w の最後のステートの ϕ の立ち下がりのタイミングで、 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子が Low レベルであると、 T_w が挿入されます。 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子が Low レベルに保持されると、 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子が High レベルになるまで T_w が挿入されます。

4 ステート以上の T_w を挿入する場合や、外部デバイスごとに挿入する T_w 数を変える場合などに有効です。

なお、WAITE ビットはすべてのエリアに対して共通です。また、WAITPS ビットを設定することにより、 $\overline{\text{WAIT}}$ 入力ができる端子を P86 から P53 へ切り替えることができます。切り替えるときは WAITPS ビットによって入力する端子を設定したあとで WAITE ビットを設定してください。

図 6.14 にウェイトステート挿入のタイミング例を示します。

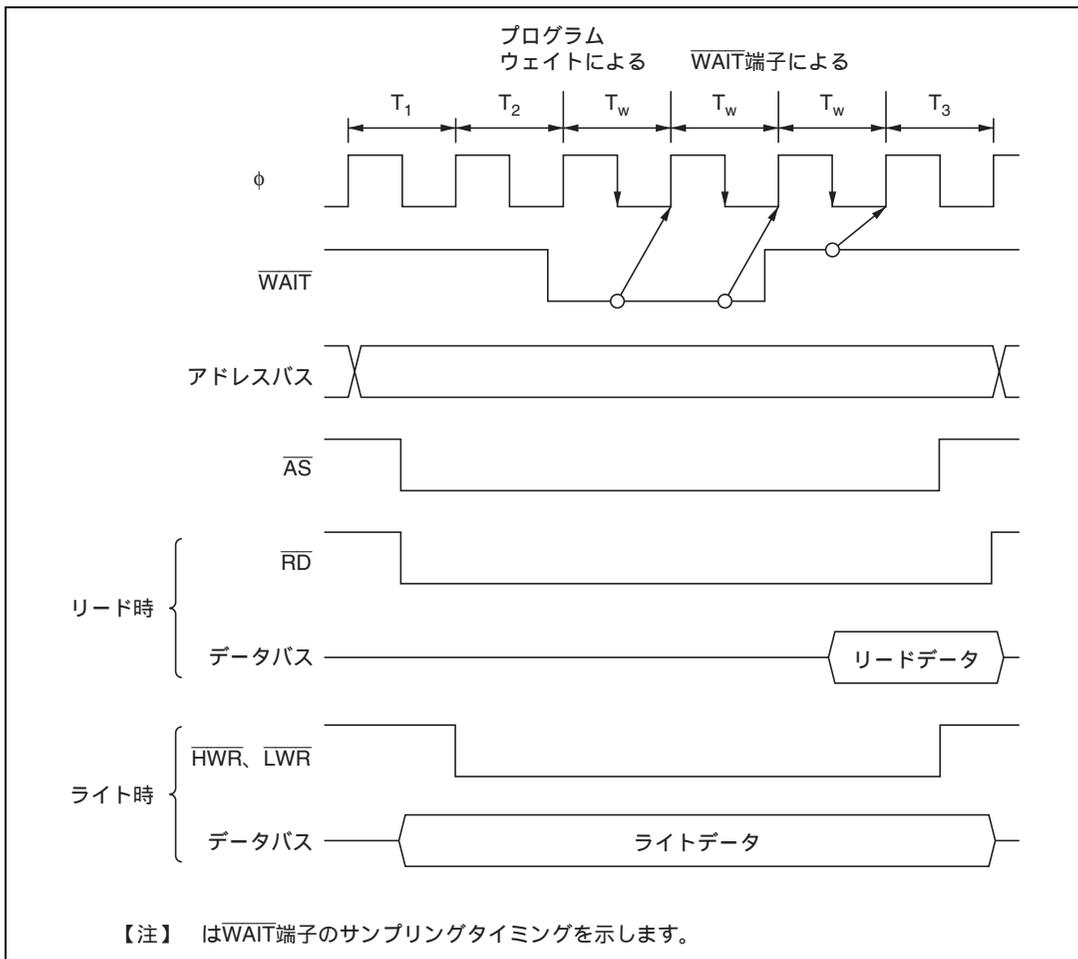


図 6.14 ウェイトステート挿入タイミング例

リセット後は、3 ステートアクセスかつプログラムウェイト 3 ステート挿入、 $\overline{\text{WAIT}}$ 入力禁止状態となっています。

6.5 DRAM インタフェース

6.5.1 概要

本 LSI はアドバンスモードのとき、エリア 2~5 の外部空間を DRAM 空間に設定し、DRAM インタフェースを行うことができます。DRAM インタフェースでは DRAM を本 LSI と直結することができます。BCRH の RMTS2~RMTS0 ビットにより、2/4/8M バイトの DRAM 空間を設定できます。高速ページモードを利用したバースト動作を行うことができます。

6.5.2 DRAM 空間の設定

エリア 2~5 を DRAM 空間にするには、BCRH の RMTS2~RMTS0 ビットを設定します。RMTS2~RMTS0 ビットの設定値と DRAM 空間の関係を表 6.5 に示します。DRAM 空間は、(1)1 エリア設定 (エリア 2)、(2)2 エリア設定 (エリア 2、3)、(3)4 エリア設定 (エリア 2~5) を選択することができます。

表 6.5 RMTS2~RMTS0 の設定値と DRAM 空間の関係

RMTS2	RMTS1	RMTS0	エリア 5	エリア 4	エリア 3	エリア 2
0	0	1	通常空間			DRAM 空間
	1	0	通常空間		DRAM 空間	
		1	DRAM 空間			

6.5.3 アドレスマルチプレクス

DRAM 空間では、ロウアドレスとカラムアドレスがマルチプレクスされます。アドレスマルチプレクスでは、MCR の MXC1、MXC0 ビットによりロウアドレスのシフト量を選択します。表 6.6 に MXC1、MXC0 の設定値とシフト量の関係を示します。

表 6.6 MXC1、MXC0 とアドレスマルチプレクスの関係

	MCR		シフト量	アドレス端子															
	MXC1	MXC0		A23~A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		
ロウ アドレス	0	0	8 ビット	A23~A13	A20	A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8		
		1	9 ビット	A23~A13	A12	A20	A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9		
	1	0	10 ビット	A23~A13	A12	A11	A20	A19	A18	A17	A16	A15	A14	A13	A12	A11	A10		
		1	設定禁止	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
カラム アドレス	-	-	-	A23~A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0		

6.5.4 データバス

DRAM 空間に設定したエリアに対応する ABWCR のビットを 1 にセットすると、当該エリアは 8 ビット DRAM 空間となり、0 にクリアすると 16 ビット DRAM 空間となります。16 ビット DRAM 空間では、×16 ビット構成の DRAM を直結することができます。

8 ビット DRAM 空間では D15～D8 の上位側データバスが有効となり、16 ビット DRAM 空間では D15～D0 の上位側、下位側データバスが有効になります。

アクセスサイズとデータアライメントは基本バスインタフェースと同様です。詳細は「6.4.2 データサイズとデータアライメント」を参照してください。

6.5.5 DRAM インタフェース使用端子

表 6.7 に DRAM インタフェースで使用する端子と機能を示します。

表 6.7 DRAM インタフェース端子構成

端子	DRAM 設定時	名称	入出力	機能
HWR	WE	ライトイネーブル	出力	CAS2 本方式設定時は DRAM 空間アクセス時のライトイネーブル
LCAS	LCAS	ロウア-カラムアドレスストロープ	出力	16 ビット DRAM 空間アクセス時のロウア-カラムアドレスストロープ信号
CS2	RAS2	ロウアドレスストロープ 2	出力	エリア 2 を DRAM 空間に設定したときのロウアドレスストロープ
CS3	RAS3	ロウアドレスストロープ 3	出力	エリア 3 を DRAM 空間に設定したときのロウアドレスストロープ
CS4	RAS4	ロウアドレスストロープ 4	出力	エリア 4 を DRAM 空間に設定したときのロウアドレスストロープ
CS5	RAS5	ロウアドレスストロープ 5	出力	エリア 5 を DRAM 空間に設定したときのロウアドレスストロープ
CAS	UCAS	アッパーカラムアドレスストロープ	出力	DRAM 空間アクセス時のアッパーカラムアドレスストロープ
WAIT	WAIT	ウェイト	入力	ウェイト要求信号
A12～A0	A12～A0	アドレス端子	出力	ロウアドレス / カラムアドレスのマルチプレクス出力
D15～D0	D15～D0	データ端子	入出力	データ入出力端子

6.5.6 基本タイミング

DRAM 空間の基本アクセスタイミングを図 6.15 に示します。DRAM の基本タイミングは 4 ステートです。基本バスインタフェースとは異なり、ASTCR の対応するビットはウェイトの挿入の許可または禁止のみを制御し、アクセスステート数に影響は与えません。ASTCR の当該ビットを 0 にクリアしてある場合、DRAM アクセスサイクルにウェイトステートの挿入を行うことができません。

基本タイミング 4 ステートは T_p (プリチャージサイクル) 1 ステート、 T_r (ロウアドレス出力サイクル) 1 ステート、 T_{c1} 、 T_{c2} (カラムアドレス出力サイクル) 2 ステートで構成されています。

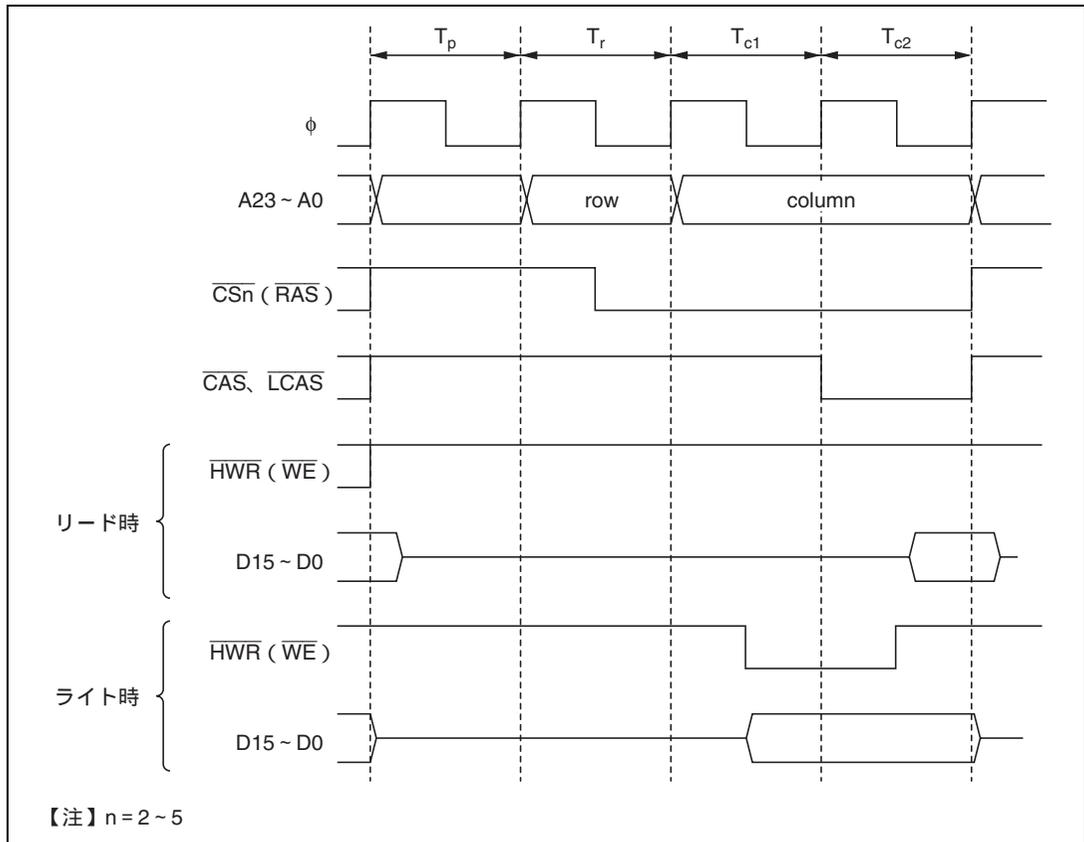


図 6.15 基本アクセスタイミング

6.5.7 プリチャージステート制御

DRAM をアクセスするときには、RAS プリチャージ時間を確保する必要があります。このため、本 LSI では、DRAM 空間をアクセスするとき、 T_p を必ず 1 ステート挿入します。さらに、MCR の TPC ビットを 1 にセットすることにより、 T_p を 1 ステートから 2 ステートへ変更することができます。接続する DRAM と本 LSI の動作周波数に応じて最適な T_p サイクル数を設定してください。図 6.16 に T_p を 2 ステートとしたときのタイミングを示します。

TPC ビットを 1 にセットすると、リフレッシュサイクルの T_p も 2 ステートとなります。

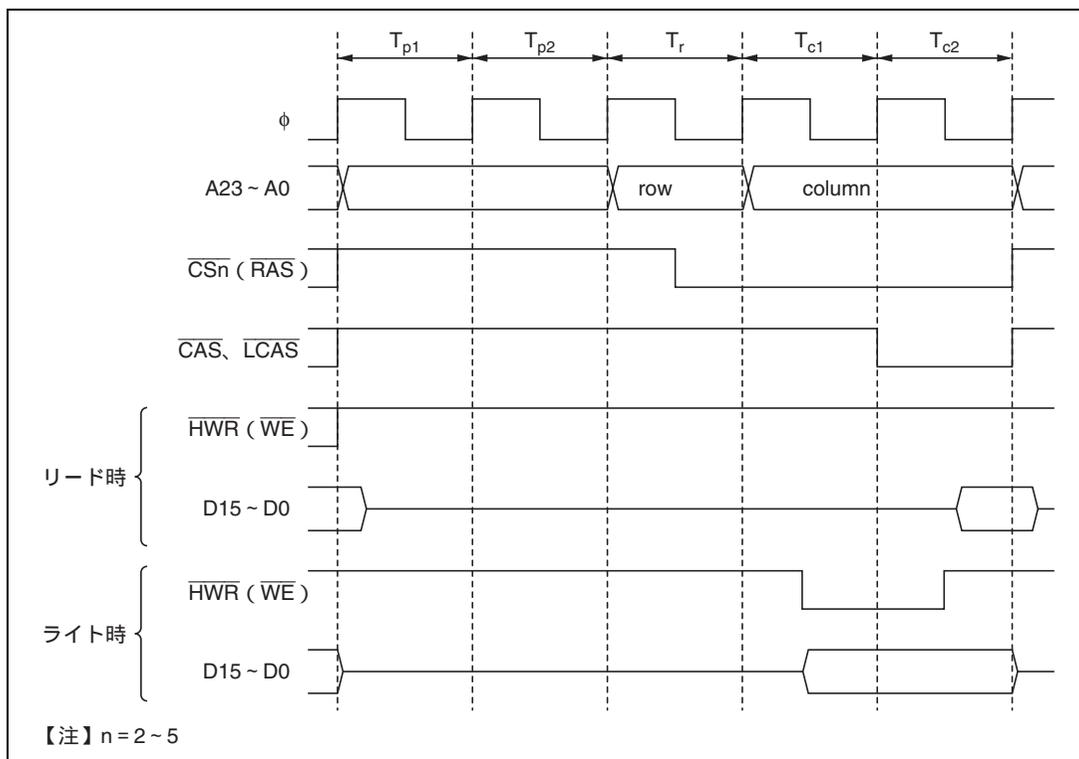


図 6.16 プリチャージサイクル 2 ステート時のタイミング

6.5.8 ウェイト制御

DRAM アクセスサイクルにウェイトステートを挿入する方法には、(1)プログラムウェイトの挿入、(2) $\overline{\text{WAIT}}$ 端子による端子ウェイトの挿入、の2種類があります。

(1) プログラムウェイトの挿入

DRAM空間に設定されたエリアに対応するASTCRのビットが1にセットされているとき、WCRH、WCRLの設定により、0~3ステートのウェイトステートを、自動的に T_{c1} ステートと T_{c2} ステートの間に挿入することができます。

(2) 端子ウェイトの挿入

BCRHのWAITEビットが1にセットされていると、ASTCRのASTビットにかかわらず $\overline{\text{WAIT}}$ 端子によるウェイト入力が有効になります。この状態で、DRAM空間をアクセスすると、まず、プログラムウェイトが挿入されます。 T_{c1} または T_{c2} の最後のステートの ϕ の立ち下がりのタイミングで、 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子がLowレベルであると、さらに T_{w} が挿入されます。 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子がLowレベルに保持されると、 $\overline{\text{WAIT}}$ 端子がHighレベルになるまで T_{w} が挿入されます。

図6.17にウェイトステート挿入のタイミング例を示します。

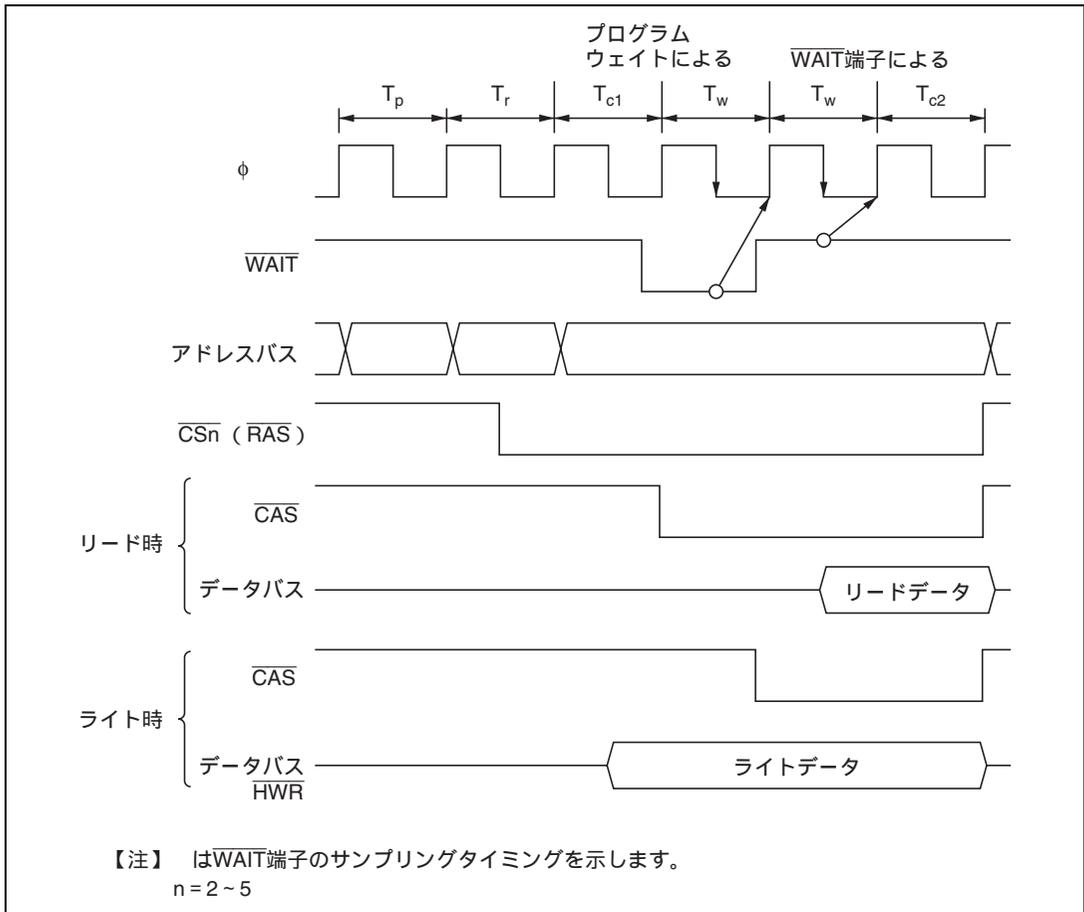


図 6.17 ウェイトステート挿入タイミング例

6.5.9 バイトアクセス制御

×16ビット構成のDRAMを接続するとき、バイトアクセスに必要な制御信号としてCAS2本方式を使用することができます。

図6.18にCAS2本方式の制御タイミングを示します。また図6.19にCAS2本方式の接続例を示します。

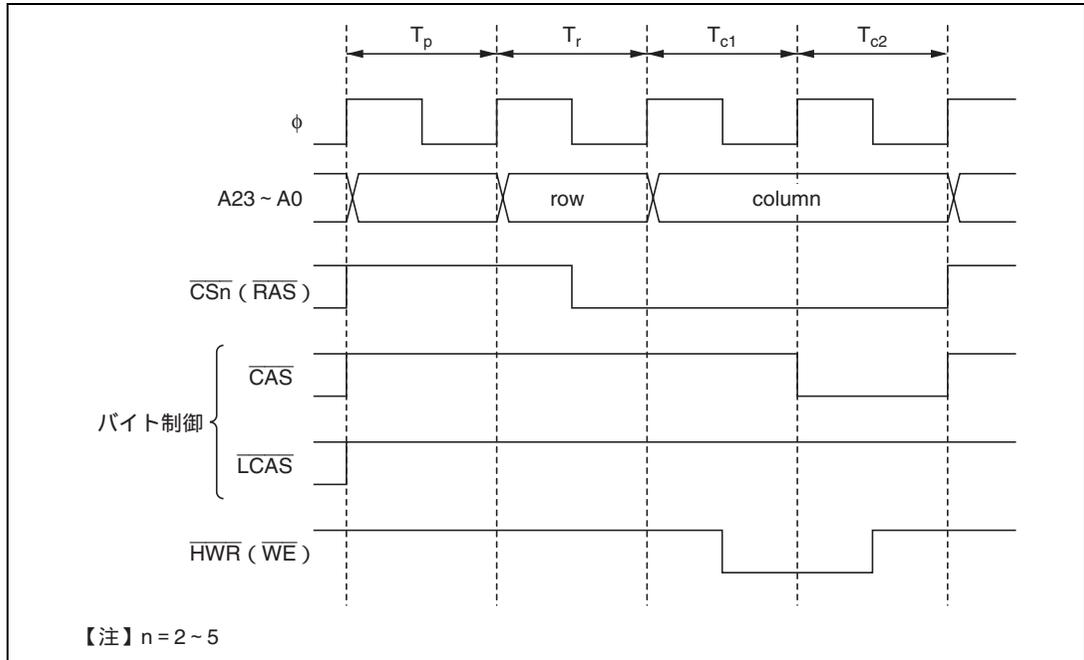


図 6.18 CAS2 本方式の制御タイミング (上位バイトライトアクセス時)

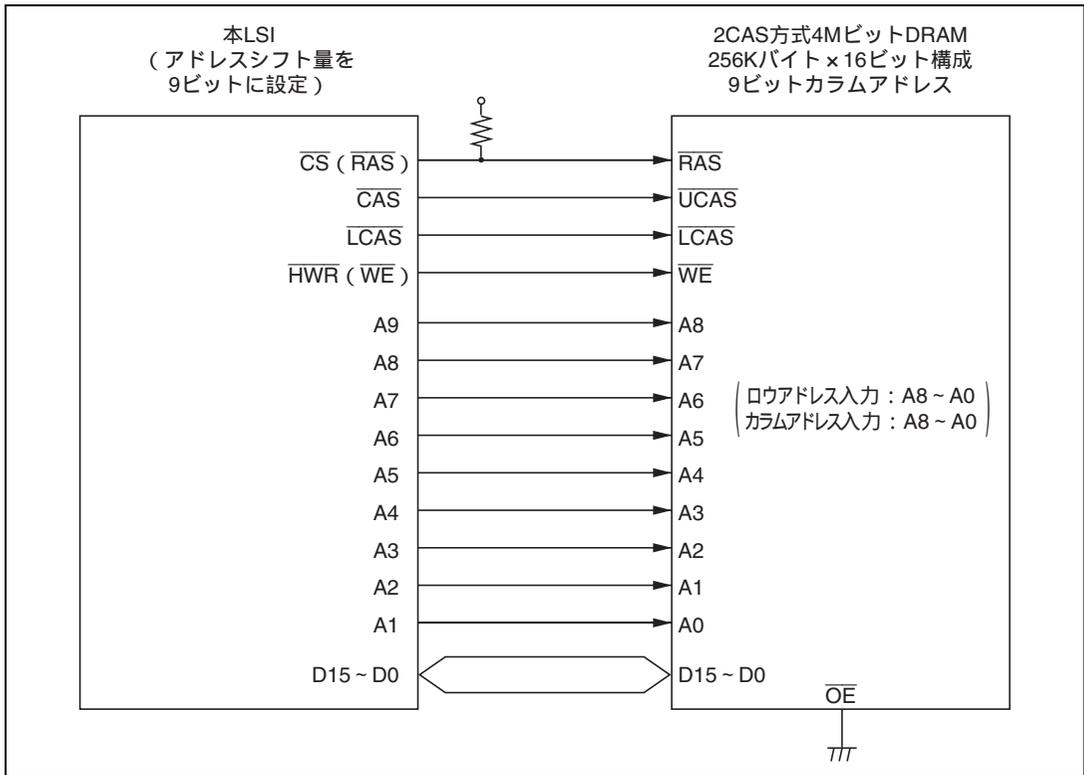


図 6.19 CAS2 本方式の接続例

6.5.10 バースト動作

DRAMには、アクセスのたびにロウアドレスを出力してデータをアクセスするフルアクセス（ノーマルアクセス）のほかに、同一のロウアドレスに対するアクセスが連続するとき、ロウアドレスを出力したあとはカラムアドレスを変更するだけでデータを高速にアクセス（バーストアクセス）できる高速ページモードを備えているものがあります。MCRのBEビットを1にセットすることにより、バーストアクセスを選択することができます。

(1) バーストアクセス（高速ページモード）の動作タイミング

図6.20にバーストアクセスの動作タイミングを示します。DRAM空間へのアクセスサイクルが連続したとき、前後のアクセスサイクルのロウアドレスが一致している間、 $\overline{\text{CAS}}$ 信号とカラムアドレスの出力サイクル(2ステート)が連続して行われます。比較対象となるロウアドレスはMCRのMXC1、MXC0ビットにより設定します。

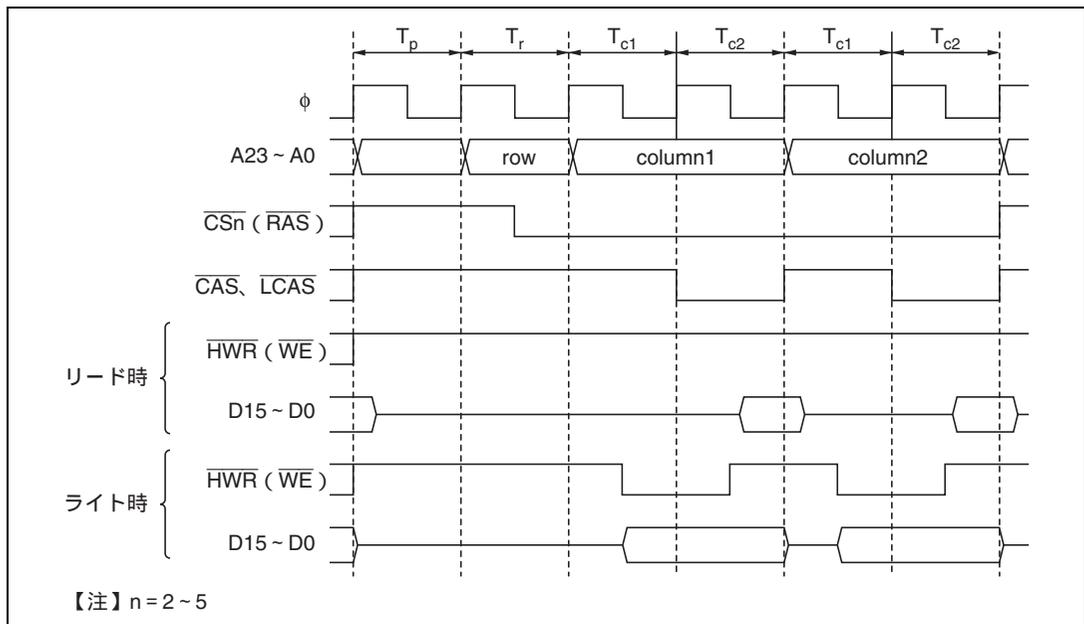


図 6.20 高速ページモードの動作タイミング

バーストアクセスのときにもウェイトステートを挿入してバスサイクルを引き延ばすことができます。ウェイトステートの挿入方法、タイミングはフルアクセスのときと同様です。詳細は、「6.4.5 ウェイト制御」を参照してください。

(2) RAS ダウンモードと RAS アップモード

バースト動作を選択していても、DRAM 空間へのアクセスが連続せず、途中で他空間へのアクセスが入ってしまうことがあります。この場合、他空間がアクセスされている間も $\overline{\text{RAS}}$ 信号を Low レベルに保持しておく、次に DRAM 空間の同一ロウアドレスがアクセスされたときバースト動作を続けることができます。

(a) RAS ダウンモード

RAS ダウンモードを選択するときは、MCR の RCDM ビットを 1 にセットしてください。DRAM 空間へのアクセスが途切れて他空間をアクセスしている間、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号を Low レベルに保持し、次の DRAM 空間アクセスのロウアドレスと前の DRAM 空間アクセスのロウアドレスが一致した場合、バーストアクセスが行われます。図 6.21 に RAS ダウンモードのタイミング例を示します。

ただし、リフレッシュ動作が RAS ダウン中に入る場合、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号は High レベルになります。

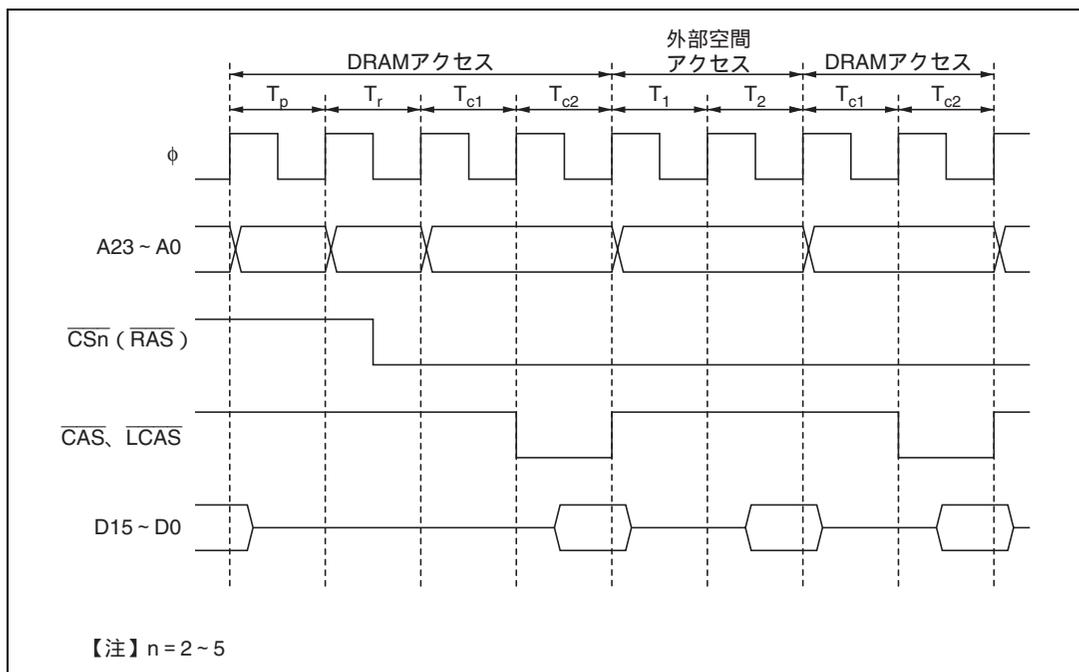


図 6.21 RAS ダウンモードの動作タイミング例

(b) RAS アップモード

RAS アップモードを選択するときは、MCR の RCDM ビットを 0 にクリアしてください。DRAM 空間へのアクセスが途切れて他空間をアクセスするたびに、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号を High レベルに戻します。DRAM 空間が連続している場合だけ、バースト動作が行われます。図 6.22 に RAS アップモードのタイミング例を示します。なお、バースト ROM 空間アクセスでは、 $\overline{\text{RAS}}$ 信号を High に戻しません。

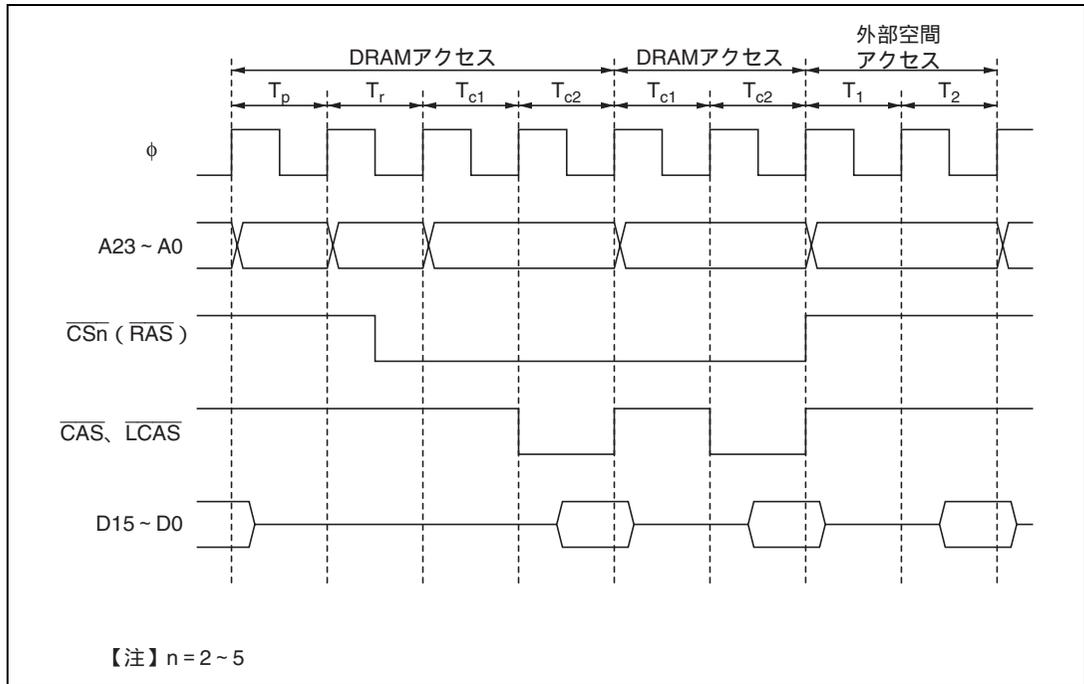


図 6.22 RAS アップモードの動作タイミング例

6.5.11 リフレッシュ制御

本 LSI は、DRAM のリフレッシュ制御機能を備えています。リフレッシュ方法は、(1)CAS ビフォア RAS (CBR) リフレッシュ、(2)セルフリフレッシュ、の 2 種類から選択できます。

(1) CAS ビフォア RAS (CBR) リフレッシュ

CBR リフレッシュを選択するためには、DRAMCR の RFSHE ビットを 1 にセットし、RMODE ビットを 0 にクリアしてください。

CBR リフレッシュでは、DRAMCR の CKS2 ~ CKS0 ビットで選択した入力クロックにより、RTCNT がカウントアップされ、RTCOR に設定した値と一致 (コンペアマッチ) すると、リフレッシュ制御が行われます。同時に RTCNT はリセットされ、H'00 からカウントアップを再開します。すなわち、リフレッシュは RTCOR と CKS2 ~ CKS0 ビットで決まる一定間隔で繰り返されます。使用する DRAM のリフレッシュ間隔規定を満たすように、RTCOR と CKS2 ~ CKS0 ビットの値を設定してください。

CKS2 ~ CKS0 ビットの設定を行うと、RTCNT のカウントアップが開始されます。このため、CKS2 ~ CKS0 ビットの設定を行う前に、RTCNT および RTCOR の設定を行ってください。

リフレッシュ制御を行っている (RFSHE = 1) 場合、CMF フラグはクリアしないでください。

図 6.23 に RTCNT の動作を、図 6.24 にコンペアマッチのタイミングを、図 6.25 に CBR リフレッシュのタイミングをそれぞれ示します。

また、CBR リフレッシュ期間中には、その他の通常空間のアクセスを行います。

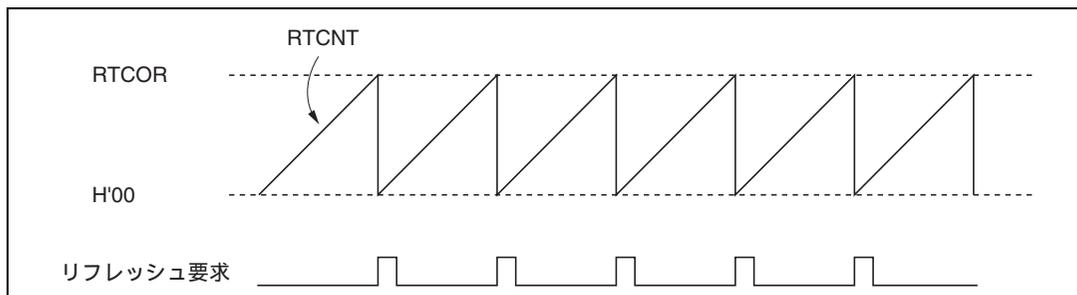


図 6.23 RTCNT の動作

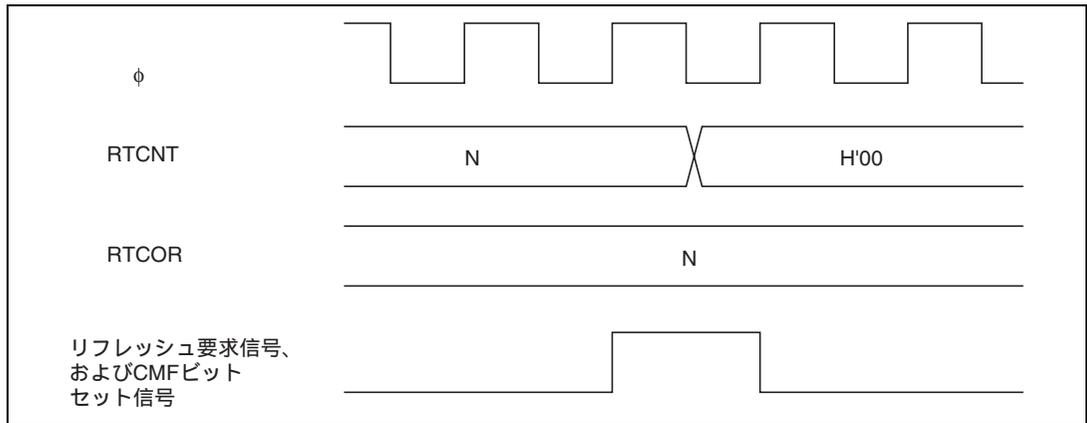


図 6.24 コンペアマッチのタイミング

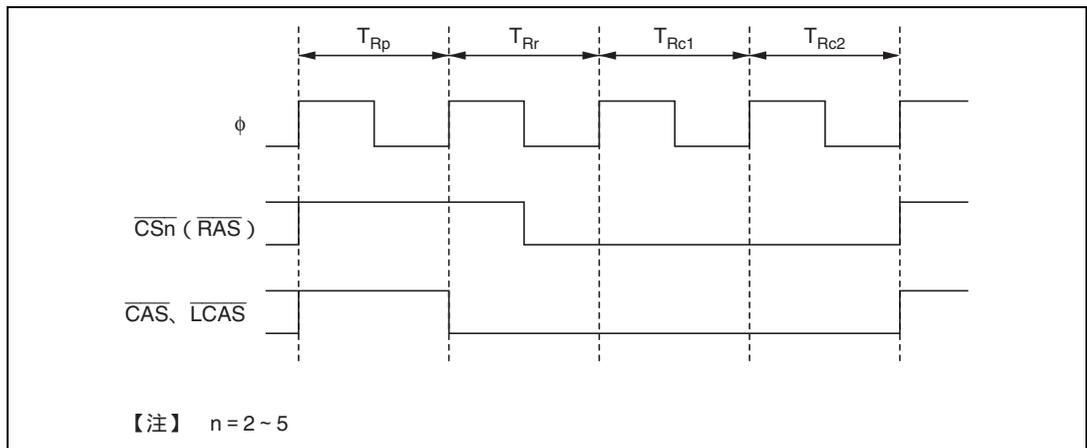


図 6.25 CBR リフレッシュタイミング

また、RCW ビットを 1 に設定した場合、 \overline{RAS} 信号が 1 サイクル遅れて出力されます。 \overline{RAS} 信号幅は、RLW1、RLW0 ビットで調整してください。RLW1、RLW0 ビットは、リフレッシュのときのみ有効になります。

図 6.26 に RCW ビットを 1 に設定したときのタイミングを示します。

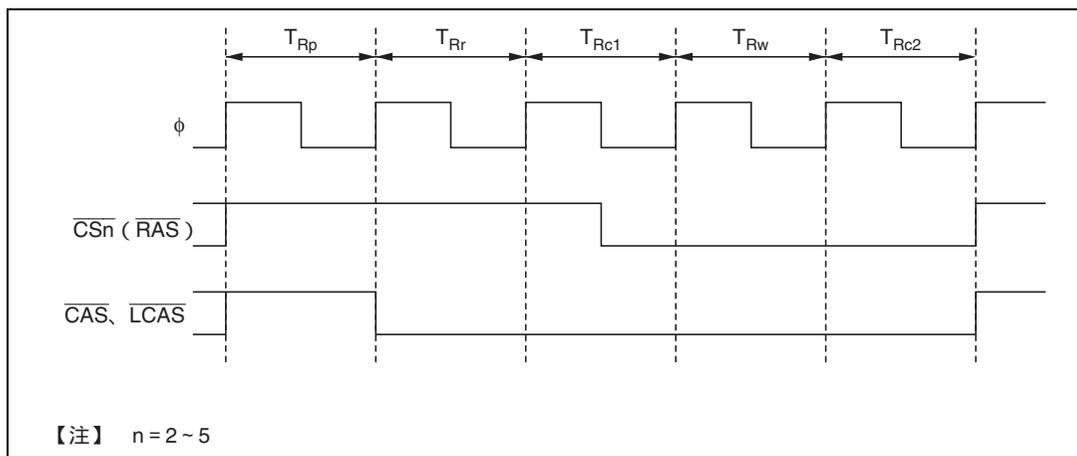


図 6.26 CBR リフレッシュタイミング
(RCW=1、RLW1=0、RLW0=1 の場合)

(2) セルフリフレッシュ

DRAM には、スタンバイモードの一種として、DRAM 内部でリフレッシュタイミングとリフレッシュアドレスを生成するセルフリフレッシュモード(バッテリーバックアップモード)を備えているものがあります。

セルフリフレッシュを選択するためには、DRAMCR の RFSHE ビットと RMODE ビットを 1 にセットしてください。その後、ソフトウェアスタンバイモードに移るための SLEEP 命令を実行すると、図 6.27 に示すように、 $\overline{\text{CAS}}$ 信号と $\overline{\text{RAS}}$ 信号が出力され DRAM はセルフリフレッシュモードに入ります。

ソフトウェアスタンバイモードを解除すると、RMODE ビットを 0 にクリアし、セルフリフレッシュモードを解除します。

ソフトウェアスタンバイモードに移る場合、CBR リフレッシュ要求があると、CBR リフレッシュを実行したあと、セルフリフレッシュモードに入ります。

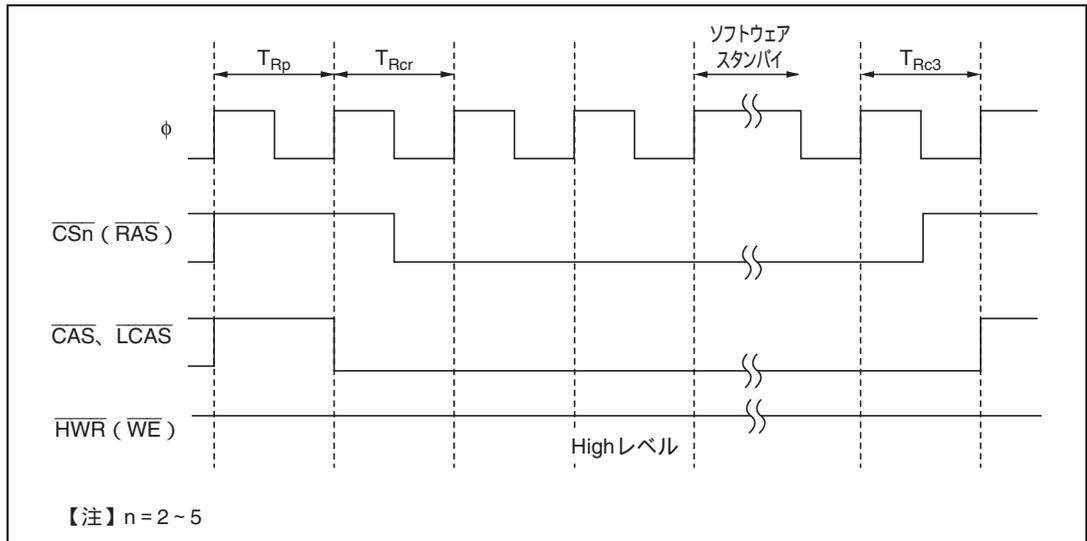


図 6.27 セルフリフレッシュタイミング

6.6 DMAC シングルアドレスモードと DRAM インタフェース

DRAM インタフェースで、バーストモードを設定したとき、DDS ビットによって $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミングを選択します。また、同時に DMAC シングルアドレスモードで DRAM 空間をアクセスする場合に、バーストアクセスを行うか行わないかを選択します。

6.6.1 DDS = 1 のとき

バスマスタによらず、アドレスのみを判定してバーストアクセスを行います。また、 $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミングは DRAM インタフェースの場合 T_{c1} ステートから Low レベルになります。

図 6.28 に、DDS = 1 の場合の、DRAM インタフェース時の $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミングを示します。

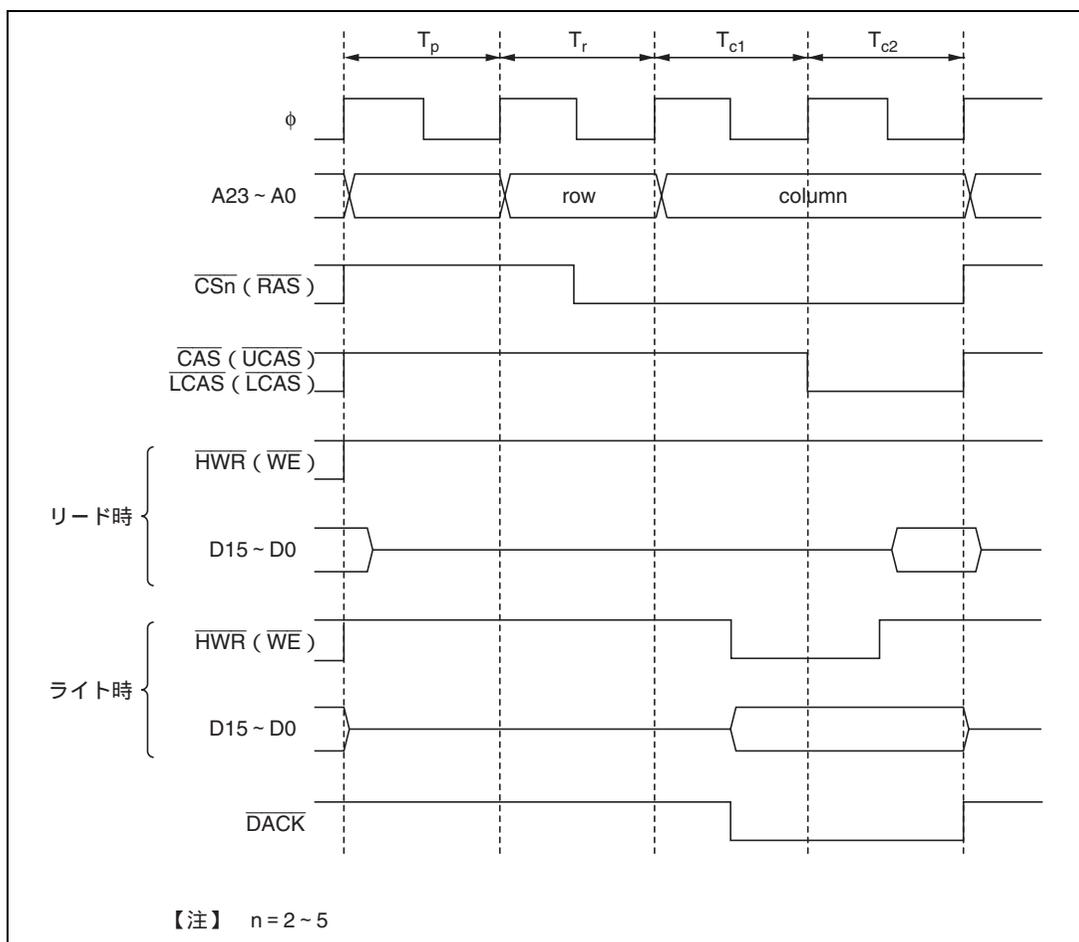


図 6.28 DDS = 1 の場合の $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミング (DRAM アクセスの例)

6.6.2 DDS = 0 のとき

DMAC シングルアドレスモードで DRAM 空間をアクセスしたとき、必ずフルアクセス（ノーマルアクセス）を行います。また、 $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミングは、DRAM インタフェースの場合 T_r ステートから Low レベルになります。

DMAC シングルアドレスモード以外で、DRAM 空間をアクセスする場合には、バーストアクセスが可能です。

図 6.29 に、DDS = 0 の場合の、DRAM インタフェース時の $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミングを示します。

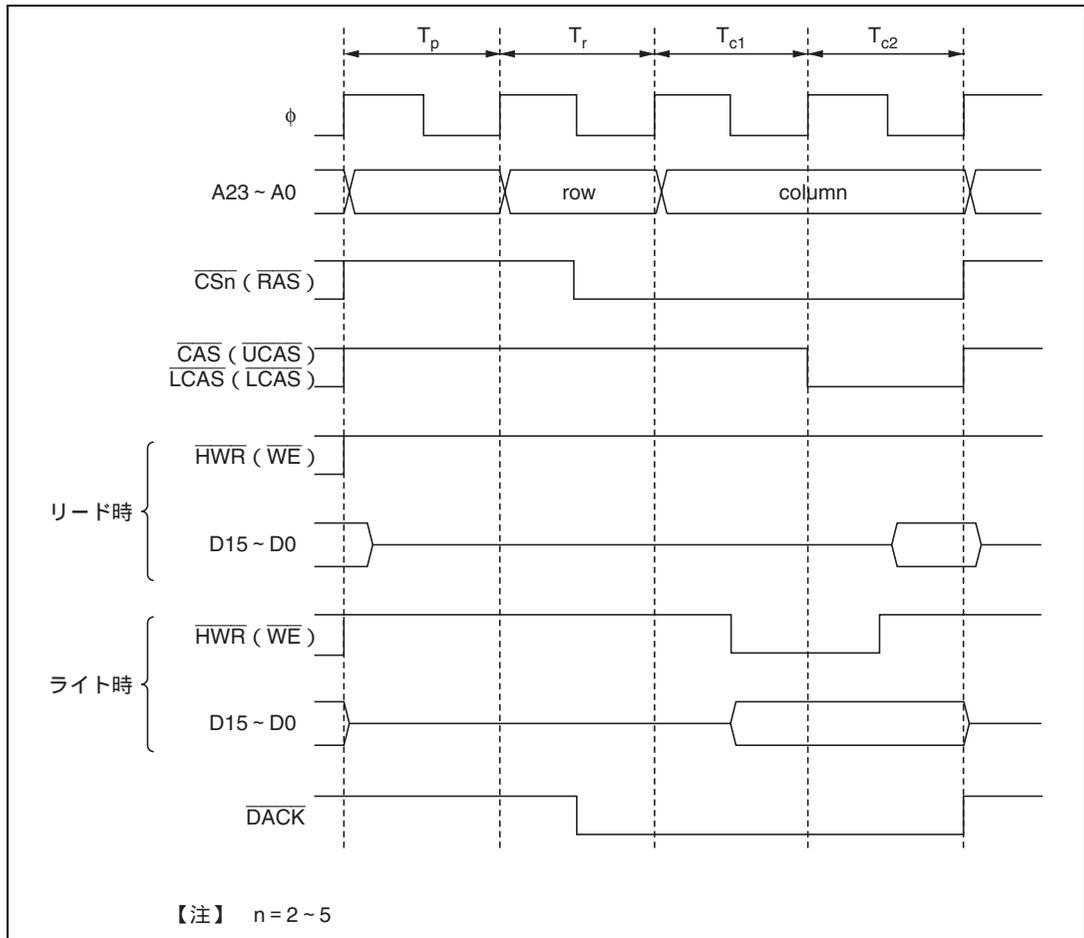


図 6.29 DDS = 0 の場合の $\overline{\text{DACK}}$ 出力タイミング (DRAM アクセスの例)

6.7 バースト ROM インタフェース

6.7.1 概要

本 LSI は、エリア 0 の外部空間をバースト ROM 空間に設定し、バースト ROM インタフェースを行うことができます。バースト ROM 空間インタフェースでは、16 ビット構成のバーストアクセス可能な ROM を高速にアクセスすることができます。

BCRH の BRSTRM ビットにより、エリア 0 をバースト ROM 空間に設定します。CPU の命令フェッチに限り最大 4 ワード / 8 ワードの連続バーストアクセスを行うことができます。バーストアクセスは 1 ステートまたは 2 ステートを選択できます。

6.7.2 基本タイミング

バースト ROM インタフェースの、イニシャルサイクル (フルアクセス) のアクセスステート数は ASTCR の AST0 ビットの設定に従います。また、AST0 ビットを 1 にセットした場合は、ウェイトステートを挿入することもできます。バーストサイクルは、BCRH の BRSTS1 ビットの設定により、1 ステートまたは 2 ステートの選択が可能です。ウェイトステートは挿入できません。エリア 0 をバースト ROM 空間に設定した場合、ABWCR の ABW0 ビットの設定によらずエリア 0 は、16 ビットアクセス空間となります。

また、BCRH の BRSTS0 ビットを 0 にクリアすると最大 4 ワードのバーストアクセスを行います。BRSTS0 ビットを 1 にセットすると最大 8 ワードのバーストアクセスを行います。

バースト ROM 空間の基本アクセスタイミングを図 6.30 (a)、(b) に示します。

図 6.30 (a) は、AST0 ビット、BRSTS1 ビットをいずれも 1 に設定した場合の例です。

図 6.30 (b) は、AST0 ビット、BRSTS1 ビットをいずれも 0 に設定した場合の例です。

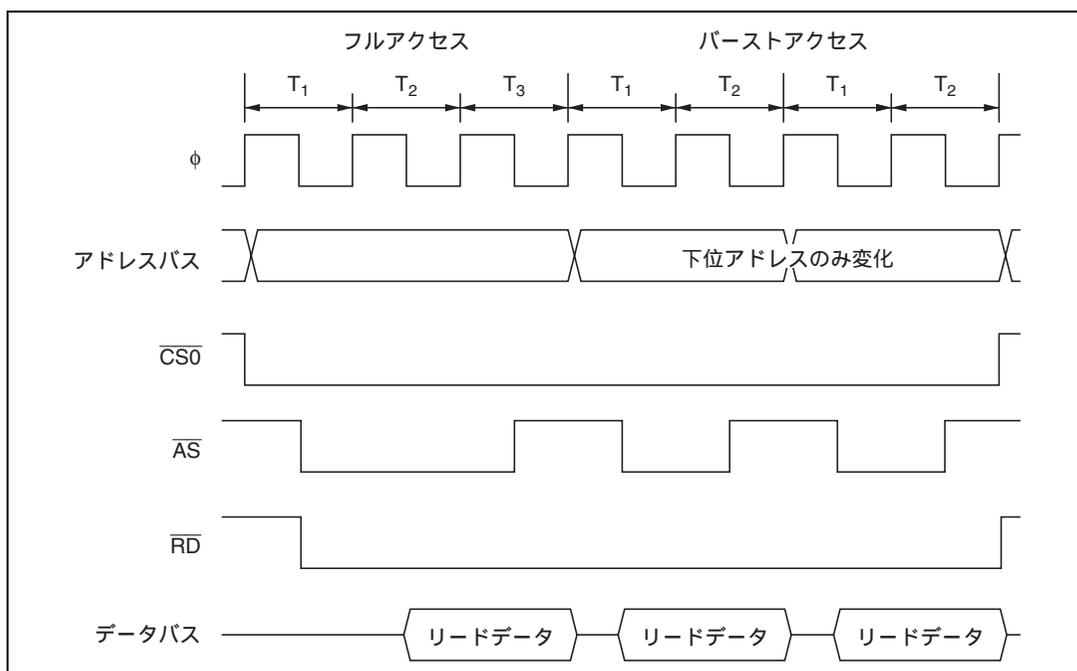


図 6.30 (a) バースト ROM アクセスタイミング例 (AST0 = BRSTS1 = 1 の場合)

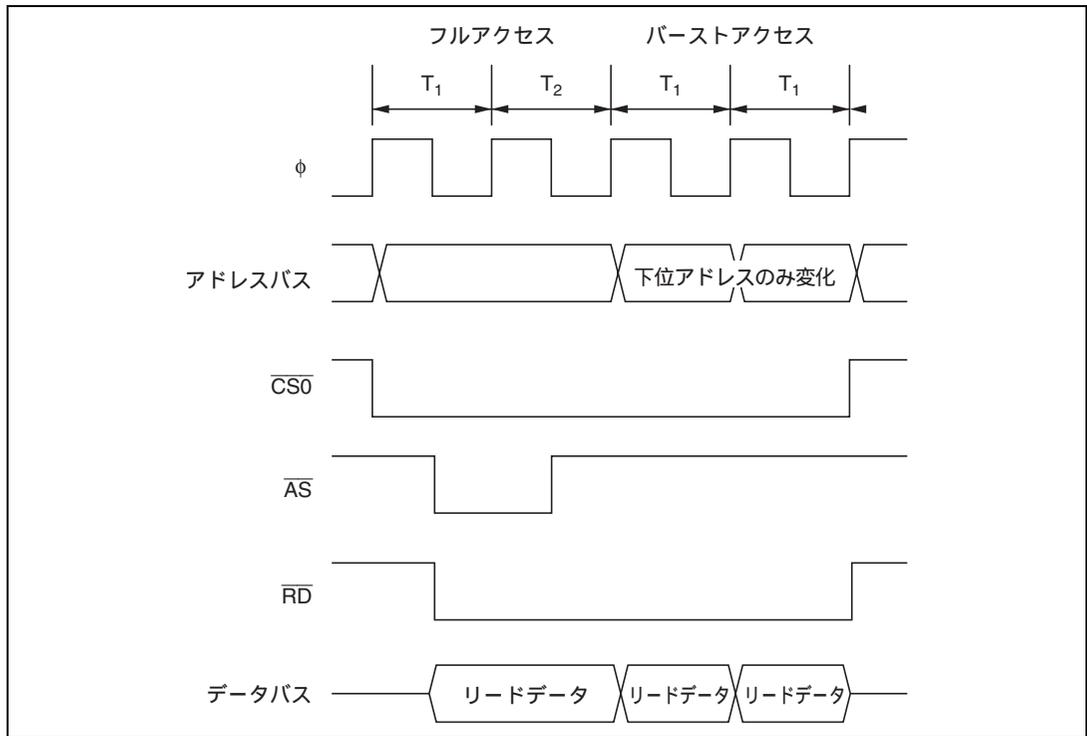


図 6.30 (b) バースト ROM アクセスタイミング例 (AST0 = BRSTS1 = 0 の場合)

6.7.3 ウェイト制御

バースト ROM インタフェースのイニシャルサイクル (フルアクセス) には、基本バスインタフェースと同様に、(1) プログラムウェイトの挿入、(2) \overline{WAIT} 端子による端子ウェイトの挿入、が可能です。「6.4.5 ウェイト制御」を参照してください。

バーストサイクルにはウェイトステートを挿入することはできません。

6.8 アイドルサイクル

6.8.1 動作説明

本 LSI は外部空間をアクセスするとき、(1)異なるエリア間でリードアクセスが連続して発生したとき、(2)リードサイクルの直後にライトサイクルが発生したとき、の2つの場合に、バスサイクルとバスサイクルの間にアイドルサイクル (T_1) を1ステート挿入することができます。アイドルサイクルを挿入することにより、たとえば出力フローティング時間の大きいROMなどと、高速メモリ、I/O インタフェースなどとのデータ衝突を防ぐことができます。

(1) 異なるエリア間での連続リード

BCRH の ICIS1 ビットを1にセットした状態で、異なるエリア間の連続リードが発生すると、2回目のリードサイクルの先頭に、アイドルサイクルが挿入されます。アドバンスモードのとき有効です。

図 6.31 に動作例を示します。バスサイクル A は、出力フローティング時間の大きいROMからのリードサイクル、バスサイクル B は SRAM からのリードサイクルで、それぞれ異なるエリアに配置した場合の例です。(a) はアイドルサイクルを挿入しない場合で、バスサイクル B で、ROM からのリードデータと SRAM からのリードデータの衝突が発生しています。これに対し (b) ではアイドルサイクルを挿入し、データの衝突を回避しています。

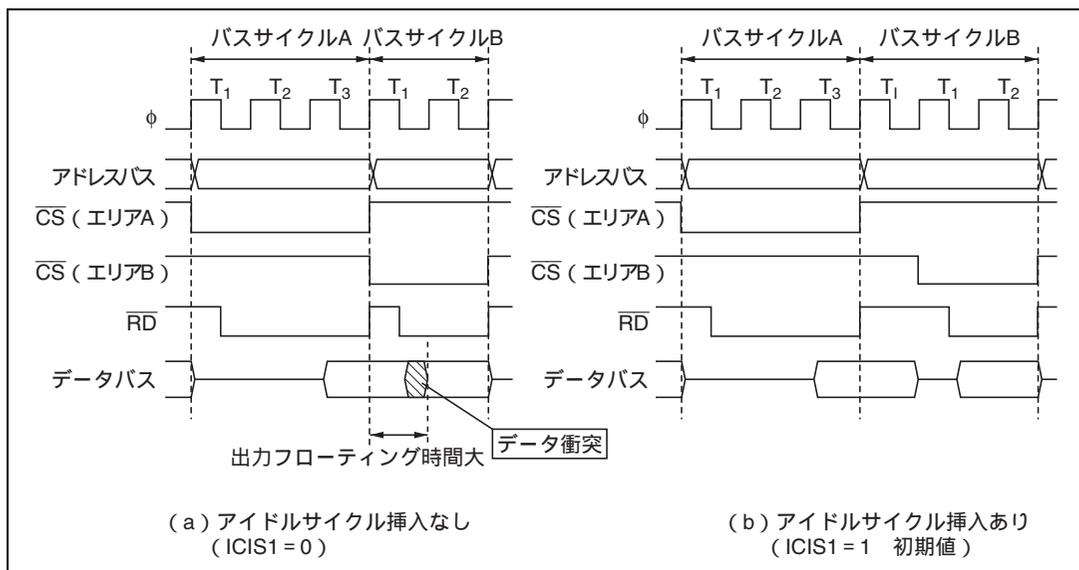


図 6.31 アイドルサイクル動作例 (1)

(2) リード後のライト

BCRHのICIS0ビットを1にセットした状態で、外部リード後に外部ライトが発生すると、ライトサイクルの先頭にアイドルサイクルが挿入されます。

図6.32に動作例を示します。バスサイクルAは、出力フローティング時間の大きいROMからのリードサイクル、バスサイクルBはCPUのライトサイクルの場合の例です。(a)はアイドルサイクルを挿入しない場合で、バスサイクルBで、ROMからのリードデータとCPUのライトデータの衝突が発生しています。これに対し(b)ではアイドルサイクルを挿入し、データの衝突を回避しています。

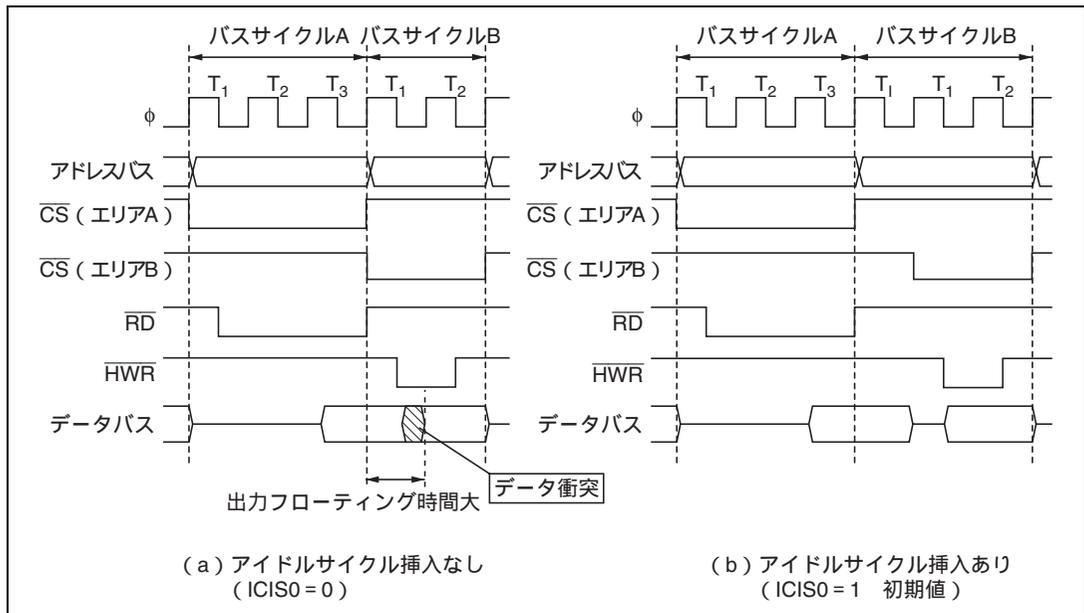


図 6.32 アイドルサイクル動作例 (2)

(3) チップセレクト (\overline{CS}) 信号とリード (\overline{RD}) 信号の関係

システムの負荷条件によっては、 \overline{CS} 信号よりも \overline{RD} 信号の方が遅れる場合があります。図 6.33 に例を示します。

このような場合、(a) のアイドルサイクルを挿入しない設定では、バスサイクル A の \overline{RD} 信号とバスサイクル B の \overline{CS} 信号間でオーバーラップ期間が発生する可能性があります。

これに対し、(b) のようにアイドルサイクルを挿入する設定にすれば、 \overline{RD} 信号と \overline{CS} 信号のオーバーラップ期間を回避することができます。

なお、リセット解除後の初期状態は、(b) のアイドルサイクルを挿入する設定となっています。

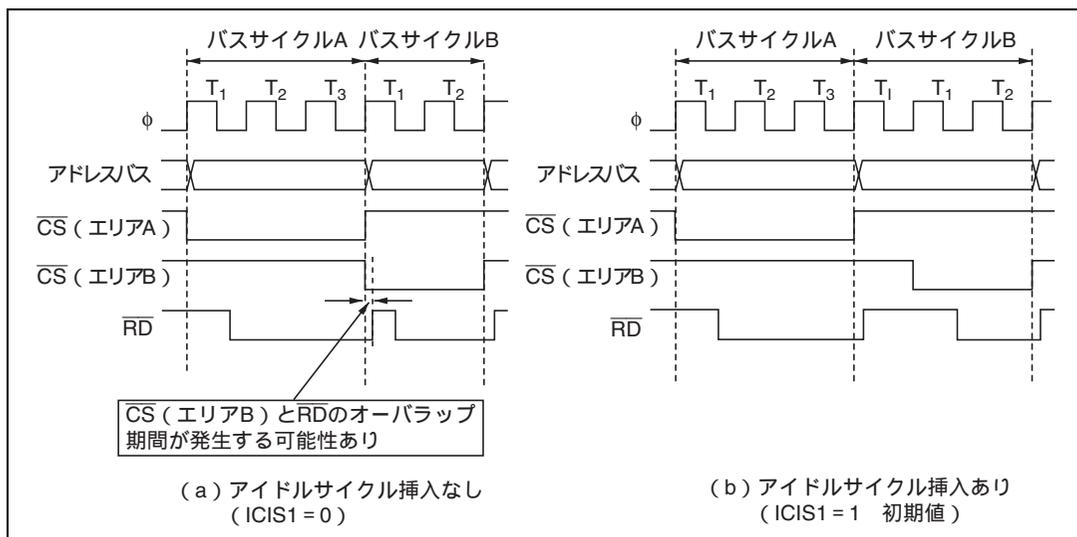


図 6.33 チップセレクト (\overline{CS}) とリード (\overline{RD}) の関係

(4) 使用上の注意

DRAM 空間をアクセスするときは、ICIS0、ICIS1 ビットの設定は無効です。たとえば、異なるエリア間での連続リードの場合、2 回目のリードが DRAM アクセスのとき、 T_p サイクルのみが挿入され、 T_1 サイクルは挿入されません。このタイミングを図 6.34 に示します。ただし、RAS ダウンモード時のバーストアクセスでは有効となり、アイドルサイクルが挿入されます。このタイミングを図 6.35 (a)、(b) に示します。

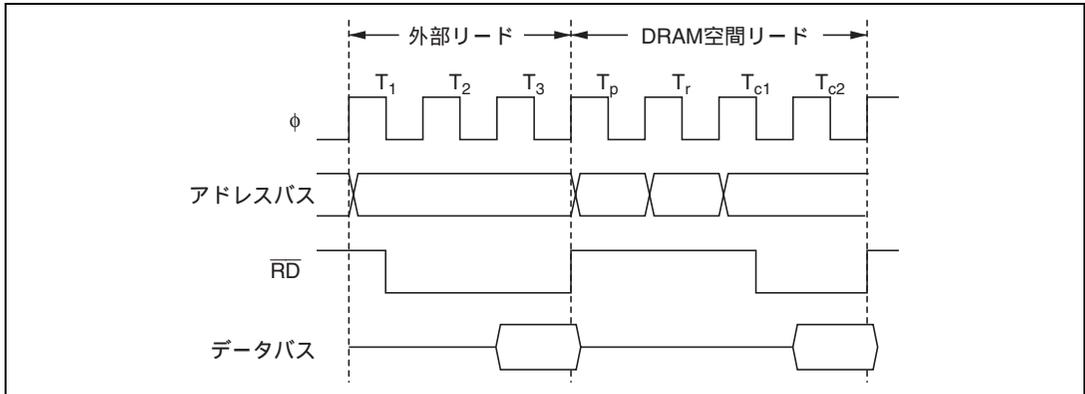


図 6.34 外部リード後の DRAM アクセス例

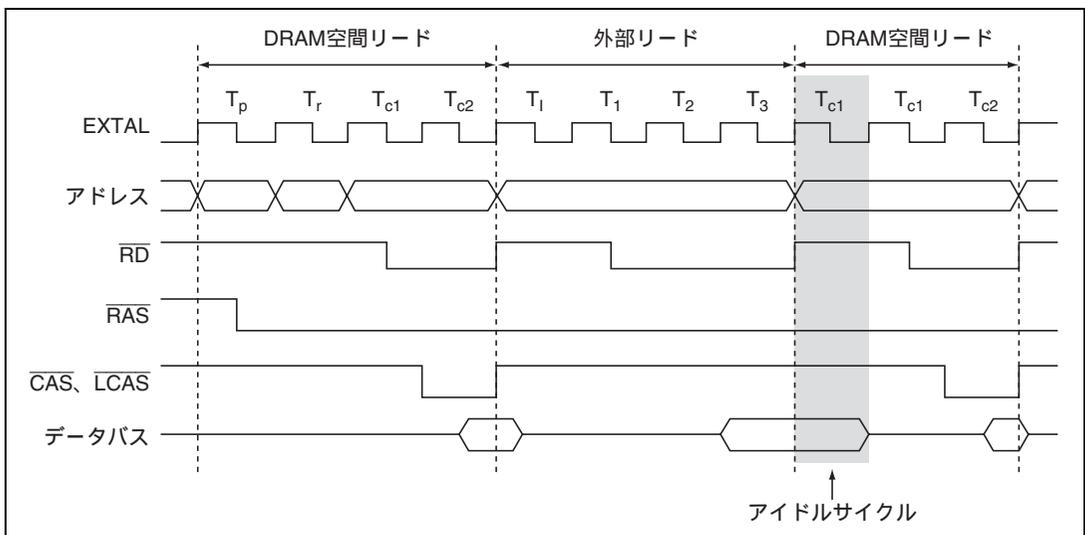


図 6.35 (a) RAS ダウンモード時のアイドルサイクル動作例 (ICIS1 = 1)

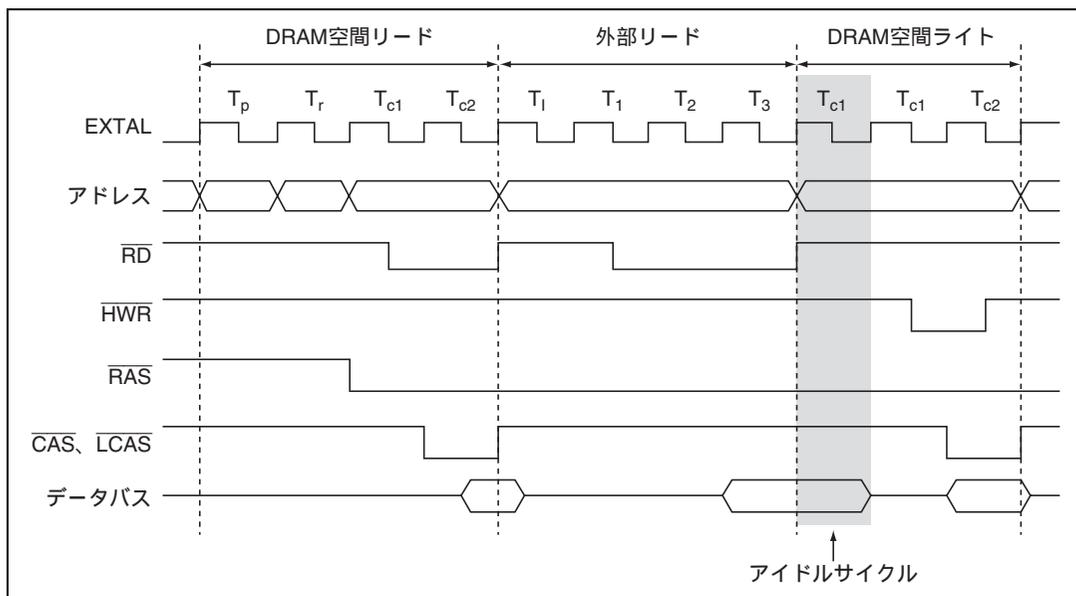


図 6.35 (b) RAS ダウンモード時のアイドルサイクル動作例 (ICIS0 = 1)

6.8.2 アイドルサイクルでの端子状態

アイドルサイクルでの端子状態を表 6.8 に示します。

表 6.8 アイドルサイクルでの端子状態

端子名	端子の状態
A23 ~ A0	直後のバスサイクルの内容
D15 ~ D0	ハイインピーダンス
CSn* ²	High レベル* ¹
CAS	High レベル
AS	High レベル
RD	High レベル
HWR	High レベル
LWR	High レベル
DACKm* ³	High レベル

【注】 *1 DRAM 空間での RAS ダウンモードまたはリフレッシュサイクルでは Low レベルを保持します。

*2 n = 0 ~ 7

*3 m = 0, 1

6.9 ライトデータバッファ機能

本 LSI は外部データバスにライトデータバッファ機能を備えています。ライトデータバッファ機能を使用すると、外部ライトおよび DMA シングルアドレスモード転送と、内部アクセスを並行して実行することができます。BCRL の WDBE ビットを 1 にセットすると、ライトデータバッファ機能を使用することができます。

図 6.36 にライトデータバッファ機能を使用したときのタイミング例を示します。この機能を使用したとき、外部ライトまたは DMA シングルアドレスモード転送が 2 ステート以上続き、次に内部アクセスがある場合、最初の 1 ステートは外部ライトのみが実行されますが、次のステートから外部ライトの終了を待たずに内部アクセス（内蔵メモリ、内部 I/O レジスタのリード/ライト）が並行して実行されます。

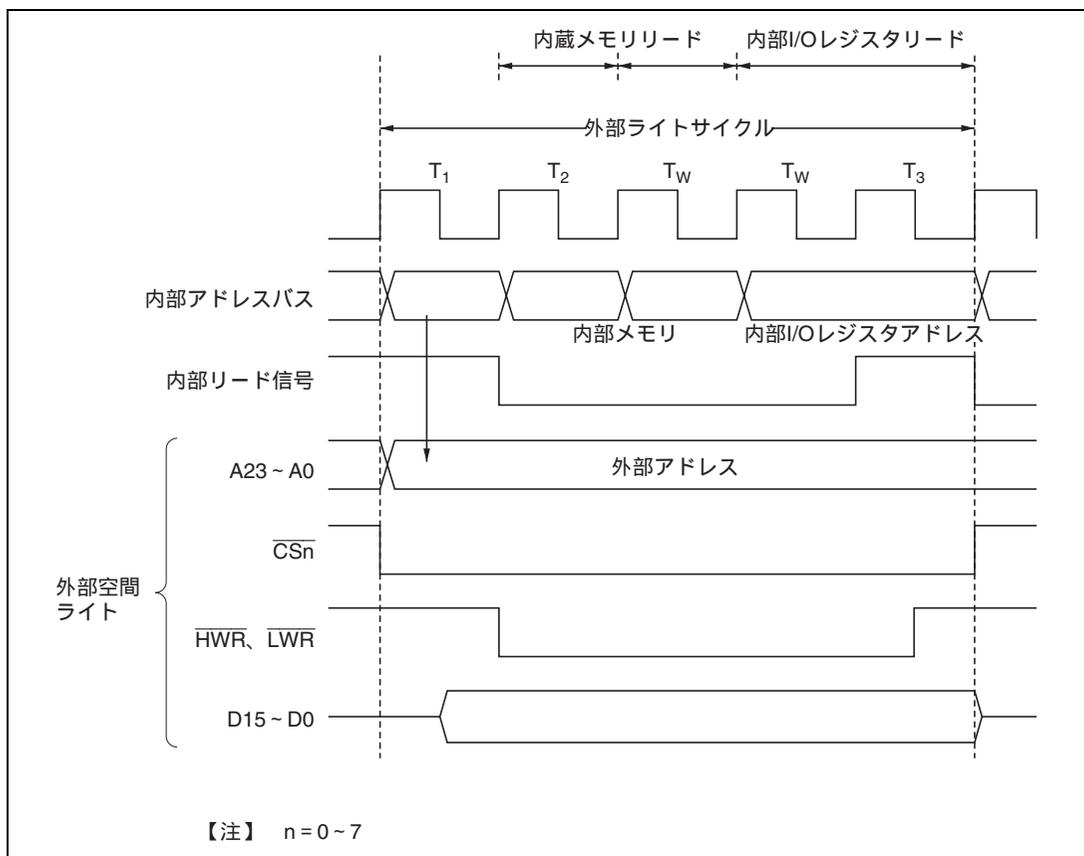


図 6.36 ライトデータバッファ機能使用時のタイミング例

6.10 バス解放

6.10.1 概要

本 LSI は外部からのバス権要求により、外部バスを解放することができます。外部バス権解放状態では、外部アクセスが発生しないかぎり、内部バスマスタは動作を継続します。

また、外部バス権解放状態で、内部バスマスタが外部アクセスをしようとしたとき、およびリフレッシュ要求が発生したときに、外部に対してバス権を要求することができます。

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力は、 BREQOPS ビットを設定することにより、 $\overline{\text{BREQO}}$ 出力ができる端子を PF2 から P53 へ切り替えることができます。

6.10.2 動作説明

外部拡張モードで、BCRL の BRLE ビットを 1 にセットすると、外部にバス権を解放することができます。 $\overline{\text{BREQ}}$ 端子を Low レベルとすることにより、本 LSI に外部バス権を要求します。 $\overline{\text{BREQ}}$ 端子をサンプリングすると、所定のタイミングで、 $\overline{\text{BACK}}$ 端子を Low レベルとし、アドレスバス、データバス、バス制御信号をハイインピーダンスとして、外部バス権解放状態になります。

外部バス権解放状態で、内部バスマスタは内部バスを使用したアクセスを行うことができます。内部バスマスタが外部アクセスをしようとする、いったんバスサイクルの起動を保留し、外部バスマスタからのバス権要求が取り下げられるのを待ちます。また、外部バス権解放状態にリフレッシュ要求が発生した場合も、外部バスマスタがバス権要求を取り下げられるまでリフレッシュ制御は保留されます。

BCRL の BREQOE ビットが 1 にセットされていると、外部バス権解放状態に内部バスマスタが外部アクセスをしようとしたとき、およびリフレッシュ要求が発生したときに、 $\overline{\text{BREQO}}$ 端子を Low レベルとし、外部にバス権要求を取り下げるよう要求することができます。

$\overline{\text{BREQ}}$ 端子が High レベルになると、所定のタイミングで $\overline{\text{BACK}}$ 端子を High レベルとし、外部バス権解放状態を終了します。

外部バス権解放要求、外部アクセスが同時に発生したときの優先順位は

(高) 外部バス権解放 > 内部バスマスタの外部アクセス (低)

また、リフレッシュ要求、外部バス権解放要求が同時に発生したときの優先順位は

(高) リフレッシュ > 外部バス権解放 (低)

となります。

ただし、リフレッシュと内部バスマスタの外部アクセスは、同時に実行可能なため、優先順位はありません。

6.10.3 外部バス権解放状態での端子状態

外部バス権解放状態での端子状態を表 6.9 に示します。

表 6.9 バス権解放状態での端子状態

端子名	端子の状態
A23 ~ A0	ハイインピーダンス
D15 ~ D0	ハイインピーダンス
CSn*1	ハイインピーダンス
CAS	ハイインピーダンス
AS	ハイインピーダンス
RD	ハイインピーダンス
HWR	ハイインピーダンス
LWR	ハイインピーダンス
DACKm*2	High レベル

【注】 *1 n = 0 ~ 7

*2 m = 0、1

6.10.4 遷移タイミング

バス権解放状態への遷移タイミングを図 6.37 に示します。

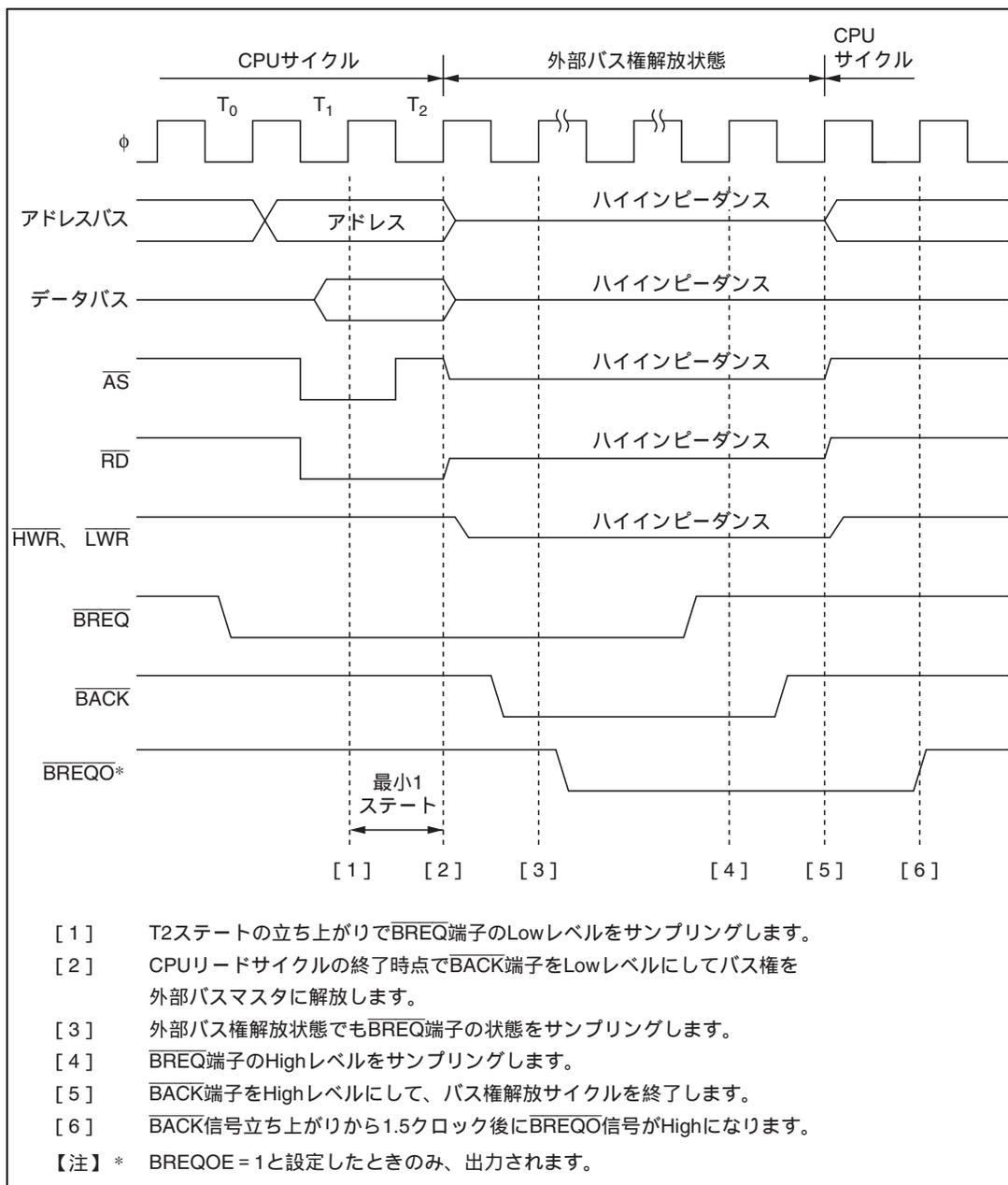


図 6.37 バス権解放状態遷移タイミング

6.10.5 使用上の注意

MSTPCR を H'FFFF または H'EFFF に設定し、かつスリープモードに遷移した状態では外部バス権解放機能は停止しますので設定しないでください。

6.11 バスアービトレーション

6.11.1 概要

本 LSI はバスマスタの動作を調停(バスアービトレーション)するバスアービタを内蔵しています。バスマスタは、CPU、DTC、および DMAC の 3 つがあり、バス権を占有した状態でリード/ライト動作を行います。各バスマスタはバス権要求信号によりバス権を要求します。バスアービタは所定のタイミングで優先順位を判定し、バス権要求アクノリッジ信号によりバスの使用を許可します。バスマスタはバス権を獲得して動作します。

6.11.2 動作説明

バスアービタは、バスマスタのバス権要求信号を検出して、バス権が要求されていれば、そのバスマスタにバス権要求アクノリッジ信号を与えます。複数のバスマスタからバス権要求があれば、最も優先順位の高いものにバス権要求アクノリッジ信号を与えます。バス権要求アクノリッジ信号を受け取ったバスマスタは、以後この信号が取り消されるまでバスを占有します。

バスマスタの優先順位：

(高) DMAC > DTC > CPU (低)

なお、内部バスマスタの内部バスアクセスと外部バス権解放、およびリフレッシュは並行して実行することができます。

外部バス権解放要求、リフレッシュ要求、および内部バスマスタの外部アクセスが同時に発生したときの優先順位：

(高) リフレッシュ > 外部バス権解放 (低)

(高) 外部バス権解放 > 内部バスマスタの外部アクセス (低)

ただし、リフレッシュと内部バスマスタの外部アクセスは同時に実行可能なため、優先順位はありません。

6.11.3 バス権移行タイミング

バス権を獲得して動作しているバスマスタよりも優先順位の高いバスマスタからのバス権要求があったときでも、すぐにバス権が移行するとは限りません。各バスマスタにはバス権を譲ることができるタイミングがあります。

(1) CPU

CPU は最も優先順位が低いバスマスタで、DTC および DMAC からのバス権要求があると、バスアービタはバス権をバス権の要求のあったバスマスタに移行します。バス権が移行するタイミングは次のとおりです。

- バスサイクルの切れ目で、バス権を移行します。ただし、ロングワードサイズのアクセスなど、バスサイクルを分割して実行する場合などには、分割されたバスサイクルの切れ目では、バス権は移行しません。バス権を移行しないタイミングは「付録 A.5 命令実行中のバス状態」を参照してください。
- CPU がスリープモードの場合、直ちにバス権を移行します。

(2) DTC

DTC は起動要求が発生するとバスアービタに対してバス権を要求します。

DTC がバス権を解放できるのは、ベクタのリード後、レジスタ情報のリード（3 ステート）後、1 回のデータ転送後、レジスタ情報のライト（3 ステート）後です。レジスタ情報のリード（3 ステート）中、1 回のデータ転送中、レジスタ情報のライト（3 ステート）中にはバスを解放しません。

(3) DMAC

DMAC は起動要求が発生するとバスアービタに対してバス権を要求します。

DMAC はショートアドレスモード、ノーマルモードの外部リクエスト、またはサイクルスチールモードの場合、1 回の転送終了後にバス権を解放します。

ブロック転送モードの場合は 1 ブロック転送後、バーストモードの場合は転送終了後にバス権を解放します。

6.11.4 外部バス権解放使用上の注意

外部バス権解放は、外部バスサイクルが終了した時点で行うことができます。

\overline{RD} 信号、DRAM インタフェースの \overline{RAS} 信号、 \overline{CAS} 信号は外部バスサイクルの最後まで Low レベルを出力します。

したがって、外部バス権解放を行う場合、 \overline{RD} 、 \overline{RAS} 、 \overline{CAS} 信号の Low レベルからハイインピーダンス状態へと遷移する場合があります。

6.12 リセットとバスコントローラ

リセットでは、バスコントローラを含めて、本 LSI はその時点でリセット状態になります。実行中のバスサイクルは途中で打ち切られます。

7. DMA コントローラ

7.1 概要

本 LSI は、DMA コントローラ (DMAC) を内蔵しています。DMAC は最大 4 チャンネルのデータ転送を行うことができます。

7.1.1 特長

DMAC には次の特長があります。

- (1) ショートアドレスモードとフルアドレスモードを選択可能
 - (1) ショートアドレスモード
 - 最大 4 チャンネルを使用可能
 - デュアルアドレスモード/シングルアドレスモードの選択が可能
 - デュアルアドレスモードでは転送元、転送先アドレスの一方を 24 ビット、他方を 16 ビットで指定
 - シングルアドレスモードでは転送元、転送先アドレスの一方だけを 24 ビットで指定
 - シングルアドレスモードでは 1 バスサイクルでの転送が可能
 - デュアルアドレスモード、シングルアドレスモードに対し、シーケンシャルモード/アイドルモード/リピートモードの選択が可能
 - (2) フルアドレスモード
 - 最大 2 チャンネルを使用可能
 - 転送元、転送先アドレスを 24 ビットで指定
 - ノーマルモード/ブロック転送モードの選択が可能
- (2) 16M バイトのアドレス空間を直接指定可能
- (3) 転送単位をバイト/ワードに設定可能
- (4) 起動要因は、内部割り込み、外部リクエスト、オートリクエスト (転送モードに依存)
 - 16 ビットタイマパルスユニット (TPU) のコンペアマッチ/インプットキャプチャ割り込み × 6
 - シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI0、SCI1) の送信データエンプティ割り込み、受信データフル割り込み
 - A/D 変換器の変換終了割り込み
 - 外部リクエスト
 - オートリクエスト

7. DMA コントローラ

(5) モジュールストップモードの設定可能

- 初期値ではDMACのレジスタのアクセスが可能。モジュールストップモードの設定でDMACの動作は停止

7.1.2 ブロック図

DMACのブロック図を図7.1に示します。

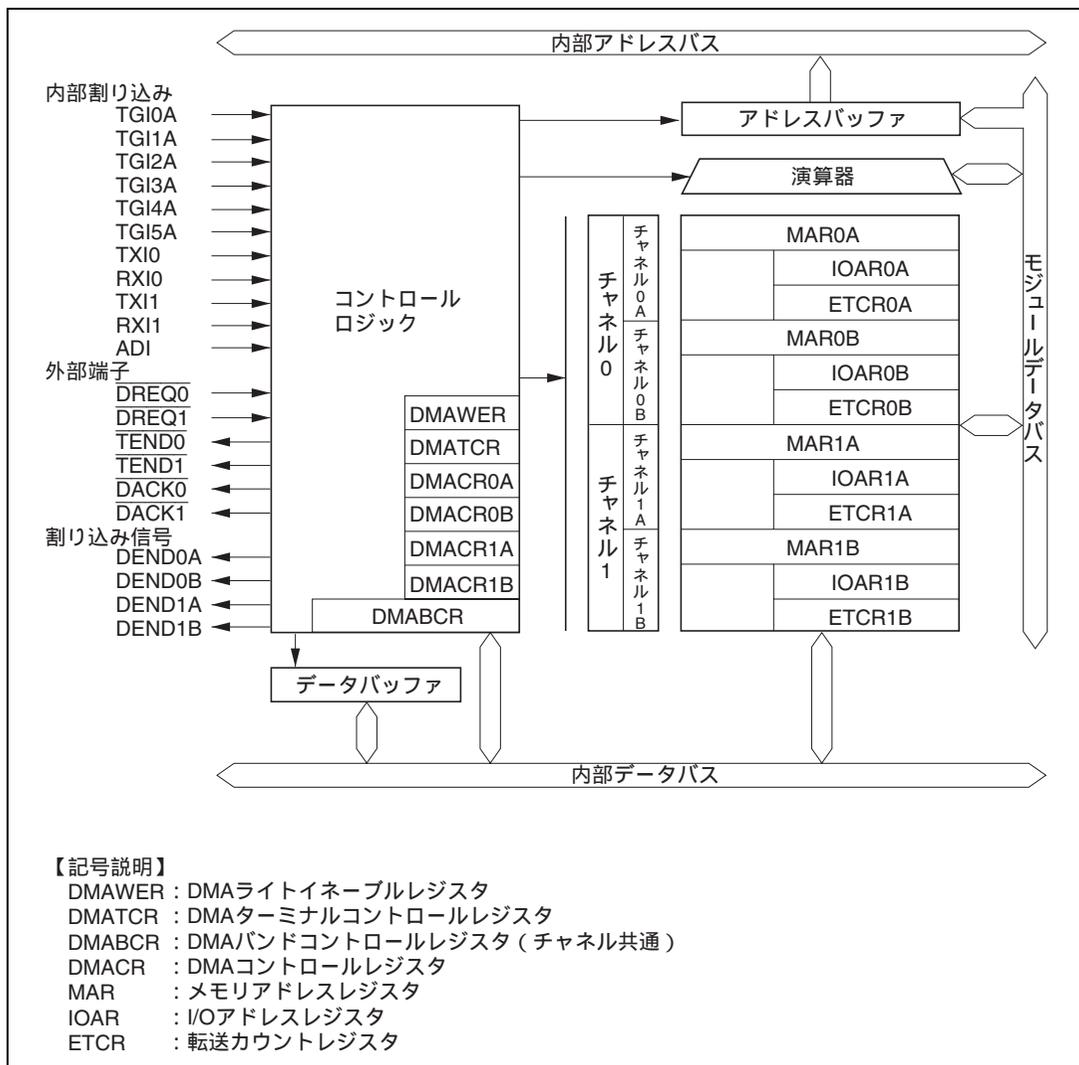


図 7.1 DMAC のブロック図

7.1.3 機能概要

DMAC のショートアドレスモード、フルアドレスモードの機能概要を表 7.1 (1)、(2) にそれぞれ示します。

表 7.1 (1) DMAC の機能概要 (ショートアドレスモード)

転送モード		転送要因	アドレスレジスタビット長	
			ソース	デスティネーション
デュアル アドレス モード	<ul style="list-style-type: none"> (1) シーケンシャルモード <ul style="list-style-type: none"> • 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 • メモリアドレスを 1 または 2 増減 • 転送回数は 1 ~ 65,536 (2) アイドルモード <ul style="list-style-type: none"> • 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 • メモリアドレスは固定 • 転送回数は 1 ~ 65,536 (3) リピートモード <ul style="list-style-type: none"> • 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 • メモリアドレスを 1 または 2 増減 • 指定回数 (1 ~ 256) 転送後、初期状態を回復して動作を継続 	<ul style="list-style-type: none"> • TPU チャンネル 0 ~ 5 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込み • SCI の送信データエンプティ割り込み • SCI の受信データフル割り込み • A/D 変換器の変換終了割り込み • 外部リクエスト 	24/16	16/24
シングル アドレス モード	<ul style="list-style-type: none"> • 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 • I/O を指定するアドレスの代わりに DACK 端子を用いて 1 バスサイクルで転送 • (1) ~ (3) の各モードに対して指定可能 	<ul style="list-style-type: none"> • 外部リクエスト 	24/DACK	DACK/24

7. DMA コントローラ

表 7.1 (2) DMAC の機能概要 (フルアドレスモード)

転送モード	転送要因	アドレスレジスタビット長	
		ソース	デスティネーション
(1) ノーマルモード オートリクエスト <ul style="list-style-type: none"> 転送要求を内部保持 指定回数 (1~65,536) 継続して転送 バースト/サイクルスチール転送を選択可能 外部リクエスト <ul style="list-style-type: none"> 1回の転送要求で1バイトまたは1ワードの転送を実行 転送回数は1~65,536 	<ul style="list-style-type: none"> オートリクエスト 	24	24
(2) ブロック転送モード <ul style="list-style-type: none"> 1回の転送要求で指定したブロックサイズの転送を実行 転送回数は1~65,536 ソースまたはデスティネーションのいずれかをブロックエリアに指定可能 ブロックサイズは1~256バイトまたはワード 	<ul style="list-style-type: none"> TPUチャンネル0~5のコンペアマッチ/インプットキャプチャA割り込み SCIの送信データエンプティ割り込み SCIの受信データフル割り込み 外部リクエスト A/D変換器の変換終了割り込み 	24	24

7.1.4 端子構成

DMAC の端子構成を表 7.2 に示します。

ショートアドレスモードでは、チャンネル A に対する外部リクエストによる転送、シングルアドレス転送、転送終了出力は行えません。

DMA 転送アクノレッジは、ショートアドレスモードのチャンネル B のシングルアドレスモードにおいて機能します。

\overline{DREQ} 端子を使用するときは、対応するポートを出力にしないでください。

\overline{DACK} 端子は、シングルアドレス転送の設定により対応するポートが自動的に出力になり、 \overline{DACK} 端子となります。

\overline{TEND} 端子は、端子ごとに対応するポートを \overline{TEND} 端子として使用するかどうかをレジスタで設定できます。

表 7.2 端子構成

チャンネル	名称	略称	入出力	機能
0	DMA リクエスト 0	$\overline{DREQ0}$	入力	DMAC チャンネル 0 の外部リクエスト
	DMA 転送アクノレッジ 0	$\overline{DACK0}$	出力	DMAC チャンネル 0 のシングルアドレス転送アクノレッジ
	DMA 転送終了 0	$\overline{TEND0}$	出力	DMAC チャンネル 0 の転送終了
1	DMA リクエスト 1	$\overline{DREQ1}$	入力	DMAC チャンネル 1 の外部リクエスト
	DMA 転送アクノレッジ 1	$\overline{DACK1}$	出力	DMAC チャンネル 1 のシングルアドレス転送アクノレッジ
	DMA 転送終了 1	$\overline{TEND1}$	出力	DMAC チャンネル 1 の転送終了

7. DMA コントローラ

7.1.5 レジスタ構成

DMAC のレジスタ構成を表 7.3 に示します。

表 7.3 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*	バス幅
0	メモリアドレスレジスタ 0A	MAR0A	R/W	不定	H'FEE0	16 ビット
	I/O アドレスレジスタ 0A	IOAR0A	R/W	不定	H'FEE4	
	転送カウントレジスタ 0A	ETCR0A	R/W	不定	H'FEE6	
	メモリアドレスレジスタ 0B	MAR0B	R/W	不定	H'FEE8	
	I/O アドレスレジスタ 0B	IOAR0B	R/W	不定	H'FEEC	
	転送カウントレジスタ 0B	ETCR0B	R/W	不定	H'FEEE	
1	メモリアドレスレジスタ 1A	MAR1A	R/W	不定	H'FEF0	16 ビット
	I/O アドレスレジスタ 1A	IOAR1A	R/W	不定	H'FEF4	
	転送カウントレジスタ 1A	ETCR1A	R/W	不定	H'FEF6	
	メモリアドレスレジスタ 1B	MAR1B	R/W	不定	H'FEF8	
	I/O アドレスレジスタ 1B	IOAR1B	R/W	不定	H'FEFC	
	転送カウントレジスタ 1B	ETCR1B	R/W	不定	H'FEFE	
0、1	DMA ライトイネーブルレジスタ	DMAWER	R/W	H'00	H'FF00	8 ビット
	DMA ターミナルコントロールレジスタ	DMATCR	R/W	H'00	H'FF01	
	DMA コントロールレジスタ 0A	DMACR0A	R/W	H'00	H'FF02	16 ビット
	DMA コントロールレジスタ 0B	DMACR0B	R/W	H'00	H'FF03	
	DMA コントロールレジスタ 1A	DMACR1A	R/W	H'00	H'FF04	
	DMA コントロールレジスタ 1B	DMACR1B	R/W	H'00	H'FF05	
	DMA バンドコントロールレジスタ	DMABCR	R/W	H'0000	H'FF06	
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C	8 ビット

【注】 * アドレスは下位 16 ビットを示しています。

7.2 各レジスタの説明（１）（ショートアドレスモード）

ショートアドレスモード転送は、チャンネル A、B 独立に行うことができます。

表 7.4 に示すように DMABCR の FAE ビットを 0 に設定して各チャンネルのショートアドレスモード転送を指定します。FAE1、FAE0 ビットにより、チャンネル 1、0 を独立してショートアドレス/フルアドレスモードの選択を行うことができます。

表 7.4 ショートアドレスモードとフルアドレスモード（1チャンネル分：チャンネル0の例）

FAE0	説明																		
0	<p>ショートアドレスモードを指定（チャンネル A、B は独立して動作）</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="4">チャンネル 0 A</td> <td>MAR0A</td> <td>← 転送元 / 転送先アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>IOAR0A</td> <td>← 転送先 / 転送元アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>ETCR0A</td> <td>← 転送回数を指定</td> </tr> <tr> <td>DMACR0A</td> <td>← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">チャンネル 0 B</td> <td>MAR0B</td> <td>← 転送元 / 転送先アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>IOAR0B</td> <td>← 転送先 / 転送元アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>ETCR0B</td> <td>← 転送回数を指定</td> </tr> <tr> <td>DMACR0B</td> <td>← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定</td> </tr> </table>	チャンネル 0 A	MAR0A	← 転送元 / 転送先アドレスを指定	IOAR0A	← 転送先 / 転送元アドレスを指定	ETCR0A	← 転送回数を指定	DMACR0A	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定	チャンネル 0 B	MAR0B	← 転送元 / 転送先アドレスを指定	IOAR0B	← 転送先 / 転送元アドレスを指定	ETCR0B	← 転送回数を指定	DMACR0B	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定
チャンネル 0 A	MAR0A		← 転送元 / 転送先アドレスを指定																
	IOAR0A		← 転送先 / 転送元アドレスを指定																
	ETCR0A		← 転送回数を指定																
	DMACR0A	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定																	
チャンネル 0 B	MAR0B	← 転送元 / 転送先アドレスを指定																	
	IOAR0B	← 転送先 / 転送元アドレスを指定																	
	ETCR0B	← 転送回数を指定																	
	DMACR0B	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定																	
1	<p>フルアドレスモードを指定（チャンネル A、B は組み合わせて動作）</p> <table border="1"> <tr> <td rowspan="6">チャンネル 0</td> <td>MAR0A</td> <td>← 転送元アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>MAR0B</td> <td>← 転送先アドレスを指定</td> </tr> <tr> <td>IOAR0A</td> <td>← 未使用</td> </tr> <tr> <td>IOAR0B</td> <td>← 未使用</td> </tr> <tr> <td>ETCR0A</td> <td>← 転送回数を指定</td> </tr> <tr> <td>ETCR0B</td> <td>← 転送回数を指定（ブロック転送モード時のみ使用）</td> </tr> <tr> <td></td> <td>DMACR0A DMACR0B</td> <td>← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定</td> </tr> </table>	チャンネル 0	MAR0A	← 転送元アドレスを指定	MAR0B	← 転送先アドレスを指定	IOAR0A	← 未使用	IOAR0B	← 未使用	ETCR0A	← 転送回数を指定	ETCR0B	← 転送回数を指定（ブロック転送モード時のみ使用）		DMACR0A DMACR0B	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定		
チャンネル 0	MAR0A		← 転送元アドレスを指定																
	MAR0B		← 転送先アドレスを指定																
	IOAR0A		← 未使用																
	IOAR0B		← 未使用																
	ETCR0A		← 転送回数を指定																
	ETCR0B	← 転送回数を指定（ブロック転送モード時のみ使用）																	
	DMACR0A DMACR0B	← 転送サイズ、モード、起動要因などを指定																	

7.2.1 メモリアドレスレジスタ (MAR)

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

MAR は 32 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、転送のソースアドレスまたはデスティネーションアドレスを指定します。

MAR の上位 8 ビットはリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

MAR がソースアドレスレジスタとして機能するか、デスティネーションアドレスレジスタとして機能するかは、DMACR の DTDIR ビットにより選択できます。

MAR は 1 回のバイト転送またはワード転送のたびにインクリメント/デクリメントされ、MAR によって指定するアドレスを自動的に更新していきます。詳細は、「7.2.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)」を参照してください。

MAR はリセットまたはスタンバイモード時に初期化されません。

7.2.2 I/O アドレスレジスタ (IOAR)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

IOAR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、転送のソースアドレスまたはデスティネーションアドレスの下位 16 ビットを指定します。転送アドレスの上位 8 ビットは、H'FF の値が自動的に設定されます。

IOAR がソースアドレスレジスタとして機能するか、デスティネーションアドレスレジスタとして機能するかは、DMACR の DTDIR ビットにより選択できます。

シングルアドレスモードでは IOAR は無効です。

IOAR は転送のたびにインクリメント/デクリメントされず、IOAR によって指定するアドレスは固定となります。

IOAR はリセットまたはスタンバイモード時に初期化されません。

7.2.3 転送カウンタレジスタ (ETCR)

ETCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、転送回数を設定します。このレジスタは、シーケンシャルモードおよびアイドルモードと、リピートモードとでは設定が異なります。

(1) シーケンシャルモードおよびアイドルモード

転送カウンタ (ETCR)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

シーケンシャルモードとアイドルモードでは、ETCR は 16 ビットの転送カウンタ (1~65,536) として機能します。1 回の転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になると DMABCR の DTE ビットをクリアし、転送を終了します。

7. DMA コントローラ

(2) リピートモード

転送回数保持 (ETCRH)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W								

転送カウンタ (ETCRL)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W								

*: 不定

リピートモードでは、ETCR は 8 ビットの転送カウンタ (1~256) ETCRL と転送回数保持レジスタ ETCRH として機能します。1 回の転送を行うたびに ETCRL は 1 だけデクリメントされ、H'00 になると、ETCRH の値をロードします。このとき、MAR は転送を開始したときの値に自動的に戻ります。

DMABCR の DTE ビットはクリアされません。このため、DTE ビットがユーザによりクリアされるまで、繰り返し転送が行えます。

ETCR はリセットまたはスタンバイモード時に初期化されません。

7.2.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

DMACR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DMAC の各チャンネルの動作を制御します。

DMACR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

ビット7: データトランスファサイズ (DTSZ)

1 回に転送されるデータサイズを選択します。

ビット7	説明
DTSZ	
0	バイトサイズ転送 (初期値)
1	ワードサイズ転送

ビット6: データトランスインクリメント/デクリメント (DTID)

シーケンシャルモードまたはリピートモードの場合、データ転送ごとの MAR のインクリメント/デクリメントを選択します。

アイドルモードの場合、MAR はインクリメントもデクリメントもされません。

ビット6	説明
DTID	
0	データ転送後 MAR をインクリメント (初期値) (1) DTSZ=0 のとき、転送後 MAR を +1 (2) DTSZ=1 のとき、転送後 MAR を +2
1	データ転送後 MAR をデクリメント (1) DTSZ=0 のとき、転送後 MAR を -1 (2) DTSZ=1 のとき、転送後 MAR を -2

ビット5: リピートイネーブル (RPE)

DMABCR の DTIE ビットと組み合わせて、シーケンシャルモード、アイドルモード、リピートモードのうち、どのモードで転送するかを選択します。

ビット5	DMABCR	説明
RPE	DTIE	
0	0	シーケンシャルモードで転送 (転送終了割り込みなし) (初期値)
	1	シーケンシャルモードで転送 (転送終了割り込みあり)
1	0	リピートモードで転送 (転送終了割り込みなし)
	1	アイドルモードで転送 (転送終了割り込みあり)

シーケンシャルモード、アイドルモード、リピートモードの動作については、「7.5.2 シーケンシャルモード」、「7.5.3 アイドルモード」、「7.5.4 リピートモード」を参照してください。

7. DMA コントローラ

ビット 4 : データトランスファディレクション (DTDIR)

DMABCR の SAE ビットと組み合わせて、データ転送の方向 (ソース、デスティネーション) を指定します。したがって、デュアルアドレスモードとシングルアドレスモードとで機能が異なります。

DMABCR	ビット 4	説明
SAE	DTDIR	
0	0	MAR をソースアドレス、IOAR をデスティネーションアドレスとして転送 (初期値)
	1	IOAR をソースアドレス、MAR をデスティネーションアドレスとして転送
1	0	MAR をソースアドレス、DACK 端子をライトストロープとして転送
	1	DACK 端子をリードストロープ、MAR をデスティネーションアドレスとして転送

ビット 3~0 : DTF3 ~ DTF0 (データトランスファファクタ)

データ転送の起動要因を選択します。チャンネル A とチャンネル B では一部起動要因が異なります。

チャンネル A

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明	
DTF3	DTF2	DTF1	DTF0		
0	0	0	0	- (初期値)	
			1	A/D 変換器の変換終了割り込みで起動	
		1	0	-	
			1	-	
	1	0	0	0	SCI チャンネル 0 の送信データエンプティ割り込みで起動
				1	SCI チャンネル 0 の受信データフル割り込みで起動
		1	0	0	SCI チャンネル 1 の送信データエンプティ割り込みで起動
				1	SCI チャンネル 1 の受信データフル割り込みで起動
1	0	0	0	TPU チャンネル 0 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動	
			1	TPU チャンネル 1 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動	
		1	0	0	TPU チャンネル 2 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
				1	TPU チャンネル 3 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
	1	0	0	0	TPU チャンネル 4 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
				1	TPU チャンネル 5 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
		1	0	0	-
				1	-

チャンネル B

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説明
DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	
0	0	0	0	- (初期値)
			1	A/D 変換器の変換終了割り込みで起動
		1	0	DREQ 端子の立ち下がりエッジ入力で起動*
			1	DREQ 端子の Low レベル入力で起動
	1	0	0	SCI チャンネル 0 の送信データエンプティ割り込みで起動
			1	SCI チャンネル 0 の受信データフル割り込みで起動
		1	0	SCI チャンネル 1 の送信データエンプティ割り込みで起動
			1	SCI チャンネル 1 の受信データフル割り込みで起動
1	0	0	0	TPU チャンネル 0 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
			1	TPU チャンネル 1 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
		1	0	TPU チャンネル 2 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
			1	TPU チャンネル 3 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
	1	0	0	TPU チャンネル 4 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
			1	TPU チャンネル 5 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込みで起動
		1	0	-
			1	-

【注】 * 転送許可後の最初の転送は Low レベルで検出します。

複数のチャンネル間で同一の起動要因を選択することが可能です。この場合、チャンネル間の優先順位に従い、優先度の高いチャンネルから起動されます。チャンネル間の優先順位については「7.5.13 DMAC 複数チャンネルの動作」を参照してください。

7. DMA コントローラ

7.2.5 DMA バンドコントロールレジスタ (DMABCR)

DMABCRH

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
	FAE1	FAE0	SAE1	SAE0	DTA1B	DTA1A	DTA0B	DTA0A
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DMABCRL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
DMABCRL	DTE1B	DTE1A	DTE0B	DTE0A	DTIE1B	DTIE1A	DTIE0B	DTIE0A
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DMABCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DMAC の各チャンネルの動作を制御します。

DMABCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'0000 に初期化されます。

ビット 15 : フルアドレスイネーブル 1 (FAE1)

チャンネル 1 をショートアドレスモード/フルアドレスモードのどちらで使用するかを指定するビットです。

ビット 15	説明
FAE1	
0	ショートアドレスモード (初期値)
1	フルアドレスモード

ショートアドレスモードでは、チャンネル 1A、1B は、それぞれ独立したチャンネルとして使用できません。

ビット 14 : フルアドレスイネーブル 0 (FAE0)

チャンネル 0 をショートアドレスモード/フルアドレスモードのどちらで使用するかを指定するビットです。

ビット 14	説明
FAE0	
0	ショートアドレスモード (初期値)
1	フルアドレスモード

ショートアドレスモードでは、チャンネル 0A、0B は、それぞれ独立したチャンネルとして使用できません。

ビット 13 : シングルアドレスイネーブル 1 (SAE1)

チャンネル 1B をデュアルアドレスモードまたはシングルアドレスモードのどちらで転送するかを指定するビットです。

ビット 13	説明	
SAE1		
0	デュアルアドレスモードで転送	(初期値)
1	シングルアドレスモードで転送	

フルアドレスモードでは、本ビットは無効になります。

ビット 12 : シングルアドレスイネーブル 0 (SAE0)

チャンネル 0B を、デュアルアドレスモードまたはシングルアドレスモードのどちらで転送するかを指定するビットです。

ビット 12	説明	
SAE0		
0	デュアルアドレスモードで転送	(初期値)
1	シングルアドレスモードで転送	

フルアドレスモードでは、本ビットは無効になります。

ビット 11~8 : データトランスファアクノレッジ (DTA)

データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の、DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

DTE=1 のとき DTA=1 となっていると、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因は DMA 転送により自動的にクリアされます。DTE=1、DTA=1 の状態では、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込みは CPU および DTC に割り込みを要求しません。

DTE=1 のとき DTA=0 となっていると、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因は転送時にはクリアされず、並行して CPU または DTC に割り込みを要求することができます。この場合は、CPU または DTC 転送で割り込み要因をクリアしてください。

DTE=0 の状態では DTA ビットによらず、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込みは、CPU または DTC に割り込みを要求します。

ビット 11 : データトランスファアクノレッジ 1B (DTA1B)

チャンネル 1B のデータトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

ビット 11	説明	
DTA1B		
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止	(初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可	

7. DMA コントローラ

ビット 10 : データトランスファアクノレッジ 1A (DTA1A)

チャンネル 1A のデータトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

ビット 10	説明
DTA1A	
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止 (初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可

ビット 9 : データトランスファアクノレッジ 0B (DTA0B)

チャンネル 0B のデータトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

ビット 9	説明
DTA0B	
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止 (初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可

ビット 8 : データトランスファアクノレッジ 0A (DTA0A)

チャンネル 0A のデータトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

ビット 8	説明
DTA0A	
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止 (初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可

ビット 7~4 : データトランスファイネーブル (DTE)

DTE ビット = 0 の状態はデータ転送禁止の状態であり、データトランスファファクタによって選択されている起動要因は無視されます。このとき、起動要因が内部割り込みである場合には、CPU または DTC に割り込みが要求されます。また、DTE = 0 のときに DTIE = 1 となっていると、DMAC は転送終了とみなし、CPU または DTC に対し転送終了割り込みを要求します。

DTE = 0 となる条件は、

- 初期化されたとき
- リピートモードを除いた転送モードで、指定された回数分の転送を終了したとき
- 強制的に転送を打ち切るなどの理由により、DTE ビットに 0 をライトしたとき

です。

DTE = 1 の状態はデータ転送許可の状態であり、データトランスファファクタによって選択されている起動要因の要求待ち状態になります。起動要因による要求が発生すると、DMA 転送が実行されます。

DTE = 1 となる条件は、

- DTE = 0 をリード後、DTE = 1 をライトしたとき

です。

ビット7：データトランスファイネーブル1B (DTE1B)
チャンネル1Bのデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット7	説明	
DTE1B		
0	データ転送を禁止	(初期値)
1	データ転送を許可	

ビット6：データトランスファイネーブル1A (DTE1A)
チャンネル1Aのデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット6	説明	
DTE1A		
0	データ転送を禁止	(初期値)
1	データ転送を許可	

ビット5：データトランスファイネーブル0B (DTE0B)
チャンネル0Bのデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット5	説明	
DTE0B		
0	データ転送を禁止	(初期値)
1	データ転送を許可	

ビット4：データトランスファイネーブル0A (DTE0A)
チャンネル0Aのデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット4	説明	
DTE0A		
0	データ転送を禁止	(初期値)
1	データ転送を許可	

ビット3~0：データトランスファエンドインタラプトイネーブル (DTIE)

転送終了時のCPUまたはDTCに対する割り込みを許可または禁止するビットです。DTE=0のときにDTIE=1となっていると、DMACは転送終了とみなし、CPUまたはDTCに対し転送終了割り込みを要求します。

転送終了割り込みを解除するには、割り込み処理ルーチンにてDTIEビットを0にクリアする方法と、転送カウンタ、アドレスレジスタを再設定後にDTEビットを1にセットして転送継続の処理を行う方法があります。

7. DMA コントローラ

ビット 3 : データトランスファインタラプトイネーブル 1B (DTIE1B)
チャンネル 1B の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット 3	説明
DTIE1B	
0	転送終了割り込みを禁止 (初期値)
1	転送終了割り込みを許可

ビット 2 : データトランスファインタラプトイネーブル 1A (DTIE1A)
チャンネル 1A の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット 2	説明
DTIE1A	
0	転送終了割り込みを禁止 (初期値)
1	転送終了割り込みを許可

ビット 1 : データトランスファインタラプトイネーブル 0B (DTIE0B)
チャンネル 0B の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット 1	説明
DTIE0B	
0	転送終了割り込みを禁止 (初期値)
1	転送終了割り込みを許可

ビット 0 : データトランスファインタラプトイネーブル 0A (DTIE0A)
チャンネル 0A の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット 0	説明
DTIE0A	
0	転送終了割り込みを禁止 (初期値)
1	転送終了割り込みを許可

7.3 各レジスタの説明 (2) (フルアドレスモード)

フルアドレスモード転送は、チャンネル A、B を組み合わせて行います。フルアドレスモード転送の設定については、表 7.4 を参照してください。

7.3.1 メモリアドレスレジスタ (MAR)

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
	-	-	-	-	-	-	-	-								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							
ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

MAR は 32 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、MARA は転送のソースアドレスレジスタとして、MARB はデスティネーションアドレスレジスタとして機能します。

MAR は 2 本の 16 ビットレジスタ MARH、MARL により構成されています。MARH の上位 8 ビットはリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

MAR は 1 回のバイト転送またはワード転送のたびにインクリメント/デクリメントされ、ソースまたはデスティネーションのメモリアドレスを自動的に更新することができます。詳細は、「7.3.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)」を参照してください。

MAR はリセットまたはスタンバイモード時に初期化されません。

7.3.2 I/O アドレスレジスタ (IOAR)

IOAR はフルアドレスモード転送では使用しません。

7.3.3 転送カウントレジスタ (ETCR)

ETCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、転送回数を設定しますが、ノーマルモードとブロック転送モードとでは機能が異なります。

ETCR はリセットまたはスタンバイモード時に初期化されません。

(1) ノーマルモード

(a) ETCRA

転送カウンタ

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

ノーマルモードでは、ETCRA は 16 ビットの転送カウンタとして機能します。1 回の転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、カウンタ値が H'0000 になると転送を終了します。このとき、ETCRB は使用されません。

(b) ETCRB

ETCRB はノーマルモードでは使用しません。

(2) ブロック転送モード

(a) ETCRA

ブロックサイズ保持 (ETCRAH)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W								

ブロックサイズカウンタ (ETCRAL)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W								

*: 不定

(b) ETCRB

ブロック転送カウンタ

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W																

*: 不定

ブロック転送モードでは、ETCRAL は 8 ビットのブロックサイズカウンタとして機能し、ETCRAH はブロックサイズを保持します。ETCRAL は 1 バイトまたは 1 ワードの転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'00 になると ETCRAH の値がロードされます。したがって、ETCRAH、ETCRAL にブロックサイズを設定することにより、任意のバイト数またはワード数で構成されたブロックを繰り返し転送することができます。

ETCRB は、ブロック転送モードでは 16 ビットのブロック転送カウンタとして機能します。1 回のブロック転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になると転送を終了します。

7.3.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)

DMACR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DMAC の各チャネルの動作を制御します。フルアドレスモードでは、DMACRA と DMACRB で機能が異なります。

DMACR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'0000 に初期化されます。

(1) DMACRA

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
	DTSZ	SAID	SAIDE	BLKDIR	BLKE	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

(2) DMACRB

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	DAID	DAIDE	-	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

7. DMA コントローラ

ビット 15 : データトランスファサイズ (DTSZ)

1 回に転送されるデータサイズを選択します。

ビット 15	説明
DTSZ	
0	バイトサイズ転送 (初期値)
1	ワードサイズ転送

ビット 14 : ソースアドレスインクリメント/デクリメント (SAID)

ビット 13 : ソースアドレスインクリメント/デクリメントイネーブル (SAIDE)

データ転送時、ソースアドレスレジスタ MARA をインクリメントするか、デクリメントするか、または固定とするかを指定します。

ビット 14	ビット 13	説明
SAID	SAIDE	
0	0	MARA 固定 (初期値)
	1	データ転送後、MARA をインクリメント (1) DTSZ = 0 のとき、転送後 MARA を +1 (2) DTSZ = 1 のとき、転送後 MARA を +2
1	0	MARA 固定
	1	データ転送後、MARA をデクリメント (1) DTSZ = 0 のとき、転送後 MARA を -1 (2) DTSZ = 1 のとき、転送後 MARA を -2

ビット 12 : ブロックディレクション (BLKDIR)

ビット 11 : ブロックイネーブル (BLKE)

ノーマルモードで転送するか、ブロック転送モードで転送するかを BLKE で指定します。また、ブロック転送モードを指定する場合には、ソース側、デスティネーション側のどちらをブロックエリアとするかを BLKDIR で指定します。

ビット 12	ビット 11	説明
BLKDIR	BLKE	
0	0	ノーマルモードで転送 (初期値)
	1	ブロック転送モードで転送、ブロックエリアはデスティネーション側
1	0	ノーマルモードで転送
	1	ブロック転送モードで転送、ブロックエリアはソース側

ノーマルモード、ブロック転送モードの動作については、「7.5 動作説明」を参照してください。

ビット 10~7 : リザーブビット

リード/ライト可能です。0 をライトしてください。

ビット6：デスティネーションアドレスインクリメント/デクリメント (DAID)

ビット5：デスティネーションアドレスインクリメント/デクリメントイネーブル (DAIDE)

データ転送時、デスティネーションアドレスレジスタ MARB をインクリメントするか、デクリメントするか、または固定とするかを指定します。

ビット6	ビット5	説明
DAID	DAIDE	
0	0	MARB 固定 (初期値)
	1	データ転送後、MARB をインクリメント (1) DTSZ=0 のとき、転送後 MARB を +1 (2) DTSZ=1 のとき、転送後 MARB を +2
1	0	MARB 固定
	1	データ転送後 MARB をデクリメント (1) DTSZ=0 のとき、転送後 MARB を -1 (2) DTSZ=1 のとき、転送後 MARB を -2

ビット4：リザーブビット

リード/ライト可能です。0 をライトしてください。

ビット3~0：データトランスファファクタ (DTF3~DTF0)

データ転送の起動要因を選択します。ノーマルモードとブロック転送モードとでは指定できる起動要因が異なります。

ノーマルモード

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説明
DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	
0	0	0	0	- (初期値)
			1	-
		1	0	DREQ 端子の立ち下がりエッジ入力で起動
			1	DREQ 端子の Low レベル入力で起動
	1	0	*	-
		1	0	オートリクエスト (サイクルスチール)
			1	オートリクエスト (バースト)
1	*	*	*	-

* : Don't care

7. DMA コントローラ

ブロック転送モード

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説明	
DTF3	DTF2	DTF1	DTF0		
0	0	0	0	- (初期値)	
			1	A/D変換器の変換終了割り込みで起動	
		1	0	DREQ端子の立ち下がりエッジ入力で起動*	
			1	DREQ端子のLowレベル入力で起動	
	1	0	0	0	SCIチャンネル0の送信データエンプティ割り込みで起動
				1	SCIチャンネル0の受信データフル割り込みで起動
		1	0	0	SCIチャンネル1の送信データエンプティ割り込みで起動
				1	SCIチャンネル1の受信データフル割り込みで起動
1	0	0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動	
			1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動	
		1	0	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動
				1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動
	1	0	0	0	TPUチャンネル4のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動
				1	TPUチャンネル5のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動
		1	0	0	-
				1	-

【注】 * 転送許可後の最初の転送はLowレベルで検出します。

複数のチャンネル間で同一の起動要因を選択することが可能です。この場合、チャンネル間の優先順位に従い、優先度の高いチャンネルから起動されます。チャンネル間の優先順位については「7.5.13 DMAC複数チャンネルの動作」を参照してください。

7.3.5 DMA バンドコントロールレジスタ (DMABCR)

DMABCRH

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
	F AE1	F AE0	-	-	D TA1	-	D TA0	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DMABCRL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	D TME1	D TE1	D TME0	D TE0	D TIE1B	D TIE1A	D TIE0B	D TIE0A
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DMABCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DMAC の各チャンネルの動作を制御します。

DMABCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'0000 に初期化されます。

ビット 15 : フルアドレスイネーブル 1 (FAE1)

チャンネル 1 を、ショートアドレスモードまたはフルアドレスモードのどちらで使用するかを指定するビットです。

フルアドレスモードでは、チャンネル 1A、1B を組み合わせてチャンネル 1 として使用できます。

ビット 15	説明
F AE1	
0	ショートアドレスモード (初期値)
1	フルアドレスモード

ビット 14 : フルアドレスイネーブル 0 (FAE0)

チャンネル 0 を、ショートアドレスモードまたはフルアドレスモードのどちらで使用するかを指定するビットです。

フルアドレスモードでは、チャンネル 0A、0B を組み合わせてチャンネル 0 として使用できます。

ビット 14	説明
F AE0	
0	ショートアドレスモード (初期値)
1	フルアドレスモード

ビット 13、12 : リザーブビット

リード/ライト可能です。0 をライトしてください。

7. DMA コントローラ

ビット 11、9：データトランスファアクノレッジ (DTA)

データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因の、DMA 転送時のクリアを許可または禁止するビットです。

DTE=1 のとき DTA=1 となっていると、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因は DMA 転送により自動的にクリアされます。DTE=1、DTA=1 の状態では、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込みは CPU および DTC に割り込みを要求しません。

DTE=1 のとき DTA=0 となっていると、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込み要因は転送時にはクリアされず、並行して CPU または DTC に割り込みを要求することができます。この場合は、CPU または DTC 転送で割り込み要因をクリアしてください。

DTE=0 の状態では、DTA ビットによらず、データトランスファファクタによって選択されている内部割り込みは CPU または DTC に割り込みを要求します。

DTME ビットの状態は、前述の動作に影響を与えません。

ビット 11：データトランスファアクノレッジ 1 (DTA1)

チャンネル 1 のデータトランスファファクタによって選択されている、内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを、許可または禁止するビットです。

ビット 11	説明
DTA1	
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止 (初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可

ビット 9：データトランスファアクノレッジ 0 (DTA0)

チャンネル 0 のデータトランスファファクタによって選択されている、内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを、許可または禁止するビットです。

ビット 9	説明
DTA0	
0	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを禁止 (初期値)
1	選択されている内部割り込み要因の DMA 転送時のクリアを許可

ビット 10、8：リザーブビット

リード/ライト可能です。0 をライトしてください。

ビット 7、5：データトランスファマスタイネーブル (DTME)

DTE ビットとともに当該チャンネルのデータ転送の許可または禁止を制御します。DTME ビットと DTE ビットをいずれも 1 にセットすると、そのチャンネルは転送許可状態となります。

NMI 割り込みが発生したとき、当該チャンネルがバーストモード転送中である場合には DTME ビットがクリアされ、転送を中断して CPU にバス権を移します。その後、DTME ビットを 1 にセットすると、中断された転送が再開されます。ただし、ブロック転送モードでは、NMI 割り込みにより DTME ビットがクリアされることはなく、転送を中断することはありません。

DTME ビット=0 となる条件は、

- 初期化されたとき
- バーストモードで NMI が入力されたとき
- DTME ビットに 0 をライトしたとき

です。

また、DTME ビット=1 となる条件は、

- DTME ビット=0 をリード後、DTME ビットに 1 をライトしたとき

です。

ビット 7：データトランスファマスタイネーブル 1 (DTME1)

チャンネル 1 のデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット 7	説明
DTME1	
0	データ転送禁止。バーストモード時に、NMI 割り込みが発生すると 0 にクリア (初期値)
1	データ転送許可

ビット 5：データトランスファマスタイネーブル 0 (DTME0)

チャンネル 0 のデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット 5	説明
DTME0	
0	データ転送禁止。バーストモード時に、NMI 割り込みが発生すると 0 にクリア (初期値)
1	データ転送許可

7. DMA コントローラ

ビット 6、4：データトランスファイネーブル (DTE)

DTE=0 のときはデータ転送禁止の状態であり、データトランスファファクタによって選択されている起動要因は無視されます。このとき、起動要因が内部割り込みである場合には、CPU または DTC に割り込みが要求されます。また、DTE=0 のときに DTIE=1 となっていると、DMAC は転送終了とみなし、CPU に対し転送終了割り込みを要求します。

DTE=0 となる条件は、

- 初期化されたとき
- 指定された回数分の転送を終了したとき
- 強制的に転送を打ち切るなどの理由により、DTE ビットに 0 をライトしたとき

です。

DTE=1 かつ DTME=1 のときはデータ転送許可状態であり、データトランスファファクタによって選択されている起動要因の要求待ち状態になります。起動要因による要求が発生すると、転送が実行されます。

DTE=1 となる条件は、

- DTE=0 をリード後、DTE ビットに 1 をライトしたとき

です。

ビット 6：データトランスファイネーブル 1 (DTE1)

チャンネル 1 のデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット 6	説明
DTE1	
0	データ転送を禁止 (初期値)
1	データ転送を許可

ビット 4：データトランスファイネーブル 0 (DTE0)

チャンネル 0 のデータ転送を許可または禁止するビットです。

ビット 4	説明
DTE0	
0	データ転送を禁止 (初期値)
1	データ転送を許可

ビット 3、1：データトランスファインタラプトイネーブル B (DTIEB)

転送中断時の CPU または DTC に対する割り込みを許可または禁止するビットです。DTME=0 のときに DTIEB=1 となっていると、DMAC は転送中断とみなし、CPU または DTC に対し転送中断割り込みを要求します。

転送中断割り込みを解除するには、割り込み処理ルーチンにて DTIEB ビットを 0 にクリアする方法と、DTME ビットを 1 にセットして転送継続の処理を行う方法があります。

ビット3：データトランスファインタラプトイネーブル1B (DTIE1B)
 チャンネル1の転送中断割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット3	説明	
DTIE1B		
0	転送中断割り込みを禁止	(初期値)
1	転送中断割り込みを許可	

ビット1：データトランスファインタラプトイネーブル0B (DTIE0B)
 チャンネル0の転送中断割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット1	説明	
DTIE0B		
0	転送中断割り込みを禁止	(初期値)
1	転送中断割り込みを許可	

ビット2、0：データトランスファエンドインタラプトイネーブルA (DTIEA)

転送終了時のCPUまたはDTCに対する割り込みを許可または禁止するビットです。DTE=0のときにDTIEA=1となっていると、DMACは転送終了とみなし、CPUまたはDTCに対し転送終了割り込みを要求します。

転送終了割り込みを解除するには、割り込み処理ルーチンにてDTIEAビットを0にクリアする方法と、転送カウンタ、アドレスレジスタを再設定後にDTEビットを1にセットして転送継続の処理を行う方法があります。

ビット2：データトランスファインタラプトイネーブル1A (DTIE1A)
 チャンネル1の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット2	説明	
DTIE1A		
0	転送終了割り込みを禁止	(初期値)
1	転送終了割り込みを許可	

ビット0：データトランスファインタラプトイネーブル0A (DTIE0A)
 チャンネル0の転送終了割り込みを許可または禁止するビットです。

ビット0	説明	
DTIE0A		
0	転送終了割り込みを禁止	(初期値)
1	転送終了割り込みを許可	

7.4 各レジスタの説明 (3)

7.4.1 DMA ライトイネーブルレジスタ (DMAWER)

DMAC は、転送終了割り込みによって DTC を起動し、転送終了したチャンネルを DTC のチェーン転送を利用して書き換え、再起動させることができます。DMAWER は、レジスタを書き換える際に、目的とするチャンネル以外のレジスタを不用意に書き換えることのないように、特定チャンネルの DMACR ならびに DMATCR、DMABCR の特定ビットを変更できるように制限するものです。DMAWER による制限は、DTC に対し有効です。

図 7.2 にチャンネル 0A の転送終了割り込みにより DTC を起動し、チャンネル 0A を再起動するための転送領域を示します。1 回目の DTC 転送によりアドレスレジスタ、カウントレジスタの領域を再設定し、続いて 2 回目の DTC チェーン転送によりコントロールレジスタの領域を再設定します。

コントロールレジスタの領域を再設定する際には、他のチャンネルの内容を変更できないように DMAWER のビットを設定してマスクを行ってください。

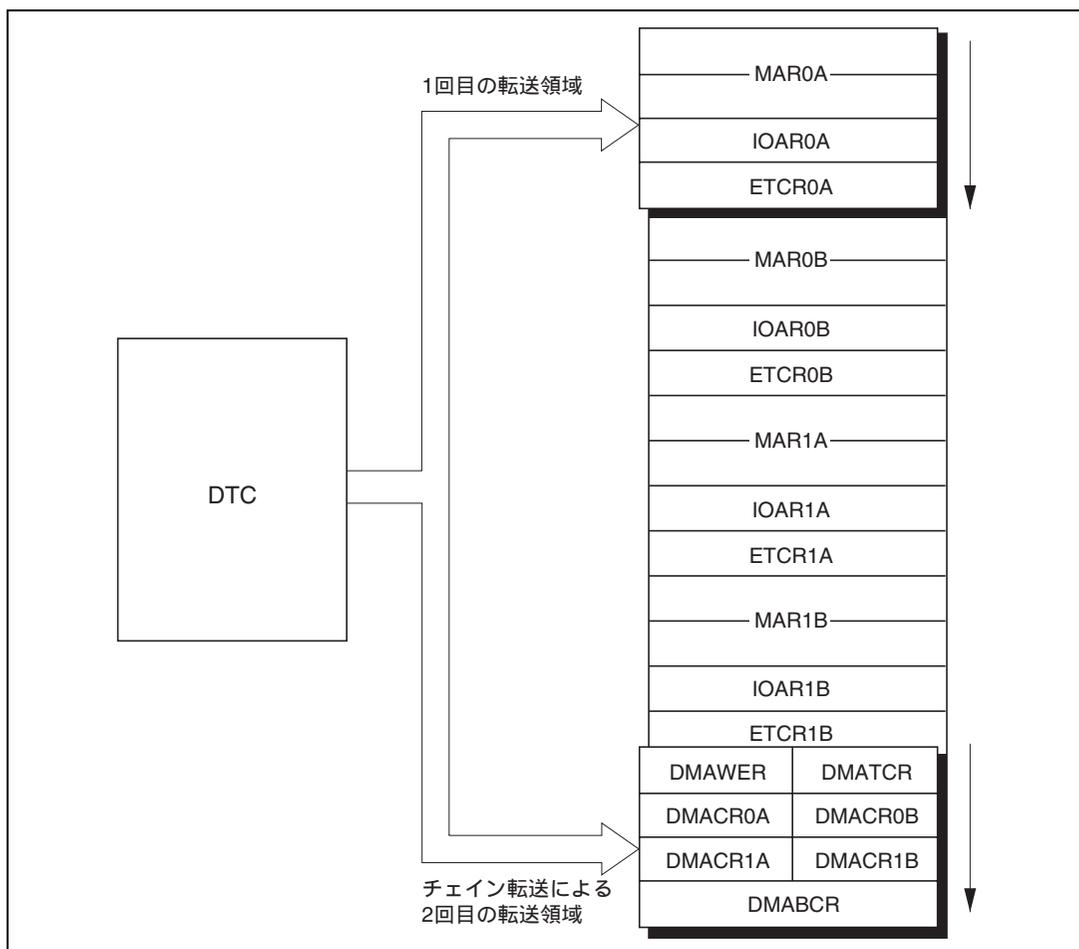


図 7.2 DTC によるレジスタ再設定領域 (例: チャンネル 0A)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	WE1B	WE1A	WE0B	WE0A
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

DMAWER は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DTC に対し、DMACR、DMABCR、DMATCR へのライトの許可または禁止を制御します。

DMAWER は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

ビット 7~4: リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 3: ライトイネーブル 1B (WE1B)

DTC に対し、DMACR1B のすべてのビットと DMABCR のビット 11、7、3、DMATCR のビット 5 へのライトを許可または禁止するビットです。

ビット 3 WE1B	説明
0	DMACR1B のすべてのビットと DMABCR のビット 11、7、3、DMATCR のビット 5 へのライトを禁止 (初期値)
1	DMACR1B のすべてのビットと DMABCR のビット 11、7、3、DMATCR のビット 5 へのライトを許可

ビット 2: ライトイネーブル 1A (WE1A)

DTC に対し、DMACR1A のすべてのビットと DMABCR のビット 10、6、2 へのライトを許可または禁止するビットです。

ビット 2 WE1A	説明
0	DMACR1A のすべてのビットと DMABCR のビット 10、6、2 へのライトを禁止 (初期値)
1	DMACR1A のすべてのビットと DMABCR のビット 10、6、2 へのライトを許可

7. DMA コントローラ

ビット 1: ライトイネーブル 0B (WE0B)

DTC に対し、DMACR0B のすべてのビットと DMABCR のビット 9、5、1、DMATCR のビット 4 へのライトを許可または禁止するビットです。

ビット 1	説明
WE0B	
0	DMACR0B のすべてのビットと DMABCR のビット 9、5、1、DMATCR のビット 4 へのライトを禁止 (初期値)
1	DMACR0B のすべてのビットと DMABCR のビット 9、5、1、DMATCR のビット 4 へのライトを許可

ビット 0: ライトイネーブル 0A (WE0A)

DTC に対し、DMACR0A のすべてのビットと DMABCR のビット 8、4、0 へのライトを許可または禁止するビットです。

ビット 0	説明
WE0A	
0	DMACR0A のすべてのビットと DMABCR のビット 8、4、0 へのライトを禁止 (初期値)
1	DMACR0A のすべてのビットと DMABCR のビット 8、4、0 へのライトを許可

DMAWER の設定にかかわらず、DTC による DMABCR のビット 15~12 (FAE、SAE) へのライトは無効です。これらのビットを変更する場合は CPU による処理で行ってください。

DTC による DMABCR のビット 7~4 (DTE) へのライトは、0 をリードせずに 1 をライトすることが可能になっています。フルアドレスモードに設定されているチャンネルの再起動は、再起動しようとするチャンネルのライトイネーブル A とライトイネーブル B にともに 1 をライトしてください。

MAR、IOAR、ETCR は、DMAWER の設定にかかわらず常にライト可能です。これらのレジスタの変更は、変更しようとするチャンネルが停止している状態で行ってください。

7.4.2 DMA ターミナルコントロールレジスタ (DMATCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	TEE1	TEE0	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	-	-	-	-

DMATCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、DMAC の転送終了端子の出力の許可または禁止を制御します。ビットの設定によりポートを自動的に出力に設定し、転送終了信号を出力することができます。

DMATCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

ビット 7、6：リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 5：転送終了端子イネーブル 1 (TEE1)

転送終了端子 1 ($\overline{TEND1}$) の出力を許可または禁止するビットです。

ビット 5	説明	
TEE1		
0	$\overline{TEND1}$ 端子出力を禁止	(初期値)
1	$\overline{TEND1}$ 端子出力を許可	

ビット 4：転送終了端子イネーブル 0 (TEE0)

転送終了端子 0 ($\overline{TEND0}$) の出力を許可または禁止するビットです。

ビット 4	説明	
TEE0		
0	$\overline{TEND0}$ 端子出力を禁止	(初期値)
1	$\overline{TEND0}$ 端子出力を許可	

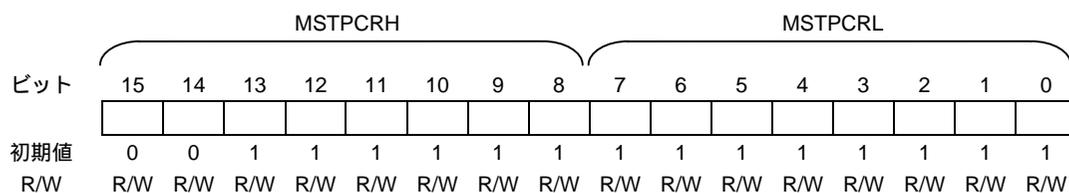
\overline{TEND} 端子は、ショートアドレスモードではチャンネル B のみに割り当てられています。

転送終了信号は、転送要因によらず、転送カウンタが 0 になった転送サイクルを示しています。例外として、ブロック転送モードの場合は、ブロックカウンタが 0 になった転送サイクルを示していません。

ビット 3~0：リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

7.4.3 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)



MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP15 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で DMAC は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 15 : モジュールストップ (MSTP15)

DMAC のモジュールストップモードを指定します。

ビット 15	説明
MSTP15	
0	DMAC のモジュールストップモード解除 (初期値)
1	DMAC のモジュールストップモード設定

7.5 動作説明

7.5.1 転送モード

DMAC のモード一覧を表 7.5 に示します。

表 7.5 DMAC の転送モード

転送モード		転送要因	備考
ショート アドレス モード	デュアル アドレス モード	<ul style="list-style-type: none"> • (1)シーケンシャルモード • (2)アイドルモード • (3)リピートモード 	<ul style="list-style-type: none"> • 最大 4 チャンネルを独立に動作可能 • 外部リクエストはチャンネル B のみ可能 • シングルアドレスモードはチャンネル B のみ可能 • シングルアドレスモードに対しても (1)、(2)、(3) の各モードを指定可能
	(4) シングルアドレスモード	<ul style="list-style-type: none"> • TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込み • SCI の送信データエンプティ割り込み • SCI の受信データフル割り込み • A/D 変換器の変換終了割り込み • 外部リクエスト 	
フル アドレス モード	(5) ノーマルモード	<ul style="list-style-type: none"> • 外部リクエスト • オートリクエスト 	<ul style="list-style-type: none"> • チャンネル A、B を組み合わせて、最大 2 チャンネル動作可能 • オートリクエストでは、バーストモード転送 / サイクルスチール転送の選択可能
	(6) ブロック転送モード	<ul style="list-style-type: none"> • TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ A 割り込み • SCI の送信データエンプティ割り込み • SCI の受信データフル割り込み • A/D 変換器の変換終了割り込み • 外部リクエスト 	

各モードの動作概要を以下に示します。

(1) シーケンシャルモード

1回の転送要求に対して、1バイトまたは1ワードずつ指定された回数だけ転送を行います。指定された回数の転送が終了するとCPUまたはDTCに割り込みを要求することができます。アドレスの一方は24ビット、他方は16ビットで指定します。転送方向はプログラマブルです。

(2) アイドルモード

1回の転送要求に対して、1バイトまたは1ワードずつ指定された回数だけ転送を行います。指定された回数の転送が終了するとCPUまたはDTCに割り込みを要求することができます。アドレスの一方は24ビット、他方は16ビットで指定します。転送元および転送先アドレスは固定になります。転送方向はプログラマブルです。

(3) リピートモード

1回の転送要求に対して、1バイトまたは1ワードずつ指定された回数だけ転送を行います。指定された回数の転送が終了するとアドレスと転送カウンタを設定値に戻し、動作を継続します。CPUまたはDTCに対して割り込みは要求しません。アドレスの一方は24ビット、他方は16ビットで指定します。転送方向はプログラマブルです。

(4) シングルアドレスモード

1回の転送要求に対して、1バイトまたは1ワードずつ指定された回数だけ外部メモリと外部デバイス間の転送を行います。デュアルアドレスモードと異なり、ソースおよびデスティネーションのアクセスが並行に行われます。このため、ソースまたはデスティネーションのどちらか一方は、 \overline{DACK} 端子によるストロブだけでアクセスできる外部デバイスとなります。アドレスの一方は24ビットで指定し、他方は自動的に端子が設定されます。転送方向はプログラマブルです。

シングルアドレスモードでも、(1)～(3)の各モードを指定できます。

(5) ノーマルモード

(a) オートリクエスト

レジスタ設定のみで DMAC を起動し、指定された回数の転送が完了するまで転送を続けます。転送が完了すると CPU または DTC に対して割り込みを要求することができます。アドレスはいずれも 24 ビットで指定します。

- サイクルスチールモード：1 バイトまたはワード転送ごとにバスを他のバスマスタに解放します。
- バーストモード：指定された転送が完了するまでバスを占有して転送を行います。

(b) 外部リクエスト

1 回の転送要求に対して、1 バイトまたは 1 ワードずつ指定された回数だけ転送を行います。指定された回数の転送が終了すると、CPU または DTC に対して割り込みを要求することができます。アドレスはいずれも 24 ビットで指定します。

(6) ブロック転送モード

1 回の転送要求に対して指定されたブロックサイズのブロック転送を行います。これを転送要求のあるごとに、指定された回数だけ繰り返します。1 回のブロック転送が終了するたびに、一方のアドレスは設定値に戻ります。指定された回数のブロック転送が終了すると、CPU または DTC に対して割り込みを要求することができます。アドレスはいずれも 24 ビットで指定します。

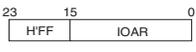
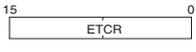
7.5.2 シーケンシャルモード

シーケンシャルモードは、DMACR の RPE ビットを 0 に設定することで指定できます。シーケンシャルモードでは、1 回の転送要求に対して 1 バイトまたは 1 ワードずつ転送後に MAR を更新、これを ETCR で指定した回数だけ実行します。

アドレスの一方は MAR、他方は IOAR で指定します。転送方向は DMACR の DTDIR ビットにより指定できます。

シーケンシャルモード時のレジスタの機能を表 7.6 に示します。

表 7.6 シーケンシャルモード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能		初期設定値	動作
	DTDIR=0	DTDIR=1		
	ソースアドレスレジスタ	デスティネーションアドレスレジスタ	転送先または転送元の先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント
	デスティネーションアドレスレジスタ	ソースアドレスレジスタ	転送元または転送先の先頭アドレス	固定
	転送カウンタ		転送回数	1 回の転送ごとにデクリメント。H'0000 になると、転送終了

【記号説明】

MAR : メモリアドレスレジスタ

IOAR : I/O アドレスレジスタ

ETCR : 転送カウンタレジスタ

DTDIR : データトランスファディレクションビット

MAR には転送元または転送先の先頭アドレスを 24 ビットで指定します。MAR は 1 回のバイトまたはワード転送のたびに 1 または 2 を、インクリメント/デクリメントします。

IOAR にもう一方のアドレスの下位 16 ビットを指定します。IOAR より上位 8 ビットは H'FF となります。

シーケンシャルモードの動作を図 7.3 に示します。

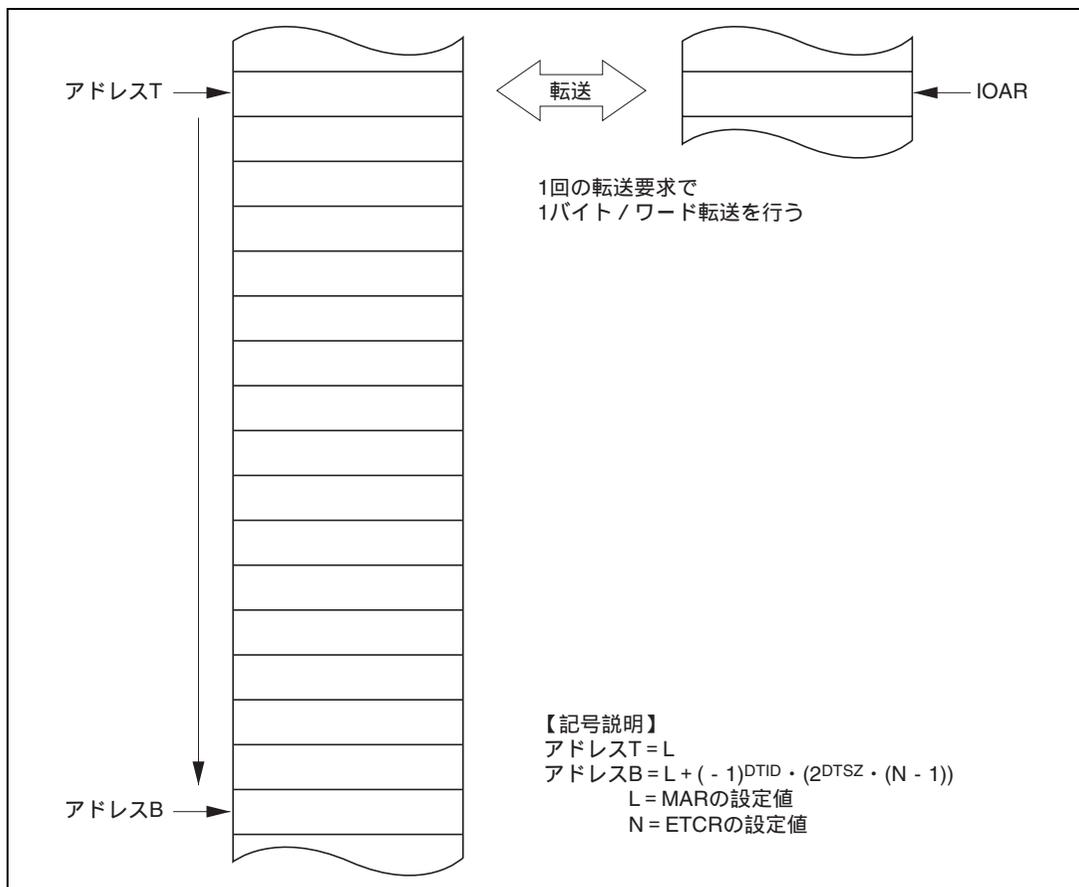


図 7.3 シーケンシャルモードの動作

7. DMA コントローラ

転送回数は ETCR によって 16 ビットで指定します。ETCR は 1 回の転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になったときに DTE ビットをクリアして転送を終了します。このとき、DTIE ビットが 1 にセットされていると CPU または DTC に割り込みを要求します。

なお、転送回数の最大値は ETCR に H'0000 を設定したときで、65,536 となります。

転送要求（起動要因）には、A/D 変換器の変換終了割り込み、外部リクエスト、SCI の送信データエンプティ / 受信データフル割り込み、および TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インプットキャプチャ A 割り込みがあります。外部リクエストは、チャンネル B のみ設定できます。

シーケンシャルモードの設定手順例を図 7.4 に示します。

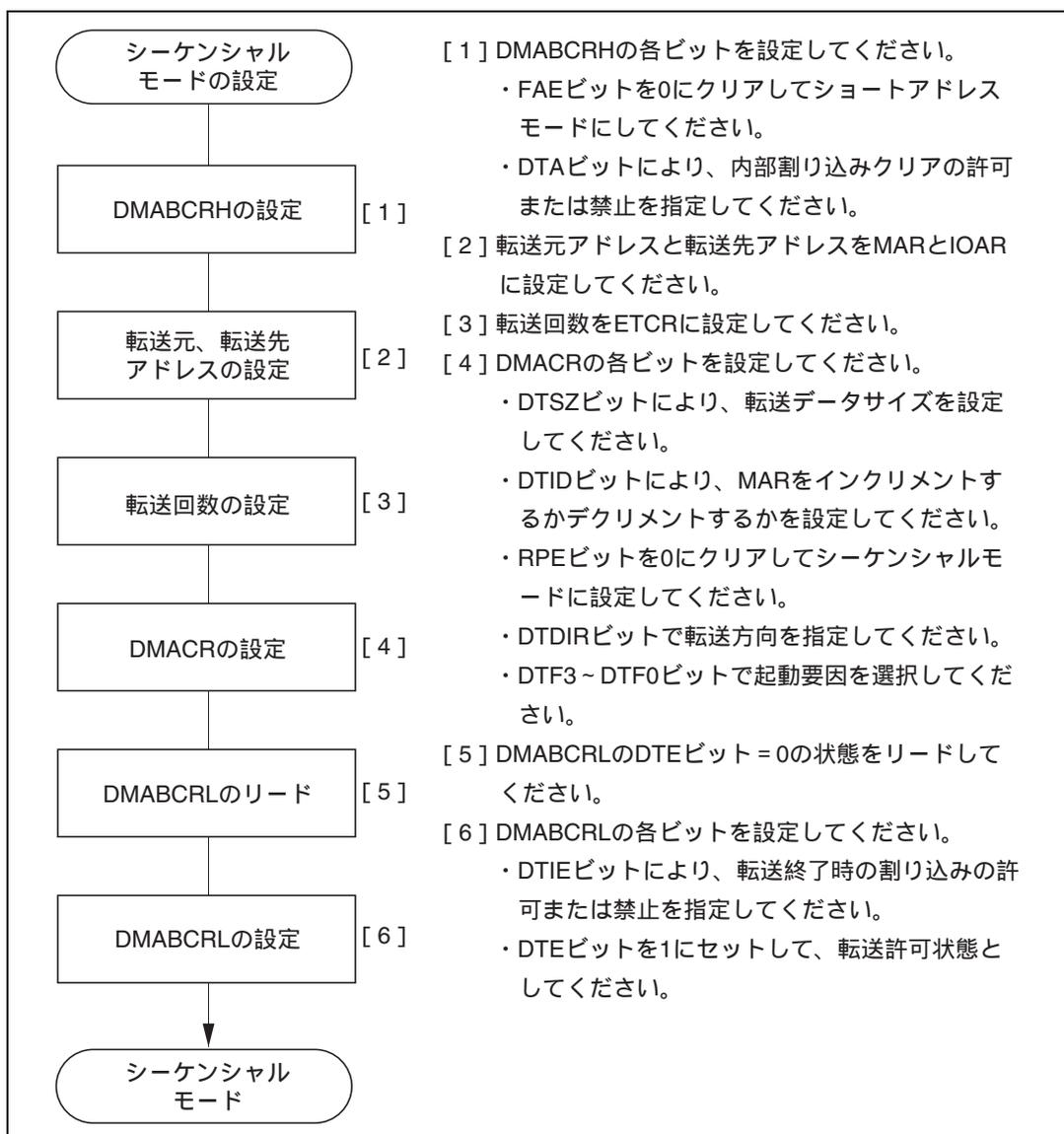


図 7.4 シーケンシャルモードの設定手順例

7.5.3 アイドルモード

アイドルモードは、DMACR の RPE ビットと DTIE ビットを 1 に設定することで指定できます。アイドルモードでは、1 回の転送要求に対して 1 バイトまたは 1 ワードずつ転送、これを ETCR で指定した回数だけ実行します。

アドレスの一方は MAR、他方は IOAR で指定します。転送方向は DMACR の DTDIR ビットにより指定できます。

アイドルモード時のレジスタの機能を表 7.7 に示します。

表 7.7 アイドルモード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能		初期設定値	動作
	DTDIR = 0	DTDIR = 1		
	ソースアドレスレジスタ	デスティネーションアドレスレジスタ	転送元または転送先の先頭アドレス	固定
	デスティネーションアドレスレジスタ	ソースアドレスレジスタ	転送元または転送先の先頭アドレス	固定
	転送カウンタ		転送回数	1 回の転送ごとにデクリメント。H'0000 になると、転送終了

【記号説明】

MAR : メモリアドレスレジスタ

IOAR : I/O アドレスレジスタ

ETCR : 転送カウンタレジスタ

DTDIR : データトランスファディレクションビット

MAR には転送元または転送先の先頭アドレスを 24 ビットで指定します。MAR は 1 回のバイトまたはワード転送のたびにインクリメントもデクリメントもされません。

IOAR にもう一方のアドレスの下位 16 ビットを指定します。IOAR より上位 8 ビットは H'FF となります。

アイドルモードの動作を図 7.5 に示します。

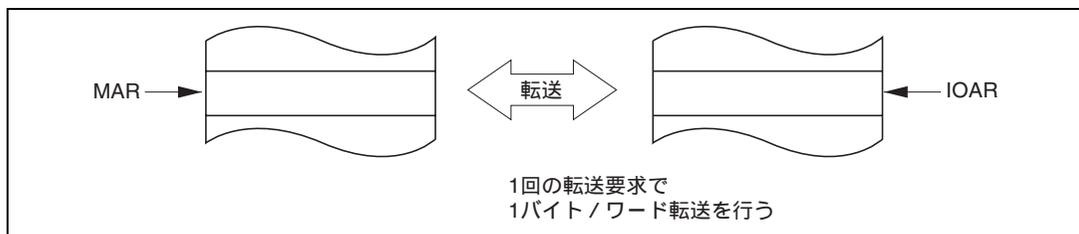


図 7.5 アイドルモードの動作

転送回数は ETCR によって 16 ビットで指定します。ETCR は 1 回の転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になったときに DTE ビットをクリアして転送を終了します。このとき、DTIE ビットが 1 にセットされていると CPU または DTC に割り込みを要求します。

なお、転送回数の最大値は ETCR に H'0000 を設定したときで、65,536 となります。

転送要求（起動要因）には、A/D 変換器の変換終了割り込み、外部リクエスト、SCI の送信データエンプティ / 受信データフル割り込み、および TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インプットキャプチャ A 割り込みがあります。外部リクエストは、チャンネル B のみ設定できます。

また、シングルアドレスモードで使用する場合は、チャンネル B 側のみ設定できます。

アイドルモードの設定手順例を図 7.6 に示します。

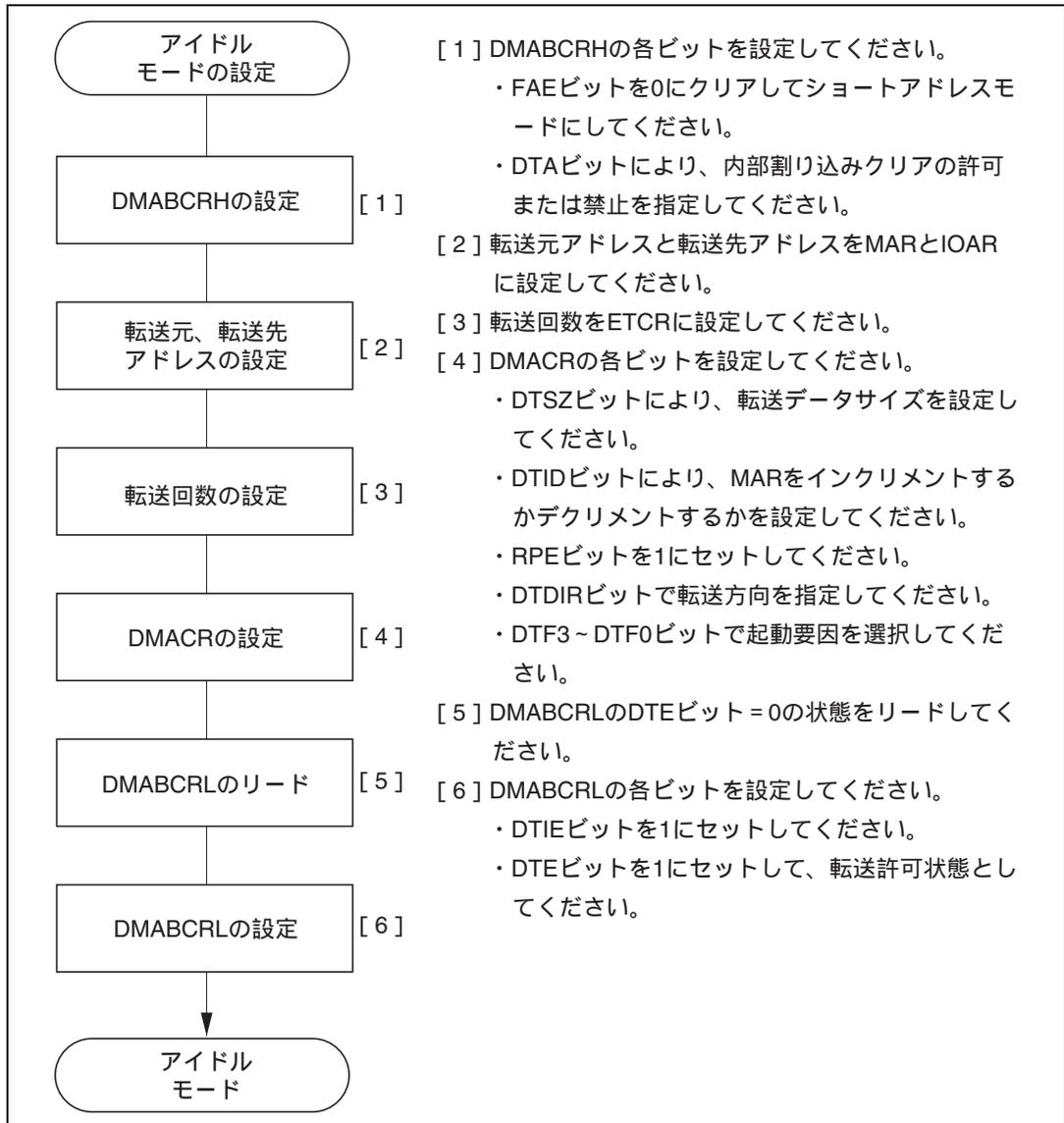


図 7.6 アイドルモードの設定手順例

7.5.4 リpeatモード

リピートモードは、DMACR の RPE ビットを 1、DTIE ビットを 0 に設定することで指定できます。リピートモードでは、1 回の転送要求に対して 1 バイトまたは 1 ワードずつ転送後に MAR を更新、これを ETCRL で指定した回数だけ実行します。指定された回数の転送終了時に、自動的に MAR、ETCRL は設定値に戻り、動作を継続します。

アドレスの一方は MAR、他方は IOAR で指定します。転送方向は DMACR の DTDIR ビットにより指定できます。

リピートモード時のレジスタの機能を表 7.8 に示します。

表 7.8 リピートモード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能		初期設定値	動作
	DTDIR=0	DTDIR=1		
	ソースアドレスレジスタ	デスティネーションアドレスレジスタ	転送先または転送元の先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント。H'0000 になると、初期設定値に回復
	デスティネーションアドレスレジスタ	ソースアドレスレジスタ	転送元または転送先の先頭アドレス	固定
	転送回数保持		転送回数	固定
	転送カウンタ		転送回数	1 回の転送ごとにデクリメント。H'00 になると、ETCRH の値をロード

【記号説明】

MAR : メモリアドレスレジスタ

IOAR : I/O アドレスレジスタ

ETCR : 転送カウンタレジスタ

DTDIR : データトランスファディレクションビット

MAR には転送元または転送先の先頭アドレスを 24 ビットで指定します。MAR は、1 回のバイトまたはワード転送のたびに 1 または 2 をインクリメント/デクリメントします。

IOAR にもう一方のアドレスの下位 16 ビットを指定します。IOAR より上位 8 ビットは H'FF となります。

転送回数は ETCRH、ETCRL によって 8 ビットで指定します。なお、転送回数の最大値は ETCRH、ETCRL にそれぞれ H'00 を設定したときで、256 となります。

リピートモードでは ETCRL を転送カウンタとし、ETCRH は転送回数保持に使用します。ETCRL は 1 回の転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'00 になると ETCRH の値がロードされます。このとき、MAR は DMACR の DTSZ、DTID ビットの値に応じて設定値を回復します。MAR の回復の動作は次のようになります。

$$\text{MAR} = \text{MAR} - (-1)^{\text{DTID}} \cdot 2^{\text{DTSZ}} \cdot \text{ETCRH}$$

ETCRH と ETCRL は、同じ値に設定してください。

リピートモードでは、DTE ビットがクリアされるまで動作を継続します。したがって、転送を終了するには DTE ビットを 0 にクリアしてください。CPU または DTC に対して転送終了割り込みは要求しません。

DTE ビットをクリア後、DTE ビットを再びセットすると、DTE ビットをクリアした時点で終了した転送の続きから再開することができます。

リピートモードの動作を図 7.7 に示します。

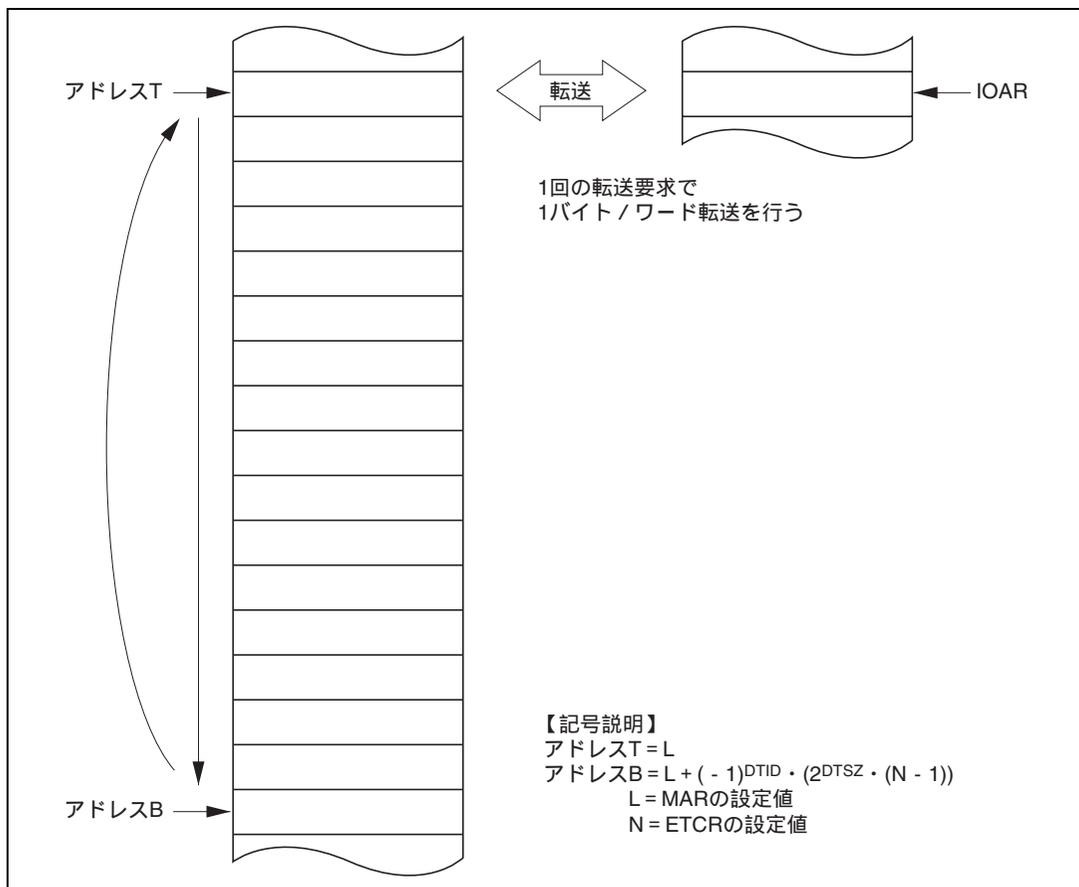


図 7.7 リピートモードの動作図

転送要求（起動要因）には、A/D 変換器の変換終了割り込み、外部リクエスト、SCI の送信データエンプティ / 受信データフル割り込み、および TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インプットキャプチャ A 割り込みがあります。外部リクエストは、チャンネル B のみ設定できます。

リピートモードの設定手順例を図 7.8 に示します。

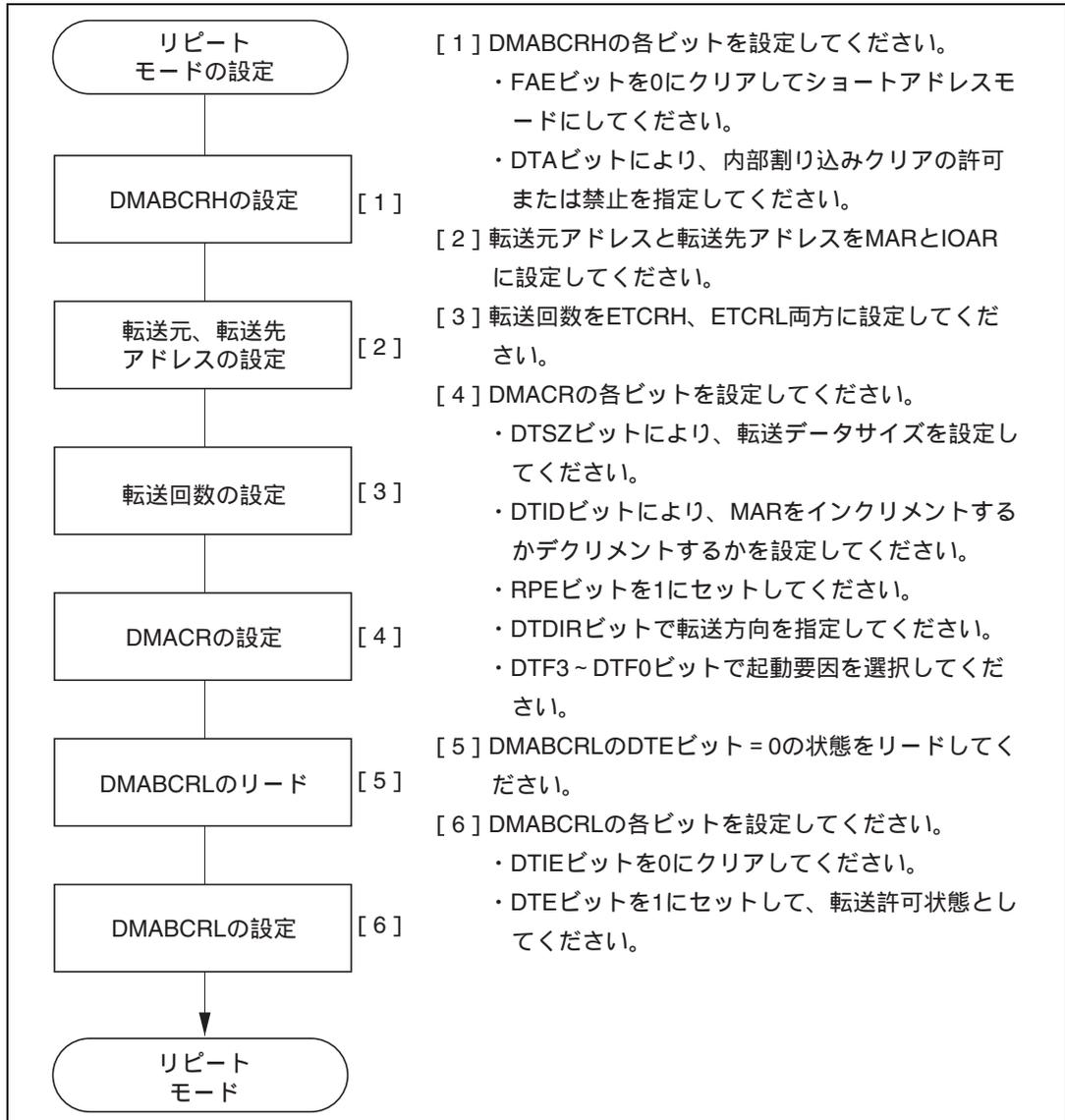


図 7.8 リピートモードの設定手順例

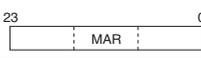
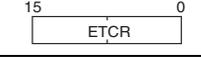
7.5.5 シングルアドレスモード

シングルアドレスモードは、チャンネル B のみ設定できます。ショートアドレスモードにおいて、DMABCR の SAE ビットを 1 に設定することで指定できます。

アドレスの一方は MAR で指定し、他方は自動的にデータ転送アノレジジ端子 (\overline{DACK}) に設定されます。転送方向は DMACR の DTDIR ビットにより指定できます。

シングルアドレスモード時のレジスタの機能を表 7.9 に示します。

表 7.9 シングルアドレスモード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能		初期設定値	動作
	DTDIR = 0	DTDIR = 1		
	ソースアドレスレジスタ	デスティネーションアドレスレジスタ	転送先または転送元の先頭アドレス	*
DACK 端子	ライトストロープ	リードストロープ	(SAE ビットによる自動設定、IOAR は無効)	外部デバイスに対するストロープ
	転送カウンタ		転送回数	*

【記号説明】

MAR : メモリアドレスレジスタ

IOAR : I/O アドレスレジスタ

ETCR : 転送カウントレジスタ

DTDIR : データトランスファディレクションビット

\overline{DACK} : データ転送アノレジジ

【注】 * 「7.5.2 シーケンシャルモード」、「7.5.3 アイドルモード」、「7.5.4 リピートモード」の各動作を参照してください。

MAR には転送元または転送先の先頭アドレスを 24 ビットで指定します。

IOAR は無効となり、代わりに外部デバイスに対するストロープ (\overline{DACK}) を出力します。

シングルアドレスモード（シーケンシャルモード指定時）の動作を図 7.9 に示します。

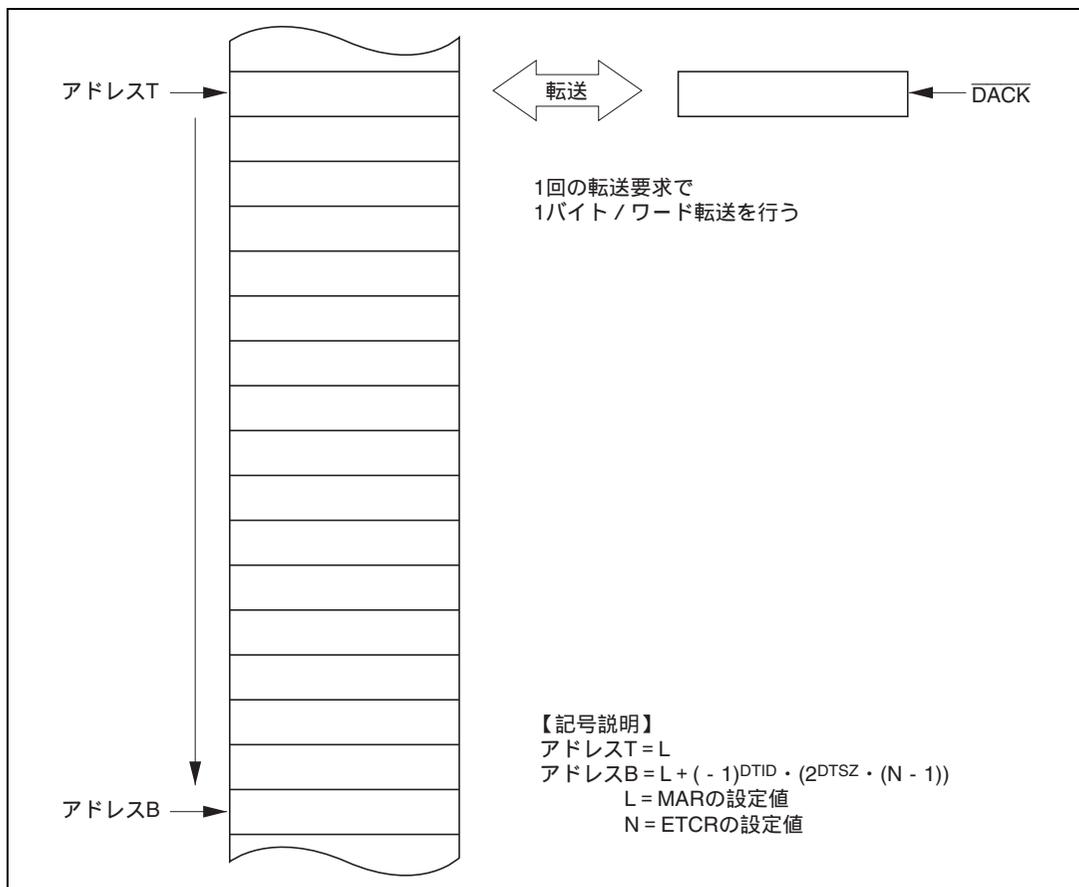


図 7.9 シングルアドレスモード（シーケンシャルモード指定時）の動作

シングルアドレスモード（シーケンシャルモード指定）の設定手順例を図 7.10 に示します。

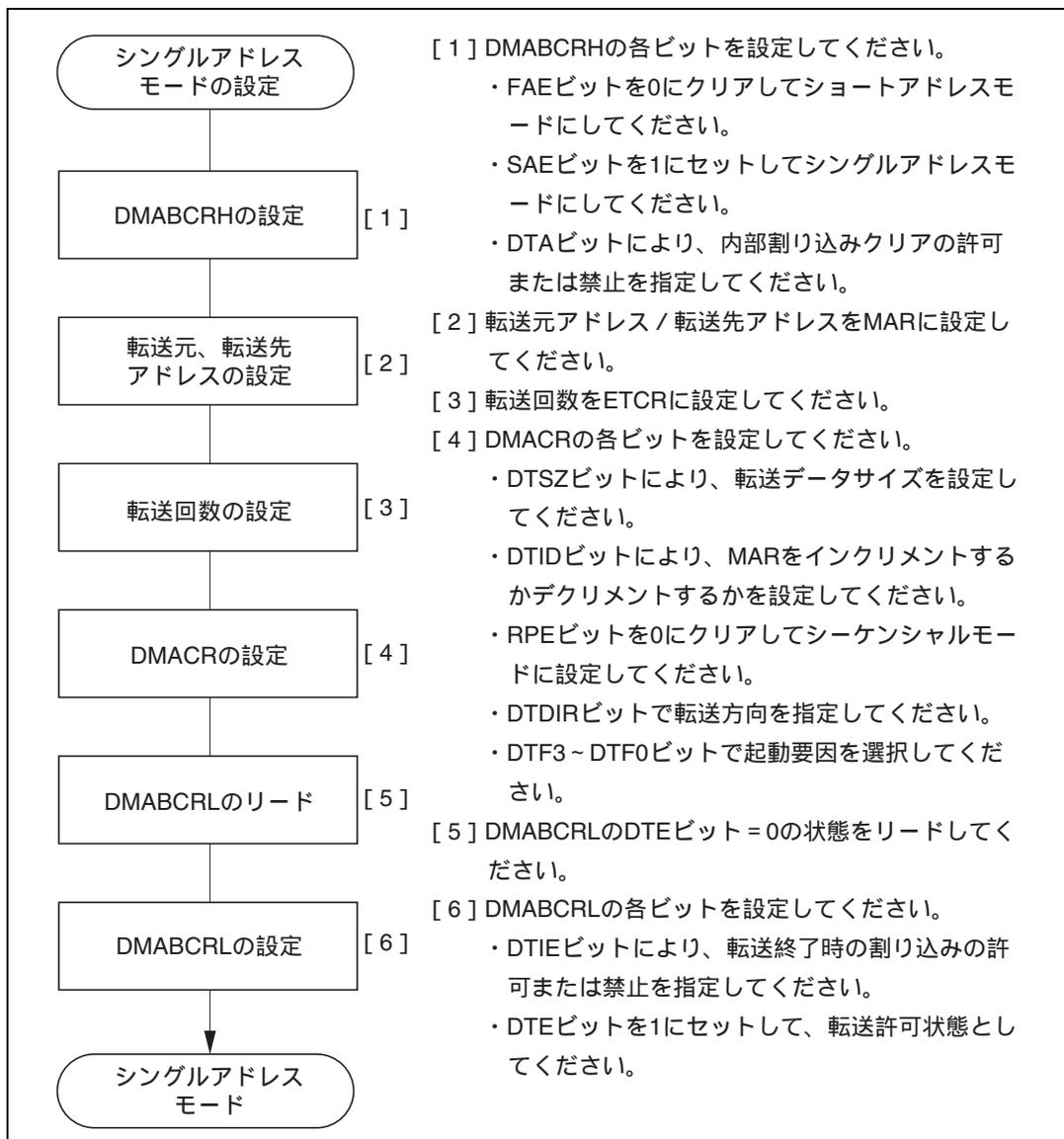


図 7.10 シングルアドレスモード（シーケンシャルモード指定）の設定手順例

7.5.6 ノーマルモード

ノーマルモードは、チャンネル A、B を組み合わせて転送を行います。ノーマルモードは、DMABCR の FAE ビットを 1、DMACRA の BLKE ビットを 0 に設定することで指定できます。

ノーマルモードでは、1 回の転送要求に対して 1 バイトまたは 1 ワードずつ転送後に MAR を更新、これを ETCRA で指定した回数だけ実行します。転送方向は、転送元を MARA で指定し、転送先を MARB で指定します。

ノーマルモード時のレジスタの機能を表 7.10 に示します。

表 7.10 ノーマルモード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能	初期設定値	動作
	ソースアドレスレジスタ	転送元先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント、または固定
	デスティネーションアドレスレジスタ	転送先先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント、または固定
	転送カウンタ	転送回数	1 回の転送ごとにデクリメント、H'0000 になると転送終了

【記号説明】

MARA : メモリアドレスレジスタ A

MARB : メモリアドレスレジスタ B

ETCRA : 転送カウンタレジスタ A

転送元および転送先の先頭アドレスを MARA、MARB にそれぞれ 24 ビットで指定します。MAR は 1 回のバイトまたはワード転送のたびに、1 または 2 インクリメント/デクリメントするか、または固定にすることができます。

インクリメント/デクリメント/固定の選択は、MARA、MARB 別々に設定可能です。

転送回数は ETCRA にて 16 ビットで指定します。転送を行うたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になったときに DTE ビットをクリアして転送を終了します。このとき、DTIE ビットが 1 にセットされていると CPU または DTC に割り込みを要求します。

なお、転送回数の最大値は ETCRA に H'0000 を設定したときで、65,536 となります。

ノーマルモードの動作を図 7.11 に示します。

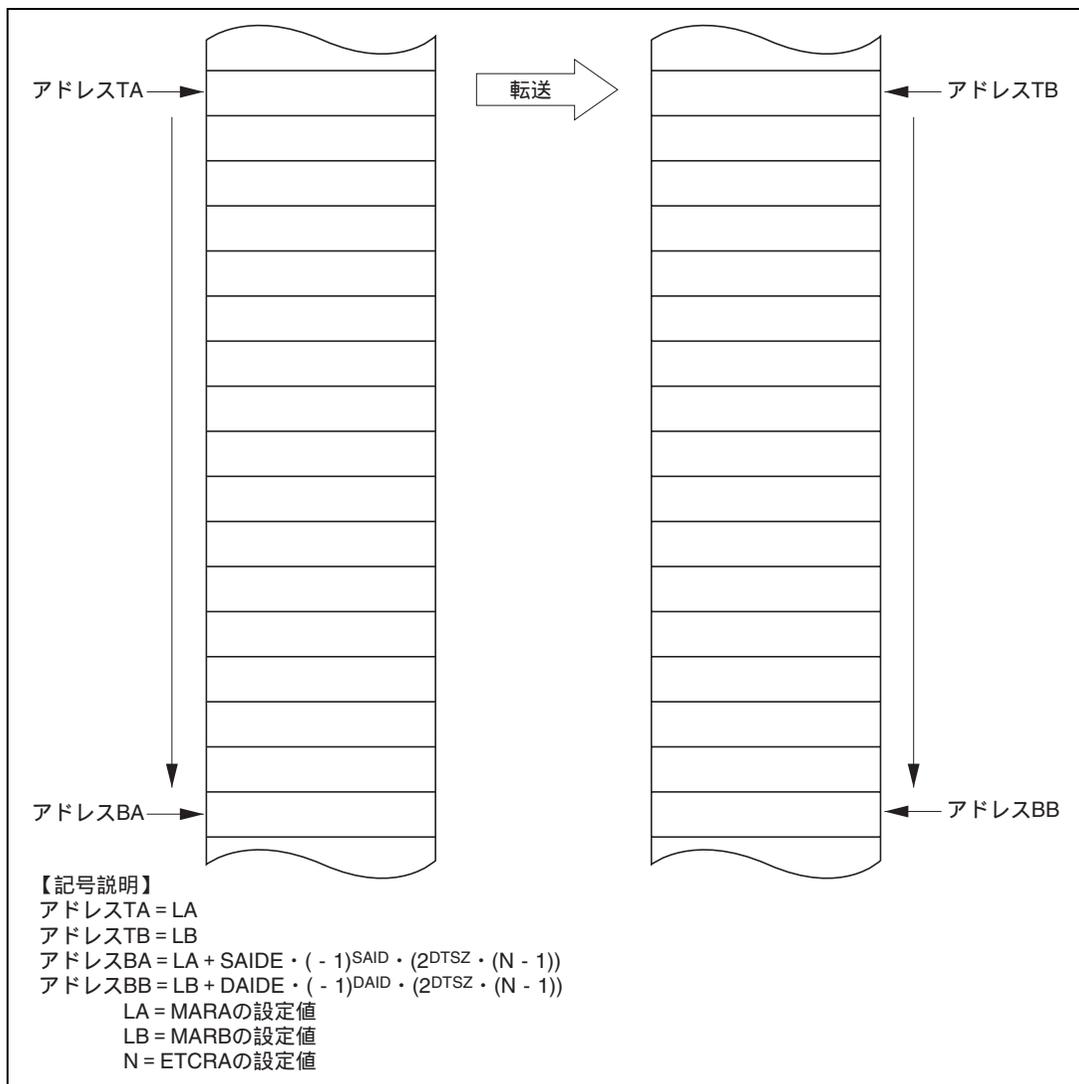


図 7.11 ノーマルモードの動作

転送要求（起動要因）には、外部リクエストとオートリクエストがあります。

オートリクエストはレジスタの設定のみで起動され、指定された回数の転送を自動的に行います。オートリクエストではサイクルスチールモードとバーストモードを選択できます。サイクルスチールモードでは1回の転送を行うたびにバスを他のバスマスタに解放します。バーストモードでは、転送終了までバスを占有し続けます。

設定の詳細は「7.3.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)」を参照してください。

ノーマルモードの設定手順例を図 7.12 に示します。

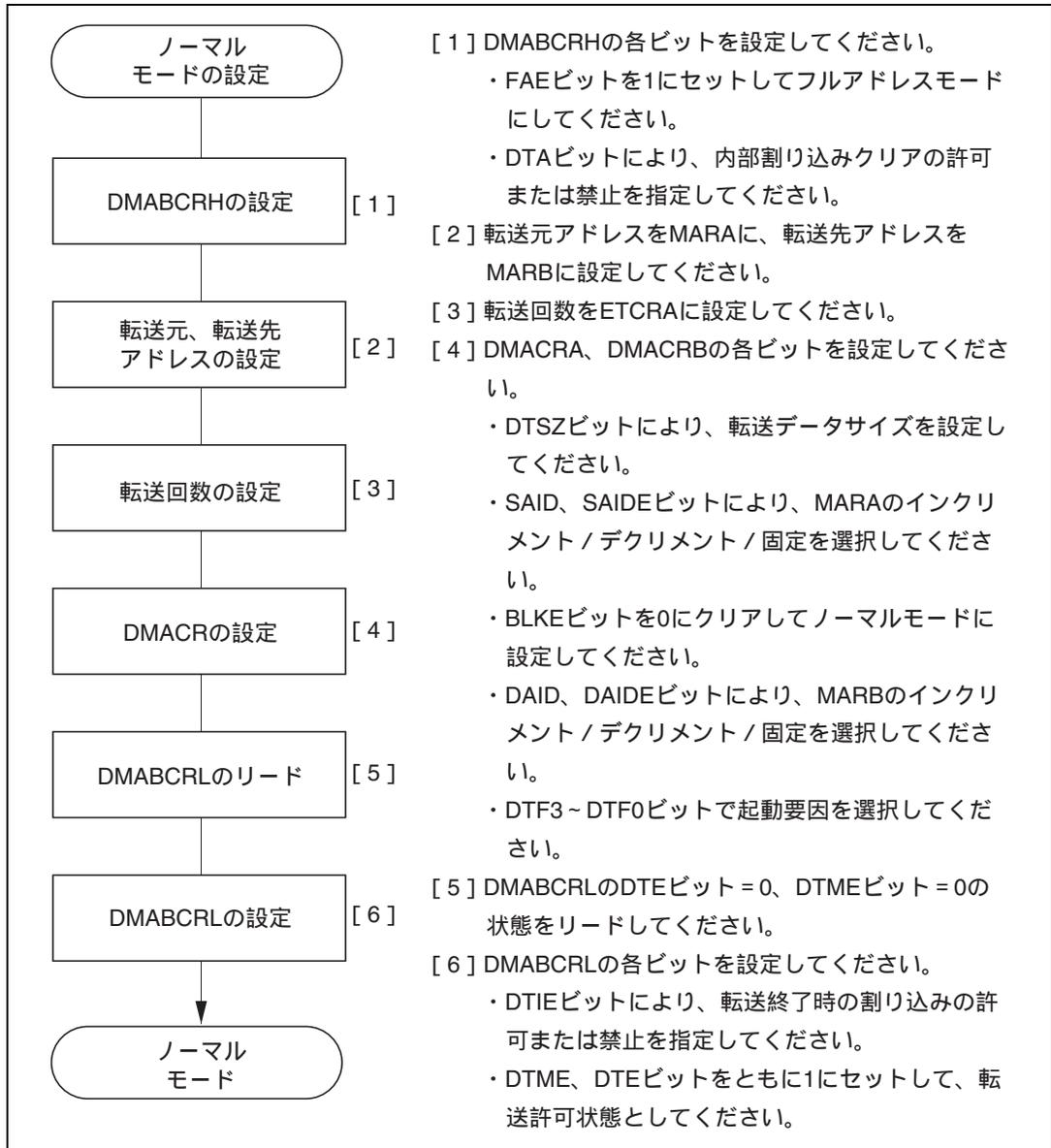


図 7.12 ノーマルモードの設定手順例

7.5.7 ブロック転送モード

ブロック転送モードは、チャンネル A、B を組み合わせて転送を行います。ブロック転送モードは、DMABCR の FAE ビットを 1 に、DMACRA の BLKE ビットを 1 にセットすることで指定できます。

ブロック転送モードでは、1 回の転送要求に対して指定されたブロックサイズの転送を行い、これを指定された回数だけ実行します。転送方向は、転送元を MARA で指定し、転送先を MARB で指定します。転送元または転送先のどちらをブロックエリア（複数バイト/ワードで構成されたエリア）とするかを選択できます。

ブロック転送モード時のレジスタの機能を表 7.11 に示します。

表 7.11 ブロック転送モード時のレジスタの機能

対象レジスタ	機能	初期設定値	動作
	ソースアドレスレジスタ	転送元先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント、または固定
	デスティネーションアドレスレジスタ	転送先先頭アドレス	1 回の転送ごとにインクリメント/デクリメント、または固定
	ブロックサイズ保持	ブロックサイズ	固定
	ブロックサイズカウンタ	ブロックサイズ	1 回の転送ごとにデクリメント、H'00 になると ETCRAH の値をコピー
	ブロック転送カウンタ	ブロック転送回数	1 ブロック転送ごとにデクリメント。H'0000 になると転送終了

【記号説明】

MARA : メモリアドレスレジスタ A

MARB : メモリアドレスレジスタ B

ETCRA : 転送カウンタレジスタ A

TCRB : 転送カウンタレジスタ B

転送元および転送先の先頭アドレスを MARA、MARB にそれぞれ 24 ビットで指定します。MAR は 1 回のバイトまたはワード転送のたびに 1 または 2 インクリメント/デクリメントするか、または固定にすることができます。

インクリメント/デクリメント/固定の選択は MARA、MARB 別々に設定可能です。

MARA、MARB のどちらをブロックとするかは、DMACRA の BLKDIR ビットで指定します。

転送回数は、1 ブロックの大きさを M (M = 1 ~ 256) とし、N (N = 1 ~ 65,536) 回の転送を行うとき、ETCRAH、ETCRAL の両方に M を、ETCRB に N を設定します。

MARB をブロックエリアにした場合のブロック転送モードの動作を図 7.13 に示します。

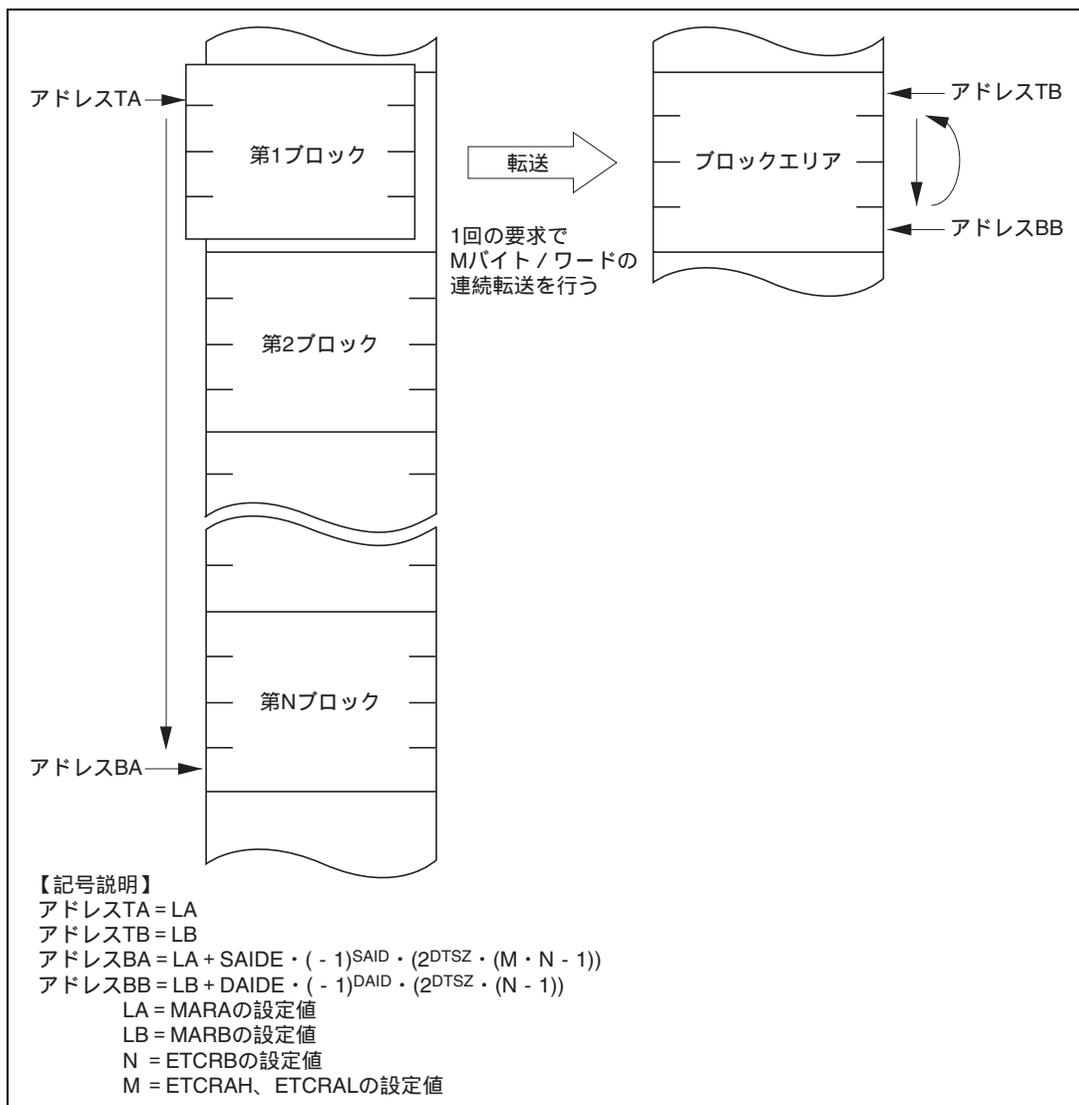


図 7.13 ブロック転送モードの動作 (BLKDIR = 0)

7. DMA コントローラ

MARA をブロックエリアにした場合のブロック転送モードの動作を図 7.14 に示します。

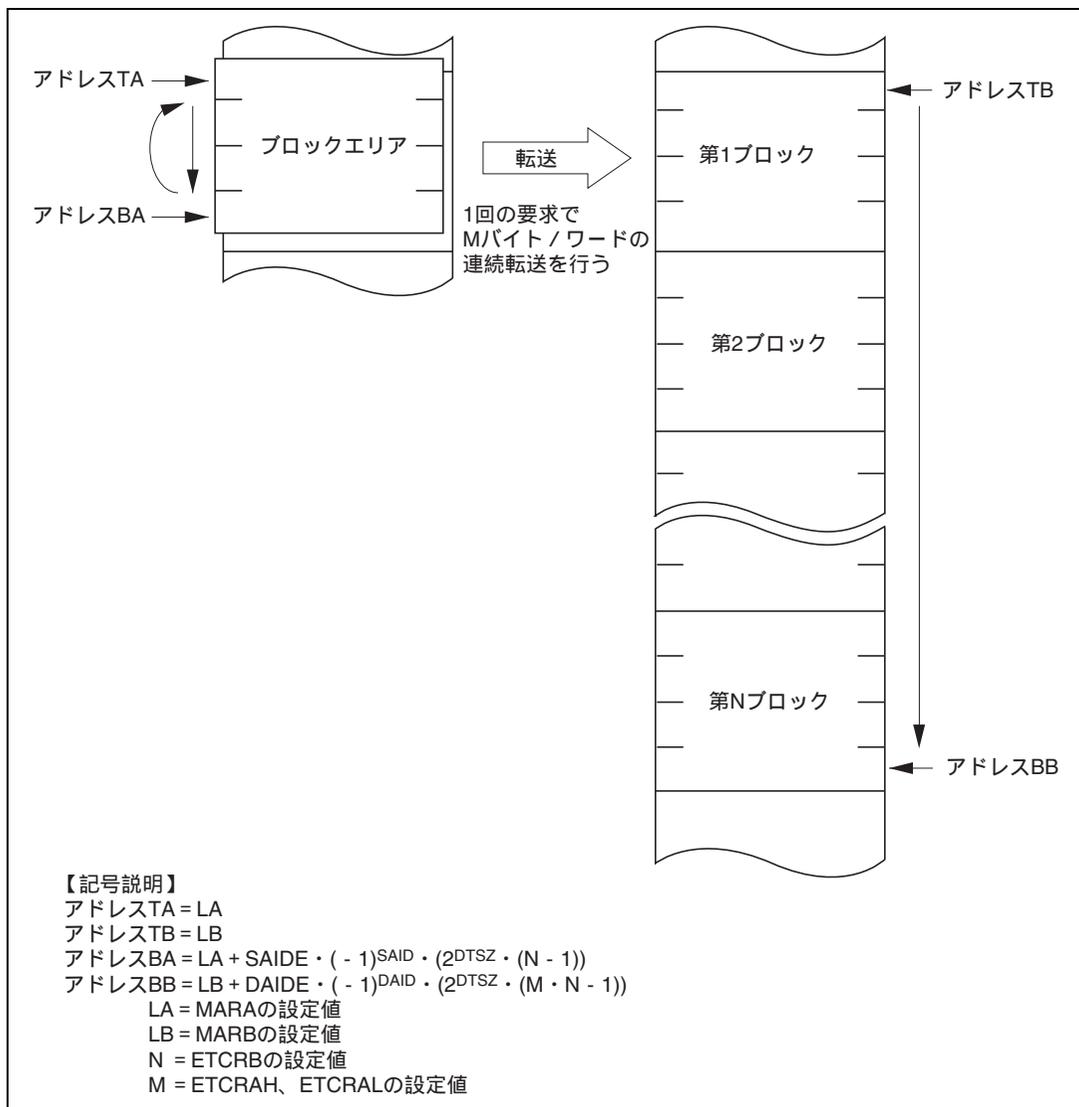


図 7.14 ブロック転送モードの動作 (BLKDIR = 1)

ETCRAL は 1 回のバイトまたはワード転送のたびに 1 だけデクリメントされます。1 回の転送要求に対して、ETCRAL が H'00 になるまでバースト転送が行われます。ETCRAL が H'00 になったときに ETCRAH の値がロードされます。このとき、DMACRA の BLKDIR ビットでブロックに指定された MAR は、DMACR の DTSZ および SAID/DAID、SAIDE/DAIDE ビットに応じて設定値を回復します。

ETCRB は 1 回のブロック転送のたびに 1 だけデクリメントされ、H'0000 になったときに DTE ビットをクリアして転送を終了します。このとき、DTIE ビットが 1 にセットされていると CPU または

DTC に対して割り込みを要求します。

図 7.15 にブロック転送モードの動作フローを示します。

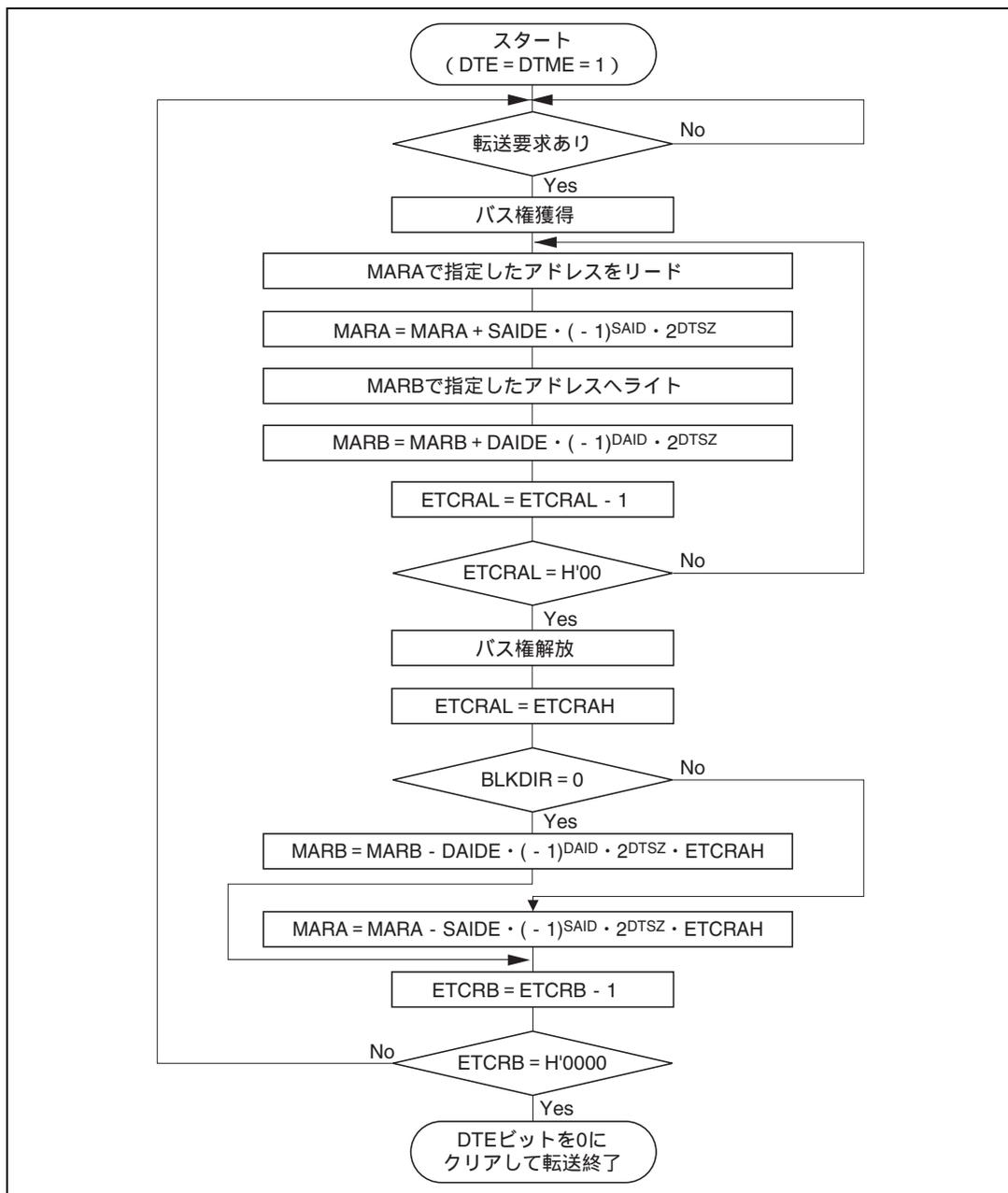


図 7.15 ブロック転送モードの動作フロー

7. DMA コントローラ

転送要求（起動要因）には、A/D 変換器の変換終了割り込み、外部リクエスト、SCI の送信データエンプティ / 受信データフル割り込み、および TPU チャンネル 0~5 のコンペアマッチ / インプットキャプチャ A 割り込みがあります。

設定の詳細は「7.3.4 DMA コントロールレジスタ (DMACR)」を参照してください。
ブロック転送モードの設定手順例を図 7.16 に示します。

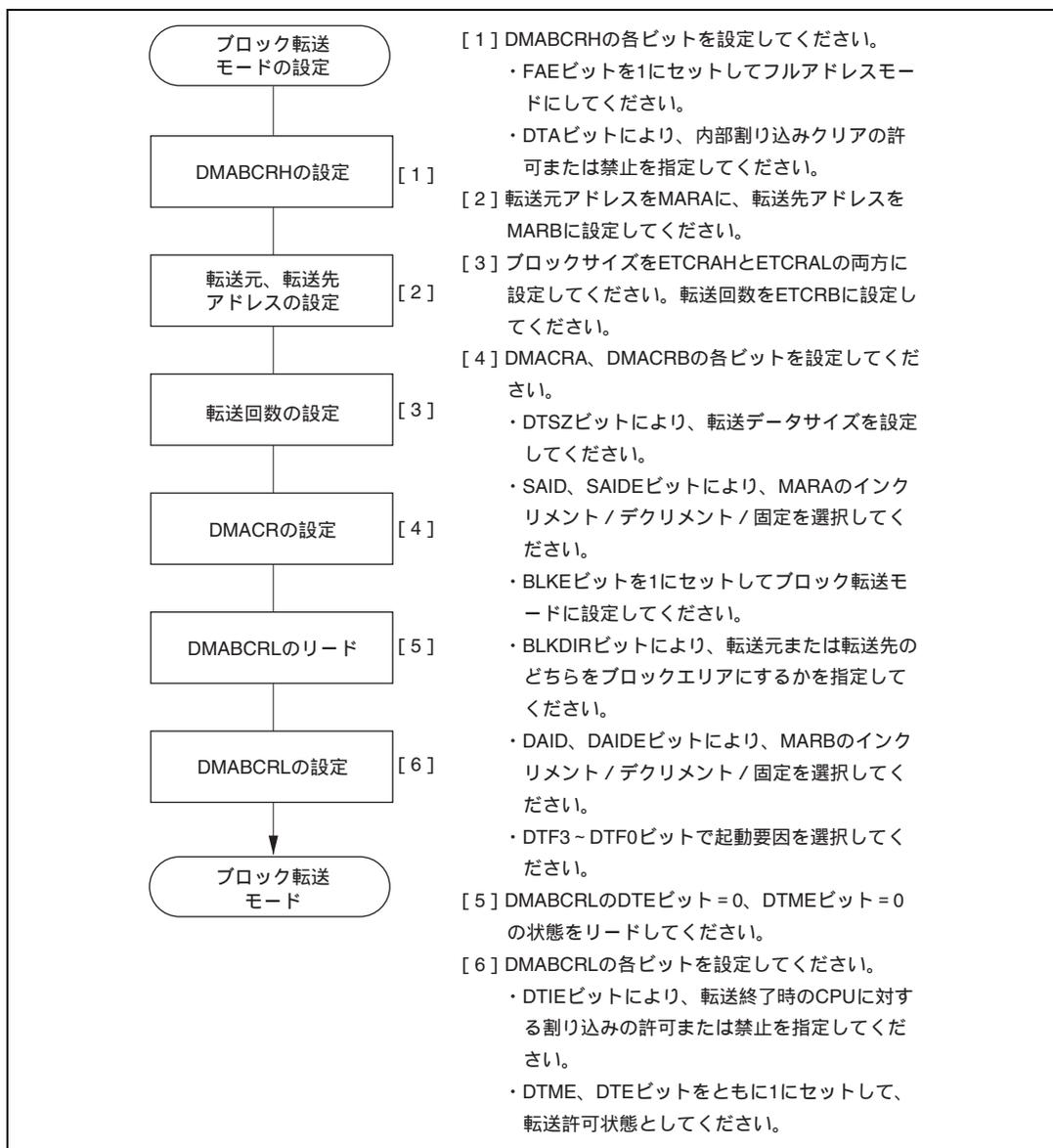


図 7.16 ブロック転送モードの設定手順例

7.5.8 DMAC の起動要因

DMAC の起動要因には、内部割り込み、外部リクエスト、およびオートリクエストがあります。転送モードおよびチャンネルにより、指定できる要因が表 7.12 に示すように異なります。

表 7.12 DMAC の起動要因

起動要因		ショートアドレスモード		フルアドレスモード	
		チャンネル 0A、1A	チャンネル 0B、1B	ノーマル モード	ブロック 転送モード
内部 割り込み	ADI			×	
	TXI0			×	
	RXI0			×	
	TXI1			×	
	RXI1			×	
	TGI0A			×	
	TGI1A			×	
	TGI2A			×	
	TGI3A			×	
	TGI4A			×	
TGI5A			×		
外部 リクエスト	DREQ 端子の立ち下がりエッジ入力	×			
	DREQ 端子の Low レベル入力	×			
オートリクエスト		×	×		×

【記号説明】 : 指定可能 × : 指定不可

(1) 内部割り込みによる起動

DMAC の起動要因として選択された割り込み要求は、CPU、DTC に対しても同時に要求を発生させることができます。詳しくは「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

内部割り込みによる起動では、DMAC は割り込みコントローラとは独立して要求を受け付けます。このため、割り込みコントローラの優先順位の設定の影響を受けません。

CPU の割り込み要因、DTC の起動要因としない割り込み要求により DMAC が起動される場合 (DTA = 1)、割り込み要求フラグは DMA 転送により自動的にクリアされます。ただし、ADI、TXI、RXI 割り込みについては、DMA 転送で所定のレジスタをアクセスしないと割り込み要因フラグはクリアされません。複数のチャンネルで同一の割り込みを起動要因とした場合、最も優先順位の高いチャンネルが最初に起動された時点で、割り込み要求フラグがクリアされます。その他のチャンネルの転送要求は DMAC 内部で保持されて、優先順位に従って起動されます。

転送終了後などの DTE = 0 の状態では、DTA ビットにかかわらず、選択された起動要因は DMAC に要求されません。この場合、当該割り込みは、CPU または DTC に要求されます。

CPU の割り込み要因または DTC の起動要因と重なっている場合 (DTA = 0)、割り込み要求フラグは DMAC によりクリアされることはありません。

(2) 外部リクエストによる起動

起動要因として、外部リクエスト ($\overline{\text{DREQ}}$ 端子) を指定する場合は、該当するポートをあらかじめ入力に設定しておいてください。

外部リクエストにはレベルセンスとエッジセンスがあります。

ショートアドレスモード、フルアドレスモードのノーマルモード時の外部リクエスト動作は次のようになります。

エッジセンスを選択した場合は、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルから Low レベルの変化を検出するたびに、1 バイトまたは 1 ワードの転送を行います。転送を完了する前に次のエッジが入力された場合は、次の転送が行われない場合があります。

レベルセンスを選択した場合、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子が High レベルに保持されている間は、転送要求待ち状態となります。また、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子が Low レベルに保持されている間は、1 バイトまたは 1 ワードの転送を行うたびにバスを解放しつつ、連続して転送を続けます。転送の途中で $\overline{\text{DREQ}}$ 端子が High レベルになった場合は、転送を中断し転送要求待ち状態になります。

(3) オートリクエストによる起動

オートリクエストはレジスタ設定のみで起動され、転送終了まで転送を続けます。

オートリクエストでは、サイクルスチールモードとバーストモードが選択できます。

サイクルスチールモードでは、DMAC は 1 バイトまたは 1 ワードの転送を行うたびにバスを他のバスマスタに解放します。通常、DMA サイクルと CPU サイクルが交互に繰り返されます。

バーストモードでは、転送終了までバスを占有し、連続して転送を行います。

(4) シングルアドレスモード

DMAC は、リードサイクル、ライトサイクルが別のバスサイクルとなるデュアルアドレスモードと、リードサイクル、ライトサイクルが平行して実行されるシングルアドレスモードがあります。

デュアルアドレスモードは、ソースアドレスとデスティネーションアドレスを独立に指定して転送を行う転送法です。

これに対し、シングルアドレスモードは、転送元または転送先のいずれか一方がアドレスによって指定される外部空間と、アドレスにかかわらず、 $\overline{\text{DACK}}$ ストローブにより選択動作する外部デバイスとの転送を行う転送法です。図 7.17 にシングルアドレスモード時のデータバスを示します。

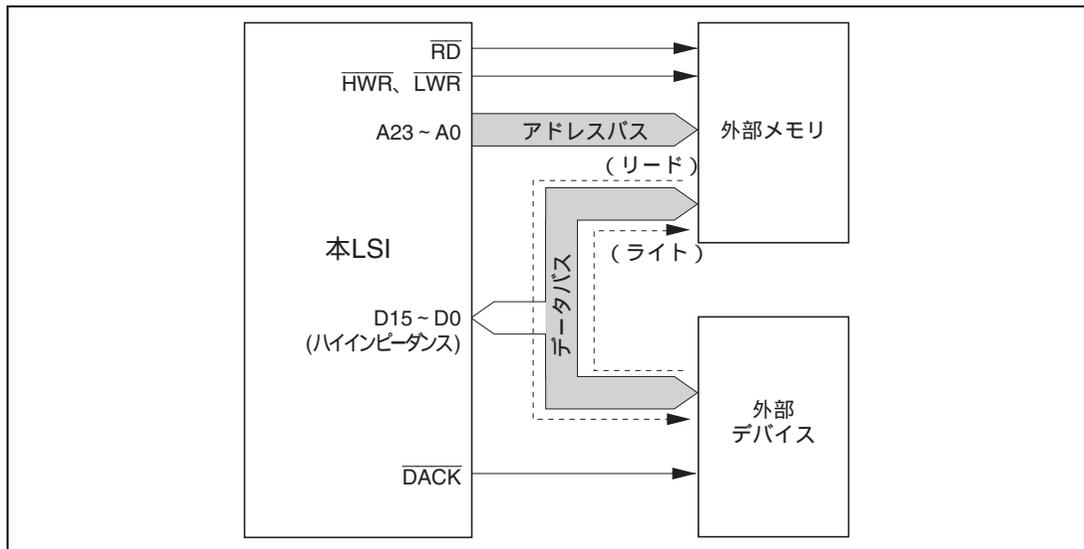


図 7.17 シングルアドレスモード時のデータバス

シングルアドレスモードのリードで使用する場合、外部メモリから外部デバイスへの転送となり、 $\overline{\text{DACK}}$ 端子は外部デバイスに対するライトストローブとして機能します。シングルアドレスモードのライトで使用する場合、外部デバイスから外部メモリへの転送となり、 $\overline{\text{DACK}}$ 端子は外部デバイスに対するリードストローブとして機能します。外部デバイスに対する方向制御はありませんので、上記のいずれか単方向で使用してください。

シングルアドレスモード時のバスサイクルは、外部メモリエリアに対するバスコントローラの設定に従います。外部デバイス側には、アドレスストローブと同期して $\overline{\text{DACK}}$ が出力されます。バスサイクルの詳細は「7.5.11 DMAC のバスサイクル(シングルアドレスモード)」を参照してください。

シングルアドレスモード時の転送アドレスは、内部空間を指定しないでください。

7.5.9 DMAC の基本バスサイクル

DMAC の基本的なバスサイクルのタイミング例を図 7.18 に示します。この例はワードサイズで 16 ビット 2 ステートアクセス空間から 8 ビット 3 ステートアクセス空間へ転送する場合の例です。CPU から DMAC にバス権が移ると、ソースアドレスのリード、デスティネーションアドレスのライトを行います。このリード、ライト動作の間に、他のバス権要求などによってバスを解放することはありません。DMAC サイクルは CPU サイクルと同様、バスコントローラの設定に従います。

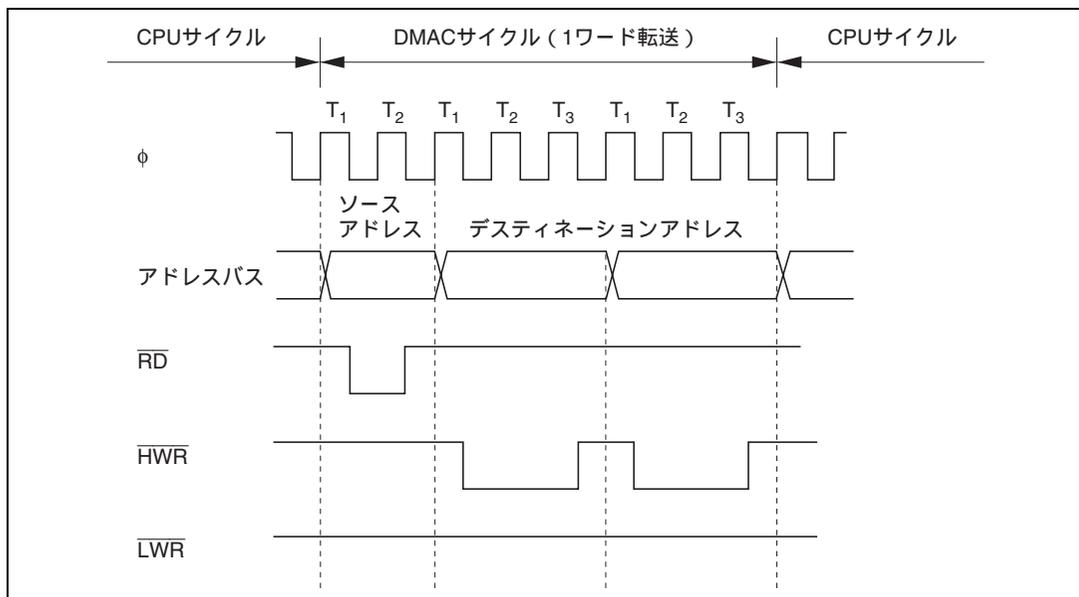


図 7.18 DMA 転送バスタイミング例

なお、内蔵メモリ、内部 I/O レジスタへのアクセス時のアドレスは、外部のアドレスバスに出力されません。

7.5.10 DMAC のバスサイクル (デュアルアドレスモード)

(1) ショートアドレスモード

図 7.19 に \overline{TEND} 出力を許可して、外部 8 ビット 2 ステートアクセス空間から、内部 I/O 空間へバイトサイズでショートアドレスモード転送 (シーケンシャル/アイドル/リピートモード) を行った場合の転送例を示します。

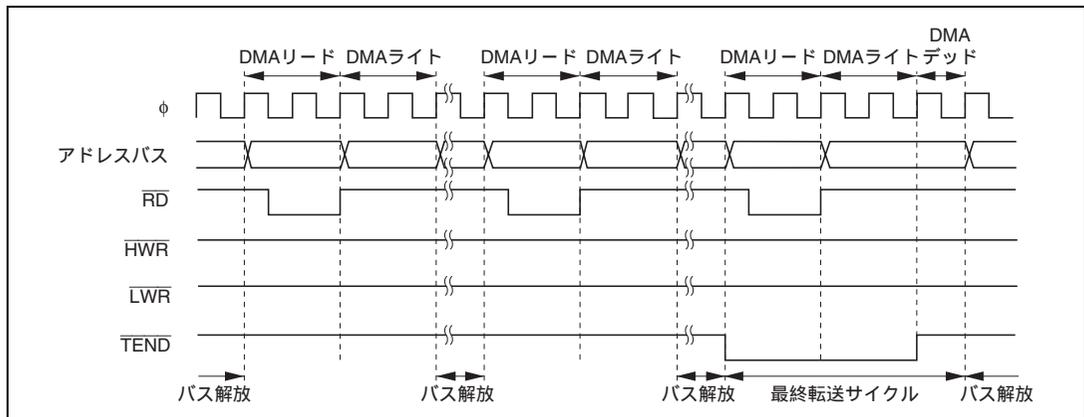


図 7.19 ショートアドレスモード転送例

1 回の転送要求につき 1 バイトまたは 1 ワードの転送を行い、転送後、いったんバスを解放します。バス解放期間中は CPU または DTC によるバスサイクルが 1 回以上入ります。

転送終了サイクル(転送カウンタが 0 となったサイクル)では DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

リピートモードの場合、 \overline{TEND} 出力を許可すると、転送カウンタが 0 となった転送サイクルで \overline{TEND} 出力が Low レベルとなります。

7. DMA コントローラ

(2) フルアドレスモード (サイクルスチールモード)

図 7.20 に $\overline{\text{TEND}}$ 出力を許可して、外部 16 ビット 2 ステートアクセス空間から、外部 16 ビット 2 ステートアクセス空間へワードサイズでフルアドレスモード転送 (サイクルスチールモード) を行った場合の転送例を示します。

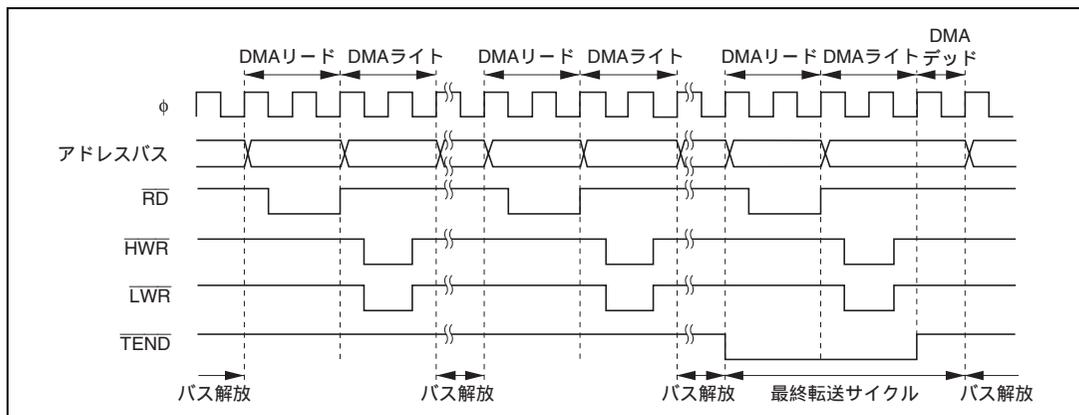


図 7.20 フルアドレスモード (サイクルスチール) 転送例

1 バイトまたは 1 ワードの転送を行い、転送後、いったんバスを解放します。バス解放期間中は CPU または DTC によるバスサイクルが 1 回入ります。

転送終了サイクル (転送カウンタが 0 となったサイクル) では DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

(3) フルアドレスモード (バーストモード)

図 7.21 に $\overline{\text{TEND}}$ 出力を許可して、外部 16 ビット 2 ステートアクセス空間から、外部 16 ビット 2 ステートアクセス空間へワードサイズでフルアドレスモード転送 (バーストモード) を行った場合の転送例を示します。

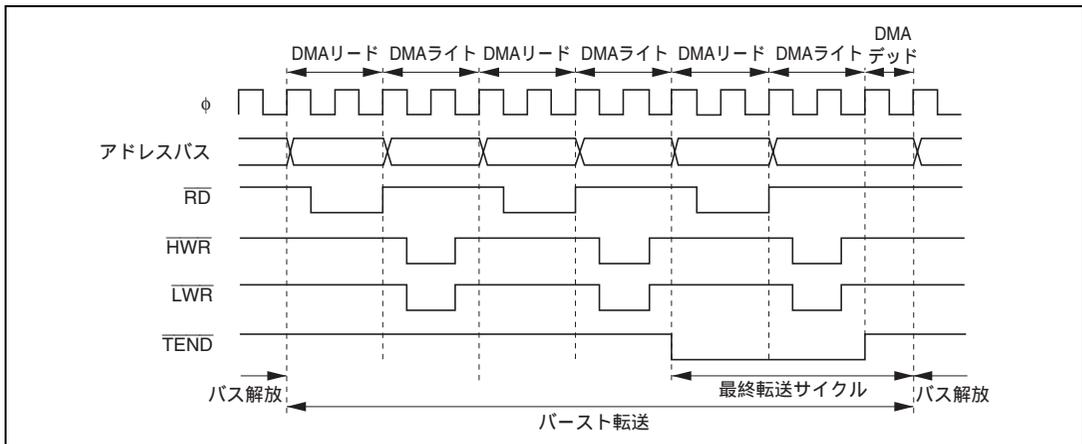


図 7.21 フルアドレスモード (バーストモード) 転送例

バーストモードでは、1 バイトまたは 1 ワードの転送を転送が終了するまで継続して実行します。転送終了サイクル(転送カウンタが 0 となったサイクル)では、DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

バースト転送が始まると、他の優先順位の高いチャンネルの要求が発生しても、バースト転送が終了するまで待たされます。

バースト転送に設定されたチャンネルが転送許可状態のときに NMI が発生すると、DTME ビットがクリアされ、転送禁止状態になります。すでにバースト転送が DMAC 内部で起動されている場合は、転送中の 1 バイトまたは 1 ワードの転送を完了した時点でバスを解放し、バースト転送を中断します。すでにバースト転送の最終転送サイクルが DMAC 内部で起動されている場合は、DTME ビットがクリアされてもそのまま転送終了まで実行します。

(4) フルアドレスモード (ブロック転送モード)

図 7.22 に $\overline{\text{TEND}}$ 出力を許可して、内部 16 ビット 1 ステートアクセス空間から、外部 16 ビット 2 ステートアクセス空間へワードサイズでフルアドレスモード転送 (ブロック転送モード) を行った場合の転送例を示します。

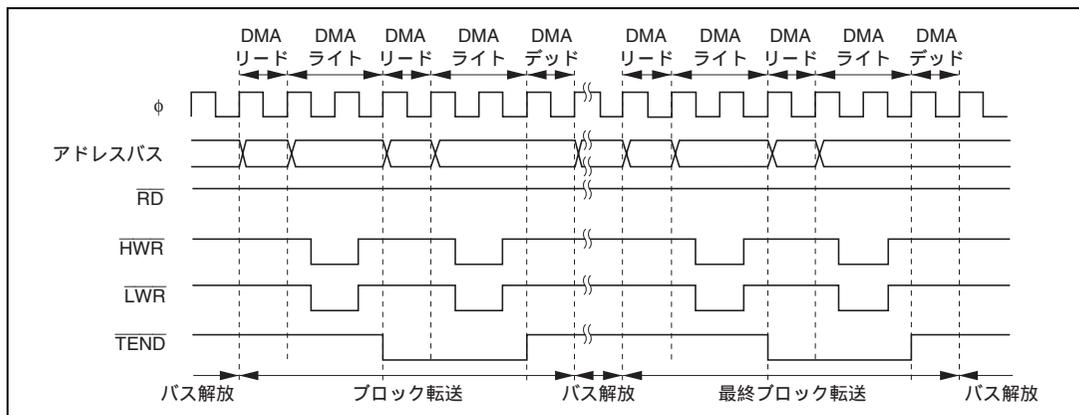


図 7.22 フルアドレスモード (ブロック転送モード) 転送例

1 回の転送要求につき 1 ブロック分の転送を行い、転送後、いったんバスを解放します。バス解放期間中は CPU または DTC によるバスサイクルが 1 回以上入ります。

各ブロックの転送終了サイクル (転送カウンタが 0 となったサイクル) では DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

1 ブロックは連続して転送を行います。NMI が発生してもブロック転送の動作に影響を与えません。

(5) $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動タイミング

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子を選択するチャンネルの DTA ビットは、1 にセットしてください。

図 7.23 に $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のノーマルモード転送例を示します。

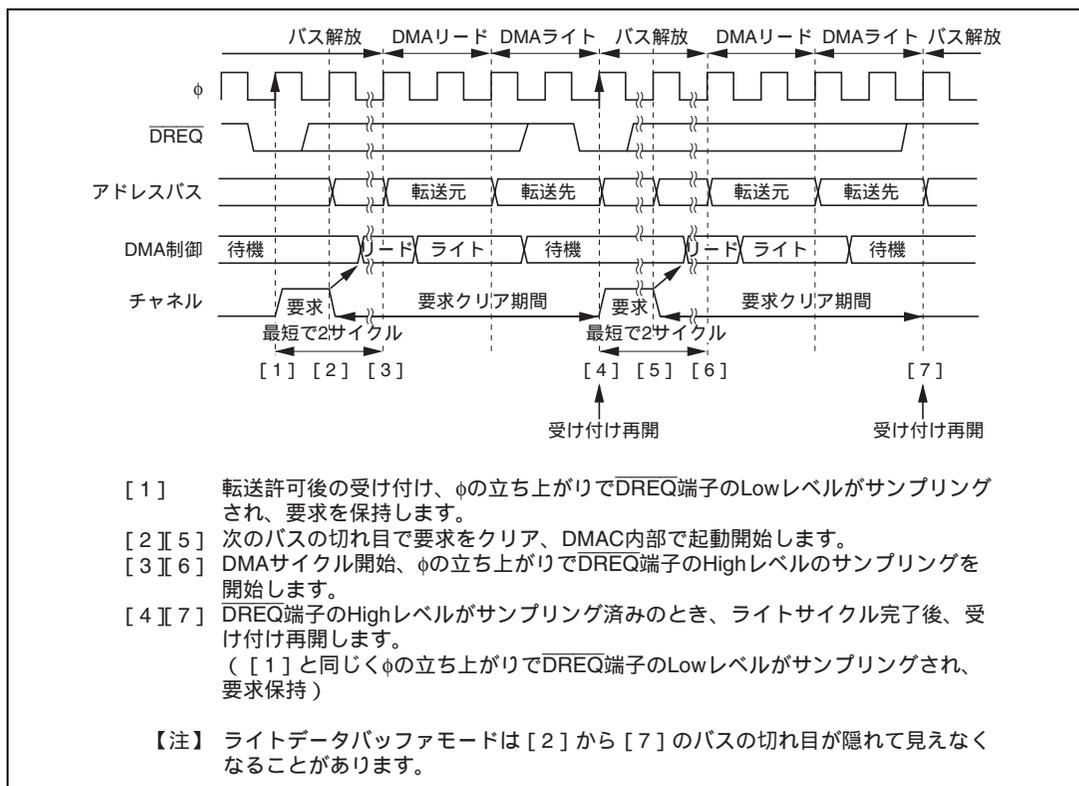


図 7.23 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のノーマルモード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了後の次の ϕ の立ち上がりを起点に毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされ、エッジ検出のための $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが開始されます。DMA ライトサイクル終了までに $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが済んでいれば、ライトサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

図 7.24 に $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のブロック転送モード転送例を示します。

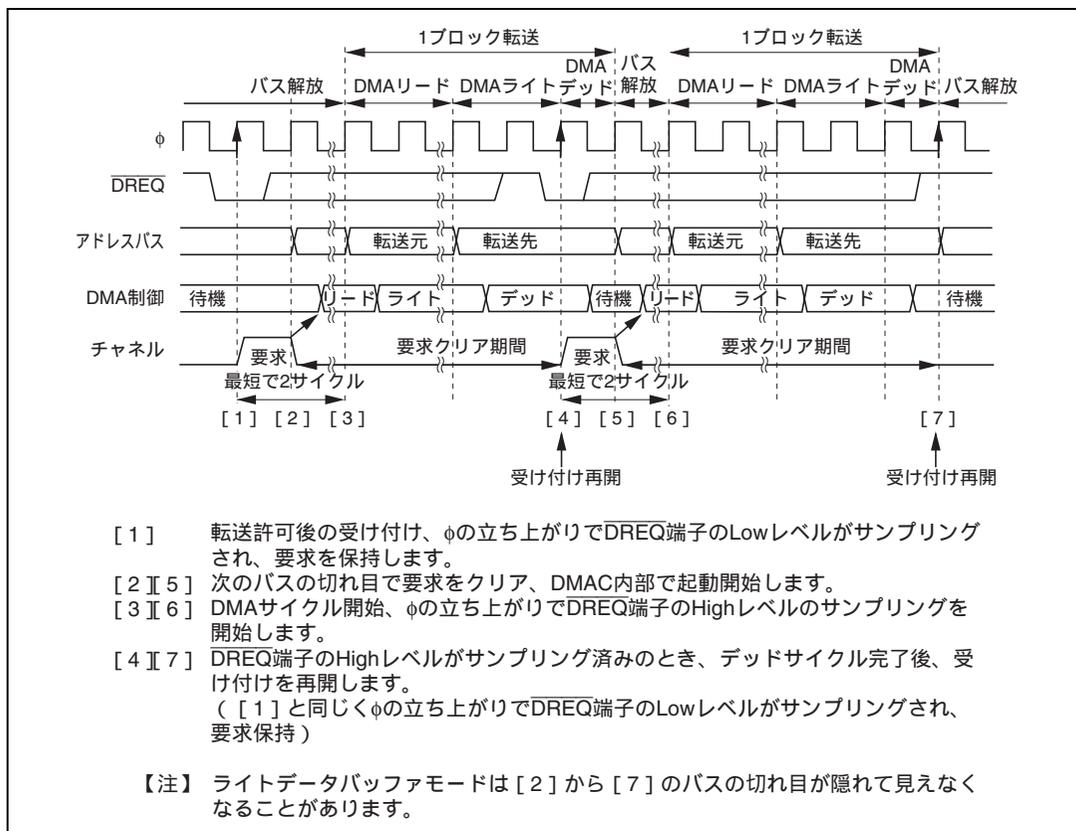


図 7.24 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のブロック転送モード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了後の次の ϕ の立ち上がり起点に毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされ、エッジ検出のための $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが開始されます。DMA デッドサイクル終了までに $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが済んでいれば、デッドサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

(6) $\overline{\text{DREQ}}$ レベル起動タイミング (ノーマルモード)

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子を選択するチャンネルの DTA ビットは 1 にセットしてください。

図 7.25 に $\overline{\text{DREQ}}$ レベル起動のノーマルモード転送例を示します。

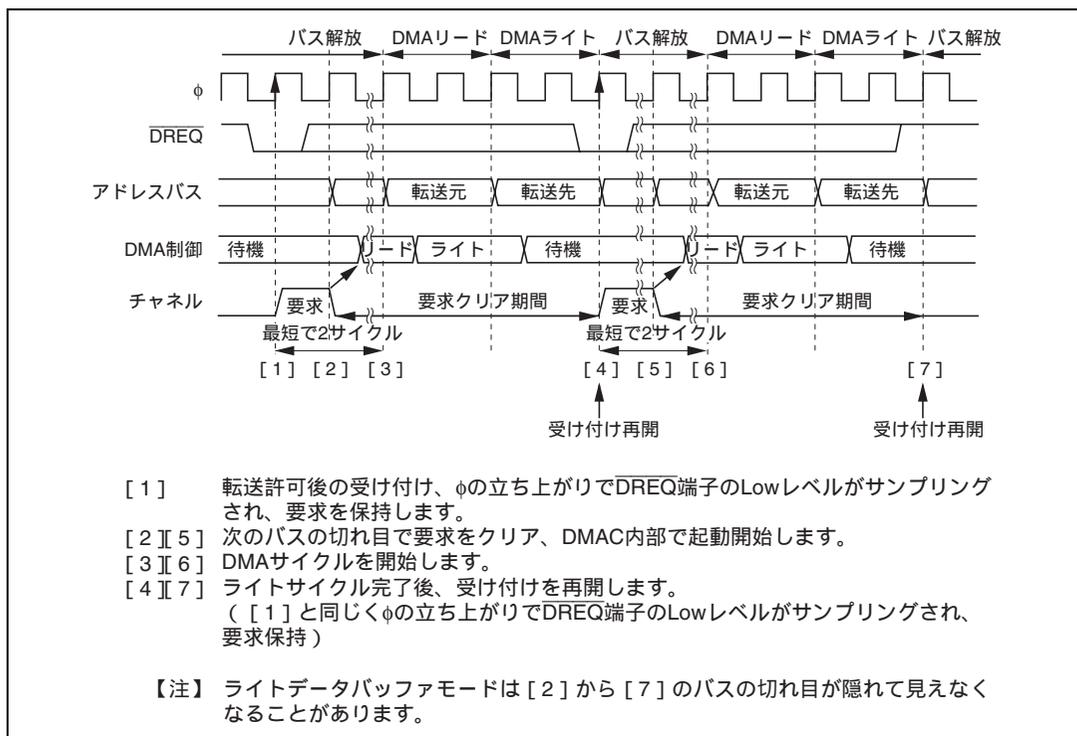


図 7.25 $\overline{\text{DREQ}}$ レベル起動のノーマルモード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了後の次の ϕ の立ち上がりで毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能な状態で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされます。ライトサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

7. DMA コントローラ

図 7.26 に $\overline{\text{DREQ}}$ レベル起動のブロック転送モード転送例を示します。

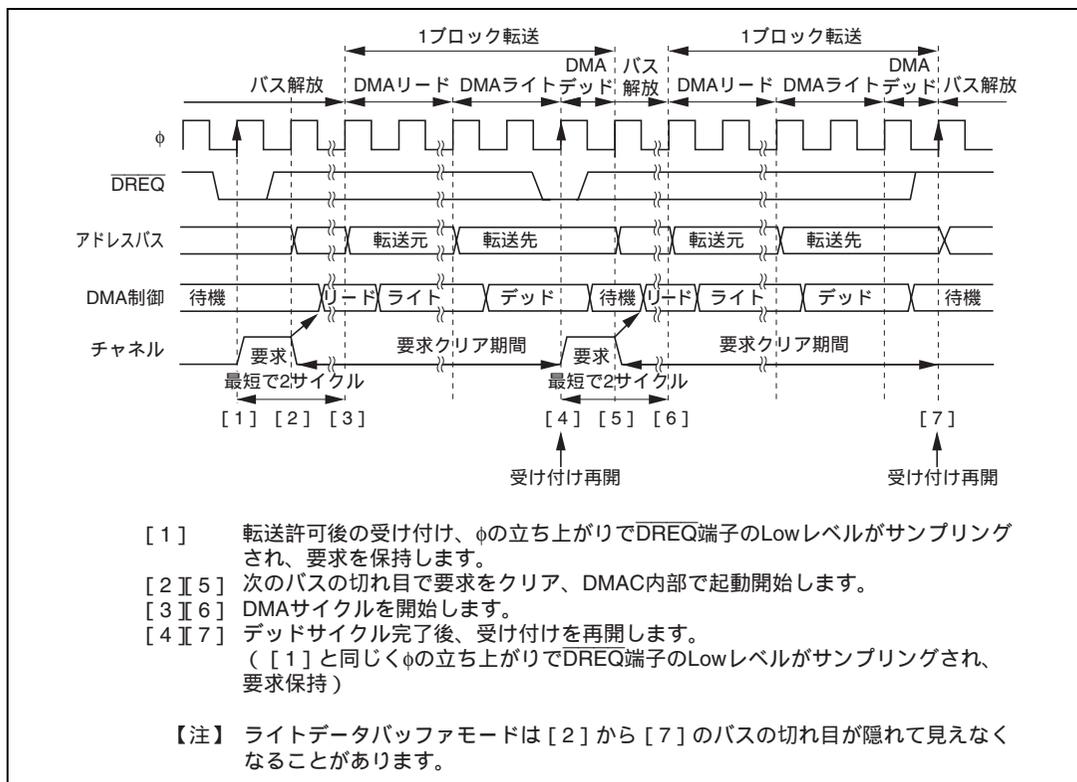


図 7.26 $\overline{\text{DREQ}}$ レベル起動のブロック転送モード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了直後の ϕ の立ち上がりを起点に毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能な状態で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされます。デッドサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

7.5.11 DMAC のバスサイクル (シングルアドレスモード)

(1) シングルアドレスモード (リード)

図 7.27 に \overline{TEND} 出力を許可して、外部 8 ビット 2 ステートアクセス空間から、外部デバイスへバイトサイズでシングルアドレスモード転送 (リード) を行った場合の転送例を示します。

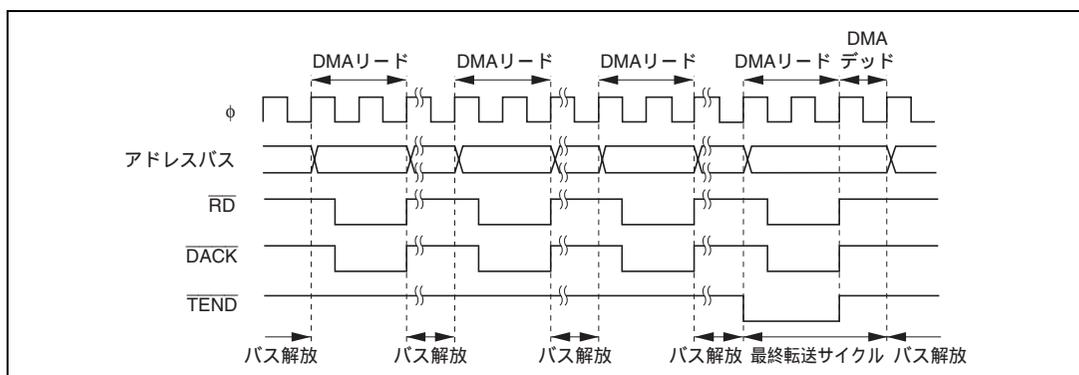


図 7.27 シングルアドレスモード (バイトリード) 転送例

図 7.28 に \overline{TEND} 出力を許可して、外部 8 ビット 2 ステートアクセス空間から、外部デバイスへワードサイズでシングルアドレスモード転送 (リード) を行った場合の転送例を示します。

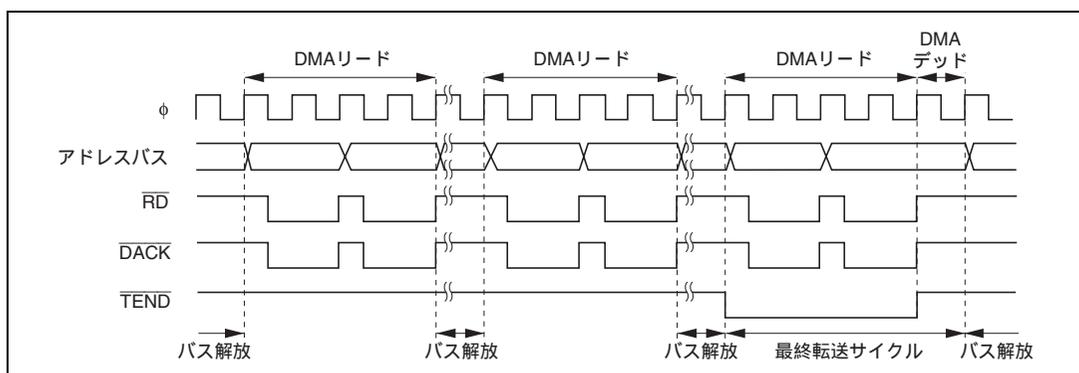


図 7.28 シングルアドレスモード (ワードリード) 転送例

1 回の転送要求につき 1 バイトまたは 1 ワードの転送を行い、転送後、いったんバスを解放します。バス解放期間中は CPU または DTC によるバスサイクルが 1 回以上入ります。

転送終了サイクル(転送カウンタが 0 となったサイクル)では DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

(2) シングルアドレスモード (ライト)

図 7.29 に $\overline{\text{TEND}}$ 出力を許可して、外部デバイスから、外部 8 ビット 2 ステートアクセス空間へバイトサイズでシングルアドレスモード転送 (ライト) を行った場合の転送例を示します。

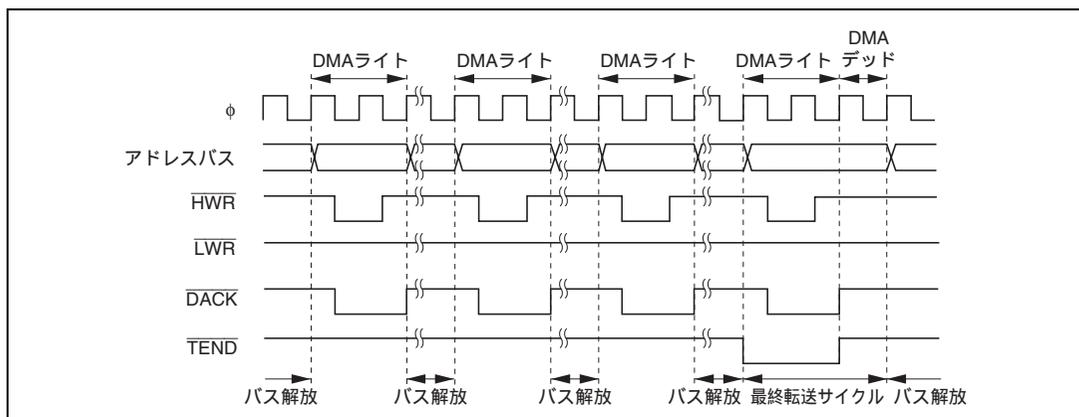


図 7.29 シングルアドレスモード (バイトライト) 転送例

図 7.30 に $\overline{\text{TEND}}$ 出力を許可して、外部デバイスから、外部 8 ビット 2 ステートアクセス空間へワードサイズでシングルアドレスモード転送 (ライト) を行った場合の転送例を示します。

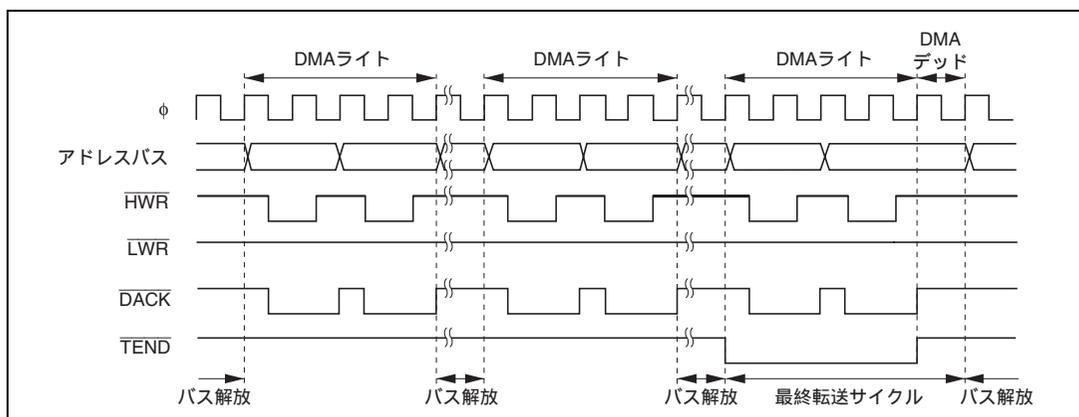


図 7.30 シングルアドレスモード (ワードライト) 転送例

1 回の転送要求につき 1 バイトまたは 1 ワードの転送を行い、転送後、いったんバスを解放します。バス解放期間中は CPU または DTC によるバスサイクルが 1 回以上入ります。

転送終了サイクル(転送カウンタが 0 となったサイクル)では DMA ライトサイクルのあとに DMA デッドサイクルが 1 ステート入ります。

(3) $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動タイミング

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子を選択するチャンネルの DTA ビットは 1 にセットしてください。

図 7.31 に $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のシングルアドレスモード転送例を示します。

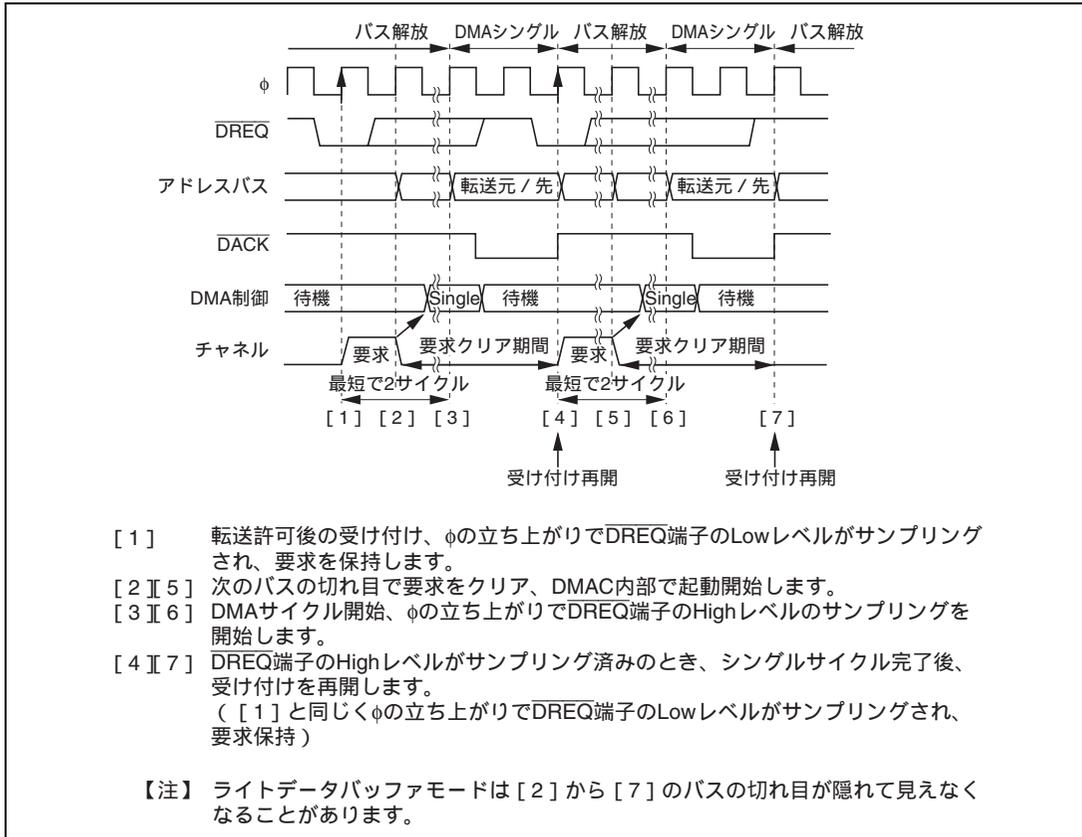


図 7.31 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動のシングルアドレスモード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了直後の ϕ の立ち上がりを起点に毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能な状態で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされ、エッジ検出のための $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが開始されます。DMA シングルサイクル終了までに $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の High レベルのサンプリングが済んでいれば、シングルサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

(4) $\overline{\text{DREQ}}$ 端子 Low レベル起動タイミング

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子を選択するチャンネルの DTA ビットは 1 にセットしてください。

図 7.32 に $\overline{\text{DREQ}}$ 端子 Low レベル起動のシングルアドレスモード転送例を示します。

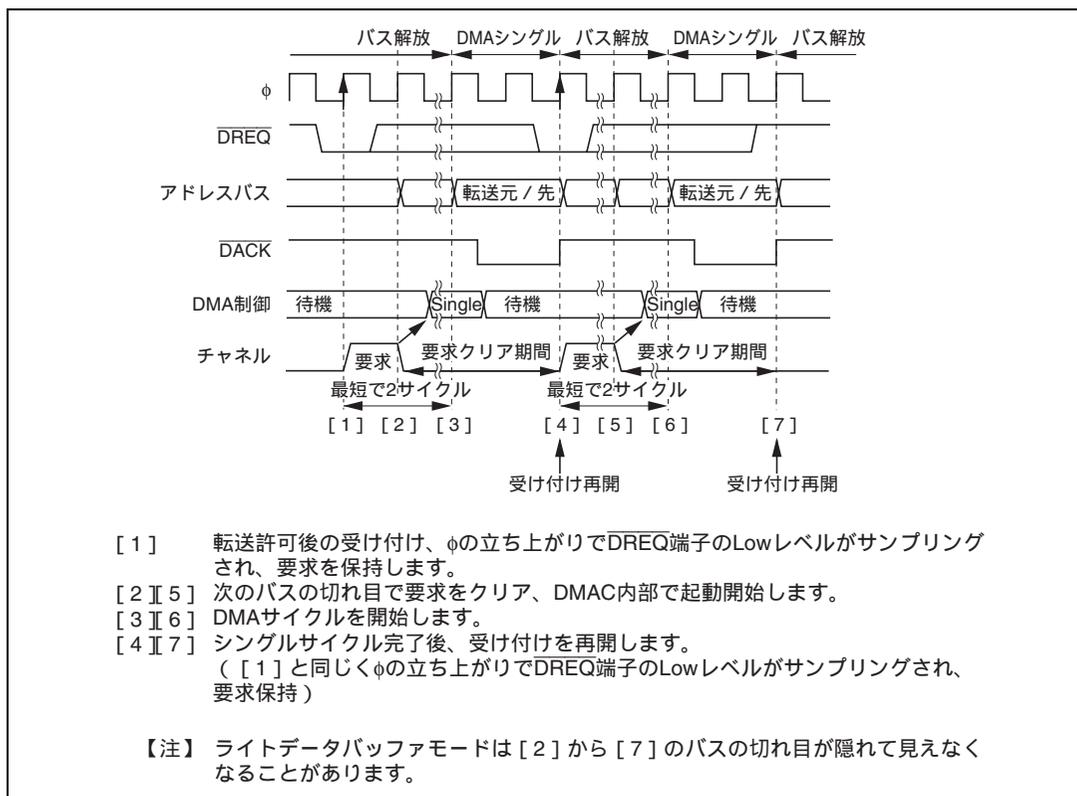


図 7.32 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子 Low レベル起動のシングルアドレスモード転送例

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングは、転送許可状態にするための DMABCR ライトサイクル終了直後の ϕ の立ち上がりを起点に毎サイクル行われます。

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子による受け付けが可能な状態で、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルがサンプリングされると、DMAC 内部で要求が保持されます。次に、DMAC 内部で起動がかかると要求はクリアされます。シングルサイクル終了後に受け付け再開となり、再び、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルをサンプリングして、転送終了までこの動作を繰り返します。

7.5.12 ライトデータバッファ機能

DMAC の内部から外部のデュアルアドレス転送、シングルアドレス転送を、ライトデータバッファ機能を用いて高速に実行し、システムのスループットを向上することができます。

バスコントローラの BCRL の WDBE ビットを 1 にセットし、ライトデータバッファ機能を有効にした状態では、デュアルアドレス転送の外部ライトサイクル、またはシングルアドレス転送と、内部アクセス（内蔵メモリまたは内部 I/O レジスタ）とを並行して実行します。内部アクセスはバスマスタに依存しません。なお、DMAC のデッドサイクルは内部アクセスとみなされます。

$\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力するバスサイクルが外部バスサイクルの場合は、必ず Low レベルを出力できます。一方、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力するバスサイクルが内部バスサイクルで、かつ並行して外部ライトサイクルが実行されている場合は、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力しませんので注意してください。

図 7.33 に、ライトデータバッファ機能を用いた内蔵 RAM から外部メモリへのバーストモード転送の例を示します。

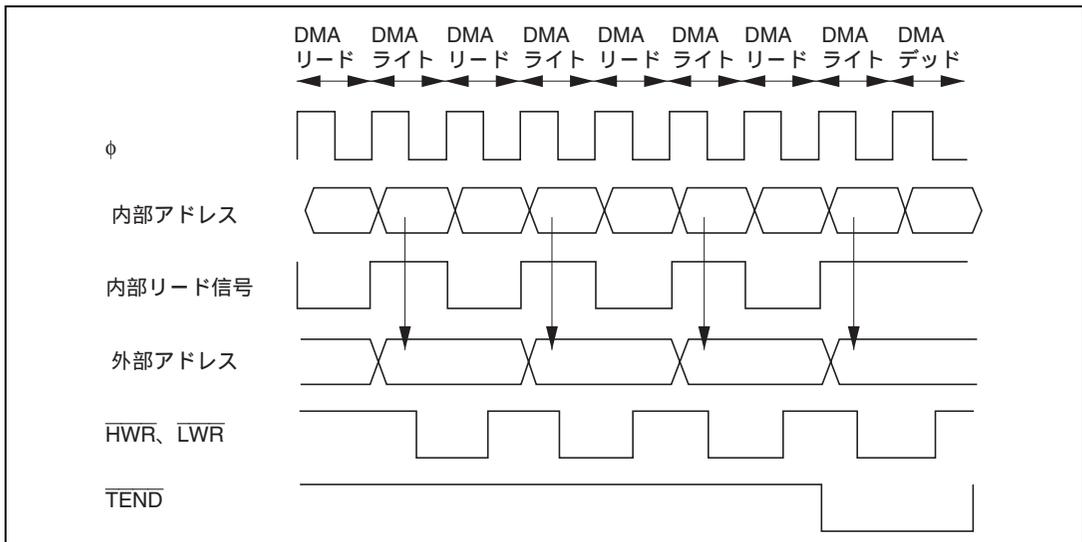


図 7.33 ライトデータバッファ機能を用いたデュアルアドレス転送の例

7. DMA コントローラ

図 7.34 に、ライトデータバッファ機能を用いたシングルアドレス転送の例を示します。CPU のプログラム領域が内蔵メモリにある場合の例です。

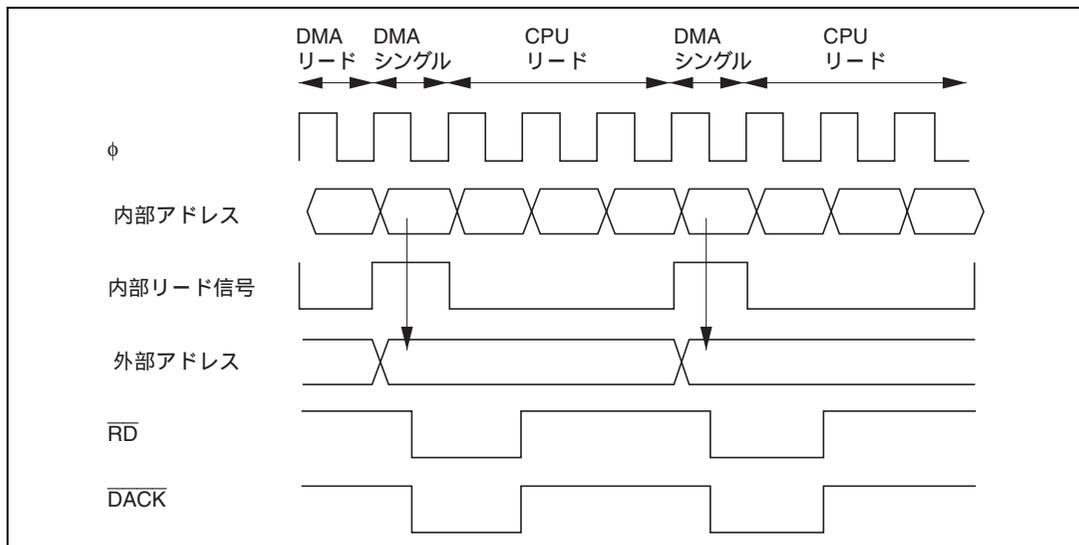


図 7.34 ライトデータバッファ機能を用いたシングルアドレス転送の例

DMAC は、ライトデータバッファ機能を起動した時点で、当該バスサイクルは終了したと認識して次の動作を開始します。したがって、 \overline{DREQ} 端子のサンプリングは、DMA ライトサイクルまたはシングルアドレス転送開始の 1 ステート後から開始されます。

7.5.13 DMAC 複数チャンネルの動作

DMAC のチャンネル間優先順位はチャンネル 0 > チャンネル 1、また、チャンネル A > チャンネル B の順になっています。表 7.13 に DMAC のチャンネル間優先順位を示します。

表 7.13 DMAC のチャンネル間優先順位

ショートアドレスモード	フルアドレスモード	優先順位
チャンネル 0A	チャンネル 0	高 ↑
チャンネル 0B		
チャンネル 1A	チャンネル 1	↓ 低
チャンネル 1B		

複数のチャンネルに対して同時に転送要求が発生した場合、または転送中に他のチャンネルの転送要求が発生した場合は、DMAC はバスを解放した時点で、要求の発生しているチャンネルの中から表 7.13 の優先順位に従って、最も優先度の高いチャンネルを選択して転送します。

バースト転送中、およびブロック転送の 1 ブロック転送中は、転送終了までチャンネルを切り替えて転送することはありません。

図 7.35 にチャンネル 0A、0B、1 の転送要求が同時に発生した場合の転送例を示します。

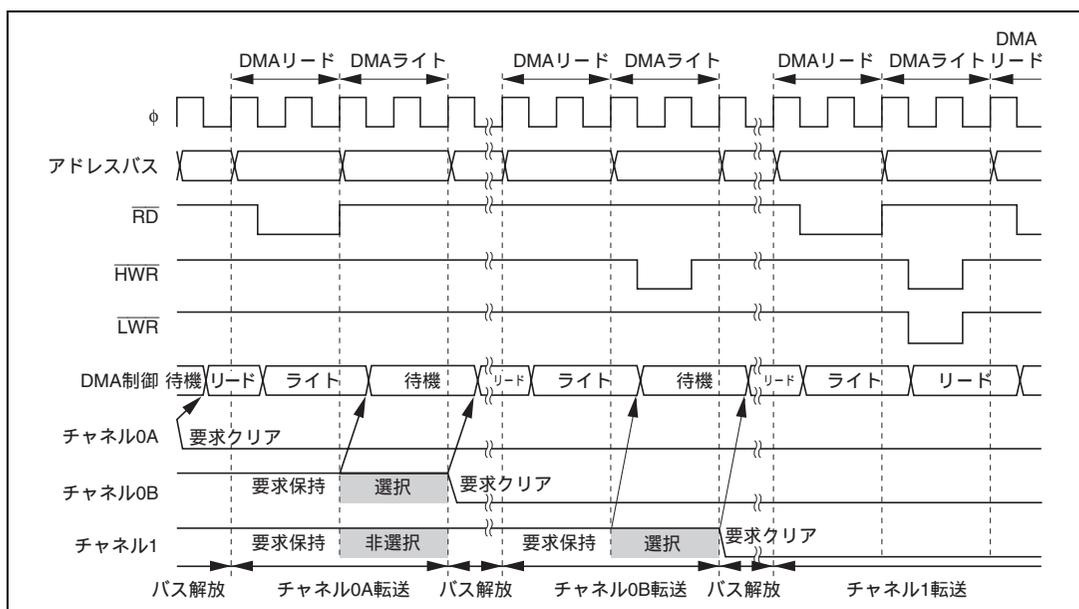


図 7.35 複数チャンネル転送例

7.5.14 DMAC と、外部バス権要求、リフレッシュサイクル、DTC の関係

DMA サイクルのリードとライトの間は不可分割となっています。このため、DMA サイクルの外部リードと外部ライト間にリフレッシュサイクル、外部バス解放サイクル、DTC サイクルは発生しません。

バースト転送またはブロック転送のように、リードサイクルとライトサイクルが連続する場合には、ライトサイクルのあとに、リフレッシュおよび外部バス解放状態が挿入されることがあります。DTC は、DMAC より優先度が低いため、DMAC がバスを解放するまで DTC は動作しません。

DMA サイクルの、リードまたはライトが、内蔵メモリアクセスまたは内部 I/O レジスタアクセスの場合には、これらの DMA サイクル、リフレッシュサイクル、または外部バス解放が同時に行えます。

ただし、ライトバッファの使用時に、同時に動作できない場合があります。

7.5.15 NMI 割り込みと DMAC

NMI 割り込みが発生すると、フルアドレスモードのバーストモード転送が中断されます。その他のモードでは、NMI 割り込みは DMAC の動作に影響を与えません。

フルアドレスモードでは、DTE ビットと DTME ビットがいずれも 1 にセットされているとき、そのチャンネルが転送許可状態となります。バーストモード設定では、NMI 割り込みが発生すると DTME ビットがクリアされます。

バーストモード転送中に DTME ビットがクリアされると、DMAC は転送中の 1 バイトまたは 1 ワードの転送を完了した時点で、転送を中断後バスを解放し、CPU にバス権が移ります。

転送を中断したチャンネルを再開するには、DTME ビットを再び 1 にセットしてください。バーストモード転送に設定されたチャンネルが NMI 割り込みにより転送を中断したとき、転送を継続する手順を図 7.36 に示します。

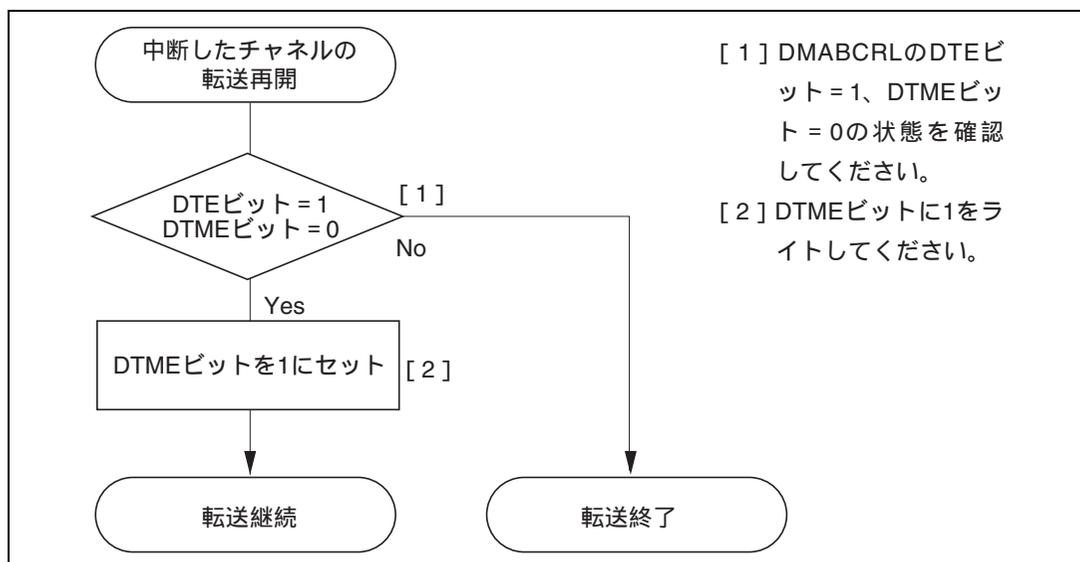


図 7.36 NMI 割り込みにより中断したチャンネルの転送継続手順例

7.5.16 DMAC 動作の強制終了

動作中のチャンネルの DTE ビットを 0 にクリアすると、転送中の 1 バイトまたは 1 ワードの転送を終了した時点で DMAC は停止します。このあと、DTE ビットを 1 にセットすると DMAC は動作を再開します。

フルアドレスモードの場合、DTME ビットについても同様です。

DMAC をソフトウェアで強制終了させる場合の手順を図 7.37 に示します。

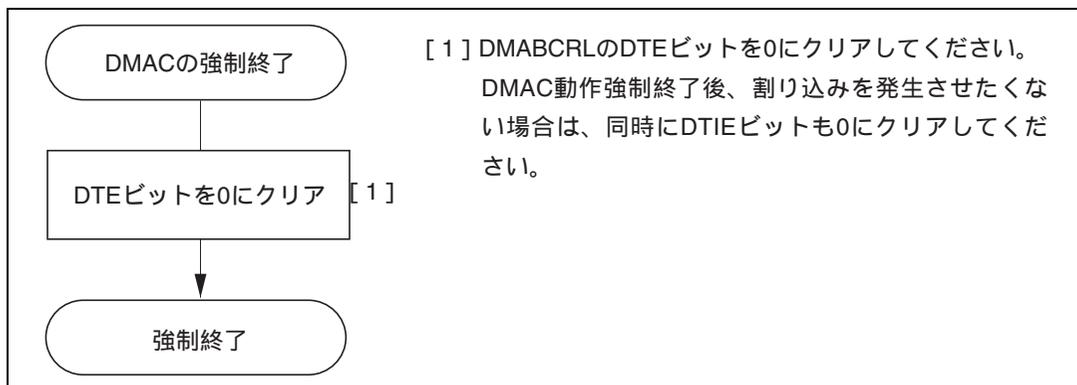


図 7.37 DMAC 動作の強制終了手順例

7.5.17 フルアドレスモードの解除

フルアドレスモードに設定したチャンネルを解除し、初期化する場合の手順を図 7.38 に示します。解除後に再設定する場合には各転送モードの設定手順に従ってください。

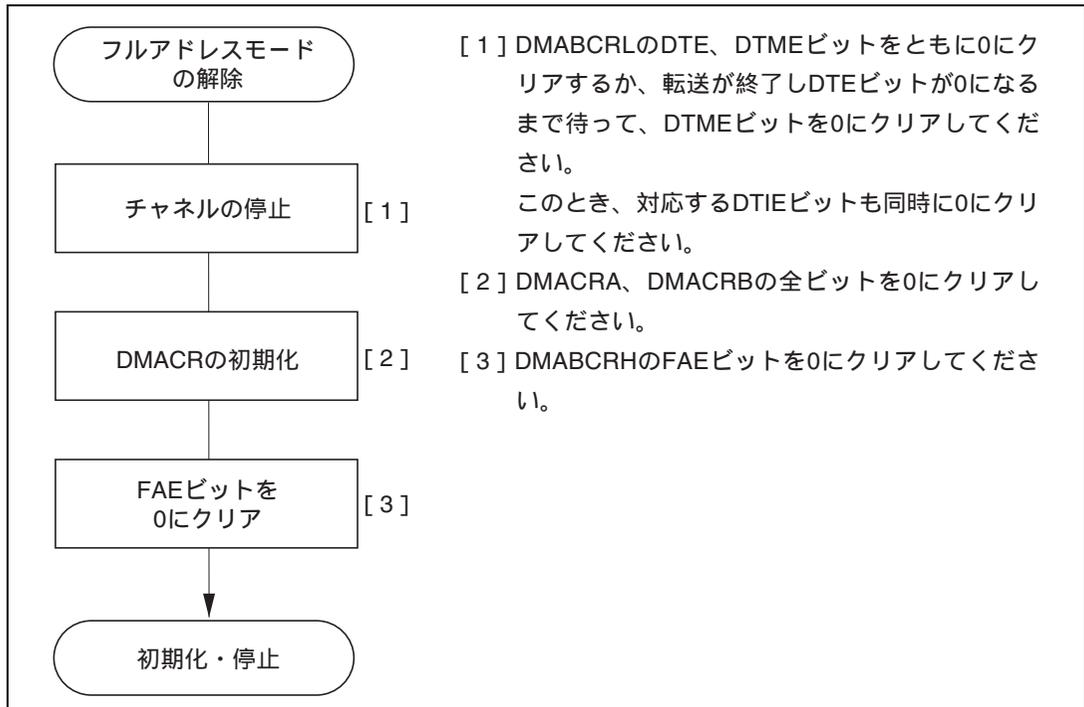


図 7.38 フルアドレスモード解除手順例

7.6 割り込み

DMAC が発生する割り込み要因は転送終了、転送中断です。表 7.14 に割り込み要因と優先度を示します。

表 7.14 割り込み要因と優先度

割り込み名称	割り込み要因		割り込み 優先順位
	ショートアドレスモード	フルアドレスモード	
DEND0A	チャンネル 0A の転送終了による割り込み	チャンネル 0 の転送終了による割り込み	高 ↑ 低
DEND0B	チャンネル 0B の転送終了による割り込み	チャンネル 0 の転送中断割り込み	
DEND1A	チャンネル 1A の転送終了による割り込み	チャンネル 1 の転送終了による割り込み	
DEND1B	チャンネル 1B の転送終了による割り込み	チャンネル 1 の転送中断割り込み	

各割り込み要因は、DMABCR の対応するチャンネルの DTIE ビットにより、許可または禁止が設定されており、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

チャンネル間の転送終了割り込みの優先順位は、割り込みコントローラによって決められており、表 7.14 に示すようになっています。

転送終了 / 転送中断割り込みのブロック図を図 7.39 に示します。DTE = 0 の状態で DTIE ビットを 1 に設定すると、常に割り込みが発生します。

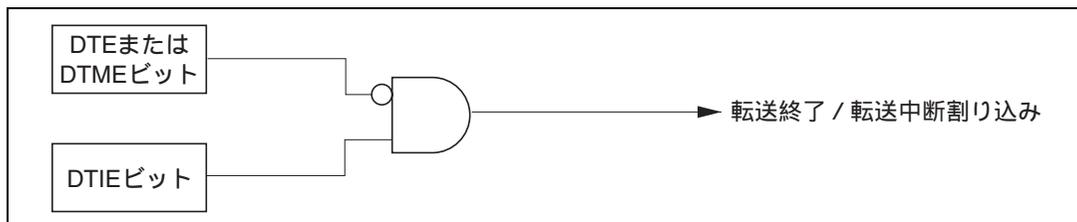


図 7.39 転送終了 / 転送中断割り込みのブロック図

フルアドレスモードでは、転送中断割り込みは DTIEB = 1 のとき DTME ビットが 0 にクリアされると発生します。

ショートアドレスモード、フルアドレスモードともに、設定の途中で割り込みが発生する条件となる、組み合わせが起こらないように DMABCR を設定してください。

7.7 使用上の注意

(1) 動作中の DMAC レジスタアクセス

強制終了を除き、動作中（転送待ち状態を含む）のチャンネルの設定は、変更しないでください。動作中のチャンネルの設定を変更する場合は、必ず転送禁止状態で行ってください。

また、DMA 転送による DMAC レジスタへのライトは行わないでください。

動作中（転送待ち状態を含む）の DMAC レジスタリードに関しては以下ようになります。

- (a) DMAC制御はバスサイクルより1サイクル早く起動し、アドレス値を出力します。このため MARは、DMAC転送前のバスサイクルに更新されます。

図7.40にデュアルアドレス転送モードにおける、DMACレジスタの更新タイミング例を示します。

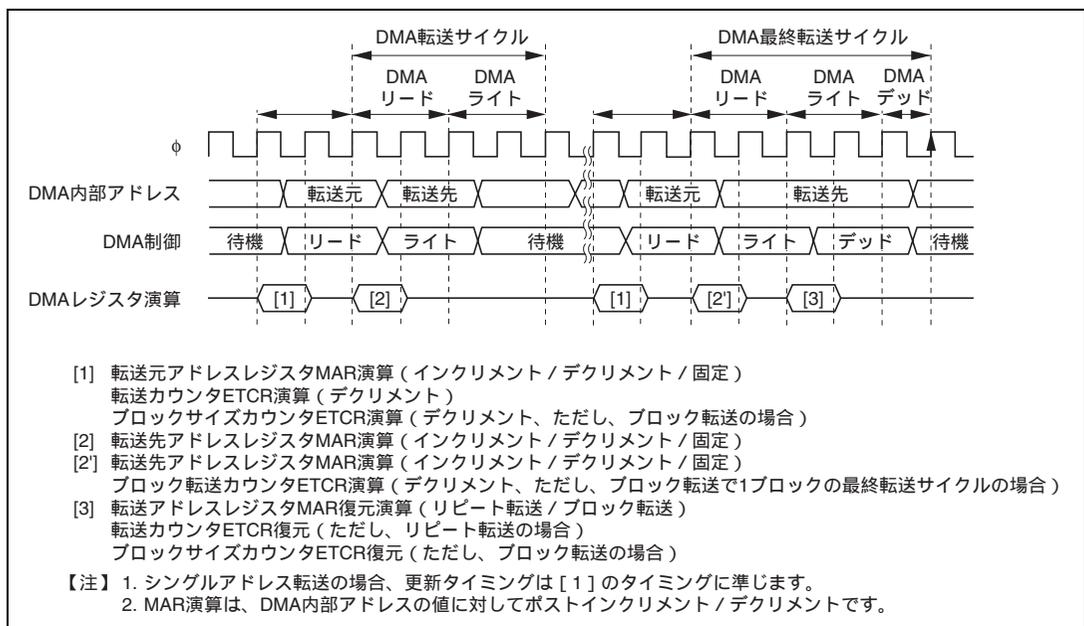


図 7.40 DMAC レジスタの更新タイミング

7. DMA コントローラ

(b) DMACレジスタリード直後にDMACの転送サイクルが起こる場合、図7.41のようにDMACレジスタがリードされます。

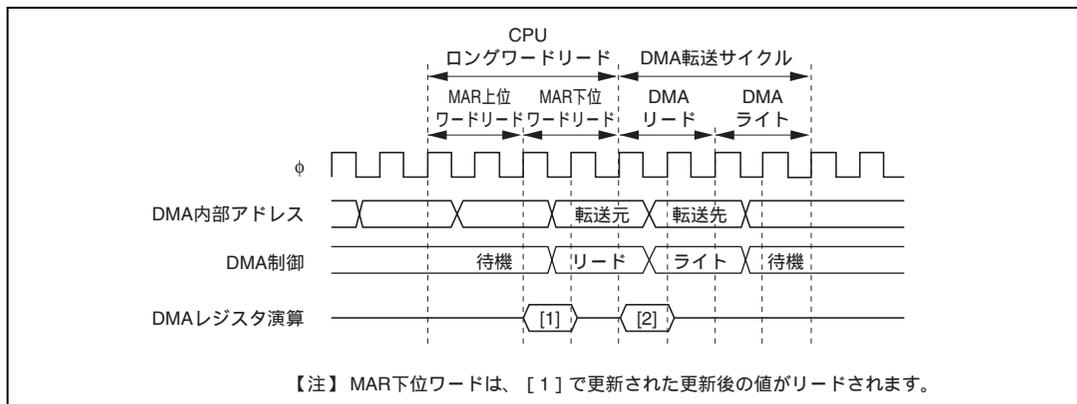


図 7.41 DMAC レジスタの更新と CPU リードの競合

(2) モジュールストップ

MSTPCR の MSTP15 ビットを 1 にセットすると、DMAC のクロックが停止し、DMAC はモジュールストップ状態となります。ただし、DMAC のいずれかのチャンネルが許可状態になっている場合は、MSTP15 ビットに 1 をライトできません。DMAC の動作が停止している状態で設定してください。

DMAC のクロックが停止すると、DMAC のレジスタに対するアクセスができなくなります。以下の DMAC のレジスタの設定は、モジュールストップ状態でも有効ですので、必要に応じて、モジュールストップに先立って無効にしてください。

- 転送終了 / 中断割り込み (DTE = 0 かつ DTIE = 1)
- TEND 端子イネーブル (TEE = 1)
- DACK 端子イネーブル (FAE = 0 かつ SAE = 1)

(3) 中速モード

DTA ビットが 0 にクリアされている場合、DMAC の転送要因に指定された内部割り込み信号は、エッジ検出されています。

中速モードでは、DMAC は中速クロックで動作し、内蔵周辺モジュールは高速クロックで動作します。このため、CPU、DTC、または、DMAC の他のチャンネルにより当該割り込み要因がクリアされ、次の割り込みが発生する期間が DMAC のクロック (バスマスタクロック) に対し 1 ステート未満だった場合に、エッジ検出できずに無視されることがあります。

また、中速モードでは、DREQ 端子のサンプリングは中速クロックの立ち上がりになります。

(4) ライトデータバッファ機能

バスコントローラの BCRL の WDBE ビットを 1 にセットし、ライトデータバッファ機能を有効にした状態では、デュアルアドレス転送の外部ライトサイクル、またはシングルアドレス転送と、内部アクセス（内蔵メモリまたは内部 I/O レジスタ）とを並行して実行します。

(a) ライトデータバッファ機能と DMAC レジスタ設定

ライトデータバッファ機能による外部アクセス実行中に、外部アクセスを制御するレジスタの設定を変更すると、外部アクセスが正常に行えない場合があります。外部アクセスを制御するレジスタの操作は、DMAC 動作を禁止した状態で外部リードをするなどして、外部アクセスと並行しない状態で行ってください。

(b) ライトデータバッファ機能と DMAC 動作タイミング

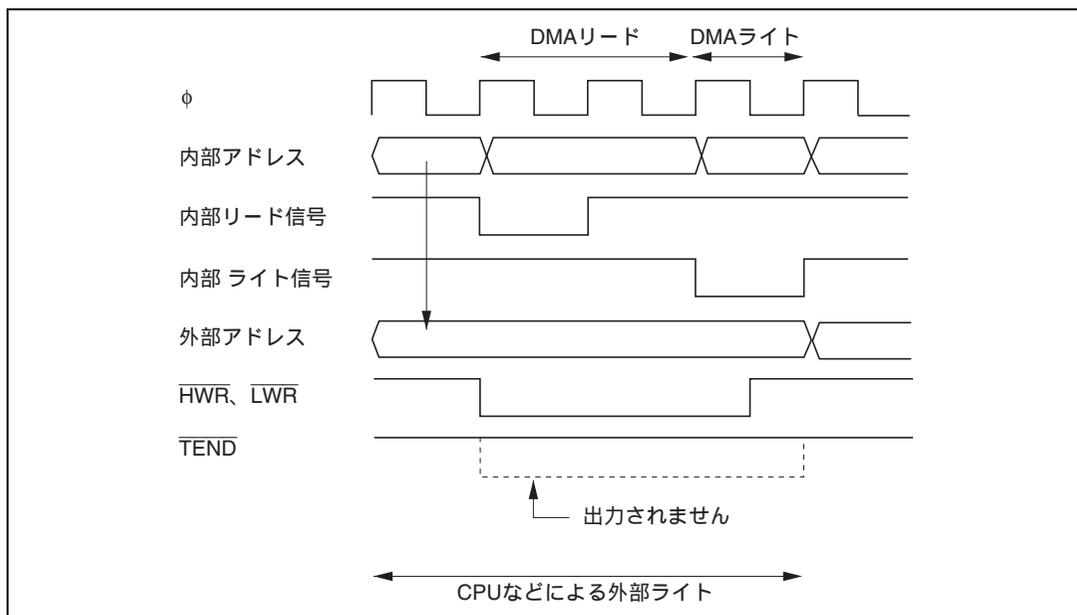
ライトデータバッファ機能を用いた外部アクセス中に、DMAC は次の動作を開始することができません。このため、ライトデータバッファ機能を禁止している場合に比較して、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子のサンプリングタイミングや、 $\overline{\text{TEND}}$ 出力タイミングなどが変化します。また、内部バスサイクルが隠れて見えなくなることがあります。

(c) ライトデータバッファ機能と $\overline{\text{TEND}}$ 出力

$\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力するバスサイクルが内部バスサイクルで、かつ並行して外部ライトサイクルが実行されている場合は、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力しません。たとえば、内部 I/O レジスタと内蔵メモリ間のデータ転送を行う場合、ライトデータバッファ機能を用いると、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルを出力しない場合がありますので、注意してください。

DMAC の転送アドレスの少なくとも一方が外部アドレスの場合は、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子から Low レベルが出力されます。

図 7.42 に、 $\overline{\text{TEND}}$ 端子に Low レベルが出力されない場合の例を示します。

図 7.42 $\overline{\text{TEND}}$ 端子に Low レベルが出力されない例(5) $\overline{\text{DREQ}}$ 端子立ち下がりエッジ起動

$\overline{\text{DREQ}}$ 端子の立ち下がりエッジの検出は、DMAC の内部動作に同期して行い、次のようになります。

- [1] 起動要求待ち状態： $\overline{\text{DREQ}}$ 端子のLowレベルの検出を待ち、[2]に遷移します。
- [2] 転送待ち状態：DMACのデータ転送が可能になるのを待ち、[3]に遷移します。
- [3] 起動要求禁止状態： $\overline{\text{DREQ}}$ 端子のHighレベルの検出を待ち、[1]に遷移します。

DMAC の転送許可後は、[1]に遷移します。このため、転送許可後の最初の起動は Low レベル検出で行われます。

(6) 起動要因の受け付け

起動要因の受け付け開始時は、 $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の立ち下がりエッジセンス / Low レベルセンスとともに、Low レベルを検出しています。同様に、内部割り込みの場合は、割り込み要求を検出しています。したがって、転送許可状態にするための DMABCRL ライト実行以前に発生している内部割り込み、または $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルは、要求を受け付けます。

DMAC の起動時には、必要に応じて、前回の転送終了時などの内部割り込み、または $\overline{\text{DREQ}}$ 端子の Low レベルが残らないようにしてください。

(7) 転送終了後の内部割り込み

転送終了または強制終了により、DTE ビットが 0 にクリアされると、DTA = 1 の場合でも選択されている内部割り込みは CPU または DTC に割り込みを要求します。

なお、強制終了時にすでに DMAC 内部で起動がかかっている場合には、転送は実行されますが、DTA = 1 の場合でも選択されている内部割り込みに対するフラグクリアを行いません。

転送終了または強制終了後の内部割り込み要求は、必要に応じた処理を CPU で行ってください。

(8) チャンネルの再設定

複数のチャンネルが転送許可状態にあって、複数のチャンネルの再起動を操作する場合には、転送終了割り込みが排他的に処理されるのを利用し、DMABCR のコントロールビット操作を排他的に行ってください。

特に、DMABCR のリードとライトの間に多重割り込みが発生し、新たな割り込み処理中に DMABCR の操作を行う場合があると、元の処理ルーチンで DMABCR をライトするデータが異なってしまう、ライトにより多重割り込みでの操作結果を無効にしてしまう場合がありますので注意してください。多重割り込みで DMABCR の操作が重ならないようにし、かつビット操作命令を用いてリードからライトまでが分割されないようにしてください。

なお、DTE および DTME ビットは、DMAC によりクリアされた場合と 0 をライトされた場合、DTE / DTME = 0 の状態をいったんリードしないと CPU では 1 をライトできません。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.1 概要

本 LSI は、データトランスファコントローラ (DTC) を内蔵しています。DTC は、割り込みまたはソフトウェアによって起動され、データ転送を行うことができます。

8.1.1 特長

- (1) 任意チャネル数の転送可能
 - メモリ上に転送情報を格納
 - 1つの起動要因に対して複数のデータ転送が可能 (チェイン転送)
 - データ転送後 (カウンタ=0 時) にチェイン転送の実行を設定可能
- (2) 豊富な転送モード
 - ノーマルモード/リピートモード/ブロック転送モードの選択が可能
 - 転送元、転送先アドレスのインクリメント/デクリメント/固定の選択が可能
- (3) 16M バイトのアドレス空間を直接指定可能
 - 転送元、転送先アドレスを 24 ビットで指定
- (4) 転送単位をバイト/ワードに設定可能
- (5) DTC を起動した割り込みを CPU に要求可能
 - 1回のデータ転送の終了後に、CPU に対する割り込み要求を発生可能
 - 指定したデータ転送のすべての終了後に、CPU に対する割り込み要求を発生
- (6) ソフトウェアによる起動が可能
- (7) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値では DTC のレジスタのアクセスが可能。モジュールストップモードの設定により DTC の動作は停止

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.1.2 ブロック図

DTC のブロック図を図 8.1 に示します。

DTC のレジスタ情報は内蔵 RAM に配置されます*。DTC と内蔵 RAM (1K バイト) 間は 32 ビットバスで接続されていますので、DTC のレジスタ情報のリード/ライトを 32 ビット 1 ステートで実行できます。

【注】* DTC を使用するときには、必ず SYSCR の RAME ビットを 1 にセットしてください。

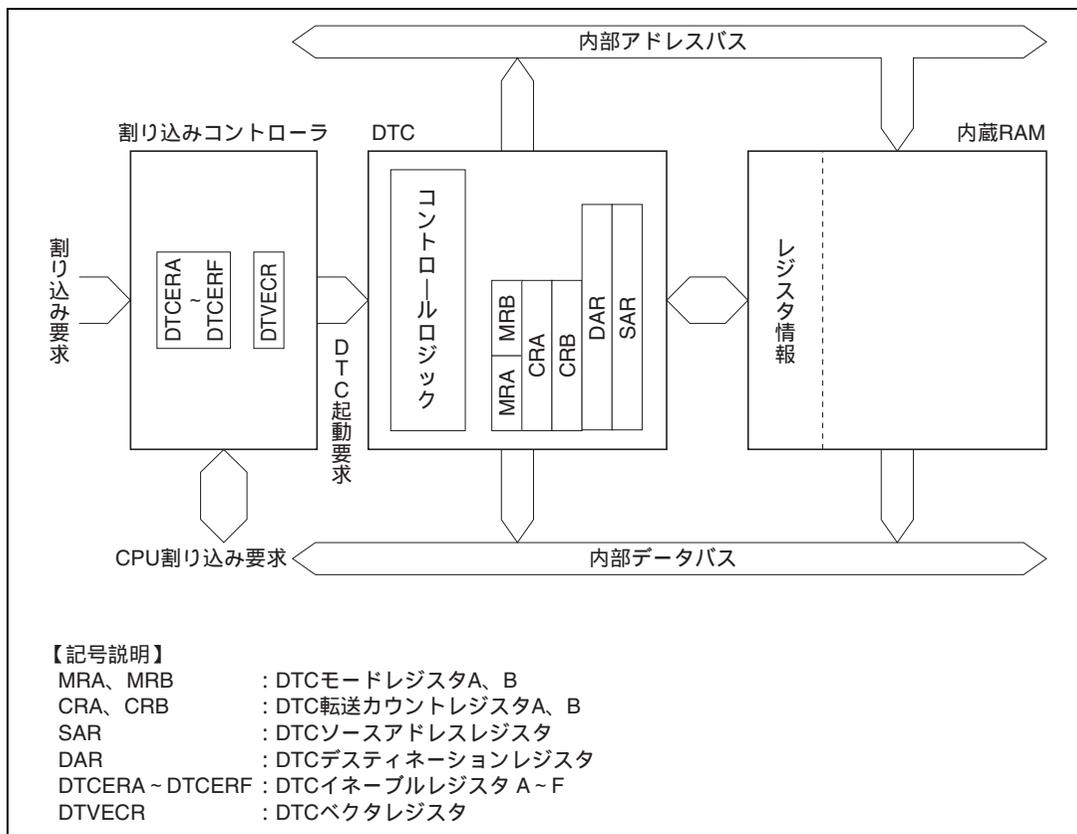


図 8.1 DTC のブロック図

8.1.3 レジスタ構成

DTC のレジスタ構成を表 8.1 に示します。

表 8.1 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス* ¹
DTC モードレジスタ A	MRA	- * ²	不定	- * ³
DTC モードレジスタ B	MRB	- * ²	不定	- * ³
DTC ソースアドレスレジスタ	SAR	- * ²	不定	- * ³
DTC デスティネーションアドレスレジスタ	DAR	- * ²	不定	- * ³
DTC 転送カウントレジスタ A	CRA	- * ²	不定	- * ³
DTC 転送カウントレジスタ B	CRB	- * ²	不定	- * ³
DTC イネーブルレジスタ	DTCER	R/W	H'00	H'FF30 ~ H'FF35
DTC ベクタレジスタ	DTVECR	R/W	H'00	H'FF37
モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
 *2 DTC 内のレジスタは直接リード/ライトできません。
 *3 内蔵 RAM のアドレス H'F800 ~ H'FBFF にレジスタ情報として配置します。外部メモリ空間には配置できません。DTC を使用する場合は SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアしないでください。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.2 各レジスタの説明

8.2.1 DTC モードレジスタ A (MRA)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	SM1	SM0	DM1	DM0	MD1	MD0	DTS	Sz
初期値	不定	不定						
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

MRA は 8 ビットのレジスタで、DTC の動作モードの制御を行います。

ビット 7、6：ソースアドレスモード 1、0 (SM1、SM0)

データ転送後に、SAR をインクリメントするか、デクリメントするか、または固定とするかを指定します。

ビット 7	ビット 6	説明
SM1	SM0	
0	-	SAR は固定
1	0	SAR は転送後インクリメント (Sz=0 のとき +1、Sz=1 のとき +2)
	1	SAR は転送後デクリメント (Sz=0 のとき -1、Sz=1 のとき -2)

ビット 5、4：デスティネーションアドレスモード 1、0 (DM1、DM0)

データ転送後に、DAR をインクリメントするか、デクリメントするか、または固定とするかを指定します。

ビット 5	ビット 4	説明
DM1	DM0	
0	-	DAR は固定
1	0	DAR は転送後インクリメント (Sz=0 のとき +1、Sz=1 のとき +2)
	1	DAR は転送後デクリメント (Sz=0 のとき -1、Sz=1 のとき -2)

ビット 3、2：DTC モード (MD1、MD0)

DTC の転送モードを指定します。

ビット 3	ビット 2	説明
MD1	MD0	
0	0	ノーマルモード
	1	リピートモード
1	0	ブロック転送モード
	1	-

8. データトランスファコントローラ (DTC)

ビット1: DTC 転送モードセレクト (DTS)

リポートモードまたはブロック転送モードのとき、ソース側とデスティネーション側のいずれをリポート領域またはブロック領域とするかを指定します。

ビット1	説明
DTS	
0	デスティネーション側がリポート領域またはブロック領域
1	ソース側がリポート領域またはブロック領域

ビット0: DTC データトランスファサイズ (Sz)

データ転送のデータサイズを指定します。

ビット0	説明
Sz	
0	バイトサイズ転送
1	ワードサイズ転送

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.2.2 DTC モードレジスタ B (MRB)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	CHNE	DISEL	CHNS	-	-	-	-	-
初期値	不定	不定	不定	不定	不定	不定	不定	不定
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

MRB は 8 ビットのレジスタで、DTC モードの制御を行います。

ビット 7 : DTC チェイン転送イネーブル (CHNE)

チェイン転送を指定します。チェイン転送では、1 回の要求に対し複数のデータ転送を連続して行うことができます。

CHNE = 1 に設定したデータ転送では、指定した転送回数の終了の判定や割り込み要因フラグのクリアや DTCER のクリアは行いません。また、CHNS ビットによってチェイン転送の条件を選択できます。

ビット 7	説明
CHNE	
0	DTC データ転送終了 (起動待ち状態)
1	DTC チェイン転送 (新しいレジスタ情報をリードして、データ転送を行う)

ビット 6 : DTC インタラプトセレクト (DISEL)

1 回のデータ転送後に CPU への割り込み要求の禁止または許可を指定します。

ビット 6	説明
DISEL	
0	DTC データ転送終了後、転送カウンタが 0 でなければ、CPU への割り込みを禁止 (DTC は、起動要因となった割り込み要因フラグを 0 にクリア)
1	DTC データ転送終了後、CPU への割り込みを許可 (DTC は、起動要因となった割り込み要因フラグを 0 にクリアしない)

ビット 5 : チェイン転送セレクト (CHNS)

CHNE ビットを 1 にセットしたとき、チェイン転送の条件を選択します。

ビット 7	ビット 5	説明
CHNE	CHNS	
0	-	チェイン転送なし (DTC データ転送終了、起動待ち状態になります)
1	0	毎回チェイン転送
	1	転送カウンタ = 0 のときのみチェイン転送

ビット 4~0 : リザーブビット

本 LSI では、DTC の動作に影響を与えません。0 をライトしてください。

8.2.3 DTC ソースアドレスレジスタ (SAR)

ビット	23	22	21	20	19	---	4	3	2	1	0
初期値	不定	不定	不定	不定	不定	---	不定	不定	不定	不定	不定
R/W	-	-	-	-	-	---	-	-	-	-	-

SAR は 24 ビットのレジスタで、DTC の転送するデータの転送元アドレスを指定します。ワードサイズの場合は偶数アドレスを指定してください。

8.2.4 DTC デスティネーションアドレスレジスタ (DAR)

ビット	23	22	21	20	19	---	4	3	2	1	0
初期値	不定	不定	不定	不定	不定	---	不定	不定	不定	不定	不定
R/W	-	-	-	-	-	---	-	-	-	-	-

DAR は 24 ビットのレジスタで、DTC の転送するデータの転送先アドレスを指定します。ワードサイズの場合は偶数アドレスを指定してください。

8.2.5 DTC 転送カウントレジスタ A (CRA)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	不定															
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CRAH

 CRAL

CRA は 16 ビットのレジスタで、DTC のデータ転送の転送回数を指定します。

ノーマルモードでは、一括して 16 ビットの転送カウンタ (1 ~ 65,536) として機能します。1 回のデータ転送を行うたびにデクリメント (-1) され、カウンタ値が H'0000 になると転送を終了します。

リピートモードおよびブロック転送モードでは、上位 8 ビットの CRAH と下位 8 ビットの CRAL に分割されます。CRAH は転送回数を保持し、CRAL は 8 ビットの転送カウンタ (1 ~ 256) として機能します。CRAL は、1 回のデータ転送を行うたびにデクリメント (-1) され、カウンタ値が H'00 になると、CRAH の内容が転送されます。この動作を繰り返します。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.2.6 DTC 転送カウンタレジスタ B (CRB)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	不定															
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CRB は 16 ビットのレジスタで、ブロック転送モードのとき、DTC のブロックデータ転送の転送回数を指定します。16 ビットの転送カウンタ (1 ~ 65,536) として機能し、1 回のデータ転送を行うたびに、デクリメント (-1) され、カウンタ値が H'0000 になると転送を終了します。

8.2.7 DTC イネーブルレジスタ (DTCER)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	DTCE7	DTCE6	DTCE5	DTCE4	DTCE3	DTCE2	DTCE1	DTCE0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

DTCER は、DTC によって起動される割り込み要因ごとに対応した 8 ビットのリード/ライトが可能な 6 本のレジスタで、DTCERA ~ DTCERF があります。各割り込み要因による DTC 起動の許可または禁止を制御します。

DTCER はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

ビット n : DTC 起動イネーブル (DTCE_n)

ビット n	説明
DTCE _n	
0	割り込みによる DTC 起動を禁止 [クリア条件] • DISEL ビットが 1 でデータ転送を終了したとき • 指定した回数の転送が終了したとき (初期値)
1	割り込みによる DTC 起動を許可 [保持条件] DISEL ビットが 0 で、指定した回数の転送が終了していないとき

(n=7~0)

DTCE ビットは、DTC によって起動される各割り込み要因ごとに設定できます。各割り込み要因と DTCE ビットの対応、およびそのときに割り込みコントローラが発生するベクタ番号について表 8.5 に示します。

DTCE ビットの設定は、必ず BSET、BCLR などビット操作命令を使ってリード/ライトしてください。ただし、初期設定に限り、複数の起動要因を一度に設定するときには、割り込みを禁止して、当該レジスタのダミーリードを行ってからライトすることができます。

8.2.8 DTC ベクタレジスタ (DTVECR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	SWDTE	DTVEC6	DTVEC5	DTVEC4	DTVEC3	DTVEC2	DTVEC1	DTVEC0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)	R/(W)*						

【注】 * DTVEC6 ~ DTVEC0 ビットは、SWDTE=0 のときライト可能です。

DTVECR は、8 ビットのリード/ライトが可能なレジスタで、ソフトウェアによる DTC 起動の許可または禁止の設定、およびソフトウェア起動割り込み用ベクタ番号を設定します。

DTVECR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

ビット 7 : DTC ソフトウェア起動イネーブル (SWDTE)

DTC ソフトウェア起動の許可または禁止を設定します。

ビット 7	説明
SWDTE	
0	DTC ソフトウェア起動を禁止 (初期値) [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • DISEL ビットが 0 で、指定した回数の転送が終了していないとき • CPU に対し、ソフトウェア起動データ転送終了割り込み (SWDTEND) が要求されたあと 0 をライトしたとき
1	DTC ソフトウェア起動を許可 [保持条件] <ul style="list-style-type: none"> • DISEL ビットが 1 で、データ転送を終了したとき • 指定した回数の転送が終了したとき • ソフトウェア起動によるデータ転送中

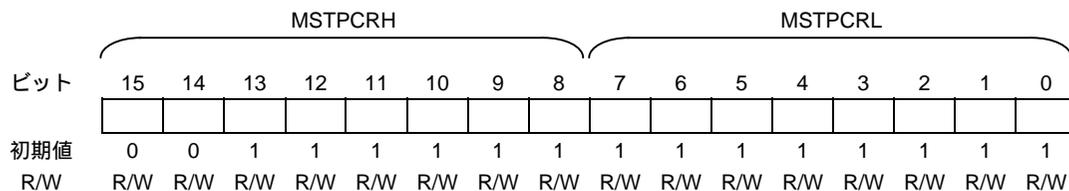
ビット 6 ~ 0 : DTC ソフトウェア起動ベクタ 6 ~ 0 (DTVEC6 ~ DTVEC0)

DTC ソフトウェア起動のベクタ番号を設定します。

ベクタアドレスは、H'0400 + ((ベクタ番号) << 1) となります。ここで << 1 は 1 ビットの左シフトを表します。たとえば、DTVEC6 ~ DTVEC0 = H'10 のとき、ベクタアドレスは H'0420 となります。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.2.9 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)



MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP14 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で DTC は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。ただし、DTC が起動中の場合、MSTP14 ビットに 1 をライトすることはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 14 : モジュールストップ (MSTP14)

DTC のモジュールストップモードを指定します。

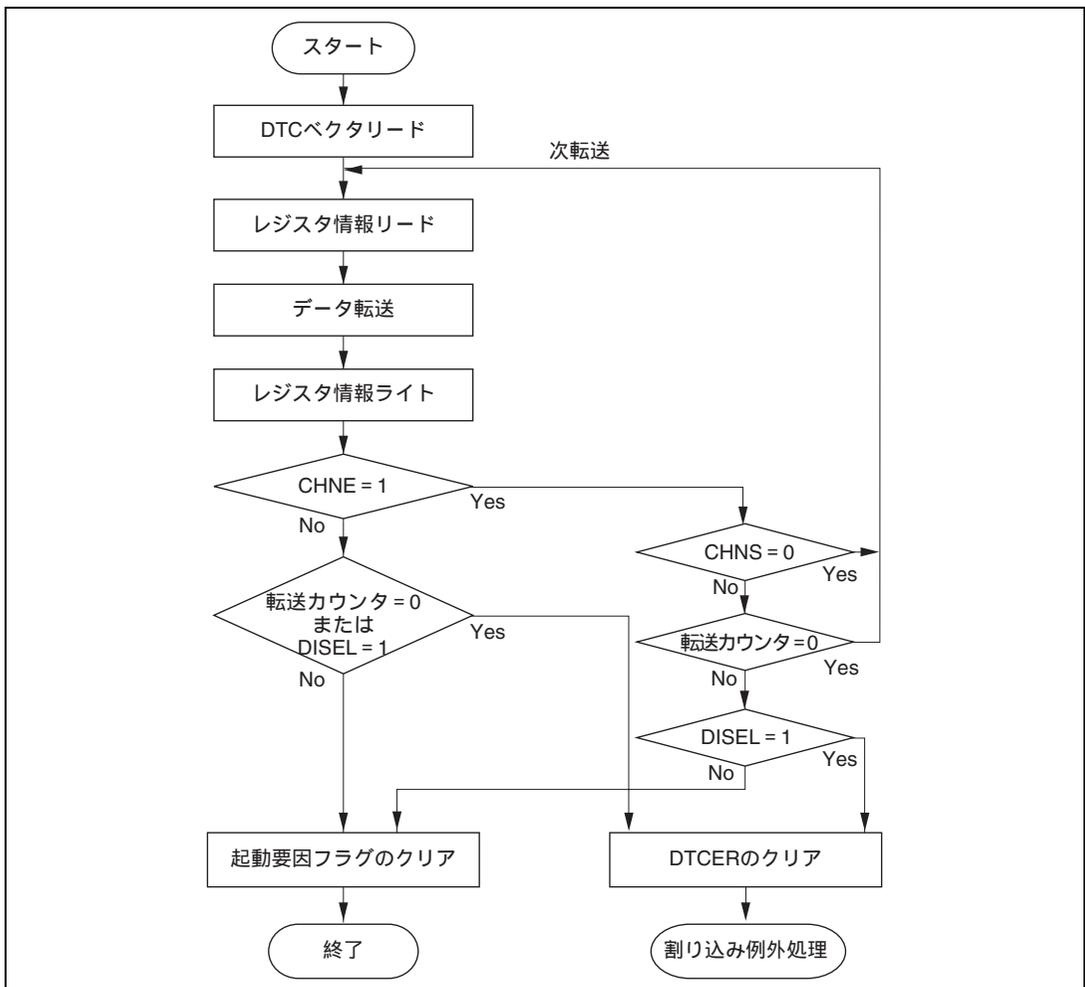
ビット 14	説明
MSTP14	
0	DTC のモジュールストップモード解除 (初期値)
1	DTC のモジュールストップモード設定

8.3 動作説明

8.3.1 概要

DTC は、レジスタ情報をメモリ上に格納しておき、起動要因が発生するとレジスタ情報をリードし、レジスタ情報に基づいてデータ転送を行います。データ転送後、レジスタ情報をメモリ上にライトします。レジスタ情報をメモリ上に格納しておくことにより、任意チャネル数のデータ転送が可能です。また、CHNE ビットを 1 にセットしておくことにより、1 つの起動要因で複数の転送を行うことができます。さらに、転送カウンタ = 0 時のみにチェーン転送を行う設定も可能です。これにより、DTC の再設定を DTC 自体が行えます。

図 8.2 に DTC の動作フローチャートを示します。チェーン転送の条件を表 8.2 に示します。第 2 の転送から第 3 の転送を行う組み合わせは省略してあります。



8. データトランスファコントローラ (DTC)

表 8.2 チェイン転送の条件

第 1 の転送				第 2 の転送				DTC 転送
CHNE	CHNS	DISEL	CR	CHNE	CHNS	DISEL	CR	
0		0	0 以外					第 1 の転送で終了
0		0	0					第 1 の転送で終了
0		1						CPU へ割り込み要求
1	0			0		0	0 以外	第 2 の転送で終了
				0		0	0	第 2 の転送で終了
				0		1		CPU へ割り込み要求
1	1	0	0 以外					第 1 の転送で終了
1	1		0	0		0	0 以外	第 2 の転送で終了
				0		0	0	第 2 の転送で終了
				0		1		CPU へ割り込み要求
1	1	1	0 以外					第 1 の転送で終了 CPU へ割り込み要求

DTC の転送モードには、ノーマルモード、リピートモード、ブロック転送モードがあります。

DTC は、転送元アドレスを 24 ビット長の SAR、転送先アドレスを 24 ビット長の DAR で指定します。SAR、DAR は転送後、それぞれ独立にインクリメントまたはデクリメント、あるいは固定とされます。

表 8.3 に、DTC の機能概要を示します。

表 8.3 DTC の機能概要

転送モード	起動要因	アドレスレジスタ	
		転送元	転送先
(1) ノーマルモード - 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 - メモリアドレスを 1 または 2 増減 - 転送回数は 1 ~ 65,536 (2) リピートモード - 1 回の転送要求で 1 バイトまたは 1 ワードの転送を実行 - メモリアドレスを 1 または 2 増減 - 指定回数 (1 ~ 256) 転送後、初期状態を回復して動作を継続 (3) ブロック転送モード - 1 回の転送要求で指定したブロックサイズの転送 - ブロックサイズ 1 ~ 256 バイトまたはワード - 転送回数は 1 ~ 65,536 - ソースまたはデスティネーションのいずれかをブロックエリアに指定可能	<ul style="list-style-type: none"> • IRQ • TPU の TGI • 8 ビットタイマの CMI • SCI の TXI、RXI • A/D 変換器の ADI • DMAC の DEND • ソフトウェア 	24 ビット	24 ビット

8.3.2 起動要因

DTC は、割り込み要因、もしくはソフトウェアによる DTVECR へのライト動作を起動要因として動作します。割り込み要因を、CPU に対する割り込み要求とするか、DTC の起動要因とするかは、割り込み要因ごとに DTCER の対応するビットで指定します。

対応するビットを 1 にセットすると DTC の起動要因となり、0 にクリアすると、CPU の割り込み要因となります。

1 回のデータ転送 (チェーン転送の場合、連続した最後の転送) 終了時に、起動要因または DTCER の対応するビットをクリアします。表 8.4 に起動要因と DTCER のクリアを示します。

起動要因フラグは、たとえば RXI0 の場合、SCI0 の RDRF フラグになります。

表 8.4 起動要因と DTCER のクリア

起動要因	DISEL ビットが 0 で、指定した回数の転送が終了していないとき	DISEL ビットが 1 のとき、または指定した回数の転送が終了したとき
ソフトウェア起動	SWDTE ビットは 0 にクリア	<ul style="list-style-type: none"> • SWDTE ビットは 1 を保持 • CPU に割り込みを要求
割り込み起動	<ul style="list-style-type: none"> • DTCER の対応するビットは 1 を保持 • 起動要因フラグは 0 にクリア 	<ul style="list-style-type: none"> • DTCER の対応するビットは 0 にクリア • 起動要因フラグは 1 を保持 • 起動要因となった割り込みを CPU に要求

図 8.3 に、起動要因制御ブロック図を示します。詳細は、「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

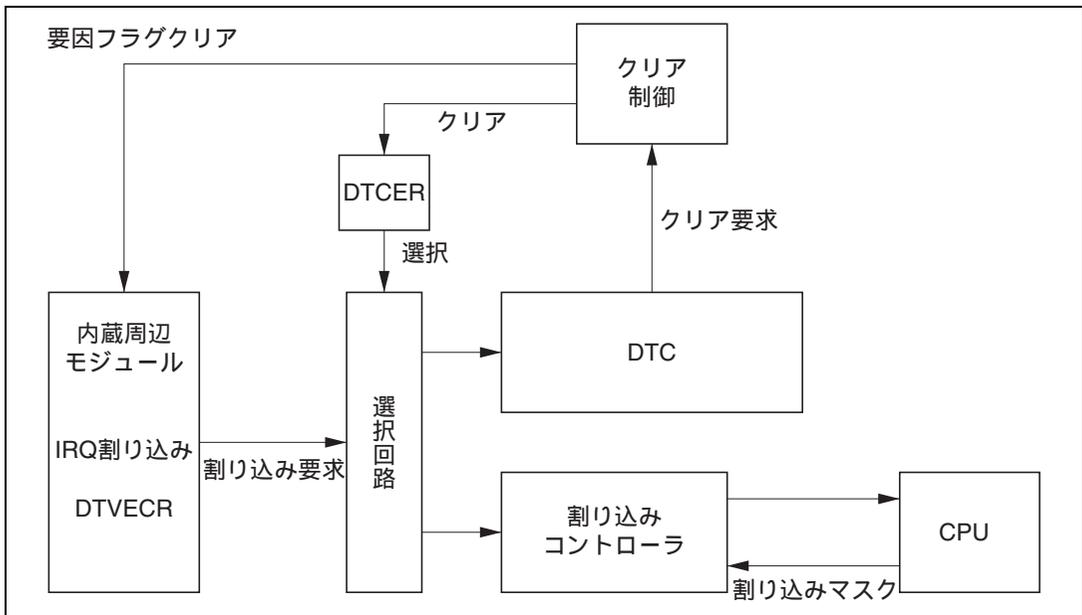


図 8.3 DTC 起動要因制御ブロック図

8. データトランスファコントローラ (DTC)

割り込みを DTC の起動要因に指定した場合、CPU のマスクレベルおよび割り込みコントローラの優先順位の指定の影響を受けません。複数の起動要因が同時に発生した場合には、デフォルトの優先順位に従って受け付けられ、DTC が起動されます。

8.3.3 DTC ベクタテーブル

図 8.4 に、DTC ベクタアドレスとレジスタ情報の対応を示します。

表 8.5 に、起動要因とベクタアドレスの対応を示します。ソフトウェアによる起動の場合、ベクタアドレスは $H'0400 + (DTVECR[6:0] \ll 1)$ で求めます ($\ll 1$ は 1 ビットの左シフトを表します)。たとえば、DTVECR が H'10 のとき、ベクタアドレスは H'0420 となります。

起動要因ごとのベクタアドレスから、レジスタ情報先頭アドレスをリードし、この先頭アドレスからレジスタ情報をリードします。レジスタ情報は内蔵 RAM 空間上の所定のアドレスに配置することができます。レジスタ情報の先頭アドレスは 4 の倍数番地としてください。

ベクタアドレスの構造は、2 バイト単位です。この 2 バイトは、内蔵 RAM 空間上の所定のアドレスの下位側を指定します。

8. データ転送ファコンローラ (DTC)

表 8.5 割り込み要因と DTC ベクタアドレスおよび対応する DTCE

割り込み要因	要因発生元	ベクタ 番号	ベクタ アドレス	DTCE*	優先 順位
DTVECR へのライト	ソフトウェア	DTVECR	H'0400 + (DTVECR[6:0] < < 1)	-	高
IRQ0	外部端子	16	H'0420	DTCEA7	↑
IRQ1		17	H'0422	DTCEA6	
IRQ2		18	H'0424	DTCEA5	
IRQ3		19	H'0426	DTCEA4	
IRQ4		20	H'0428	DTCEA3	
IRQ5		21	H'042A	DTCEA2	
IRQ6		22	H'042C	DTCEA1	
IRQ7		23	H'042E	DTCEA0	
ADI (A/D 変換終了)	A/D	28	H'0438	DTCEB6	
TGI0A (GR0A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	TPU	32	H'0440	DTCEB5	
TGI0B (GR0B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 0	33	H'0442	DTCEB4	
TGI0C (GR0C コンペアマッチ/インプットキャプチャ)		34	H'0444	DTCEB3	
TGI0D (GR0D コンペアマッチ/インプットキャプチャ)		35	H'0446	DTCEB2	
TGI1A (GR1A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	TPU	40	H'0450	DTCEB1	
TGI1B (GR1B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 1	41	H'0452	DTCEB0	
TGI2A (GR2A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	TPU	44	H'0458	DTCEC7	
TGI2B (GR2B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 2	45	H'045A	DTCEC6	
TGI3A (GR3A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)		TPU	48	H'0460	DTCEC5
TGI3B (GR3B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 3	49	H'0462	DTCEC4	
TGI3C (GR3C コンペアマッチ/インプットキャプチャ)		50	H'0464	DTCEC3	
TGI3D (GR3D コンペアマッチ/インプットキャプチャ)		51	H'0466	DTCEC2	
TGI4A (GR4A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	TPU	56	H'0470	DTCEC1	
TGI4B (GR4B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 4	57	H'0472	DTCEC0	
TGI5A (GR5A コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	TPU	60	H'0478	DTCED5	
TGI5B (GR5B コンペアマッチ/インプットキャプチャ)	チャンネル 5	61	H'047A	DTCED4	
CMIA0	8ビットタイマ	64	H'0480	DTCED3	
CMIB0	チャンネル 0	65	H'0482	DTCED2	
CMIA1	8ビットタイマ	68	H'0488	DTCED1	
CMIB1	チャンネル 1	69	H'048A	DTCED0	
DMTEND0A (DMAC 転送終了 0)	DMAC	72	H'0490	DTCEE7	
DMTEND0B (DMAC 転送終了 1)		73	H'0492	DTCEE6	
DMTEND1A (DMAC 転送終了 2)		74	H'0494	DTCEE5	
DMTEND1B (DMAC 転送終了 3)		75	H'0496	DTCEE4	
RXI0 (受信データフル 0)	SCI	81	H'04A2	DTCEE3	
TXI0 (送信データエンプティ 0)	チャンネル 0	82	H'04A4	DTCEE2	
RXI1 (受信データフル 1)		SCI	85	H'04AA	DTCEE1
TXI1 (送信データエンプティ 1)	チャンネル 1	86	H'04AC	DTCEE0	
RXI2 (受信データフル 2)	SCI	89	H'04B2	DTCEF7	
TXI2 (送信データエンプティ 2)	チャンネル 2	90	H'04B4	DTCEF6	低

【注】 * 対応する割り込みのない DTCE ビットはリザーブビットとなります。0 をライトしてください。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

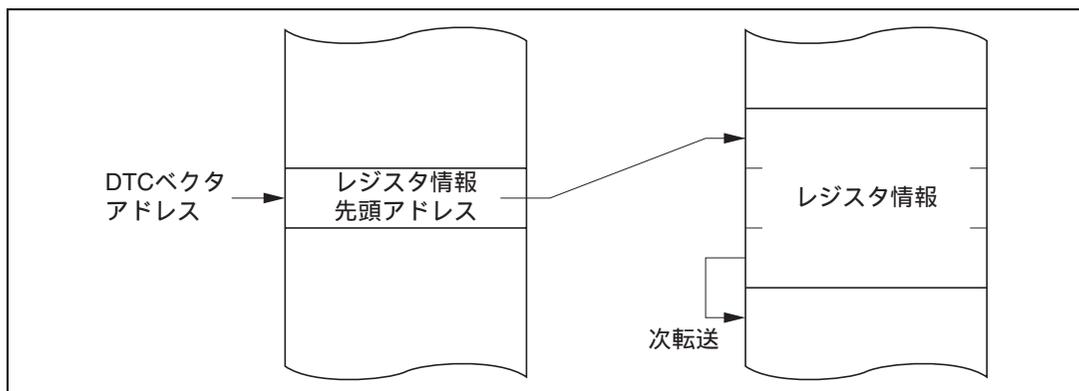


図 8.4 DTC ベクタアドレスとレジスタ情報との対応

8.3.4 アドレス空間上でのレジスタ情報の配置

図 8.5 に、アドレス空間上でのレジスタ情報の配置を示します。

レジスタ情報先頭アドレス (ベクタアドレスの内容) から、MRA、SAR、MRB、DAR、CRA、CRB の順序で配置してください。チェーン転送の場合は、連続した領域にレジスタ情報を配置してください。

レジスタ情報は、内蔵 RAM 上 (アドレス : H'FFF800 ~ H'FFFBFF) に配置してください。

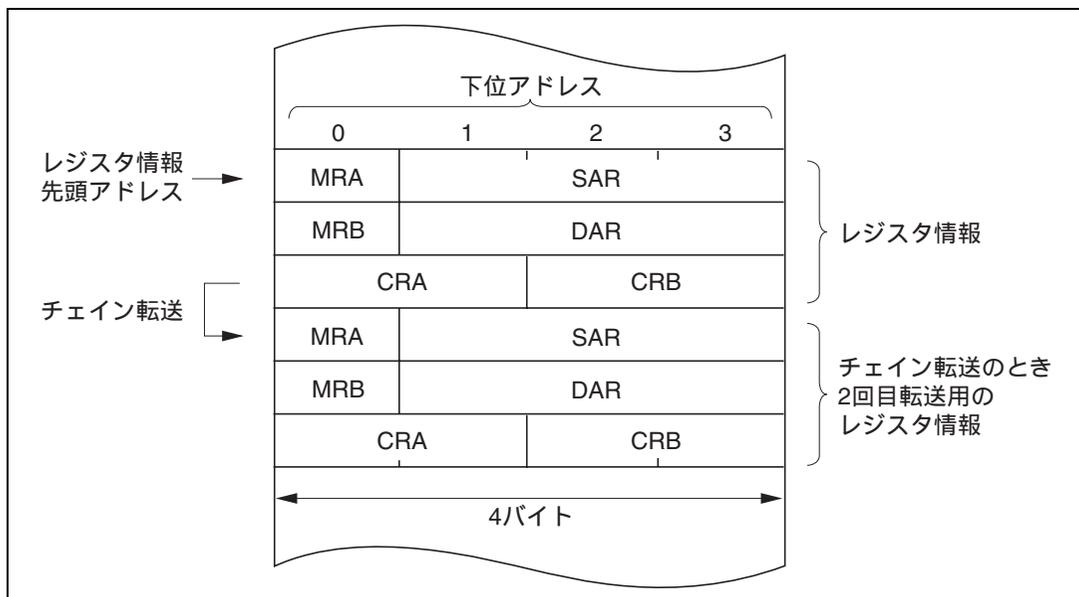


図 8.5 アドレス空間上での DTC レジスタ情報の配置

8.3.5 ノーマルモード

1回の動作で、1バイトまたは1ワードの転送を行います。

転送回数は1~65,536です。指定回数の転送が終了すると、CPUへ割り込みを要求することができます。

表 8.6 にノーマルモードのレジスタ機能を、図 8.6 にノーマルモードのメモリマップを示します。

表 8.6 ノーマルモードのレジスタ機能

名称	略称	機能
DTC ソースアドレスレジスタ	SAR	転送元アドレス
DTC デスティネーションアドレスレジスタ	DAR	転送先アドレス
DTC 転送カウントレジスタ A	CRA	転送カウント
DTC 転送カウントレジスタ B	CRB	使用しません

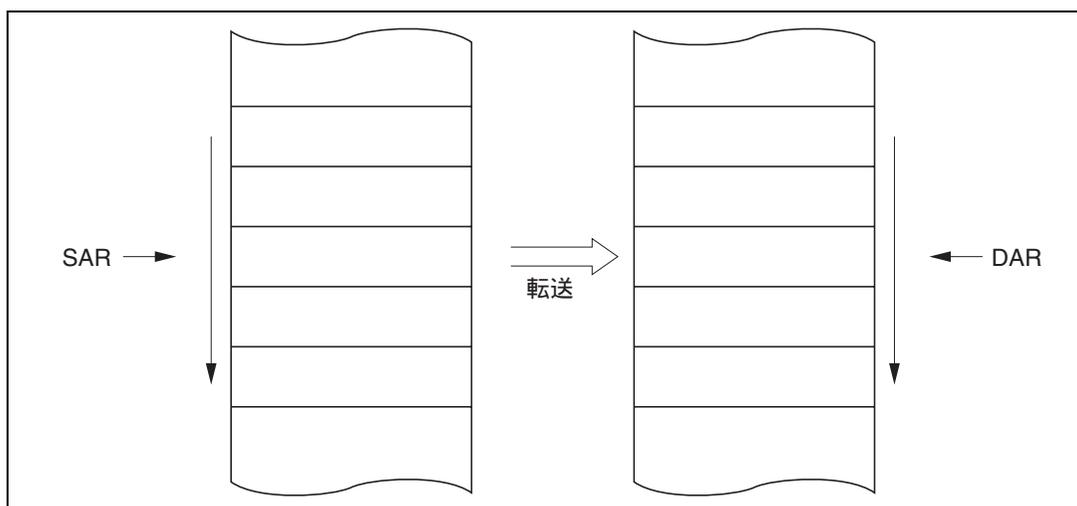


図 8.6 ノーマルモードのメモリマップ

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.3.6 リピートモード

1回の動作で、1バイトまたは1ワードの転送を行います。

転送回数は1~256を指定し、指定回数の転送が終了すると、転送カウンタと、リピートエリアに指定したアドレスレジスタの初期状態を回復し、転送を繰り返します。リピートモードでは、転送カウンタがH'00になりませんので、DISEL=0の場合、CPUへの割り込みは要求されません。

表 8.7 にリピートモードのレジスタ機能を、図 8.7 にリピートモードのメモリマップを示します。

表 8.7 リピートモードのレジスタ機能

名称	略称	機能
DTC ソースアドレスレジスタ	SAR	転送元アドレス
DTC デスティネーションアドレスレジスタ	DAR	転送先アドレス
DTC 転送カウントレジスタ AH	CRAH	転送回数保持
DTC 転送カウントレジスタ AL	CRAL	転送カウンタ
DTC 転送カウントレジスタ B	CRB	使用しません

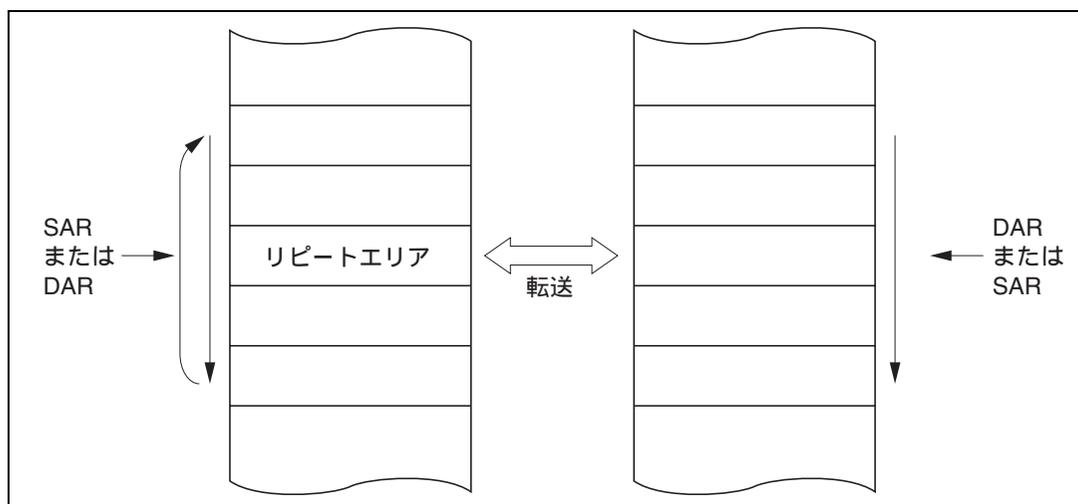


図 8.7 リピートモードのメモリマップ

8.3.7 ブロック転送モード

1回の動作で、1ブロックの転送を行います。転送元、転送先のいずれか一方をブロックエリアに指定します。

ブロックサイズは1~256です。1ブロックの転送が終了すると、ブロックサイズカウンタとブロックエリアに指定したアドレスレジスタの初期状態を復帰します。他方のアドレスレジスタは、連続してインクリメントまたはデクリメント、あるいは固定とされます。

転送回数は1~65,536です。指定回数のブロック転送が終了すると、CPUへ割り込みを要求することができます。

表8.8にブロック転送モードのレジスタ機能を、図8.8にブロック転送モードのメモリマップを示します。

表 8.8 ブロック転送モードのレジスタ機能

名称	略称	機能
DTC ソースアドレスレジスタ	SAR	転送元アドレス
DTC デスティネーションアドレスレジスタ	DAR	転送先アドレス
DTC 転送カウントレジスタ AH	CRAH	ブロックサイズ保持
DTC 転送カウントレジスタ AL	CRAL	ブロックサイズカウンタ
DTC 転送カウントレジスタ B	CRB	転送カウンタ

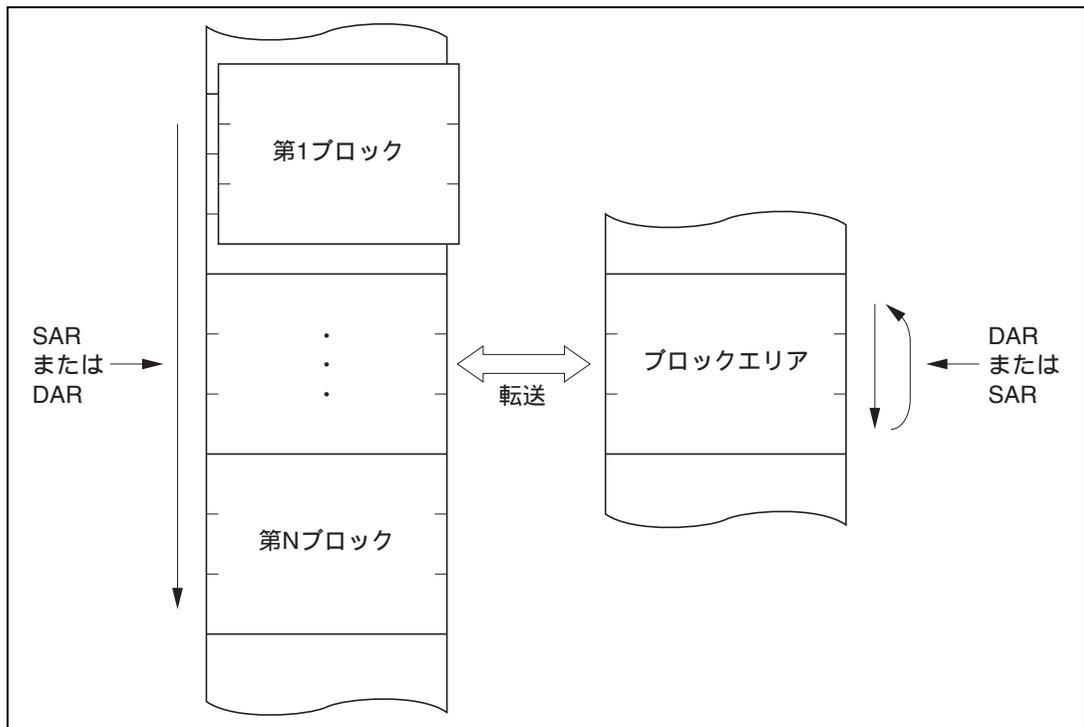


図 8.8 ブロック転送モードのメモリマップ

8.3.8 チェイン転送

CHNE ビットを 1 にセットしておくことにより、1 回の転送要求に対し複数のデータ転送を連続して行うことができます。また、CHNE ビット、CHNS ビットともに 1 にセットすることにより転送カウンタ=0 のときのみチェイン転送を行う設定も可能です。データ転送を定義する SAR、DAR、CRA、CRB、MRA、および MRB はおのこの独立に設定できます。

図 8.9 にチェイン転送のメモリマップを示します。

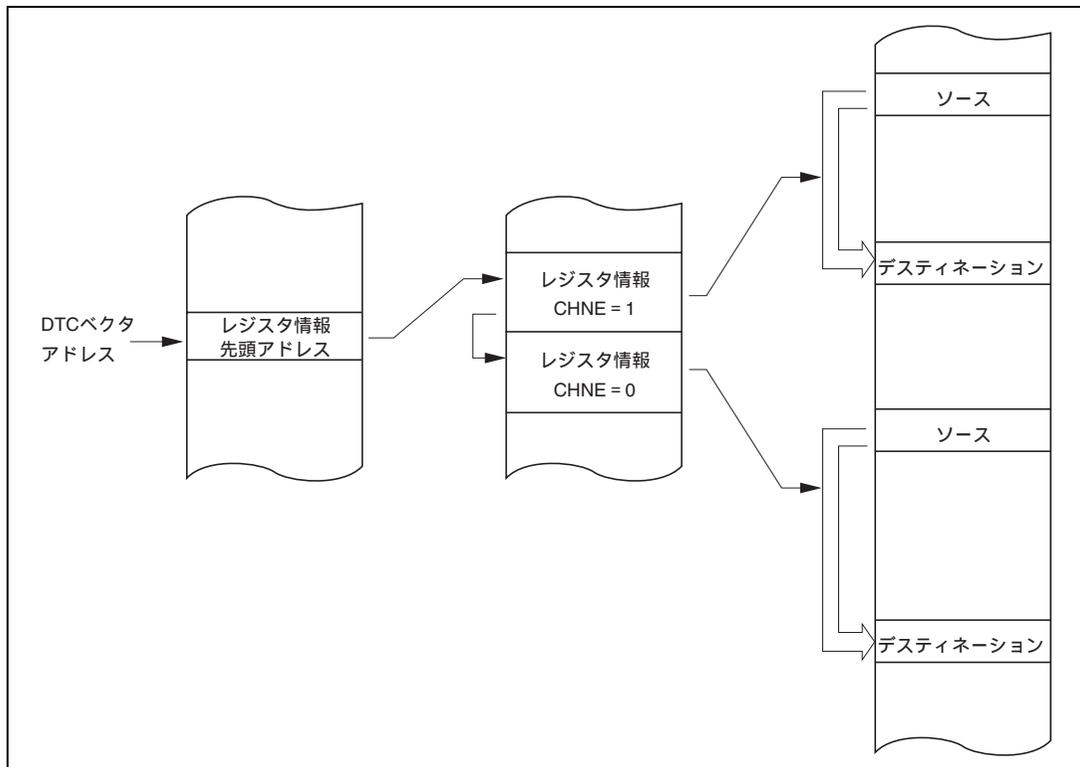


図 8.9 チェイン転送のメモリマップ

CHNE = 1 の転送において、指定した転送回数の終了による CPU への割り込み要求や、DISEL = 1 による CPU への割り込み要求は発生しません。また、CHNE = 1 の転送は起動要因となった割り込み要因フラグに影響を与えません。

8.3.9 動作タイミング

図 8.10 ~ 図 8.12 に、DTC の動作タイミングの例を示します。

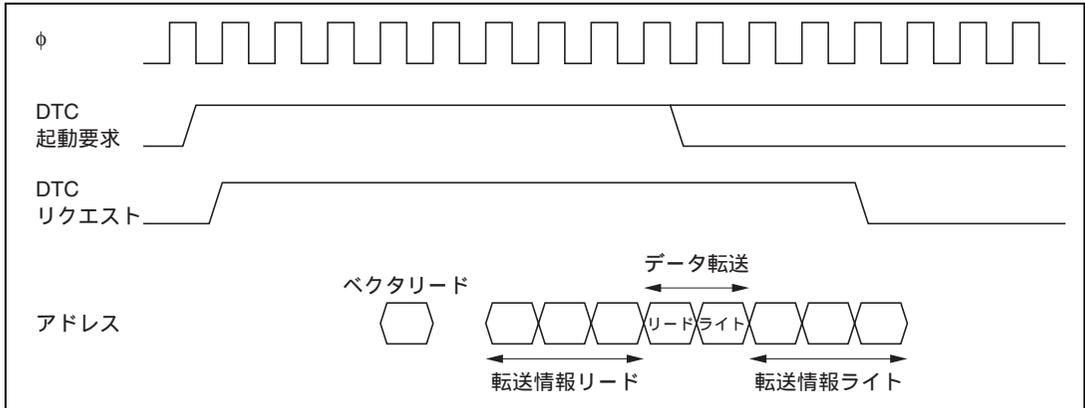


図 8.10 DTC の動作タイミング (ノーマルモード、リピートモードの例)

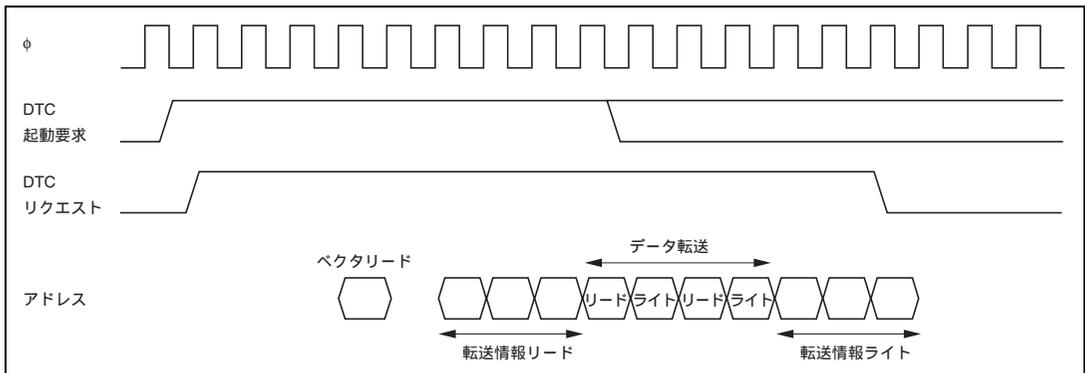


図 8.11 DTC の動作タイミング (ブロック転送モード、ブロックサイズ=2 の例)

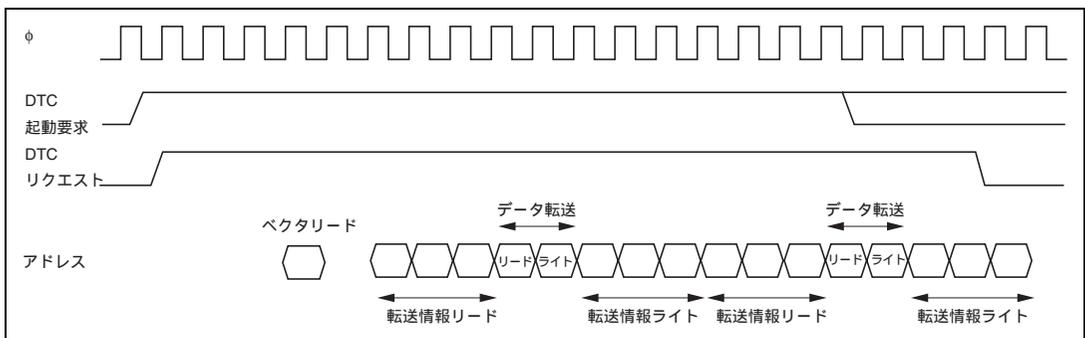


図 8.12 DTC の動作タイミング (チェイン転送の例)

8. データトランスファコントローラ (DTC)

8.3.10 DTC 実行ステート数

表 8.9 に、DTC の 1 回のデータ転送の実行状態を示します。また、表 8.10 に、実行状態に必要なステート数を示します。

表 8.9 DTC の実行状態

モード	ベクタリード	レジスタ情報 リード/ライト	データリード	データライト	内部動作
	I	J	K	L	M
ノーマル	1	6	1	1	3
リポート	1	6	1	1	3
ブロック転送	1	6	N	N	3

N : ブロックサイズ (CRAH、CRAL の初期設定値)

表 8.10 実行状態に必要なステート数

アクセス対象		内蔵 RAM	内蔵 ROM	内部 I/O レジスタ		外部デバイス			
バス幅		32	16	8	16	8		16	
アクセスステート		1	1	2	2	2	3	2	3
実行 状態	ベクタリード S_i	-	1	-	-	4	6+2m	2	3+m
	レジスタ情報 S_j リード/ライト	1	-	-	-	-	-	-	-
	バイトデータリード S_k	1	1	2	2	2	3+m	2	3+m
	ワードデータリード S_k	1	1	4	2	4	6+2m	2	3+m
	バイトデータライト S_l	1	1	2	2	2	3+m	2	3+m
	ワードデータライト S_l	1	1	4	2	4	6+2m	2	3+m
内部動作 S_m		1							

実行ステート数は次の計算式で計算されます。なお、 S_i は 1 つの起動要因で転送する回数分 (CHNE ビットを 1 にセットした数 + 1) の和を示します。

$$\text{実行ステート数} = I \cdot S_i + (J \cdot S_j + K \cdot S_k + L \cdot S_l) + M \cdot S_m$$

たとえば、DTC ベクタアドレスを内蔵 ROM に配置し、ノーマルモードで、内蔵 ROM 内部 I/O レジスタのデータ転送を行った場合、DTC の動作に必要な時間は 13 ステートです。起動からデータライト終了までの時間は 10 ステートです。

8.3.11 DTC 使用手順

(1) 割り込みによる起動

DTC の割り込み起動による使用手順を以下に示します。

- [1] MRA、MRB、SAR、DAR、CRA、CRB のレジスタ情報を内蔵 RAM 上に設定します。
- [2] レジスタ情報の先頭アドレスを、DTC ベクタアドレスに設定します。
- [3] DTCER の対応するビットを 1 にセットします。

- [4] 起動要因となる割り込み要因のイネーブルビットを1にセットします。要因となる割り込みが発生すると、DTCが起動されます。
- [5] 1回のデータ転送終了後、または、指定した回数のデータ転送終了後、DTCEビットが0にクリアされ、CPUに割り込みが要求されます。引き続きDTCによるデータ転送を行う場合には、DTCEを1にセットしてください。

(2) ソフトウェアによる起動

DTC のソフトウェア起動による使用手順を以下に示します。

- [1] MRA、MRB、SAR、DAR、CRA、CRBのレジスタ情報を内蔵RAM上に設定します。
- [2] レジスタ情報の先頭アドレスを、DTCベクタアドレスに設定します。
- [3] SWDTE=0を確認します。
- [4] SWDTEに1を、DTVECRにベクタ番号をライトします。
- [5] DTVECRにライトしたベクタ番号を確認します。
- [6] 1回のデータ転送終了後、DISELビットが0で、CPUに割り込みを要求しない場合、SWDTEビットが0にクリアされます。引き続きDTCによるデータ転送を行う場合には、SWDTEを1にセットしてください。DISELビットが1の場合、または指定した回数のデータ転送終了後、SWDTEビットは1に保持され、CPUに割り込みが要求されます。

8.3.12 DTC 使用例

(1) ノーマルモード

DTC の使用例として、SCI による 128 バイトのデータ受信を行う例を示します。

- [1] MRAはソースアドレス固定 (SM1 = SM0 = 0)、デスティネーションアドレスインクリメント (DM1 = 1、DM0 = 0)、ノーマルモード (MD1 = MD0 = 0)、バイトサイズ (Sz = 0) を設定します。DTSビットは任意の値とすることができます。MRBは1回の割り込みで1回のデータ転送 (CHNE = 0、DISEL = 0) を行います。SARはSCIのRDRのアドレス、DARはデータを格納するRAMの先頭アドレス、CRAは128 (H'0080) を設定します。CRBは任意の値とすることができます。
- [2] レジスタ情報の先頭アドレスを、DTCベクタアドレスに設定します。
- [3] DTCERの対応するビットを1にセットします。
- [4] SCIを所定の受信モードに設定します。SCRのRIEビットを1にセットし、受信データフル (RXI) 割り込みを許可します。また、SCIの受信動作中に受信エラーが発生すると、以後の受信が行われませんので、CPUが受信エラー割り込みを受け付けられるようにしてください。
- [5] SCIの1バイトのデータ受信が完了するごとに、SSRのRDRFフラグが1にセットされ、RXI割り込みが発生し、DTCが起動されます。DTCによって、受信データがRDRからRAMへ転送され、DARのインクリメント、CRAのデクリメントを行います。RDRFフラグは自動的に0にクリアされます。
- [6] 128回のデータ転送終了後、CRAが0になると、RDRFフラグは1のまま保持され、DTCEが0にクリアされ、CPUにRXI割り込みが要求されます。割り込み処理ルーチンで終了処理を行ってください。

(2) チェイン転送

DTC チェイン転送の例として、PPG によるパルス出力を行う例を示します。チェイン転送を使ってパルス出力データの転送と PPG 出力トリガの周期の変更を行うことができます。チェイン転送の前半で PPG の NDR へのリピーモード転送、後半で TPU の TGR へのノーマルモード転送を行います。起動要因のクリアや指定した回数の転送終了時の割り込み発生は、チェイン転送の後半 (CHNE

8. データトランスファコントローラ (DTC)

=0のときの転送)に限られるためです。

- [1] PPGのNDRへの転送の設定を行います。MRAはソースアドレスインクリメント (SM1 = 1、SM0 = 0)、デスティネーションアドレス固定 (DM1 = DM0 = 0)、リピートモード (MD1 = 0、MD0 = 1)、ワードサイズ (Sz = 1) を設定します。ソース側をリピート領域 (DTS = 1) に設定します。MRBはチェインモード (CHNE = 1、DISEL = 0) に設定します。SARはデータテーブルの先頭アドレス、DARはNDRHのアドレス、CRAH、CRALはデータテーブルサイズを設定します。CRBは任意の値とすることができます。
- [2] TPUのTGRへの転送の設定を行います。MRAはソースアドレスインクリメント (SM1 = 1、SM0 = 0)、デスティネーションアドレス固定 (DM1 = DM0 = 0)、ノーマルモード (MD1 = MD0 = 0)、ワードサイズ (Sz = 1) を設定します。SARは、データテーブルの先頭アドレス、DARはTGRAのアドレス、CRAはデータテーブルサイズを設定します。CRBは任意の値とすることができます。
- [3] NDR転送用レジスタ情報のあとに連続してTPU転送用レジスタ情報を配置します。
- [4] NDR転送用レジスタ情報の先頭アドレスを、DTCベクタアドレスに設定します。
- [5] DTCERのTGIAに対応するビットを1にセットします。
- [6] TIORでTGRAをアウトプットコンペアレジスタ (出力禁止) に設定し、TIERでTGIA割り込みを許可します。
- [7] PODRに出力初期値を設定し、NDRに次の出力値を設定します。DDR、NDERの出力を行うビットを1にセットします。また、PCRで出力トリガとなるTPUのコンペアマッチを選択します。
- [8] TSTRのCSTビットを1にセットし、TCNTのカウント動作を開始します。
- [9] TGRAのコンペアマッチが発生するごとに次の出力値がNDRへ、次の出力トリガ周期の設定値がTGRAへそれぞれ転送されます。起動要因のTGFAフラグはクリアされます。
- [10] 指定した回数の転送終了後 (TPU転送用CRAが0になると)、TGFAフラグは1のまま保持され、DTCEビットが0にクリアされ、CPUにTGIA割り込みが要求されます。割り込み処理ルーチンで終了処理を行ってください。

(3) カウンタ = 0 時のチェイン転送

カウンタが0になったときのみ第2のデータ転送を行い、第1のデータ転送の再設定を行うことによって、転送回数が256回以上のリピート転送を行うことができます。

128K バイトの入力バッファを構成する例を示します。ただし、入力バッファは下位アドレス H'0000 から始まるように設定するものとします。図 8.13 にメモリマップを示します。

- [1] 第1のデータ転送として、入力データ用のノーマルモードを設定します。転送元アドレスは固定 (G/Aなど)、CRA = H'0000 (64k回)、CHNE = 1、CHNS = 1、DISEL = 0としてください。
- [2] 第1のデータ転送の転送先アドレスの64k回ごとの先頭アドレスの上位8ビットアドレスを別の領域 (ROMなど) に用意してください。たとえば、入力バッファをH'200000 ~ H'21FFFFとする場合には、H'21、H'20を用意します。
- [3] 第2のデータ転送として、第1のデータ転送の転送先アドレス再設定用のリピートモード (ソース側をリピート領域) とします。転送先は第1のレジスタ情報領域のDAR上位8ビットとします。CHNE = DISEL = 0としてください。上記入力バッファをH'200000 ~ H'21FFFFとする場合には、転送カウンタ = 2とします。
- [4] 割り込みによって第1のデータ転送を64k回実行します。第1のデータ転送の転送カウンタが0になると、第2のデータ転送が起動されます。第1のデータ転送の転送元アドレス上位8ビットをH'21に設定します。第1のデータ転送の、転送先アドレスの下位16ビット、転送カウンタ

はH'0000になっています。

- [5] 引き続き、割り込みによって第1のデータ転送を、第1のデータ転送で指定した64k回実行します。第1のデータ転送の転送カウンタが0になると、第2のデータ転送が起動されます。第1のデータ転送の転送元アドレス上位8ビットをH'20に設定します。第1のデータ転送の、転送先アドレスの下位16ビット、転送カウンタはH'0000になっています。
- [6] 上記[4] [5]を無限に繰り返します。第2のデータ転送がリピーモードのため、CPUには割り込みを要求しません。

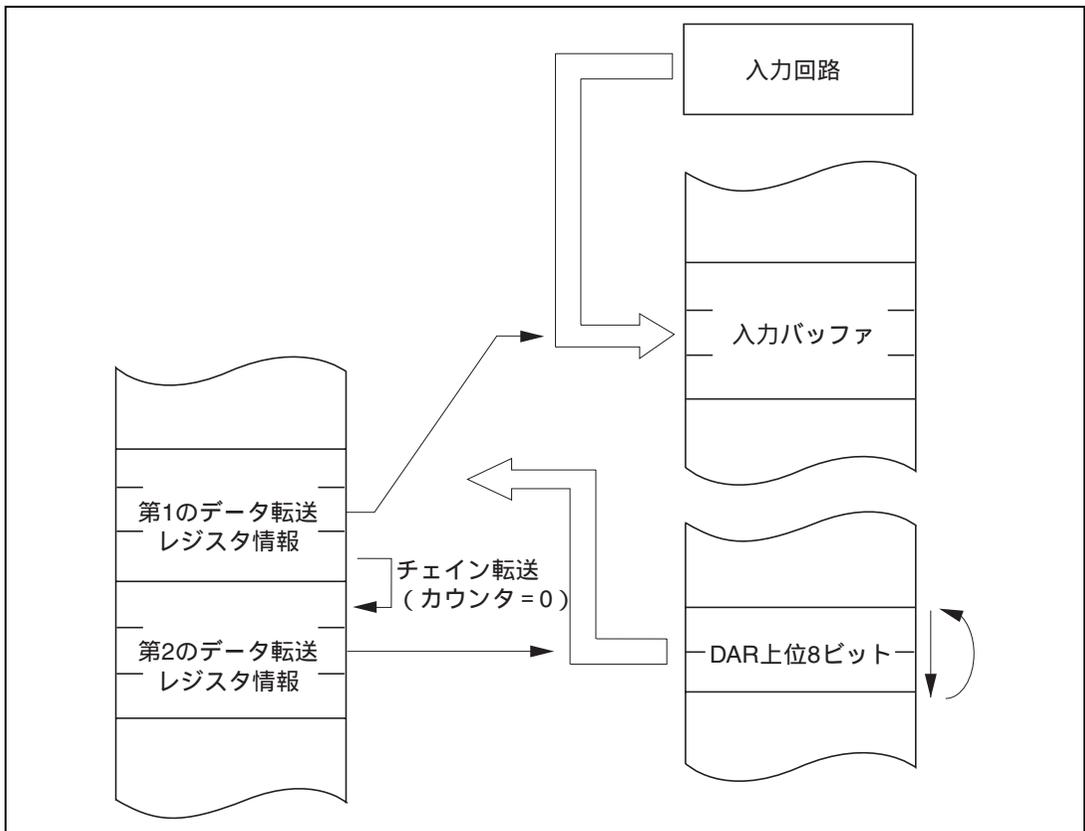


図 8.13 カウンタ=0時のチェーン転送

(4) ソフトウェア起動

DTC の使用例として、ソフトウェア起動による 1 ブロック 128 バイトのデータ転送を行う例を示します。転送元アドレスは H'1000、転送先アドレスは H'2000 です。ベクタ番号は H'60、したがって、ベクタアドレスは H'04C0 です。

- [1] MRAはソースアドレスインクリメント (SM1=1、SM0=0)、デスティネーションアドレスインクリメント (DM1=1、DM0=0)、ブロック転送モード (MD1=1、MD0=0)、バイトサイズ (Sz=0) を設定します。DTSビットは任意の値とすることができます。MRBは1回の割り込みで1回のブロック転送 (CHNE=0) を行います。SARは転送元アドレスでH'1000、DARは転送先アドレスでH'2000、CRAは128 (H'8080) を設定します。CRBは1 (H'0001) をセットします。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

- [2] レジスタ情報の先頭アドレスを、DTCベクタアドレス (H'04C0) に設定します。
- [3] DTVECRのSWDTE=0を確認します。現在、DTCがソフトウェア起動による転送を行っていないことの確認です。
- [4] SWDTE=1とともに、ベクタ番号H'60を、DTVECRにライトします。ライトデータはH'E0です。
- [5] 再度、DTVECRを読み、ベクタ番号H'60が設定されていることを確認します。設定されていないときは、ライトが失敗したことを表します。[3] と [4] の間に割り込みが入り、ここで他のソフトウェアによって起動された場合が、これに相当します。起動したい場合、[3] に戻ってください。
- [6] ライトが成功すると、DTCが起動され、128バイト1ブロックの転送を行います。
- [7] 転送後、SWDTEND割り込みが起動します。割り込み処理ルーチンでSWDTEビットの0クリアなど、終了処理を行ってください。

8.4 割り込み

DTC が指定された回数のデータ転送を終了したとき、および DIESEL ビットが 1 にセットされたデータ転送を終了したとき、CPU に対して割り込みを要求します。割り込み起動の場合、起動要因に設定した割り込みが発生します。これらの CPU に対する割り込みは CPU のマスクレベルや割り込みコントローラのプライオリティレベルの制御を受けます。

ソフトウェアによる起動の場合、ソフトウェア起動データ転送終了割り込み (SWDTEND) を発生します。

DIESEL ビットが 1 の状態で、1 回のデータ転送を終了した場合、または指定した回数のデータ転送を終了した場合、データ転送終了後に、SWDTE ビットが 1 に保持され、SWDTEND 割り込みが発生します。割り込み処理ルーチンで SWDTE ビットを 0 にクリアしてください。

ソフトウェアで DTC を起動する場合、SWDTE ビットを 1 にセットしても、データ転送待ち、およびデータ転送中は、SWDTEND 割り込みは発生しません。

8.5 使用上の注意

(1) モジュールストップ

MSTPCR の MSTP14 ビットを 1 にセットすると、DTC のクロックが停止し、DTC はモジュールストップ状態となります。ただし、DTC が起動中には MSTP14 ビットに 1 をライトできません。

(2) 内蔵 RAM

MRA、MRB、SAR、DAR、CRA、CRB の各レジスタは、内蔵 RAM に配置します。DTC を使用する場合は、SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアしないでください。

(3) DMAC 転送終了割り込み

DMAC 転送終了割り込みで DTC を起動したとき、転送カウンタ、DISEL ビットにかかわらず、DMAC の DTE ビットは DTC の制御を受けず、ライトデータが優先されます。このため、DTC の転送カウンタが 0 になった場合でも、CPU への割り込みが発生しない場合があります。

(4) DTCE ビットの設定

DTCE ビットの設定は、必ず BSET、BCLR などビット操作命令を使ってリード/ライトしてください。ただし、初期設定に限り、複数の起動要因を一度に設定するときには、割り込みを禁止して、当該レジスタのダミーリードを行ってからライトすることができます。

(5) チェイン転送

チェイン転送の場合には、連結された最後のデータ転送時に、起動要因または DTCER のクリアを行います。一方、SCI および A/D 変換器の割り込み/起動要因は、DTC が所定のレジスタをリード/ライトしたときにクリアされます。

したがって、これらの割り込み/起動要因によって、DTC を起動する場合、チェインで連結された最後のデータ転送で、当該レジスタのリード/ライトを含まない場合は割り込み/起動要因が保持されます。

8. データトランスファコントローラ (DTC)

9. I/O ポート

9.1 概要

本 LSI には、15 本の入出力ポート (ポート 1~3、P50~P53、6~9、A~G) と 2 本の入力専用ポート (ポート 4、P54~57) があります。

ポート機能一覧を表 9.1 に示します。各ポートの端子機能は兼用になっています。

各ポートは、入出力を制御するデータディレクションレジスタ (DDR) と、出力データを格納するデータレジスタ (DR) と、端子の状態をリードするポートレジスタ (PORT) から構成されています。なお、入力専用ポートには DDR はありません。

ポート A~E には、入力プルアップ MOS が内蔵されており、DDR、DR のほかに、入力プルアップ MOS コントロールレジスタ (PCR) で、入力プルアップ MOS のオン / オフを制御します。

ポート 3、ポート A には、オープンドレインコントロールレジスタ (ODR) が内蔵されており、出力バッファの PMOS のオン / オフを制御します。

ポート 1、A~F は 1 個の TTL 負荷と 50pF の容量負荷を駆動することができ、ポート 2、3、5~9、G は 1 個の TTL 負荷と 30pF の容量負荷を駆動することができます。

ポート 1、ポート 2、ポート 50~53 (IRQ 入力として使用する時のみ)、ポート 64~67、ポート 7、ポート 9、ポート A4~A7 はシュミットトリガ入力です。

9. I/O ポート

表 9.1 ポートの機能一覧

ポート	概要	端子	モード 4*1	モード 5*1	モード 6	モード 7
ポート 1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8 ビットの入出力ポート ・ シュミットトリガ入力 	P17/PO15/TIOCB2/ TCLKD P16/PO14/TIOCA2 P15/PO13/TIOCB1/ TCLKC P14/PO12/TIOCA1 P13/PO11/TIOCD0/ TCLKB P12/PO10/TIOCC0/ TCLKA P11/PO9/TIOCB0 P10/PO8/TIOCA0	TPU の入出力端子 (TCLKA, TCLKB, TCLKC, TCLKD, TIOCA0, TIOCB0, TIOCC0, TIOCD0, TIOCA1, TIOCB1, TIOCA2, TIOCB2) と PPG の出力端子 (PO15 ~ PO8) と 8 ビット入出力ポートとの兼用			
ポート 2	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8 ビットの入出力ポート ・ シュミットトリガ入力 	P27/PO7/TIOCB5 P26/PO6/TIOCA5 P25/PO5/TIOCB4 P24/PO4/TIOCA4 P23/PO3/TIOCD3 P22/PO2/TIOCC3 P21/PO1/TIOCB3 P20/PO0/TIOCA3	TPU の入出力端子 (TIOCA3, TIOCB3, TIOCC3, TIOCD3, TIOCA4, TIOCB4, TIOCA5, TIOCB5) と PPG の出力端子 (PO7 ~ PO0) と 8 ビット入出力ポートとの兼用			
ポート 3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 6 ビットの入出力ポート ・ オープンドレイン出力可能 	P35/SCK1 P34/SCK0 P33/RxD1 P32/RxD0 P31/TxD1 P30/TxD0	SCI (チャネル 0, 1) の入出力端子 (TxD0, RxD0, SCK0, TxD1, RxD1, SCK1) と 6 ビット入出力ポートの兼用			
ポート 4	・ 8 ビットの入力ポート	P47/AN7/DA1 P46/AN6/DA0 P45/AN5 P44/AN4 P43/AN3 P42/AN2 P41/AN1 P40/AN0	A/D 変換器のアナログ入力 (AN7 ~ AN0) と D/A 変換器のアナログ出力 (DA1, DA0) と 8 ビット入力ポートの兼用			

ポート	概要	端子	モード 4*1	モード 5*1	モード 6	モード 7
ポート 5	<ul style="list-style-type: none"> ・ 4 ビットの入出力ポート ・ 4 ビットの入力ポート ・ シュミットトリガ入力 (IRQ 入力設定時) 	P57/AN15/DA3 P56/AN14/DA2 P55/AN13 P54/AN12	A/D 変換器のアナログ入力 (AN15 ~ AN12) と D/A 変換器のアナログ出力 (DA3、DA2) と 4 ビット入力ポートの兼用			
		P53/ADTRG/IRQ7/ WAIT/BREQO	A/D 変換器の入力端子 (ADTRG) と、IRQPAS = 1 のとき割り込み入力端子 (IRQ7) と、WAITE=1、BREQOE=0、WAITPS=1、DDR=0 のとき WAIT 入力端子と、WAITE=0、BREQOE=1、BREQOPS=1 のとき BREQO 出力端子と入出力ポートの兼用			A/D 変換器の入力端子 (ADTRG) と IRQPAS = 1 のとき割り込み入力端子 (IRQ7) と入出力ポートの兼用
		P52/SCK2/IRQ6 P51/RxD2/IRQ5 P50/TxD2/IRQ4	SCI (チャンネル 2) の入出力端子 (TxD2、RxD2、SCK2) と IRQPAS = 1 のとき割り込み入力端子 (IRQ4 ~ IRQ6) と入出力ポートの兼用			
ポート 6	<ul style="list-style-type: none"> ・ 8 ビットの入出力ポート ・ シュミットトリガ入力 (P64 ~ P67) 	P67/CS7 P66/CS6 P65/IRQ1 P64/IRQ0 P63 P62 P61/CS5 P60/CS4	バス制御出力端子 (CS4 ~ CS7) と割り込み入力端子 (IRQ0、IRQ1) と 8 ビット入出力ポートの兼用			割り込み入力端子 (IRQ0、IRQ1) と 8 ビット入出力ポートの兼用
ポート 7	<ul style="list-style-type: none"> ・ 6 ビットの入出力ポート ・ シュミットトリガ入力 	P75/TMO1 P74/TMO0 P73/TMC1 P72/TMC0 P71/TMR1 P70/TMR0	8 ビットタイマ (チャンネル 0、1) の入出力端子 (TMRI0、TMCI0、TMO0、TMRI1、TMC1、TMO1) と 6 ビット入出力ポートとの兼用			
ポート 8	・ 7 ビットの入出力ポート	P86/WAIT P85/DACK1 P84/DACK0 P83/TEND1 P82/TEND0 P81/DREQ1 P80/DREQ0	DMA コントローラの入出力端子 (DERQ0、TEND0、DACK0、DREQ1、TEND1、DACK1) と WAITPS=0、DDR=0 のとき WAIT 入力と 7 ビット入出力ポートとの兼用			
ポート 9	<ul style="list-style-type: none"> ・ 6 ビットの入出力ポート ・ シュミットトリガ入力 	P97/IRQ7 P96/IRQ6 P95/IRQ5 P94/IRQ4 P93/IRQ3 P92/IRQ2	IRQPAS=0 のとき割り込み入力端子 (IRQ7 ~ IRQ2) と 6 ビット入出力ポートとの兼用			

9. I/O ポート

ポート	概要	端子	モード 4* ¹	モード 5* ¹	モード 6	モード 7
ポート A	<ul style="list-style-type: none"> ・8 ビットの入出力ポート ・入力プルアップ MOS 内蔵 ・オープンドレイン出力可能 ・シュミットトリガ入力 (PA4 ~ PA7) 	PA7/A23 PA6/A22 PA5/A21	DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 かつ A23E ~ A21E = 1 のとき アドレス出力 DDR=1 かつ A23E ~ A21E = 0 のとき DR 値出力		DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 かつ A23E ~ A20E = 1 のとき アドレス出力 DDR=1 かつ A23E ~ A20E = 0 のとき DR 値出力	入出力ポート
		PA4/A20	アドレス出力と出力ポートの兼用			
		PA3/A19 ~ PA0/A16	アドレス出力		DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 のとき アドレス出力	入出力ポート
ポート B	<ul style="list-style-type: none"> ・8 ビットの入出力ポート ・入力プルアップ MOS 内蔵 	PB7/A15 ~ PB0/A8	アドレス出力		DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 のとき アドレス出力	入出力ポート
ポート C	<ul style="list-style-type: none"> ・8 ビットの入出力ポート ・入力プルアップ MOS 内蔵 	PC7/A7 ~ PC0/A0	アドレス出力		DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 のとき アドレス出力	入出力ポート
ポート D	<ul style="list-style-type: none"> ・8 ビットの入出力ポート ・入力プルアップ MOS 内蔵 	PD7/D15 ~ PD0/D8	データバス入出力			入出力ポート
ポート E	<ul style="list-style-type: none"> ・8 ビットの入出力ポート ・入力プルアップ MOS 内蔵 	PE7/D7 ~ PE0/D0	8 ビットバスモードのとき入出力ポート 16 ビットバスモードのときデータバス入出力			入出力ポート

ポート	概要	端子	モード 4* ¹	モード 5* ¹	モード 6	モード 7
ポート F	・ 8 ビットの入出力ポート	PF7/ ϕ	DDR=0 のとき入力ポート DDR=1 のとき (リセット後) ϕ 出力			DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート DDR=1 のとき ϕ 出力
		PF6/ \overline{AS}	ASOD=1 のとき入出力ポート、ASOD=0 のとき \overline{AS} 出力			入出力ポート
		PF5/ \overline{RD} PF4/ \overline{HWR}	RD、HWR 出力			
		PF3/ \overline{LWR}	LWROD=1 のとき入出力ポート、LWROD=0 のとき LWR 出力			
		PF2/ \overline{LCAS} / \overline{BREQO}	BREQOE=0 のとき (リセット後) 入出力ポート BREQOE=1、BREQOPS=0 のとき \overline{BREQO} 出力 RMTS2 ~ RMTS0 = B'001 ~ B'011、16 ビットアクセス空間設定時 \overline{LCAS} 出力			
		PF1/ \overline{BACK} PF0/ \overline{BREQ}	BRLE=0 のとき (リセット後) 入出力ポート BRLE=1 のとき \overline{BREQ} 入力、 \overline{BACK} 出力			
ポート G	・ 5 ビットの入出力ポート	PG4/ $\overline{CS0}$	DDR=0 のとき* ² 入力ポート DDR=1 のとき* ³ $\overline{CS0}$ 出力			入出力ポート
		PG3/ $\overline{CS1}$	DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート CS167E=0、DDR=1 のとき出力ポート CS167E=1、DDR=1 のとき $\overline{CS1}$ 出力			
		PG2/ $\overline{CS2}$	DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート CS25E=0、DDR=1 のとき出力ポート CS25E=1、DDR=1 のとき $\overline{CS2}$ 出力			
		PG1/ $\overline{CS3}$	DDR=0 のとき (リセット後) 入力ポート CS25E=0、DDR=1 のとき出力ポート CS25E=1、DDR=1 のとき $\overline{CS3}$ 出力			
		PG0/ \overline{CAS}	DRAM 空間設定のとき \overline{CAS} 出力 上記以外のとき (リセット後) 入出力ポート			

【注】 *1 ROM なし版ではモード 4、5 のみ使用できます。

*2 モード 6 のリセット後

*3 モード 4、5 のリセット後

9.2 ポート 1

9.2.1 概要

ポート 1 は、8 ビットの入出力ポートです。ポート 1 は、PPG の出力端子 (PO15 ~ PO8)、TPU の入出力端子 (TCLKA、TCLKB、TCLKC、TCLKD、TIOCA0、TIOCB0、TIOCC0、TIOCD0、TIOCA1、TIOCB1、TIOCA2、TIOCB2) と兼用になっています。ポート 1 の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート 1 はシュミットトリガ入力です。

ポート 1 の各端子の構成を図 9.1 に示します。

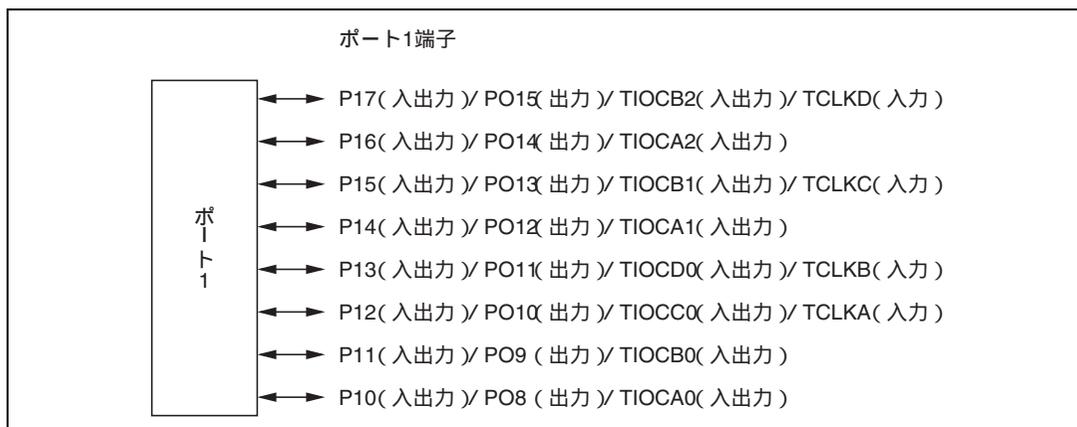


図 9.1 ポート 1 の端子機能

9.2.2 レジスタ構成

表 9.2 にポート 1 のレジスタ構成を示します。

表 9.2 ポート 1 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	W	H'00	H'FEB0
ポート 1 データレジスタ	P1DR	R/W	H'00	H'FF60
ポート 1 レジスタ	PORT1	R	不定	H'FF50

【注】 *アドレスの下部 16 ビットを示しています。

(1) ポート 1 データディレクションレジスタ (P1DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PIDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 1 の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PIDDR を 1 にセットすると対応するポート 1 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

PIDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PIDDR は直前の状態を保持します。

(2) ポート 1 データレジスタ (P1DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P1DR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 1 の各端子 (P17~P10) の出力データを格納します。

P1DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 1 レジスタ (PORT1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P17~P10 端子の状態により決定されます。

PORT1 は、8 ビットのリード専用レジスタで、ライトは無効です。端子の状態を反映します。ポート 1 の各端子 (P17~P10) の出力データのライトは必ず P1DR に対して行ってください。

PIDDR が 1 にセットされているとき、ポート 1 のリードを行うと P1DR の値をリードします。PIDDR が 0 にクリアされているとき、ポート 1 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT1 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは PIDDR、P1DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.2.3 端子機能

ポート1の各端子は、PPGの出力端子(PO15~PO8)、TPUの入出力端子(TCLKA、TCLKB、TCLKC、TCLKD、TIOCA0、TIOCB0、TIOCC0、TIOCD0、TIOCA1、TIOCB1、TIOCA2、TIOCB2)と兼用になっています。ポート1の端子機能を表9.3に示します。

表 9.3 ポート1の端子機能

端子	選択方法と端子機能						
P17/PO15/ TIOCB2/ TCLKD	TMDR2のMD3~MD0ビット、TIOR2のIOB3~IOB0ビット、TCR2のCCLR1、CCLR0ビットによるTPUチャンネル2の設定、TCR0、TCR5のTPSC2~TPSC0ビット、NDERHのNDER15ビット、およびP17DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル2の設定	下表(1)		下表(2)			
	P17DDR	-		0	1	1	
	NDER15	-		-	0	1	
	端子機能	TIOCB2出力		P17入力	P17出力	PO15出力	
				TIOCB2入力*1			
		TCLKD入力*2					
	<p>【注】 *1 MD3~MD0=B'0000、B'01xxかつIOB3=1の場合にTIOCB2入力となります。</p> <p>*2 TCR0、TCR5のいずれかの設定がTPSC2~TPSC0=B'111の場合にTCLKD入力となります。</p> <p>また、チャンネル2、4を位相計数モードに設定すると、TCLKD入力となります。</p>						
	TPUチャンネル2の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
	MD3~MD0	B'0000、B'01xx		B'0010	B'0011		
	IOB3~IOB0	B'0000	B'0001~B'0011	-	B'xx00	B'xx00以外	
		B'0100	B'0101~B'0111				
		B'1xxx					
	CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'10以外	B'10
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
		x : Don't care					

端子	選択方法と端子機能						
P16/PO14/ TIOCA2	TMDR2 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR2 の IOA3 ~ IOA0 ビット、TCR2 の CCLR1、CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 2 の設定、NDERH の NDER14 ビット、および P16DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
TPUチャンネル2の設定		下表 (1)		下表 (2)			
P16DDR		-		0	1	1	
NDER14		-		-	0	1	
端子機能		TIOCA2出力		P16入力	P16出力	PO14出力	
				TIOCA2入力*1			
【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOA3 = 1 の場合に TIOCA2 入力となります。							
TPUチャンネル2の設定		(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)
MD3 ~ MD0		B'0000、B'01xx		B'001x	B'0010	B'0011	
IOA3 ~ IOA0		B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	B'xx00	B'xx00以外		B'xx00以外
CCLR1、CCLR0		-	-	-	-	B'01以外	B'01
出力機能		-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力	-
x : Don't care							
【注】 *2 TIOCB2 は出力禁止となります。							

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能						
P15/PO13/ TIOCB1/ TCLKC	TMDR1のMD3~MD0ビット、TIOR1のIOB3~IOB0ビット、TCR1のCCLR1、CCLR0ビットによるTPUチャンネル1の設定、TCR0、TCR2、TCR4、TCR5のTPSC2~TPSC0ビット、NDERHのNDER13ビット、およびP15DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル1の設定	下表(1)		下表(2)			
	P15DDR	-		0	1	1	
	NDER13	-		-	0	1	
	端子機能	TIOCB1出力		P15入力	P15出力	PO13出力	
				TIOCB1入力*1			
		TCLKC入力*2					
	<p>【注】 *1 MD3~MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOB3~IOB0 = B'10xx の場合に TIOCB1 入力となります。</p> <p>*2 TCR0、TCR2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0 = B'110 または TCR4、TCR5 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0 = B'101 の場合に TCLKC 入力となります。</p> <p>また、チャンネル 2、4 を位相計数モードに設定すると、TCLKC 入力となります。</p>						
	TPUチャンネル1の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
	MD3~MD0	B'0000、B'01xx		B'0010	B'0011		
	IOB3~IOB0	B'0000	B'0001~B'0011	-	B'xx00	B'xx00以外	
		B'0100	B'0101~B'0111				
		B'1xxx					
	CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'10以外	B'10
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
		x : Don't care					

端子	選択方法と端子機能						
P14/PO12/ TIOCA1	TMDR1 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR1 の IOA3 ~ IOA0 ビット、TCR1 の CCLR1、CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 1 の設定、NDERH の NDER12 ビット、および P14DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
TPUチャンネル1の設定		下表 (1)			下表 (2)		
P14DDR		-			0	1	1
NDER12		-			-	0	1
端子機能		TIOCA1出力			P14入力	P14出力	PO12出力
					TIOCA1入力*1		
【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOA3 ~ IOA0 = B'10xx の場合に TIOCA1 入力となります。							
TPUチャンネル1の設定		(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)
MD3 ~ MD0		B'0000、B'01xx		B'001x	B'0010	B'0011	
IOA3 ~ IOA0		B'0000	B'0001 ~ B'0011	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外	
		B'0100	B'0101 ~ B'0111				
		B'1xxx					
CCLR1、CCLR0		-	-	-	-	B'01以外	B'01
出力機能		-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2	PWM	-
					モード1出力	モード2出力	
x : Don't care							
【注】 *2 TIOCB1 は出力禁止となります。							

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能						
P13/PO11/ TIOCD0/ TCLKB	TMDR0 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR0L の IOD3 ~ IOD0 ビット、TCR0 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 0 の設定、TCR0 ~ TCR2 の TPSC2 ~ TPSC0 ビット、NDERH の NDER11 ビット、および P13DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル0の設定	下表 (1)		下表 (2)			
	P13DDR	-		0	1	1	
	NDER11	-		-	0	1	
	端子機能	TIOCD0出力		P13入力	P13出力	PO11出力	
				TIOCD0入力*1			
		TCLKB入力*2					
	<p>【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOD3 ~ IOD0 = B'10xx の場合に TIOCD0 入力となります。</p> <p>*2 TCR0 ~ TCR2 のいずれかの設定が TPSC2 ~ TPSC0 = B'101 の場合に TCLKB 入力となります。</p> <p>また、チャンネル 1、5 を位相計数モードに設定すると TCLKB 入力となります。</p>						
	TPUチャンネル0の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
	MD3 ~ MD0	B'0000		B'0010	B'0011		
	IOD3 ~ IOD0	B'0000	B'0001 ~ B'0011	-	B'xx00	B'xx00以外	
		B'0100	B'0101 ~ B'0111				
		B'1xxx					
	CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	-	B'110以外	B'110
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
		x : Don't care					

端子	選択方法と端子機能						
P12/PO10/ TIOCC0/ TCLKA	TMDR0のMD3～MD0ビット、TIOR0LのIOC3～IOC0ビット、TCR0のCCLR2～CCLR0ビットによるTPUチャンネル0の設定、TCR0～TCR5のTPSC2～TPSC0ビット、NDERHのNDER10ビット、およびP12DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル0の設定	下表(1)		下表(2)			
	P12DDR	-		0	1	1	
	NDER10	-		-	0	1	
	端子機能	TIOCC0出力		P12入力	P12出力	PO10出力	
				TIOCC0入力*1			
		TCLKA入力*2					
	<p>【注】 *1 MD3～MD0 = B'0000、かつ IOC3～IOC0 = B'10xx の場合に TIOCC0 入力となります。</p> <p>*2 TCR0～TCR5 のいずれかの設定が TPSC2～TPSC0 = B'100 の場合に TCLKA 入力となります。</p> <p>また、チャンネル1、5を位相計数モードに設定すると TCLKA 入力となります。</p>						
	TPUチャンネル0の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)
	MD3～MD0	B'0000		B'001x	B'0010	B'0011	
	IOC3～IOC0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001～B'0011 B'0101～B'0111	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外	
	CCLR2～CCLR0	-	-	-	-	B'101以外	B'101
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *3 モード1出力	PWM モード2出力	-
		x : Don't care					
	<p>【注】 *3 TIOCD0 は出力禁止となります。</p> <p>TMDR0のBFA = 1またはBFB = 1のときは出力禁止で(2)の設定になります。</p>						

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能						
P11/PO9/ TIOCB0	TMDR0 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR0H の IOB3 ~ IOB0 ビットによる TPU チャネル 0 の設定、NDERH の NDER9 ビット、および P11DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャネル0の設定	下表 (1)		下表 (2)			
	P11DDR	-		0	1	1	
	NDER9	-		-	0		1
	端子機能	TIOCB0出力		P11入力	P11出力	PO9出力	
			TIOCB0入力*				
【注】 * MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOB3 ~ IOB0 = B'10xx の場合に TIOCB0 入力となります。							
TPUチャネル0の設定	(2)	(1)		(2)	(2)	(1)	(2)
MD3 ~ MD0	B'0000			B'0010	B'0011		
IOB3 ~ IOB0	B'0000	B'0001 ~ B'0011		-	B'xx00	B'xx00以外	
	B'0100	B'0101 ~ B'0111					
	B'1xxx						
CCLR2 ~ CCLR0	-	-		-	-	B'010以外	B'010
出力機能	-	アウトプット コンペア出力		-	-	PWM モード2出力	-
							x : Don't care

端子	選択方法と端子機能						
P10/PO8/ TIOCA0	TMDR0 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR0H の IOA3 ~ IOA0 ビット、TCR0 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 0 の設定、NDERH の NDER8 ビット、および P10DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル0の設定	下表 (1)		下表 (2)			
	P10DDR	-		0	1	1	
	NDER8	-		-	0	1	
	端子機能	TIOCA0出力		P10入力	P10出力	PO8出力	
				TIOCA0入力*1			
	【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOA3 ~ IOA0 = B'10xx の場合に TIOCA0 入力となります。						
	TPUチャンネル0の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)
	MD3 ~ MD0	B'0000		B'001x	B'0010	B'0011	
	IOA3 ~ IOA0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外	
	CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	-	B'001以外	B'001
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力	-
		x : Don't care					
	【注】 *2 TIOCB0 は出力禁止となります。						

9.3 ポート 2

9.3.1 概要

ポート 2 は、8 ビットの入出力ポートです。ポート 2 は、PPG の出力端子 (PO7 ~ PO0)、TPU の入出力端子 (TIOCA3、TIOCB3、TIOCC3、TIOCD3、TIOCA4、TIOCB4、TIOCA5、TIOCB5) と兼用になっています。ポート 2 の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート 2 はシュミットトリガ入力です。

ポート 2 の各端子の構成を図 9.2 に示します。

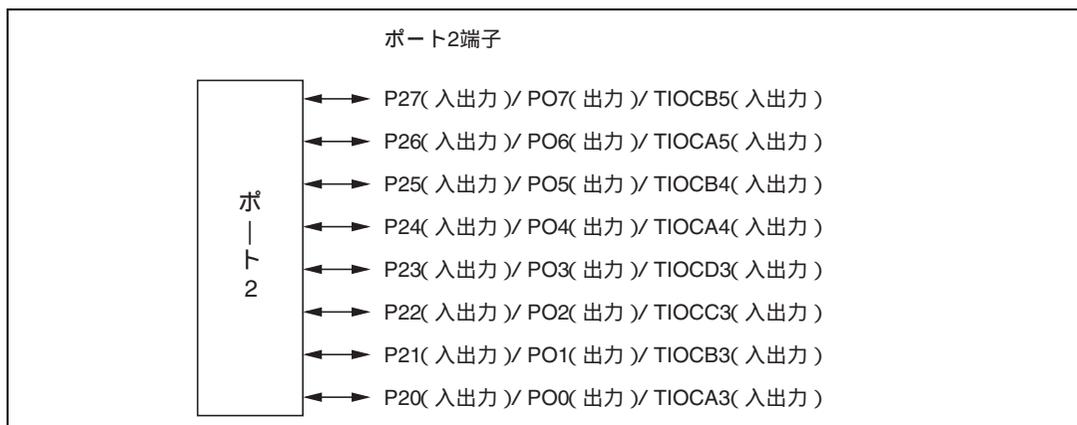


図 9.2 ポート 2 の端子機能

9.3.2 レジスタ構成

表 9.4 にポート 2 のレジスタ構成を示します。

表 9.4 ポート 2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート 2 データディレクションレジスタ	P2DDR	W	H'00	H'FEB1
ポート 2 データレジスタ	P2DR	R/W	H'00	H'FF61
ポート 2 レジスタ	PORT2	R	不定	H'FF51

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

P2DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 2 の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

P2DDR を 1 にセットすると対応するポート 2 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。また、ソフトウェアスタンバイモードでは、P2DDR は直前の状態を保持します。

(2) ポート 2 データレジスタ (P2DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27DR	P26DR	P25DR	P24DR	P23DR	P22DR	P21DR	P20DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P2DR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 2 の各端子 (P27 ~ P20) の出力データを格納します。

P2DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 2 レジスタ (PORT2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P27 ~ P20 端子の状態により決定されます。

PORT2 は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 2 の各端子 (P27 ~ P20) の出力データのライトは必ず P2DR に対して行ってください。

P2DDR が 1 にセットされているとき、ポート 2 のリードを行うと P2DR の値をリードします。P2DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 2 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT2 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P2DDR、P2DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/O ポート

9.3.3 端子機能

ポート 2 の各端子は、PPG の出力端子 (PO7 ~ PO0)、TPU の入出力端子 (TIOCA3、TIOCB3、TIOCC3、TIOCD3、TIOCA4、TIOCB4、TIOCA5、TIOCB5) と兼用になっています。ポート 2 の端子機能を表 9.5 に示します。

表 9.5 ポート 2 の端子機能

端子	選択方法と端子機能					
P27/PO7/ TIOCB5	TMDR5 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR5 の IOB3 ~ IOB0 ビット、TCR5 の CCLR1、CCLR0 ビットによる TPU チャネル 5 の設定、NDERL の NDER7 ビット、および P27DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	TPUチャネル5の設定	下表 (1)		下表 (2)		
	P27DDR	-	0	1		
	NDER7	-	-	0	1	
	端子機能	TIOCB5出力	P27入力	P27出力	PO7出力	
		TIOCB5入力*				
	【注】 * MD3 ~ MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOB3 = 1 の場合に TIOCB5 入力となります。					
	TPUチャネル5の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1) (2)
	MD3 ~ MD0	B'0000、B'01xx		B'0010	B'0011	
	IOB3 ~ IOB0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	-	B'xx00	B'xx00以外
	CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'10以外 B'10
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力
		x : Don't care				

端子	選択方法と端子機能						
P26/PO6/ TIOCA5	TMDR5 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR5 の IOA3 ~ IOA0 ビット、TCR5 の CCLR1、CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 5 の設定、NDERL の NDER6 ビット、および P26DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
TPUチャンネル5の設定		下表(1)	下表(2)				
P26DDR	-	0	1	1			
NDER6	-	-	0	1			
端子機能	TIOCA5出力	P26入力	P26出力	PO6出力			
		TIOCA5入力*1					
【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOA3 = 1 の場合に TIOCA5 入力となります。							
TPUチャンネル5の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	
MD3 ~ MD0		B'0000、B'01xx	B'001x	B'0010	B'0011		
IOA3 ~ IOA0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外		
CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'01以外	B'01	
出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力	-	
x : Don't care							
【注】 *2 TIOCB5 は出力禁止となります。							

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能					
P25/PO5/ TIOCB4	TMDR4 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR4 の IOB3 ~ IOB0 ビット、TCR4 の CCLR1、CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 4 の設定、NDERL の NDER5 ビット、および P25DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
TPUチャンネル4の設定		下表 (1)	下表 (2)			
P25DDR	-	0	1	1		
NDER5	-	-	0	1		
端子機能	TIOCB4出力	P25入力	P25出力	PO5出力		
			TIOCB4入力*			
<p>【注】 * MD3 ~ MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOB3 ~ IOB0 = B'10xx の場合に TIOCB4 入力となります。</p>						
TPUチャンネル4の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
MD3 ~ MD0	B'0000、B'01xx		B'0010	B'0011		
IOB3 ~ IOB0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	-	B'xx00	B'xx00以外	
CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'10以外	B'10
出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
x : Don't care						

端子	選択方法と端子機能						
P24/PO4/ TIOCA4	TMDR4のMD3～MD0ビット、TIOR4のIOA3～IOA0ビットによるTPUチャンネル4の設定、NDERLのNDER4ビット、およびP24DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
TPUチャンネル4の設定		下表(1)	下表(2)				
P24DDR	-	0	1	1			
NDER4	-	-	0	1			
端子機能	TIOCA4出力	P24入力	P24出力	PO4出力			
		TIOCA4入力*1					
【注】 *1 MD3～MD0 = B'0000、B'01xx かつ IOA3～IOA0 = B'10xx の場合に TIOCA4 入力となります。							
TPUチャンネル4の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)	(2)	
MD3～MD0	B'0000、B'01xx		B'001x	B'0010	B'0011		
IOA3～IOA0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001～B'0011 B'0101～B'0111	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外		
CCLR1、CCLR0	-	-	-	-	B'01以外	B'01	
出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力	-	
x : Don't care							
【注】 *2 TIOCB4 は出力禁止となります。							

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能						
P23/PO3/ TIOCD3	TMDR3 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR3L の IOD3 ~ IOD0 ビット、TCR3 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 3 の設定、NDERL の NDER3 ビット、および P23DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。						
	TPUチャンネル3の設定	下表 (1)		下表 (2)			
	P23DDR	-	0	1	1		
	NDER3	-	-	0	1		
	端子機能	TIOCD3出力	P23入力	P23出力	PO3出力		
			TIOCD3入力*				
	【注】 * MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOD3 ~ IOD0 = B'10xx の場合に TIOCD3 入力となります。						
	TPUチャンネル3の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
	MD3 ~ MD0	B'0000		B'0010	B'0011		
	IOD3 ~ IOD0	B'0000	B'0001 ~ B'0011	-	B'xx00	B'xx00以外	
		B'0100	B'0101 ~ B'0111				
		B'1xxx					
	CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	-	B'110以外	B'110
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
						x : Don't care	

端子	選択方法と端子機能					
P22/PO2/ TIOCC3	TMDR3 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR3L の IOC3 ~ IOC0 ビット、TCR3 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャネル 3 の設定、NDERL の NDER2 ビット、および P22DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	TPUチャネル3の設定	下表 (1)		下表 (2)		
	P22DDR	-	0	1	1	
	NDER2	-	-	0	1	
	端子機能	TIOCC3出力	P22入力	P22出力	PO2出力	
			TIOCC3入力*1			
	【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOC3 ~ IOC0 = B'10xx の場合に TIOCC3 入力となります。					
	TPUチャネル3の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)
	MD3 ~ MD0	B'0000		B'001x	B'0010	B'0011
	IOC3 ~ IOC0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	B'xx00	B'xx00以外	
	CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	B'101以外	B'101
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力
					x : Don't care	
	【注】 *2 TIOCD3 は出力禁止となります。 TMDR3 の BFA = 1 または BFB = 1 のときは出力禁止で (2) の設定になります。					

9. I/O ポート

端子	選択方法と端子機能					
P21/PO1/ TIOCB3	TMDR3 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR3H の IOB3 ~ IOB0 ビット、TCR3 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 3 の設定、NDERL の NDER1 ビット、および P21DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
TPUチャンネル3の設定		下表 (1)	下表 (2)			
P21DDR	-	0	1	1		
NDER1	-	-	0	1		
端子機能	TIOCB3出力	P21入力	P21出力	PO1出力		
		TIOCB3入力*1				
【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOB3 ~ IOB0 = B'10xx の場合に TIOCB3 入力となります。						
TPUチャンネル3の設定	(2)	(1)	(2)	(2)	(1)	(2)
MD3 ~ MD0		B'0000	B'0010		B'0011	
IOB3 ~ IOB0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	-	B'xx00	B'xx00以外	
CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	-	B'010以外	B'010
出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	-	PWM モード2出力	-
x : Don't care						

端子	選択方法と端子機能					
P20/PO0/ TIOCA3	TMDR3 の MD3 ~ MD0 ビット、TIOR3H の IOA3 ~ IOA0 ビット、TCR3 の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによる TPU チャンネル 3 の設定、NDERL の NDER0 ビット、および P20DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	TPUチャンネル3の設定	下表(1)		下表(2)		
	P20DDR	-	0	1	1	
	NDER0	-	-	0	1	
	端子機能	TIOCA3出力	P20入力	P20出力	PO0出力	
			TIOCA3入力*1			
	【注】 *1 MD3 ~ MD0 = B'0000、かつ IOA3 ~ IOA0 = B'10xx の場合に TIOCA3 入力となります。					
	TPUチャンネル3の設定	(2)	(1)	(2)	(1)	(1)
	MD3 ~ MD0	B'0000		B'001x	B'0010	B'0011
	IOA3 ~ IOA0	B'0000 B'0100 B'1xxx	B'0001 ~ B'0011 B'0101 ~ B'0111	B'xx00	B'xx00以外	B'xx00以外
	CCLR2 ~ CCLR0	-	-	-	-	B'001以外 B'001
	出力機能	-	アウトプット コンペア出力	-	PWM *2 モード1出力	PWM モード2出力
						x : Don't care
	【注】 *2 TIOCB3 は出力禁止となります。					

9.4 ポート3

9.4.1 概要

ポート3は、6ビットの入出力ポートです。ポート3は、SCIの入出力端子(TxD0、RxD0、SCK0、TxD1、RxD1、SCK1)と兼用になっています。ポート3の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート3の各端子の構成を図9.3に示します。

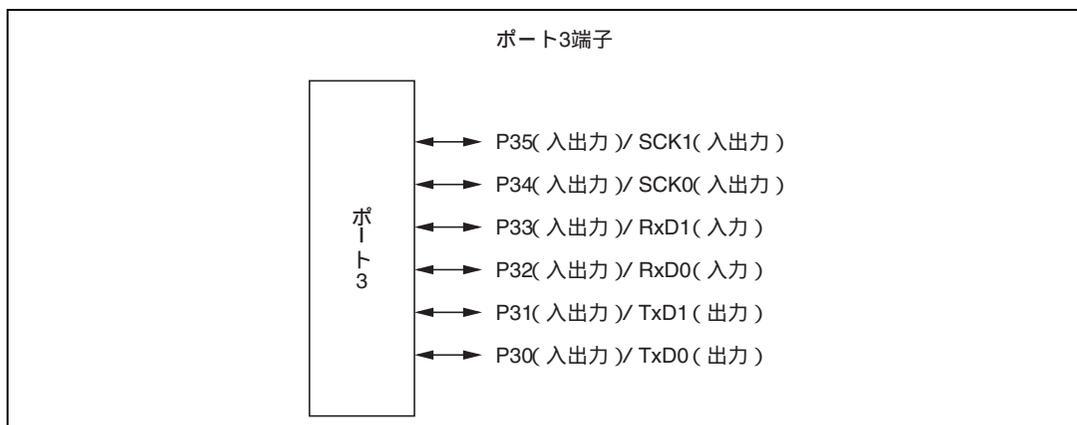


図 9.3 ポート3の端子機能

9.4.2 レジスタ構成

表 9.6 にポート3のレジスタ構成を示します。

表 9.6 ポート3レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値*2	アドレス*1
ポート3データディレクションレジスタ	P3DDR	W	H'00	H'FEB2
ポート3データレジスタ	P3DR	R/W	H'00	H'FF62
ポート3レジスタ	PORT3	R	不定	H'FF52
ポート3オープンドレインコントロールレジスタ	P3ODR	R/W	H'00	H'FF76

【注】 *1 アドレスの下位16ビットを示しています。

*2 ビット5~0の値を示しています。

(1) ポート3データディレクションレジスタ(P3DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35DDR	P34DDR	P33DDR	P32DDR	P31DDR	P30DDR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	W	W	W	W	W	W

P3DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 3 の各端子の入出力をビットごとに指定します。ビット 7、6 はリザーブビットです。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されません。

P3DDR を 1 にセットすると対応するポート 3 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 (ビット 5~0) に初期化されます。また、ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。SCI は初期化されるため、P3DDR、P3DR の指定によって端子状態が決定されます。

(2) ポート 3 データレジスタ (P3DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35DR	P34DR	P33DR	P32DR	P31DR	P30DR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P3DR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 3 の各端子 (P35~P30) の出力データを格納します。

ビット 7、6 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P3DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 (ビット 5~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 3 レジスタ (PORT3)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35	P34	P33	P32	P31	P30
初期値	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	R	R	R	R	R	R

【注】 * P35~P30 端子の状態により決定されます。

PORT3 は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 3 の各端子 (P35~P30) の出力データのライトは必ず P3DR に対して行ってください。

ビット 7、6 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P3DDR が 1 にセットされているとき、ポート 3 のリードを行うと P3DR の値をリードします。P3DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 3 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT3 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P3DDR、P3DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/Oポート

(4) ポート3 オープンドレインコントロールレジスタ (P3ODR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35ODR	P34ODR	P33ODR	P32ODR	P31ODR	P30ODR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P3ODRは、8ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート3の各端子(P35~P30)のPMOSのオン/オフを制御します。

ビット7、6はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P3ODRを1にセットするとポート3の各端子はNMOS オープンドレイン出力となり、0にクリアするとCMOS出力となります。

P3ODRは、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00(ビット5~0)に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.4.3 端子機能

ポート3の各端子は、SCIの入出力端子(TxD0、RxD0、SCK0、TxD1、RxD1、SCK1)と兼用になっています。ポート3の端子機能を表9.7に示します。

表 9.7 ポート3の端子機能

端子	選択方法と端子機能					
P35/SCK1	SCI1のSMRのC/ \bar{A} ビット、SCRのCKE0、CKE1ビットとP35DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	CKE1	0			1	
	C/ \bar{A}	0		1	-	
	CKE0	0	1	-	-	
	P35DDR	0	1	-	-	-
	端子機能	P35 入力端子	P35 出力端子*	SCK1出力端子*	SCK1出力端子*	SCK1入力端子
【注】* P35ODR = 1のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。						
P34/SCK0	SCI0のSMRのC/ \bar{A} ビット、SCRのCKE0、CKE1ビットとP34DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	CKE1	0			1	
	C/ \bar{A}	0		1	-	
	CKE0	0	1	-	-	
	P34DDR	0	1	-	-	-
	端子機能	P34 入力端子	P34 出力端子*	SCK0出力端子*	SCK0出力端子*	SCK0入力端子
【注】* P34ODR = 1のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。						

端子	選択方法と端子機能		
P33/RxD1	SCI1 の SCR の RE ビットと P33DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	RE	0	1
	P33DDR	0	1
	端子機能	P33入力端子	P33出力端子* RxD1入力端子
	【注】 * P33ODR = 1 のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。		
P32/RxD0	SCI0 の SCR の RE ビットと P32DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	RE	0	1
	P32DDR	0	1
	端子機能	P32入力端子	P32出力端子* RxD0入力端子
	【注】 * P32ODR = 1 のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。		
P31/TxD1	SCI1 の SCR の TE ビットと P31DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	TE	0	1
	P31DDR	0	1
	端子機能	P31入力端子	P31出力端子* TxD1出力端子*
	【注】 * P31ODR = 1 のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。		
P30/TxD0	SCI0 の SCR の TE ビットと P30DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	TE	0	1
	P30DDR	0	1
	端子機能	P30入力端子	P30出力端子* TxD0出力端子*
	【注】 * P30ODR = 1 のとき。NMOS オープンドレイン出力になります。		

9.5 ポート 4

9.5.1 概要

ポート 4 は、8 ビットの入力専用ポートです。ポート 4 は、A/D 変換器のアナログ入力端子 (AN0 ~ AN7) と D/A 変換器のアナログ出力端子 (DA0、DA1) との兼用になっています。ポート 4 の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート 4 の各端子の構成を図 9.4 に示します。

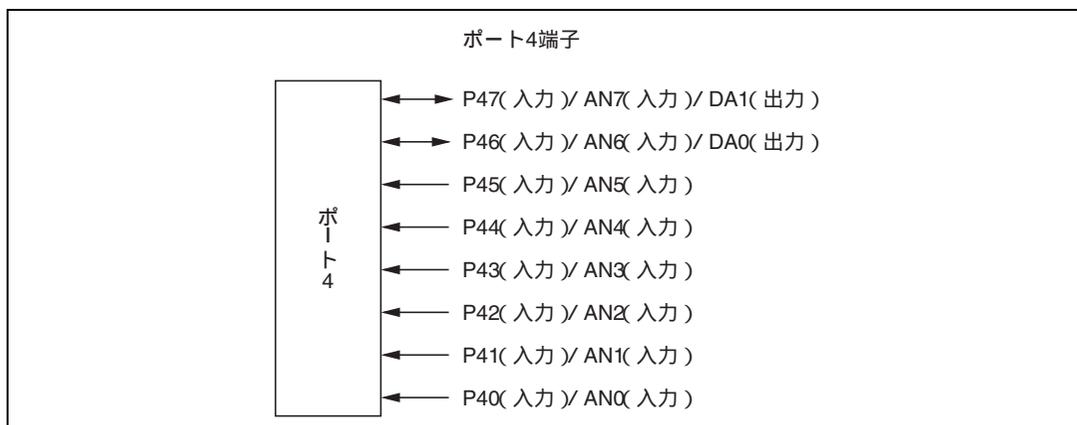


図 9.4 ポート 4 の端子機能

9.5.2 レジスタ構成

表 9.8 にポート 4 のレジスタ構成を示します。ポート 4 は入力専用ポートであり、データディレクションレジスタ、データレジスタはありません。

表 9.8 ポート 4 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート 4 レジスタ	PORT4	R	不定	H'FF53

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート 4 レジスタ (PORT4)

PORT4 のリードを行うと、常に端子の状態が読み出されます。

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P47	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P47 ~ P40 端子の状態により決定されます。

9.5.3 端子機能

ポート4の各端子は、A/D変換器のアナログ入力端子(AN0~AN7)とD/A変換器のアナログ出力端子(DA0、DA1)との兼用になっています。

9.6 ポート5

9.6.1 概要

ポート5は、4ビットの入出力ポートと4ビットの入力専用ポートです。ポート5は、SCIの入出力端子(TxD2、RxD2、SCK2)、A/D変換器の入力端子($\overline{\text{ADTRG}}$)、A/D変換器のアナログ入力端子(AN12~AN15)、D/A変換器のアナログ出力端子(DA2、DA3)、割り込み入力端子($\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$)、バス制御信号入出力端子(WAIT、 $\overline{\text{BREQO}}$)と兼用になっています。PFCR2、SYSCRを設定することにより $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力、 $\overline{\text{WAIT}}$ 入力、 $\overline{\text{BREQO}}$ 出力の端子機能の切り替えをすることができます。 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力のみシュミットトリガです。ポート5の各端子の構成を図9.5に示します。

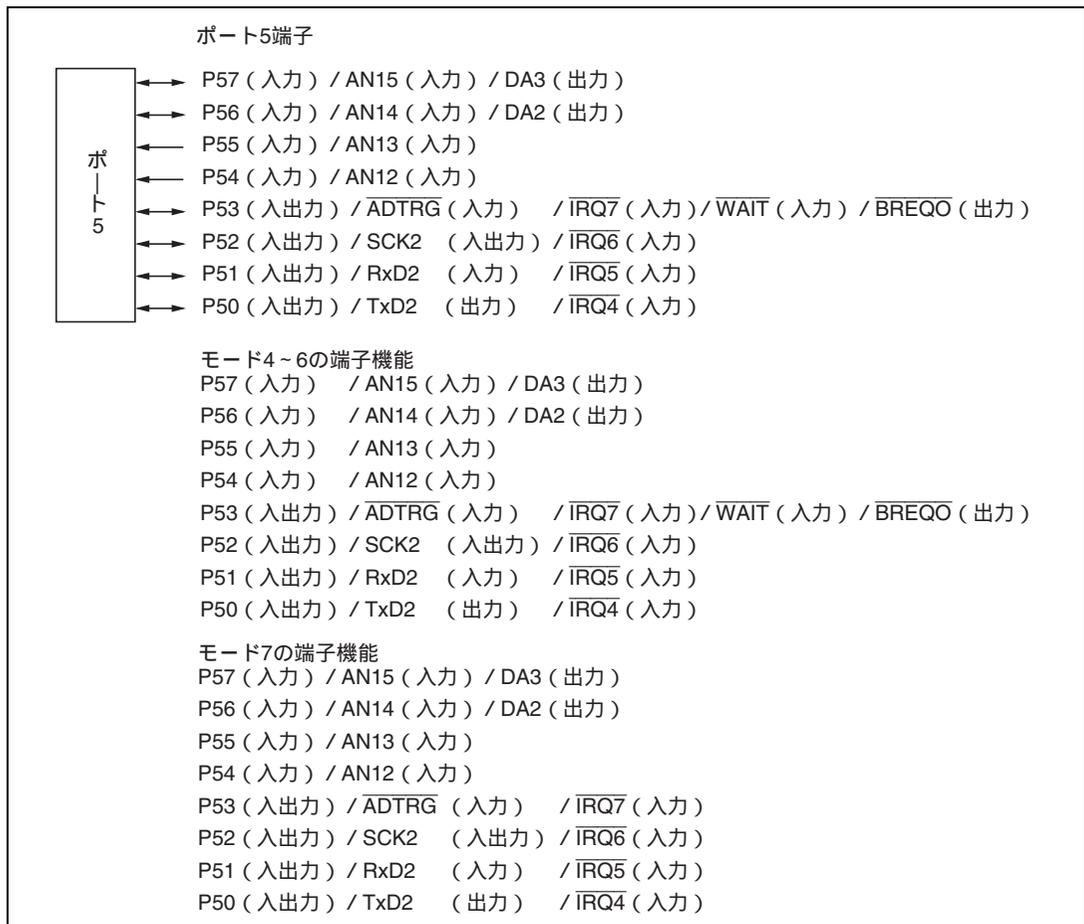


図 9.5 ポート5の端子機能

9.6.2 レジスタ構成

表 9.9 にポート 5 のレジスタ構成を示します。ポート 5 のビット 7~4 は入力専用ポートであり、データディレクションレジスタ、データレジスタはありません。

表 9.9 ポート 5 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
ポート 5 データディレクションレジスタ	P5DDR	W	H'0*2	H'FEB4
ポート 5 データレジスタ	P5DR	R/W	H'0*2	H'FF64
ポート 5 レジスタ	PORT5	R	不定	H'FF54
ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PF2CR2	R/W	H'30	H'FFAC
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 3~0 の値を示しています。

(1) ポート 5 データディレクションレジスタ (P5DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	P53DDR	P52DDR	P51DDR	P50DDR
初期値	不定	不定	不定	不定	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	W	W	W	W

P5DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 5 の各端子の入出力をビットごとに指定します。ビット 7~4 はリザーブビットです。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

P5DDR を 1 にセットすると対応するポート 5 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

P5DDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'0 (ビット 3~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。SCI は初期化されるため、P5DDR、P5DR の指定によって端子状態が決定されます。

(2) ポート 5 データレジスタ (P5DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	P53DR	P52DR	P51DR	P50DR
初期値	不定	不定	不定	不定	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

P5DR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 5 の各端子 (P53~P50) の出力データを格納します。

ビット 7~4 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P5DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'0 (ビット 3~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 5 レジスタ (PORT5)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P57 ~ P50 端子の状態により決定されます。

PORT5 は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 5 の各端子 (P53 ~ P50) の出力データのライトは必ず P5DR に対して行ってください。

ビット 7 ~ 4 は、P5DDR に関係なく、ポート 5 のリードを行うと常に端子の状態が読み出されます。

P5DDR が 1 にセットされているとき、ポート 5 のリードを行うと P5DR の値をリードします。P5DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 5 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT5 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P5DDR、P5DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポートファンクションコントロールレジスタ 2 (PFCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

PFCR2 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCR2 は、リセットまたは、ハードウェアスタンバイモード時に、H'30 に初期化されます。

ビット 7: WAIT ピンセレクト (WAITPS)

$\overline{\text{WAIT}}$ 入力の端子を設定します。DDR ビットを 0 にクリアし BCRL の WAITE ビットを 1 にセットする前に WAITPS ビットを設定してください。

ビット 7	説明
WAITPS	
0	WAIT 入力は P86 端子 (初期値)
1	WAIT 入力は P53 端子

9. I/O ポート

ビット 6 : BREQO ピンセレクト (BREQOPS)

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力の端子を設定します。BCRL の BREQOE ビットを 1 にセットする前に BREQOPS ビットを設定してください。

ビット 6	説明
BREQOPS	
0	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力は PF2 端子 (初期値)
1	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力は P53 端子

ビット 5 : CS167 イネーブル (CS167E)

$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 4 : CS25 イネーブル (CS25E)

$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 3 : AS 出力ディスエーブル (ASOD)

$\overline{\text{AS}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

(5) システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

SYSCR は 8 ビットのリード / ライト可能なレジスタで、割り込み制御モードの選択、 $\overline{\text{LWR}}$ 端子の制御、 $\overline{\text{IRQ4}}$ ~ $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子の切り替え、NMI の検出エッジの選択を行います。SYSCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'01 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 5、4 : 割り込み制御選択モード 1、0 (INTM1、INTM0)

割り込みコントローラの割り込み制御モードを 2 つのモードの中から選択します。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 3 : NMI エッジセレクト (NMIEG)

NMI 端子の入力エッジ選択を行います。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 2 : LWR 出力ディスエーブル (LWROD)

$\overline{\text{LWR}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 1 : IRQ ポート切り替えセレクト (IRQPAS)

$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力ができる端子の切り替えを設定します。 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は必ず一方のポートからの入力となります。

ビット 1 IRQPAS	説明
0	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P94 ~ P97 から入力 (初期値)
1	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P50 ~ P53 から入力

ビット 0 : RAM イネーブル (RAME)

内蔵 RAM の有効または無効を選択します。詳細は「第 18 章 RAM」を参照してください。

9. I/O ポート

9.6.3 端子機能

ポート 5 の各端子は、SCI の入出力端子 (TxD2、RxD2、SCK2)、A/D 変換器の入力端子 ($\overline{\text{ADTRG}}$)、割り込み入力端子 ($\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$)、バス制御信号入出力端子 ($\overline{\text{WAIT}}$ 、 $\overline{\text{BREQO}}$) と兼用になっています。また、ポート 5 の P57 ~ P54 各端子は、A/D 変換器のアナログ入力端子 (AN12 ~ AN15) と D/A 変換器のアナログ出力端子 (DA2、DA3) との兼用になっています。ポート 5 の端子機能を表 9.10 に示します。

表 9.10 ポート 5 の端子機能

端子	選択方法と端子機能									
P57/AN15/ DA3 P56/AN14/ DA2 P55/AN13 P54/AN12	A/D 変換器のアナログ入力端子 (AN12 ~ AN15) と D/A 変換器のアナログ出力端子 (DA2、DA3) との兼用になっています。また P57 ~ 54 にはデータディレクションレジスタはありません。									
P53/ $\overline{\text{ADTRG}}$ / $\overline{\text{IRQ7}}$ / $\overline{\text{WAIT}}$ / $\overline{\text{BREQO}}$	動作モードと A/D コントロールレジスタ (ADCR) の TRGS1 ビット、TRGS0 ビット、および IRQPAS ビット、WAITE ビット、WAITPS ビット、BREQOE ビット、BREQOPS ビット、P53DDR ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。									
	動作モード				モード 4 ~ 6				モード 7	
	[BREQOE・BREQOPS]				0		1		-	
	[WAITE・WAITPS]		0		1		0	1	-	
	P53DDR		0	1	0	1	-	-	0	1
	端子機能		P53 入力 端子	P53 出力 端子	$\overline{\text{WAIT}}$ 入力 端子	設定 禁止	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力 端子	設定 禁止	P53 入力端子	P53 出力端子
	ADTRG 入力端子*1									
	$\overline{\text{IRQ7}}$ 割り込み入力端子*2									
	<p>【注】 *1 TRGS0 = TRGS1 = 0 のとき $\overline{\text{ADTRG}}$ 入力となります。</p> <p>*2 IRQPAS = 1 のとき $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力となります。</p>									

端子	選択方法と端子機能				
P52/SCK2/ $\overline{\text{IRQ6}}$	SCI2 の SMR の $\text{C}/\overline{\text{A}}$ ビット、SCR の CKE0、CKE1 ビットと IRQPAS ビットと P52DDR ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。				
	CKE1		0		1
	$\text{C}/\overline{\text{A}}$		0	1	-
	CKE0		0	1	-
	P52DDR		0	1	-
端子機能	P52		SCK2		SCK2
	入力端子	出力端子	出力端子	出力端子	入力端子
	$\overline{\text{IRQ6}}$ 割り込み入力端子*				
	【注】 * IRQPAS = 1 のとき $\overline{\text{IRQ6}}$ 入力となります。				
P51/RxD2/ $\overline{\text{IRQ5}}$	SCI2 の SCR の RE ビットと IRQPAS ビットと P51DDR ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。				
	RE		0		1
	P51DDR		0	1	
端子機能	P51入力端子		P51出力端子		RxD2入力端子
	$\overline{\text{IRQ5}}$ 割り込み入力端子*				
	【注】 * IRQPAS = 1 のとき $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力となります。				
P50/TxD2/ $\overline{\text{IRQ4}}$	SCI2 の SCR の TE ビットと IRQPAS ビットと P50DDR ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。				
	TE		0		1
	P50DDR		0	1	-
端子機能	P50入力端子		P50出力端子		TxD2出力端子
	$\overline{\text{IRQ4}}$ 割り込み入力端子*				
	【注】 * IRQPAS = 1 のとき $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力となります。				

9.7 ポート6

9.7.1 概要

ポート6は、8ビットの入出力ポートです。ポート6は、割り込み入力端子 ($\overline{IRQ0}$ 、 $\overline{IRQ1}$)、バス制御出力端子 ($\overline{CS4}$ ~ $\overline{CS7}$)と兼用になっています。P65~P62の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。P67、P66、P61、P60の端子機能は動作モードによって切り替わります。また、PFCR2を設定することにより $\overline{CS4}$ ~ $\overline{CS7}$ 出力の許可/禁止の切り替えをすることができます。P67~P64はシュミットトリガ入力です。ポート6の各端子の構成を図9.6に示します。

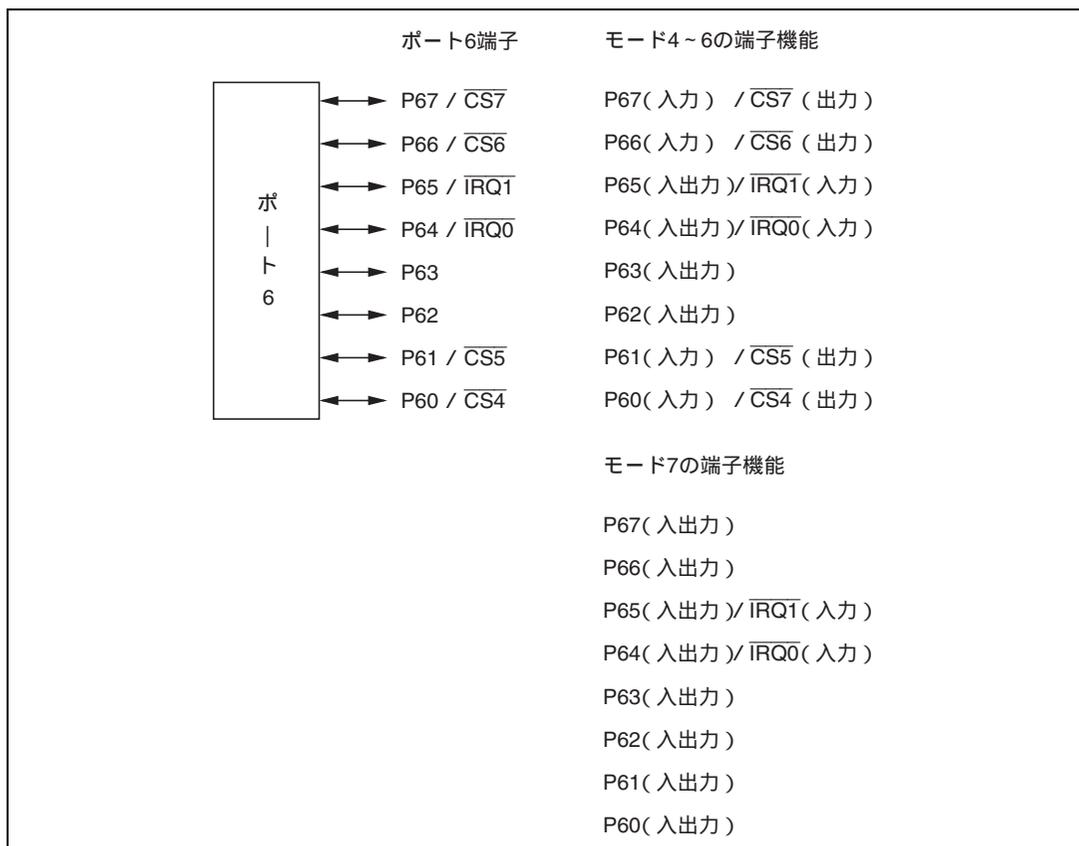


図 9.6 ポート6の端子機能

9.7.2 レジスタ構成

表 9.11 にポート 6 のレジスタ構成を示します。

表 9.11 ポート 6 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート 6 データディレクションレジスタ	P6DDR	W	H'00	H'FEB5
ポート 6 データレジスタ	P6DR	R/W	H'00	H'FF65
ポート 6 レジスタ	PORT6	R	不定	H'FF55
ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30	H'FFAC

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート 6 データディレクションレジスタ (P6DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67DDR	P66DDR	P65DDR	P64DDR	P63DDR	P62DDR	P61DDR	P60DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

P6DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 6 の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

P6DDR を 1 にセットすると対応するポート 6 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

P6DDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(2) ポート 6 データレジスタ (P6DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67DR	P66DR	P65DR	P64DR	P63DR	P62DR	P61DR	P60DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P6DR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 6 の各端子 (P67 ~ P60) の出力データを格納します。

P6DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/O ポート

(3) ポート 6 レジスタ (PORT6)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P67～P60 端子の状態により決定されます。

PORT6 は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 6 の各端子 (P67～P60) の出力データのライトは必ず P6DR に対して行ってください。

P6DDR が 1 にセットされているとき、ポート 6 のリードを行うと P6DR の値をリードします。P6DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 6 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT6 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P6DDR、P6DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポートファンクションコントロールレジスタ 2 (PFCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

PFCR2 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCR2 は、リセットまたは、ハードウェアスタンバイモード時に、H'30 に初期化されます。

ビット 7 : WAIT ピンセレクト (WAITPS)

$\overline{\text{WAIT}}$ 入力端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 6 : BREQO ピンセレクト (BREQOPS)

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 5 : CS167 イネーブル (CS167E)

$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力の許可/禁止を選択します。DDR ビットが 0 の状態で CS167E ビットを切り替えてください。

ビット 5	説明
CS167E	
0	$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力禁止 (I/O ポートとして使用可能)
1	$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力許可 (初期値)

ビット 4 : CS25 イネーブル (CS25E)

$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。DDR ビットが 0 の状態で CS25E ビットを切り替えてください。

ビット 4 CS25E	説明
0	$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力禁止 (I/O ポートとして使用可能)
1	$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力許可 (初期値)

ビット 3 : AS 出力ディスエーブル (ASOD)

$\overline{\text{AS}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 2~0 : リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。

9. I/O ポート

9.7.3 端子機能

ポート6の各端子は、割り込み入力端子 ($\overline{\text{IRQ0}}$ 、 $\overline{\text{IRQ1}}$)、バス制御出力端子 ($\overline{\text{CS4}}$ ~ $\overline{\text{CS7}}$) と兼用になっています。ポート6の端子機能を表9.12に示します。

表 9.12 ポート6の端子機能

端子	選択方法と端子機能						
P67/ $\overline{\text{CS7}}$	P67DDR ビットと CS167E ビットにより、次のように切り替わります。						
	モード	モード4~6				モード7	
	CS167E	0		1		—	
	P67DDR	0	1	0	1	0	1
	端子機能	P67入力端子	P67出力端子	P67入力端子	$\overline{\text{CS7}}$ 出力端子	P67入力端子	P67出力端子
P66/ $\overline{\text{CS6}}$	P66DDR ビットと CS167E ビットにより、次のように切り替わります。						
	モード	モード4~6				モード7	
	CS167E	0		1		—	
	P66DDR	0	1	0	1	0	1
	端子機能	P66入力端子	P66出力端子	P66入力端子	$\overline{\text{CS6}}$ 出力端子	P66入力端子	P66出力端子
P65/ $\overline{\text{IRQ1}}$	P65DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	P65DDR	0			1		
	端子機能	P65入力端子			P65出力端子		
		$\overline{\text{IRQ1}}$ 割り込み入力端子					
P64/ $\overline{\text{IRQ0}}$	P64DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	P64DDR	0			1		
	端子機能	P64入力端子			P64出力端子		
		$\overline{\text{IRQ0}}$ 割り込み入力端子					
P63	P63DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	P63DDR	0			1		
	端子機能	P63入力端子			P63出力端子		

端子	選択方法と端子機能						
P62	P62DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	P62DDR	0				1	
	端子機能	P62入力端子				P62出力端子	
P61/ $\overline{CS5}$	P61DDR ビットと CS25E ビットにより、次のように切り替わります。						
	モード	モード4~6				モード7	
	CS25E	0		1			
	P61DDR	0	1	0	1	0	1
	端子機能	P61 入力端子	P61 出力端子	P61 入力端子	$\overline{CS5}$ 出力端子	P61 入力端子	P61 出力端子
P60/ $\overline{CS4}$	P60DDR ビットと CS25E ビットにより、次のように切り替わります。						
	モード	モード4~6				モード7	
	CS25E	0		1			
	P60DDR	0	1	0	1	0	1
	端子機能	P60 入力端子	P60 出力端子	P60 入力端子	$\overline{CS4}$ 出力端子	P60 入力端子	P60 出力端子

9.8 ポート7

9.8.1 概要

ポート7は、6ビットの入出力ポートです。ポート7は、8ビットタイマの入出力端子（TMRI0、TMCI0、TMO0、TMRI1、TMCI1、TMO1）と兼用になっています。ポート7の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート7はシュミットトリガ入力です。

ポート7の各端子の構成を図9.7に示します。

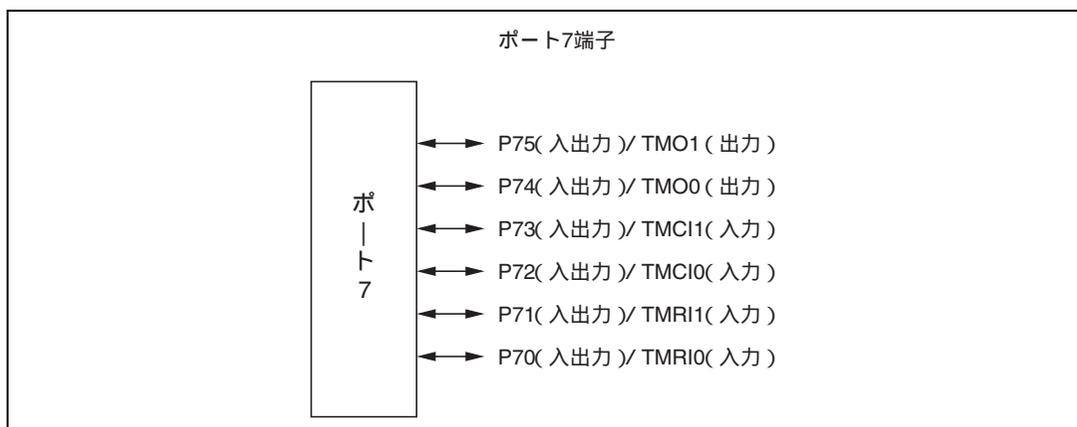


図 9.7 ポート7の端子機能

9.8.2 レジスタ構成

表 9.13 にポート7のレジスタ構成を示します。

表 9.13 ポート2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値*2	アドレス*1
ポート7データディレクションレジスタ	P7DDR	W	H'00	H'FEB6
ポート7データレジスタ	P7DR	R/W	H'00	H'FF66
ポート7レジスタ	PORT7	R	不定	H'FF56

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 5~0 の値を示しています。

(1) ポート7データディレクションレジスタ (P7DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75DDR	P74DDR	P73DDR	P72DDR	P71DDR	P70DDR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	W	W	W	W	W	W

P7DDR は、6 ビットのライト専用レジスタで、ポート 7 の各端子の入出力をビットごとに指定します。ビット 7、6 はリザーブビットです。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されません。

P7DDR を 1 にセットすると対応するポート 7 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 5~0) に初期化されます。また、ソフトウェアスタンバイモードでは、P7DDR は直前の状態を保持します。

(2) ポート 7 データレジスタ (P7DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75DR	P74DR	P73DR	P72DR	P71DR	P70DR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

P7DR は、6 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 7 の各端子 (P75~P70) の出力データを格納します。

ビット 7、6 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P7DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 5~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 7 レジスタ (PORT7)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75	P74	P73	P72	P71	P70
初期値	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	R	R	R	R	R	R

【注】 * P75~P70 端子の状態により決定されます。

PORT7 は、6 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 7 の各端子 (P75~P70) の出力データのライトは必ず P7DR に対して行ってください。

ビット 7、6 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P7DDR が 1 にセットされているとき、ポート 7 のリードを行うと P7DR の値をリードします。P7DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 7 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT7 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P7DDR、P7DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.8.3 端子機能

ポート 7 の各端子は、8 ビットタイマの入出力端子 (TMRI0、TMCI0、TMO0、TMRI1、TMCI1、TMO1) と兼用になっています。ポート 7 の端子機能を表 9.14 に示します。

9. I/O ポート

表 9.14 ポート 7 の端子機能

端子	選択方法と端子機能		
P75/TMO1	8 ビットタイマの TCSR1 の OS3 ~ OS0 ビットと P75DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	OS3 ~ OS0	すべてが0	
	P75DDR	0	1
	端子機能	P75入力端子	P75出力端子
P74/TMO0	8 ビットタイマの TCSR0 の OS3 ~ OS0 ビットと P74DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。		
	OS3 ~ OS0	すべてが0	
	P74DDR	0	1
	端子機能	P74入力端子	P74出力端子
P73/TMCI1	P73DDR ビットにより、次のように切り替わります。 8 ビットタイマの外部クロック入力端子として使用する場合は、TCR1 の CKS2 ~ CKS0 ビットで外部クロックを選択します。		
	P73DDR	0	1
	端子機能	P73入力端子	P73出力端子
	TMCI1入力端子		
P72/TMCI0	P72DDR ビットにより、次のように切り替わります。 8 ビットタイマの外部クロック入力端子として使用する場合は、TCR0 の CKS2 ~ CKS0 ビットで外部クロックを選択します。		
	P72DDR	0	1
	端子機能	P72入力端子	P72出力端子
	TMCI0入力端子		
P71/TMRI1	P71DDR ビットにより、次のように切り替わります。 8 ビットタイマのカウンタリセットとして使用する場合は、TCR1 の CCLR1、CCLR0 ビットをそれぞれ 1 にセットします。		
	P71DDR	0	1
	端子機能	P71入力端子	P71出力端子
	TMRI1入力端子		
P70/TMRI0	P70DDR ビットにより、次のように切り替わります。 8 ビットタイマのカウンタリセットとして使用する場合は、TCR0 の CCLR1、CCLR0 ビットをそれぞれ 1 にセットします。		
	P70DDR	0	1
	端子機能	P70入力端子	P70出力端子
	TMRI0入力端子		

9.9 ポート 8

9.9.1 概要

ポート 8 は、7 ビットの入出力ポートです。ポート 8 は、DMAC の入出力端子 ($\overline{DREQ0}$ 、 $\overline{TEND0}$ 、 $\overline{DACK0}$ 、 $\overline{DREQ1}$ 、 $\overline{TEND1}$ 、 $\overline{DACK1}$)、バス制御信号入力端子 (\overline{WAIT}) と兼用になっています。ポート 8 の各端子の構成を図 9.8 に示します。



図 9.8 ポート 8 の端子機能

9.9.2 レジスタ構成

表 9.15 にポート 8 のレジスタ構成を示します。

表 9.15 ポート 8 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値*2	アドレス*1
ポート 8 データディレクションレジスタ	P8DDR	W	H'00	H'FEB7
ポート 8 データレジスタ	P8DR	R/W	H'00	H'FF67
ポート 8 レジスタ	PORT8	R	不定	H'FF57
ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30	H'FFAC

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 6～0 の値を示しています。

9. I/O ポート

(1) ポート 8 データディレクションレジスタ (P8DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86DDR	P85DDR	P84DDR	P83DDR	P82DDR	P81DDR	P80DDR
初期値	不定	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	W	W	W	W	W	W	W

P8DDR は、7 ビットのライト専用レジスタで、ポート 8 の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。ビット 7 はリザーブビットです。

P8DDR を 1 にセットすると対応するポート 8 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 6~0) に初期化されます。また、ソフトウェアスタンバイモードでは、P8DDR は直前の状態を保持します。

(2) ポート 8 データレジスタ (P8DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86DR	P85DR	P84DR	P83DR	P82DR	P81DR	P80DR
初期値	不定	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	R/W						

P8DR は、7 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 8 の各端子 (P86~P80) の出力データを格納します。

ビット 7 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P8DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 6~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 8 レジスタ (PORT8)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86	P85	P84	P83	P82	P81	P80
初期値	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * P86~P80 端子の状態により決定されます。

PORT8 は、7 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 8 の各端子 (P86~P80) の出力データのライトは必ず P8DR に対して行ってください。

ビット 7 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P8DDR が 1 にセットされているとき、ポート 8 のリードを行うと P8DR の値をリードします。P8DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 8 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT8 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P8DDR、P8DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポートファンクションコントロールレジスタ 2 (PFCCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

PFCCR2 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCCR2 は、リセットまたは、ハードウェアスタンバイモード時に、H'30 に初期化されます。

ビット 7 : WAIT ピンセレクト (WAITPS)

$\overline{\text{WAIT}}$ 入力の端子を設定します。DDR ビットを 0 にクリアし、BCRL の WAITE ビットを 1 にセットする前に WAITPS ビットを設定してください。

ビット 7	説明
WAITPS	
0	$\overline{\text{WAIT}}$ 入力は P86 端子 (初期値)
1	$\overline{\text{WAIT}}$ 入力は P53 端子

ビット 6 : BREQO ピンセレクト (BREQOPS)

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力の端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」、「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 5 : CS167 イネーブル (CS167E)

$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力の許可/禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 4 : CS25 イネーブル (CS25E)

$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力の許可/禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 3 : AS 出力ディスエーブル (ASOD)

$\overline{\text{AS}}$ 出力の許可/禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 2~0 : リザーブビット

リードすると、常に 0 が読み出されます。

9. I/O ポート

9.9.3 端子機能

ポート 8 の各端子は、DMAC の入出力端子($\overline{\text{DREQ0}}$ 、 $\overline{\text{TEND0}}$ 、 $\overline{\text{DACK0}}$ 、 $\overline{\text{DREQ1}}$ 、 $\overline{\text{TEND1}}$ 、 $\overline{\text{DACK1}}$)、バス制御信号入力端子 ($\overline{\text{WAIT}}$) と兼用になっています。ポート 8 の端子機能を表 9.16 に示します。

表 9.16 ポート 8 の端子機能

端子	選択方法と端子機能			
P86/ $\overline{\text{WAIT}}$	動作モードと WAITE ビット、WAITPS ビットおよび P86DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。			
	動作モード	モード4~6		モード7
	[WAITE・WAITPS]	0	1	-
	P86DDR	0	1	0
端子機能	P86 入力端子	P86 出力端子	$\overline{\text{WAIT}}$ 入力端子 禁止	P86 出力端子
P85/ $\overline{\text{DACK1}}$	DMABCRH の SAE1 ビットと P85DDR ビットにより、次のように切り替わります。			
	SAE1	0		1
	P85DDR	0	1	
	端子機能	P85入力端子		P85出力端子
P84/ $\overline{\text{DACK0}}$	DMABCRH の SAE0 ビットと P84DDR ビットにより、次のように切り替わります。			
	SAE0	0		1
	P84DDR	0	1	
	端子機能	P84入力端子		P84出力端子
P83/ $\overline{\text{TEND1}}$	DMAC の DMATCR の TEE1 ビットと P83DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。			
	TEE1	0		1
	P83DDR	0	1	
	端子機能	P83入力端子		P83出力端子
P82/ $\overline{\text{TEND0}}$	DMAC の DMATCR の TEE0 ビットと P82DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。			
	TEE0	0		1
	P82DDR	0	1	
	端子機能	P82入力端子		P82出力端子

端子	選択方法と端子機能		
P81/ $\overline{\text{DREQ1}}$	P81DDR ビットにより、次のように切り替わります。		
	P81DDR	0	1
	端子機能	P81入力端子	P81出力端子
	$\overline{\text{DREQ1}}$ 入力端子		
P80/ $\overline{\text{DREQ0}}$	P80DDR ビットにより、次のように切り替わります。		
	P80DDR	0	1
	端子機能	P80入力端子	P80出力端子
	$\overline{\text{DREQ0}}$ 入力端子		

9.10 ポート 9

9.10.1 概要

ポート9は、6ビットの入出力ポートです。ポート9は、割り込み入力端子 ($\overline{\text{IRQ2}}$ 、 $\overline{\text{IRQ3}}$ 、 $\overline{\text{IRQ4}}$ 、 $\overline{\text{IRQ5}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{IRQ7}}$) と兼用になっています。IRQPAS ビットを1にセットすると $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力が P50 ~ P53 へ切り替わります。ポート9の端子機能はいずれの動作モードでも共通です。ポート9はシュミットトリガ入力です。ポート9の各端子の構成を図9.9に示します。

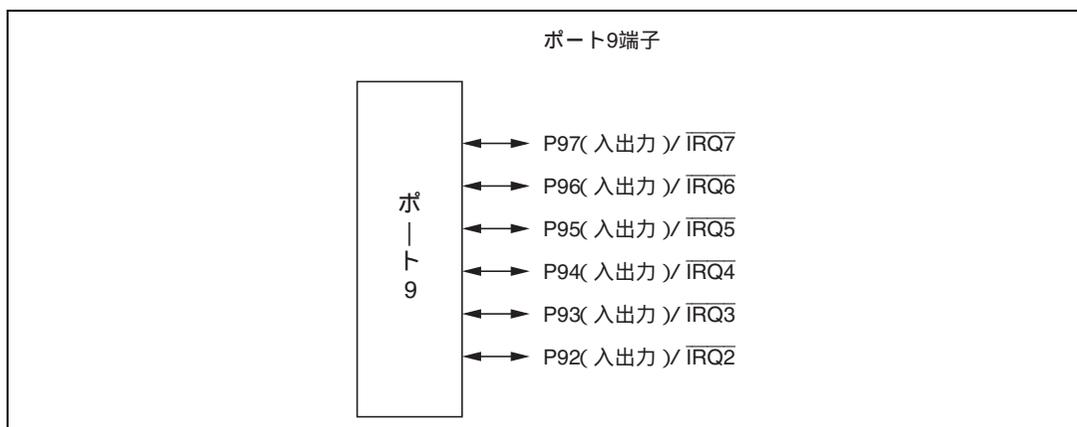


図 9.9 ポート 9 の端子機能

9.10.2 レジスタ構成

表 9.17 にポート9のレジスタ構成を示します。

表 9.17 ポート 9 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス ^{*1}
ポート 9 データディレクションレジスタ	P9DDR	W	H'00 ^{*2}	H'FEB8
ポート 9 データレジスタ	P9DR	R/W	H'00 ^{*2}	H'FF68
ポート 9 レジスタ	PORT9	R	不定	H'FF58
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 7 ~ 2 の値を示しています。

(1) ポート 9 データディレクションレジスタ (P9DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97DDR	P96DDR	P95DDR	P94DDR	P93DDR	P92DDR	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	不定	不定
R/W	W	W	W	W	W	W	-	-

P9DDR は、6 ビットのライト専用レジスタで、ポート 9 の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。ビット 1、0 はリザーブビットです。

P9DDR を 1 にセットすると対応するポート 9 の各端子は出力となり、0 にクリアすると入力になります。

リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 7~2) に初期化されます。また、ソフトウェアスタンバイモードでは、P9DDR は直前の状態を保持します。

(2) ポート 9 データレジスタ (P9DR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97DR	P96DR	P95DR	P94DR	P93DR	P92DR	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	不定	不定
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-

P9DR は、6 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート 9 の各端子 (P97 ~ P92) の出力データを格納します。

ビット 1、0 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P9DR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 (ビット 7~2) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート 9 レジスタ (PORT9)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97	P96	P95	P94	P93	P92	-	-
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	不定	不定
R/W	R	R	R	R	R	R	-	-

【注】 * P97 ~ P92 端子の状態により決定されます。

PORT9 は、6 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート 9 の各端子 (P97 ~ P92) の出力データのライトは必ず P9DR に対して行ってください。

ビット 1、0 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

P9DDR が 1 にセットされているとき、ポート 9 のリードを行うと P9DR の値をリードします。P9DDR が 0 にクリアされているとき、ポート 9 のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORT9 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、P9DDR、P9DR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME
初期値	0	0	0	0	0	0	0	1
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

9. I/O ポート

SYSCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、割り込み制御モードの選択、 $\overline{\text{LWR}}$ 端子の制御、 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子の切り替え、NMI の検出エッジの選択を行います。SYSCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'01 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 5、4 : 割り込み制御選択モード 1、0 (INTM1、INTM0)

割り込みコントローラの割り込み制御モードを 2 つのモードの中から選択します。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 3 : NMI エッジセレクト (NMIEG)

NMI 端子の入力エッジ選択を行います。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 2 : LWR 出力ディスエーブル (LWROD)

$\overline{\text{LWR}}$ 出力の許可/禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 1 : IRQ ポート切り替えセレクト (IRQPAS)

$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力ができる端子の切り替えを設定します。 $\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は必ず一方のポートからの入力となります。

ビット 1	説明
IRQPAS	
0	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P94 ~ P97 から入力 (初期値)
1	$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力は、P50 ~ P53 から入力

ビット 0 : RAM イネーブル (RAME)

内蔵 RAM の有効または無効を選択します。詳細は「第 18 章 RAM」を参照してください。

9.10.3 端子機能

ポート 9 の各端子は、割り込み入出力端子 ($\overline{\text{IRQ2}}$ 、 $\overline{\text{IRQ3}}$ 、 $\overline{\text{IRQ4}}$ 、 $\overline{\text{IRQ5}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{IRQ7}}$) と兼用になっています。ポート 9 の端子機能を表 9.18 に示します。

表 9.18 ポート 9 の端子機能

端子	選択方法と端子機能		
P97/ $\overline{\text{IRQ7}}$	P97DDR ビットと IRQPAS ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。		
	P97DDR	0	1
	端子機能	P97入力端子	P97出力端子
	$\overline{\text{IRQ7}}$ 割り込み入力端子*1		
	【注】 *1 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力となります。		
P96/ $\overline{\text{IRQ6}}$	P96DDR ビットと IRQPAS ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。		
	P96DDR	0	1
	端子機能	P96入力端子	P96出力端子
	$\overline{\text{IRQ6}}$ 割り込み入力端子*2		
	【注】 *2 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ6}}$ 入力となります。		
P95/ $\overline{\text{IRQ5}}$	P95DDR ビットと IRQPAS ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。		
	P95DDR	0	1
	端子機能	P95入力端子	P95出力端子
	$\overline{\text{IRQ5}}$ 割り込み入力端子*3		
	【注】 *3 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力となります。		
P94/ $\overline{\text{IRQ4}}$	P94DDR ビットと IRQPAS ビットの組み合わせにより次のように切り替わります。		
	P94DDR	0	1
	端子機能	P94入力端子	P94出力端子
	$\overline{\text{IRQ4}}$ 割り込み入力端子*4		
	【注】 *4 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力となります。		
P93/ $\overline{\text{IRQ3}}$	P93DDR ビットにより次のように切り替わります。		
	P93DDR	0	1
	端子機能	P93入力端子	P93出力端子
	$\overline{\text{IRQ3}}$ 割り込み入力端子*5		
	【注】 *5 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力となります。		
P92/ $\overline{\text{IRQ2}}$	P92DDR ビットにより次のように切り替わります。		
	P92DDR	0	1
	端子機能	P92入力端子	P92出力端子
	$\overline{\text{IRQ2}}$ 割り込み入力端子*6		
	【注】 *6 IRQPAS = 0のとき $\overline{\text{IRQ2}}$ 入力となります。		

9.11 ポート A

9.11.1 概要

ポート A は、8 ビットの入出力ポートです。ポート A は、アドレスバス出力と兼用になっています。動作モードによって端子機能が切り替わります。PFCR1 の A23E ~ A20E ビットの設定によって、アドレス出力とするか、ポート出力にするか選択できます。

ポート A は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS が内蔵されています。また、PA7 ~ PA4 はシュミットトリガ入力です。

ポート A の各端子の構成を図 9.10 に示します。

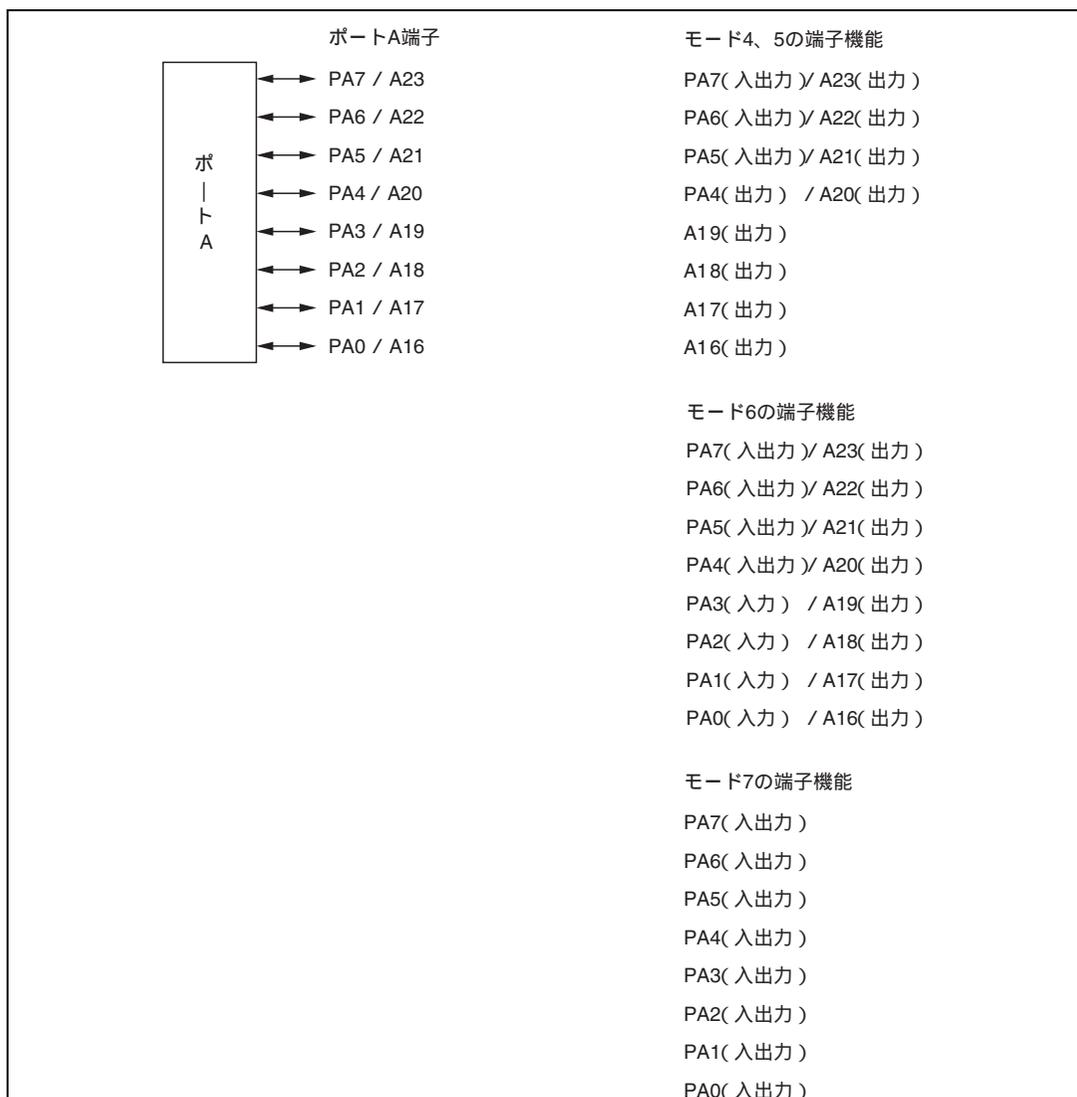


図 9.10 ポート A の端子機能

9.11.2 レジスタ構成

表 9.19 にポート A のレジスタ構成を示します。

表 9.19 ポート A レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	W	H'00	H'FEB9
ポート A データレジスタ	PADR	R/W	H'00	H'FF69
ポート A レジスタ	PORTA	R	不定	H'FF59
ポート A ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PAPCR	R/W	H'00	H'FF70
ポート A オープンドレイン コントロールレジスタ	PAODR	R/W	H'00	H'FF77
ポートファンクションコントロールレジスタ 1	PFCR1	R/W	H'0F	H'FF45

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート A データディレクションレジスタ (PADDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PADDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート A の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PADDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PADDR は直前の状態を保持します。ソフトウェアスタンバイモードに遷移したとき、アドレス出力端子は出力状態を保持するか、ハイインピーダンス状態とするかを、SBYCR の OPE ビットで選択します。

(2) ポート A データレジスタ (PADR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7DR	PA6DR	PA5DR	PA4DR	PA3DR	PA2DR	PA1DR	PA0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PADR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート A の各端子 (PA7~PA0) の出力データを格納します。

PADR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/O ポート

(3) ポート A レジスタ (PORTA)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PA7～PA0 端子の状態により決定されます。

PORTA は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート A の各端子 (PA7～PA0) の出力データのライトは必ず PADDR に対して行ってください。

PADDR が 1 にセットされているとき、ポート A のリードを行うと PADDR の値をリードします。PADDR が 0 にクリアされているとき、ポート A のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTA は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PADDR、PADDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポート A プルアップ MOS コントロールレジスタ (PAPCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7PCR	PA6PCR	PA5PCR	PA4PCR	PA3PCR	PA2PCR	PA1PCR	PA0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PAPCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート A に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御します。

モード 6、7 ではすべてのビット、モード 4、5 ではビット 7～5 が有効です。PADDR を 0 にクリアした (入力ポート) 状態で、PAPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンします。

PAPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(5) ポート A オープンドレインコントロールレジスタ (PAODR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7ODR	PA6ODR	PA5ODR	PA4ODR	PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PAODR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート A の各端子 (PA7～PA0) の PMOS のオン/オフを制御します。

PAODR は、モード 7 でのみ有効です。モード 4～6 では 1 にセットしないでください。

PAODR を 1 にセットするとポート A の各端子は NMOS オープンドレイン出力となり、0 にクリアすると CMOS 出力となります。

PAODR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(6) ポートファンクションコントロールレジスタ 1 (PFCR1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	A23E	A22E	A21E	A20E
初期値	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PFCR1 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCR1 は、リセット、またはハードウェアスタンバイモード時に、H'0F に初期化されます。

ビット 7~4: リザーブビット

0 をライトしてください。

ビット 3: アドレス 23 イネーブル (A23E)

アドレス出力 23 (A23) の出力許可/禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 3	説明
A23E	
0	PA7DDR = 1 で DR を出力
1	PA7DDR = 1 で A23 を出力 (初期値)

ビット 2: アドレス 22 イネーブル (A22E)

アドレス出力 22 (A22) の出力許可/禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 2	説明
A22E	
0	PA6DDR = 1 で DR を出力
1	PA6DDR = 1 で A22 を出力 (初期値)

ビット 1: アドレス 21 イネーブル (A21E)

アドレス出力 21 (A21) の出力許可/禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 1	説明
A21E	
0	PA5DDR = 1 で DR を出力
1	PA5DDR = 1 で A21 を出力 (初期値)

9. I/O ポート

ビット 0 : アドレス 20 イネーブル (A20E)

アドレス出力 20 (A20) の出力許可 / 禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 0	説明
A20E	
0	PA4DDR = 1 で DR を出力
1	PA4DDR = 1 で A20 を出力 (初期値)

9.11.3 端子機能

ポート A の各端子は、アドレス出力と、入出力ポートと兼用になっています。ポート A の端子機能を表 9.20 に示します。

表 9.20 ポート A の端子機能

端子	選択と端子機能										
PA7/A23	動作モードと A23E ビットと PADDR ビットにより次のように切り替わります。										
	動作モード	モード4、5、6					モード7				
	A23E	0		1			-				
	PA7DDR	0	1	0	1	0	1	0	1		
	端子機能	PA7入力端子	PA7出力端子	PA7入力端子	A23出力端子	PA7入力端子	PA7出力端子*				
【注】 * PA7ODR = 1 のとき、NMOSオープンドレイン出力になります。											
PA6/A22	動作モードと A22E ビットと PADDR ビットにより次のように切り替わります。										
	動作モード	モード4、5、6					モード7				
	A22E	0		1			-				
	PA6DDR	0	1	0	1	0	1	0	1		
	端子機能	PA6入力端子	PA6出力端子	PA6入力端子	A22出力端子	PA6入力端子	PA6出力端子*				
【注】 * PA6ODR = 1 のとき、NMOSオープンドレイン出力になります。											
PA5/A21	動作モードと A21E ビットと PADDR ビットにより次のように切り替わります。										
	動作モード	モード4、5、6					モード7				
	A21E	0		1			-				
	PA5DDR	0	1	0	1	0	1	0	1		
	端子機能	PA5入力端子	PA5出力端子	PA5入力端子	A21出力端子	PA5入力端子	PA5出力端子*				
【注】 * PA5ODR = 1 のとき、NMOSオープンドレイン出力になります。											
PA4/A20	動作モードと A20E ビットと PADDR ビットにより次のように切り替わります。										
	動作モード	モード4、5			モード6				モード7		
	A20E	0	1	-	0	1	0	1	0	1	
	PA4DDR	0	1	-	0	1	0	1	0	1	
	端子機能	設定禁止	PA4出力端子	A20出力端子	PA4入力端子	PA4出力端子	PA4入力端子	A20出力端子	PA4入力端子	PA4出力端子*	
【注】 * PA4ODR = 1 のとき、NMOSオープンドレイン出力になります。											

9. I/O ポート

端子	選択と端子機能					
PA3/A19 PA2/A18 PA1/A17 PA0/A16	動作モードと PADDR ビットにより次のように切り替わります。					
動作モード	モード4、5	モード6		モード7		
PAnDDR	-	0	1	0	1	
端子機能	アドレス 出力端子	PAn入力 端子*1	Am出力 端子*1	PAn入力 端子*1	PAn出力 端子*1*2	
<p>【注】 *1 n = 0 ~ 3、m = 16 ~ 19</p> <p>*2 PAnODR = 1 のとき、PAn出力はNMOSオープンドレイン出力になります。</p>						

9.11.4 入力プルアップ MOS

ポート A は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。この入力プルアップ MOS は、モード 4、5 のときは PA7 ~ PA5 端子が使用でき、モード 6、7 のときはいずれの端子も使用できます。入力プルアップ MOS は、ビット単位でオン/オフを指定できます。

PADDR を 0 にクリアした状態で、PAPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンとなります。

入力プルアップ MOS は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時にはオフします。ソフトウェアスタンバイモード時には直前の状態を保持します。

入力プルアップ MOS の状態を表 9.21 に示します。

表 9.21 入力プルアップ MOS の状態 (ポート A)

モード		リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	その他の 動作時
6、7	PA7 ~ PA0	OFF			ON/OFF
4、5	PA7 ~ PA5				ON/OFF
	PA4 ~ PA0				OFF

【記号説明】

OFF : 入力プルアップ MOS は、常にオフ状態です。

ON/OFF : PADDR = 0 かつ PAPCR = 1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

9.12 ポート B

9.12.1 概要

ポート B は、8 ビットの入出力ポートです。ポート B は、アドレスバス出力機能を持っており、動作モードによって端子機能が切り替わります。

ポート B は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS が内蔵されています。

ポート B の各端子の構成を図 9.11 に示します。

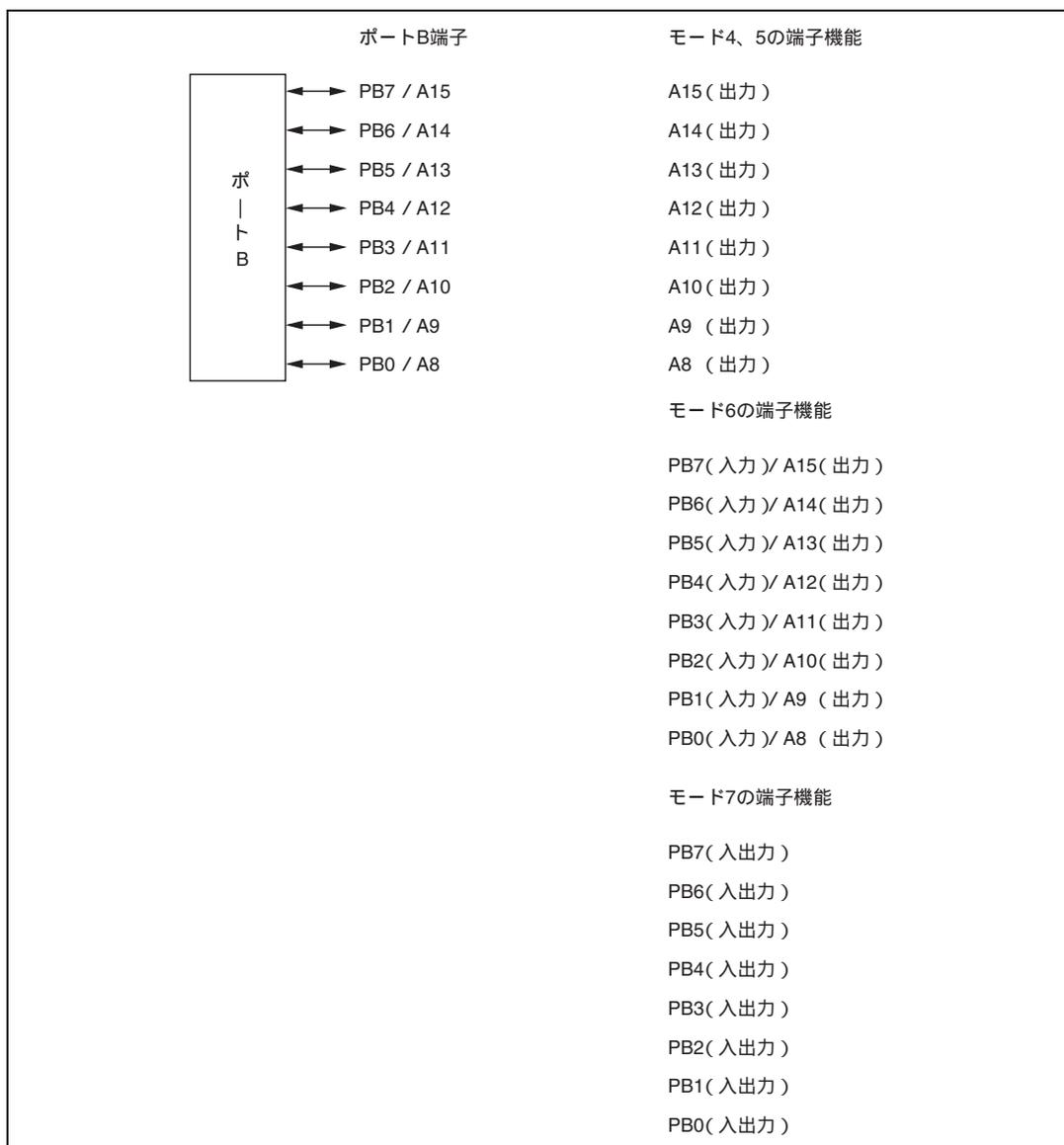


図 9.11 ポート B の端子機能

9.12.2 レジスタ構成

表 9.22 にポート B のレジスタ構成を示します。

表 9.22 ポート B レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	W	H'00	H'FEBA
ポート B データレジスタ	PBDR	R/W	H'00	H'FF6A
ポート B レジスタ	PORTB	R	不定	H'FF5A
ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ	PBPCR	R/W	H'00	H'FF71

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PBDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート B の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PBDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PBDDR は直前の状態を保持します。ソフトウェアスタンバイモードに遷移したとき、アドレス出力端子は出力状態を保持するか、ハイインピーダンス状態とするかを、SBYCR の OPE ビットで選択します。

(a) モード 4、5

PBDDR にかかわらず、対応するポート B の各端子はアドレス出力となります。

(b) モード 6

PBDDR を 1 にセットすると対応するポート B の各端子はアドレス出力となり、0 にクリアすると入力ポートになります。

(c) モード 7

PBDDR を 1 にセットすると対応するポート B の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。

(2) ポート B データレジスタ (PBDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7DR	PB6DR	PB5DR	PB4DR	PB3DR	PB2DR	PB1DR	PB0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

9. I/O ポート

PBDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート B の各端子 (PB7~PB0) の出力データを格納します。

PBDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート B レジスタ (PORTB)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PB7~PB0 端子の状態により決定されます。

PORTB は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート B の各端子 (PB7~PB0) の出力データのライトは必ず PBDR に対して行ってください。

PBDDR が 1 にセットされているとき、ポート B のリードを行うと PBDR の値をリードします。PBDDR が 0 にクリアされているとき、ポート B のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTB は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PBDDR、PBDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ (PBPCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7PCR	PB6PCR	PB5PCR	PB4PCR	PB3PCR	PB2PCR	PB1PCR	PB0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PBPCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート B に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御します。

モード 6、7 では、PBDDR を 0 にクリアした (入力ポート) 状態で、PBPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンします。

PBPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.12.3 モード別端子機能

(1) モード 4、5

モード 4、5 のとき、ポート B は自動的にアドレス出力になります。
ポート B の端子機能を図 9.12 に示します。

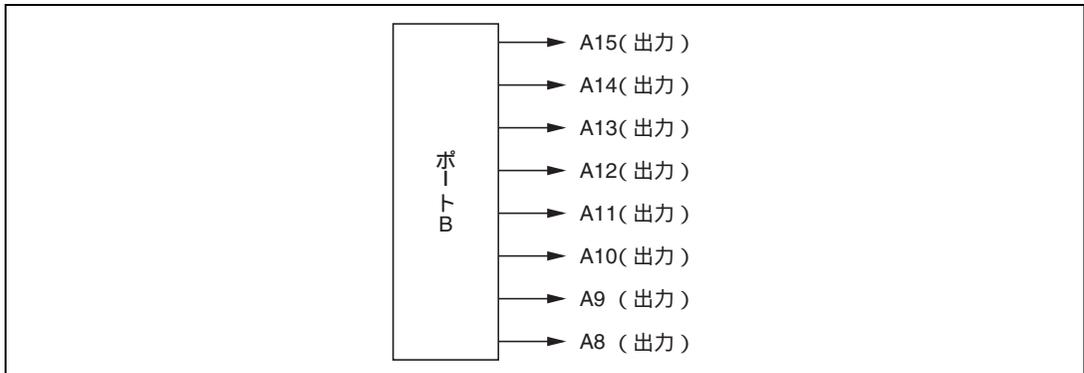


図 9.12 ポート B の端子機能 (モード 4、5)

(2) モード 6

モード 6 のとき、ポート B はアドレス出力、または入力ポートとして機能し、ビット単位で入出力を指定可能です。PBDDR の各ビットを 1 にセットすると対応する端子はアドレス出力になり、0 にクリアすると入力ポートになります。

ポート B の端子機能を図 9.13 に示します。

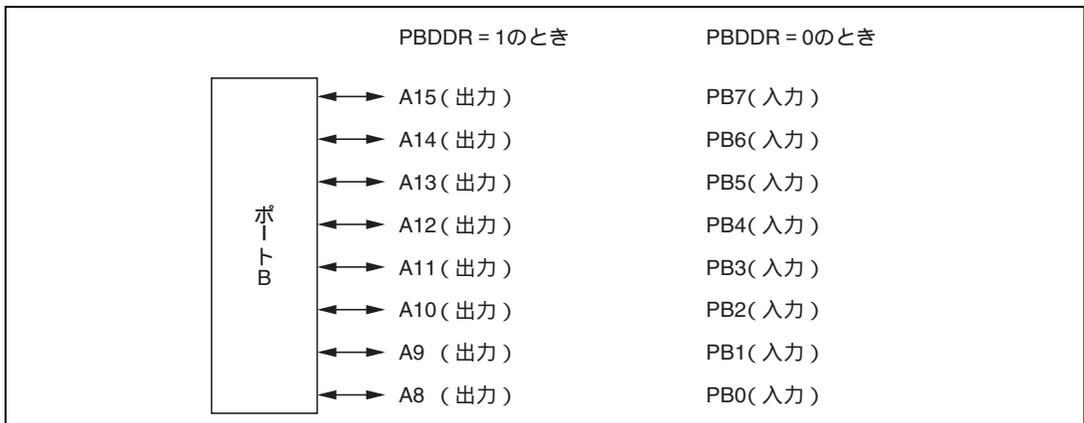


図 9.13 ポート B の端子機能 (モード 6)

9. I/O ポート

(3) モード 7

モード 7 のとき、ポート B は入出力ポートとして機能し、各端子はビット単位で入出力を指定可能です。PBDDR の各ビットを 1 にセットすると対応する端子は出力ポートになり、0 にクリアすると入力ポートになります。

ポート B の端子機能を図 9.14 に示します。

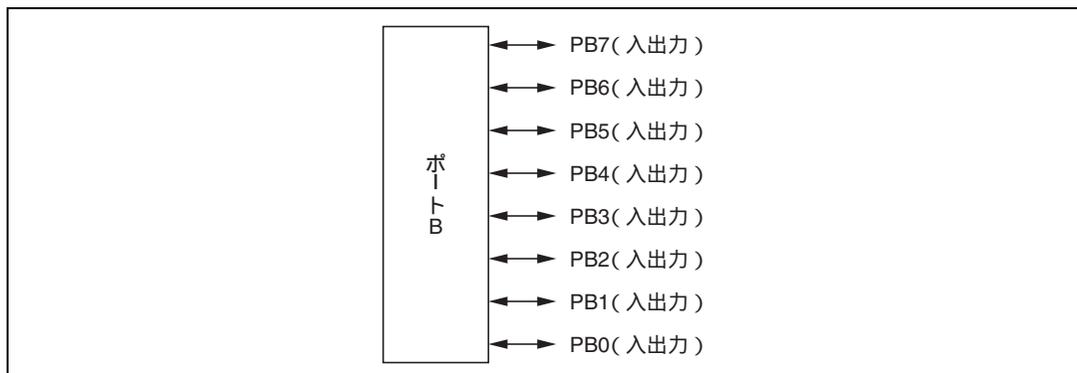


図 9.14 ポート B の端子機能 (モード 7)

9.12.4 入力プルアップ MOS

ポート B は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。この入力プルアップ MOS はモード 6、7 のときに使用でき、ビット単位でオン/オフを指定できます。

モード 6、7 のとき、PBDDR を 0 にクリアした状態で、PBPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンとなります。

入力プルアップ MOS は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードではオフします。ソフトウェアスタンバイモードでは直前の状態を保持します。

入力プルアップ MOS の状態を表 9.23 に示します。

表 9.23 入力プルアップ MOS の状態 (ポート B)

モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	その他の 動作時
4、5	OFF			OFF
6、7				ON/OFF

【記号説明】

OFF : 入力プルアップ MOS は、常にオフ状態です。

ON/OFF : PBDDR = 0 かつ PBPCR = 1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

9.13 ポート C

9.13.1 概要

ポート C は、8 ビットの入出力ポートです。ポート C は、アドレスバス出力機能を持っており、動作モードによって端子機能が切り替わります。

ポート C は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS が内蔵されています。

ポート C の各端子の構成を図 9.15 に示します。

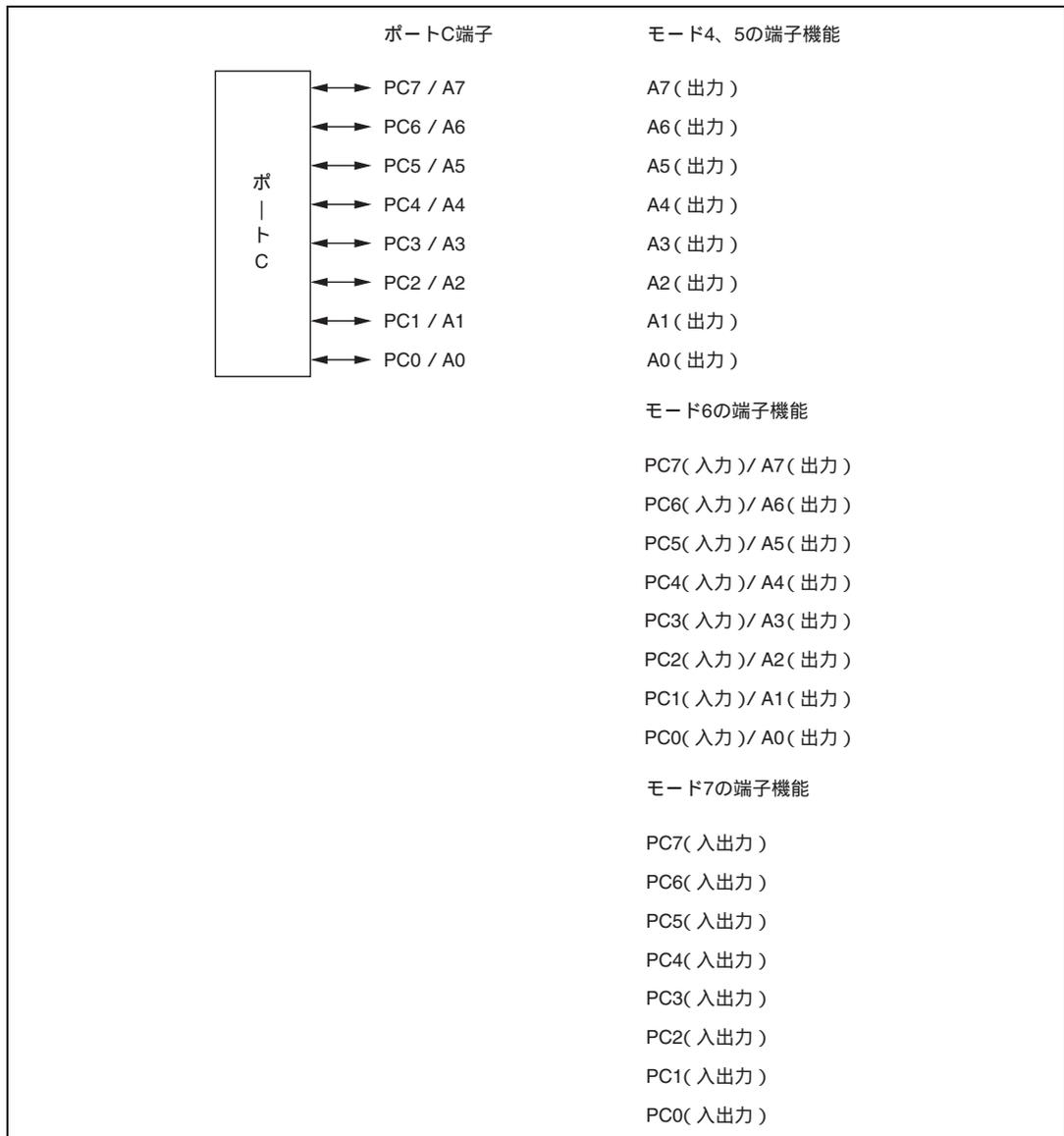


図 9.15 ポート C の端子機能

9.13.2 レジスタ構成

表 9.24 にポート C のレジスタ構成を示します。

表 9.24 ポート C レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート C データディレクションレジスタ	PCDDR	W	H'00	H'FEBB
ポート C データレジスタ	PCDR	R/W	H'00	H'FF6B
ポート C レジスタ	PORTC	R	不定	H'FF5B
ポート C ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PCPCR	R/W	H'00	H'FF72

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート C データディレクションレジスタ (PCDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PCDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート C の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PCDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PCDDR は直前の状態を保持します。ソフトウェアスタンバイモードに遷移したとき、アドレス出力端子は出力状態を保持するか、ハイインピーダンス状態とするかを、SBYCR の OPE ビットで選択します。

(a) モード 4、5

PCDDR にかかわらず、対応するポート C の各端子はアドレス出力となります。

(b) モード 6

PCDDR を 1 にセットすると対応するポート C の各端子はアドレス出力となり、0 にクリアすると入力ポートになります。

(c) モード 7

PCDDR を 1 にセットすると対応するポート C の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。

(2) ポート C データレジスタ (PCDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7DR	PC6DR	PC5DR	PC4DR	PC3DR	PC2DR	PC1DR	PC0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PCDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート C の各端子 (PC7~PC0) の出力データを格納します。

PCDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート C レジスタ (PORTC)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PC7~PC0 端子の状態により決定されます。

PORTC は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート C の各端子 (PC7~PC0) の出力データのライトは必ず PCDR に対して行ってください。

PCDDR が 1 にセットされているとき、ポート C のリードを行うと PCDR の値をリードします。PCDDR が 0 にクリアされているとき、ポート C のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTC は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PCDDR、PCDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポート C プルアップ MOS コントロールレジスタ (PCPCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7PCR	PC6PCR	PC5PCR	PC4PCR	PC3PCR	PC2PCR	PC1PCR	PC0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PCPCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート C に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御します。

モード 6、7 では、PCDDR を 0 にクリアした (入力ポート) 状態で、PCPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンします。

PCPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.13.3 モード別端子機能

(1) モード4、5

モード4、5のとき、ポートCは自動的にアドレス出力になります。
ポートCの端子機能を図9.16に示します。

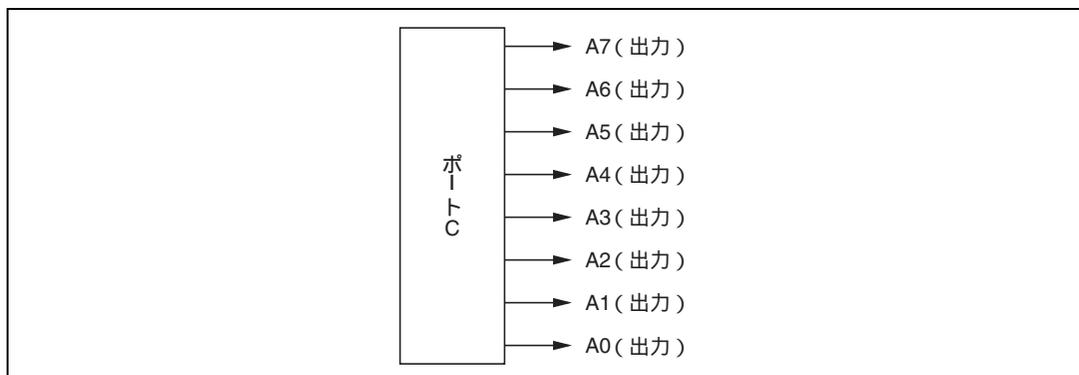


図 9.16 ポートCの端子機能（モード4、5）

(2) モード6

モード6のとき、ポートCはアドレス出力、または入力ポートとして機能し、ビット単位で入出力を指定可能です。PCDDRの各ビットを1にセットすると対応する端子はアドレス出力になり、0にクリアすると入力ポートになります。

ポートCの端子機能を図9.17に示します。

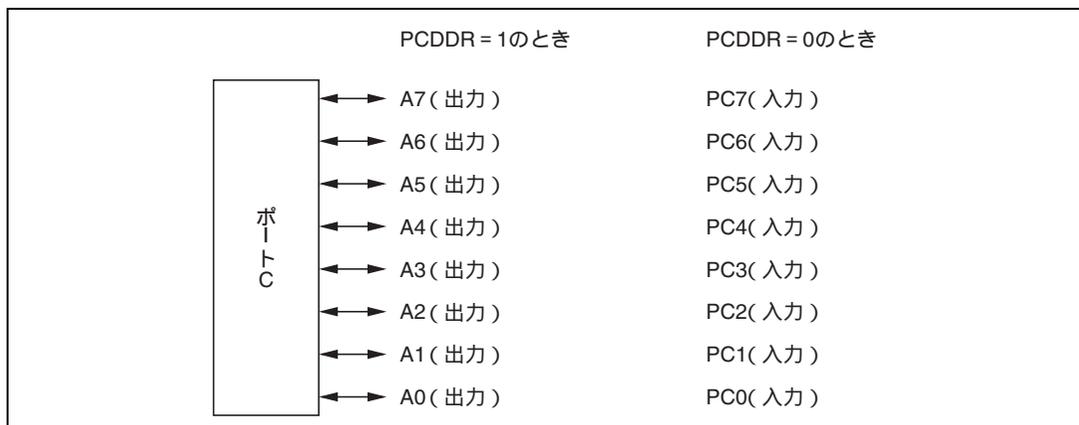


図 9.17 ポートCの端子機能（モード6）

(3) モード7

モード7のとき、ポートCは入出力ポートとして機能し、各端子はビット単位で入出力を指定可能です。PCDDRの各ビットを1にセットすると対応する端子は出力ポートになり、0にクリアすると入力ポートになります。

ポートCの端子機能を図9.18に示します。

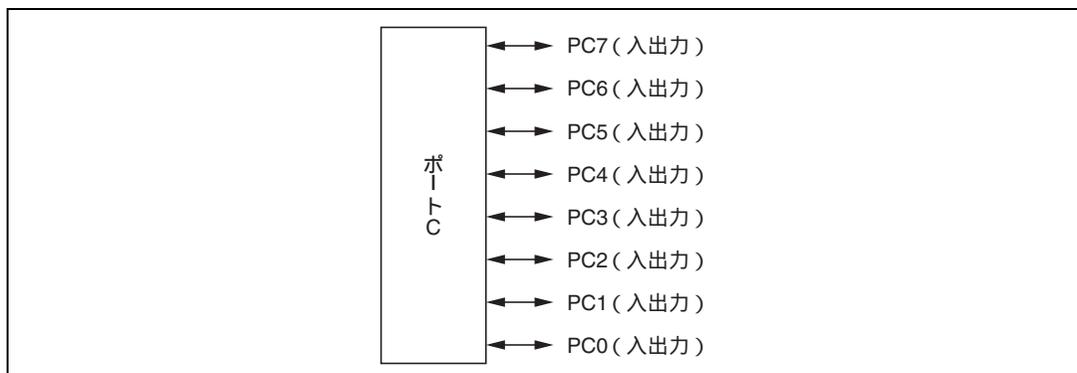


図 9.18 ポートCの端子機能（モード7）

9.13.4 入力プルアップMOS

ポートCは、プログラムで制御可能な入力プルアップMOSを内蔵しています。この入力プルアップMOSはモード6、7のときに使用でき、ビット単位でオン/オフを指定できます。

モード6、7のとき、PCDDRを0にクリアした状態でPCPCRを1にセットすると、入力プルアップMOSはオンとなります。

入力プルアップMOSは、リセットまたはハードウェアスタンバイモードではオフします。ソフトウェアスタンバイモードでは直前の状態を保持します。

入力プルアップMOSの状態を表9.25に示します。

表 9.25 入力プルアップMOSの状態（ポートC）

モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	その他の 動作時
4、5	OFF			OFF
6、7				ON/OFF

【記号説明】

OFF : 入力プルアップMOSは、常にオフ状態です。

ON/OFF : PCDDR = 0 かつ PCPCR = 1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

9.14 ポート D

9.14.1 概要

ポート D は、8 ビットの入出力ポートです。ポート D は、データバス入出力機能を持っており、動作モードによって端子機能が切り替わります。

ポート D は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS が内蔵されています。

ポート D の各端子の構成を図 9.19 に示します。

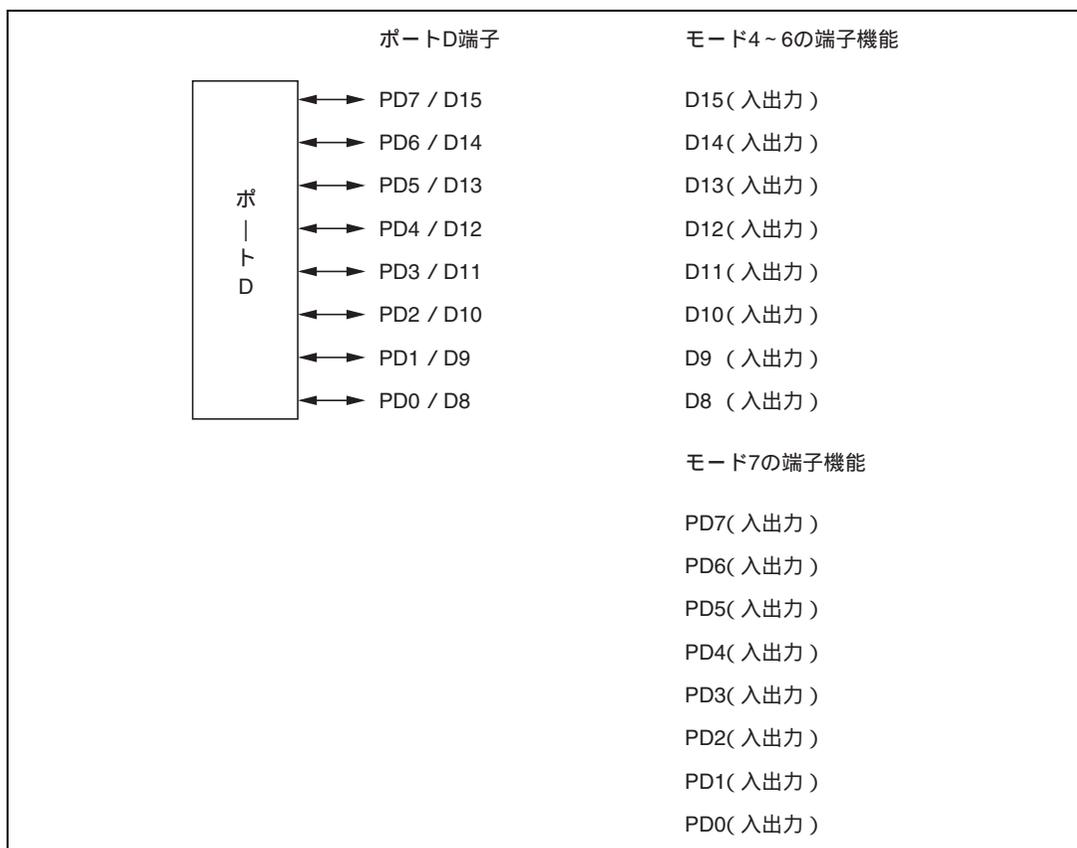


図 9.19 ポート D の端子機能

9.14.2 レジスタ構成

表 9.26 にポート D のレジスタ構成を示します。

表 9.26 ポート D レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	W	H'00	H'FEBC
ポート D データレジスタ	PDDR	R/W	H'00	H'FF6C
ポート D レジスタ	PORTD	R	不定	H'FF5C
ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ	PDPCR	R/W	H'00	H'FF73

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR	PD3DDR	PD2DDR	PD1DDR	PD0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PDDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート D の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PDDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PDDDR は直前の状態を保持します。

(a) モード 4~6

PDDDR による入出力の方向は無視され、自動的にデータ入出力となります。

(b) モード 7

PDDDR を 1 にセットすると対応するポート D の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートとなります。

(2) ポート D データレジスタ (PDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7DR	PD6DR	PD5DR	PD4DR	PD3DR	PD2DR	PD1DR	PD0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PDDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート D の各端子 (PD7~PD0) の出力データを格納します。

PDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/O ポート

(3) ポート D レジスタ (PORTD)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PD7～PD0 端子の状態により決定されます。

PORTD は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート D の各端子 (PD7～PD0) の出力データのライトは必ず PDDR に対して行ってください。

PDDDR が 1 にセットされているとき、ポート D のリードを行うと PDDR の値をリードします。PDDDR が 0 にクリアされているとき、ポート D のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTD は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PDDDR、PDDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ (PDPCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7PCR	PD6PCR	PD5PCR	PD4PCR	PD3PCR	PD2PCR	PD1PCR	PD0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PDPCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート D に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御します。

モード 7 では、PDDDR を 0 にクリアした (入力ポート) 状態で、PDPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンします。

PDPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.14.3 モード別端子機能

(1) モード4~6

モード4~6のとき、ポートDは自動的にデータ入出力になります。
ポートDの端子機能を図9.20に示します。

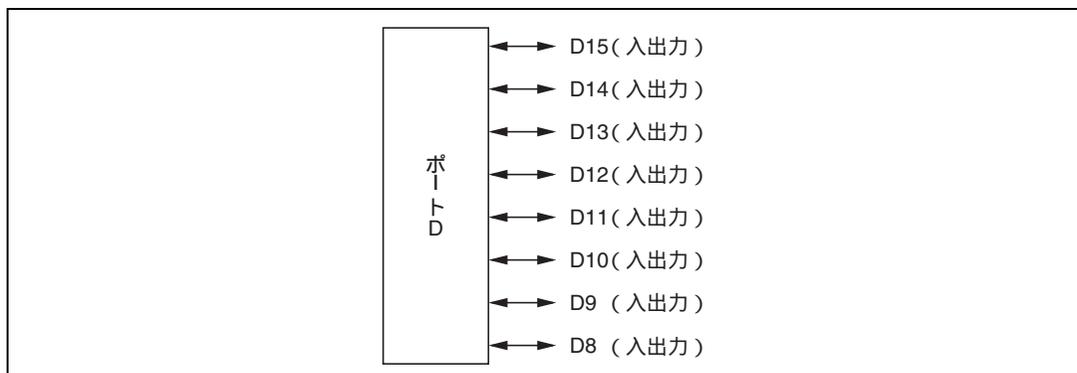


図 9.20 ポートDの端子機能 (モード4~6)

(2) モード7

モード7のとき、ポートDは入出力ポートとして機能し、各端子はビット単位で入出力を指定可能です。PDDDRの各ビットを1にセットすると対応する端子は出力ポートになり、0にクリアすると入力ポートになります。

ポートDの端子機能を図9.21に示します。

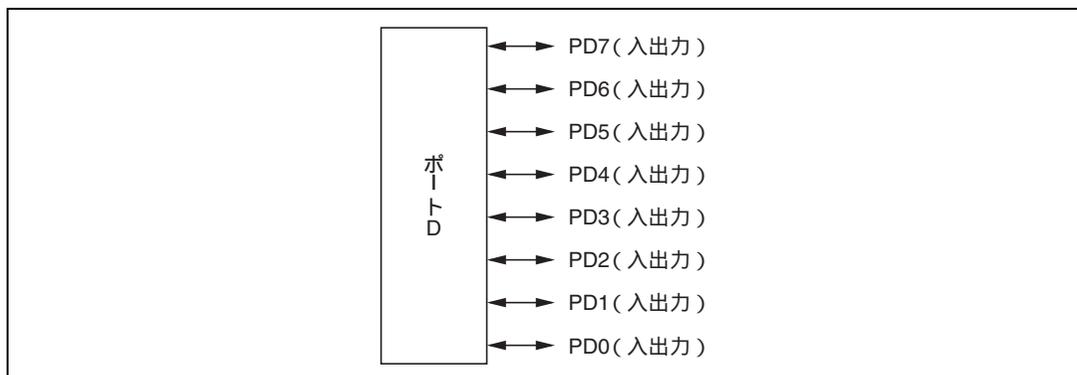


図 9.21 ポートDの端子機能 (モード7)

9.14.4 入力プルアップ MOS

ポート D は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。この入力プルアップ MOS はモード 7 のときに使用でき、ビット単位でオン/オフを指定できます。

モード 7 のとき、PDDDR を 0 にクリアした状態で、PDPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンとなります。

入力プルアップ MOS は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードではオフします。ソフトウェアスタンバイモードでは直前の状態を保持します。

入力プルアップ MOS の状態を表 9.27 に示します。

表 9.27 入力プルアップ MOS の状態 (ポート D)

モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	その他の 動作時
4~6	OFF		OFF	
7			ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップ MOS は、常にオフ状態です。

ON/OFF : PDDDR = 0 かつ PDPCR = 1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

9.15 ポート E

9.15.1 概要

ポート E は、8 ビットの入出力ポートです。ポート E は、データバス入出力機能を持っており、動作モードおよび 8 ビット / 16 ビットバスモードによって端子機能が切り替わります。

ポート E は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS が内蔵されています。

ポート E の各端子の構成を図 9.22 に示します。

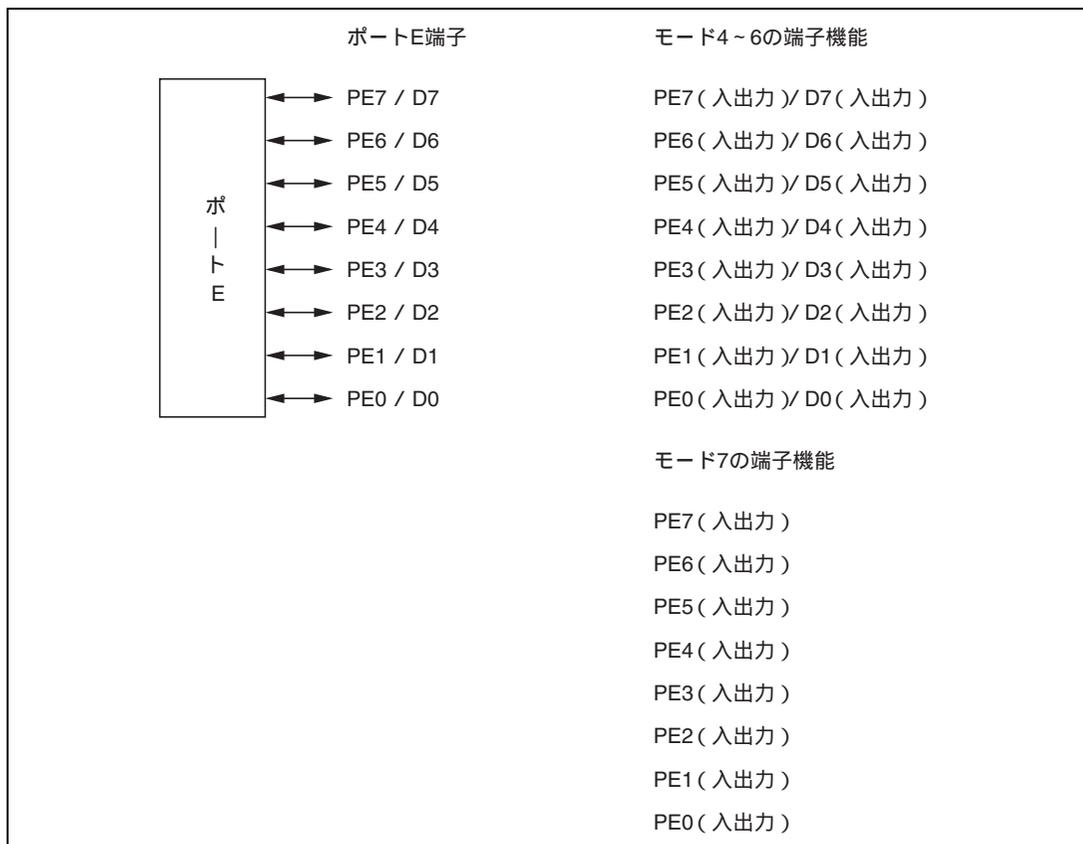


図 9.22 ポート E の端子機能

9.15.2 レジスタ構成

表 9.28 にポート E のレジスタ構成を示します。

表 9.28 ポート E レジスタ構成

名 称	略称	R/W	初期値	アドレス*
ポート E データディレクションレジスタ	PEDDR	W	H'00	H'FEBD
ポート E データレジスタ	PEDR	R/W	H'00	H'FF6D
ポート E レジスタ	PORTE	R	不定	H'FF5D
ポート E ブルアップ MOS コントロールレジスタ	PEPCR	R/W	H'00	H'FF74

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

(1) ポート E データディレクションレジスタ (PEDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7DDR	PE6DDR	PE5DDR	PE4DDR	PE3DDR	PE2DDR	PE1DDR	PE0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PEDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート E の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PEDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PEDDR は直前の状態を保持します。

(a) モード 4~6

8 ビットバスモードとしたとき、ポート E は入出力ポートとして機能します。PEDDR を 1 にセットすると対応するポート E の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。16 ビットバスモードとしたとき、PEDDR による入出力の方向は無視され、データ入出力となります。

8 ビット / 16 ビットバスモードについては「第 6 章 バスコントローラ」を参照してください。

(b) モード 7

PEDDR を 1 にセットすると対応するポート E の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。

(2) ポート E データレジスタ (PEDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7DR	PE6DR	PE5DR	PE4DR	PE3DR	PE2DR	PE1DR	PE0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PEDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート E の各端子 (PE7 ~ PE0) の出力データを格納します。

PEDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート E レジスタ (PORTE)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PE7 ~ PE0 端子の状態により決定されます。

PORTE は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート E の各端子 (PE7 ~ PE0) の出力データのライトは必ず PEDR に対して行ってください。

PEDDR が 1 にセットされているとき、ポート E のリードを行うと PEDR の値をリードします。PEDDR が 0 にクリアされているとき、ポート E のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTE は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PEDDR、PEDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポート E プルアップ MOS コントロールレジスタ (PEPCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7PCR	PE6PCR	PE5PCR	PE4PCR	PE3PCR	PE2PCR	PE1PCR	PE0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PEPCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート E に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御します。

モード 4 ~ 6 で 8 ビットパスモードのとき、またはモード 7 のとき、PEDDR を 0 にクリアした (入力ポート) 状態で、PEPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンします。

PEPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9.15.3 モード別端子機能

(1) モード4~6

モード4~6の場合で、8ビットアクセス空間に設定し、8ビットバスモードとしたとき、ポートEは入出力ポートとして機能します。PEDDRを1にセットすると対応するポートEの各端子は出力ポートとなり、0にクリアすると入力ポートになります。

また、16ビットバスモードとしたとき、PEDDRによる入出力の方向は無視され、データ入出力となります。

ポートEの端子機能を図9.23に示します。

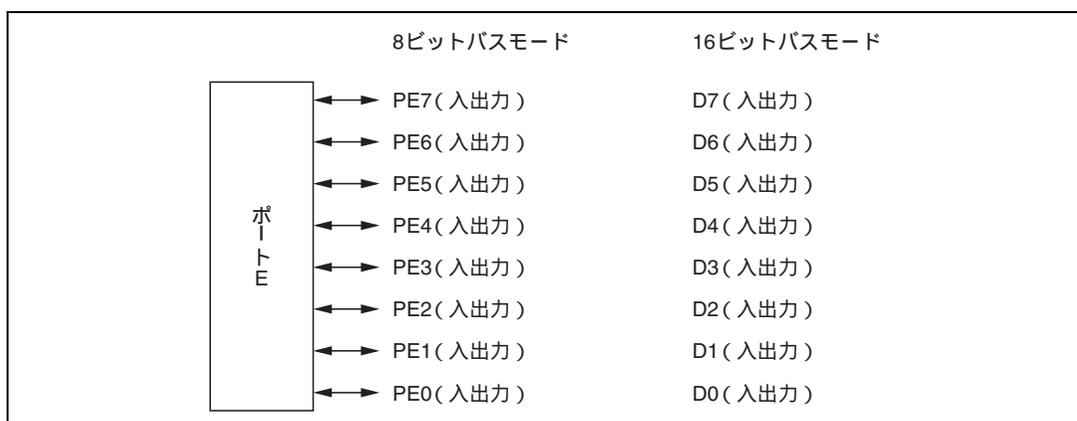


図 9.23 ポートEの端子機能(モード4~6)

(2) モード7

モード7のとき、ポートEは入出力ポートとして機能し、各端子はビット単位で入出力を指定可能です。PEDDRの各ビットを1にセットすると対応する端子は出力ポートになり、0にクリアすると入力ポートになります。

ポートEの端子機能を図9.24に示します。

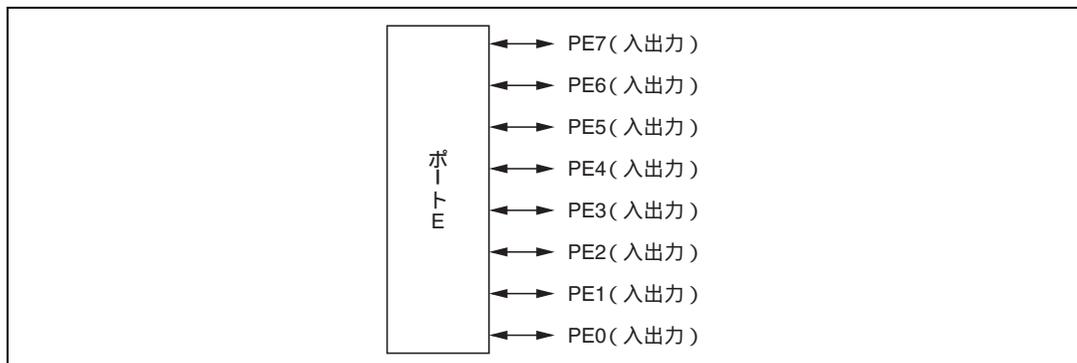


図 9.24 ポートEの端子機能(モード7)

9.15.4 入力プルアップ MOS

ポート E は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。この入力プルアップ MOS は、モード 4~6 で 8 ビットバスモードのとき、またはモード 7 のときに使用でき、ビット単位でオン/オフを指定できます。

モード 4~6 で 8 ビットバスモードのとき、またはモード 7 のとき、PEDDR を 0 にクリアした状態で PEPCR を 1 にセットすると、入力プルアップ MOS はオンとなります。

入力プルアップ MOS は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードではオフします。ソフトウェアスタンバイモードでは直前の状態を保持します。

入力プルアップ MOS の状態を表 9.29 に示します。

表 9.29 入力プルアップ MOS の状態 (ポート E)

モード		リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	その他の 動作時
7		OFF		ON/OFF	
4~6	8 ビットバス			OFF	
	16 ビットバス				

【記号説明】

OFF : 入力プルアップ MOS は、常にオフ状態です。

ON/OFF : PEDDR = 0 かつ PEPCR = 1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

9.16 ポート F

9.16.1 概要

ポート F は、8 ビットの入出力ポートです。ポート F は、バス制御信号入出力端子(\overline{AS} 、 \overline{RD} 、 \overline{HWR} 、 \overline{LWR} 、 \overline{LCAS} 、 \overline{BREQO} 、 \overline{BREQ} 、 \overline{BACK}) およびシステムクロック (ϕ) 出力端子と兼用になっています。また、PFCR2、SYSCR を設定することにより \overline{AS} 、 \overline{LWR} 、 \overline{BREQO} 出力の端子の切り替えができます。

ポート F の各端子の構成を図 9.25 に示します。

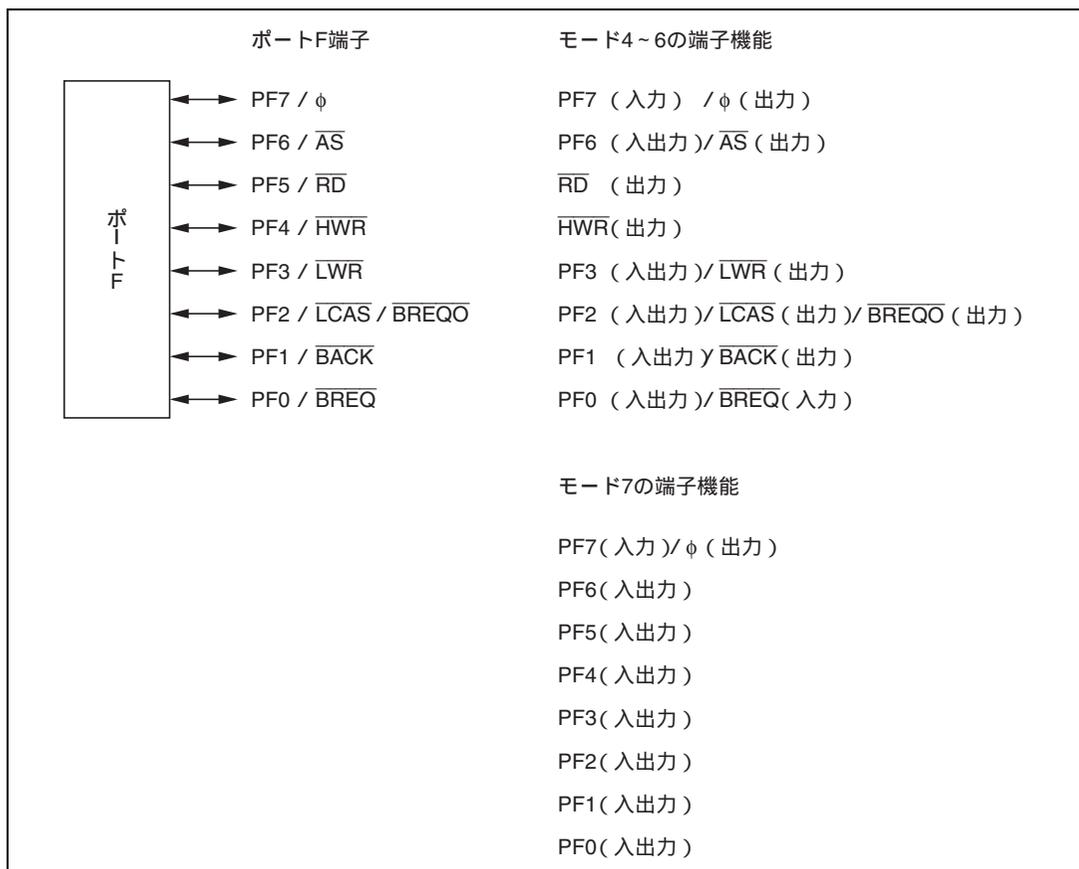


図 9.25 ポート F の端子機能

9.16.2 レジスタ構成

表 9.30 にポート F のレジスタ構成を示します。

表 9.30 ポート F レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	W	H'80 / H'00*2	H'FEBE
ポート F データレジスタ	PFDR	R/W	H'00	H'FF6E
ポート F レジスタ	PORTF	R	不定	H'FF5E
ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PF2CR2	R/W	H'30	H'FFAC
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 モードによって、初期値が異なります。

(1) ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR
モード 4~6								
初期値	1	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W
モード 7								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

PFDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート F の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

PFDDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、モード 4~6 の場合 H'80 に、モード 7 の場合 H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PFDDR は直前の状態を保持します。ソフトウェアスタンバイモードに遷移したとき、バス制御出力端子は出力状態を保持するか、ハイインピーダンス状態とするかを、SBYCR の OPE ビットで選択します。

(2) ポート F データレジスタ (PFDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7DR	PF6DR	PF5DR	PF4DR	PF3DR	PF2DR	PF1DR	PF0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PFDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート F の各端子 (PF7~PF0) の出力データを格納します。

PFDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

9. I/O ポート

(3) ポート F レジスタ (PORTF)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7	PF6	PF5	PF4	PF3	PF2	PF1	PF0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

【注】 * PF7～PF0 端子の状態により決定されます。

PORTF は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート F の各端子 (PF7～PF0) の出力データのライトは必ず PFDR に対して行ってください。

PFDDR が 1 にセットされているとき、ポート F のリードを行うと PFDR の値をリードします。PFDDR が 0 にクリアされているとき、ポート F のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTF は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PFDDR、PFDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポートファンクションコントロールレジスタ 2 (PFCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

PFCR2 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCR2 はリセット、またはハードウェアスタンバイモード時に、H'30 に初期化されます。

ビット 7 : WAIT ピンセレクト (WAITPS)

$\overline{\text{WAIT}}$ 入力の端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 6 : BREQO ピンセレクト (BREQOPS)

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力の端子を設定します。BCRL の BREQOE ビットを 1 にセットする前に BREQOPS ビットを設定してください。

ビット 6	説明
BRWQOPS	
0	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力は PF2 端子 (初期値)
1	$\overline{\text{BREQO}}$ 出力は P53 端子

ビット 5 : CS167 イネーブル (CS167E)

$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力の許可/禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 4 : CS25 イネーブル (CS25E)

$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.7 ポート 6」、「9.17 ポート G」を参照してください。

ビット 3 : AS 出力ディスエーブル (ASOD)

$\overline{\text{AS}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 3	説明
ASOD	
0	PF6 を $\overline{\text{AS}}$ 出力端子として設定 (初期値)
1	PF6 は $\overline{\text{AS}}$ 出力端子とはならず、I/O ポートとして設定

ビット 2~0 : リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。

(5) システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME
初期値	0	0	0	0	0	0	0	1
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

SYSCR は 8 ビットのリード / ライト可能なレジスタで、割り込み制御モードの選択、 $\overline{\text{LWR}}$ 端子の制御、 $\overline{\text{IRQ4}}$ ~ $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子の切り替え、NMI の検出エッジの選択を行います。SYSCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'01 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 5、4 : 割り込み制御選択モード 1、0 (INTM1、INTM0)

割り込みコントローラの割り込み制御モードを 2 つのモードの中から選択します。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 3 : NMI エッジセレクト (NMIEG)

NMI 端子の入力エッジ選択を行います。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

ビット 2 : LWR 出力ディスエーブル (LWROD)

$\overline{\text{LWR}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。モード 4~6 のとき有効となります。

ビット 2	説明
LWROD	
0	PF3 を $\overline{\text{LWR}}$ 出力端子として設定 (初期値)
1	PF3 は $\overline{\text{LWR}}$ 出力端子とはならず I/O ポートとして設定

9. I/O ポート

ビット 1 : IRQ ポート切り替えセレクト (IRQPAS)

$\overline{\text{IRQ4}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 入力ができる端子の切り替えを設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 0 : RAM イネーブル (RAME)

内蔵 RAM の有効または無効を選択します。詳細は「第 18 章 RAM」を参照してください。

9.16.3 端子機能

ポート F は、バス制御信号入出力端子 ($\overline{\text{AS}}$ 、 $\overline{\text{RD}}$ 、 $\overline{\text{HWR}}$ 、 $\overline{\text{LWR}}$ 、 $\overline{\text{LCAS}}$ 、 $\overline{\text{BREQO}}$ 、 $\overline{\text{BREQ}}$ 、 $\overline{\text{BACK}}$) およびシステムクロック (ϕ) 出力端子と兼用になっています。モード 4~6 とモード 7 では端子機能が異なります。ポート F の端子機能を表 9.31 に示します。

表 9.31 ポート F の端子機能

端子	選択方法と端子機能					
PF7/ ϕ	PF7DDR ビットにより、次のように切り替わります。					
	PF7DDR	0		1		
	端子機能	PF7入力端子		ϕ 出力端子		
PF6/ $\overline{\text{AS}}$	動作モードと PF6DDR ビットと PFCR2 の ASOD ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード 4~6			モード 7	
	ASOD	0	1		-	
	PF6DDR	-	0	1	0	1
	端子機能	$\overline{\text{AS}}$ 出力端子	PF6入力端子	PF6出力端子	PF6入力端子	PF6出力端子
PF5/ $\overline{\text{RD}}$	動作モードと PF5DDR ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード 4~6		モード 7		
	PF5DDR	-		0	1	
	端子機能	$\overline{\text{RD}}$ 出力端子		PF5入力端子	PF5出力端子	
PF4/ $\overline{\text{HWR}}$	動作モードと PF4DDR ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード 4~6		モード 7		
	PF4DDR	-		0	1	
	端子機能	HWR出力端子		PF4入力端子	PF4出力端子	

端子	選択方法と端子機能					
PF3/LWR	動作モードと PF3DDR ビットと SYSCR の LWROD ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード4~6			モード7	
	LWROD	0		1		-
	PF3DDR	-	0	1	0	1
	端子機能	LWR出力端子	PF3入力端子	PF3出力端子	PF3入力端子	PF3出力端子
PF2/LCAS/ BREQO	動作モードと RMTS2~RMTS0 ビット、BREQOE ビット、ABW5~ABW2 ビット、BREQOPS ビットおよび PF2DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード4~6			モード7	
	[DRAM空間設定]・ [16ビットアクセス設定]	0		1	-	
	[BREQOE・BREQOPS]	0		1	-	-
	PF2DDR	0	1	-	-	0
端子機能	PF2 入力端子	PF2 出力端子	BREQO 出力端子	LCAS 出力端子	PF2 入力端子	PF2 出力端子
PF 1/BACK	動作モードと BRLE ビットと PF1DDR ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード4~6			モード7	
	BRLE	0		1	-	
	PF1DDR	0	1	-	0	1
	端子機能	PF1 入力端子	PF1 出力端子	BACK 出力端子	PF1 入力端子	PF1 出力端子
PF0/BREQ	動作モードと BRLE ビットと PF0DDR ビットにより、次のように切り替わります。					
	動作モード	モード4~6			モード7	
	BRLE	0		1	-	
	PF0DDR	0	1	-	0	1
	端子機能	PF0 入力端子	PF0 出力端子	BREQ 入力端子	PF0 入力端子	PF0 出力端子

9.17 ポート G

9.17.1 概要

ポート G は、5 ビットの入出力ポートで、バス制御信号出力端子 ($\overline{CS0} \sim \overline{CS3}$ 、 \overline{CAS}) と兼用になっています。PFCR2 を設定することにより、 $\overline{CS1} \sim \overline{CS3}$ 出力の許可 / 禁止の切り替えをすることができます。

ポート G の各端子の構成を図 9.26 に示します。

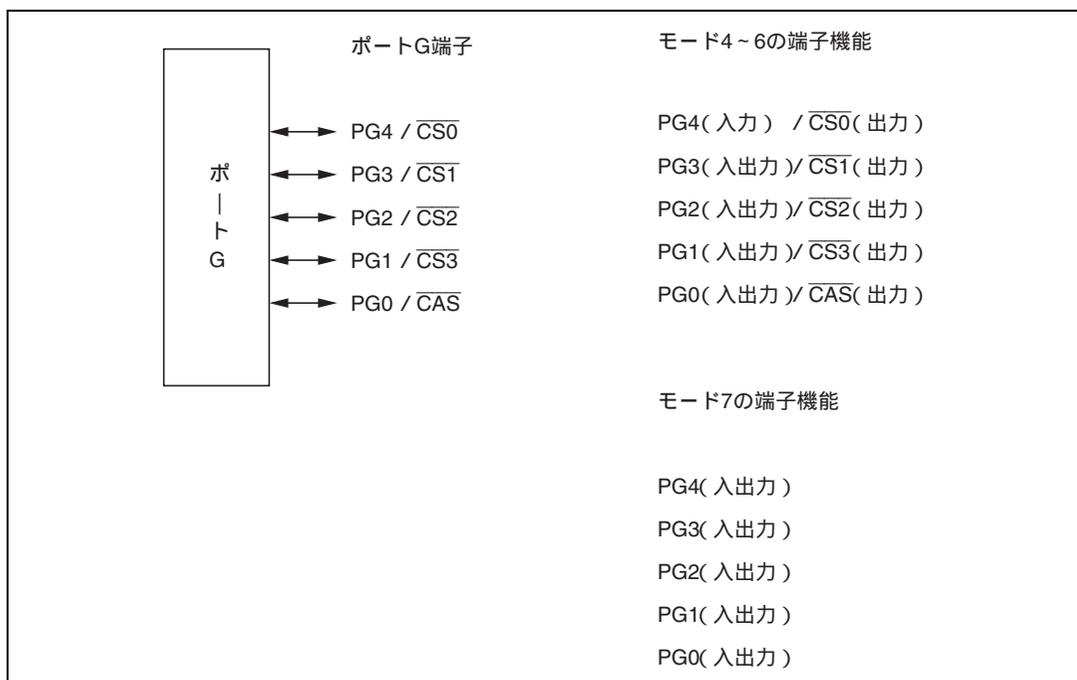


図 9.26 ポート G の端子機能

9.17.2 レジスタ構成

表 9.32 にポート G のレジスタ構成を示します。

表 9.32 ポート G レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値* ²	アドレス* ¹
ポート G データディレクションレジスタ	PGDDR	W	H'10 / H'00* ³	H'FEBF
ポート G データレジスタ	PGDR	R/W	H'00	H'FF6F
ポート G レジスタ	PORTG	R	不定	H'FF5F
ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30	H'FFAC

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 4~0 の値を示します。

*3 モードによって、初期値が異なります。

(1) ポート G データディレクションレジスタ (PGDDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4DDR	PG3DDR	PG2DDR	PG1DDR	PG0DDR
モード 4、5								
初期値	不定	不定	不定	1	0	0	0	0
R/W	-	-	-	W	W	W	W	W
モード 6、7								
初期値	不定	不定	不定	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	W	W	W	W	W

PGDDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート G の各端子の入出力をビットごとに指定します。リードは無効です。また、ビット 7~5 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。

PG4DDR ビットは、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、モード 4、5 の場合 1 に、モード 6、7 の場合 0 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、PGDDR は直前の状態を保持します。ソフトウェアスタンバイモードに遷移したとき、バス制御出力端子は出力状態を保持するか、ハイインピーダンス状態とするかを、SBYCR の OPE ビットで選択します。

(2) ポート G データレジスタ (PGDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4DR	PG3DR	PG2DR	PG1DR	PG0DR
初期値	不定	不定	不定	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PGDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ポート G の各端子 (PG4~PG0) の出力データを格納します。

ビット 7~5 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

9. I/O ポート

PGDR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、H'00 (ビット 4~0) に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(3) ポート G レジスタ (PORTG)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4	PG3	PG2	PG1	PG0
初期値	不定	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R

【注】 * PG4~PG0 端子の状態により決定されます。

PORTG は、8 ビットのリード専用レジスタで、端子の状態を反映します。ライトは無効です。ポート G の各端子 (PG4~PG0) の出力データのライトは必ず PGDR に対して行ってください。

ビット 7~5 はリザーブビットです。リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

PGDDR が 1 にセットされているとき、ポート G のリードを行うと PGDR の値をリードします。PGDDR が 0 にクリアされているとき、ポート G のリードを行うと端子の状態が読み出されます。

PORTG は、リセットまたはハードウェアスタンバイモードでは、PGDDR、PGDR が初期化されるため、端子の状態により決定されます。ソフトウェアスタンバイモードでは、直前の状態を保持します。

(4) ポートファンクションコントロールレジスタ 2 (PFCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

PFCR2 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、I/O ポートの制御を行います。PFCR2 は、リセットまたは、ハードウェアスタンバイモード時に、H'30 に初期化されます。

ビット 7 : WAIT ピンセレクト (WAITPS)

$\overline{\text{WAIT}}$ 入力の端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 6 : BREQO ピンセレクト (BREQOPS)

$\overline{\text{BREQO}}$ 出力の端子を設定します。詳細は「9.6 ポート 5」を参照してください。

ビット 5 : CS167 イネーブル (CS167E)

$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力の許可/禁止を選択します。DDR ビットが 0 の状態で CS167E ビットを切り替えてください。

ビット 5	説明
CS167E	
0	$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力禁止 (I/O ポートとして使用可能)
1	$\overline{\text{CS1}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$ 、 $\overline{\text{CS7}}$ 出力許可 (初期値)

ビット 4 : CS25 イネーブル (CS25E)

$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力の許可 / 禁止を選択します。DDR ビットが 0 の状態で CS25E ビットを切り替えてください。

ビット 4 CS25E	説明
0	$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力禁止 (I/O ポートとして使用可能)
1	$\overline{\text{CS2}}$ 、 $\overline{\text{CS3}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$ 、 $\overline{\text{CS5}}$ 出力許可 (初期値)

ビット 3 : AS 出力ディスエーブル

AS 出力の許可 / 禁止を選択します。詳細は「9.16 ポート F」を参照してください。

ビット 2~0 : リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。

9.17.3 端子機能

ポート G は、バス制御信号出力端子 ($\overline{CS0} \sim \overline{CS3}$, \overline{CAS}) となっています。モード 7 とモード 4~6 では端子機能が異なります。ポート G の端子機能を表 9.33 に示します。

表 9.33 ポート G の端子機能

端子	選択方法と端子機能						
PG4/ $\overline{CS0}$	動作モードと PG4DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	動作モード	モード4~6			モード7		
	PG4DDR	0		1		0 1	
	端子機能	PG4入力端子		$\overline{CS0}$ 出力端子		PG4入力端子 PG4出力端子	
PG3/ $\overline{CS1}$	動作モードと PG3DDR ビットと CS167E ビットにより、次のように切り替わります。						
	動作モード	モード4~6			モード7		
	CS167E	0		1		-	
	PG3DDR	0 1		0 1		0 1	
端子機能	PG3入力端子	PG3出力端子	PG3入力端子	$\overline{CS1}$ 出力端子	PG3入力端子	PG3出力端子	
PG2/ $\overline{CS2}$	動作モードと PG2DDR ビットと CS25E ビットにより、次のように切り替わります。						
	動作モード	モード4~6			モード7		
	CS25E	0		1		-	
	PG2DDR	0 1		0 1		0 1	
端子機能	PG2入力端子	PG2出力端子	PG2入力端子	$\overline{CS2}$ 出力端子	PG2入力端子	PG2出力端子	
PG1/ $\overline{CS3}$	動作モードと PG1DDR ビットと CS25E ビットにより、次のように切り替わります。						
	動作モード	モード4~6			モード7		
	CS25E	0		1		-	
	PG1DDR	0 1		0 1		0 1	
端子機能	PG1入力端子	PG1出力端子	PG1入力端子	$\overline{CS3}$ 出力端子	PG1入力端子	PG1出力端子	
PG0/ \overline{CAS}	動作モードと RMTS2~RTMS0 と PG0DDR ビットにより、次のように切り替わります。						
	動作モード	モード4~6			モード7		
	RMTS2~RTMS0	B'000、B'100~B'111		B'001~B'011		-	
	PG0DDR	0 1		-		0 1	
端子機能	PG0 入力端子	PG0 出力端子	\overline{CAS} 出力端子		PG0 入力端子	PG0 出力端子	

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

10.1 概要

本 LSI は、6 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成される 16 ビットタイマパルスユニット (TPU) を内蔵しています。

10.1.1 特長

- (1) 最大 16 本のパルス入出力が可能
 - チャンネル 0、3 は各 4 本、チャンネル 1、2、4、5 は各 2 本、合計 16 本のタイマジェネラルレジスタ (TGR) を持ち、各レジスタ独立にアウトプットコンペア/インプットキャプチャレジスタの設定が可能
 - チャンネル 0、3 の TGRC、TGRD は、バッファレジスタとして使用可能
- (2) 各チャンネルごとに 8 種類のカウント入力クロックを選択可能
- (3) 各チャンネルとも次の動作を設定可能
 - コンペアマッチによる波形出力：0 出力、1 出力、トグル出力が選択可能
 - インプットキャプチャ機能：立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、両エッジ検出が選択可能
 - カウントクリア動作：コンペアマッチ、インプットキャプチャによるカウントクリアが可能
 - 同期動作：
複数のタイマカウンタ (TCNT) への同時書き込みが可能
コンペアマッチ/インプットキャプチャによる同時クリアが可能
カウンタの同期動作による各レジスタの同期入出力が可能
 - PWM モード：
任意デューティの PWM 出力が可能
同期動作と組み合わせることにより、最大 15 相の PWM 出力が可能
- (4) チャンネル 0、3 はバッファ動作を設定可能
 - インプットキャプチャレジスタのダブルバッファ構成が可能
 - アウトプットコンペアレジスタの自動書き換えが可能
- (5) チャンネル 1、2、4、5 はおのおの独立に位相計数モードを設定可能
 - 2 相エンコーダパルスのアップダウンカウントが可能

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

- (6) カスケード接続動作
 - チャンネル 2 (チャンネル 5) の入力クロックを、チャンネル 1 (チャンネル 4) のオーバーフロー / アンダフローにすることにより 32 ビットカウンタとして動作
- (7) 内部 16 ビットバスによる高速アクセス
 - 16 ビットバスインタフェースによる高速アクセスが可能
- (8) 26 種類の割り込み要因
 - チャンネル 0、3 はコンペアマッチ / インพุットキャプチャ兼用割り込み × 4 本、オーバーフロー割り込み × 1 本が独立に要求可能
 - チャンネル 1、2、4、5 はコンペアマッチ / インพุットキャプチャ兼用割り込み × 2 本、オーバーフロー割り込み × 1 本、アンダフロー割り込み × 1 本が独立に要求可能
- (9) レジスタのデータの自動転送が可能
 - データトランスファコントローラ (DTC) または DMA コントローラ (DMAC) の起動により、ブロック転送、1 ワードデータ転送および 1 バイトデータ転送が可能
- (10) プログラマブルパルスジェネレータ (PPG) の出力トリガを生成可能
 - チャンネル 0 ~ 3 のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ信号を PPG の出力トリガとして使用可能
- (11) A/D 変換器の変換スタートトリガを生成可能
 - チャンネル 0 ~ 5 のコンペアマッチ A / インพุットキャプチャ A 信号を A/D 変換器の変換開始トリガとして使用可能
- (12) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値では TPU の動作は停止。モジュールストップモードを解除することによりレジスタのアクセスが可能

表 10.1 に TPU の機能一覧を示します。

表 10.1 TPU 機能一覧

項 目	チャンネル0	チャンネル1	チャンネル2	チャンネル3	チャンネル4	チャンネル5
カウントクロック	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ TCLKA TCLKB TCLKC TCLKD	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ $\phi / 256$ TCLKA TCLKB TCLKC	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ $\phi / 1024$ TCLKA TCLKB TCLKC	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ $\phi / 256$ $\phi / 1024$ $\phi / 4096$ TCLKA	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ $\phi / 1024$ TCLKA TCLKC	$\phi / 1$ $\phi / 4$ $\phi / 16$ $\phi / 64$ $\phi / 256$ TCLKA TCLKC TCLKD
ジェネラルレジスタ	TGR0A TGR0B	TGR1A TGR1B	TGR2A TGR2B	TGR3A TGR3B	TGR4A TGR4B	TGR5A TGR5B
ジェネラルレジスタ/ バッファレジスタ	TGR0C TGR0D	-	-	TGR3C TGR3D	-	-
入出力端子	TIOCA0 TIOCB0 TIOCC0 TIOCD0	TIOCA1 TIOCB1	TIOCA2 TIOCB2	TIOCA3 TIOCB3 TIOCC3 TIOCD3	TIOCA4 TIOCB4	TIOCA5 TIOCB5
カウンタクリア機能	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ
コンペア マッチ 出力	0 出力					
	1 出力					
	トグル 出力					
インプットキャプチャ機能						
同期動作						
PWM モード						
位相計数モード	-			-		
バッファ動作		-	-		-	-
DMAC の起動	TGR0A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR1A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR2A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR3A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR4A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR5A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ
DTC の起動	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

項目	チャンネル0	チャンネル1	チャンネル2	チャンネル3	チャンネル4	チャンネル5
A/D 変換開始トリガ	TGR0A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR1A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR2A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR3A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR4A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR5A の コンペアマッチ または インプット キャプチャ
PPG トリガ	TGR0A、 TGR0B の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR1A、 TGR1B の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR2A、 TGR2B の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR3A、 TGR3B の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	-	-
割り込み要因	5 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0B ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0C ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0D ・オーバーフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ1A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ1B ・オーバーフロー ・アンダフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ2A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ2B ・オーバーフロー ・アンダフロー	5 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3B ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3C ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3D ・オーバーフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ4A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ4B ・オーバーフロー ・アンダフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ5A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ5B ・オーバーフロー ・アンダフロー

【記号説明】

- : 可能
- : 不可

10.1.2 ブロック図

TPUのブロック図を図10.1に示します。

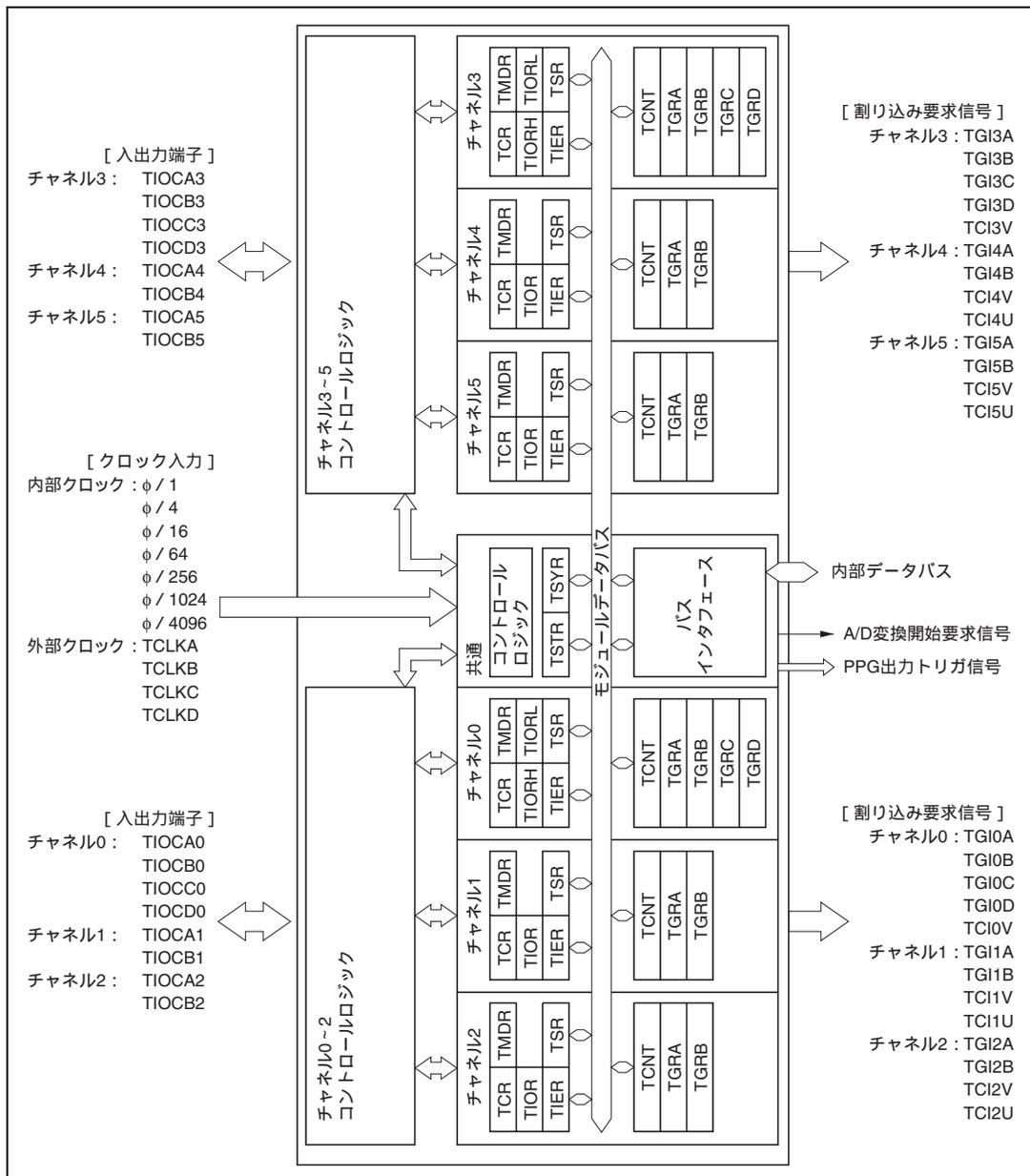


図 10.1 TPUのブロック図

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

10.1.3 端子構成

TPU の端子構成を表 10.2 に示します。

表 10.2 TPU の端子構成

チャンネル	名称	略称	入出力	機能
共通	クロック入力 A	TCLKA	入力	外部クロック A 入力端子 (チャンネル 1、5 の位相計数モード A 相入力)
	クロック入力 B	TCLKB	入力	外部クロック B 入力端子 (チャンネル 1、5 の位相計数モード B 相入力)
	クロック入力 C	TCLKC	入力	外部クロック C 入力端子 (チャンネル 2、4 の位相計数モード A 相入力)
	クロック入力 D	TCLKD	入力	外部クロック D 入力端子 (チャンネル 2、4 の位相計数モード B 相入力)
0	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ A0	TIOCA0	入出力	TGR0A のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ B0	TIOCB0	入出力	TGR0B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ C0	TIOCC0	入出力	TGR0C のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ D0	TIOCD0	入出力	TGR0D のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
1	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ A1	TIOCA1	入出力	TGR1A のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ B1	TIOCB1	入出力	TGR1B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
2	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ A2	TIOCA2	入出力	TGR2A のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ B2	TIOCB2	入出力	TGR2B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
3	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ A3	TIOCA3	入出力	TGR3A のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ B3	TIOCB3	入出力	TGR3B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ C3	TIOCC3	入出力	TGR3C のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ D3	TIOCD3	入出力	TGR3D のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
4	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ A4	TIOCA4	入出力	TGR4A のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ / アウトコンペアマッチ B4	TIOCB4	入出力	TGR4B のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	名称	略称	入出力	機能
5	インプットキャプチャ/ アウトコンペアマッチ A5	TIOCA5	入出力	TGR5A のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
	インプットキャプチャ/ アウトコンペアマッチ B5	TIOCB5	入出力	TGR5B のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

10.1.4 レジスタ構成

TPUのレジスタ構成を表10.3に示します。

表 10.3 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
0	タイマコントロールレジスタ 0	TCR0	R/W	H'00	H'FFD0
	タイマモードレジスタ 0	TMDR0	R/W	H'C0	H'FFD1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 0H	TIOR0H	R/W	H'00	H'FFD2
	タイマ I/O コントロールレジスタ 0L	TIOR0L	R/W	H'00	H'FFD3
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 0	TIER0	R/W	H'40	H'FFD4
	タイマステータスレジスタ 0	TSR0	R/(W)*2	H'C0	H'FFD5
	タイマカウンタ 0	TCNT0	R/W	H'0000	H'FFD6
	タイマジェネラルレジスタ 0A	TGR0A	R/W	H'FFFF	H'FFD8
	タイマジェネラルレジスタ 0B	TGR0B	R/W	H'FFFF	H'FFDA
	タイマジェネラルレジスタ 0C	TGR0C	R/W	H'FFFF	H'FFDC
タイマジェネラルレジスタ 0D	TGR0D	R/W	H'FFFF	H'FFDE	
1	タイマコントロールレジスタ 1	TCR1	R/W	H'00	H'FFE0
	タイマモードレジスタ 1	TMDR1	R/W	H'C0	H'FFE1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 1	TIOR1	R/W	H'00	H'FFE2
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 1	TIER1	R/W	H'40	H'FFE4
	タイマステータスレジスタ 1	TSR1	R/(W)*2	H'C0	H'FFE5
	タイマカウンタ 1	TCNT1	R/W	H'0000	H'FFE6
	タイマジェネラルレジスタ 1A	TGR1A	R/W	H'FFFF	H'FFE8
	タイマジェネラルレジスタ 1B	TGR1B	R/W	H'FFFF	H'FFEA
2	タイマコントロールレジスタ 2	TCR2	R/W	H'00	H'FFF0
	タイマモードレジスタ 2	TMDR2	R/W	H'C0	H'FFF1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 2	TIOR2	R/W	H'00	H'FFF2
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 2	TIER2	R/W	H'40	H'FFF4
	タイマステータスレジスタ 2	TSR2	R/(W)*2	H'C0	H'FFF5
	タイマカウンタ 2	TCNT2	R/W	H'0000	H'FFF6
	タイマジェネラルレジスタ 2A	TGR2A	R/W	H'FFFF	H'FFF8
	タイマジェネラルレジスタ 2B	TGR2B	R/W	H'FFFF	H'FFFA
3	タイマコントロールレジスタ 3	TCR3	R/W	H'00	H'FE80
	タイマモードレジスタ 3	TMDR3	R/W	H'C0	H'FE81
	タイマ I/O コントロールレジスタ 3H	TIOR3H	R/W	H'00	H'FE82
	タイマ I/O コントロールレジスタ 3L	TIOR3L	R/W	H'00	H'FE83
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 3	TIER3	R/W	H'40	H'FE84
	タイマステータスレジスタ 3	TSR3	R/(W)*2	H'C0	H'FE85
	タイマカウンタ 3	TCNT3	R/W	H'0000	H'FE86
	タイマジェネラルレジスタ 3A	TGR3A	R/W	H'FFFF	H'FE88
	タイマジェネラルレジスタ 3B	TGR3B	R/W	H'FFFF	H'FE8A
	タイマジェネラルレジスタ 3C	TGR3C	R/W	H'FFFF	H'FE8C
タイマジェネラルレジスタ 3D	TGR3D	R/W	H'FFFF	H'FE8E	

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
4	タイマコントロールレジスタ 4	TCR4	R/W	H'00	H'FE90
	タイマモードレジスタ 4	TMDR4	R/W	H'C0	H'FE91
	タイマ I/O コントロールレジスタ 4	TIOR4	R/W	H'00	H'FE92
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 4	TIER4	R/W	H'40	H'FE94
	タイマステータスレジスタ 4	TSR4	R/(W)*2	H'C0	H'FE95
	タイマカウンタ 4	TCNT4	R/W	H'0000	H'FE96
	タイマジェネラルレジスタ 4A	TGR4A	R/W	H'FFFF	H'FE98
	タイマジェネラルレジスタ 4B	TGR4B	R/W	H'FFFF	H'FE9A
5	タイマコントロールレジスタ 5	TCR5	R/W	H'00	H'FEA0
	タイマモードレジスタ 5	TMDR5	R/W	H'C0	H'FEA1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 5	TIOR5	R/W	H'00	H'FEA2
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 5	TIER5	R/W	H'40	H'FEA4
	タイマステータスレジスタ 5	TSR5	R/(W)*2	H'C0	H'FEA5
	タイマカウンタ 5	TCNT5	R/W	H'0000	H'FEA6
	タイマジェネラルレジスタ 5A	TGR5A	R/W	H'FFFF	H'FEA8
	タイマジェネラルレジスタ 5B	TGR5B	R/W	H'FFFF	H'FEAA
共通	タイマスタートレジスタ	TSTR	R/W	H'00	H'FFC0
	タイマシンクロレジスタ	TSYR	R/W	H'00	H'FFC1
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
 *2 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

10.2 各レジスタの説明

10.2.1 タイマコントロールレジスタ (TCR)

チャンネル0 : TCR0

チャンネル3 : TCR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネル1 : TCR1

チャンネル2 : TCR2

チャンネル4 : TCR4

チャンネル5 : TCR5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	R/W						

TCR は各チャンネルの TCNT を制御する 8 ビットのレジスタです。TPU には、チャンネル 0~5 に各 1 本、計 6 本の TCR があります。TCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

TCR の設定は、TCNT の動作が停止した状態で行ってください。

ビット 7~5 : カウンタクリア 2~0 (CCLR2~CCLR0)

TCNT のカウンタクリア要因を選択します。

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説明
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	
0, 3	0	0	0	TCNT のクリア禁止 (初期値)
			1	TGRA のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア
		1	0	TGRB のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア
			1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1
	1	0	0	TCNT のクリア禁止
			1	TGRC のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア*2
1	1	0	TGRD のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア*2	
		1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1	

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説明
	リザーブ *3	CCLR1	CCLR0	
1, 2 4, 5	0	0	0	TCNT のクリア禁止 (初期値)
			1	TGRA のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア
		1	0	TGRB のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TCNT クリア
			1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1

【注】 *1 同期動作の設定は、TSYR の SYNC ビットを 1 にセットすることにより行います。

*2 TGRC または TGRD をバッファレジスタとして使用している場合は、バッファレジスタの設定が優先され、コンペアマッチ / インพุットキャプチャが発生しないため、TCNT はクリアされません。

*3 チャンネル 1、2、4、5 ではビット 7 はリザーブです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 4, 3 : クロックエッジ 1, 0 (CKEG1, CKEG0)

入力クロックのエッジを選択します。内部クロックを両エッジでカウントすると、入力クロックの周期が 1/2 になります (例 : $\phi/4$ の両エッジ = $\phi/2$ の立ち上がりエッジ)。チャンネル 1、2、4、5 で位相計数モードを使用する場合は、本設定は無視され、位相計数モードの設定が優先されます。

ビット 4	ビット 3	説明
CKEG1	CKEG0	
0	0	立ち上がりエッジでカウント (初期値)
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

【注】 内部クロックのエッジ選択は、入力クロックが $\phi/4$ もしくはそれより遅い場合に有効です。入力クロックに $\phi/1$ 、あるいは他のチャンネルのオーバフロー / アンダフローを選択した場合は本設定は無視されません。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット2~0: タイマプリスケラ2~0 (TPSC2~TPSC0)

TCNTのカウントクロックを選択します。各チャンネル独立にクロックソースを選択することができます。表10.4に各チャンネルごとに設定可能なクロックソース一覧を示します。

表 10.4 TPU のクロックソース一覧

チャネル	内部クロック							外部クロック				他のチャンネルの オーバフロー/ アンダフロー
	$\phi/1$	$\phi/4$	$\phi/16$	$\phi/64$	$\phi/256$	$\phi/1024$	$\phi/4096$	TCLKA	TCLKB	TCLKC	TCLKD	
0												
1												
2												
3												
4												
5												

【記号説明】

: 設定あり
空欄: 設定なし

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
0	0	0	0	内部クロック: $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック: $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック: $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック: $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック: TCLKA 端子入力でカウント
			1	外部クロック: TCLKB 端子入力でカウント
		1	0	外部クロック: TCLKC 端子入力でカウント
			1	外部クロック: TCLKD 端子入力でカウント

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
1	0	0	0	内部クロック: $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック: $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック: $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック: $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック: TCLKA 端子入力でカウント
			1	外部クロック: TCLKB 端子入力でカウント
		1	0	内部クロック: $\phi/256$ でカウント
			1	TCNT2のオーバフロー/アンダフローでカウント

【注】 チャンネル1が位相計数モード時、この設定は無効になります。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
2	0	0	0	内部クロック： $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
			1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
		1	0	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
			1	内部クロック： $\phi/1024$ でカウント

【注】 チャンネル2 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
3	0	0	0	内部クロック： $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
			1	内部クロック： $\phi/1024$ でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/256$ でカウント
			1	内部クロック： $\phi/4096$ でカウント

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
4	0	0	0	内部クロック： $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
			1	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/1024$ でカウント
			1	TCNT5 のオーバフロー / アンダフローでカウント

【注】 チャンネル4 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
5	0	0	0	内部クロック： $\phi/1$ でカウント (初期値)
			1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
			1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
			1	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
		1	0	内部クロック： $\phi/256$ でカウント
			1	外部クロック：TCLKD 端子入力でカウント

【注】 チャンネル5が位相計数モード時、この設定は無効になります。

10.2.2 タイマモードレジスタ (TMDR)

チャンネル0：TMDR0

チャンネル3：TMDR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネル1：TMDR1

チャンネル2：TMDR2

チャンネル4：TMDR4

チャンネル5：TMDR5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

TMDRは8ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各チャンネルの動作モードの設定を行います。TPUには、各チャンネル1本、計6本のTMDRがあります。TMDRは、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時にHC0に初期化されます。

TMDRの設定は、TCNTの動作が停止した状態で行ってください。

ビット7、6：リザーブビット

リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 5 : バッファ動作 B (BFB)

TGRB を通常動作させるか、TGRB と TGRD を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRD をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRD のインプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

TGRD を持たないチャンネル 1、2、4、5 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 5	説明
BFB	
0	TGRB は通常動作 (初期値)
1	TGRB と TGRD はバッファ動作

ビット 4 : バッファ動作 A (BFA)

TGRA を通常動作させるか、TGRA と TGRC を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRC をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRC のインプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

TGRC を持たないチャンネル 1、2、4、5 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 4	説明
BFA	
0	TGRA は通常動作 (初期値)
1	TGRA と TGRC はバッファ動作

ビット 3~0 : モード 3~0 (MD3~MD0)

MD3~MD0 はタイマの動作モードを設定します。

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明
MD3*1	MD2*2	MD1	MD0	
0	0	0	0	通常動作 (初期値)
			1	リザーブ
		1	0	PWM モード 1
			1	PWM モード 2
	1	0	0	位相計数モード 1
			1	位相計数モード 2
		1	0	位相計数モード 3
			1	位相計数モード 4
1	*	*	*	-

* : Don't care

- 【注】 *1 MD3 はリザーブビットです。
ライト時には常に 0 を書き込んでください。
- *2 チャンネル 0、3 では、位相計数モードの設定はできません。
MD2 には常に 0 をライトしてください。

10.2.3 タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)

チャンネル 0 : TIOR0H

チャンネル 1 : TIOR1

チャンネル 2 : TIOR2

チャンネル 3 : TIOR3H

チャンネル 4 : TIOR4

チャンネル 5 : TIOR5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネル 0 : TIOR0L

チャンネル 3 : TIOR3L

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

【注】 TGRC、あるいは TGRD をバッファ動作に設定した場合は、本設定は無効となり、バッファレジスタとして動作します。

TIOR は TGR を制御する 8 ビットのレジスタです。TPU には、チャンネル 0、3 に各 2 本、チャンネル 1、2、4、5 に各 1 本、計 8 本の TIOR があります。TIOR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

TIOR は TMDR の設定により影響を受けますので注意してください。

TIOR で指定した初期出力はカウンタ停止した (TSTR の CST ビットを 0 にクリアした) 状態で有効になります。また、PWM モード 2 の場合にはカウンタが 0 にクリアされた時点での出力を指定します。

ビット 7~4 : I/O コントロール B3~0 (IOB3~IOB0)

I/O コントロール D3~0 (IOD3~IOD0)

IOB3~IOB0 ビットは TGRB の機能を設定します。

IOD3~IOD0 ビットは TGRD の機能を設定します。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	7	6	5	4				
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0				
0	0	0	0	0	TGR0B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		0	出力禁止	
				1		0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
				0		0	コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力
	1	0	0	0	TGR0B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB0 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
		1	*	*		キャプチャ入力元 はチャンネル1/ カウントクロック	TCNT1 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ*1	

* : Don't care

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	7	6	5	4				
	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0				
0	0	0	0	0	TGR0D は アウトプット コンペア レジスタ*2	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力	
			1	0		0	出力禁止	
				1		0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
				0		0	コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力
	1	0	0	0	TGR0D は インプット キャプチャ レジスタ*2	キャプチャ入力元 は TIOCD0 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
		1	*	*		キャプチャ入力元 はチャンネル1/ カウントクロック	TCNT1 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ*1	

* : Don't care

【注】 *1 TCR1 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT1 のカウントクロックに $\phi/1$ を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

*2 TMDR0 の BFB ビットを 1 にセットして TGR0D をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明				
	7	6	5	4					
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0					
1	0	0	0	0	TGR1B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)			
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力		
				1		コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力		
			1	0		0	出力禁止		
						1	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
						1	コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	TGR1B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB1 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ		
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
				*			両エッジでインプットキャプチャ		
			1	*		*	キャプチャ入力元 は TGR0C コンペア マッチ/インプ ットキャプチャ		TGR0C のコンペアマッチ/ インプットキャプチャの発生で インプットキャプチャ

* : Don't care

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	7	6	5	4				
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0				
2	0	0	0	0	TGR2B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				1		コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力	
			1	0		0	出力禁止	
						1	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
						1	コンペアマッチで1出力	コンペアマッチでトグル出力
	1	*	0	0	TGR2B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB2 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	

* : Don't care

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	7	6	5	4				
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0				
3	0	0	0	0	TGR3B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0 出力	コンペアマッチで0 出力	
				0		コンペアマッチで1 出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1 出力	コンペアマッチで0 出力
	1	0	0	0	TGR3B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB3 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル4/ カウントクロック	TCNT4 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ*1

* : Don't care

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	7	6	5	4				
	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0				
3	0	0	0	0	TGR3D は アウトプット コンペア レジスタ*2	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0 出力	コンペアマッチで0 出力	
				0		コンペアマッチで1 出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1 出力	コンペアマッチで0 出力
	1	0	0	0	TGR3D は インプット キャプチャ レジスタ*2	キャプチャ入力元 は TIOCD3 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル4/ カウントクロック	TCNT4 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ*1

* : Don't care

- 【注】 *1 TCR4 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT4 のカウントクロックに $\phi/1$ を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。
- *2 TMDR3 の BFB ビットを 1 にセットして TGR3D をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明				
	7	6	5	4					
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0					
4	0	0	0	0	TGR4B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)			
				1		初期出力は 0 出力	コンペアマッチで 0 出力		
				0		コンペアマッチで 1 出力			
			1	0		0	出力禁止	初期出力は 1 出力	コンペアマッチで 0 出力
						1	コンペアマッチで 1 出力		
						1	コンペアマッチでトグル出力		
	1	0	0	0	TGR4B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB4 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ		
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
				*			両エッジでインプットキャプチャ		
			1	*		*	キャプチャ入力元 は TGR3C コンペ アマッチ/インプ ットキャプチャ	TGR3C のコンペアマッチ / インプットキャプチャの発生で インプットキャプチャ	

* : Don't care

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明				
	7	6	5	4					
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0					
5	0	0	0	0	TGR5B は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)			
				1		初期出力は 0 出力	コンペアマッチで 0 出力		
				0		コンペアマッチで 1 出力			
			1	0		0	出力禁止	初期出力は 1 出力	コンペアマッチで 0 出力
						1	コンペアマッチで 1 出力		
						1	コンペアマッチでトグル出力		
	1	*	0	0	TGR5B は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCB5 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ		
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
				*			両エッジでインプットキャプチャ		

* : Don't care

ビット 3~0 : I/O コントロール A3~0 (IOA3~IOA0)

I/O コントロール C3~0 (IOC3~IOC0)

IOA3~IOA0 は TGRA の機能を設定します。

IOC3~IOC0 は TGRC の機能を設定します。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明			
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0				
0	0	0	0	0	TGR0A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		コンペアマッチでトグル出力		
				1		出力禁止		
				0		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
	1	0	0	0	TGR0A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA0 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル1/ カウントクロック	TCNT1 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ

* : Don't care

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明			
	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0				
0	0	0	0	0	TGR0C は アウトプット コンペア レジスタ*	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		コンペアマッチでトグル出力		
				1		出力禁止		
				0		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
	1	0	0	0	TGR0C は インプット キャプチャ レジスタ*	キャプチャ入力元 は TIOCC0 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル1/ カウントクロック	TCNT1 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ

* : Don't care

【注】 * TMDR0 の BFA ビットを 1 にセットして TGR0C をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明				
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0					
1	0	0	0	0	TGR1A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)			
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力		
				0		コンペアマッチで1出力			
			1	0		コンペアマッチでトグル出力			
				1		0	出力禁止		
						1	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
	0	コンペアマッチで1出力							
	1	0	0	0	TGR1A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA1 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ		
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
				*			両エッジでインプットキャプチャ		
			1	*		*	キャプチャ入力元 は TGR0A コンペ アマッチ/インプ ットキャプチャ	チャンネル0 / TGR0A の コンペアマッチ / インプットキャプチャの発生で インプットキャプチャ	

* : Don't care

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明		
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0			
2	0	0	0	0	TGR2A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)	
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力
				0		コンペアマッチで1出力	
			1	0		コンペアマッチでトグル出力	
				1		0	出力禁止
						1	初期出力は1出力
	0	コンペアマッチで1出力					
	1	*	0	0	TGR2A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA2 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
				*			両エッジでインプットキャプチャ

* : Don't care

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明			
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0				
3	0	0	0	0	TGR3A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
	1	0	0	0	TGR3A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA3 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル4/ カウントクロック	TCNT4 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ

* : Don't care

チャンネル	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明			
	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0				
3	0	0	0	0	TGR3C は アウトプット コンペア レジスタ*	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
	1	0	0	0	TGR3C は インプット キャプチャ レジスタ*	キャプチャ入力元 は TIOCC3 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 はチャンネル4/ カウントクロック	TCNT4 のカウントアップ/ カウントダウンでインプット キャプチャ

* : Don't care

【注】 * TMDR3 の BFA ビットを 1 にセットして TGR3C をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	3	2	1	0				
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0				
4	0	0	0	0	TGR4A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
	1	0	0	0	TGR4A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA4 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	*		*	キャプチャ入力元 は TGR3A コンペア マッチ/インプ ットキャプチャ	TGR3A のコンペアマッチ/ インプットキャプチャの発生で インプットキャプチャ

* : Don't care

チャンネル	ビット	ビット	ビット	ビット	説明			
	3	2	1	0				
	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0				
5	0	0	0	0	TGR5A は アウトプット コンペア レジスタ	出力禁止 (初期値)		
				1		初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				0		コンペアマッチで1出力		
			1	0		0	コンペアマッチでトグル出力	
						1	出力禁止	
						0	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
	1	*	0	0	TGR5A は インプット キャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元 は TIOCA5 端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1			立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*			両エッジでインプットキャプチャ	
			1	0		0	キャプチャ入力元 は TIOCA5 端子	TGR3A のコンペアマッチ/ インプットキャプチャの発生で インプットキャプチャ

* : Don't care

10.2.4 タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)

チャンネル0 : TIER0

チャンネル3 : TIER3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TTGE	-	-	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA
初期値	0	1	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネル1 : TIER1

チャンネル2 : TIER2

チャンネル4 : TIER4

チャンネル5 : TIER5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TTGE	-	TCIEU	TCIEV	-	-	TGIEB	TGIEA
初期値	0	1	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	-	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W

TIERは8ビットのレジスタで、各チャンネルの割り込み要求の許可、禁止を制御します。TPUには、各チャンネル1本、計6本のTIERがあります。TIERは、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時にH'40に初期化されます。

ビット7 : A/D変換開始要求イネーブル (TTGE)

TGRAのインプットキャプチャ/コンペアマッチによる、A/D変換開始要求の発生を許可または禁止します。

ビット7	説明
TTGE	
0	A/D変換開始要求の発生を禁止 (初期値)
1	A/D変換開始要求の発生を許可

ビット6 : リザーブビット

リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット 5 : アンダフローインタラプトイネーブル (TCIEU)

チャンネル 1、2 で TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TCFU フラグによる割り込み要求 (TCIU) を許可または禁止します。

チャンネル 0、3 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 5	説明	
TCIEU		
0	TCFU による割り込み要求 (TCIU) を禁止	(初期値)
1	TCFU による割り込み要求 (TCIU) を許可	

ビット 4 : オーバフローインタラプトイネーブル (TCIEV)

TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TCFV フラグによる割り込み要求 (TCIV) を許可または禁止します。

ビット 4	説明	
TCIEV		
0	TCFV による割り込み要求 (TCIV) を禁止	(初期値)
1	TCFV による割り込み要求 (TCIV) を許可	

ビット 3 : TGR インタラプトイネーブル D (TGIED)

チャンネル 0、3 で TSR の TGFD ビットが 1 にセットされたとき、TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可または禁止します。

チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 3	説明	
TGIED		
0	TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を禁止	(初期値)
1	TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可	

ビット 2 : TGR インタラプトイネーブル C (TGIEC)

チャンネル 0、3 で TSR の TGFC ビットが 1 にセットされたとき、TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可または禁止します。

チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 2	説明	
TGIEC		
0	TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を禁止	(初期値)
1	TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可	

ビット 1 : TGR インタラプトイネーブル B (TGIEB)

TSR の TGFB ビットが 1 にセットされたとき、TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可または禁止します。

ビット 1	説明
TGIEB	
0	TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止 (初期値)
1	TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可

ビット 0 : TGR インタラプトイネーブル A (TGIEA)

TSR の TGFA ビットが 1 にセットされたとき、TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可または禁止します。

ビット 0	説明
TGIEA	
0	TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を禁止 (初期値)
1	TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可

10.2.5 タイマステータスレジスタ (TSR)

チャンネル 0 : TSR0

チャンネル 3 : TSR3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA
初期値	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

チャンネル 1 : TSR1

チャンネル 2 : TSR2

チャンネル 4 : TSR4

チャンネル 5 : TSR5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA
初期値	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W	R	-	R/(W)*	R/(W)*	-	-	R/(W)*	R/(W)*

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

TSRは8ビットのレジスタで、各チャンネルのステータスの表示を行います。TPUには、各チャンネル1本、計6本のTSRがあります。TSRは、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時にH'COに初期化されます。

ビット7：カウント方向フラグ (TCFD)

チャンネル1、2、4、5のTCNTのカウント方向を示すステータスフラグです。チャンネル0、3ではリザーブビットです。リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット7	説明
TCFD	
0	TCNTはダウンカウント
1	TCNTはアップカウント (初期値)

ビット6：リザーブビット

リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット5：アンダフローフラグ (TCFU)

チャンネル1、2、4、5が位相計数モードのとき、TCNTのアンダフローの発生を示すステータスフラグです。

チャンネル0、3ではリザーブビットです。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット5	説明
TCFU	
0	[クリア条件] (初期値) TCFU=1の状態ではTCFUをリード後、TCFUに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がアンダフロー (H'0000 H'FFFF) したとき

ビット4：オーバフローフラグ (TCFV)

TCNTのオーバフローの発生を示すステータスフラグです。

ビット4	説明
TCFV	
0	[クリア条件] (初期値) TCFV=1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバフロー (H'FFFF H'0000) したとき

ビット3: インพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグD (TGFD)

チャンネル0、3のTGRDのインพุットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。

チャンネル1、2、4、5ではリザーブビットです。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3	説明
TGFD	
0	[クリア条件] (初期値) (1) TGID 割り込みにより DTC が起動され、DTC の MRB の DIESEL ビットが0のとき (2) TGFD = 1 の状態で TGFD をリード後、TGFD に0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRD がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRD になったとき (2) TGRD がインพุットキャプチャとして機能している場合、インพุットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRD に転送されたとき

ビット2: インพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグC (TGFC)

チャンネル0、3のTGRCのインพุットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。

チャンネル1、2、4、5ではリザーブビットです。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット2	説明
TGFC	
0	[クリア条件] (初期値) (1) TGIC 割り込みにより DTC が起動され、DTC の MRB の DIESEL ビットが0のとき (2) TGFC = 1 の状態で TGFC をリード後、TGFC に0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRC がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRC になったとき (2) TGRC がインพุットキャプチャとして機能している場合、インพุットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRC に転送されたとき

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット 1: インพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ B (TGFB)

TGRB のインพุットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。

ビット 1	説明
TGFB	
0	[クリア条件] (初期値) (1) TGRB 割り込みにより DTC が起動され、DTC の MRB の DIESEL ビットが 0 のとき (2) TGFB = 1 の状態で TGFB をリード後、TGFB に 0 をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRB がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、 TCNT = TGRB になったとき (2) TGRB がインพุットキャプチャとして機能している場合、 インพุットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRB に転送されたとき

ビット 0: インพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ A (TGFA)

TGRA のインพุットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。

ビット 0	説明
TGFA	
0	[クリア条件] (初期値) (1) TGIA 割り込みにより DTC が起動され、DTC の MRB の DIESEL ビットが 0 のとき (2) TGIA 割り込みにより DMAC が起動され、DMAC の DMABCR の DTA ビットが 1 のとき (3) TGFA = 1 の状態で TGFA をリード後、TGFA に 0 をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRA がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、 TCNT = TGRA になったとき (2) TGRA がインพุットキャプチャとして機能している場合、 インพุットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRA に転送されたとき

10.2.6 タイマカウンタ (TCNT)

チャンネル 0 : TCNT0 (アップカウンタ)

チャンネル 1 : TCNT1 (アップ/ダウンカウンタ*)

チャンネル 2 : TCNT2 (アップ/ダウンカウンタ*)

チャンネル 3 : TCNT3 (アップカウンタ)

チャンネル 4 : TCNT4 (アップ/ダウンカウンタ*)

チャンネル 5 : TCNT5 (アップ/ダウンカウンタ*)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

【注】* 位相計数モード (および位相計数モードの他のチャンネルのオーバーフロー/アンダフローのカウンタ時) のみアップ/ダウンカウンタとして使用できます。それ以外の場合はアップカウンタになります。

TCNT は 16 ビットのカウンタです。各チャンネルに 1 本、計 6 本の TCNT があります。

TCNT は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'0000 に初期化されます。

TCNT の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

10.2.7 タイマジェネラルレジスタ (TGR)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

TGR は 16 ビットのアウトプットコンペア/インプットキャプチャ兼用のレジスタです。チャンネル 0、3 に各 4 本、チャンネル 1、2、4、5 に各 2 本、計 16 本のジェネラルレジスタがあります。チャンネル 0、3 の TGRC と TGRD は、バッファレジスタとして動作設定することができます*。TGR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'FFFF に初期化されます。

TGR の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

【注】* TGR とバッファレジスタの組み合わせは、TGRA-TGRC、TGRB-TGRD になります。

10.2.8 タイマスタートレジスタ (TSTR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	CST5	CST4	CST3	CST2	CST1	CST0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TSTR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、チャンネル 0~5 の TCNT の動作/停止を選択します。TSTR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。TMDR へ動作モードを設定する場合や、TCR へ TCNT のカウントクロックを設定する場合は、TCNT のカウンタ動作を停止してから行ってください。

ビット 7、6：リザーブビット

ライト時は必ず 0 を書き込んでください。

ビット 5~0：カウンタスタート 5~0 (CST5~CST0)

TCNT の動作または停止を選択します。

ビット n	説明
CSTn	
0	TCNTn のカウント動作は停止 (初期値)
1	TCNTn はカウント動作

(n=5~0)

【注】 TIOC 端子を出力状態で動作中に、CST ビットに 0 をライトするとカウンタは停止しますが、TIOC 端子のアウトプットコンペア出力レベルは保持されます。CST ビットが 0 の状態で TIOR へのライトを行うと、設定した初期出力値に端子の出力レベルが更新されます。

10.2.9 タイマシンクロレジスタ (TSYR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	SYNC5	SYNC4	SYNC3	SYNC2	SYNC1	SYNC0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TSYR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、チャンネル 0~5 の TCNT の独立動作または同期動作を選択します。対応するビットを 1 にセットしたチャンネルが同期動作を行います。

TSYR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

ビット 7、6：リザーブビット

ライト時は必ず 0 を書き込んでください。

ビット 5~0：タイマ同期 5~0 (SYNC5~SYNC0)

他のチャンネルとの独立動作または同期動作を選択します。

同期動作を選択すると、複数の TCNT の同期プリセット*¹や、他チャンネルのカウントクリアによる同期クリア*²が可能となります。

ビット n	説明
SYNCn	
0	TCNTn は独立動作 (TCNT のプリセット/クリアは他チャンネルと無関係) (初期値)
1	TCNTn は同期動作 TCNT の同期プリセット* ¹ /同期クリア* ² が可能

(n=5~0)

【注】 *1 同期動作の設定には、最低 2 チャンネルの SYNC ビットを 1 にセットする必要があります。

*2 同期クリアの設定には、SYNC ビットのほかに TCR の CCLR2~CCLR0 ビットで、TCNT のクリア要因を設定する必要があります。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

10.2.10 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

	MSTPCRH								MSTPCRL							
ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP13 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で TPU は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。モジュールストップモードでは、レジスタのリード/ライトはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 13 : モジュールストップ (MSTP13)

TPU のモジュールストップモードを指定します。

ビット 13	説明
MSTP13	
0	TPU のモジュールストップモード解除
1	TPU のモジュールストップモード設定 (初期値)

10.3 バスマスタとのインタフェース

10.3.1 16 ビットレジスタ

TCNT、TGR は 16 ビットのレジスタです。バスマスタとの間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位でのリード/ライトが可能です。

8 ビット単位でのリード/ライトはできません。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。16 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.2 に示します。

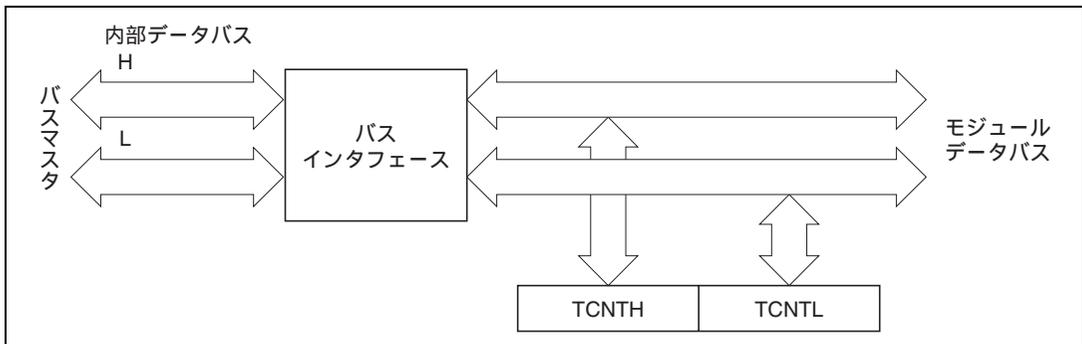


図 10.2 16 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCNT (16 ビット))

10.3.2 8 ビットレジスタ

TCNT、TGR 以外のレジスタは 8 ビットのレジスタです。CPU との間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位でのリード/ライトが可能です。また、8 ビット単位でのリード/ライトもできます。

8 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.3 ~ 図 10.5 に示します。

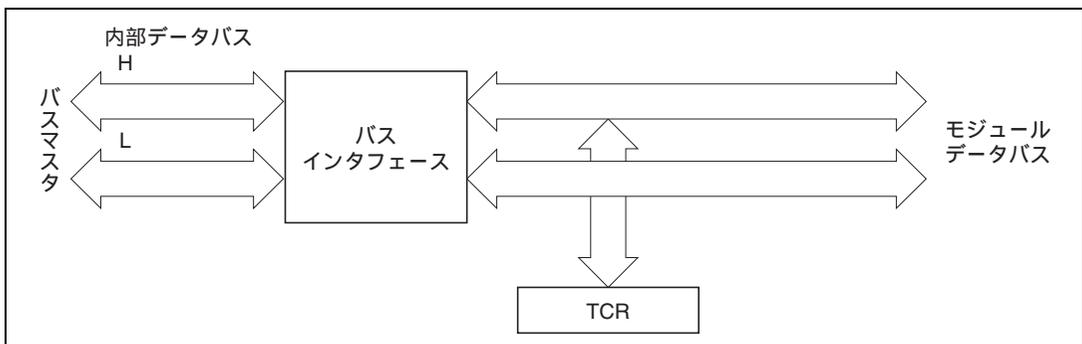


図 10.3 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCR (上位 8 ビット))

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

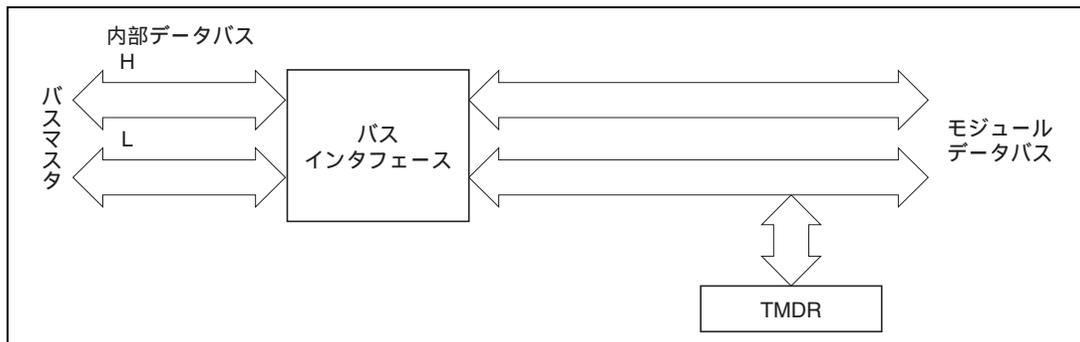


図 10.4 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TMDR (下位 8 ビット))

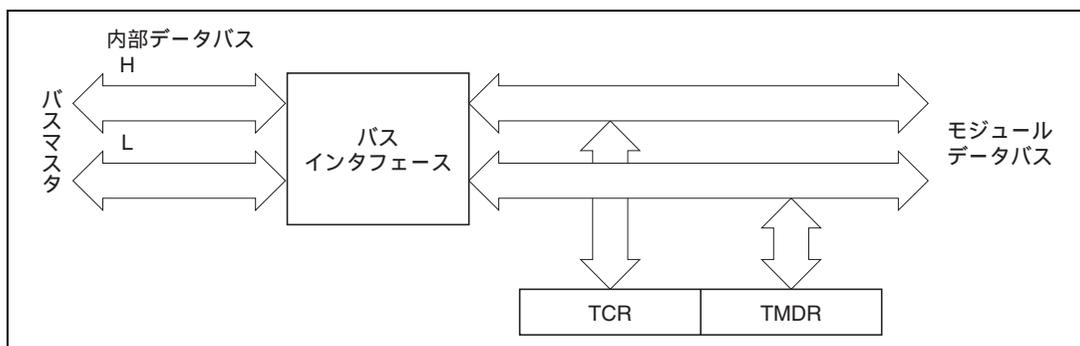


図 10.5 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCR、TMDR (16 ビット))

10.4 動作説明

10.4.1 概要

各モードの動作概要を以下に示します。

(1) 通常動作

各チャンネルには、TCNT と TGR があります。TCNT は、アップカウント動作を行い、フリーランニング動作、周期カウント動作、または外部イベントカウント動作が可能です。

TGR は、それぞれインプットキャプチャレジスタまたはアウトプットコンペアレジスタとして使用することができます。

(2) 同期動作

同期動作を設定したチャンネルの TCNT は、同期プリセット動作を行います。すなわち、同期動作に設定されたチャンネルのうち任意の TCNT を書き換えると、他のチャンネルの TCNT も同時に書き換えられます。また、同期動作に設定された複数のチャンネルの TSYR のタイマ同期ビットの設定により、TCNT の同期クリアが可能です。

(3) バッファ動作

(a) TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

コンペアマッチが発生すると対応するチャンネルのバッファレジスタの値が TGR に転送されます。

(b) TGR がインプットキャプチャレジスタの場合

インプットキャプチャが発生すると、TCNT の値が TGR に転送されると同時に、それまで格納されていた TGR の値がバッファレジスタに転送されます。

(4) カスケード接続動作

チャンネル 1 カウンタ (TCNT1) とチャンネル 2 カウンタ (TCNT2) またはチャンネル 4 カウンタ (TCNT4) とチャンネル 5 カウンタ (TCNT5) を接続して 32 ビットカウンタとして動作させることができます。

(5) PWM モード

PWM 波形を出力するモードです。出力レベルは TIOR により設定できます。

各 TGR の設定により、デューティ 0~100% の PWM 波形が出力できます。

(6) 位相計数モード

チャンネル 1、2、4、5 で外部クロック入力端子から入力される 2 つのクロックの位相を検出して、TCNT をアップ/ダウンさせるモードです。位相計数モードに設定すると、対応する TCLK 端子はクロック入力となり、また TCNT はアップ/ダウンカウント動作を行います。

2 相エンコーダパルスの入力として使用できます。

10.4.2 基本機能

(1) カウンタの動作

TSTR の CST0 ~ CST5 ビットを 1 にセットすると、対応するチャンネルの TCNT はカウント動作を開始します。フリーランニングカウンタ動作、周期カウンタ動作などが可能です。

(a) カウント動作の設定手順例

カウント動作の設定手順例を図 10.6 に示します。

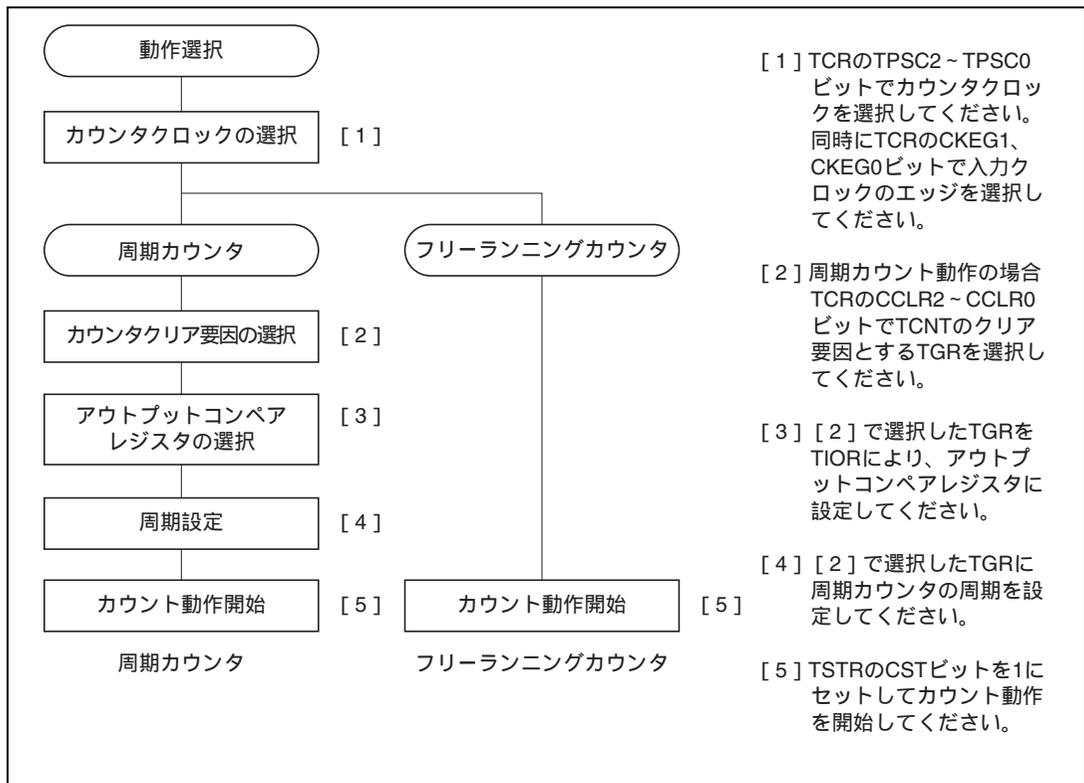


図 10.6 カウンタ動作設定手順例

(b) フリーランニングカウンタ動作と周期カウンタ動作

TPU の TCNT は、リセット直後はすべてフリーランニングカウンタの設定となっており、TSTR の対応するビットを 1 にセットするとフリーランニングカウンタとしてアップカウント動作を開始します。TCNT がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) すると、TSR の TCFV ビットが 1 にセットされます。このとき、対応する TIER の TCIEV ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はオーバーフロー後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

フリーランニングカウンタの動作を図 10.7 に示します。

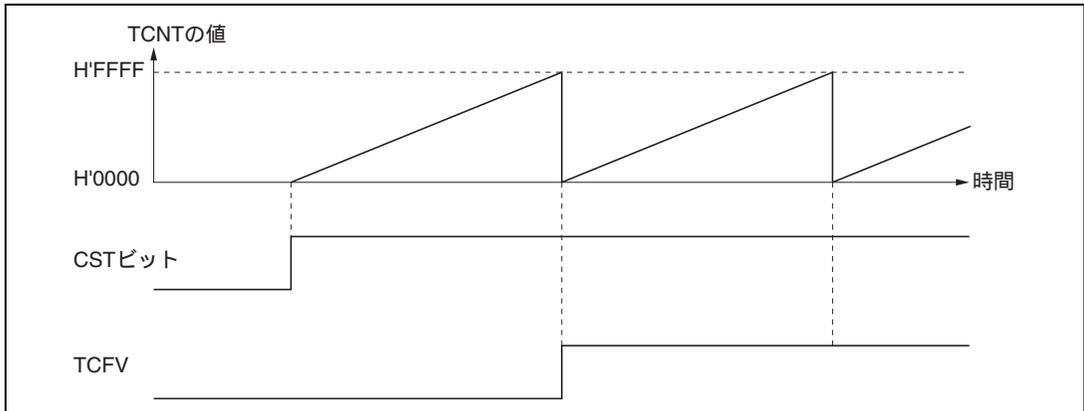


図 10.7 フリーランニングカウンタの動作

TCNT のクリア要因にコンペアマッチを選択したときは、対応するチャンネルの TCNT は周期カウンタ動作を行います。周期設定用の TGR をアウトプットコンペアレジスタに設定し、TCR の CCLR2 ~ CCLR0 ビットによりコンペアマッチによるカウンタクリアを選択します。設定後、TSTR の対応するビットを 1 にセットすると、周期カウンタとしてアップカウント動作を開始します。カウント値が TGR の値と一致すると、TSR の TGF ビットが 1 にセットされ、TCNT は H'0000 にクリアされます。

このとき対応する TIER の TGIE ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はコンペアマッチ後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

周期カウンタの動作を図 10.8 に示します。

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

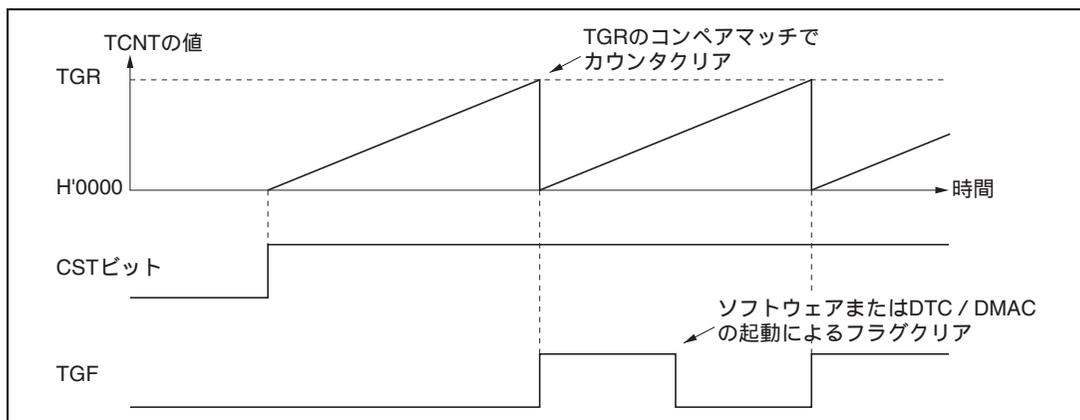


図 10.8 周期カウンタの動作

(2) コンペアマッチによる波形出力機能

TPU は、コンペアマッチにより対応する出力端子から 0 出力 / 1 出力 / トグル出力を行うことができます。

(a) コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例

コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例を図 10.9 に示します。

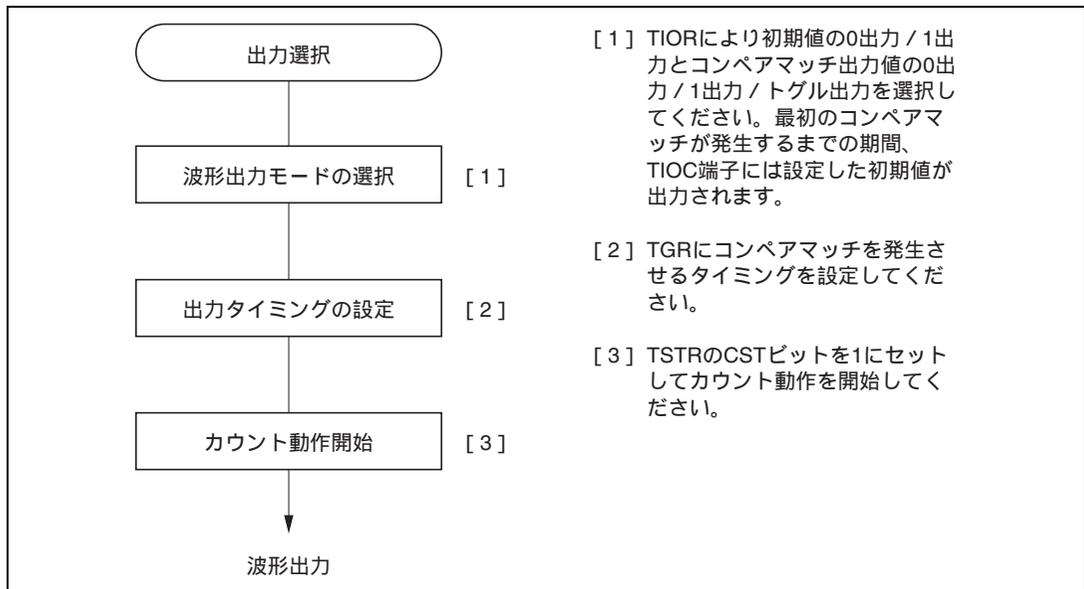


図 10.9 コンペアマッチによる波形出力動作例

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

(b) 波形出力動作例

0出力 / 1出力例を図 10.10 に示します。

TCNT をフリーランニングカウント動作とし、コンペアマッチ A により 1 出力、コンペアマッチ B により 0 出力となるように設定した場合の例です。設定したレベルと端子のレベルが一致した場合には、端子のレベルは変化しません。

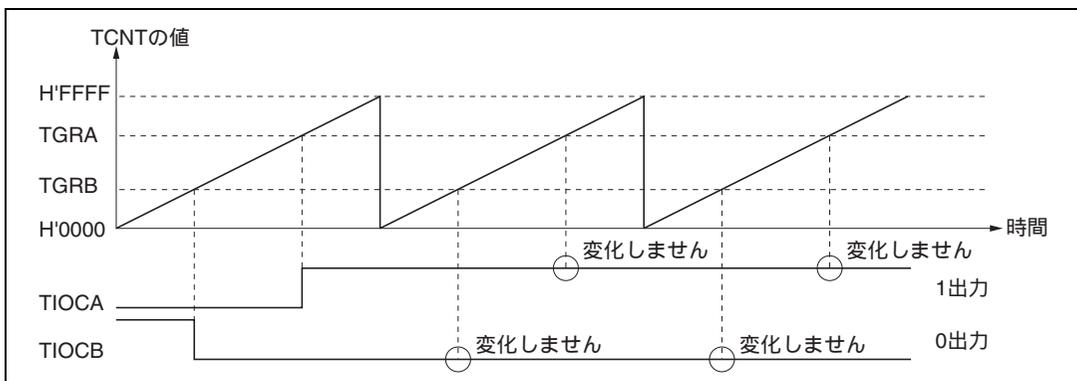


図 10.10 0出力 / 1出力の動作例

トグル出力の例を図 10.11 に示します。

TCNT を周期カウント動作 (コンペアマッチ B によりカウンタクリア) に、コンペアマッチ A、B ともトグル出力となるように設定した場合の例です。

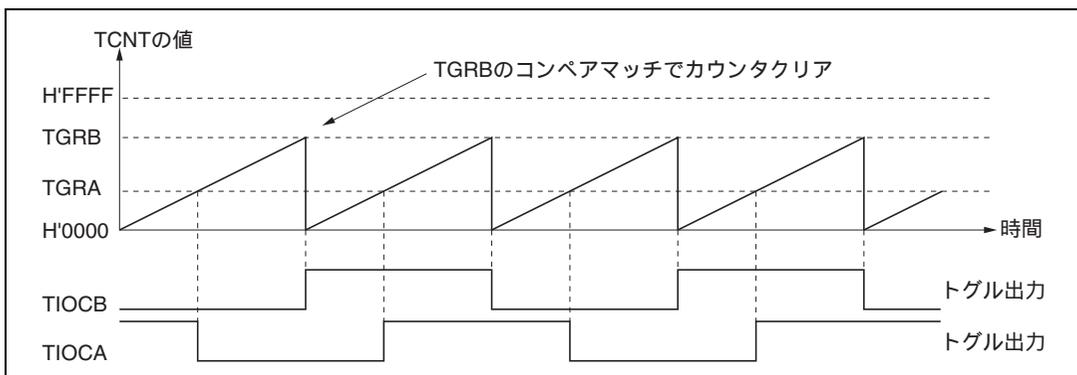


図 10.11 トグル出力の動作例

(3) インพุットキャプチャ機能

TIOC 端子の入力エッジを検出して TCNT の値を TGR に転送することができます。

検出エッジは立ち上がりエッジ / 立ち下がりエッジ / 両エッジから選択できます。また、チャンネル 0、1、3、4 は別のチャンネルのカウンタ入力クロックやコンペアマッチ信号をインพุットキャプチャの要因とすることもできます。

【注】 チャンネル 0、3 で別のチャンネルのカウンタ入力クロックをインพุットキャプチャ入力とする場合は、インพุットキャプチャ入力とするカウンタ入力クロックに $\phi/1$ を選択しないでください。 $\phi/1$ を選択した場合は、インพุットキャプチャは発生しません。

(a) インพุットキャプチャ動作の設定手順例

インพุットキャプチャ動作の設定手順例を図 10.12 に示します。

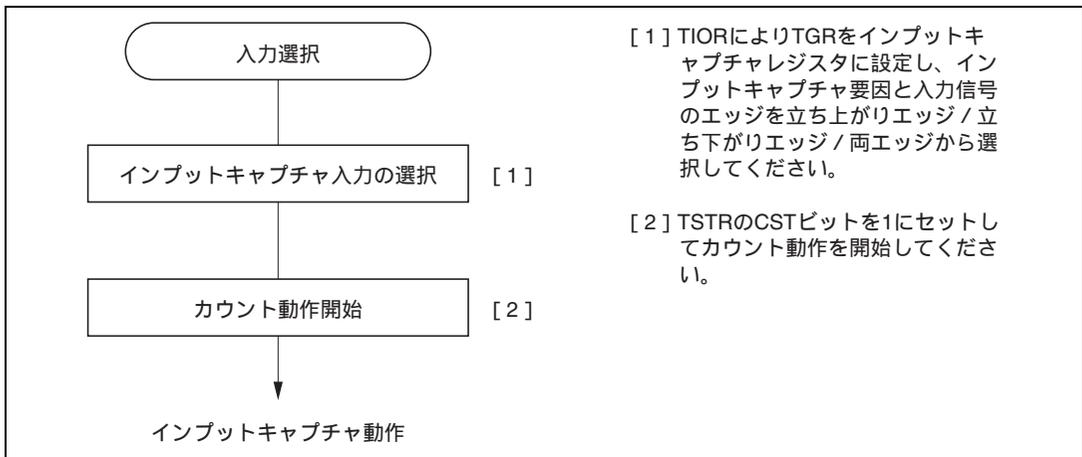


図 10.12 インพุットキャプチャ動作の設定例

(b) インพุットキャプチャ動作例

インพุットキャプチャ動作例を図 10.13 に示します。

TIOCA 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち上がり / 立ち下がり両エッジ、また TIOCB 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち下がりエッジを選択し、TCNT は TGRB のインพุットキャプチャでカウンタクリアされるように設定した場合の例です。

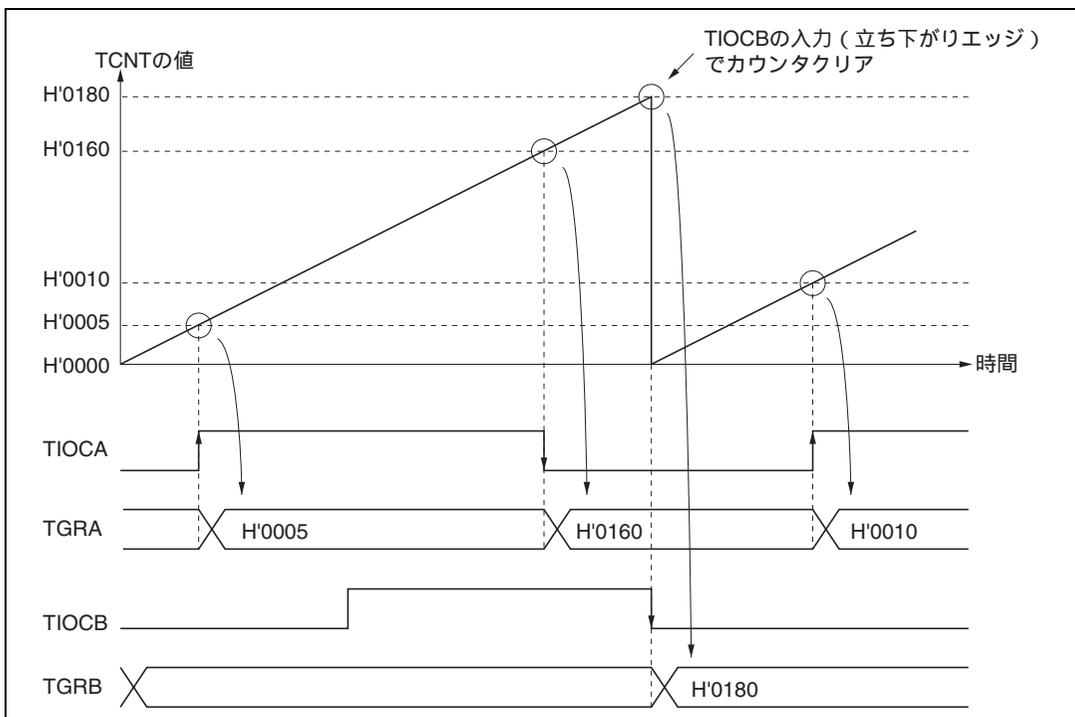


図 10.13 インพุットキャプチャ動作例

10.4.3 同期動作

同期動作は、複数の TCNT の値を同時に書き換えることができます(同期プリセット)。また、TCR の設定により複数の TCNT を同時にクリアすることができます(同期クリア)。

同期動作により、1つのタイムベースに対して TGR を増加することができます。
チャンネル 0~5 はすべて同期動作の設定が可能です。

(1) 同期動作の設定手順例

同期動作の設定手順例を図 10.14 に示します。

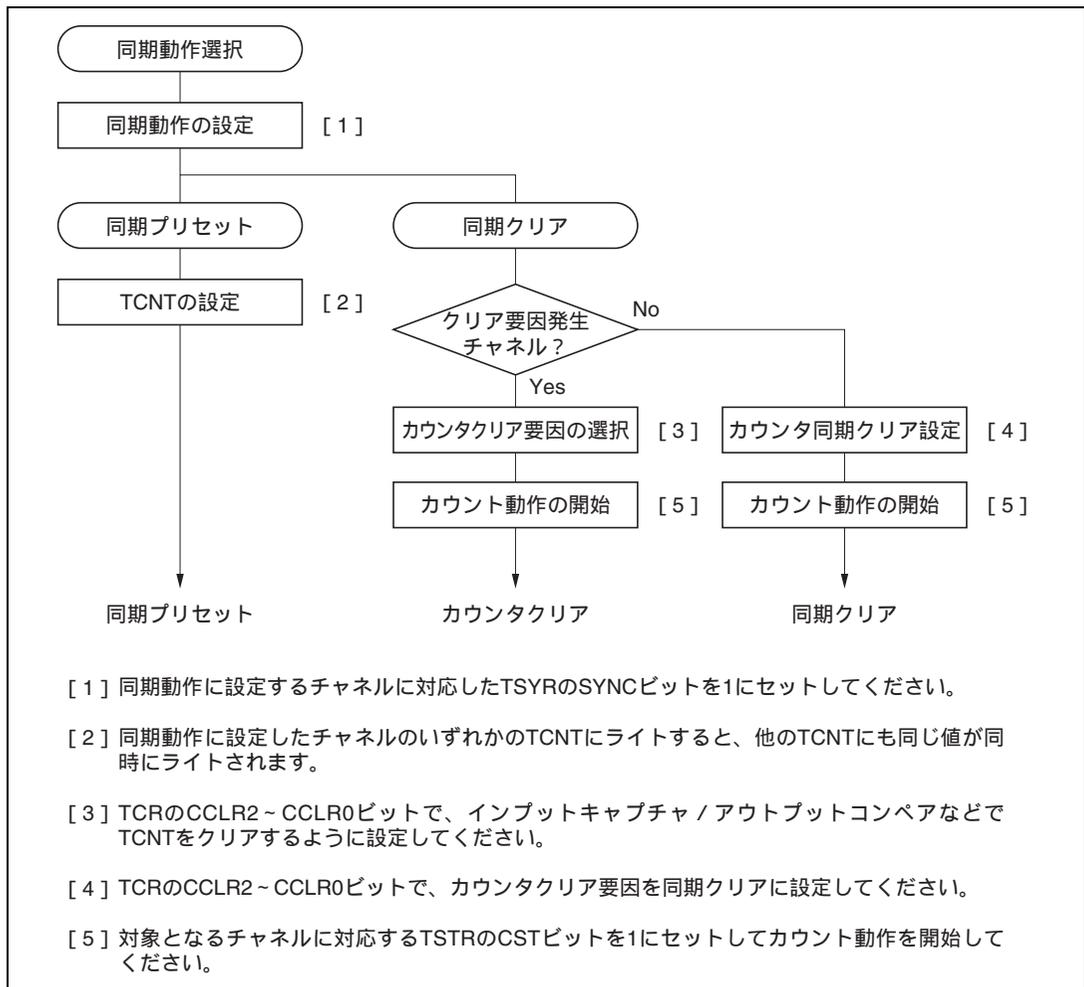


図 10.14 同期動作の設定手順例

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

(2) 同期動作の例

同期動作の例を図 10.15 に示します。

チャンネル0~2を同期動作かつPWMモード1に設定し、チャンネル0のカウンタクリア要因をTGR0Bのコンペアマッチ、またチャンネル1、2のカウンタクリア要因を同期クリアに設定した場合の例です。

3相のPWM波形をTIOC0A、TIOC1A、TIOC2A端子から出力します。このとき、チャンネル0~2のTCNTは同期プリセット、TGR0Bのコンペアマッチによる同期クリアを行い、TGR0Bに設定したデータがPWM周期となります。

PWMモードについては、「10.4.6 PWMモード」を参照してください。

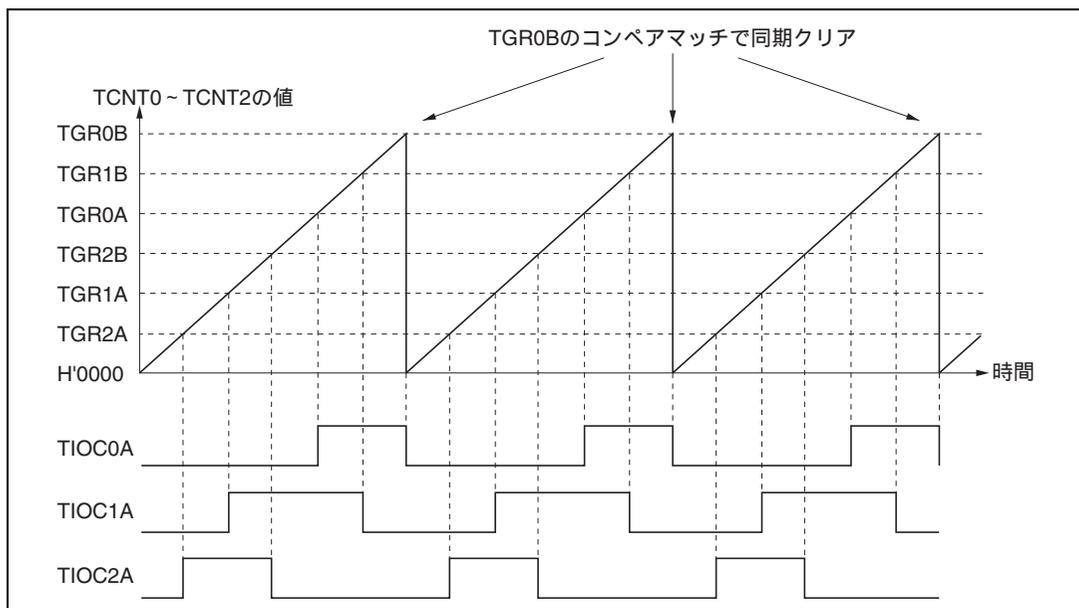


図 10.15 同期動作の動作例

10.4.4 バッファ動作

バッファ動作は、チャンネル 0、3 が持つ機能です。TGRC と TGRD をバッファレジスタとして使用することができます。

バッファ動作は、TGR を入力キャプチャレジスタに設定した場合と、コンペアマッチレジスタに設定した場合のそれぞれで動作内容が異なります。

表 10.5 にバッファ動作時のレジスタの組み合わせを示します。

表 10.5 レジスタの組み合わせ

チャンネル	タイマジェネラルレジスタ	バッファレジスタ
0	TGR0A	TGR0C
	TGR0B	TGR0D
3	TGR3A	TGR3C
	TGR3B	TGR3D

- TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

コンペアマッチが発生すると、対応するチャンネルのバッファレジスタの値がタイマジェネラルレジスタに転送されます。

この動作を図 10.16 に示します。

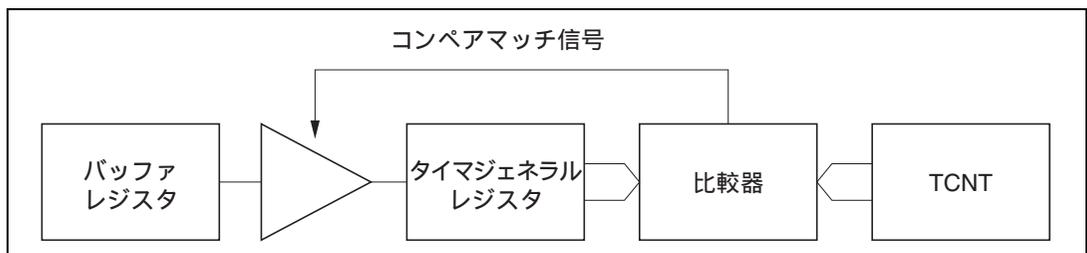


図 10.16 コンペアマッチバッファ動作

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

• TGR が入力キャプチャレジスタの場合

入力キャプチャが発生すると、TCNT の値を TGR に転送すると同時に、それまで格納されていたタイマジェネラルレジスタの値をバッファレジスタに転送します。

この動作を図 10.17 に示します。

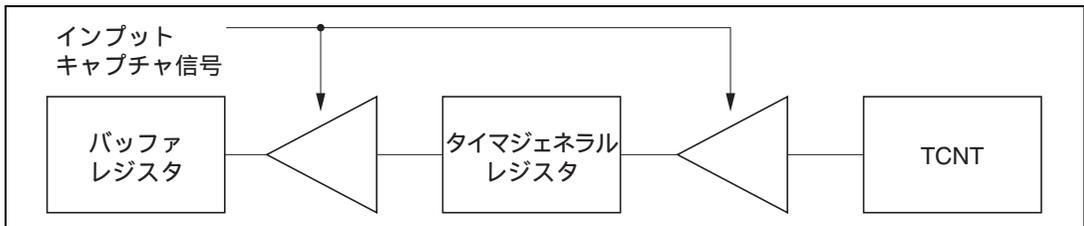


図 10.17 インพุットキャプチャバッファ動作

(1) バッファ動作の設定手順例

バッファ動作の設定手順例を図 10.18 に示します。

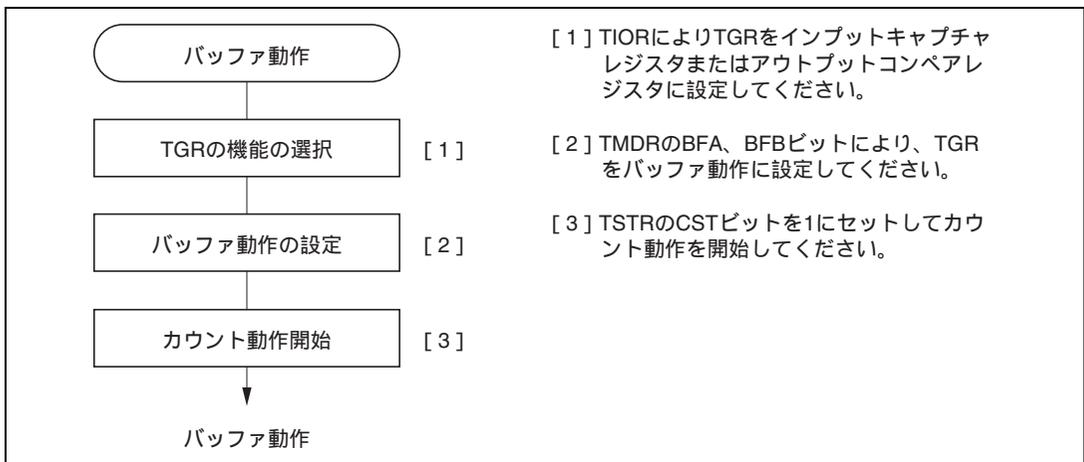


図 10.18 バッファ動作の設定手順例

(2) バッファ動作例

(a) TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

チャンネル0をPWMモード1に設定し、TGRAとTGRCをバッファ動作に設定した場合の動作例を図10.19に示します。TCNTはコンペアマッチBによりクリア、出力はコンペアマッチAで1出力、コンペアマッチBで0出力に設定した例です。

バッファ動作が設定されているため、コンペアマッチAが発生すると出力を変化させると同時に、バッファレジスタTGRCの値がタイマジェネラルレジスタTGRAに転送されます。この動作は、コンペアマッチAが発生するたびに繰り返されます。

PWMモードについては、「10.4.6 PWMモード」を参照してください。

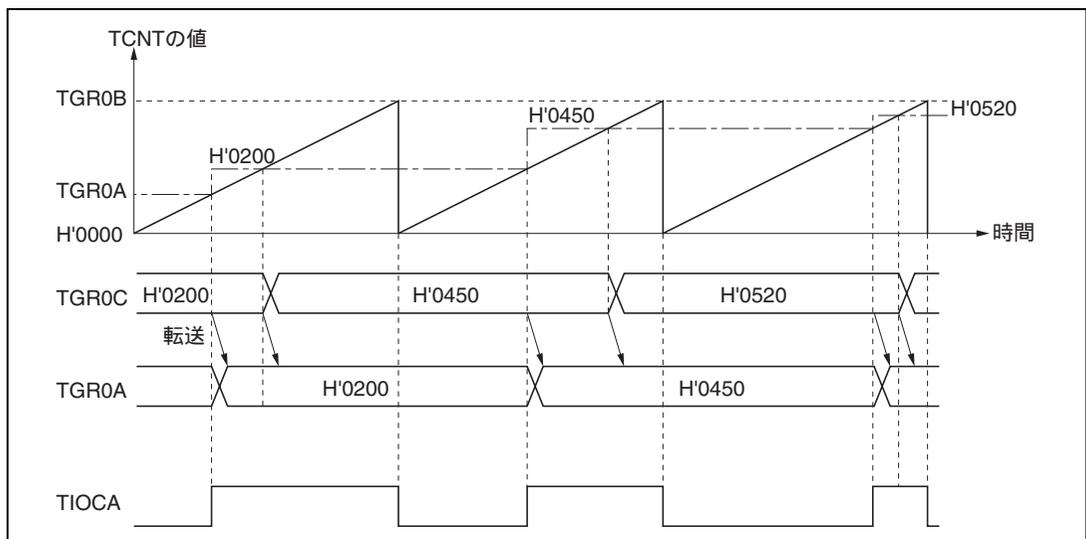


図 10.19 バッファ動作例 (1)

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

(b) TGR が入力キャプチャレジスタの場合

TGRA を入力キャプチャレジスタに設定し、TGRA と TGRC をバッファ動作に設定したときの動作例を図 10.20 に示します。

TCNT は TGRA の入力キャプチャでカウンタクリア、TIOCA 端子の入力キャプチャ入力エッジは立ち上がりエッジ / 立ち下がりエッジの両エッジが選択されています。

バッファ動作が設定されているため、入力キャプチャ A により TCNT の値が TGRA に格納されると同時に、それまで TGRA に格納されていた値が TGRC に転送されます。

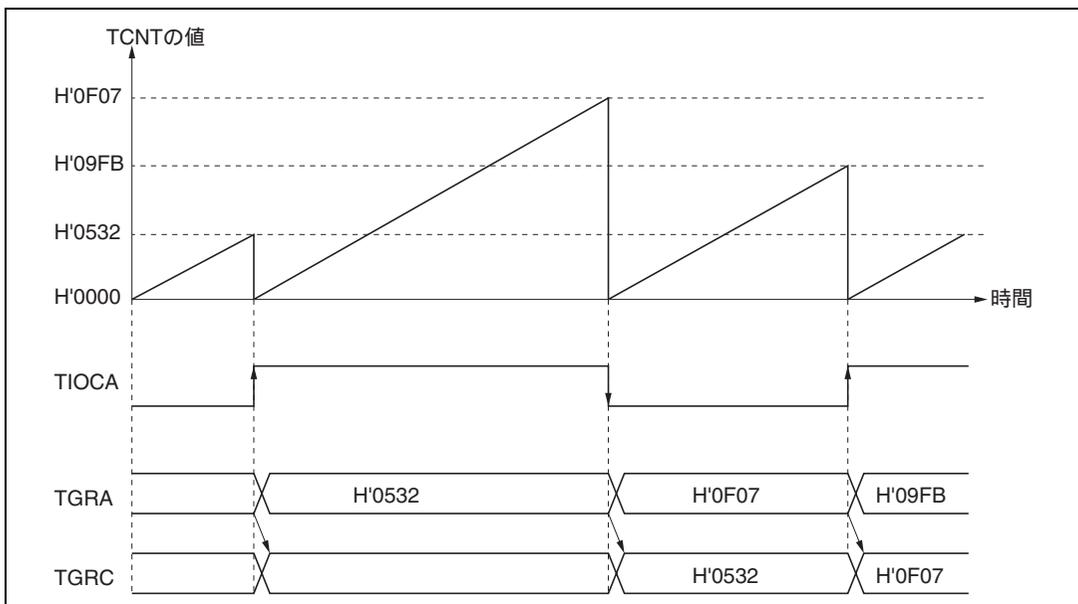


図 10.20 バッファ動作例 (2)

10.4.5 カスケード接続動作

カスケード接続動作は、2チャンネルの16ビットカウンタを接続して32ビットカウンタとして動作させる機能です。

この機能は、チャンネル1(チャンネル4)のカウンタクロックをTCRのTPSC2~TPSC0ビットでTCNT2(TCNT5)のオーバーフロー/アンダフローでカウントに設定することにより動作します。

アンダフローが発生するのは、下位16ビットのTCNTが位相計数モードのときのみです。

表10.6にカスケード接続の組み合わせを示します。

【注】 チャンネル1、4を位相計数モードに設定した場合は、カウンタクロックの設定は無効となり、独立して位相計数モードで動作します。

表 10.6 カスケード接続組み合わせ

組み合わせ	上位16ビット	下位16ビット
チャンネル1とチャンネル2	TCNT1	TCNT2
チャンネル4とチャンネル5	TCNT4	TCNT5

(1) カスケード接続動作の設定手順例

カスケード接続動作の設定手順例を図10.21に示します。

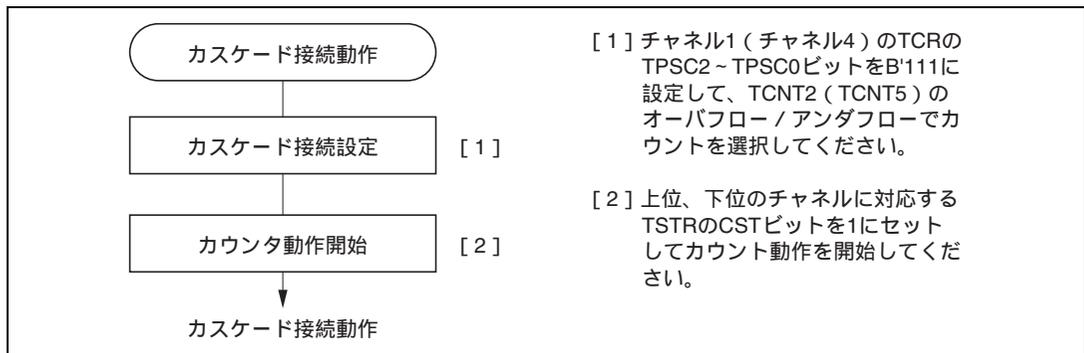


図 10.21 カスケード接続動作設定手順

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(2) カスケード接続動作例

TCNT1 は TCNT2 のオーバーフロー / アンダフローでカウント、TGR1A と TGR2A をインプットキャプチャレジスタに設定し、TIOC 端子の立ち上がりエッジを選択したときの動作を図 10.22 に示します。

TIOCA1 端子と TIOCA2 端子に立ち上がりエッジを同時に入力することにより、TGR1A に上位 16 ビット、TGR2A に下位 16 ビットの 32 ビットデータが転送されます。

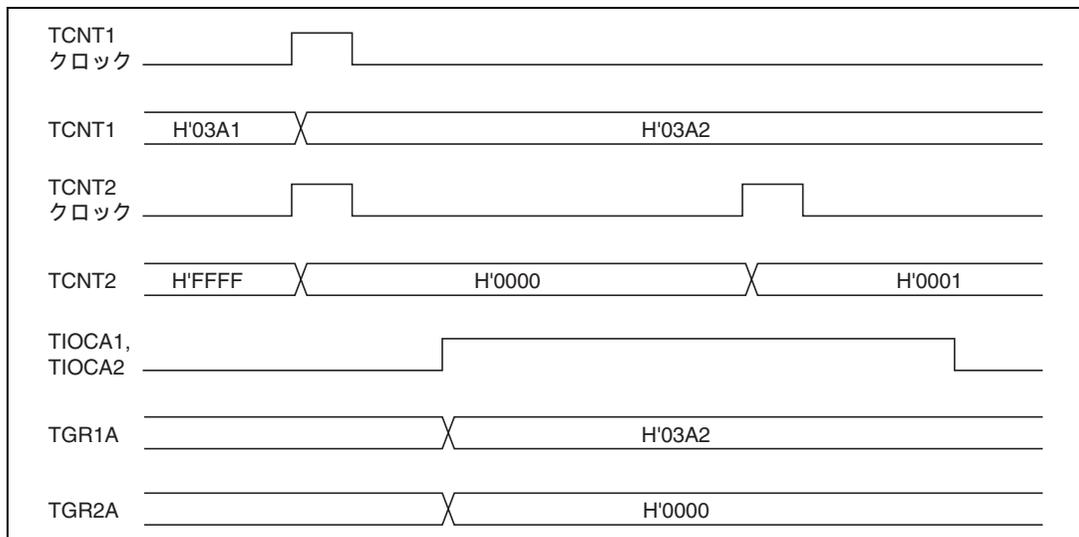


図 10.22 カスケード接続動作例 (1)

TCNT1 は TCNT2 のオーバーフロー / アンダフローでカウント、チャンネル 2 を位相計数モードに設定したときの動作を図 10.23 に示します。

TCNT1 は、TCNT2 のオーバーフローでアップカウント、TCNT2 のアンダフローでダウンカウントされます。

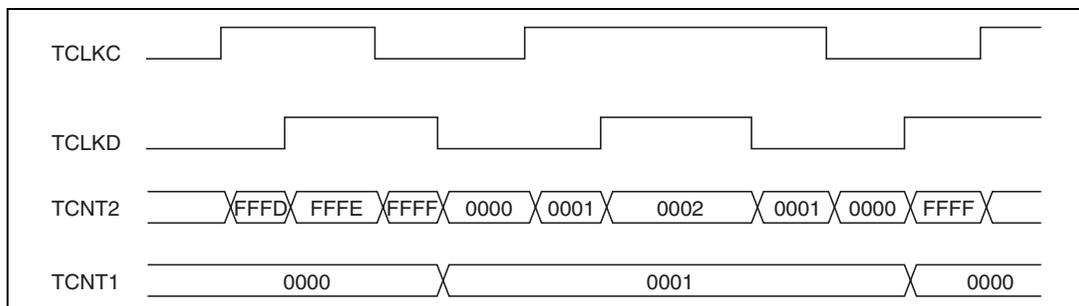


図 10.23 カスケード接続動作例 (2)

10.4.6 PWM モード

PWM モードは出力端子よりそれぞれ PWM 波形を出力します。各 TGR のコンペアマッチによる出力レベルは 0 出力 / 1 出力 / トグル出力の中から選択可能です。

TGR のコンペアマッチをカウンタクリア要因とすることにより、そのレジスタに周期を設定することができます。全チャンネル独立に PWM モードに設定できます。同期動作も可能です。

PWM モードは次に示す 2 種類あります。

(a) PWM モード 1

TGRA と TGRB、TGRC と TGRD をペアで使用して、TIOCA、TIOCC 端子から PWM 出力を生成します。TIOCA、TIOCC 端子からコンペアマッチ A、C によって TIOR の IOA3 ~ IOA0、IOC3 ~ IOC0 ビットで指定した出力を、また、コンペアマッチ B、D によって TIOR の IOB3 ~ IOB0、IOD3 ~ IOD0 ビットで指定した出力を行います。初期出力値は TGRA、TGRC に設定した値になります。ペアで使用する TGR の設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 1 では、最大 8 相の PWM 出力が可能です。

(b) PWM モード 2

TGR の 1 本を周期レジスタ、他の TGR をデューティレジスタに使用して PWM 出力を生成します。コンペアマッチによって、TIOR で指定した出力を行います。また、同期レジスタのコンペアマッチによるカウンタのクリアで各端子の出力値は TIOR で設定した初期値が出力されます。周期レジスタとデューティレジスタの設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 2 では、同期動作と併用することにより最大 15 相の PWM 出力が可能です。

PWM 出力端子とレジスタの対応を表 10.7 に示します。

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.7 各 PWM 出力のレジスタと出力端子

チャンネル	レジスタ	出力端子	
		PWM モード 1	PWM モード 2
0	TGR0A	TIOCA0	TIOCA0
	TGR0B		TIOCB0
	TGR0C	TIOCC0	TIOCC0
	TGR0D		TIOCD0
1	TGR1A	TIOCA1	TIOCA1
	TGR1B		TIOCB1
2	TGR2A	TIOCA2	TIOCA2
	TGR2B		TIOCB2
3	TGR3A	TIOCA3	TIOCA3
	TGR3B		TIOCB3
	TGR3C	TIOCC3	TIOCC3
	TGR3D		TIOCD3
4	TGR4A	TIOCA4	TIOCA4
	TGR4B		TIOCB4
5	TGR5A	TIOCA5	TIOCA5
	TGR5B		TIOCB5

【注】 PWM モード 2 のとき、周期を設定した TGR の PWM 出力はできません。

(1) PWM モードの設定手順例

PWM モードの設定手順例を図 10.24 に示します。

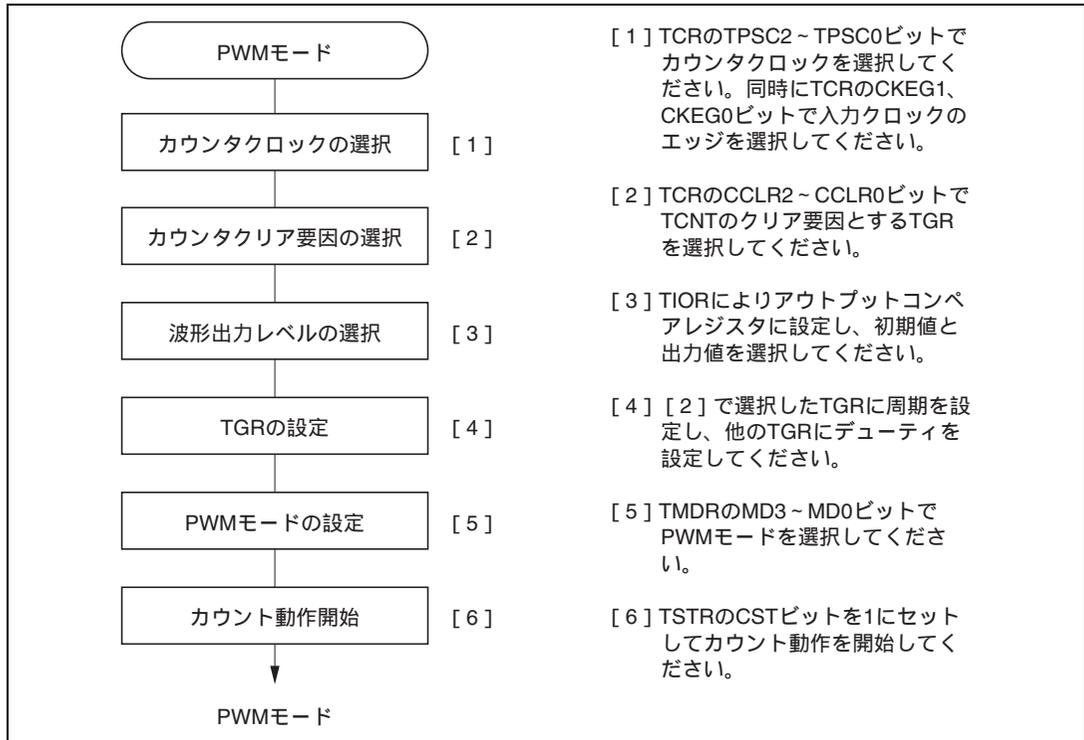


図 10.24 PWM モードの設定手順例

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

(2) PWM モードの動作例

PWM モード 1 の動作例を図 10.25 に示します。

この図は、TCNT のクリア要因を TGRA のコンペアマッチとし、TGRA の初期出力値と出力値を 0、TGRB の出力値を 1 に設定した場合の例です。

この場合、TGRA に設定した値が周期となり、TGRB に設定した値がデューティになります。

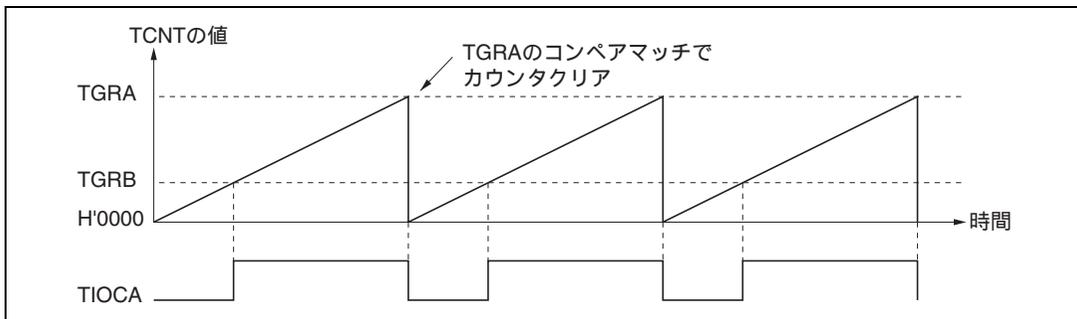


図 10.25 PWM モードの動作例 (1)

PWM モード 2 の動作例を図 10.26 に示します。

この図は、チャンネル 0 と 1 を同期動作させ、TCNT のクリア要因を TGR1B のコンペアマッチとし、他の TGR (TGR0A ~ TGR0D, TGR1A) の初期出力値を 0、出力値を 1 に設定して 5 相の PWM 波形を出力させた場合の例です。

この場合、TGR1B に設定した値が周期となり、他の TGR に設定した値がデューティになります。

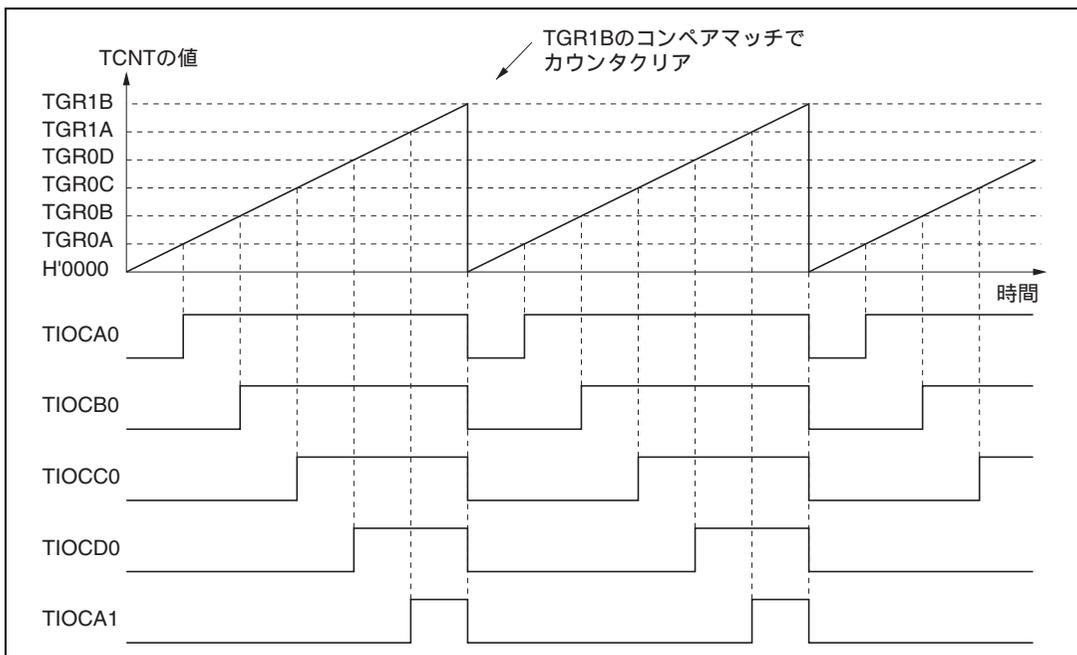


図 10.26 PWM モードの動作例 (2)

PWMモードで、デューティ0%、デューティ100%のPWM波形を出力する例を図10.27に示します。

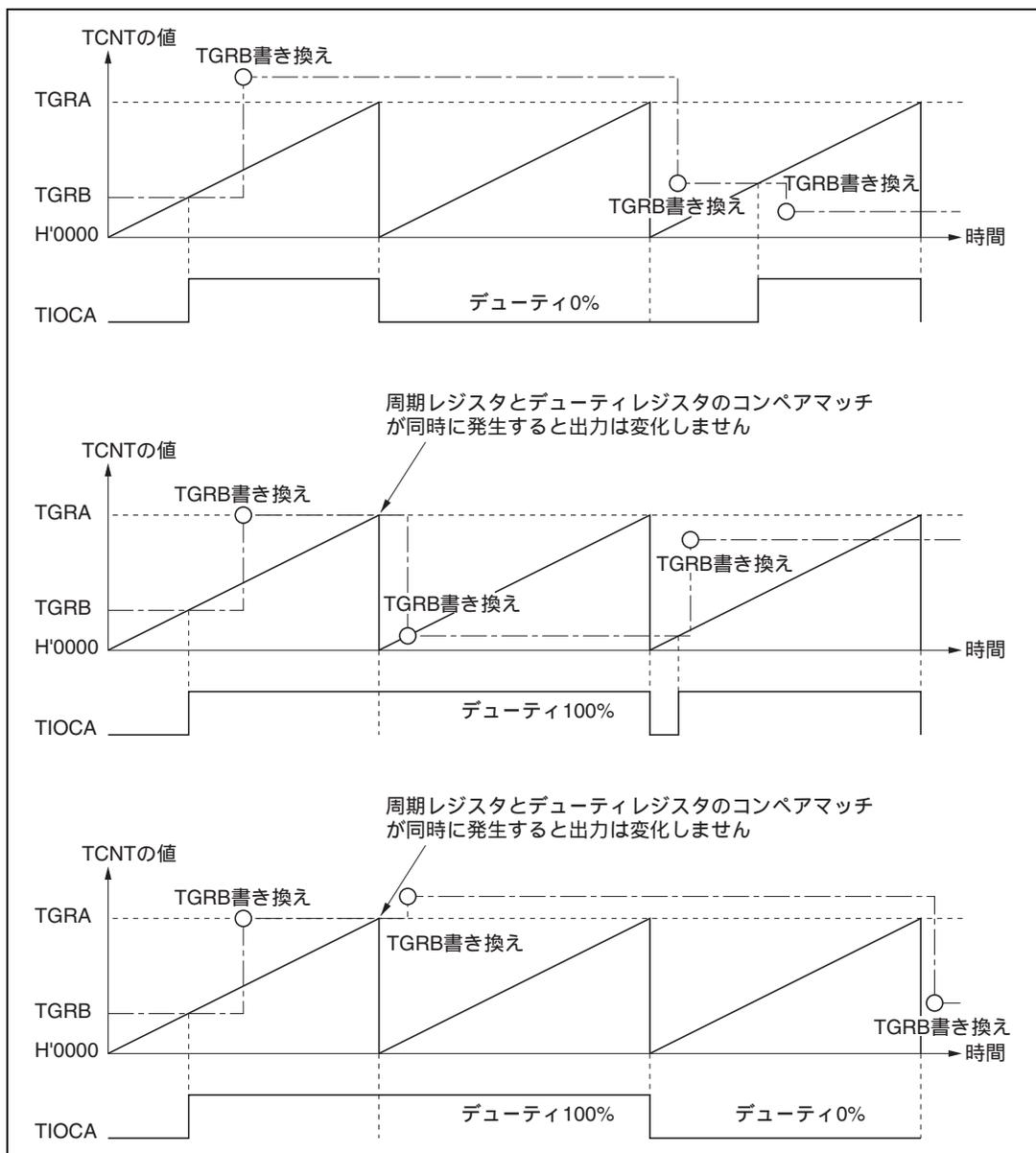


図10.27 PWMモード動作例(3)

10.4.7 位相計数モード

位相計数モードは、2本の外部クロック入力の位相差を検出し、TCNTをアップ/ダウンカウントします。このモードはチャンネル1、2、4、5で設定可能です。

位相計数モードに設定すると、TCRのTPSC2~TPSC0ビット、CKEG1、CKEG0ビットの設定にかかわらずカウンタ入力クロックは外部クロックを選択し、TCNTはアップ/ダウンカウンタとして動作します。ただし、TCRのCCLR1、CCLR0ビット、TIOR、TIER、TGRの機能は有効ですので、インプットキャプチャ/コンペアマッチ機能や割り込み機能は使用することができます。

TCNTがアップカウント時、オーバフローが発生するとTSRのTCFVフラグがセットされます。また、ダウンカウント時にアンダフローが発生すると、TCFUフラグがセットされます。

TSRのTCFDビットはカウント方向フラグです。TCFDフラグをリードすることにより、TCNTがアップカウントしているかダウンカウントしているかを確認することができます。

表 10.8 に外部クロック端子とチャンネルの対応を示します。

表 10.8 位相計数モードクロック入力端子

チャンネル	外部クロック端子	
	A相	B相
チャンネル1または5を位相計数モードとするとき	TCLKA	TCLKB
チャンネル2または4を位相計数モードとするとき	TCLKC	TCLKD

(1) 位相計数モードの設定手順例

位相計数モードの設定手順例を図 10.28 に示します。

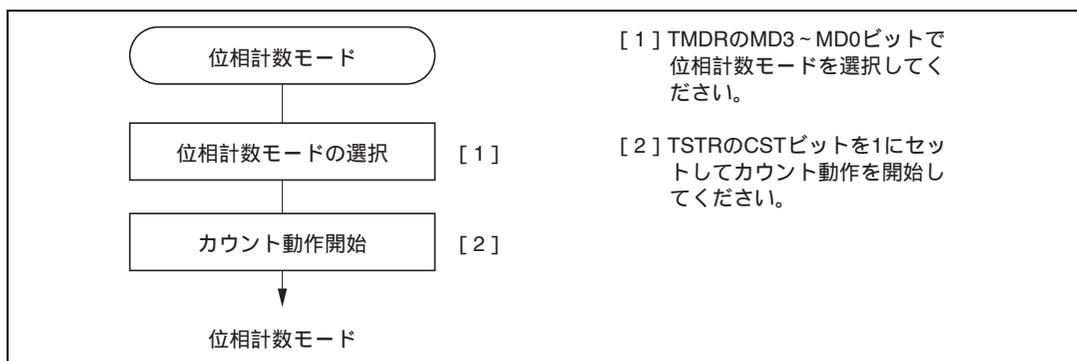


図 10.28 位相計数モードの設定手順例

(2) 位相計数モードの動作例

位相計数モードでは、2本の外部クロックの位相差で TCNT がアップ/ダウンカウントします。また、カウント条件により4つのモードがあります。

(a) 位相計数モード1

位相計数モード1の動作例を図 10.29 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.9 に示します。

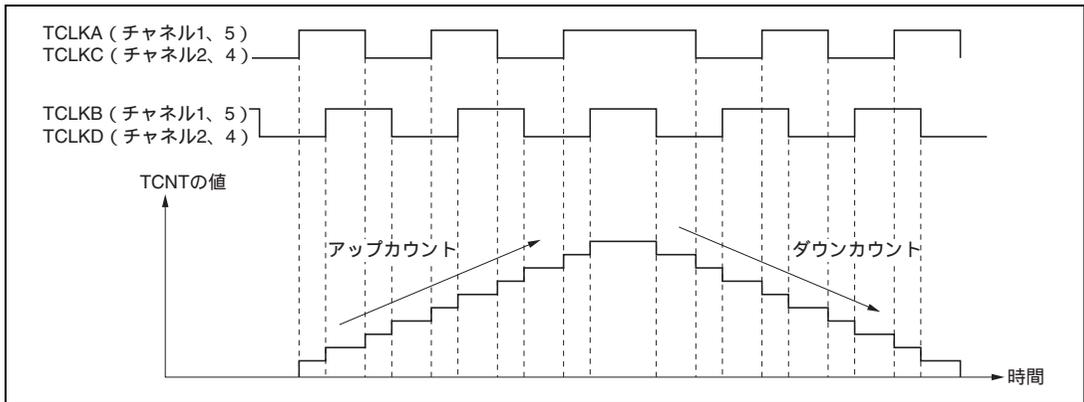


図 10.29 位相計数モード1の動作例

表 10.9 位相計数モード1のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1、5) TCLKC (チャンネル 2、4)	TCLKB (チャンネル 1、5) TCLKD (チャンネル 2、4)	動作内容
High レベル	\uparrow	アップカウント
Low レベル	\downarrow	
\uparrow	Low レベル	
\downarrow	High レベル	
High レベル	\downarrow	ダウンカウント
Low レベル	\uparrow	
\uparrow	High レベル	
\downarrow	Low レベル	

【記号説明】

\uparrow : 立ち上がりエッジ

\downarrow : 立ち下がりエッジ

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(b) 位相計数モード 2

位相計数モード 2 の動作例を図 10.30 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.10 に示します。

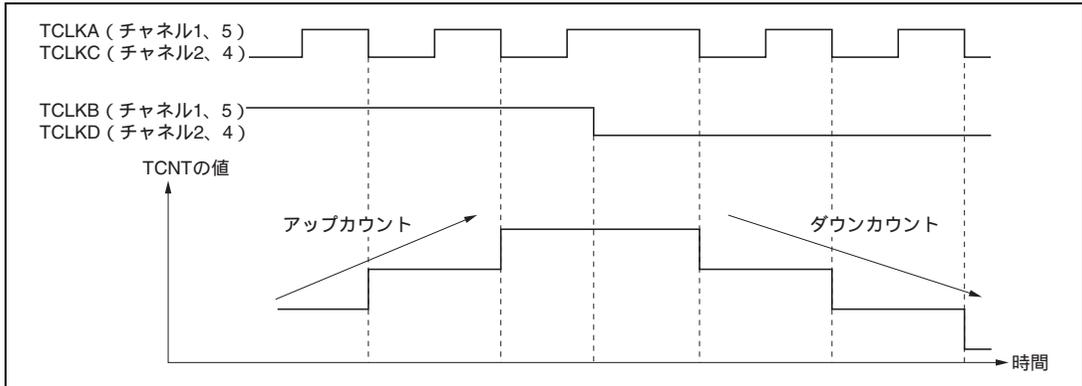


図 10.30 位相計数モード 2 の動作例

表 10.10 位相計数モード 2 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1、5) TCLKC (チャンネル 2、4)	TCLKB (チャンネル 1、5) TCLKD (チャンネル 2、4)	動作内容
High レベル		Don't care
Low レベル		
	Low レベル	アップカウント
	High レベル	
High レベル		Don't care
Low レベル		
	High レベル	ダウンカウント
	Low レベル	

【記号説明】

: 立ち上がりエッジ

: 立ち下がりエッジ

(c) 位相計数モード 3

位相計数モード 3 の動作例を図 10.31 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.11 に示します。

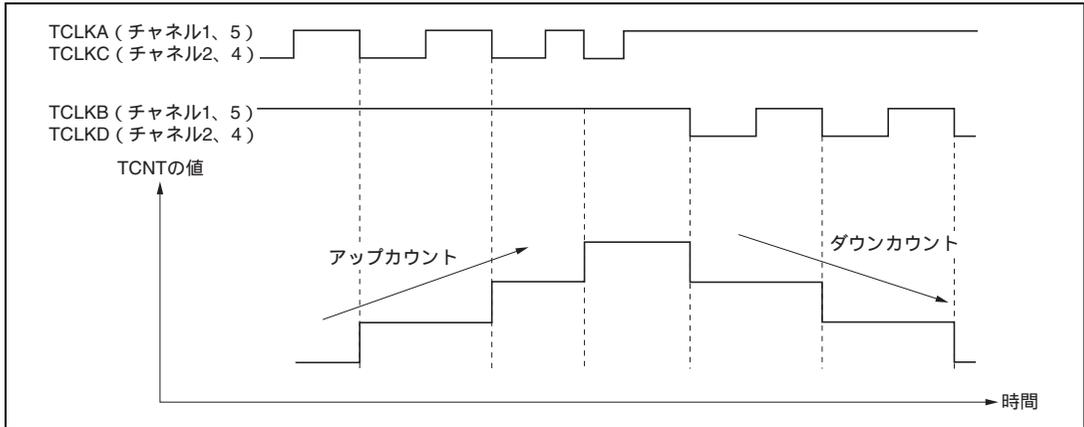


図 10.31 位相計数モード 3 の動作例

表 10.11 位相計数モード 3 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1、5) TCLKC (チャンネル 2、4)	TCLKB (チャンネル 1、5) TCLKD (チャンネル 2、4)	動作内容
High レベル	↑	Don't care
Low レベル	↓	
↑	Low レベル	アップカウント
↓	High レベル	
High レベル	↓	ダウンカウント
Low レベル	↑	Don't care
↑	High レベル	
↓	Low レベル	

【記号説明】

↑ : 立ち上がりエッジ

↓ : 立ち下がりエッジ

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(d) 位相計数モード 4

位相計数モード 4 の動作例を図 10.32 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.12 に示します。

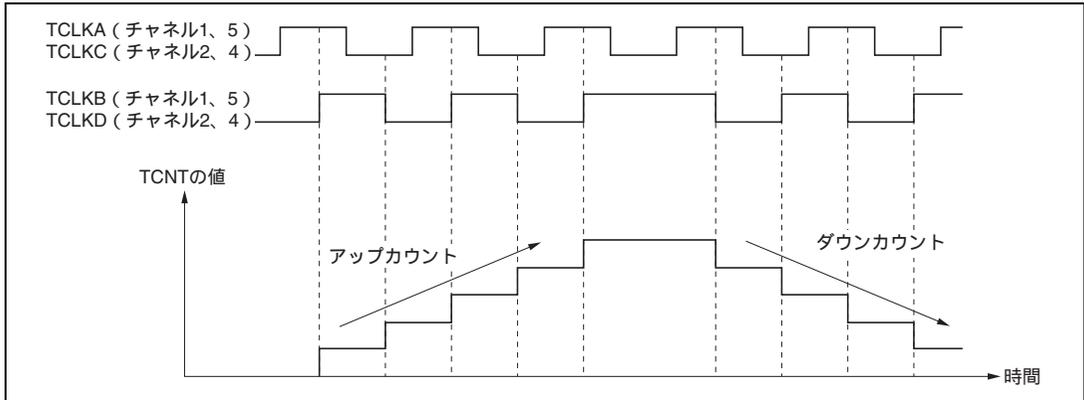


図 10.32 位相計数モード 4 の動作例

表 10.12 位相計数モード 4 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1、5) TCLKC (チャンネル 2、4)	TCLKB (チャンネル 1、5) TCLKD (チャンネル 2、4)	動作内容
High レベル	\uparrow	アップカウント
Low レベル	\downarrow	
\uparrow	Low レベル	Don't care
\downarrow	High レベル	
High レベル	\downarrow	ダウンカウント
Low レベル	\uparrow	
\uparrow	High レベル	Don't care
\downarrow	Low レベル	

【記号説明】

\uparrow : 立ち上がりエッジ

\downarrow : 立ち下がりエッジ

(3) 位相計数モード応用例

チャンネル1を位相計数モードに設定し、チャンネル0と連携してサーボモータの2相エンコーダパルスを入力して位置または速度を検出する例を図10.33に示します。

チャンネル1は位相計数モード1に設定し、TCLKAとTCLKBにエンコーダパルスのA相、B相を入力します。

チャンネル0はTCNTをTGR0Cのコンペアマッチでカウンタクリアとして動作させ、TGR0AとTGR0Cはコンペアマッチ機能で使用して、速度制御周期と位置制御周期を設定します。TGR0Bは入力キャプチャ機能で使用し、TGR0BとTGR0Dをバッファ動作させます。TGR0Bの入力キャプチャ要因は、チャンネル1のカウンタ入力クロックとし、2相エンコーダの4通倍パルスのパルス幅の検出を行います。

チャンネル1のTGR1AとTGR1Bは、入力キャプチャ機能に設定し、入力キャプチャ要因はチャンネル0のTGR0AとTGR0Cのコンペアマッチを選択し、それぞれの制御周期時のアップ/ダウンカウンタの値を格納します。

これにより、正確な位置/速度検出が行うことができます。

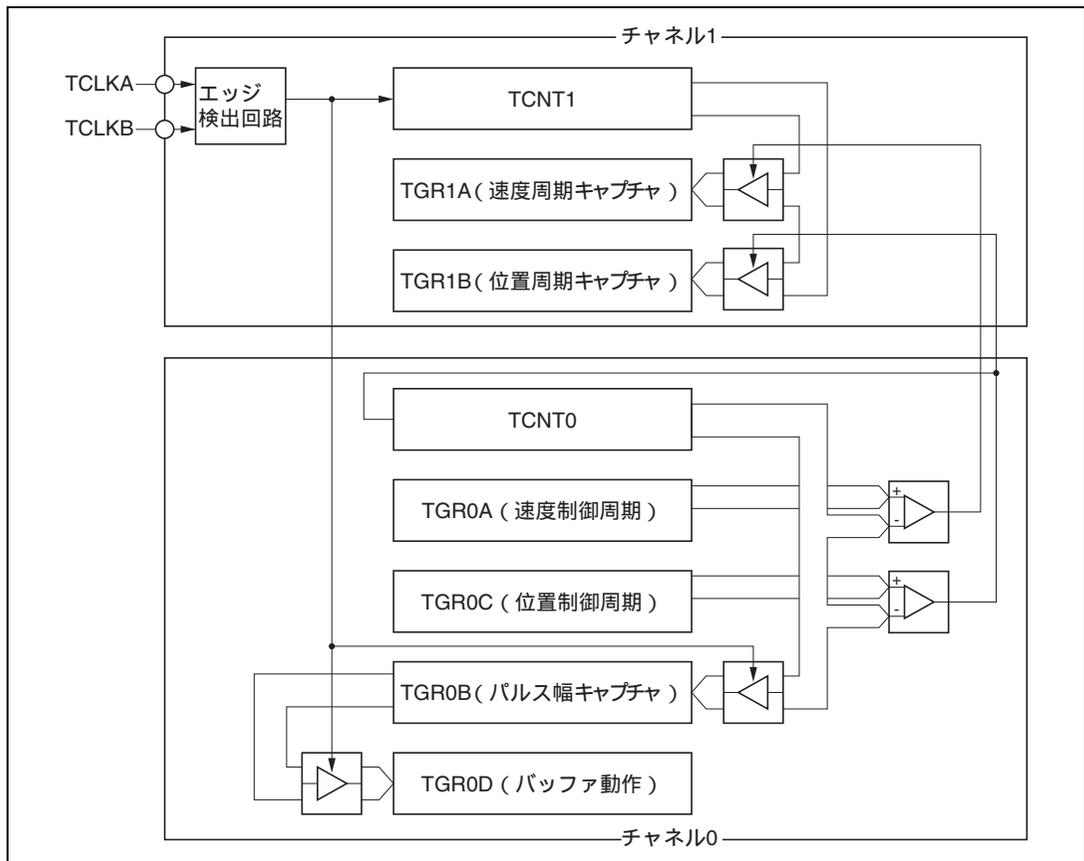


図 10.33 位相計数モードの応用例

10.5 割り込み

10.5.1 割り込み要因と優先順位

TPU の割り込み要因には、TGR のインプットキャプチャ / コンペアマッチ、TCNT のオーバフロー、アンダフローの 3 種類があります。各割り込み要因は、それぞれ専用のステータスフラグと、許可 / 禁止ビットを持っているため、割り込み要求信号の発生を独立に許可または禁止することができます。

割り込み要因が発生すると、TSR の対応するステータスフラグが 1 にセットされます。このとき TIER の対応する許可 / 禁止ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。ステータスフラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。

チャンネル間の優先順位は、割り込みコントローラにより変更可能です。チャンネル内の優先順位は固定です。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

表 10.13 に TPU の割り込み要因の一覧を示します。

(1) インพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込み

各チャンネルの TGR のインพุットキャプチャ/コンペアマッチの発生により、TSR の TGF フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TGIE ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TGF フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 0、3 に各 4 本、チャンネル 1、2、4、5 に各 2 本、計 16 本のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みがあります。

(2) オーバフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のオーバフローの発生により、TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEV ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFV フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、各チャンネルに 1 本、計 6 本のオーバフロー割り込みがあります。

(3) アンダフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のアンダフローの発生により、TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEU ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFU フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 1、2、4、5 に各 1 本、計 4 本のアンダフロー割り込みがあります。

10.5.2 DTC / DMAC の起動

(1) DTC の起動

各チャンネルの TGR のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みによって、DTC を起動することができます。詳細は「第 8 章 データトランスファコントローラ (DTC)」を参照してください。

TPU では、チャンネル 0、3 が各 4 本、チャンネル 1、2、4、5 が各 2 本、計 16 本のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みを DTC の起動要因とすることができます。

(2) DMAC の起動

各チャンネルの TGRA のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みによって、DMAC を起動することができます。詳細は「第 7 章 DMA コントローラ」を参照してください。

TPU では、各チャンネル 1 本、計 6 本の TGRA のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みを DMAC の起動要因とすることができます。

10.5.3 A/D 変換器の起動

各チャンネルの TGRA のインพุットキャプチャ/コンペアマッチによって、A/D 変換器を起動することができます。

各チャンネルの TGRA のインพุットキャプチャ/コンペアマッチの発生により、TSR の TGFA フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TTGE ビットが 1 にセットされていれば、A/D 変換器に対して A/D 変換の開始を要求します。このとき A/D 変換器側で、TPU の変換開始トリガが選択されていれば、A/D 変換が開始されます。

TPU では、各チャンネル 1 本、計 6 本の TGRA のインพุットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みを A/D 変換器の変換開始要因とすることができます。

10.6 動作タイミング

10.6.1 入出力タイミング

(1) TCNTのカウンタタイミング

内部クロック動作の場合のTCNTのカウンタタイミングを図10.34に示します。また、外部クロック動作の場合のTCNTのカウンタタイミングを図10.35に示します。

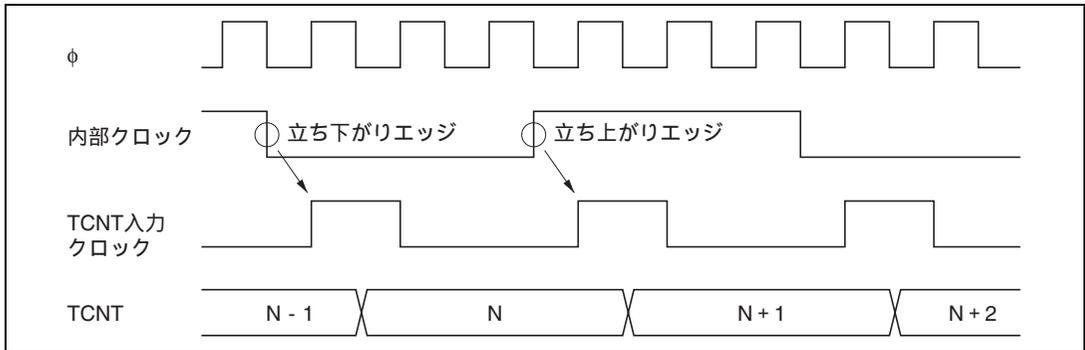


図 10.34 内部クロック動作時のカウンタタイミング

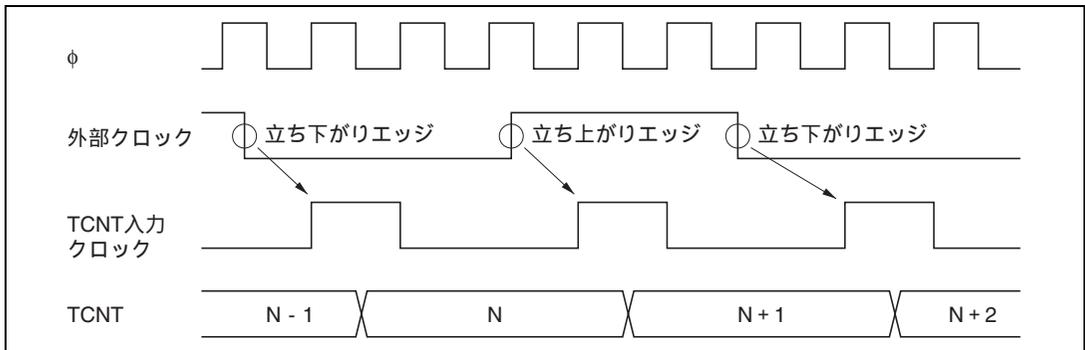


図 10.35 外部クロック動作時のカウンタタイミング

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

(2) アウトプットコンペア出力タイミング

コンペアマッチ信号は、TCNTとTGRが一致した最後のステート（TCNTが一致したカウント値を更新するタイミング）で発生します。コンペアマッチ信号が発生したとき、TIOCRで設定した出力値がアウトプットコンペア出力端子（TIOC端子）に出力されます。TCNTとTGRが一致したあと、TCNT入力クロックが発生するまで、コンペアマッチ信号は発生しません。

アウトプットコンペア出力タイミングを図10.36に示します。

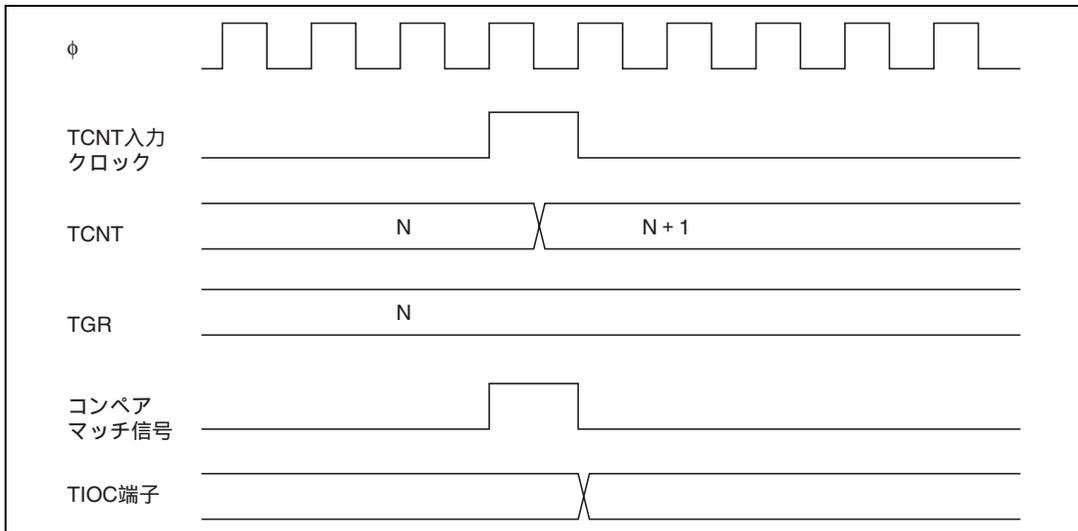


図 10.36 アウトプットコンペア出力タイミング

(3) インพุットキャプチャ信号タイミング

インพุットキャプチャのタイミングを図10.37に示します。

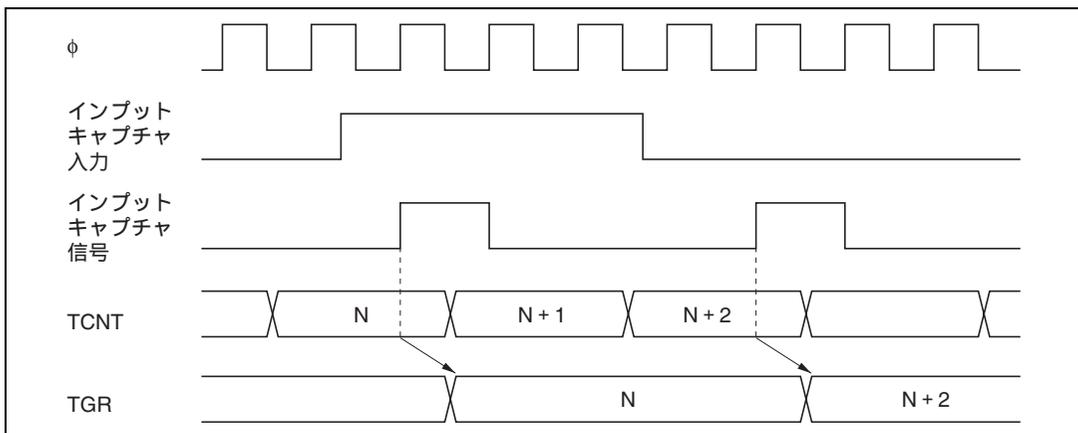


図 10.37 インพุットキャプチャ入力信号タイミング

(4) コンペアマッチ/インプットキャプチャによるカウンタクリアタイミング

コンペアマッチの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.38 に示します。
 インプットキャプチャの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.39 に示します。

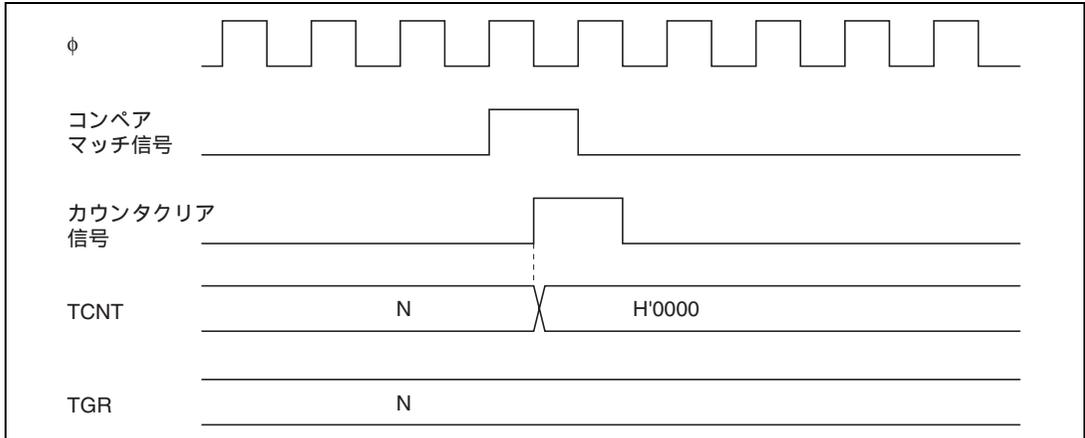


図 10.38 カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)

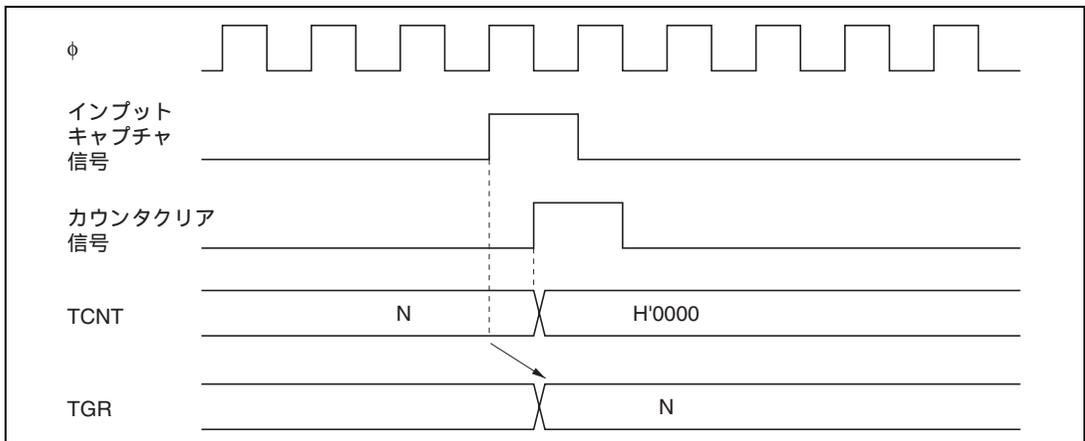


図 10.39 カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)

(5) バッファ動作タイミング

バッファ動作の場合のタイミングを図 10.40、図 10.41 に示します。

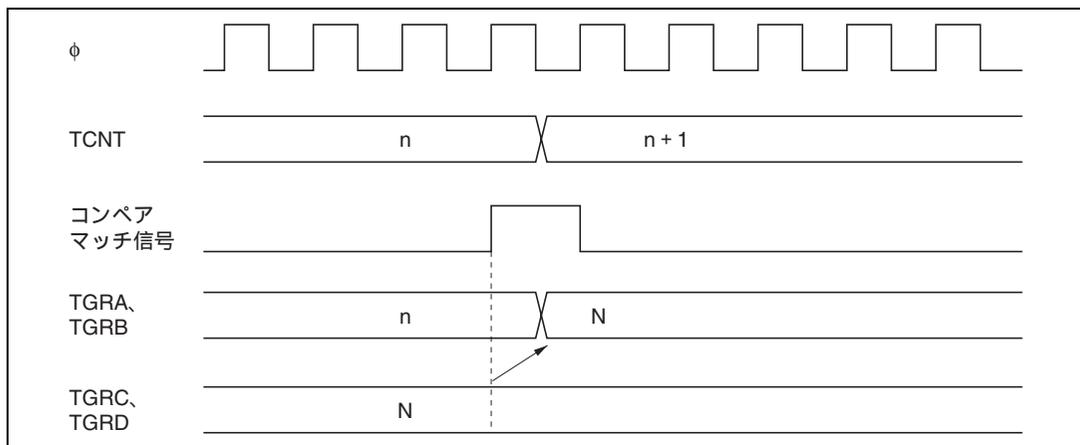


図 10.40 バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)

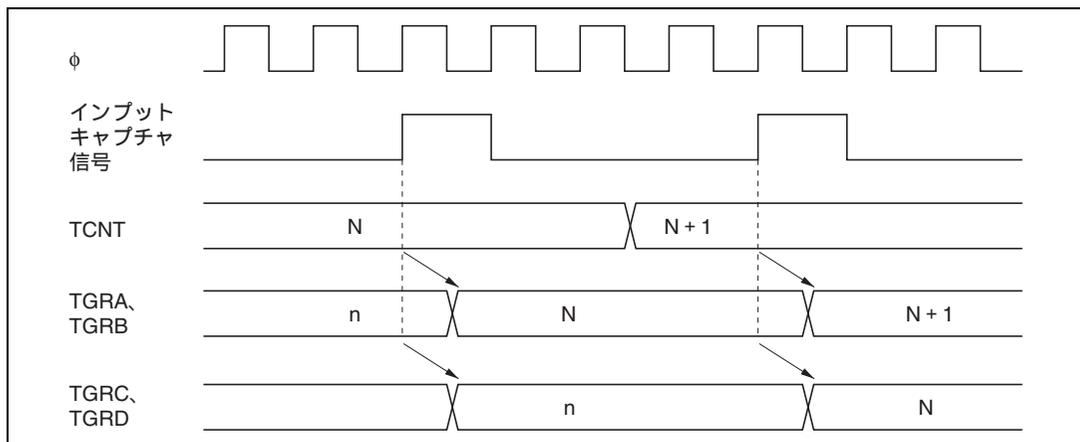


図 10.41 バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)

10.6.2 割り込み信号タイミング

(1) コンペアマッチ時の TGF フラグのセットタイミング

コンペアマッチの発生による TSR の TGF フラグのセットタイミングと、TGI 割り込み要求信号のタイミングを図 10.42 に示します。

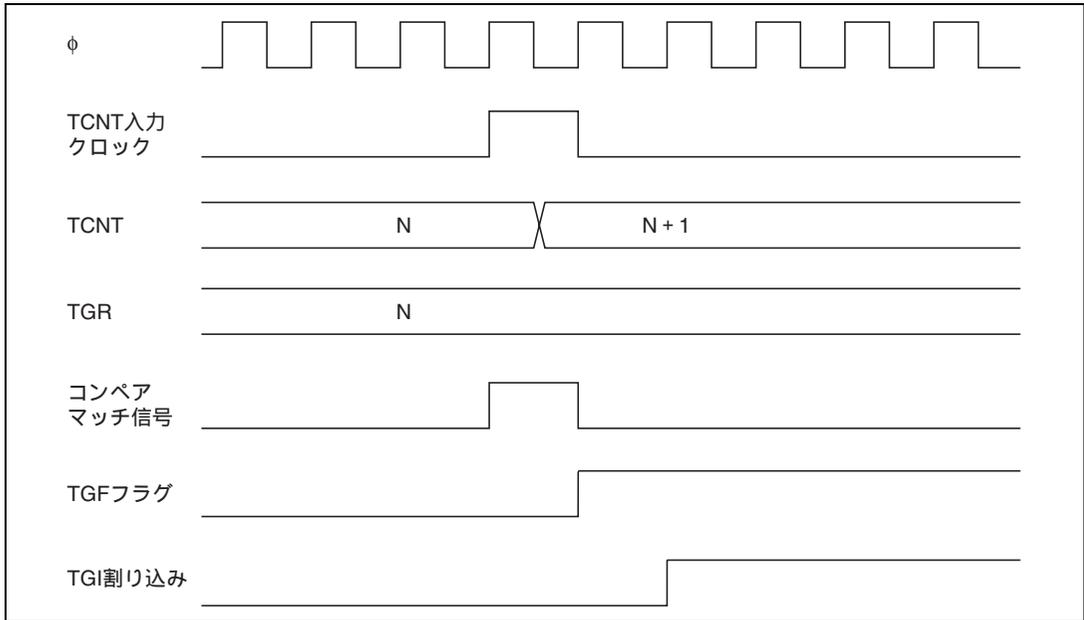


図 10.42 TGI 割り込みタイミング (コンペアマッチ)

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

(2) インพุットキャプチャ時のTGFフラグのセットタイミング

インพุットキャプチャの発生によるTSRのTGFフラグのセットタイミングと、TGI割り込み要求信号のタイミングを図10.43に示します。

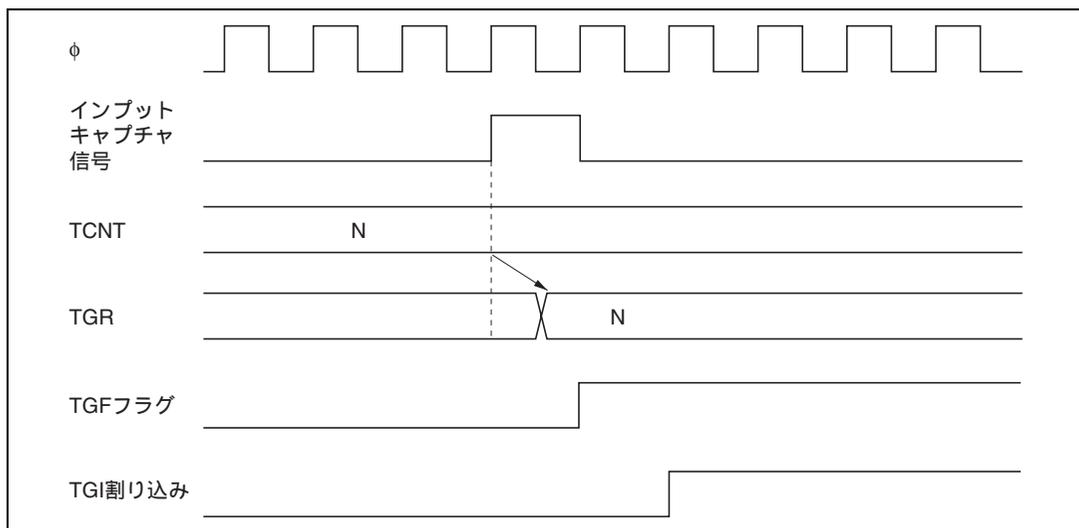


図 10.43 TGI 割り込みタイミング (インพุットキャプチャ)

(3) TCFV フラグ / TCFU フラグのセットタイミング

オーバーフローの発生による TSR の TCFV フラグのセットタイミングと、TCIV 割り込み要求信号のタイミングを図 10.44 に示します。

アンダフローの発生による TSR の TCFU フラグのセットタイミングと、TCIU 割り込み要求信号のタイミングを図 10.45 に示します。

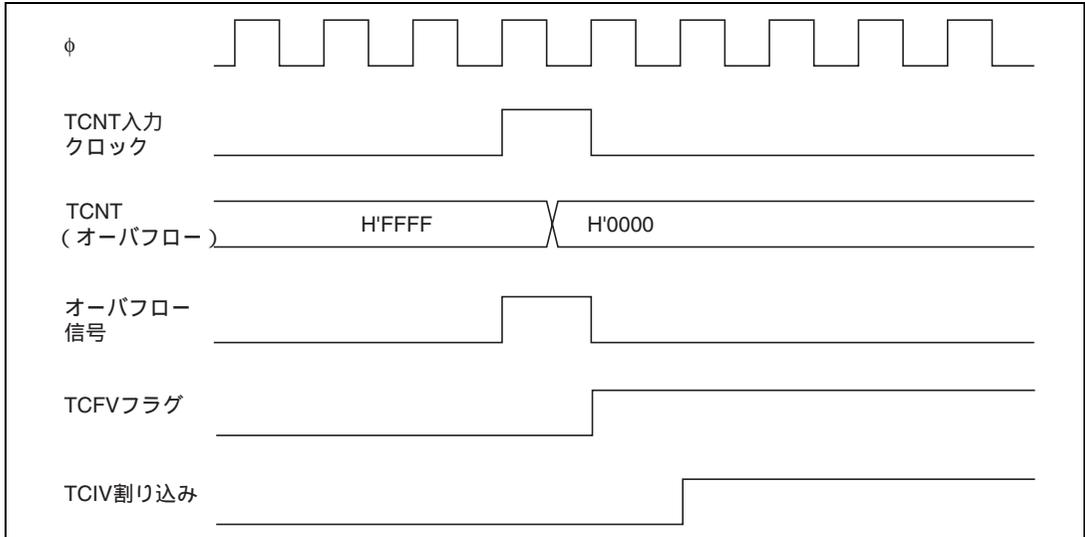


図 10.44 TCIV 割り込みのセットタイミング

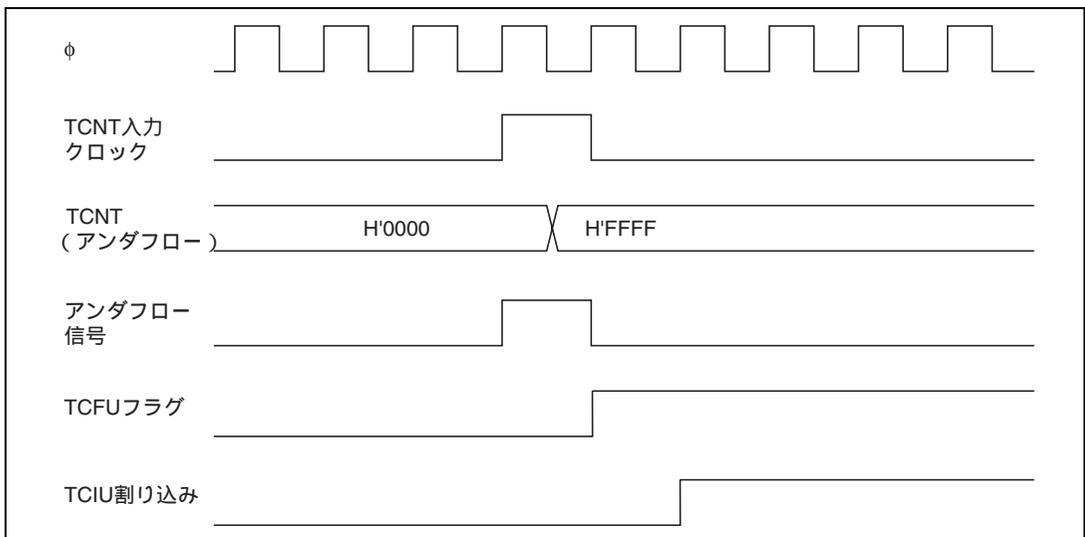


図 10.45 TCIU 割り込みのセットタイミング

(4) ステータスフラグのクリアタイミング

ステータスフラグはCPUが1の状態をリードしたあと、0をライトするとクリアされます。DTCまたはDMACを起動する場合は、自動的にクリアすることもできます。CPUによるステータスフラグのクリアタイミングを図10.46に、DTCまたはDMACによるステータスフラグのクリアのタイミングを図10.47に示します。

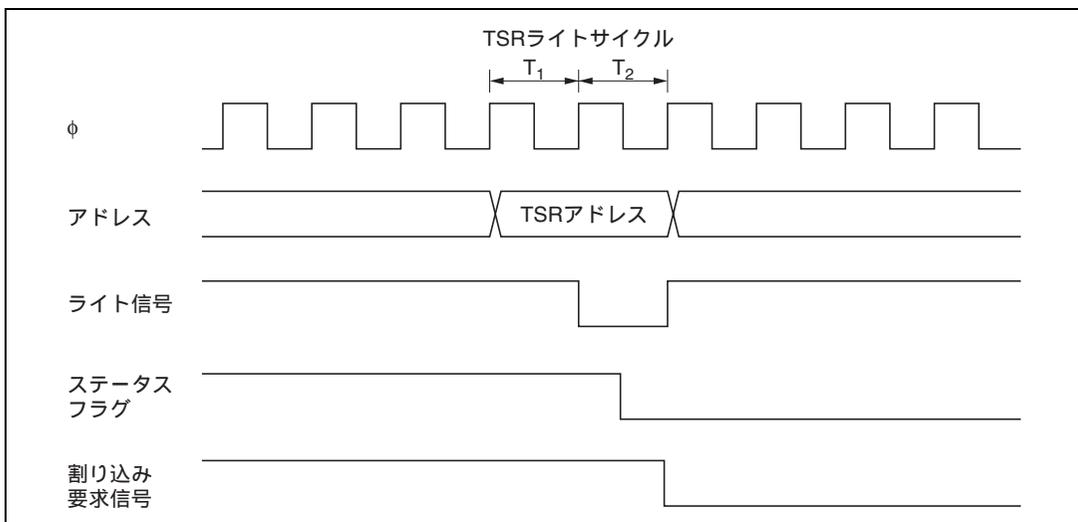


図 10.46 CPU によるステータスフラグのクリアタイミング

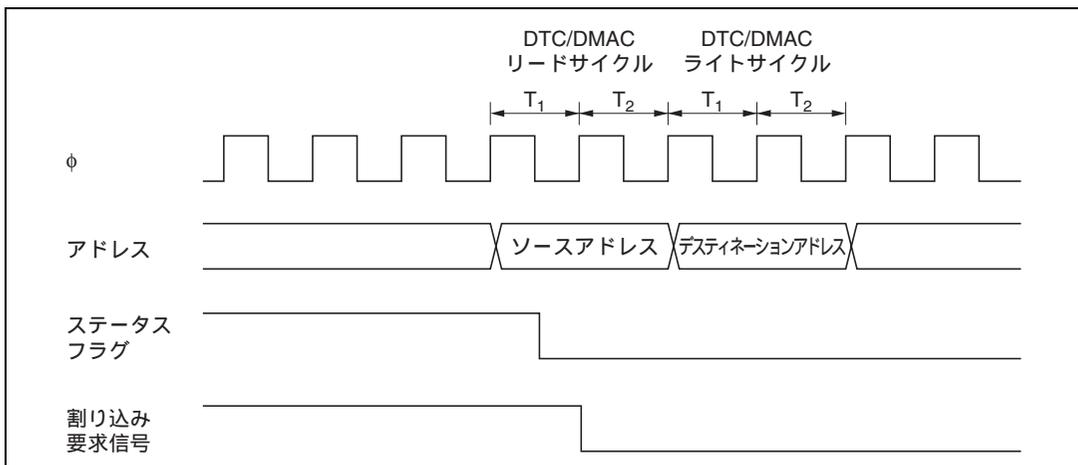


図 10.47 DTC/DMAC の起動によるステータスフラグのクリアタイミング

10.7 使用上の注意

TPU の動作中、次のような動作や競合が起こりますので注意してください。

(1) 入力クロックの制限事項

入力クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステートクロック以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上が必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんのでご注意ください。

位相計数モードの場合は、2 本の入力クロックの位相差およびオーバーラップはそれぞれ 1.5 ステート以上、パルス幅は 2.5 ステート以上必要です。位相計数モードの入力クロックの条件を図 10.48 に示します。

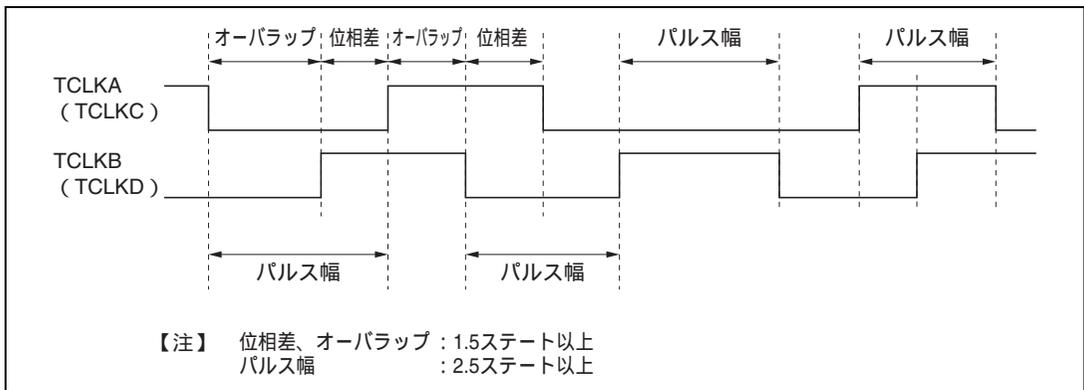


図 10.48 位相計数モード時の位相差、オーバーラップ、およびパルス幅

(2) 周期設定上の注意事項

コンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、TCNT は TGR の値と一致した最後のステート (TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング) でクリアされます。このため、実際のカウンタの周波数は次の式のようにになります。

$$f = \frac{\phi}{(N+1)}$$

- f : カウンタ周波数
 ϕ : 動作周波数
 N : TGR の設定値

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

(3) TCNTのライトとクリアの競合

TCNTのライトサイクル中の T_2 状態で、カウンタクリア信号が発生すると、TCNTへのライトは行われずに、TCNTのクリアが優先されます。

このタイミングを図10.49に示します。

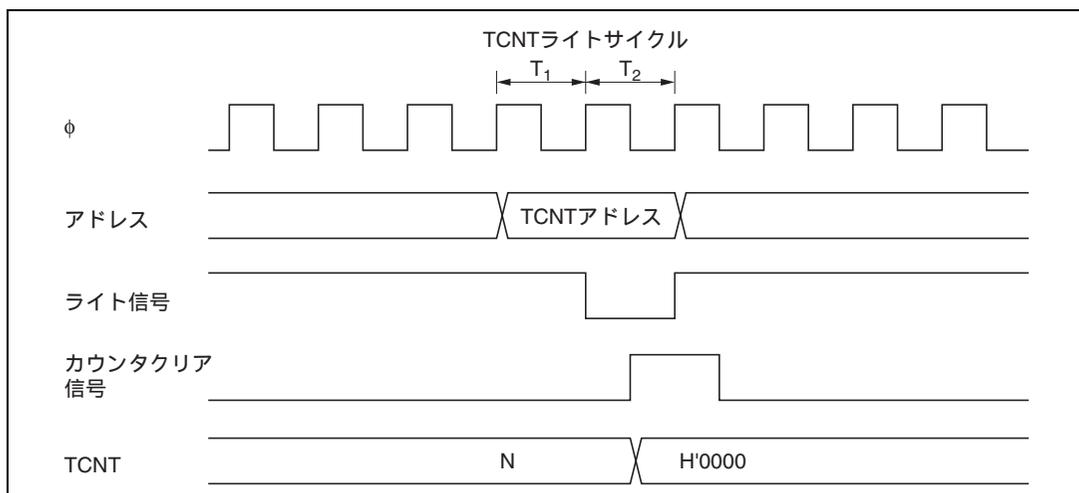


図 10.49 TCNTのライトとクリアの競合

(4) TCNTのライトとカウントアップの競合

TCNTのライトサイクル中の T_2 ステートで、カウントアップが発生しても、カウントアップされず、TCNTへのライトが優先されます。

このタイミングを図10.50に示します。

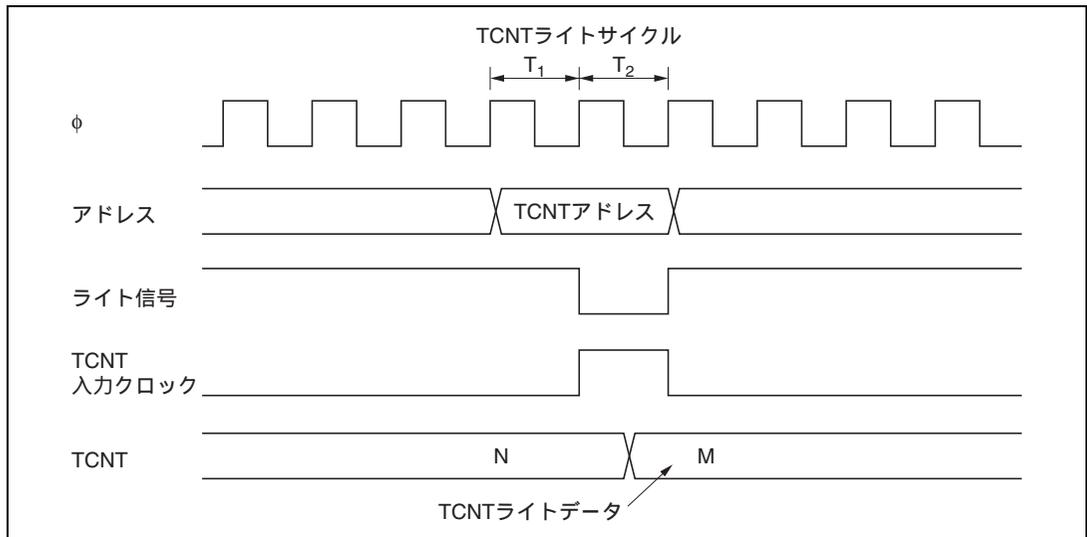


図 10.50 TCNTのライトとカウントアップの競合

(5) TGR のライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生しても、TGR のライトが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。前回と同じ値をライトした場合でもコンペアマッチは発生しません。

このタイミングを図 10.51 に示します。

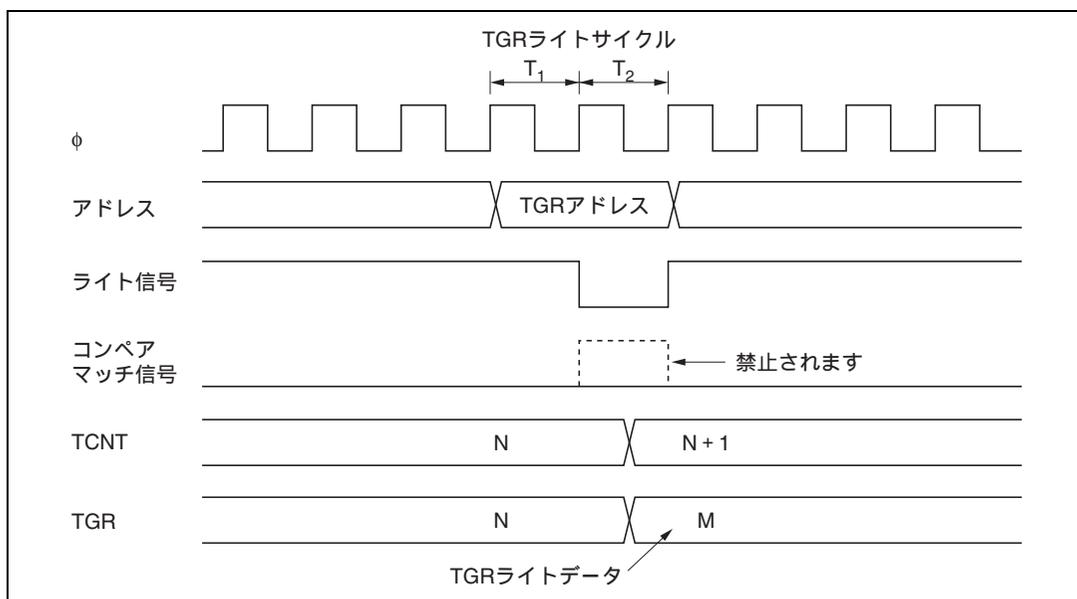


図 10.51 TGR のライトとコンペアマッチの競合

(6) バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生すると、バッファ動作によって TGR に転送されるデータはライトデータとなります。

このタイミングを図 10.52 に示します。

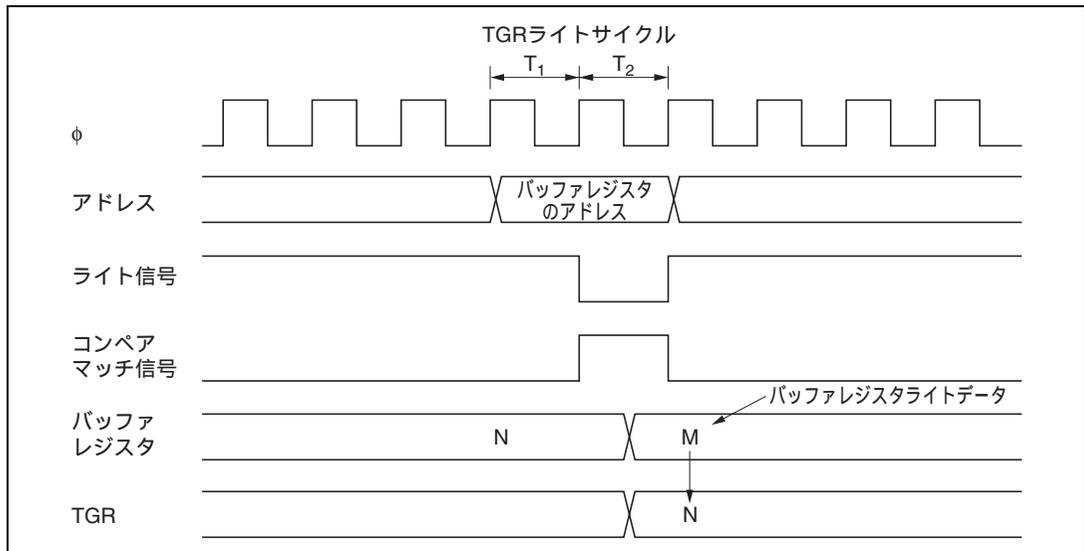


図 10.52 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

(7) TGR のリードとインプットキャプチャの競合

TGRのリードサイクル中の T_1 状態でインプットキャプチャ信号が発生すると、リードされるデータはインプットキャプチャ転送後のデータとなります。

このタイミングを図10.53に示します。

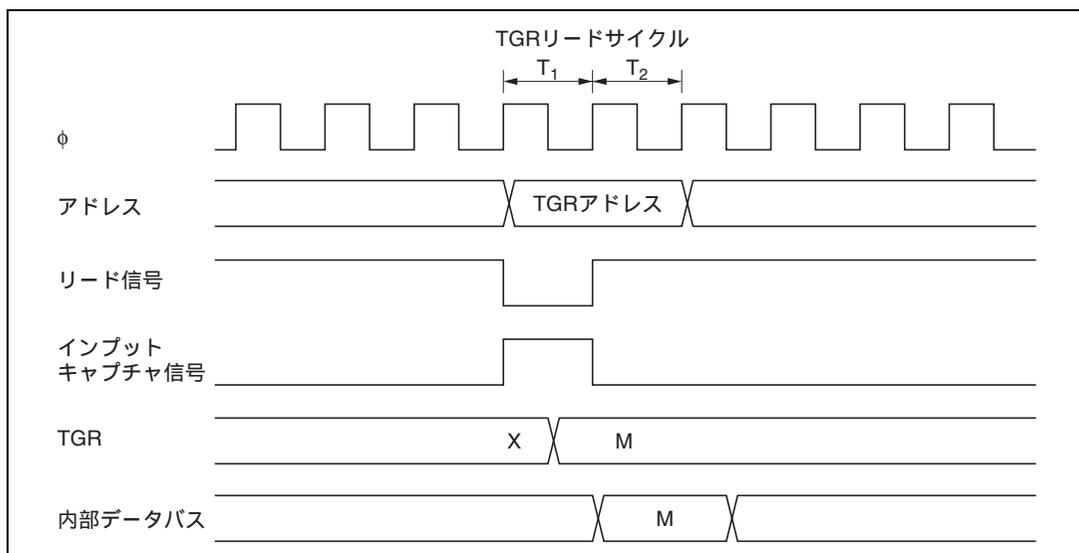


図 10.53 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

(8) TGRのライトと入力キャプチャの競合

TGRのライトサイクル中の T_2 状態で入力キャプチャ信号が発生すると、TGRへのライトは行われず、入力キャプチャが優先されます。

このタイミングを図10.54に示します。

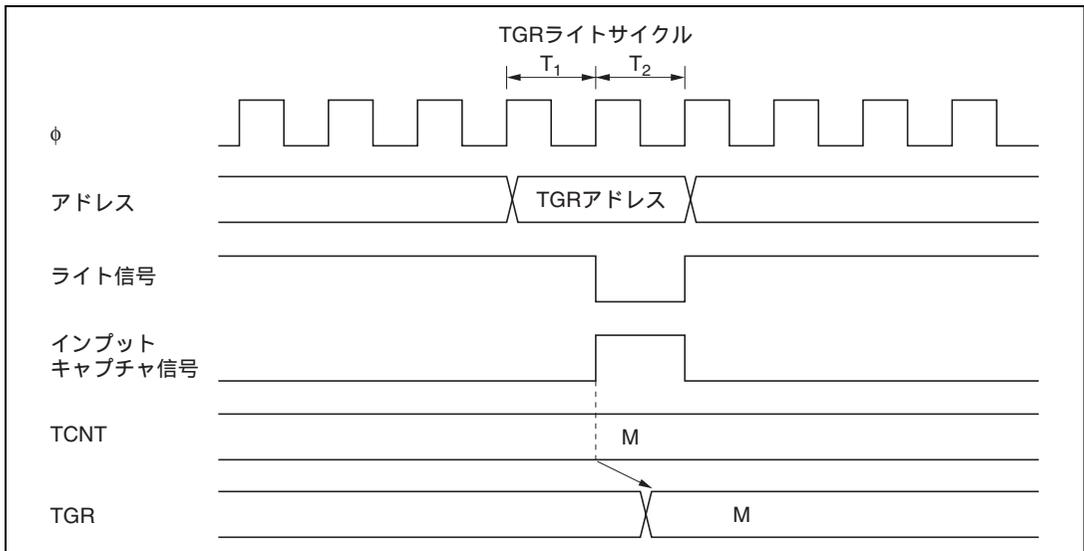


図 10.54 TGRのライトと入力キャプチャの競合

10. 16ビットタイマパルスユニット(TPU)

(9) バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

バッファのライトサイクル中の T_2 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、バッファレジスタへのライトは行われず、バッファ動作が優先されます。

このタイミングを図 10.55 に示します。

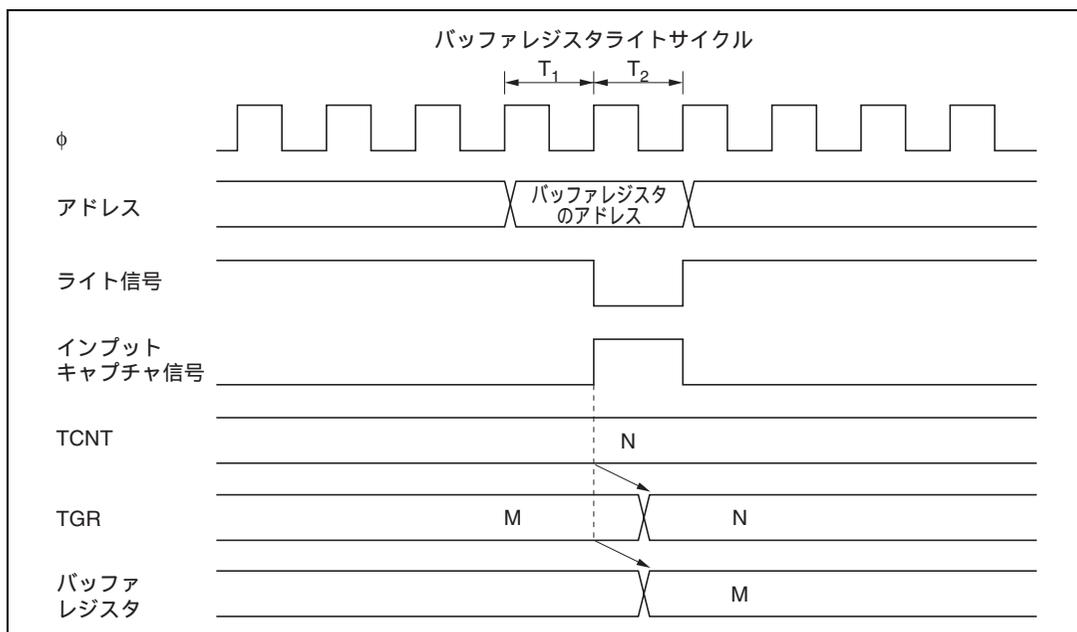


図 10.55 バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

(10) オーバフロー/アンダフローとカウンタクリアの競合

オーバフロー/アンダフローとカウンタクリアが同時に発生すると、TSRのTCFV/TCFUフラグはセットされず、TCNTのクリアが優先されます。

TGRのコンペアマッチをクリア要因とし、TGRにH'FFFFを設定した場合の動作タイミングを図10.56に示します。

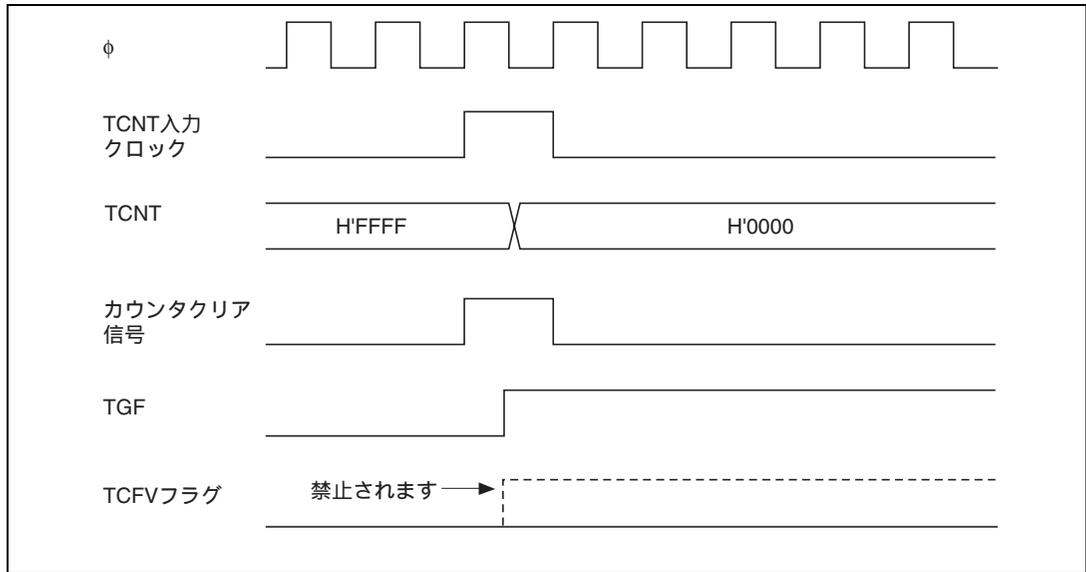


図 10.56 オーバフローとカウンタクリアの競合

(11) TCNT のライトとオーバーフロー / アンダフローの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートで、カウントアップ / カウントダウンが発生し、オーバーフロー / アンダフローが発生しても、TCNT へのライトが優先され、TSR の TCFV / TCFU フラグはセットされません。

TCNT のライトとオーバーフロー競合時の動作タイミングを図 10.57 に示します。

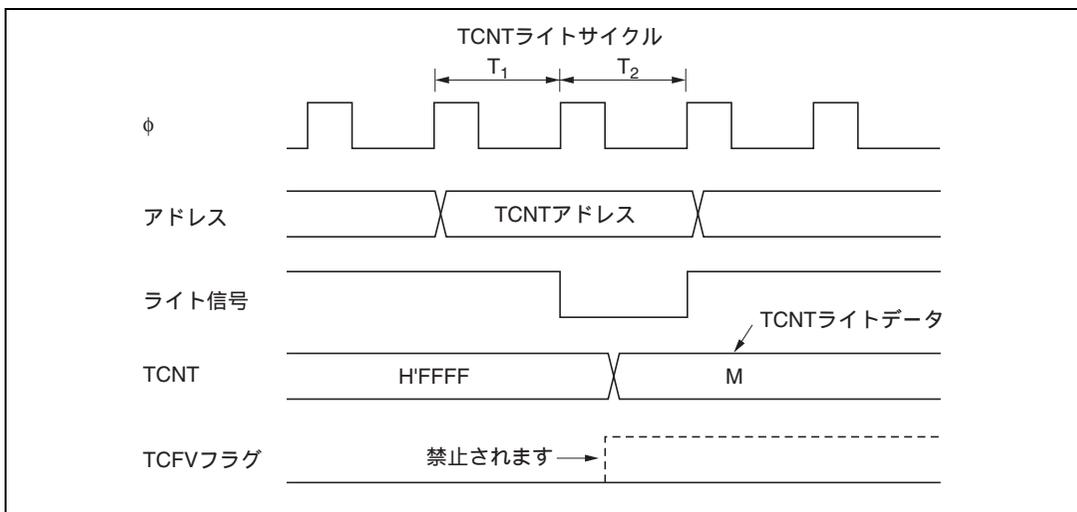


図 10.57 TCNT のライトとオーバーフローの競合

(12) 入出力端子の兼用

本 LSI では、TCLKA 入力と TIOCC0 入出力、TCLKB 入力と TIOCD0 入出力、TCLKC 入力と TIOCB1 入出力、TCLKD 入力と TIOCB2 入出力の端子がそれぞれ兼用になっています。外部クロックを入力する場合には、兼用されている端子からコンペアマッチ出力を行わないでください。

(13) モジュールストップ時の割り込み

割り込みが要求された状態でモジュールストップすると、CPU の割り込み要因、または DMAC、DTC の起動要因のクリアができません。

事前に割り込みをディスエーブルするなどしてからモジュールストップモードとしてください。

11. プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)

11.1 概要

本 LSI は、16 ビットタイマパルスユニット (TPU) をタイムベースとしてパルス出力を行うプログラマブルパルスジェネレータ (PPG) を内蔵しています。PPG は 4 ビット単位のパルス出力グループ 3~0 から構成されており、これらは同時に動作させることも、独立に動作させることも可能です。

11.1.1 特長

PPG の特長を以下に示します。

- (1) 出力データ 16 ビット
 - 最大 16 ビットのデータ出力が可能で、パルス出力をビット単位に許可することができます。
- (2) 4 系統の出力可能
 - 4 ビット単位のグループで出力トリガ信号が選択可能で、最大 4 ビット×4 系統の出力を行うことができます。
- (3) 出力トリガ信号を選択可能
 - TPU の 4 チャンネルのコンペアマッチ信号の中から、グループごとに出力トリガ信号を選択することができます。
- (4) ノンオーバーラップ動作
 - 複数のパルス出力の間のノンオーバーラップ期間を設定することができます。
- (5) データトランスファコントローラ (DTC)、DMA コントローラ (DMAC) との連携動作可能
 - 出力トリガ信号に選択したコンペアマッチ信号で DTC または DMAC を起動することにより、CPU の介在なくデータを順次出力することができます。
- (6) 反転出力の指定可能
 - グループごとに、データに対する反転値を出力することができます。
- (7) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値では PPG の動作は停止しますが、モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能です。

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

11.1.2 ブロック図

PPG のブロック図を図 11.1 に示します。

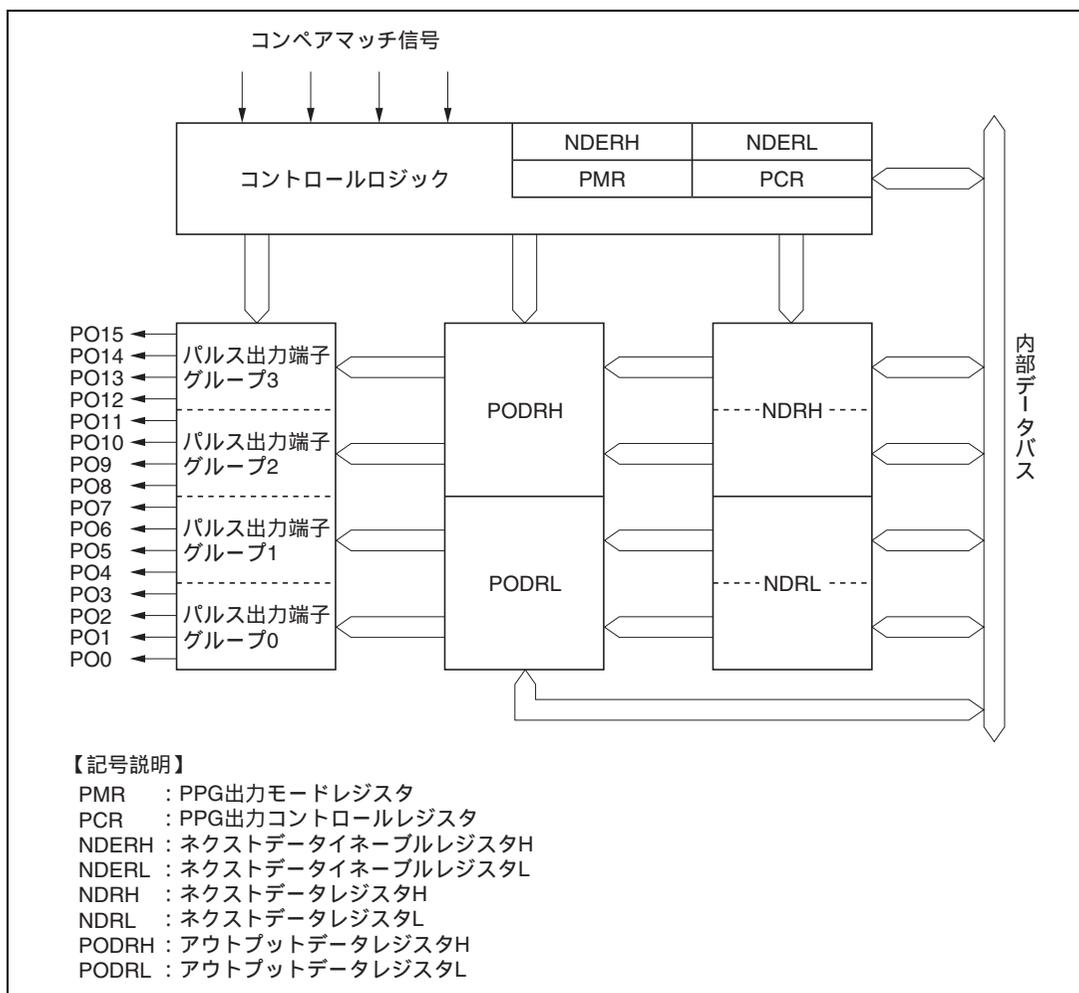


図 11.1 PPG のブロック図

11.1.3 端子構成

PPG の端子構成を表 11.1 に示します。

表 11.1 端子構成

名称	記号	入出力	機能
パルス出力 0	PO0	出力	グループ 0 のパルス出力
パルス出力 1	PO1	出力	
パルス出力 2	PO2	出力	
パルス出力 3	PO3	出力	
パルス出力 4	PO4	出力	グループ 1 のパルス出力
パルス出力 5	PO5	出力	
パルス出力 6	PO6	出力	
パルス出力 7	PO7	出力	
パルス出力 8	PO8	出力	グループ 2 のパルス出力
パルス出力 9	PO9	出力	
パルス出力 10	PO10	出力	
パルス出力 11	PO11	出力	
パルス出力 12	PO12	出力	グループ 3 のパルス出力
パルス出力 13	PO13	出力	
パルス出力 14	PO14	出力	
パルス出力 15	PO15	出力	

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

11.1.4 レジスタ構成

PPG のレジスタ構成を表 11.2 に示します。

表 11.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス ^{*1}
PPG 出力コントロールレジスタ	PCR	R/W	H'FF	H'FF46
PPG 出力モードレジスタ	PMR	R/W	H'F0	H'FF47
ネクストデータインーブルレジスタH	NDERH	R/W	H'00	H'FF48
ネクストデータインーブルレジスタL	NDERL	R/W	H'00	H'FF49
アウトプットデータレジスタH	PODRH	R/(W) ^{*2}	H'00	H'FF4A
アウトプットデータレジスタL	PODRL	R/(W) ^{*2}	H'00	H'FF4B
ネクストデータレジスタH	NDRH	R/W	H'00	H'FF4C/H'FF4E ^{*3}
ネクストデータレジスタL	NDRL	R/W	H'00	H'FF4D/H'FF4F ^{*3}
ポート1データディレクションレジスタ	P1DDR	W	H'00	H'FEB0
ポート2データディレクションレジスタ	P2DDR	W	H'00	H'FEB1
モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
*2 パルス出力として使用しているビットは、ライトできません。
*3 PCR の設定により、パルス出力グループ 2 とパルス出力グループ 3 の出力トリガが同一の場合は、NDRH のアドレスは H'FF4C となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 2 に対応する NDRH のアドレスは H'FF4E、グループ 3 に対する NDRH のアドレスは H'FF4C となります。
同様に、PCR の設定によりパルス出力グループ 0 とパルス出力グループ 1 の出力トリガが同一の場合は、NDRL のアドレスは H'FF4D となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 0 に対する NDRL のアドレスは H'FF4F、グループ 1 に対する NDRL のアドレスは H'FF4D となります。

11.2 各レジスタの説明

11.2.1 ネクストデータイネーブルレジスタ H、L (NDERH、 NDERL)

NDERH

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDER15	NDER14	NDER13	NDER12	NDER11	NDER10	NDER9	NDER8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

NDERL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDER7	NDER6	NDER5	NDER4	NDER3	NDER2	NDER1	NDER0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

NDERH、NDERL はそれぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、パルス出力の許可または禁止をビット単位で選択します。

NDER によりパルス出力が許可されたビットは、PCR で選択された TPU のコンペアマッチが発生すると、NDR の値が PODR の当該ビットに自動転送され出力値が更新されます。パルス出力が禁止されているビットについては、NDR から PODR への転送は行われず出力値も変化しません。

NDER はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

ビット 7~0 : ネクストデータイネーブル 15~8 (NDER15 ~ NDER8)

パルス出力の許可または禁止をビット単位で選択します。

ビット 7~0	説明
NDER15 ~ NDER8	
0	パルス出力 PO15 ~ PO8 を禁止 (NDR15 ~ NDR8 から POD15 ~ POD8 への転送禁止) (初期値)
1	パルス出力 PO15 ~ PO8 を許可 (NDR15 ~ NDR8 から POD15 ~ POD8 への転送許可)

ビット 7~0 : ネクストデータイネーブル 7~0 (NDER7 ~ NDER0)

パルス出力の許可または禁止をビット単位で選択します。

ビット 7~0	説明
NDER7 ~ NDER0	
0	パルス出力 PO7 ~ PO0 を禁止 (NDR7 ~ NDR0 から POD7 ~ POD0 への転送禁止) (初期値)
1	パルス出力 PO7 ~ PO0 を許可 (NDR7 ~ NDR0 から POD7 ~ POD0 への転送許可)

11.2.2 アウトプットデータレジスタ H、L (PODRH、PODRL)

PODRH

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	POD15	POD14	POD13	POD12	POD11	POD10	POD9	POD8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

PODRL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	POD7	POD6	POD5	POD4	POD3	POD2	POD1	POD0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

【注】 * NDER により、パルス出力に設定されたビットはリード専用となります。

PODRH、PODRL は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、パルス出力を使用する場合の出力データを格納します。

11.2.3 ネクストデータレジスタ H、L (NDRH、NDRL)

NDRH、NDRL は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、パルス出力の次のデータを格納します。パルス出力を行う場合、PCR で指定した TPU のコンペアマッチが発生したときに、NDR の内容が PODR の対応するビットに転送されます。NDR のアドレスは、パルス出力グループの出力トリガの選択により異なります。詳細は「11.2.4 NDR アクセス時の注意」を参照してください。

NDR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

11.2.4 NDR アクセス時の注意

NDR のアドレスは、パルス出力グループの出力トリガを同一に設定した場合と、異なるように設定した場合とで異なります。

(1) パルス出力グループの出力トリガが同一の場合

パルス出力グループ 2、3 の出力トリガとなるコンペアマッチを同一にすると、NDRH のアドレスは H'FF4C となります。グループ 3、2 はそれぞれ上位 4 ビット、下位 4 ビットになります。このとき、アドレス H'FF4E はすべてリザーブビットとなります。リザーブビットはリードすると常に 1 が読み出され、ライトは無効です。

(a) アドレス : H'FF4C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR15	NDR14	NDR13	NDR12	NDR11	NDR10	NDR9	NDR8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

(b) アドレス : H'FF4E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

パルス出力グループ 0、1 の出力トリガとなるコンペアマッチを同一にすると、NDRL のアドレスは H'FF4D となります。グループ 1、0 はそれぞれ上位 4 ビット、下位 4 ビットになります。このとき、アドレス H'FF4F はすべてリザーブビットとなります。リザーブビットはリードすると常に 1 が読み出され、ライトは無効です。

(a) アドレス : H'FF4D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR7	NDR6	NDR5	NDR4	NDR3	NDR2	NDR1	NDR0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

(b) アドレス : H'FF4F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

(2) パルス出力グループの出力トリガが異なる場合

パルス出力グループ 2、3 の出力トリガとなるコンペアマッチを別にすると、NDRH の上位 4 ビット (グループ 3) のアドレスは H'FF4C、NDRH の下位 4 ビット (グループ 2) のアドレスは H'FF4E となります。このとき、アドレス H'FF4C のビット 3~0、アドレス H'FF4E のビット 7~4 はリザーブビットとなります。リザーブビットはリードすると常に 1 が読み出され、ライトは無効です。

(a) アドレス : H'FF4C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR15	NDR14	NDR13	NDR12	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-

(b) アドレス : H'FF4E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	NDR11	NDR10	NDR9	NDR8
初期値	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

パルス出力グループ 0、1 の出力トリガとなるコンペアマッチを別にすると、NDRL の上位 4 ビット (グループ 1) のアドレスは H'FF4D、NDRL の下位 4 ビット (グループ 0) のアドレスは H'FF4F となります。このとき、アドレス H'FF4D のビット 3~0、アドレス H'FF4F のビット 7~4 はリザーブビットとなります。リザーブビットはリードすると常に 1 が読み出され、ライトは無効です。

(a) アドレス : H'FF4D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR7	NDR6	NDR5	NDR4	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-

(b) アドレス : H'FF4F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	NDR3	NDR2	NDR1	NDR0
初期値	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

11.2.5 PPG 出力コントロールレジスタ (PCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	G3CMS1	G3CMS0	G2CMS1	G2CMS0	G1CMS1	G1CMS0	G0CMS1	G0CMS0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタでパルス出力の出力トリガ信号をグループ単位で選択します。

PCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に HFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

ビット 7、6：グループ 3 コンペアマッチセレクト 1、0 (G3CMS1、G3CMS0)
パルス出力グループ 3 (PO15 ~ PO12 端子) の出力トリガとなるコンペアマッチを選択します。

ビット 7	ビット 6	説明
G3CMS1	G3CMS0	パルス出力グループ 3 の出力トリガ
0	0	TPU チャンネル 0 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 1 のコンペアマッチ
1	0	TPU チャンネル 2 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 3 のコンペアマッチ (初期値)

ビット 5、4：グループ 2 コンペアマッチセレクト 1、0 (G2CMS1、G2CMS0)
パルス出力グループ 2 (PO11 ~ PO8 端子) の出力トリガとなるコンペアマッチを選択します。

ビット 5	ビット 4	説明
G2CMS1	G2CMS0	パルス出力グループ 2 の出力トリガ
0	0	TPU チャンネル 0 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 1 のコンペアマッチ
1	0	TPU チャンネル 2 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 3 のコンペアマッチ (初期値)

ビット 3、2：グループ 1 コンペアマッチセレクト 1、0 (G1CMS1、G1CMS0)
パルス出力グループ 1 (PO7 ~ PO4 端子) の出力トリガとなるコンペアマッチを選択します。

ビット 3	ビット 2	説明
G1CMS1	G1CMS0	パルス出力グループ 1 の出力トリガ
0	0	TPU チャンネル 0 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 1 のコンペアマッチ
1	0	TPU チャンネル 2 のコンペアマッチ
	1	TPU チャンネル 3 のコンペアマッチ (初期値)

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

ビット 1、0：グループ 0 コンペアマッチセレクト 1、0 (G0CMS1、G0CMS0)
パルス出力グループ 0 (PO3 ~ PO0 端子) の出力トリガとなるコンペアマッチを選択します。

ビット 1	ビット 0	説明
G0CMS1	G0CMS0	パルス出力グループ 0 の出力トリガ
0	0	TPU チャネル 0 のコンペアマッチ
	1	TPU チャネル 1 のコンペアマッチ
1	0	TPU チャネル 2 のコンペアマッチ
	1	TPU チャネル 3 のコンペアマッチ (初期値)

11.2.6 PPG 出力モードレジスタ (PMR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	G3INV	G2INV	G1INV	G0INV	G3NOV	G2NOV	G1NOV	G0NOV
初期値	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

PMR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、パルス出力の反転の設定、およびオーバーラップ動作の設定をグループ単位で指定します。

ノンオーバーラップ動作の PPG 出力は、出力トリガとなる TPU の TGRB に出力波形の周期を、また TGRA にノンオーバーラップ期間を設定し、コンペアマッチ A、B で出力値を変化させます。

詳細は、「11.3.4 パルス出力ノンオーバーラップ動作」を参照してください。

PMR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'F0 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

ビット 7：グループ 3 インバート (G3INV)

パルス出力グループ 3 (PO15 ~ PO12 端子) を直接出力させるか反転出力させるかを選択します。

ビット 7	説明
G3INV	
0	パルス出力グループ 3 は、反転出力 (PODRH の内容 1 に対して、端子に Low レベルを出力)
1	パルス出力グループ 3 は、直接出力 (PODRH の内容 1 に対して、端子に High レベルを出力) (初期値)

ビット 6 : グループ 2 インバート (G2INV)

パルス出力グループ 2 (PO11 ~ PO8 端子) を直接出力させるか反転出力させるかを選択します。

ビット 6	説明
G2INV	
0	パルス出力グループ 2 は、反転出力 (PODRH の内容 1 に対して、端子に Low レベルを出力)
1	パルス出力グループ 2 は、直接出力 (PODRH の内容 1 に対して、端子に High レベルを出力) (初期値)

ビット 5 : グループ 1 インバート (G1INV)

パルス出力グループ 1 (PO7 ~ PO4 端子) を直接出力させるか反転出力させるかを選択します。

ビット 5	説明
G1INV	
0	パルス出力グループ 1 は、反転出力 (PODRL の内容 1 に対して、端子に Low レベルを出力)
1	パルス出力グループ 1 は、直接出力 (PODRL の内容 1 に対して、端子に High レベルを出力) (初期値)

ビット 4 : グループ 0 インバート (G0INV)

パルス出力グループ 0 (PO3 ~ PO0 端子) を直接出力させるか反転出力させるかを選択します。

ビット 4	説明
G0INV	
0	パルス出力グループ 0 は、反転出力 (PODRL の内容 1 に対して、端子に Low レベルを出力)
1	パルス出力グループ 0 は、直接出力 (PODRL の内容 1 に対して、端子に High レベルを出力) (初期値)

ビット 3 : グループ 3 ノンオーバーラップ (G3NOV)

パルス出力グループ 3 (PO15 ~ PO12 端子) を通常動作させるか、ノンオーバーラップ動作させるかを選択します。

ビット 3	説明
G3NOV	
0	パルス出力グループ 3 は、通常動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A で出力値を更新) (初期値)
1	パルス出力グループ 3 は、ノンオーバーラップ動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A、B により、1 出力、0 出力を独立に出力可能)

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

ビット 2: グループ 2 ノンオーバーラップ (G2NOV)

パルス出力グループ 2 (PO11 ~ PO8 端子) を通常動作させるか、ノンオーバーラップ動作させるかを選択します。

ビット 2	説明
G2NOV	
0	パルス出力グループ 2 は、通常動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A で出力値を更新します) (初期値)
1	パルス出力グループ 2 は、ノンオーバーラップ動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A、B により、1 出力、0 出力を独立に行うことができます)

ビット 1: グループ 1 ノンオーバーラップ (G1NOV)

パルス出力グループ 1 (PO7 ~ PO4 端子) を通常動作させるか、ノンオーバーラップ動作させるかを選択します。

ビット 1	説明
G1NOV	
0	パルス出力グループ 1 は、通常動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A で出力値を更新します) (初期値)
1	パルス出力グループ 1 は、ノンオーバーラップ動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A、B により、1 出力、0 出力を独立に行うことができます)

ビット 0: グループ 0 ノンオーバーラップ (G0NOV)

パルス出力グループ 0 (PO3 ~ PO0 端子) を通常動作させるか、ノンオーバーラップ動作させるかを選択します。

ビット 0	説明
G0NOV	
0	パルス出力グループ 0 は、通常動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A で出力値を更新します) (初期値)
1	パルス出力グループ 0 は、ノンオーバーラップ動作 (選択された TPU のコンペアマッチ A、B により、1 出力、0 出力を独立に行うことができます)

11.2.7 ポート 1 データディレクションレジスタ (P1DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

P1DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 1 の各端子の入出力をビットごとに指定します。

ポート 1 は PO15 ~ PO8 端子との兼用端子となっています。PPG 出力を行う端子に対応するビットは 1 にセットしてください。

P1DDR の詳細は、「第 9 章 I/O ポート」を参照してください。

11.2.8 ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

P2DDR は、8 ビットのライト専用レジスタで、ポート 2 の各端子の入出力をビットごとに指定します。

ポート 2 は PO7 ~ PO0 端子との兼用端子となっています。PPG 出力を行う端子に対応するビットは 1 にセットしてください。

P2DDR の詳細は、「第 9 章 I/O ポート」を参照してください。

11.2.9 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

	MSTPCR _H								MSTPCR _L							
ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP11 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で PPG は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。モジュールストップモードでは、レジスタのリード/ライトはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 11 : モジュールストップ (MSTP11)

PPG のモジュールストップモードを指定します。

ビット 11	説明
MSTP11	
0	PPG のモジュールストップモード解除
1	PPG のモジュールストップモード設定 (初期値)

11.3 動作説明

11.3.1 概要

PPG のパルス出力は、P1DDR、P2DDR、NDR の対応するビットをそれぞれ 1 にセットすることにより許可状態となります。この状態では、対応する PODR の内容が出力されます。

その後、PCR で指定したコンペアマッチが発生すると、ビットに対する NDR の内容がそれぞれ PODR に転送され、出力値が更新されます。

PPG 出力動作を図 11.2 に示します。また、PPG 動作条件を表 11.3 に示します。

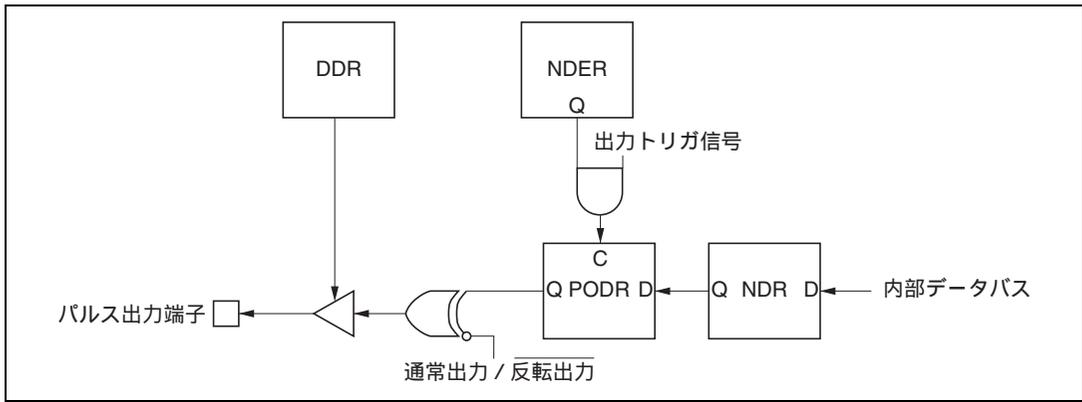


図 11.2 PPG 出力動作

表 11.3 PPG 動作条件

NDR	DDR	端子機能
0	0	入力ポート
	1	出力ポート
1	0	入力ポート (ただし、コンペアマッチ時に NDR から PODR の転送を行い、PODR へのライトはできません)
	1	PPG パルス出力

次のコンペアマッチが発生するまでに NDR に出力データを書き込むことにより、コンペアマッチごとに最大 16 ビットのデータを順次出力することができます。

ノンオーバーラップ動作については、「11.3.4 パルス出力ノンオーバーラップ動作」を参照してください。

11.3.2 出力タイミング

パルス出力許可状態で指定されたコンペアマッチが発生すると、NDR の内容が PODR に転送され、出力されます。

このタイミングを図 11.3 に示します。

コンペアマッチ A により、グループ 2、3 で通常出力を行った場合の例です。

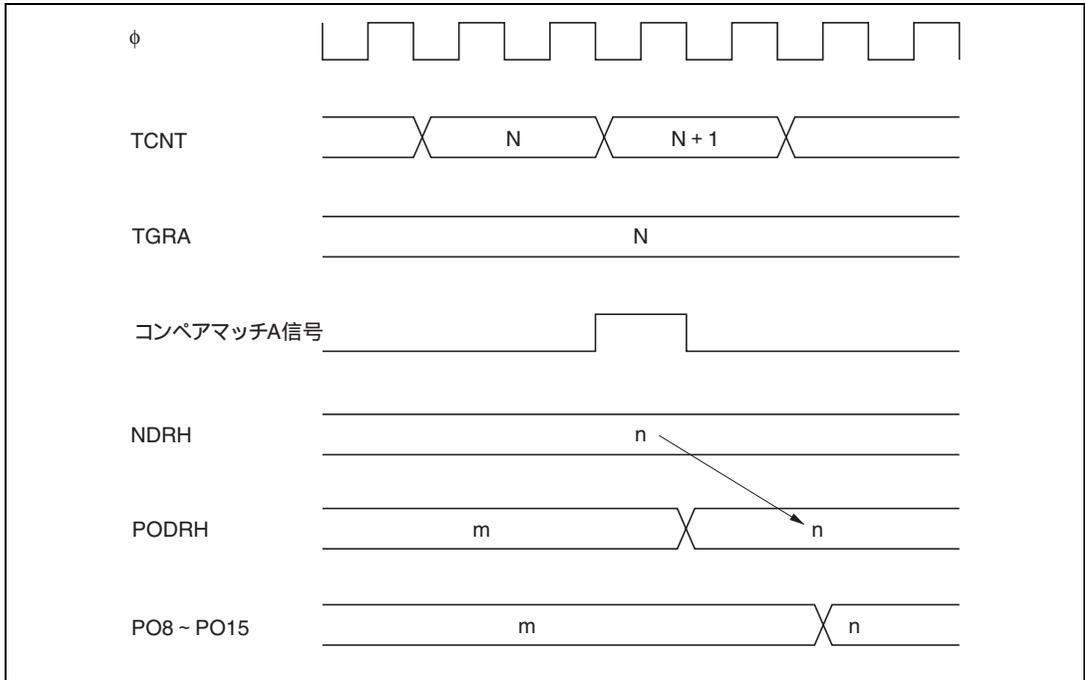


図 11.3 NDR の内容が転送・出力されるタイミング例

11.3.3 パルス出力通常動作

(1) パルス出力通常動作の設定手順例

パルス出力通常動作の設定手順例を図 11.4 に示します。

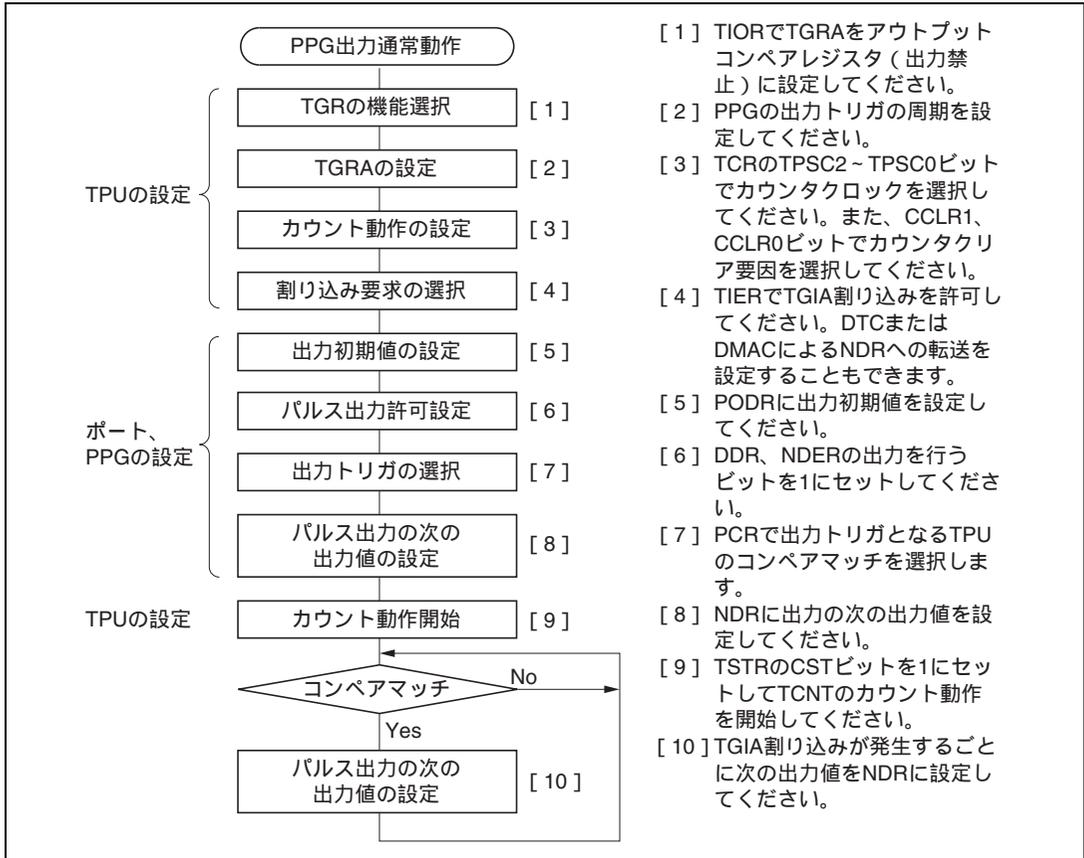


図 11.4 パルス出力通常動作の設定手順例

(2) パルス出力通常動作例 (5相パルス出力例)

パルス出力を使用して一定周期で5相パルスを出力させた例を図11.5に示します。

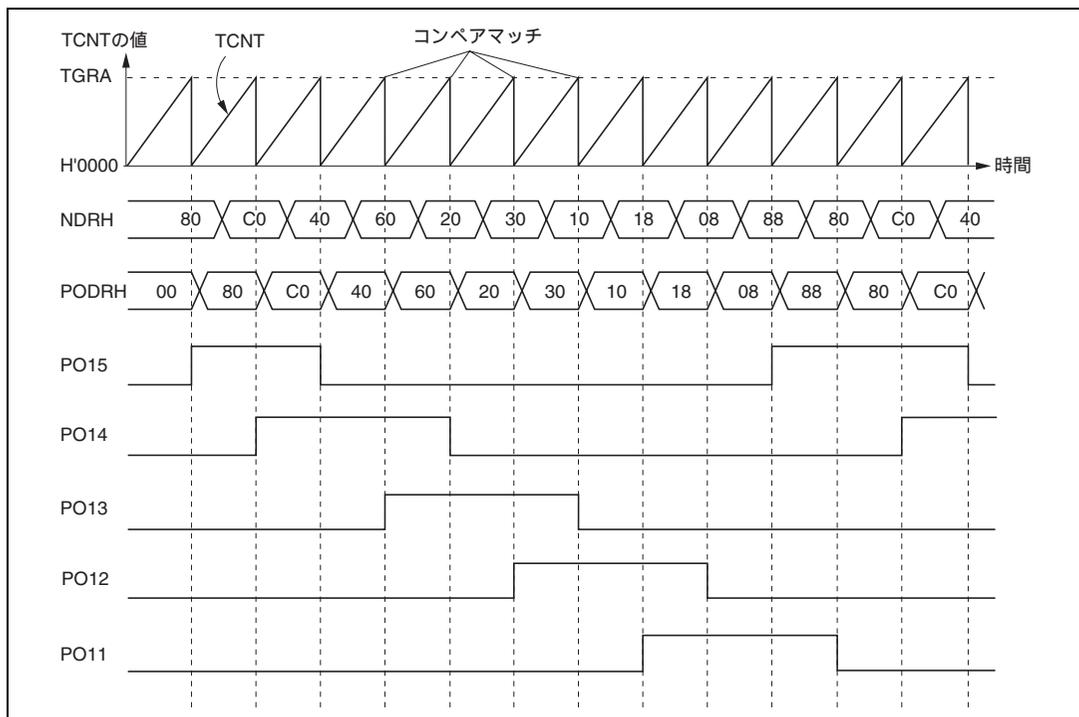


図 11.5 パルス出力通常動作例 (5相パルス出力例)

- [1] 出力トリガとするTPUのTGRAをアウトプットコンペアレジスタに設定します。TGRAには周期を設定し、コンペアマッチAによるカウンタクリアを選択します。また、TIERのTGIEAビットを1にセットして、コンペアマッチ/インプットキャプチャA (TGIA) 割り込みを許可します。
- [2] P1DDR、NDERHにH'F8をライトし、PCRのG3CMS1、G3CMS0ビット、およびG2CMS1、G2CMS0ビットにより、[1] で選択したTPUのコンペアマッチに出力トリガを設定します。NDRHに出力データH'80をライトします。
- [3] TPU当該チャンネルの動作を開始しコンペアマッチAが発生すると、NDRHの内容がPODRHに転送され出力されます。TGIA割り込み処理でNDRHに次の出力データH'C0をライトします。
- [4] 以後、TGIA割り込みで順次H'40、H'60、H'20、H'30、H'10、H'18、H'08、H'88、...をライトすることで、5相の1-2相パルス出力を行うことができます。
TGIA割り込みでDTCまたはDMACを起動するように設定すれば、CPUの負荷なくパルス出力を行うことができます。

11.3.4 パルス出力ノンオーバーラップ動作

(1) パルス出力ノンオーバーラップ動作の設定手順例

パルス出力ノンオーバーラップ動作の設定手順例を図 11.6 に示します。

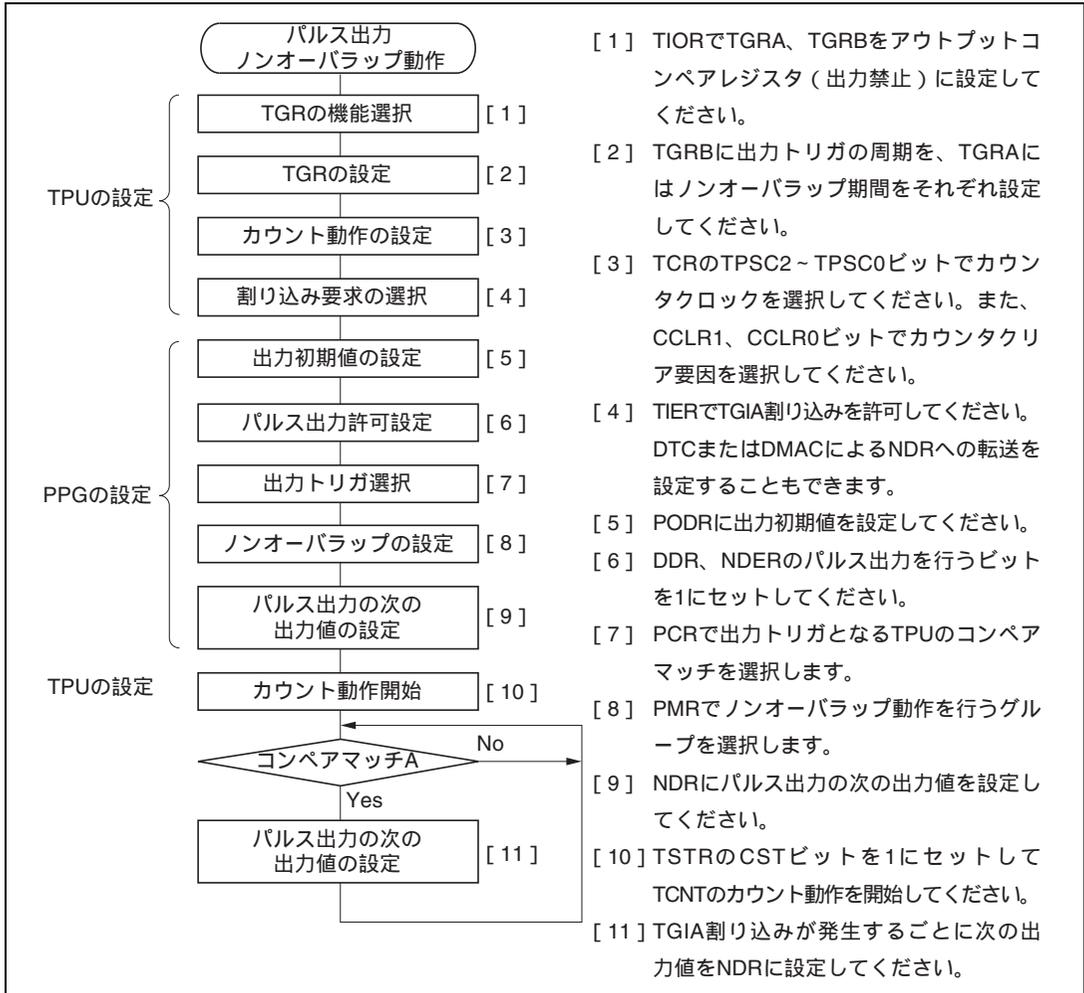


図 11.6 パルス出力ノンオーバーラップ動作の設定手順例

(2) パルス出力ノンオーバーラップ動作例 (4相の相補ノンオーバーラップ出力例)

パルス出力を使用して4相の相補ノンオーバーラップのパルスを出力させた例を図 11.7 に示します。

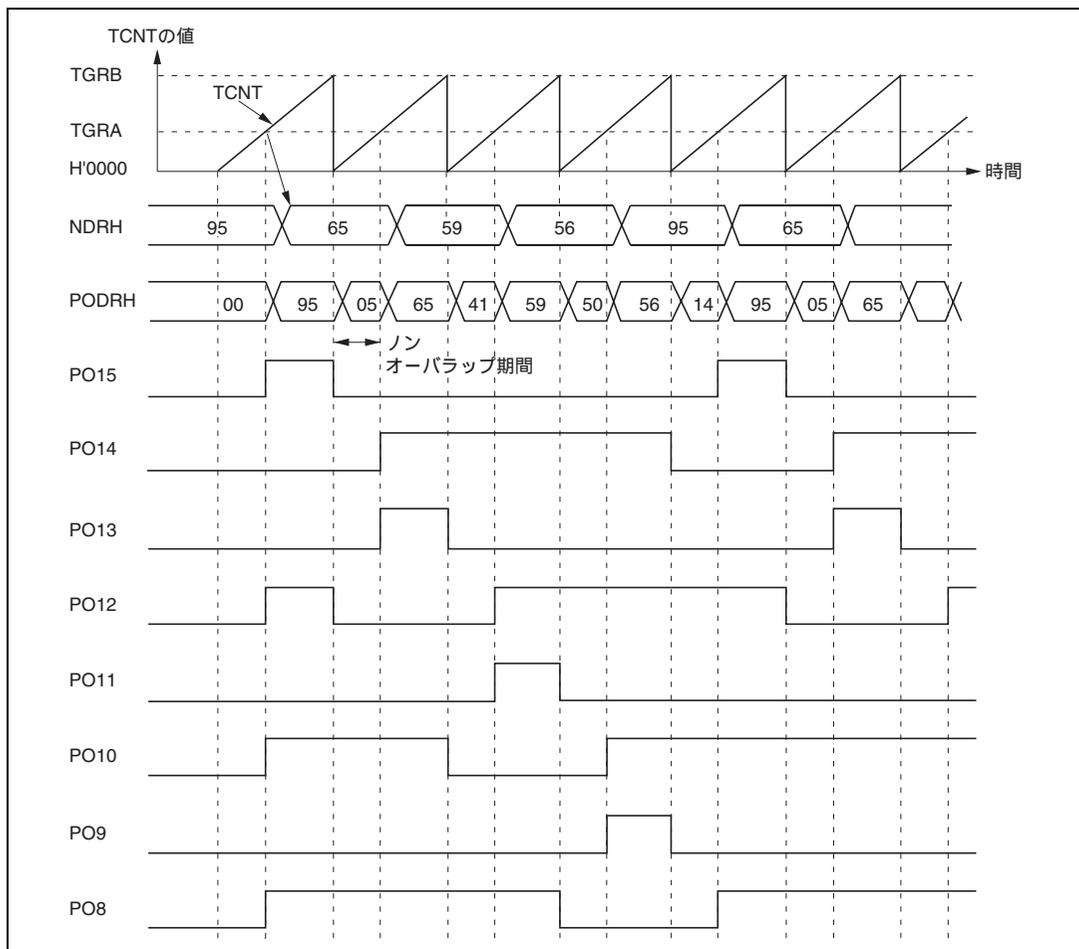


図 11.7 パルス出力ノンオーバーラップ動作例 (4相の相補ノンオーバーラップ出力)

- [1] 出力トリガとするTPUのTGRA、TGRBをアウトプットコンペアレジスタに設定します。TGRBには周期、TGRAにはノンオーバーラップ期間を設定し、コンペアマッチBによるカウンタクリアを選択します。また、TIERのTGIEAビットを1にセットして、TGIA割り込みを許可します。
- [2] P1DDR、NDRHにH'FFをライトし、PCRのG3CMS1、G3CMS0ビット、およびG2CMS1、G2CMS0ビットにより、[1]で選択したTPUのコンペアマッチに出力トリガを設定します。PMRのG3NOV、G2NOVビットをそれぞれ1にセットして、ノンオーバーラップ動作を設定します。
- NDRHに出力データH'95をライトします。
- [3] TPU当該チャンネルの動作を開始すると、TGRBのコンペアマッチで1出力 0出力の変化、TGRAのコンペアマッチで0出力 1出力の変化を行います(0出力 1出力の変化はTGRAの設定)

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

定値分遅延することになります)。

TGIA割り込み処理でNDRHに次の出力データH'65をライトします。

[4] 以後、TGIA割り込みで順次H'59、H'56、H'95、...をライトすることで、4相の相補ノンオーバーラップ出力を発生することができます。

TGIA割り込みでDTCまたはDMACを起動するように設定すれば、CPUの負荷なくパルス出力を行うことができます。

11.3.5 パルス反転出力

PMR の G3INV、G2INV、G1INV、および G0INV を 0 に設定すると、PODR の内容に対する反転値を端子出力することができます。

図 11.7 の設定で、さらに G3INV、G2INV を 0 にしたときの端子出力の例を図 11.8 に示します。

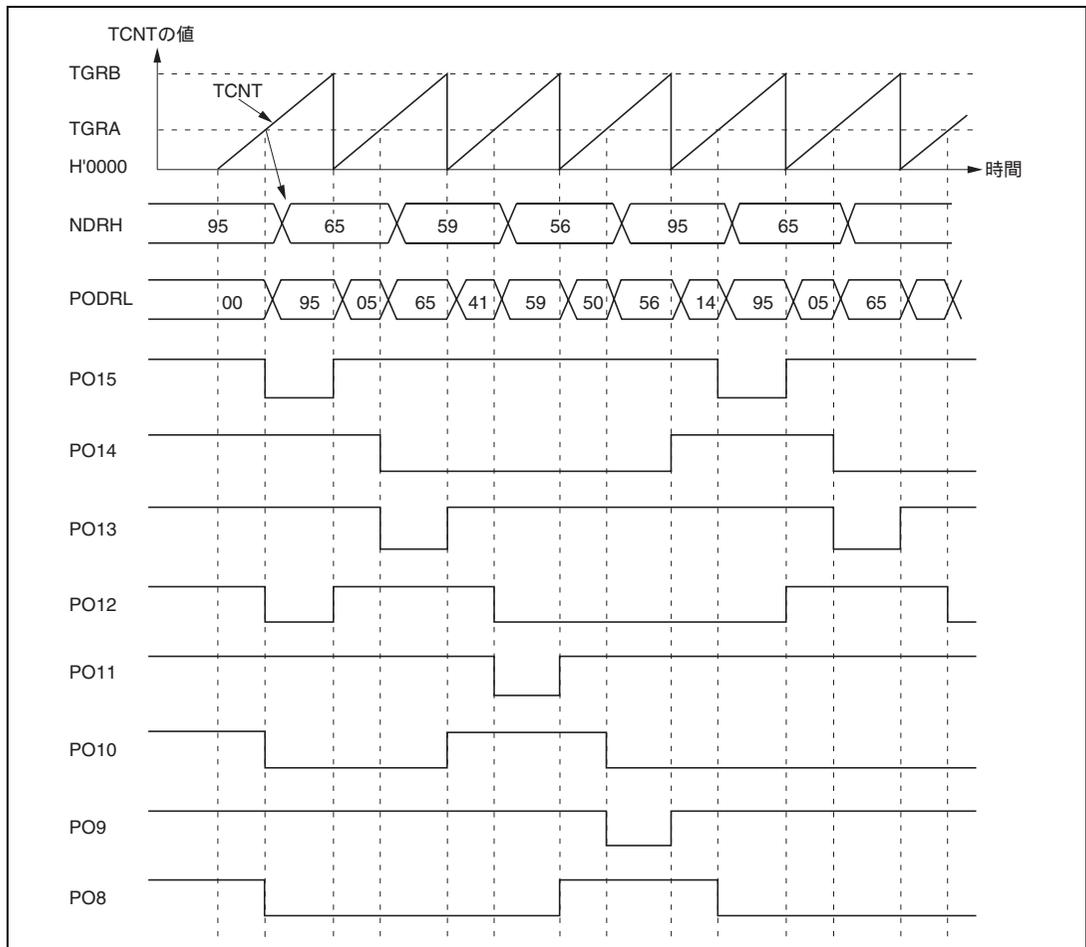


図 11.8 パルス反転出力例

11.3.6 インพุットキャプチャによるパルス出力

パルス出力は、TPU のコンペアマッチだけでなく、インพุットキャプチャによっても可能です。PCR によって選択された TPU の TGRA がインพุットキャプチャレジスタとして機能しているとき、インพุットキャプチャ信号によりパルス出力を行います。

このタイミングを図 11.9 に示します。

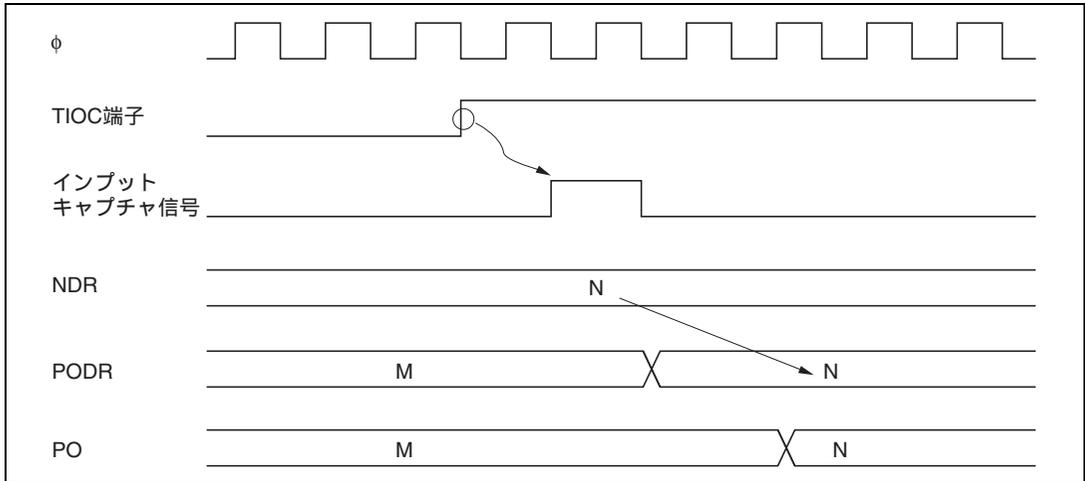


図 11.9 インพุットキャプチャによるパルス出力例

11.4 使用上の注意

11.4.1 パルス出力端子の動作

PO0～PO15 は TPU などの他の周辺機能の端子と兼用になっています。これらの端子は、他の周辺機能が出力許可状態になっているときには、パルス出力を行うことができません。ただし、NDR から PODR への転送は、端子の状態にかかわらず常に行うことが可能です。

端子機能の変更は、出力トリガが発生しない状態で行ってください。

11.4.2 ノンオーバーラップ動作時の注意

ノンオーバーラップ動作時の NDR から PODR への転送は以下のようになっています。

- コンペアマッチ A では NDR の内容を常に PODR へ転送します。
- コンペアマッチ B では NDR の転送するビットの内容が 0 のときのみ転送を行います。1 のときは転送を行いません。

ノンオーバーラップ時のパルス出力動作を図 11.10 に示します。

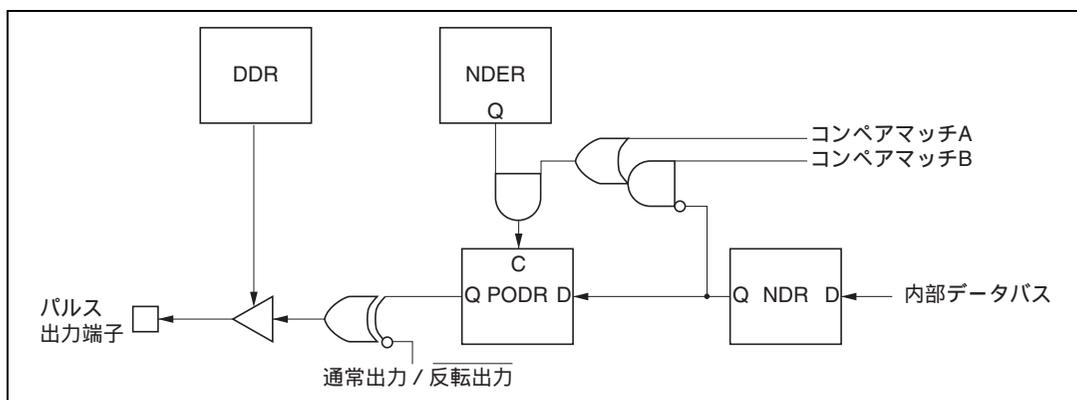


図 11.10 パルス出力ノンオーバーラップ動作

したがって、コンペアマッチ B をコンペアマッチ A よりも先に発生させることにより、0 データの転送を 1 データの転送に先立って行うことが可能です。

この場合、コンペアマッチ B が発生したあと、コンペアマッチ A が発生するまで（ノンオーバーラップ期間）の間、NDR の内容を変更しないようにしてください。

これは TGIA 割り込みの割り込み処理ルーチンで NDR に次のデータをライトすることによって実現できます。また、TGIA 割り込みで DTC または DMAC を起動することもできます。ただし、このライトは次のコンペアマッチ B が発生する前に行ってください。

このタイミングを図 11.11 に示します。

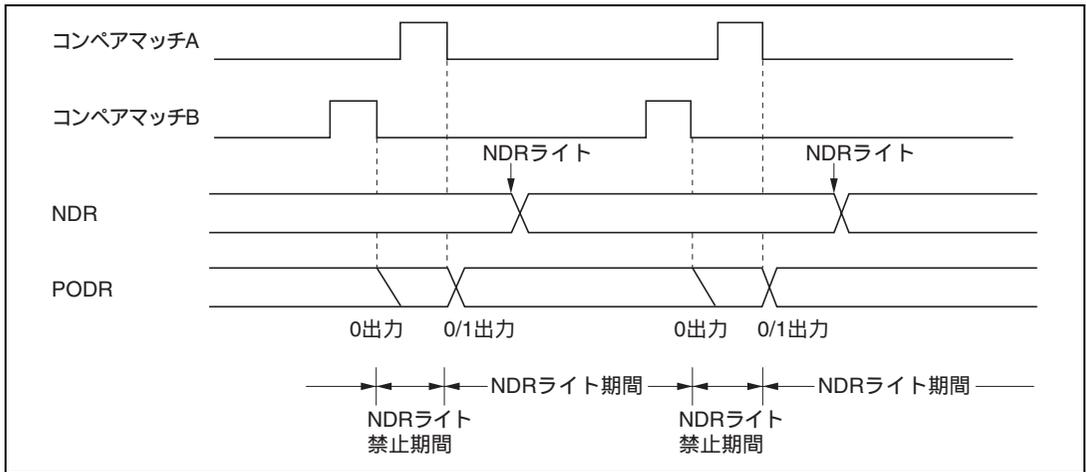


図 11.11 ノンオーバーラップ動作とNDR ライトタイミング

11. プログラマブルパルスジェネレータ(PPG)

12. 8ビットタイマ

12.1 概要

本 LSI は、8 ビットのカウンタをベースにした 2 チャンネルの 8 ビットタイマ (TMR0、TMR1) を内蔵しています。2 チャンネルの 8 ビットタイマには、それぞれタイマカウンタ (TCNT) のほかに 8 ビットのタイムコンスタントレジスタ A、B (TCORA、TCORB) があります。TCNT と TCOR の値の一致によるコンペアマッチ信号により、任意のデューティ比のパルス出力など、多機能タイマとして種々の応用が可能です。

12.1.1 特長

- (1) 4 種類のカウンタ入力クロックを選択可能
 - 3 種類の内部クロック ($\phi/8$ 、 $\phi/64$ 、 $\phi/8192$) と、外部クロックのうちから選択可能 (外部イベントのカウントが可能)
- (2) カウンタのクリア指定が可能
 - コンペアマッチ A、B、または外部リセット信号のうちから選択可能
- (3) 2 つのコンペアマッチ信号の組み合わせでタイマ出力を制御
 - 独立に動作可能な 2 つのコンペアマッチ信号の組み合わせによって、任意のデューティのパルス出力や PWM 出力など種々の応用が可能
- (4) 2 チャンネルのカスケード接続が可能
 - チャンネル 0 を上位、チャンネル 1 を下位とする 16 ビットタイマとして動作可能 (16 ビットカウンタモード)
 - チャンネル 1 はチャンネル 0 のコンペアマッチをカウント可能 (コンペアマッチカウンタモード)
- (5) 各チャンネル 3 種類の割り込み要因
 - コンペアマッチ $\times 2$ 要因、オーバフロー $\times 1$ 要因があり、それぞれ独立に要求可能
- (6) A/D 変換器の変換スタートトリガを生成可能
 - A/D 変換器の交換開始トリガとして、チャンネル 0 のコンペアマッチ A 信号を使用可能
- (7) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値では 8 ビットタイマの動作は停止。モジュールストップモードの解除によりレジスタのアクセスが可能

12.1.2 ブロック図

8ビットタイマのブロック図を図 12.1 に示します。

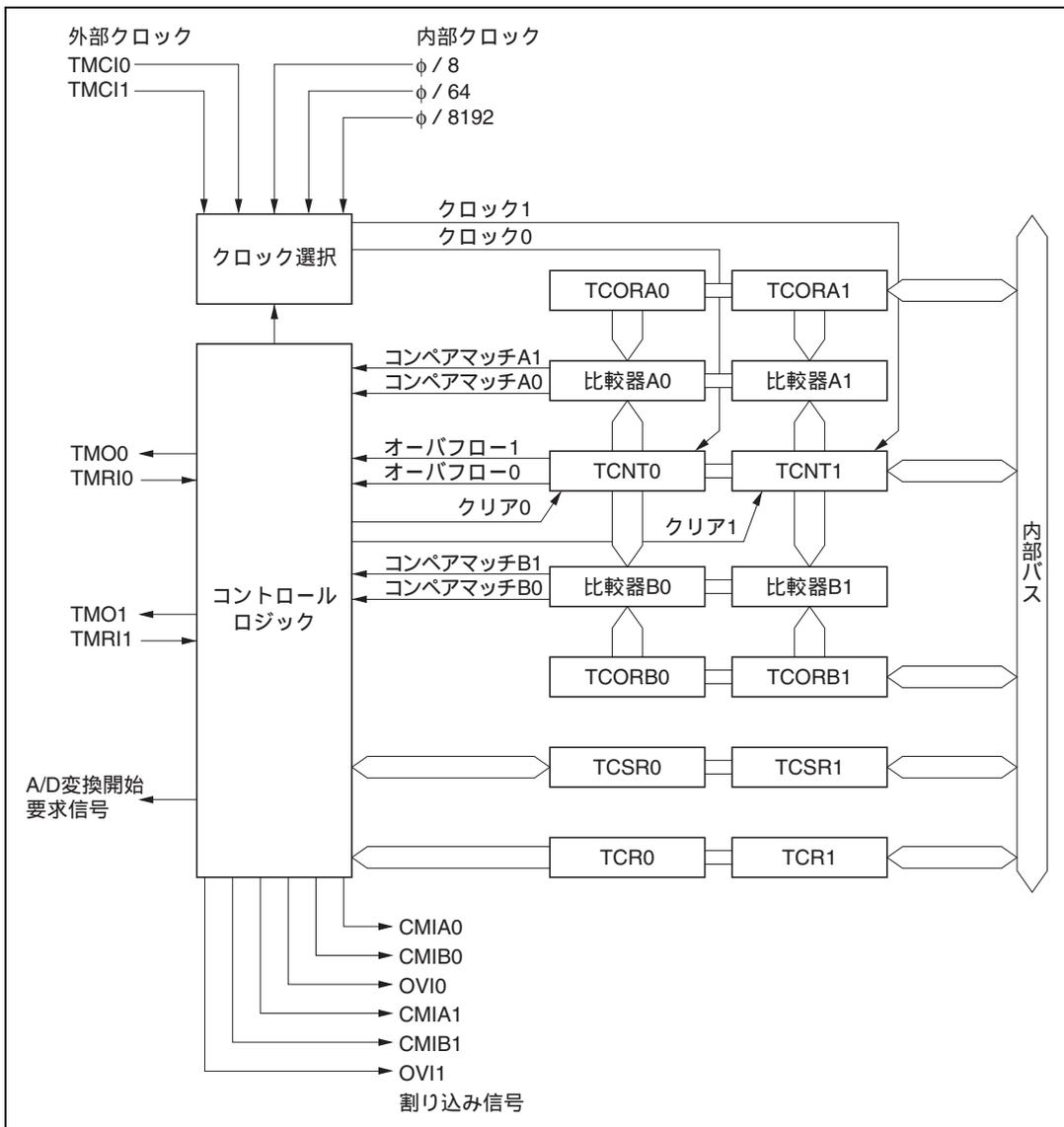


図 12.1 8ビットタイマのブロック図

12.1.3 端子構成

8ビットタイマの入出力端子を表 12.1 に示します。

表 12.1 端子構成

チャンネル	名称	記号	入出力	機能
0	タイマ出力端子 0	TMO0	出力	コンパアマッチ出力
	タイマクロック入力端子 0	TMCi0	入力	カウンタ外部クロック入力
	タイマリセット入力端子 0	TMRI0	入力	カウンタ外部リセット入力
1	タイマ出力端子 1	TMO1	出力	コンパアマッチ出力
	タイマクロック入力端子 1	TMCi1	入力	カウンタ外部クロック入力
	タイマリセット入力端子 1	TMRI1	入力	カウンタ外部リセット入力

12.1.4 レジスタ構成

8ビットタイマのレジスタ構成を表 12.2 に示します。

表 12.2 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
0	タイマコントロールレジスタ 0	TCR0	R/W	H'00	H'FFB0
	タイマコントロール/ステータスレジスタ 0	TCSR0	R/(W)*2	H'00	H'FFB2
	タイムコンスタントレジスタ A0	TCORA0	R/W	H'FF	H'FFB4
	タイムコンスタントレジスタ B0	TCORB0	R/W	H'FF	H'FFB6
	タイマカウンタ 0	TCNT0	R/W	H'00	H'FFB8
1	タイマコントロールレジスタ 1	TCR1	R/W	H'00	H'FFB1
	タイマコントロール/ステータスレジスタ 1	TCSR1	R/(W)*2	H'10	H'FFB3
	タイムコンスタントレジスタ A1	TCORA1	R/W	H'FF	H'FFB5
	タイムコンスタントレジスタ B1	TCORB1	R/W	H'FF	H'FFB7
	タイマカウンタ 1	TCNT1	R/W	H'00	H'FFB9
共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

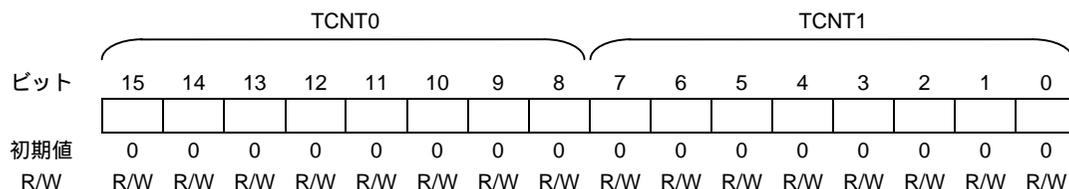
【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 7~5 は、フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

チャンネル 0 とチャンネル 1 の対応するレジスタは、チャンネル 0 を上位、チャンネル 1 を下位とする 16 ビットレジスタとして、ワードアクセスすることができます。

12.2 各レジスタの説明

12.2.1 タイマカウンタ 0、1 (TCNT0、TCNT1)



TCNT0、TCNT1 はそれぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なアップカウンタで、入力する内部または外部クロックによってカウントアップされます。入力するクロックは、TCR の CKS2～CKS0 ビットで選択します。TCNT0、TCNT1 の値は、CPU から常にリード/ライト可能です。

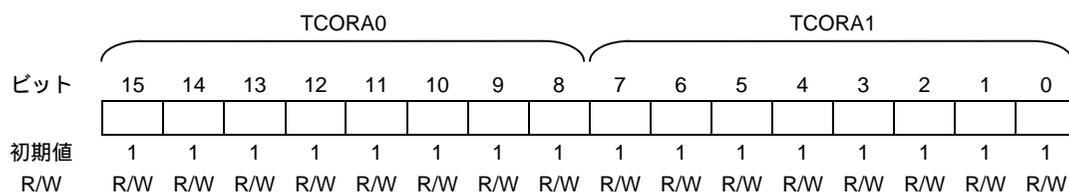
TCNT0、TCNT1 を 1 本の 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。

TCNT は、外部リセット入力信号またはコンペアマッチ信号によりクリアすることができます。いずれの信号でクリアするかは、TCR の CCLR1、CCLR0 ビットで選択します。

また、TCNT がオーバーフロー (H'FF H'00) すると、TCSR の OVF が 1 にセットされます。

TCNT は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。

12.2.2 タイムコンスタントレジスタ A0、A1 (TCORA0、TCORA1)



TCORA0、TCORA1 はそれぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。

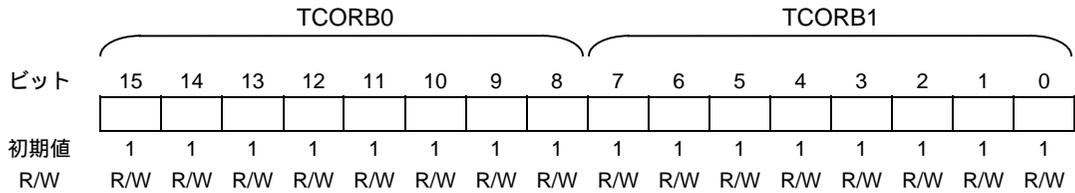
TCORA0、TCORA1 を 1 本の 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。

TCORA と TCNT の値は常に比較されており、両者の値が一致すると TCSR の CMFA が 1 にセットされます。ただし、TCOR へのライトサイクルの T_2 ステートでの比較は禁止されています。

また、この一致による信号 (コンペアマッチ) と TCSR の OS1、OS0 ビットの設定により、タイマ出力を自由に制御することができます。

TCORA は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'FF に初期化されます。

12.2.3 タイムコンスタントレジスタ B0、B1 (TCORB0、TCORB1)



TCORB0、TCORB1 はそれぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。TCORB0、TCORB1 を 1 本の 16 ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。

TCORB と TCNT の値は常に比較されており、両者の値が一致すると TCSR の CMFB が 1 にセットされます。ただし、TCOR へのライトサイクルの T_2 ステートでの比較は禁止されています。

また、この一致による信号 (コンペアマッチ) と TCSR のアウトプットセレクト OS3、OS2 ビットの設定により、タイマ出力を自由に制御することができます。

TCORB は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'FF に初期化されます。

12.2.4 タイマコントロールレジスタ 0、1 (TCR0、TCR1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TCR0、TCR1 はそれぞれ 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、TCNT の入力クロックの選択、TCNT のクリア指定、および各割り込み要求の許可を制御します。

TCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

なお、タイミングについては、「12.3 動作説明」を参照してください。

ビット 7: コンペアマッチインタラプトイネーブル B (CMIEB)

TCSR の CMFB が 1 にセットされたとき、CMFB による割り込み要求 (CMIB) の許可または禁止を選択します。

ビット 7	説明	
CMIEB		
0	CMFB による割り込み要求 (CMIB) を禁止	(初期値)
1	CMFB による割り込み要求 (CMIB) を許可	

ビット 6: コンペアマッチインタラプトイネーブル A (CMIEA)

TCSR の CMFA が 1 にセットされたとき、CMFA による割り込み要求 (CMIA) の許可または禁止を選択します。

ビット 6	説明	
CMIEA		
0	CMFA による割り込み要求 (CMIA) を禁止	(初期値)
1	CMFA による割り込み要求 (CMIA) を許可	

ビット 5: タイマオーバフローインタラプトイネーブル (OVIE)

TCSR の OVF が 1 にセットされたとき、OVF による割り込み要求 (OVI) の許可または禁止を選択します。

ビット 5	説明	
OVIE		
0	OVF による割り込み要求 (OVI) を禁止	(初期値)
1	OVF による割り込み要求 (OVI) を許可	

ビット4、3：カウンタクリア1、0 (CCLR1、CCLR0)

TCNTのクリアを指定します。クリアは、コンペアマッチA、Bまたは外部リセット入力から選択します。

ビット4	ビット3	説明
CCLR1	CCLR0	
0	0	クリアを禁止 (初期値)
	1	コンペアマッチAによりクリア
1	0	コンペアマッチBによりクリア
	1	外部リセット入力の立ち上がりエッジによりクリア

ビット2~0：クロックセレクト2~0 (CKS2~CKS0)

TCNTに入力するクロックを、内部クロックまたは外部クロックから選択します。

内部クロックは、システムクロック(ϕ)を分周した3種類のクロック($\phi/8$ 、 $\phi/64$ 、 $\phi/8192$)から選択できます。これら内部クロックは、立ち下がりエッジでカウントします。

外部クロックのとき、クロック入力は立ち上がり、立ち下がり、または立ち上がり/立ち下がり両エッジのカウントの3種類から選択できます。

チャンネル0と1では一部機能が異なります。

ビット2	ビット1	ビット0	説明
CKS2	CKS1	CKS0	
0	0	0	クロック入力を禁止 (初期値)
		1	内部クロック： $\phi/8$ 立ち下がりエッジでカウント
	1	0	内部クロック： $\phi/64$ 立ち下がりエッジでカウント
		1	内部クロック： $\phi/8192$ 立ち下がりエッジでカウント
1	0	0	チャンネル0の場合：TCNT1のオーバーフロー信号でカウント* チャンネル1の場合：TCNT0のコンペアマッチAでカウント*
		1	外部クロック：立ち上がりエッジでカウント
	1	0	外部クロック：立ち下がりエッジでカウント
		1	外部クロック：立ち上がり/立ち下がり両エッジでカウント

【注】* チャンネル0のクロック入力をTCNT1のオーバーフロー信号とし、チャンネル1のクロック入力をTCNT0のコンペアマッチ信号とすると、カウントアップクロックが発生しません。この設定は行わないでください。

12. 8ビットタイマ

12.2.5 タイマコントロール/ステータスレジスタ 0、1 (TCSR0、TCSR1)

TCSR0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMFB	CMFA	OVF	ADTE	OS3	OS2	OS1	OS0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TCSR1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMFB	CMFA	OVF	-	OS3	OS2	OS1	OS0
初期値	0	0	0	1	0	0	0	0
R/W	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	-	R/W	R/W	R/W	R/W

【注】 * ビット7~5は、フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

TCSR0、TCSR1はそれぞれ8ビットのレジスタで、コンペアマッチやタイマオーバフローのステータスの表示、およびコンペアマッチ出力の制御を行います。

リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、TCSR0はH'00に、TCSR1はH'10に初期化されます。

ビット7：コンペアマッチフラグB (CMFB)

TCNTとTCORBの値が一致したことを示すステータスフラグです。

ビット7	説明
CMFB	
0	[クリア条件] (初期値) (1) CMFB=1の状態、CMFBをリードしたあと、CMFBに0をライトしたとき (2) CMIB 割り込みにより、DTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき
1	[セット条件] TCNT=TCORBになったとき

ビット6：コンペアマッチフラグA (CMFA)

TCNTとTCORAの値が一致したことを示すステータスフラグです。

ビット6	説明
CMFA	
0	[クリア条件] (初期値) (1) CMFA=1の状態、CMFAをリードしたあと、CMFAに0をライトしたとき (2) CMIA 割り込みにより、DTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき
1	[セット条件] TCNT=TCORAになったとき

ビット5：タイマオーバフローフラグ（OVF）

TCNTがオーバフロー（H'FF H'00）したことを示すステータスフラグです。

ビット5	説明
OVF	
0	[クリア条件] OVF=1の状態、OVFをリードしたあと、OVFに0をライトしたとき (初期値)
1	[セット条件] TCNTがH'FF H'00になったとき

ビット4：A/Dトリガイネーブル（ADTE）（TCSR0のみ）

コンペアマッチAによるA/D変換開始要求の許可または禁止を選択します。
TCSR1ではリザーブビットです。リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット4	説明
ADTE	
0	コンペアマッチAによるA/D変換開始要求を禁止 (初期値)
1	コンペアマッチAによるA/D変換開始要求を許可

ビット3~0：アウトプットセレクト3~0（OS3~OS0）

TCORとTCNTのコンペアマッチによるタイマ出力レベルをどのように変化させるかを選択します。

OS3とOS2ビットがコンペアマッチBによる出力レベルを選択し、OS1とOS0ビットがコンペアマッチAによる出力レベルを選択し、それぞれ独立に制御することができます。

ただし、トグル出力>1出力>0出力の順で優先順位が高くなるように設定してあるので、コンペアマッチが同時に発生した場合は、優先順位が高い方のコンペアマッチに従って出力が変化します。

なお、OS3~OS0ビットがすべて0の場合にはタイマ出力は禁止されます。

リセット後、最初のコンペアマッチが起こるまでのタイマ出力は0です。

ビット3	ビット2	説明
OS3	OS2	
0	0	コンペアマッチBで変化しない (初期値)
	1	コンペアマッチBで0出力
1	0	コンペアマッチBで1出力
	1	コンペアマッチBごとに反転出力（トグル出力）

ビット1	ビット0	説明
OS1	OS0	
0	0	コンペアマッチAで変化しない (初期値)
	1	コンペアマッチAで0出力
1	0	コンペアマッチAで1出力
	1	コンペアマッチAごとに反転出力（トグル出力）

12. 8ビットタイマ

12.2.6 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

	MSTPCRH								MSTPCRL							
ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP12 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で 8 ビットタイマは動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 12 : モジュールストップ (MSTP12)

8 ビットタイマのモジュールストップモードを指定します。

ビット 12	説明
MSTP12	
0	8 ビットタイマのモジュールストップモード解除
1	8 ビットタイマのモジュールストップモード設定 (初期値)

12.3 動作説明

12.3.1 TCNT のカウントタイミング

TCNT は、入力されたクロック（内部クロックまたは外部クロック）によりカウントアップされます。

(1) 内部クロック動作の場合

TCR の CKS2 ~ CKS0 ビットの設定により、システムクロック (ϕ) を分周して作られる 3 種類の内部クロック ($\phi/8$ 、 $\phi/64$ 、 $\phi/8192$) が選択されます。このタイミングを図 12.2 に示します。

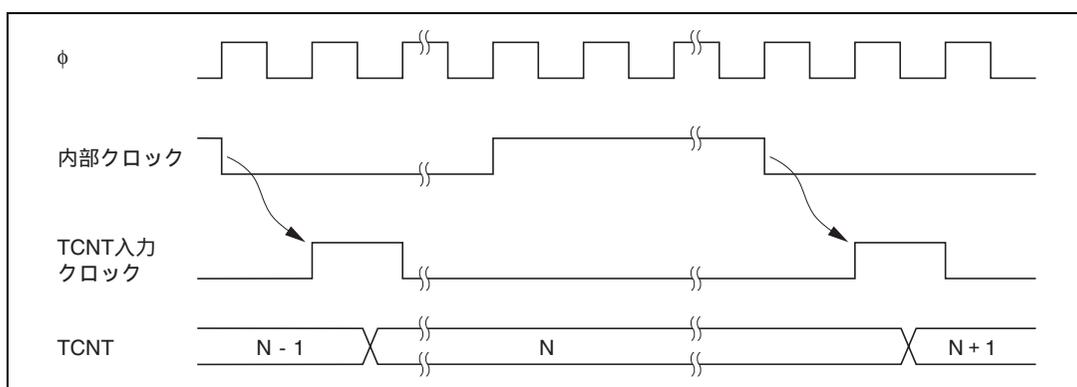


図 12.2 内部クロック動作時のカウントタイミング

(2) 外部クロック動作の場合

TCR の CKS2 ~ CKS0 ビットの設定により、外部クロックの立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、立ち上がり / 立ち下がり両エッジのいずれかによるカウントアップが選択されます。

なお、外部クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステート以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上必要です。これ以下のパルス幅では、正しく動作しませんので注意してください。

図 12.3 に、外部クロックとして、立ち上がり / 立ち下がり両エッジの場合のタイミングを示します。

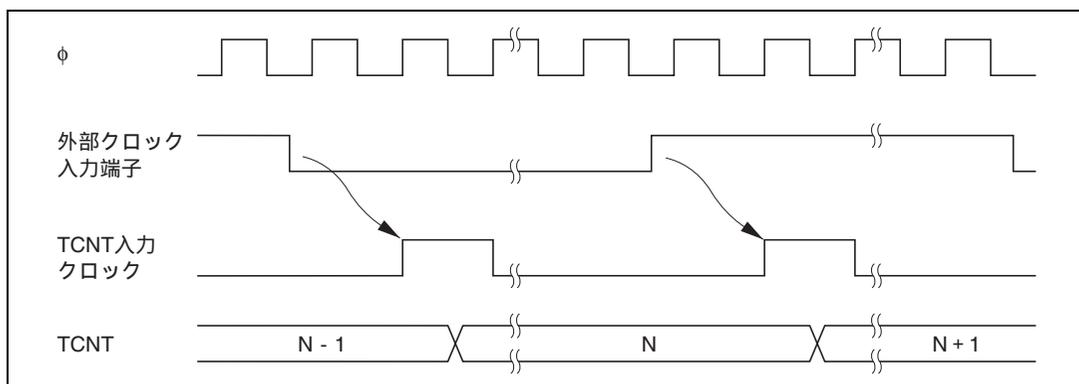


図 12.3 外部クロック動作時のカウントタイミング

12.3.2 コンペアマッチタイミング

(1) コンペアマッチフラグ A、B (CMFA、CMFB) のセットタイミング

TCSR の CMFA、CMFB は、TCOR と TCNT の値が一致したとき出力されるコンペアマッチ信号により 1 にセットされます。コンペアマッチ信号は一致した最後のステート (TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング) で発生します。

したがって、TCNT と TCOR が一致したあと、カウントアップクロックが発生するまでコンペアマッチ信号は発生しません。このタイミングを図 12.4 に示します。

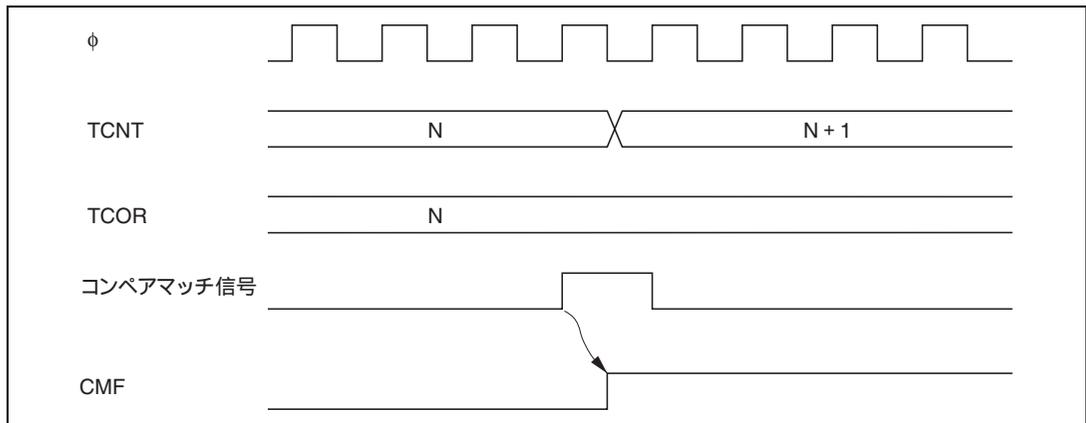


図 12.4 CMF セットタイミング

(2) タイマ出力タイミング

タイマ出力はコンペアマッチ A、B が発生したとき、TCSR の OS3 ~ OS0 ビットで選択された状態 (変化しない、0 出力、1 出力、トグル出力) で出力されます。

図 12.5 にコンペアマッチ A 信号によるトグル出力の場合の出力タイミングを示します。

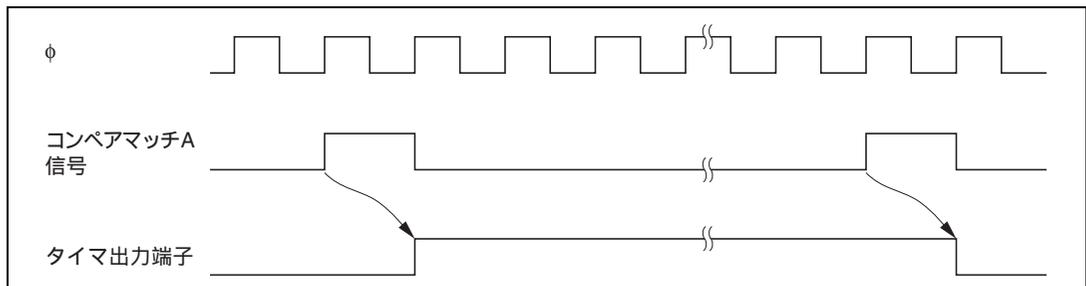


図 12.5 タイマ出力タイミング

12. 8ビットタイマ

(3) コンペアマッチによるクリア

TCNTは、TCRのCCLR1、CCLR0ビットの選択によりコンペアマッチAまたはコンペアマッチBでクリアされます。このクリアされるタイミングを図12.6に示します。

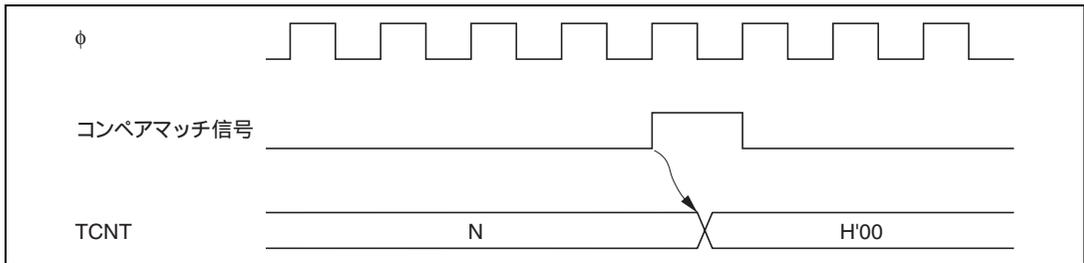


図 12.6 コンペアマッチによるクリアタイミング

12.3.3 TCNTの外部リセットタイミング

TCNTは、TCRのCCLR1、CCLR0ビットの選択により外部リセット入力の立ち上がりエッジでクリアされます。クリアパルスの幅は、1.5ステート以上必要となります。このクリアされるタイミングを図12.7に示します。

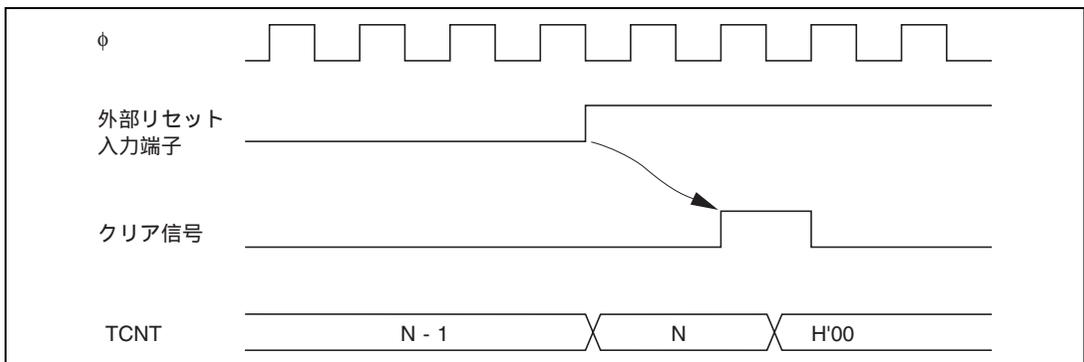


図 12.7 外部リセット入力によるクリアタイミング

12.3.4 オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング

TCSR の OVF は、TCNT がオーバフロー (H'FF → H'00) したとき出力されるオーバフロー信号により 1 にセットされます。

このときのタイミングを図 12.8 に示します。

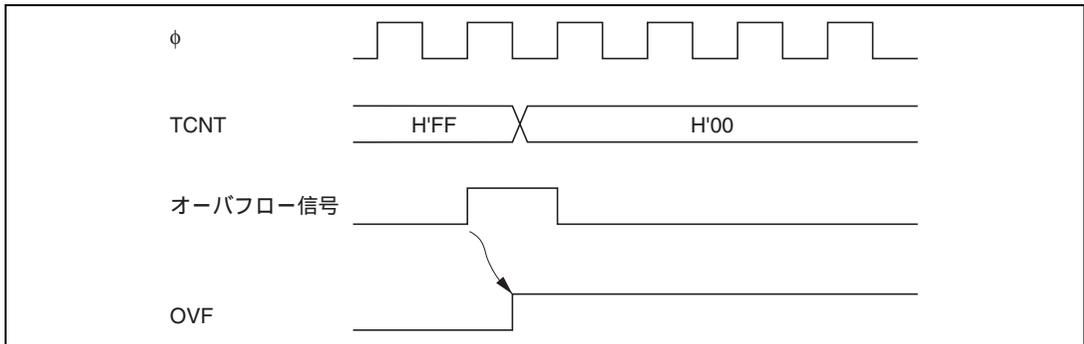


図 12.8 OVF のセットタイミング

12.3.5 カスケード接続時の動作

TCR0、TCR1 のいずれか一方の CKS2 ~ CKS0 ビットを B'100 に設定すると、2 チャンネルの 8 ビットタイマはカスケード接続されます。この場合、1 本の 16 ビットタイマとして使用 (16 ビットタイマモード) するか、またはチャンネル 0 の 8 ビットタイマのコンペアマッチをチャンネル 1 のタイマでカウント (コンペアマッチカウントモード) することができます。このとき、本タイマは以下のように動作します。

(1) 16 ビットカウントモード

TCR0 の CKS2 ~ CKS0 ビットが B'100 のとき、本タイマはチャンネル 0 を上位 8 ビット、チャンネル 1 を下位 8 ビットとする 1 チャンネルの 16 ビットタイマとして動作します。

(a) コンペアマッチフラグのセット

- TCSR0 の CMF フラグは、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。
- TCSR1 の CMF フラグは、下位 8 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。

(b) カウンタクリア指定

- TCR0 の CCLR1、CCLR0 ビットでコンペアマッチによるカウンタクリアをそれぞれ設定した場合、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 16 ビットカウンタ (TCNT0、TCNT1 の両方) がクリアされます。また、TMRI0 端子によるカウンタクリアを設定した場合も、16 ビットカウンタ (TCNT0、TCNT1 の両方) がクリアされます。
- TCR1 の CCLR1、CCLR0 ビットの設定は無効になります。下位 8 ビットのみのカウンタクリアはできません。

12. 8ビットタイマ

(c) 端子出力

- TCSR0 の OS3 ~ OS0 ビットによる TMO0 端子の出力制御は 16 ビットのコンペアマッチ条件に従います。
- TCSR1 の OS3 ~ OS0 ビットによる TMO1 端子の出力制御は下位 8 ビットのコンペアマッチ条件に従います。

(2) コンペアマッチカウントモード

TCR1 の CKS2 ~ CKS0 ビットが B'100 のとき、TCNT1 はチャンネル 0 のコンペアマッチ A をカウントします。

チャンネル 0、1 の制御はそれぞれ独立に行われます。CMF フラグのセット、割り込みの発生、TMO 端子の出力、カウンタクリアなどは、各チャンネルの設定に従います。

(3) 使用上の注意

16 ビットカウンタモードとコンペアマッチカウントモードを同時に設定した場合、TCNT0、TCNT1 の入力クロックが発生しなくなるため、カウンタが停止して動作しません。この設定は行わないでください。

12.4 割り込み

12.4.1 割り込み要因と DTC 起動

8ビットタイマの割り込み要因は、CMIA、CMIB、OVIの3種類があります。表12.3に各割り込み要因と優先順位を示します。各割り込み要因は、TCRの各割り込みイネーブルビットにより許可または禁止が設定され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

また、CMIA、CMIB 割り込みにより DTC を起動することができます。

表 12.3 8ビットタイマ割り込み要因

チャンネル	割り込み要因	内容	DTCの起動	優先順位
0	CMIA0	CMFAによる割り込み	可	高 ↑ ↓ 低
	CMIB0	CMFBによる割り込み	可	
	OVI0	OVFによる割り込み	不可	
1	CMIA1	CMFAによる割り込み	可	
	CMIB1	CMFBによる割り込み	可	
	OVI1	OVFによる割り込み	不可	

【注】 リセット直後の初期状態について示しています。

チャンネル間の優先順位は割り込みコントローラにより変更可能です。

12.4.2 A/D変換器の起動

チャンネル0のコンペアマッチAのみ、A/D変換器を起動することができます。

チャンネル0のコンペアマッチAの発生により、TCSR0のCMFAフラグが1にセットされたとき、ADTEビットが1にセットされていれば、A/D変換器に対してA/D変換の開始を要求します。このときA/D変換器側で、8ビットタイマの変換開始トリガが選択されていれば、A/D変換が開始されます。

12.5 8ビットタイマの使用例

任意のデューティパルスを出力させた例を図 12.9 に示します。これは次に示すように設定します。

- [1] TCORAのコンペアマッチによりTCNTがクリアされるように、TCRのCCLR1ビットを0にクリア、CCLR0ビットを1にセットします。
- [2] TCORAのコンペアマッチにより1出力、TCORBのコンペアマッチにより0出力になるようにTCSRのOS3～OS0ビットをB'0110に設定します。

以上の設定により周期が TCORA、パルス幅が TCORB の波形をソフトウェアの介在なしに出力できます。

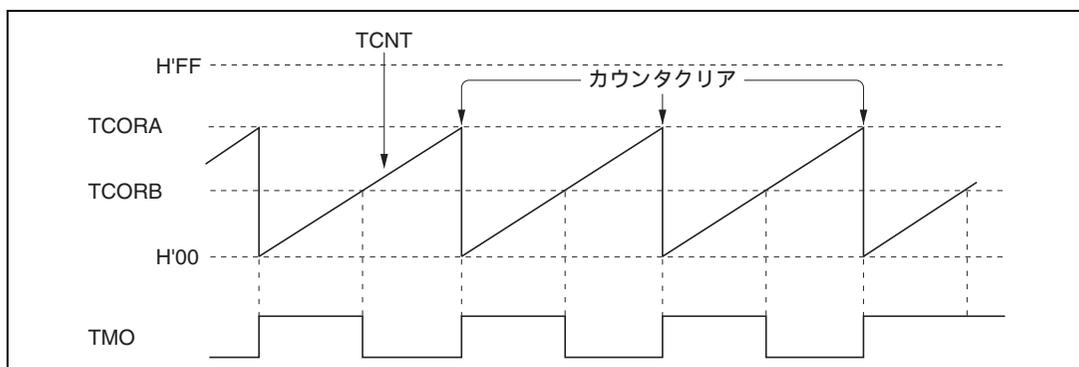


図 12.9 パルス出力例

12.6 使用上の注意

8ビットタイマの動作中、次のような競合が発生した場合、以下のような動作が起こるので注意してください。

12.6.1 TCNTのライトとカウンタクリアの競合

TCNTのライトサイクル中の T_2 ステートで、カウンタクリアが発生すると、カウンタへのライトは行われず、クリアが優先されます。これを図12.10に示します。

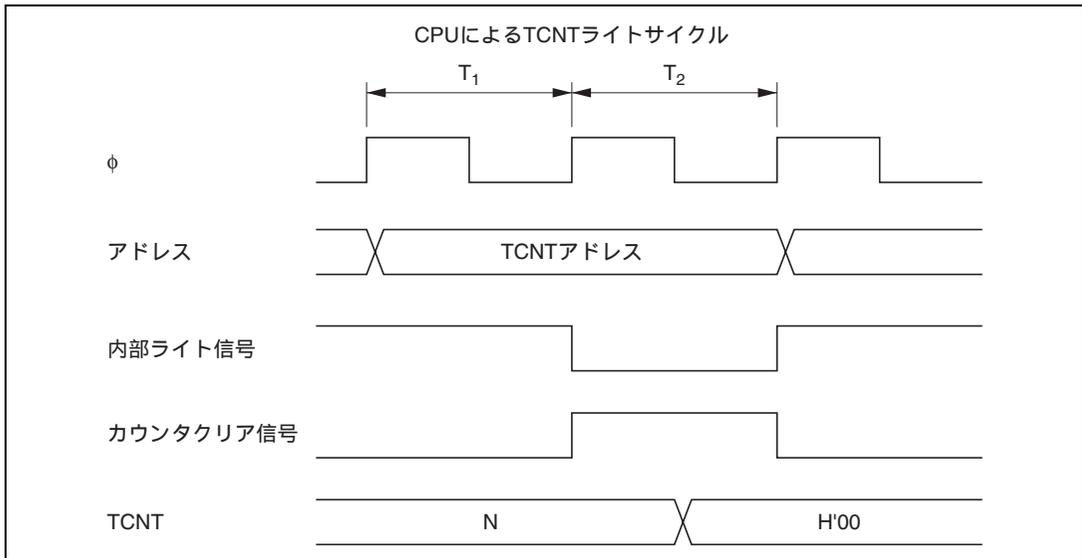


図 12.10 TCNTのライトとクリアの競合

12.6.2 TCNTのライトとカウントアップの競合

TCNTのライトサイクル中の T_2 状態でカウントアップが発生しても、カウントアップされず、カウンタライトが優先されます。これを図12.11に示します。

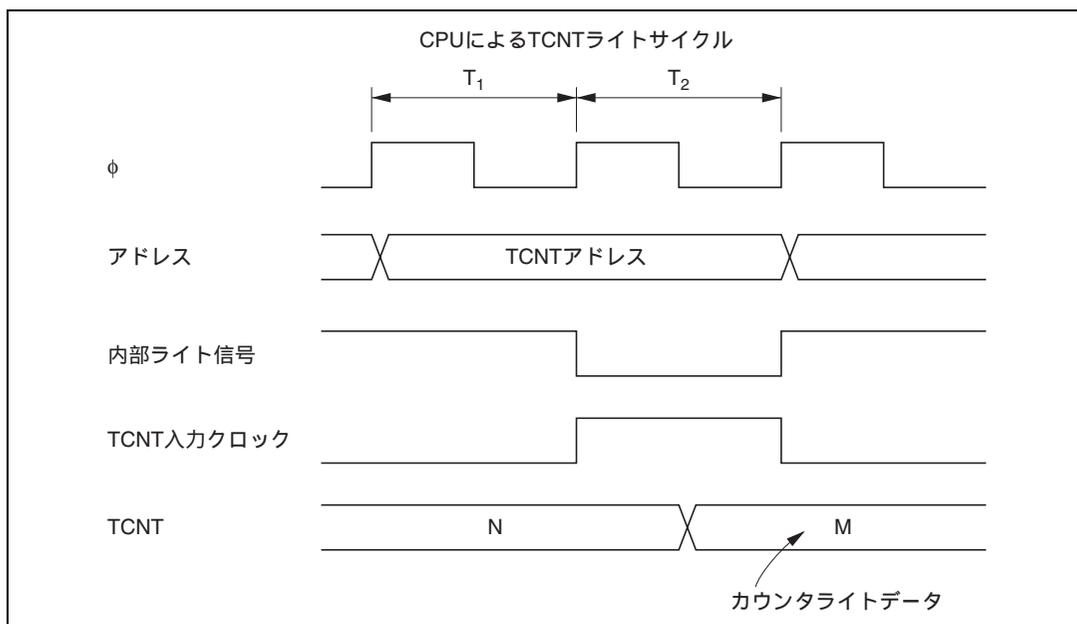


図 12.11 TCNTのライトとカウントアップの競合

12.6.3 TCOR のライトとコンペアマッチの競合

TCOR のライトサイクル中の T_2 ステートで、コンペアマッチが発生しても、TCOR のライトが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。これを図 12.12 に示します。

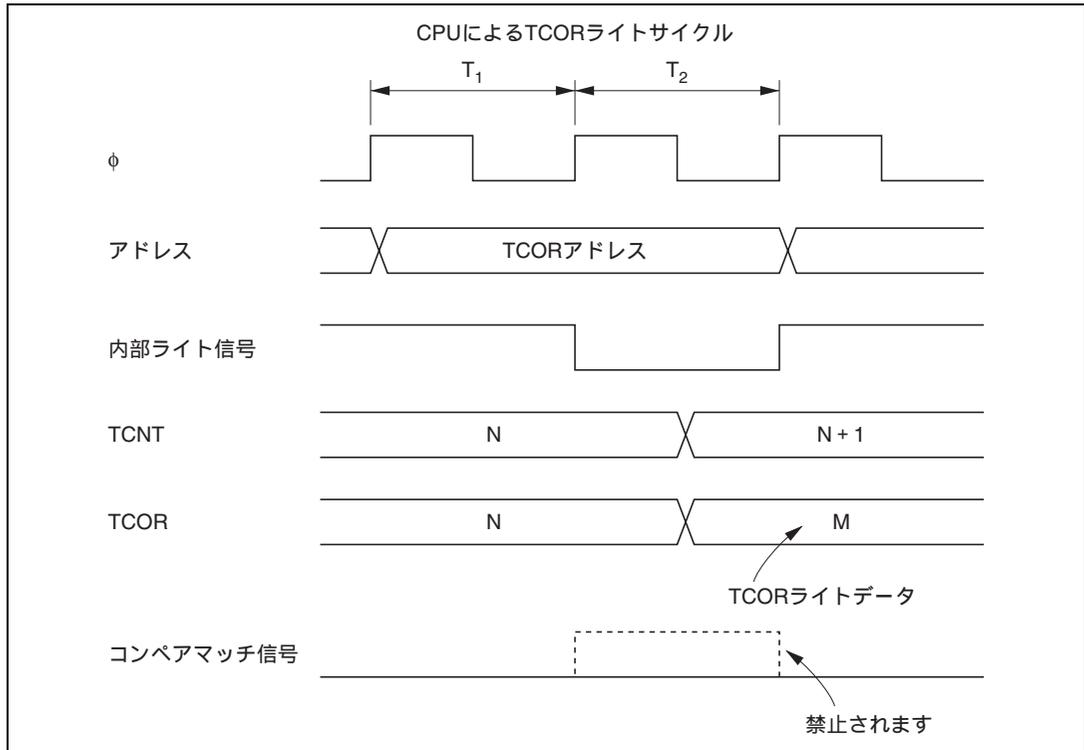


図 12.12 TCOR のライトとコンペアマッチの競合

12.6.4 コンペアマッチ A、B の競合

コンペアマッチ A、B が同時に発生すると、コンペアマッチ A に対して設定されている出力状態と、コンペアマッチ B に対して設定されている出力状態は、表 12.4 に示すタイマ出力の優先順位に従って動作します。

表 12.4 タイマ出力の優先順位

出力設定	優先順位
トグル出力	高 ↑ 低
1 出力	
0 出力	
変化しない	

12.6.5 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

内部クロックを切り替えるタイミングによっては、TCNT がカウントアップされてしまう場合があります。内部クロックの切り替えタイミング（CKS1、CKS0 ピットの書き換え）と TCNT 動作の関係を表 12.5 に示します。

内部クロックから TCNT クロックを生成する場合、内部クロックの立ち下がりエッジで検出しています。そのため表 12.5 の No.3 のように、High Low レベルになるようなクロックの切り替えを行うと、切り替えタイミングを立ち下がりエッジとみなして TCNT クロックが発生し、TCNT がカウントアップされてしまいます。

また、内部クロックと外部クロックを切り替えるときも、TCNT がカウントアップされることがあります。

表 12.5 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

No.	CKS1、CKS0 ビット 書き換えタイミング	TCNT クロックの動作
1	Low Low レベル* ¹ の切り替え	<p>切り替え前の クロック</p> <p>切り替え後の クロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>N N+1</p> <p>CKSビット書き換え</p>
2	Low High レベル* ² の切り替え	<p>切り替え前の クロック</p> <p>切り替え後の クロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>N N+1 N+2</p> <p>CKSビット書き換え</p>
3	High Low レベル* ³ の切り替え	<p>切り替え前の クロック</p> <p>切り替え後の クロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>N N+1 N+2</p> <p>CKSビット書き換え</p> <p>*4</p>
4	High High レベルの切り替え	<p>切り替え前の クロック</p> <p>切り替え後の クロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>N N+1 N+2</p> <p>CKSビット書き換え</p>

【注】 *1 Low レベル 停止、および停止 Low レベルの場合を含みます。

*2 停止 High レベルの場合を含みます。

*3 High レベル 停止を含みます。

*4 切り替えのタイミングを立ち下がりエッジとみなすために発生し、TCNT はカウントアップされてしまいます。

12.6.6 モジュールストップ時の割り込み

割り込みが要求された状態でモジュールストップすると、CPUの割り込み要因、またはDMAC、DTCの起動要因のクリアができません。事前に割り込みをディスエーブルにするなどしてから、モジュールストップモードとしてください。

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

13.1 概要

ウォッチドッグタイマ(WDT)は1チャンネルのタイマで、システムの監視を行うことができます。WDTは、システムの暴走などによりカウンタの値をCPUが正しく書き換えられずにオーバーフローすると、外部にオーバーフロー信号($\overline{\text{WDTOVF}}$)を出力します。同時に、本LSIの内部リセット信号を発生することもできます。

ウォッチドッグタイマとして使用しないときは、インターバルタイマとして使用することもできます。インターバルタイマとして使用した場合は、カウンタがオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込みを発生します。

13.1.1 特長

WDTには次のような特長があります。

- (1) ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替え可能
- (2) ウォッチドッグタイマモード時、 $\overline{\text{WDTOVF}}$ を出力
 - カウンタがオーバーフローすると、外部に $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号を出力します。このとき、同時に本LSI内部をリセットするかどうか選択できます。
- (3) インターバルタイマモード時、割り込みを発生
 - カウンタがオーバーフローすると、インターバルタイマ割り込みが発生します。
- (4) 8種類のカウンタ入力クロックを選択可能

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

13.1.2 ブロック図

WDT のブロック図を図 13.1 に示します。

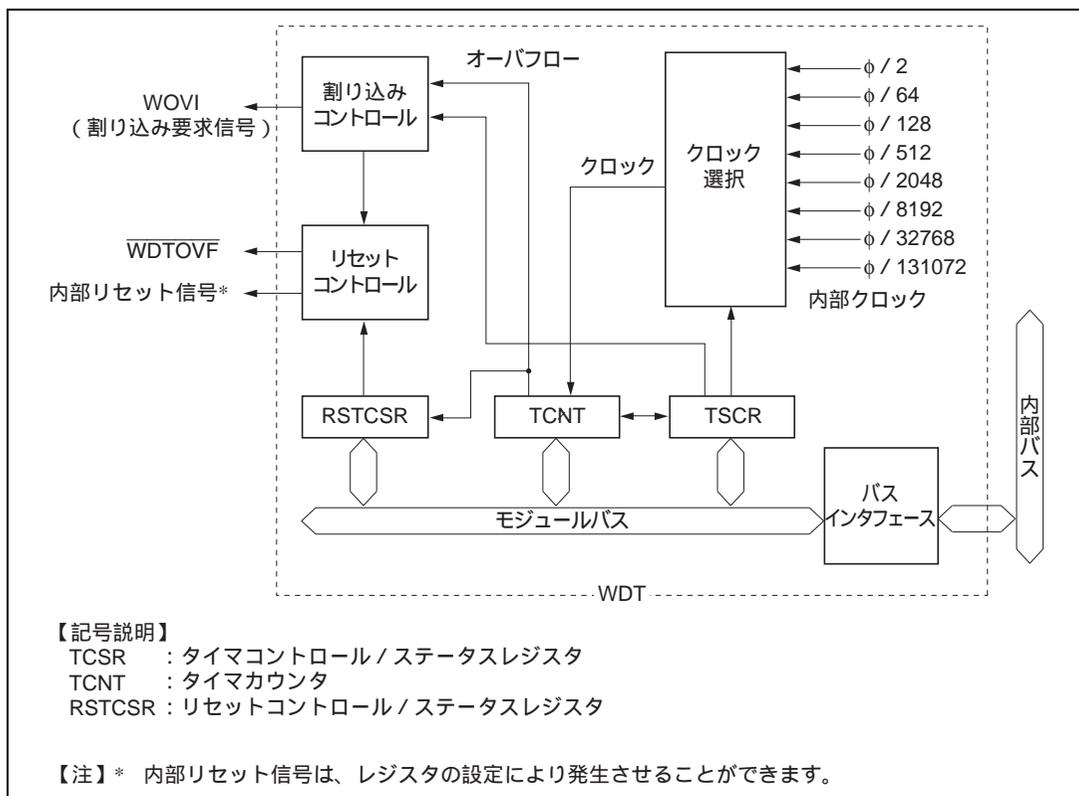


図 13.1 WDT のブロック図

13.1.3 端子構成

WDT の端子を表 13.1 に示します。

表 13.1 端子構成

名称	記号	入出力	機能
ウォッチドッグタイマオーパフロー	WDTOVF	出力	ウォッチドッグタイマモード時の カウンタオーパフロー信号出力

13.1.4 レジスタ構成

WDT には、表 13.2 に示すように 3 本のレジスタがあります。これらのレジスタにより、クロックの選択、WDT のモードの切り替え、リセット信号の制御などを行います。

表 13.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1	
				ライト時*2	リード時
タイマコントロール/ステータスレジスタ	TCSR	R/(W) *3	H'18	H'FFBC	H'FFBC
タイマカウンタ	TCNT	R/W	H'00	H'FFBC	H'FFBD
リセットコントロール/ステータスレジスタ	RSTCSR	R/(W) *3	H'1F	H'FFBE	H'FFBF

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
 *2 ライトについては、「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。
 *3 ビット 7 は、フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

13.2 各レジスタの説明

13.2.1 タイマカウンタ (TCNT)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

TCNTは、リード/ライト*可能な8ビットのアップカウンタです。TCSRのTMEビットを1にすると、TCSRのCKS2~CKS0ビットで選択した内部クロックにより、TCNTはカウントアップを開始します。TCNTの値がオーバーフロー(H'FF H'00)すると、TCSRのWT/ITビットで選択したモードによって、ウォッチドッグタイマオーバーフロー信号(WDTOVF)またはインターバルタイマ割り込み(WOVI)が発生します。

TCNTは、リセット、ハードウェアスタンバイモード、またはTMEビットが0のとき、H'00に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

【注】* TCNTは容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なっています。詳細は、「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

13.2.2 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	OVF	WT/IT	TME	-	-	CKS2	CKS1	CKS0
初期値	0	0	0	1	1	0	0	0
R/W	R/(W)*	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

TCSRは、リード/ライト*可能な8ビットのレジスタで、TCNTに入力するクロック、モードの選択などを行います。

TCSRは、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時にH'18に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード時には初期化されません。

【注】* TCSRは容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なっています。詳細は、「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

ビット7: オーバフローフラグ (OVF)

インターバルタイマモードで、TCNT がオーバフロー (H'FF H'00) したことを示します。ウォッチドッグタイマモードではセットされません。

ビット7	説明
OVF	
0	[クリア条件] OVF=1の状態、TCSRをリード後、OVFに0をライトしたとき (初期値)
1	[セット条件] インターバルタイマモードで、TCNTがオーバフロー(H'FF H'00)したとき

ビット6: タイマモードセレクト (WT/ \overline{IT})

ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。この選択によって、TCNT がオーバフローしたとき、インターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生するか、 \overline{WDTOVF} 信号が発生するかが決まります。

ビット6	説明
WT/ \overline{IT}	
0	インターバルタイマモード: TCNTがオーバフローしたときCPUへインターバルタイマ割り込み(WOVI)を要求 (初期値)
1	ウォッチドッグタイマモード: TCNTがオーバフローしたとき \overline{WDTOVF} 信号を外部へ出力*

【注】* ウォッチドッグタイマモードのとき、TCNTがオーバフローした場合についての詳細は「13.2.3 リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)」を参照してください。

ビット5: タイマイネーブル (TME)

タイマ動作の開始または停止を設定します。

ビット5	説明
TME	
0	TCNTをH'00に初期化し、カウント動作を停止 (初期値)
1	TCNTはカウント動作

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

ビット 4、3：リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 2~0：クロックセレクト 2~0 (CKS2~CKS0)

システムクロック (ϕ) を分周して得られる 8 種類の内部クロックから、TCNT に入力するクロックを選択します。

ビット 2	ビット 1	ビット 0	説明	
CKS2	CKS1	CKS0	クロック	オーバーフロー周期* ($\phi = 20\text{MHz}$ の場合)
0	0	0	$\phi / 2$ (初期値)	25.6 μs
		1	$\phi / 64$	819.2 μs
	1	0	$\phi / 128$	1.6ms
		1	$\phi / 512$	6.6ms
1	0	0	$\phi / 2048$	26.2ms
		1	$\phi / 8192$	104.9ms
	1	0	$\phi / 32768$	419.4ms
		1	$\phi / 131072$	1.68s

【注】 * オーバフロー周期は、TCNT が H'00 からカウントアップを開始し、オーバーフローするまでの時間です。

13.2.3 リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	WOVF	RSTE	-	-	-	-	-	-
初期値	0	0	0	1	1	1	1	1
R/W	R/(W)*	R/W	R/W	-	-	-	-	-

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

RSTCSR は、リード/ライト*可能な8ビットのレジスタで、TCNT のオーバーフローによる内部リセット信号の発生を制御し、内部リセット信号の種類を選択します。

RSTCSR は、RES 端子からのリセット信号で H'1F に初期化されますが、WDT のオーバーフローによる内部リセット信号では初期化されません。

【注】 * RSTCSR は容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なっています。詳細は「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

ビット7: ウォッチドッグタイマオーバーフローフラグ (WOVF)

ウォッチドッグタイマモードで、TCNT がオーバーフロー (H'FF H'00) したことを示します。インターバルタイマモードではセットされません。

ビット7	説明
WOVF	
0	[クリア条件] (初期値) WOVF = 1 の状態で RSTCSR をリードしたあと、WOVF に 0 をライトしたとき
1	[セット条件] ウォッチドッグタイマモードで TCNT がオーバーフロー (H'FF H'00) したとき

ビット6: リセットイネーブル (RSTE)

ウォッチドッグタイマモードで TCNT がオーバーフローしたとき、本 LSI 内部をリセットする信号を発生するかどうかを選択します。

ビット6	説明
RSTE	
0	TCNT がオーバーフローしたとき、内部リセットしない* (初期値)
1	TCNT がオーバーフローしたとき内部リセットする

【注】 * 本 LSI 内部はリセットされませんが、WDT 内の TCNT、TCSR はリセットされます。

13. ウォッチドッグタイマ (WDT)

ビット 5：リザーブビット

リザーブビットです。0 をライトしてください。

ビット 4~0：リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

13.2.4 レジスタアクセス時の注意

TCNT、TCSR、RSTCSR は、容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なります。次の方法で、リード/ライトを行ってください。

(1) TCNT、TCSR へのライト

TCNT、TCSR へライトするときは、必ずワード転送命令を使用してください。バイト転送命令では、ライトできません。

ライト時は、TCNT と TCSR が同一アドレスに割り当てられています。このため、図 13.2 に示すように、TCNT へライトするときは上位バイトを H'5A にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。TCSR へライトするときは上位バイトを H'A5 にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。このように転送すると、下位バイトのデータが TCNT または TCSR へライトされます。

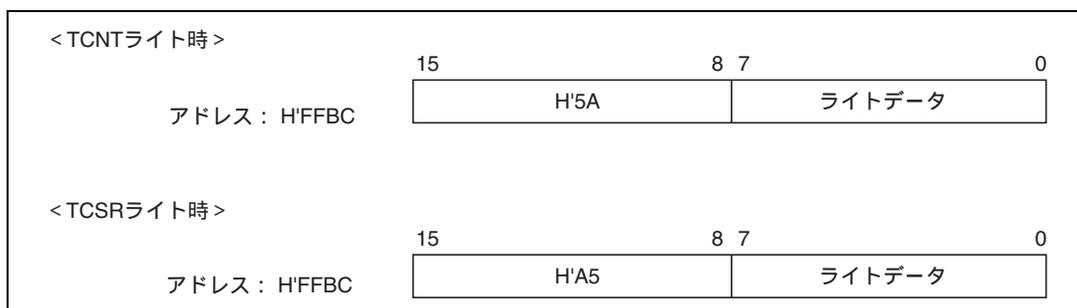


図 13.2 TCNT、TCSR へのライト

13.3 動作説明

13.3.1 ウォッチドッグタイマモード時の動作

ウォッチドッグタイマとして使用するときには、TCSRの WT/\overline{IT} ビットとTMEビットの両方を1に設定してください。また、TCNTがオーバーフローする前に必ずTCNTの値を書き換えて(通常はH'00を書き込む)、オーバーフローを発生させないようにプログラムしてください。このようにすると、システムが正常に動作している間は、TCNTのオーバーフローが発生しませんが、システムの暴走などによりTCNTの値が書き換えられずオーバーフローすると、 \overline{WDTOVF} 信号が外部に出力されます。これを図13.4に示します。この \overline{WDTOVF} 信号を用いて、システムをリセットすることができます。 \overline{WDTOVF} 信号は、RSTE=1のとき132ステート、RSTE=0のとき130ステートの間出力されます。

RSTCSRのRSTEビットを1にセットしておく、TCNTがオーバーフローしたときに、 \overline{WDTOVF} 信号と同時に、本LSIの内部をリセットする信号が発生します。内部リセット信号は、518ステートの間出力されます。

RES端子からの入力信号によるリセットとWDTのオーバーフローによるリセットが同時に発生したときは、RES端子によるリセットが優先され、RSTCSRのWOVFビットは0にクリアされます。

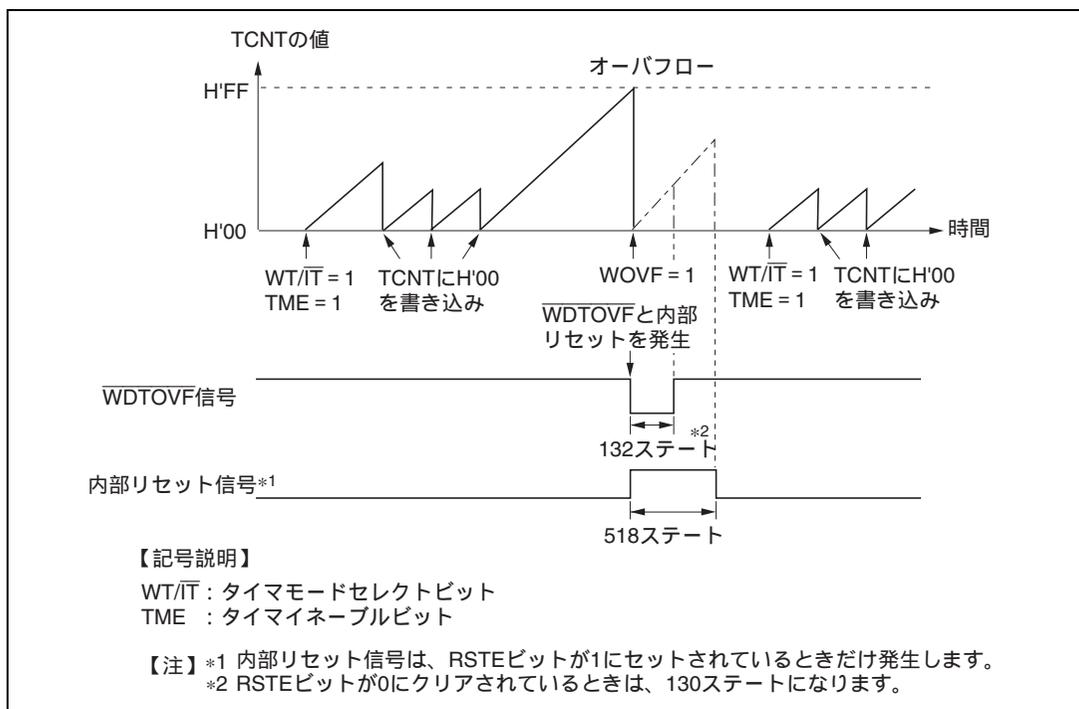


図 13.4 ウォッチドッグタイマモード時の動作

13.3.2 インターバルタイマモード時の動作

インターバルタイマとして使用するときは、TCSR の WT/\overline{IT} ビットを 0 に、TME ビットを 1 に設定してください。インターバルタイマとして動作しているときは、図 13.5 に示すように、TCNT がオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生します。したがって、一定時間ごとに、割り込みを発生させることができます。

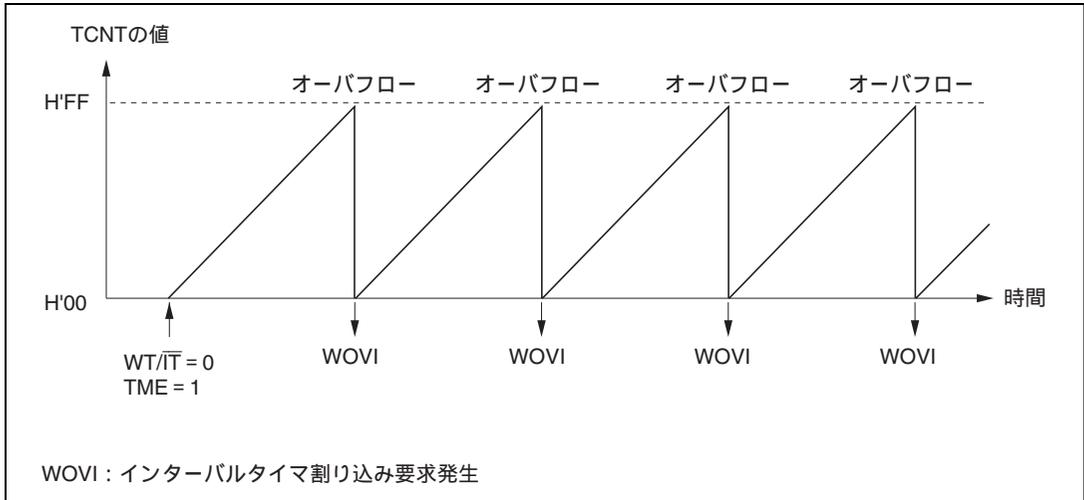


図 13.5 インターバルタイマモード時の動作

13.3.3 オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング

インターバルタイマモードで TCNT がオーバーフローすると、TCSR の OVF ビットが 1 にセットされ、同時にインターバルタイマ割り込み (WOVI) が要求されます。このタイミングを図 13.6 に示します。

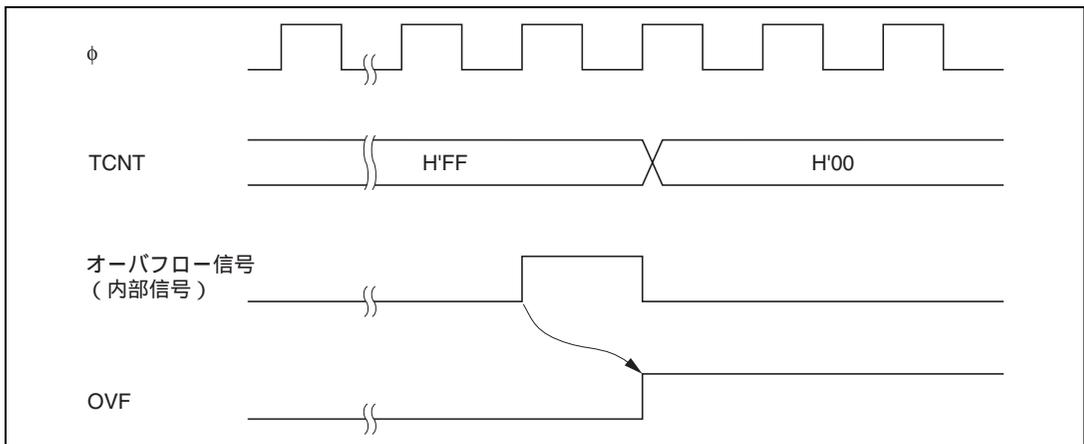


図 13.6 OVF のセットタイミング

13.3.4 ウォッチドッグタイマオーバフローフラグ (WOVF) の セットタイミング

ウォッチドッグタイマモードで TCNT がオーバフローすると、RSTCSR の WOVF ビットが 1 にセットされ、 $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号が Low レベルになります。また、RSTCSR の RSTE ビットが 1 にセットしてあると、TCNT がオーバフローしたとき、本 LSI 全体に対して内部リセット信号を発生します。これらのタイミングを図 13.7 に示します。

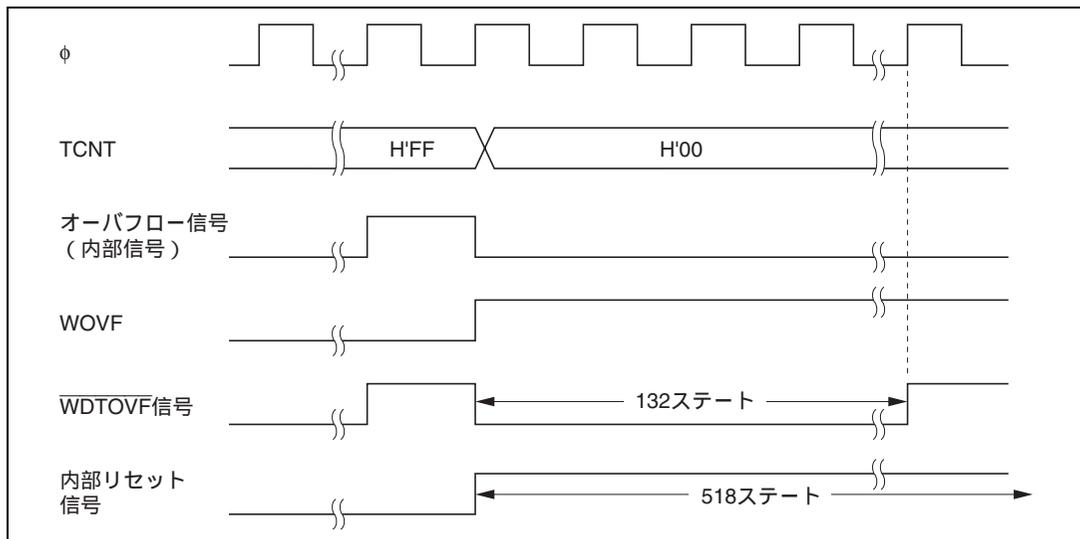


図 13.7 WOVF のセットタイミング

13.4 割り込み

インターバルタイムモード時、オーバーフローによりインターバルタイム割り込み (WOVI) を発生します。インターバルタイム割り込みは、TCSR の OVF フラグが 1 にセットされると常に要求されます。

13.5 使用上の注意

13.5.1 タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生しても、カウントアップされずに TCNT へのカウンタライトが優先されます。これを図 13.8 に示します。

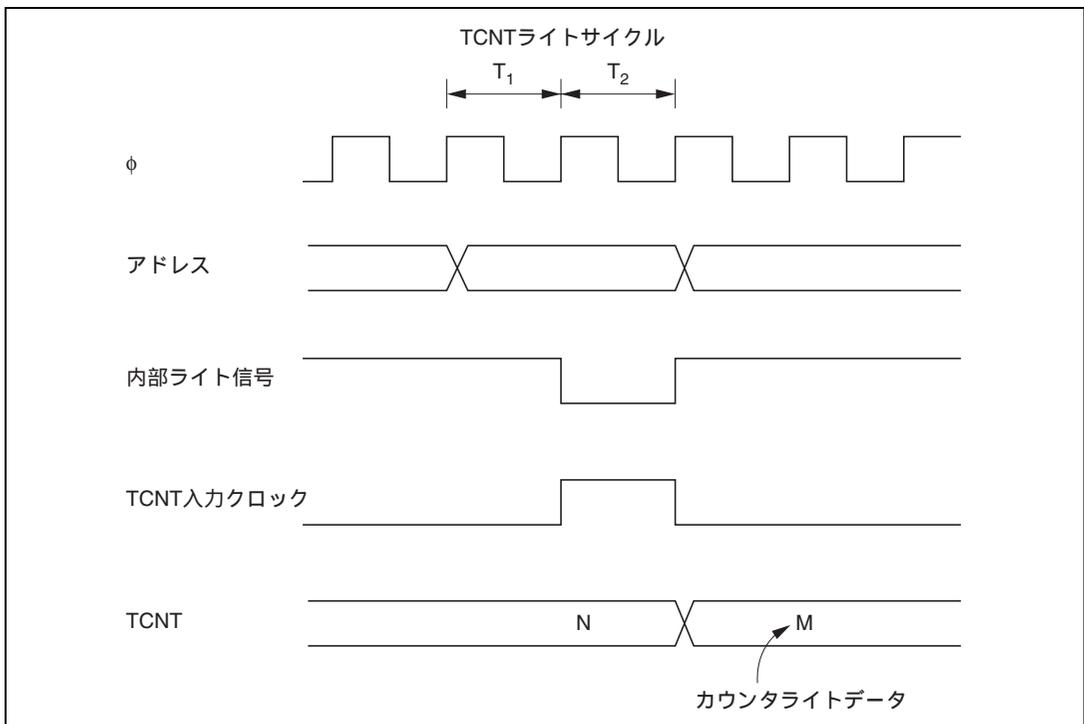


図 13.8 TCNT のライトとカウントアップの競合

13.5.2 CKS2 ~ CKS0 ビットの書き換え

WDT の動作中に TCSR の CKS2 ~ CKS0 ビットを書き換えると、カウントアップが正しく行われないう場合があります。CKS2 ~ CKS0 ビットを書き換えるときは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

13.5.3 ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え

WDT の動作中にウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替えると、正しい動作が行われない場合があります。タイマモードの切り替えは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

13.5.4 $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号によるシステムのリセット

$\overline{\text{WDTOVF}}$ 出力信号を本 LSI の $\overline{\text{RES}}$ 端子に入力すると、本 LSI を正しく初期化できません。 $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号は、本 LSI の $\overline{\text{RES}}$ 端子に論理的に入力しないようにしてください。

$\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号でシステム全体をリセットするときは、図 13.9 の示すような回路で行ってください。

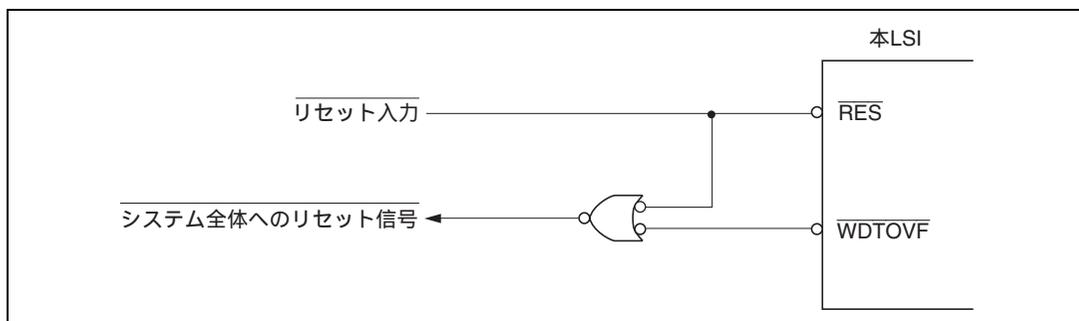


図 13.9 $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号によるシステムのリセット回路例

13.5.5 ウォッチドッグタイマモードでの内部リセット

ウォッチドッグタイマモード時に RSTE ビットを 0 にしておくと、TCNT がオーバフローしても本 LSI 内部をリセットしませんが、WDT の TCNT、TCSR はリセットされます。

$\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号から Low レベルを出力している期間は、TCNT、TCSR、RSTCSR へのライトはできません。また、この期間は WOVF フラグのリードも認識されません。そのため、WOVF フラグのクリアは、 $\overline{\text{WDTOVF}}$ 信号が High レベルになってから、RSTCSR をリードしたあと、WOVF フラグに 0 をライトしてください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

14.1 概要

本 LSI は、シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI : Serial Communication Interface) を備えています。SCI は、調歩同期式通信とクロック同期式通信の 2 方式でシリアル通信ができ、複数のプロセッサ間のシリアル通信機能 (マルチプロセッサ通信機能) も備えています。

14.1.1 特長

SCI の特長を以下に示します。

(1) シリアル通信モードを調歩同期式モード/クロック同期式モードから選択可能

(a) 調歩同期式モード

- キャラクタ単位で同期をとる調歩同期式方式でシリアルデータの通信実行
Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) や Asynchronous Communication Interface Adapter (ACIA) など標準の調歩同期式通信用 LSI とのシリアルデータ通信が可能
- 複数のプロセッサとシリアルデータ通信ができるマルチプロセッサ間通信機能
- シリアルデータ通信フォーマットを 12 種類のフォーマットから選択可能
データ長 : 7 ビット / 8 ビット
ストップビット長 : 1 ビット / 2 ビット
パリティ : 偶数パリティ / 奇数パリティ / パリティなし
マルチプロセッサビット : 1 / 0
- 受信エラーの検出 : パリティエラー、オーバランエラー、フレーミングエラー
- ブレークの検出 : フレーミングエラー発生時に RxD 端子のレベルを直接リードすることによりブレークを検出可能

(b) クロック同期式モード

- クロックに同期してシリアルデータ通信を実行
- クロック同期式通信機能を持つ他の LSI とのシリアルデータ通信が可能
- シリアルデータ通信フォーマットは 1 種類
- データ長 : 8 ビット
- 受信エラーの検出 : オーバランエラーを検出

(2) 全二重通信が可能

- 独立した送信部と受信部を備えているので、送信と受信を同時に実行可能
- 送信部および受信部ともにダブルバッファ構造になっているのでシリアルデータの連続送信、連続受信が可能

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

- (3) LSB ファースト方式 / MSB ファースト方式の選択が可能
 - 通信モードによらず選択可能 (調歩同期式モード 7 ビットデータの場合を除く) *
- (4) 内蔵ボーレートジェネレータにより任意のビットレートを選択可能
- (5) 送受信クロックソースを選択可能
 - ボーレートジェネレータからの内部クロック、または SCK 端子からの外部クロックから選択可能
- (6) 4 種類の割り込み要因
 - 送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、受信エラーの 4 種類の割り込み要因があり、それぞれ独立に要求可能
 - 送信データエンプティ割り込みと受信データフル割り込みにより、DMA コントローラ (DMAC) またはデータトランスファコントローラ (DTC) を起動させてデータ転送を実行可能
- (7) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値では SCI の動作は停止。モジュールストップモードを解除することによりレジスタのアクセスが可能

【注】* 本章では、LSB ファースト方式の例を説明しています。

14.1.2 ブロック図

図 14.1 に SCI のブロック図を示します。

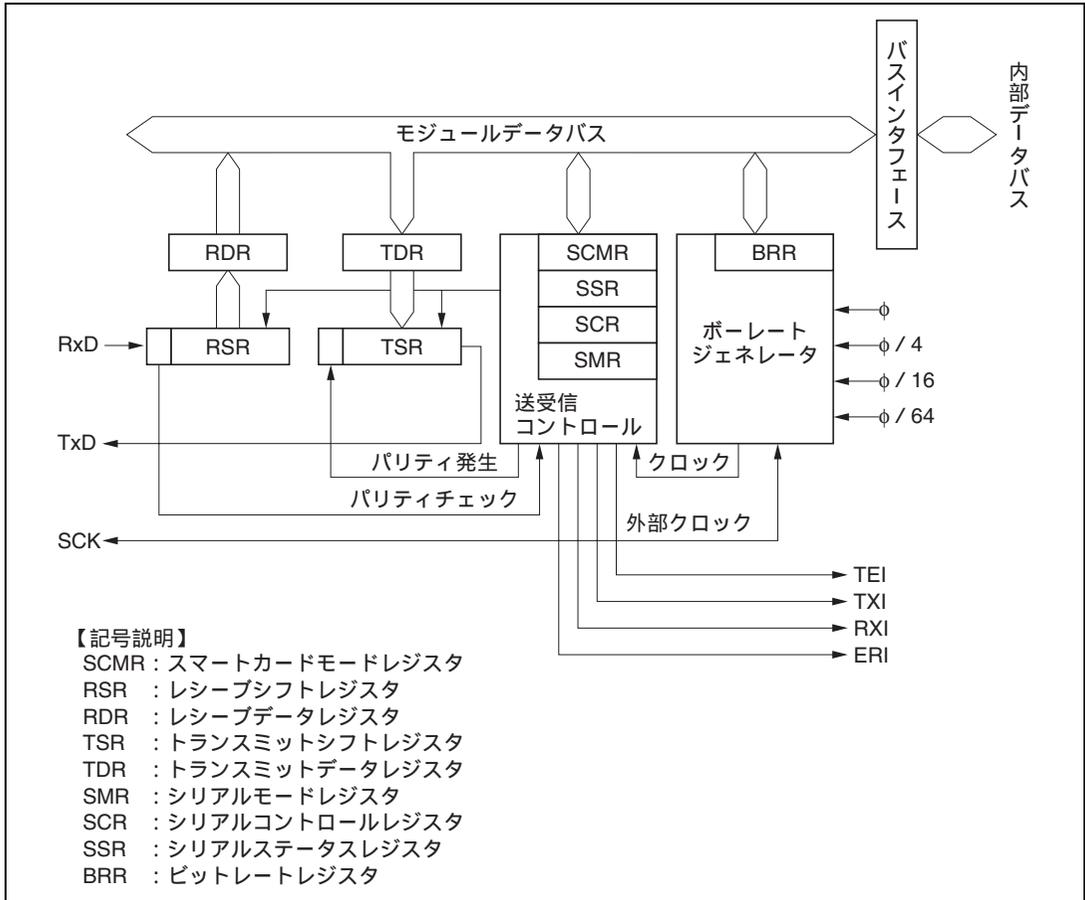


図 14.1 SCI のブロック図

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

14.1.3 端子構成

SCI は、チャンネルごとに表 14.1 に示すシリアル端子を持っています。

表 14.1 端子構成

チャンネル	名称	記号	入出力	機能
0	シリアルクロック端子 0	SCK0	入出力	SCI0 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 0	RxD0	入力	SCI0 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 0	TxD0	出力	SCI0 の送信データ出力
1	シリアルクロック端子 1	SCK1	入出力	SCI1 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 1	RxD1	入力	SCI1 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 1	TxD1	出力	SCI1 の送信データ出力
2	シリアルクロック端子 2	SCK2	入出力	SCI2 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 2	RxD2	入力	SCI2 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 2	TxD2	出力	SCI2 の送信データ出力

14.1.4 レジスタ構成

SCIには、表 14.2 に示す内部レジスタがあります。これらのレジスタにより調歩同期式モード / クロック同期式モードの指定、データフォーマットの指定、ビットレートの指定、および送信部 / 受信部の制御を行うことができます。

表 14.2 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
0	シリアルモードレジスタ 0	SMR0	R/W	H'00	H'FF78
	ビットレートレジスタ 0	BRR0	R/W	H'FF	H'FF79
	シリアルコントロールレジスタ 0	SCR0	R/W	H'00	H'FF7A
	トランスミットデータレジスタ 0	TDR0	R/W	H'FF	H'FF7B
	シリアルステータスレジスタ 0	SSR0	R/(W)*2	H'84	H'FF7C
	レシーブデータレジスタ 0	RDR0	R	H'00	H'FF7D
	スマートカードモードレジスタ 0	SCMR0	R/W	H'F2	H'FF7E
1	シリアルモードレジスタ 1	SMR1	R/W	H'00	H'FF80
	ビットレートレジスタ 1	BRR1	R/W	H'FF	H'FF81
	シリアルコントロールレジスタ 1	SCR1	R/W	H'00	H'FF82
	トランスミットデータレジスタ 1	TDR1	R/W	H'FF	H'FF83
	シリアルステータスレジスタ 1	SSR1	R/(W)*2	H'84	H'FF84
	レシーブデータレジスタ 1	RDR1	R	H'00	H'FF85
	スマートカードモードレジスタ 1	SCMR1	R/W	H'F2	H'FF86
2	シリアルモードレジスタ 2	SMR2	R/W	H'00	H'FF88
	ビットレートレジスタ 2	BRR2	R/W	H'FF	H'FF89
	シリアルコントロールレジスタ 2	SCR2	R/W	H'00	H'FF8A
	トランスミットデータレジスタ 2	TDR2	R/W	H'FF	H'FF8B
	シリアルステータスレジスタ 2	SSR2	R/(W)*2	H'84	H'FF8C
	レシーブデータレジスタ 2	RDR2	R	H'00	H'FF8D
	スマートカードモードレジスタ 2	SCMR2	R/W	H'F2	H'FF8E
共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

14.2 各レジスタの説明

14.2.1 レシーブシフトレジスタ (RSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

RSR は、シリアルデータを受信するためのレジスタです。

SCI は、RSR に RxD 端子から入力されたシリアルデータを LSB (ビット 0) から受信した順にセットし、パラレルデータに変換します。1 バイトのデータ受信を終了すると、データは自動的に RDR へ転送されます。

CPU から RSR を直接リード/ライトすることはできません。

14.2.2 レシーブデータレジスタ (RDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

RDR は、受信したシリアルデータを格納するレジスタです。

SCI は、1 バイトのシリアルデータの受信が終了すると、RSR から RDR へ受信したシリアルデータを転送して格納し、受信動作を完了します。このあと、RSR は受信可能になります。

このように、RSR と RDR はダブルバッファになっているため連続した受信動作が可能です。

RDR は、リード専用レジスタですので CPU からライトすることはできません。

RDR は、リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時に H'00 に初期化されます。

14.2.3 トランスミットシフトレジスタ (TSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-

TSR は、シリアルデータを送信するためのレジスタです。

SCI は、TDR から送信データをいったん TSR に転送し、LSB (ビット 0) から順に TxD 端子に送り出すことでシリアルデータ送信を行います。

1 バイトのデータ送信を終了すると自動的に TDR から TSR へ次の送信データを転送し、送信を開始します。ただし SSR の TDRE ビットが 1 にセットされている場合には、TDR から TSR へのデータ転送は行いません。

CPU から、直接 TSR をリード/ライトすることはできません。

14.2.4 トランスミットデータレジスタ (TDR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

TDR は、シリアル送信するデータを格納する 8 ビットのレジスタです。

SCI は、TSR の空を検出すると、TDR にライトされた送信データを TSR に転送してシリアル送信を開始します。TSR のシリアルデータ送信中に TDR に次の送信データをライトしておくこと、連続シリアル送信ができます。

TDR は、常に CPU によるリード/ライトが可能です。

TDR は、リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時に H'FF に初期化されます。

14.2.5 シリアルモードレジスタ (SMR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	C/ \bar{A}	CHR	PE	O/ \bar{E}	STOP	MP	CKS1	CKS0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

SMR は、SCI のシリアル通信フォーマットの設定と、ボーレートジェネレータのクロックソースを選択するための 8 ビットのレジスタです。

SMR は、常に CPU によるリード/ライトが可能です。

SMR は、リセット、ハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモードでは、直前の状態を保持します。

ビット 7: コミュニケーションモード (C/ \bar{A})

SCI の動作モードを調歩同期式モード/クロック同期式モードのいずれかから選択します。

ビット 7	説明
C/ \bar{A}	
0	調歩同期式モード (初期値)
1	クロック同期式モード

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット 6 : キャラクタレングス (CHR)

調歩同期式モードのデータ長を 7 ビット / 8 ビットデータのいずれかから選択します。クロック同期式モードでは CHR の設定にかかわらず、データ長は 8 ビットデータ固定です。

ビット 6	説明
CHR	
0	8 ビットデータ (初期値)
1	7 ビットデータ*

【注】 * 7 ビットデータを選択した場合、TDR の MSB (ビット 7) は送信されません。また、LSB ファースト / MSB ファーストの選択はできません。

ビット 5 : パリティイネーブル (PE)

調歩同期式モードでは、送信時にパリティビットの付加を、受信時にパリティビットのチェックを行うかどうかを選択します。クロック同期式モード、およびマルチプロセッサフォーマットでは、PE ビットの設定にかかわらずパリティビットの付加、およびチェックは行いません。

ビット 5	説明
PE	
0	パリティビットの付加、およびチェックを禁止 (初期値)
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可*

【注】 * PE ビットに 1 をセットすると、送信時には O/E ビットで指定した偶数、または奇数パリティを送信データに付加して送信します。受信時には、受信したパリティビットが O/E ビットで指定した偶数、または奇数パリティになっているかどうかをチェックします。

ビット 4 : パリティモード (O/E)

パリティの付加やチェックを偶数パリティ / 奇数パリティのいずれで行うかを選択します。

O/E ビットの設定は、調歩同期式モードで PE ビットに 1 を設定しパリティビットの付加やチェックを許可したときのみ有効になります。クロック同期式モードや、調歩同期式モードでパリティの付加やチェックを禁止している場合には、O/E ビットの指定は無効です。

ビット 4	説明
O/E	
0	偶数パリティ* ¹ (初期値)
1	奇数パリティ* ²

【注】 *¹ 偶数パリティに設定すると、送信時には、パリティビットと送信キャラクタを合わせて、その中の 1 の数の合計が偶数になるようにパリティビットを付加して送信します。

受信時には、パリティビットと受信キャラクタを合わせて、その中の 1 の数の合計が偶数であるかどうかをチェックします。

*² 奇数パリティに設定すると、送信時には、パリティビットと送信キャラクタを合わせて、その中の 1 の数の合計が奇数になるようにパリティビットを付加して送信します。

受信時には、パリティビットと受信キャラクタを合わせて、その中の 1 の数の合計が奇数であるかどうかをチェックします。

ビット3: ストップビットレングス (STOP)

調歩同期式モードでのストップビットの長さを1ビット/2ビットのいずれかから選択します。STOPビットの設定は調歩同期式モードでのみ有効になります。クロック同期式モードに設定した場合にはストップビットは付加されませんので、このビットの設定は無効です。

ビット3	説明
STOP	
0	1ストップビット: 送信時には、送信キャラクタの最後尾に1ビットの1(ストップビット)を付加して送信します。 (初期値)
1	2ストップビット: 送信時には、送信キャラクタの最後尾に2ビットの1(ストップビット)を付加して送信します。

なお、受信時にはSTOPビットの設定にかかわらず、受信したストップビットの1ビット目のみをチェックします。ストップビットの2ビット目が1の場合は、ストップビットとして扱いますが、0の場合は、次の送信キャラクタのスタートビットとして扱います。

ビット2: マルチプロセッサモード (MP)

マルチプロセッサフォーマットを選択します。マルチプロセッサフォーマットを選択した場合、PEビット、およびO/Eビットにおけるパリティの設定は無効になります。また、MPビットの設定は、調歩同期式モードのときのみ有効です。クロック同期式モードでは、MPビットの設定は無効です。

マルチプロセッサ通信機能については、「14.3.3 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。

ビット2	説明
MP	
0	マルチプロセッサ機能の禁止 (初期値)
1	マルチプロセッサフォーマットを選択

ビット1, 0: クロックセレクト1, 0 (CKS1, CKS0)

内蔵ポーレートジェネレータのクロックソースを選択します。CKS1, CKS0ビットの設定により、 ϕ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/64$ の4種類からクロックソースを選択できます。

クロックソースと、ビットレートレジスタの設定値、およびポーレートの関係については、「14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。

ビット1	ビット0	説明
CKS1	CKS0	
0	0	ϕ クロック (初期値)
	1	$\phi/4$ クロック
1	0	$\phi/16$ クロック
	1	$\phi/64$ クロック

14.2.6 シリアルコントロールレジスタ (SCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

SCR は、SCI の送信 / 受信動作、調歩同期式モードでのシリアルクロック出力、割り込み要求の許可または禁止、および送信 / 受信クロックソースの選択を行うレジスタです。

SCR は、常に CPU によるリード / ライトが可能です。

SCR は、リセット、ハードウェアスタンバイモードでは H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモードでは、直前の状態を保持します。

ビット7: トランスミットインタラプトイネーブル (TIE)

TDR から TSR へシリアル送信データが転送されて SSR の TDRE フラグが 1 にセットされたときに、送信データエンpty 割り込み (TXI) 要求の発生を許可または禁止します。

ビット7	説明
TIE	
0	送信データエンpty 割り込み (TXI) 要求の禁止* (初期値)
1	送信データエンpty 割り込み (TXI) 要求の許可

【注】 * TXI 割り込み要求の解除は、TDRE フラグから 1 をリードしたあと、0 にクリアするか、または TIE ビットを 0 にクリアすることで行うことができます。

ビット6: レシーブインタラプトイネーブル (RIE)

シリアル受信データが RSR から RDR へ転送されて SSR の RDRF フラグが 1 にセットされたとき、受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求の発生を許可または禁止します。

ビット6	説明
RIE	
0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止* (初期値)
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

【注】 * RXI、および ERI 割り込み要求の解除は、RDRF、または FER、PER、ORER の各フラグから 1 をリードしたあと、0 にクリアするか、RIE ビットを 0 にクリアすることで行うことができます。

ビット5: トランスミットイネーブル (TE)

SCI のシリアル送信動作の開始を許可または禁止します。

ビット5	説明
TE	
0	送信動作を禁止* ¹ (初期値)
1	送信動作を許可* ²

【注】 *1 SSR の TDRE フラグは 1 に固定されます。

*2 この状態で、TDR に送信データをライトして、SSR の TDRE フラグを 0 にクリアするとシリアル送信を開始します。

なお、TE ビットを 1 にセットする前に必ず SMR の設定を行い、送信フォーマットを決定してください。

ビット4: レシーブイネーブル (RE)

SCI のシリアル受信動作の開始を許可または禁止します。

ビット4	説明
RE	
0	受信動作を禁止* ¹ (初期値)
1	受信動作を許可* ²

【注】 *1 RE ビットを 0 にクリアしても RDRF、FER、PER、ORER の各フラグは影響を受けず、状態を保持します。

*2 この状態で調歩同期式モードの場合はスタートビットを、クロック同期式モードの場合は同期クロック入力をそれぞれ検出すると、シリアル受信を開始します。

なお、RE ビットを 1 にセットする前に必ず SMR の設定を行い、受信フォーマットを決定してください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット3: マルチプロセッサインタラプトイネーブル (MPIE)

マルチプロセッサ割り込みを許可または禁止します。MPIE ビットの設定は、調歩同期式モードで、かつ、SMR の MP ビットが 1 に設定されている受信時のみ有効です。

クロック同期式モードのとき、あるいは MP ビットが 0 のときには、MPIE ビットの設定は無効です。

ビット3	説明
MPIE	
0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 (通常の受信動作をします) (初期値) [クリア条件] (1) MPIE ビットを 0 にクリア (2) MPB=1 のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態* マルチプロセッサビットが 1 のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、および SSR の RDRF、FER、ORER の各フラグのセットを禁止します。

【注】 * MPB=0 を含む受信データを受信しているときは、RSR から RDR への受信データの転送、および受信エラーの検出と SSR の RDRF、FER、ORER の各フラグのセットは行いません。MPB=1 を含む受信データを受信すると、SSR の MPB ビットを 1 にセットし、MPIE ビットを自動的に 0 にクリアし、RXI、ERI 割り込み要求の発生 (SCR の TIE、RIE ビットが 1 にセットされている場合) と FER、ORER フラグのセットが許可されます。

ビット2: トランスミットエンドインタラプトイネーブル (TEIE)

MSB データ送出時に有効な送信データが TDR がないとき、送信終了割り込み (TEI) 要求の発生を許可または禁止します。

ビット2	説明
TEIE	
0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止* (初期値)
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可*

【注】 * TEI の解除は、SSR の TDRE フラグから 1 をリードしたあと、0 にクリアして TEND フラグを 0 にクリアするか、TEIE ビットを 0 にクリアすることで行うことができます。

ビット 1、0 : クロックイネーブル 1、0 (CKE1、CKE0)

SCI のクロックソースの選択、および SCK 端子からのクロック出力の許可または禁止を設定します。CKE1 ビットと CKE0 ビットの組み合わせによって SCK 端子を入出力ポートにするか、シリアルクロック出力端子にするか、またはシリアルクロック入力端子にするかが決まります。

ただし、CKE0 ビットの設定は調歩同期式モードで内部クロック動作 (CKE1 = 0) 時のみ有効です。クロック同期式モードのとき、および外部クロック動作 (CKE1 = 1) の場合は CKE0 ビットの設定は無効です。また、SMR で SCI の動作モードを決定する前に、CKE1、CKE0 の設定を行ってください。

SCI のクロックソースの選択についての詳細は表 14.9 を参照してください。

ビット 1	ビット 0	説明	
CKE1	CKE0		
0	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK 端子は入出力ポート*1
		クロック同期式モード	内部クロック / SCK 端子は同期クロック出力
	1	調歩同期式モード	内部クロック / SCK 端子はクロック出力*2
		クロック同期式モード	内部クロック / SCK 端子は同期クロック出力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK 端子はクロック入力*3
		クロック同期式モード	外部クロック / SCK 端子は同期クロック入力
	1	調歩同期式モード	外部クロック / SCK 端子はクロック入力*3
		クロック同期式モード	外部クロック / SCK 端子は同期クロック入力

【注】 *1 初期値

*2 ビットレートと同じ周波数のクロックを出力

*3 ビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力

14.2.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	FER	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

SCI の動作状態を示すステータスフラグと、マルチプロセッサビットを内蔵した 8 ビットのレジスタです。

SSR は常に CPU からリード / ライトできます。ただし、TDRE、RDRF、ORER、PER、FER の各フラグへ 1 をライトすることはできません。また、これらを 0 にクリアするためには、あらかじめ 1 をリードしておく必要があります。また、TEND フラグおよび MPB フラグはリード専用であり、ライトすることはできません。

SSR は、リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時に H'84 に初期化されます。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット7: トランスミットデータレジスタエンプティ (TDRE)

TDR から TSR にデータ転送が行われ、TDR に次のシリアル送信データをライトすることが可能になったことを示します。

ビット7	説明
TDRE	
0	[クリア条件] (1) TDRE = 1 の状態をリードしたあと、0 をライトしたとき (2) TXI 割り込み要求による DMAC または DTC で TDR ヘデータをライトしたとき
1	[セット条件] (初期値) (1) SCR の TE ビットが 0 のとき (2) TDR から TSR にデータ転送が行われ、TDR にデータライトが可能になったとき

ビット6: レシーブデータレジスタフル (RDRF)

受信したデータが RDR に格納されていることを示します。

ビット6	説明
RDRF	
0	[クリア条件] (初期値) (1) RDRF = 1 の状態をリードしたあと、0 をライトしたとき (2) RXI 割り込み要求による DMAC または DTC で RDR のデータをリードしたとき
1	[セット条件] シリアル受信が正常終了し、RSR から RDR へ受信データが転送されたとき

【注】 受信時にエラーを検出したとき、および SCR の RE ビットを 0 にクリアしたときには RDR および RDRF フラグは影響を受けず以前の状態を保持します。

RDRF フラグが 1 にセットされたまま次のデータを受信完了するとオーバランエラーを発生し、受信データが失われますので注意してください。

ビット5: オーバランエラー (ORER)

受信時にオーバランエラーが発生して異常終了したことを示します。

ビット5	説明
ORER	
0	[クリア条件] (初期値)* ¹ ORER = 1 の状態をリードしたあと、0 をライトしたとき
1	[セット条件] RDRF = 1 の状態で次のシリアル受信を完了したとき* ²

【注】 *¹ SCR の RE ビットを 0 にクリアしたときには、ORER フラグは影響を受けず以前の状態を保持します。

*² RDR ではオーバランエラーが発生する前の受信データを保持し、あとから受信したデータが失われます。さらに、ORER = 1 にセットされた状態で、以降のシリアル受信を続けることはできません。なお、クロック同期モードでは、シリアル送信も続けることができません。

ビット4: フレーミングエラー (FER)

調歩同期式モードで受信時にフレーミングエラーが発生して異常終了したことを示します。

ビット4	説明
FER	
0	[クリア条件] (初期値)* ¹ FER=1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] SCIが受信終了時に受信データの最後尾のストップビットをチェックし、ストップビットが0であったとき* ²

- 【注】 *1 SCRのREビットを0にクリアしたときには、FERフラグは影響を受けず以前の状態を保持します。
*2 2ストップビットモードのときは、1ビット目のストップビットが0であるかどうかのみを判定し、2ビット目のストップビットはチェックをしません。なお、フレーミングエラーが発生したときの受信データはRDRに転送されますが、RDRFフラグはセットされません。さらに、FERフラグが1にセットされた状態においては、以降のシリアル受信を続けることはできません。また、クロック同期式モードでは、シリアル送信も続けることができません。

ビット3: パリティエラー (PER)

調歩同期式モードで、パリティを付加した受信時にパリティエラーが発生して異常終了したことを示します。

ビット3	説明
PER	
0	[クリア条件] (初期値)* ¹ PER=1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] 受信時の受信データとパリティビットを合わせた1の数が、SMRのO/Eビットで指定した偶数パリティ/奇数パリティの設定と一致しなかったとき* ²

- 【注】 *1 SCRのREビットを0にクリアしたときには、PERフラグは影響を受けず以前の状態を保持します。
*2 パリティエラーが発生したときの受信データはRDRに転送されますが、RDRFフラグはセットされません。なお、PERフラグが1にセットされた状態では、以降のシリアル受信を続けることはできません。さらに、クロック同期式モードでは、シリアル送信も続けることができません。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット2: トランスミットエンド (TEND)

送信キャラクタの最後尾ビットの送信時に TDR に有効なデータがなく、送信を終了したことを示します。

TEND フラグはリード専用です。ライトは無効です。

ビット2	説明
TEND	
0	[クリア条件] (1) TDRE = 1 の状態をリードしたあと、TDRE フラグに 0 をライトしたとき (2) TXI 割り込み要求による DMAC または DTC で TDR ヘデータをライトしたとき
1	[セット条件] (初期値) (1) SCR の TE ビットが 0 のとき (2) 1 バイトのシリアル送信キャラクタの最後尾ビットの送信時に TDRE = 1 であったとき

ビット1: マルチプロセッサビット (MPB)

調歩同期式モードで受信をマルチプロセッサフォーマットで行うときに、受信データ中のマルチプロセッサビットを格納します。

MPB は、リード専用です。ライトは無効です。

ビット1	説明
MPB	
0	[クリア条件] (初期値)* マルチプロセッサビットが 0 のデータを受信したとき
1	[セット条件] マルチプロセッサビットが 1 のデータを受信したとき

【注】 * マルチプロセッサフォーマットで SCR の RE ビットを 0 にクリアしたときには、以前の状態を保持します。

ビット0: マルチプロセッサビットトランスファ (MPBT)

調歩同期式モードで送信をマルチプロセッサフォーマットで行うときに、送信データに付加するマルチプロセッサビットを格納します。

マルチプロセッサフォーマットでないとき、あるいは送信でないとき、およびクロック同期式モードには MPBT ビットの設定は無効です。

ビット0	説明
MPBT	
0	マルチプロセッサビットが 0 のデータを送信 (初期値)
1	マルチプロセッサビットが 1 のデータを送信

14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

BRR は、SMR の CKS1、CKS0 ビットで選択されるボーレートジェネレータの動作クロックと合わせて、シリアル送信 / 受信のビットレートを設定する 8 ビットのレジスタです。

BRR は、常に CPU によるリード / ライトが可能です。

BRR は、リセット、ハードウェアスタンバイモードでは H'FF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモードでは、直前の状態を保持します。

なお、チャンネルごとにボーレートジェネレータの制御が独立していますので、それぞれ異なる値を設定することができます。

表 14.3 に調歩同期式モードの BRR の設定例を、表 14.4 にクロック同期式モードの BRR の設定例を示します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.3 ビットレートに対する BRR の設定例 (調歩同期式モード)

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	2			2.097152			2.4576			3		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	1	141	0.03	1	148	- 0.04	1	174	- 0.26	1	212	0.03
150	1	103	0.16	1	108	0.21	1	127	0.00	1	155	0.16
300	0	207	0.16	0	217	0.21	0	255	0.00	1	77	0.16
600	0	103	0.16	0	108	0.21	0	127	0.00	0	155	0.16
1200	0	51	0.16	0	54	- 0.70	0	63	0.00	0	77	0.16
2400	0	25	0.16	0	26	1.14	0	31	0.00	0	38	0.16
4800	0	12	0.16	0	13	- 2.48	0	15	0.00	0	19	- 2.34
9600	-	-	-	0	6	- 2.48	0	7	0.00	0	9	- 2.34
19200	-	-	-	-	-	-	0	3	0.00	0	4	- 2.34
31250	0	1	0.00	-	-	-	-	-	-	0	2	0.00
38400	-	-	-	-	-	-	0	1	0.00	-	-	-

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	3.6864			4			4.9152			5		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	64	0.70	2	70	0.03	2	86	0.31	2	88	- 0.25
150	1	191	0.00	1	207	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16
300	1	95	0.00	1	103	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16
600	0	191	0.00	0	207	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16
1200	0	95	0.00	0	103	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16
2400	0	47	0.00	0	51	0.16	0	63	0.00	0	64	0.16
4800	0	23	0.00	0	25	0.16	0	31	0.00	0	32	- 1.36
9600	0	11	0.00	0	12	0.16	0	15	0.00	0	15	1.73
19200	0	5	0.00	-	-	-	0	7	0.00	0	7	1.73
31250	-	-	-	0	3	0.00	0	4	- 1.70	0	4	0.00
38400	0	2	0.00	-	-	-	0	3	0.00	0	3	1.73

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	6			6.144			7.3728			8		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	106	- 0.44	2	108	0.08	2	130	- 0.07	2	141	0.03
150	2	77	0.16	2	79	0.00	2	95	0.00	2	103	0.16
300	1	155	0.16	1	159	0.00	1	191	0.00	1	207	0.16
600	1	77	0.16	1	79	0.00	1	95	0.00	1	103	0.16
1200	0	155	0.16	0	159	0.00	0	191	0.00	0	207	0.16
2400	0	77	0.16	0	79	0.00	0	95	0.00	0	103	0.16
4800	0	38	0.16	0	39	0.00	0	47	0.00	0	51	0.16
9600	0	19	- 2.34	0	19	0.00	0	23	0.00	0	25	0.16
19200	0	9	- 2.34	0	9	0.00	0	11	0.00	0	12	0.16
31250	0	5	0.00	0	5	2.40	-	-	-	0	7	0.00
38400	0	4	- 2.34	0	4	0.00	0	5	0.00	-	-	-

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	9.8304			10			12			12.288		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	174	- 0.26	2	177	- 0.25	2	212	0.03	2	217	0.08
150	2	127	0.00	2	129	0.16	2	155	0.16	2	159	0.00
300	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16	2	79	0.00
600	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16	1	159	0.00
1200	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16	1	79	0.00
2400	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16	0	159	0.00
4800	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16	0	79	0.00
9600	0	31	0.00	0	32	- 1.36	0	38	0.16	0	39	0.00
19200	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	- 2.34	0	19	0.00
31250	0	9	- 1.70	0	9	0.00	0	11	0.00	0	11	2.40
38400	0	7	0.00	0	7	1.73	0	9	- 2.34	0	9	0.00

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	14			14.7456			16			17.2032		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	248	- 0.17	3	64	0.70	3	70	0.03	3	75	0.48
150	2	181	0.16	2	191	0.00	2	207	0.16	2	223	0.00
300	2	90	0.16	2	95	0.00	2	103	0.16	2	111	0.00
600	1	181	0.16	1	191	0.00	1	207	0.16	1	223	0.00
1200	1	90	0.16	1	95	0.00	1	103	0.16	1	111	0.00
2400	0	181	0.16	0	191	0.00	0	207	0.16	0	223	0.00
4800	0	90	0.16	0	95	0.00	0	103	0.16	0	111	0.00
9600	0	45	- 0.93	0	47	0.00	0	51	0.16	0	55	0.00
19200	0	22	- 0.93	0	23	0.00	0	25	0.16	0	27	0.00
31250	0	13	0.00	0	14	- 1.70	0	15	0.00	0	16	1.20
38400	-	-	-	0	11	0.00	0	12	0.16	0	13	0.00

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)											
	18			19.6608			20			25		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	3	79	- 0.12	3	86	0.31	3	88	- 0.25	3	110	- 0.02
150	2	233	0.16	2	255	0.00	3	64	0.16	3	80	0.47
300	2	116	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16	2	162	- 0.15
600	1	233	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	80	0.47
1200	1	116	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	162	- 0.15
2400	0	233	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	80	0.47
4800	0	116	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	162	- 0.15
9600	0	58	- 0.69	0	63	0.00	0	64	0.16	0	80	0.47
19200	0	28	1.02	0	31	0.00	0	32	- 1.36	0	40	- 0.76
31250	0	17	0.00	0	19	- 1.70	0	19	0.00	0	24	0.00
38400	0	14	- 2.34	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	1.73

表 14.4 ビットレートに対する BRR の設定例 (クロック同期式モード)

ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)													
	2		4		8		10		16		20		25	
	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
110	3	70												
250	2	124	2	249	3	124			3	249				
500	1	249	2	124	2	249	-	-	3	124	-	-		
1k	1	124	1	249	2	124	-	-	2	249	-	-	3	97
2.5k	0	199	1	99	1	199	1	249	2	99	2	124	2	155
5k	0	99	0	199	1	99	1	124	1	199	1	249	2	77
10k	0	49	0	99	0	199	0	249	1	99	1	124	1	155
25k	0	19	0	39	0	79	0	99	0	159	0	199	0	249
50k	0	9	0	19	0	39	0	49	0	79	0	99	0	124
100k	0	4	0	9	0	19	0	24	0	39	0	49	0	62
250k	0	1	0	3	0	7	0	9	0	15	0	19	0	24
500k	0	0*	0	1	0	3	0	4	0	7	0	9	-	-
1M			0	0*	0	1			0	3	0	4	-	-
2.5M							0	0*			0	1	-	-
5M											0	0*	-	-

【注】 誤差は、なるべく 1%以内になるように設定してください。

空欄 : 設定できません。

- : 設定可能ですが誤差がでます。

* 連続送信 / 受信はできません。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

BRR の設定値は以下の計算式で求められます。

調歩同期式モード

$$N = \frac{\phi}{64 \times 2^{2n-1} \times B} \times 10^6 - 1$$

クロック同期式モード

$$N = \frac{\phi}{8 \times 2^{2n-1} \times B} \times 10^6 - 1$$

- B : ビットレート (bit/s)
 N : ポーレートジェネレータの BRR の設定値 (0 N 255)
 ϕ : 動作周波数 (MHz)
 n : ポーレートジェネレータ入力クロック (n=0~3)
 (n とクロックの関係は下表を参照してください。)

n	クロック	SMR の設定値	
		CKS1	CKS0
0	ϕ	0	0
1	$\phi / 4$	0	1
2	$\phi / 16$	1	0
3	$\phi / 64$	1	1

調歩同期式モードのビットレート誤差は、以下の計算式で求められます。

$$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \frac{\phi \times 10^6}{(N + 1) \times B \times 64 \times 2^{2n-1}} - 1 \right\} \times 100$$

表 14.5 に調歩同期式モードの各周波数における最大ビットレートを示します。また、表 14.6、表 14.7 に外部クロック入力時の最大ビットレートを示します。

表 14.5 各周波数における最大ビットレート (調歩同期式モード)

ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
2	62500	0	0
2.097152	65536	0	0
2.4576	76800	0	0
3	93750	0	0
3.6864	115200	0	0
4	125000	0	0
4.9152	153600	0	0
5	156250	0	0
6	187500	0	0
6.144	192000	0	0
7.3728	230400	0	0
8	250000	0	0
9.8304	307200	0	0
10	312500	0	0
12	375000	0	0
12.288	384000	0	0
14	437500	0	0
14.7456	460800	0	0
16	500000	0	0
17.2032	537600	0	0
18	562500	0	0
19.6608	614400	0	0
20	625000	0	0
25	781250	0	0

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.6 外部クロック入力時の最大ビットレート (調歩同期式モード)

ϕ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
2	0.5000	31250
2.097152	0.5243	32768
2.4576	0.6144	38400
3	0.7500	46875
3.6864	0.9216	57600
4	1.0000	62500
4.9152	1.2288	76800
5	1.2500	78125
6	1.5000	93750
6.144	1.5360	96000
7.3728	1.8432	115200
8	2.0000	125000
9.8304	2.4576	153600
10	2.5000	156250
12	3.0000	187500
12.288	3.0720	192000
14	3.5000	218750
14.7456	3.6864	230400
16	4.0000	250000
17.2032	4.3008	268800
18	4.5000	281250
19.6608	4.9152	307200
20	5.0000	312500
25	6.2500	390625

表 14.7 外部クロック入力時の最大ビットレート (クロック同期式モード)

ϕ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
2	0.3333	333333.3
4	0.6667	666666.7
6	1.0000	1000000.0
8	1.3333	1333333.3
10	1.6667	1666666.7
12	2.0000	2000000.0
14	2.3333	2333333.3
16	2.6667	2666666.7
18	3.0000	3000000.0
20	3.3333	3333333.3
25	4.1667	4166666.7

14.2.9 スマートカードモードレジスタ (SCMR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF
初期値	1	1	1	1	0	0	1	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	-	R/W

SCMR は、SDIR ビットにより、LSB ファースト / MSB ファーストの選択を行います。調歩同期式モード 7 ビットデータの場合を除き、シリアル通信モードによらず、LSB ファースト / MSB ファーストの選択が可能です。本章の説明では、LSB ファーストの場合について説明しています。

SCMR のその他のビットについての詳細は、「15.2.1 スマートカードモードレジスタ (SCMR)」を参照してください。

SCMR は、リセット、ハードウェアスタンバイモードでは HF2 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモードでは直前の状態を保持します。

ビット 7~4: リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 3: スマートカードデータ転送ファディレクション (SDIR)

シリアル / パラレル変換のフォーマットを選択します。

送信 / 受信フォーマットが 8 ビットデータの場合に有効です。

ビット 3	説明
SDIR	
0	TDR の内容を LSB ファーストで送信 受信データを LSB ファーストとして RDR に格納 (初期値)
1	TDR の内容を MSB ファーストで送信 受信データを MSB ファーストとして RDR に格納

ビット 2: スマートカードデータインバート (SINV)

データのロジックレベルの反転を指定します。SINV ビットは、パリティビットのロジックレベルには影響しません。パリティビットの反転のためには、SMR の O/\bar{E} ビットを反転する必要があります。

ビット 2	説明
SINV	
0	TDR の内容をそのまま送信 受信データをそのまま RDR に格納 (初期値)
1	TDR の内容を反転してデータを送信 受信データを反転して RDR に格納

ビット 1: リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット0: スマートカードインタフェースモードセレクト (SMIF)

通常の SCI として動作する場合には0をライトしてください。

ビット0	説明
SMIF	
0	通常の SCI として動作 (スマートカードインタフェース) 機能を禁止 (初期値)
1	スマートカードインタフェース機能を許可

14.2.10 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

ビット	MSTPCRH								MSTPCRL							
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP7 ~ MSTP5 の対応するビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で SCI は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。モジュールストップモードではレジスタのリード/ライトはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット7: モジュールストップ (MSTP7)

SCI チャンネル 2 のモジュールストップモードを指定します。

ビット7	説明
MSTP7	
0	SCI チャンネル 2 のモジュールストップモード解除
1	SCI チャンネル 2 のモジュールストップモード設定 (初期値)

ビット6: モジュールストップ (MSTP6)

SCI チャンネル 1 のモジュールストップモードを指定します。

ビット6	説明
MSTP6	
0	SCI チャンネル 1 のモジュールストップモード解除
1	SCI チャンネル 1 のモジュールストップモード設定 (初期値)

ビット5：モジュールストップ (MSTP5)

SCI チャンネル0 のモジュールストップモードを指定します。

ビット5	説明
MSTP5	
0	SCI チャンネル0 のモジュールストップモード解除
1	SCI チャンネル0 のモジュールストップモード設定 (初期値)

14.3 動作説明

14.3.1 概要

SCI は、キャラクタ単位で同期をとりながら通信する調歩同期式モードと、クロックパルスにより同期をとりながら通信するクロック同期式モードの2方式で、シリアル通信ができます。

調歩同期式モードと、クロック同期式モードの選択および送信フォーマットの選択は、SMR で行います。これを表 14.8 に示します。また、SCI のクロックソースは、SMR の C/A ビットおよび SCR の CKE1、CKE0 ビットの組み合わせで決まります。これを表 14.9 に示します。

(1) 調歩同期式モード

- データ長：7 ビット / 8 ビットから選択可能
- パリティの付加、マルチプロセッサビットの付加、および1 ビット / 2 ビットのストップビットの付加を選択可能
(これらの組み合わせにより送信 / 受信フォーマット、およびキャラクタ長を決定)
- 受信時にフレーミングエラー、パリティエラー、オーバランエラー、およびブレイクの検出が可能
- SCI のクロックソース：内部クロック / 外部クロックから選択可能
 - 内部クロックを選択した場合
SCI はボーレートジェネレータのクロックで動作し、ビットレートと同じ周波数のクロックを出力することが可能
 - 外部クロックを選択した場合
ビットレートの16倍の周波数のクロックを入力することが必要(内蔵ボーレートジェネレータを使用しない)

(2) クロック同期式モード

- 送信 / 受信フォーマット：8 ビットデータ固定
- 受信時にオーバランエラーの検出可能
- SCI のクロックソース：内部クロック / 外部クロックから選択可能
 - 内部クロックを選択した場合
SCI はボーレートジェネレータのクロックで動作し、同期クロックを外部へ出力
 - 外部クロックを選択した場合
内蔵ボーレートジェネレータを使用せず、入力された同期クロックで動作

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.8 SMR の設定値とシリアル送信 / 受信フォーマット

SMR の設定値					モード	SCI の送信 / 受信フォーマット							
ビット 7	ビット 6	ビット 2	ビット 5	ビット 3		データ長	マルチ プロセッサ ビット	パリティ ビット	ストップ ビット長				
C/ \bar{A}	CHR	MP	PE	STOP									
0	0	0	0	0	調歩同期式 モード	8ビット データ	なし	なし	1ビット				
				1					2ビット				
				0					1ビット				
			1	2ビット									
			1	0					0	7ビット データ	なし	1ビット	
									1			2ビット	
	0	1ビット											
	1	0	1	-	調歩同期式 モード (マルチ プロセッサ フォー マット)	8ビット データ	あり	なし	2ビット				
				1					1ビット				
				0					2ビット				
		1	-	-					1	7ビット データ	なし	なし	1ビット
									0				2ビット
1									1ビット				
1	-	-	-	クロック 同期式 モード	8ビット データ	なし		なし					
			1					なし					

表 14.9 SMR、SCR の設定と SCI のクロックソースの選択

SMR	SCR の設定		モード	SCI の送信 / 受信クロック		
ビット7 C/ \bar{A}	ビット1 CKE1	ビット0 CKE0		クロック ソース	SCK 端子の機能	
0	0	0	調歩同期式モード	内部	SCI は、SCK 端子を使用しません ビットレートと同じ周波数のクロックを出力	
		1				
		1		0	外部	ビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力
				1		
1	0	0	クロック同期式モード	内部	同期クロックを出力	
		1				
		1		0	外部	同期クロックを入力
				1		

14.3.2 調歩同期式モード時の動作

調歩同期式モードは、通信開始を意味するスタートビットと通信終了を意味するストップビットとをデータに付加したキャラクタを送信または受信し、1キャラクタ単位で同期をとりながらシリアル通信を行うモードです。

SCI 内部では、送信部と受信部は独立していますので、全二重通信を行うことができます。また、送信部と受信部がともにダブルバッファ構造になっていますので、送信および受信中にデータのリード/ライトができ、連続送信/受信が可能です。

調歩同期式シリアル通信の一般的なフォーマットを図 14.2 に示します。

調歩同期式シリアル通信では、通信回線は通常、マーク状態 (High レベル) に保たれています。SCI は通信回線を監視し、スペース (Low レベル) になったところをスタートビットとみなしてシリアル通信を開始します。

シリアル通信の1キャラクタは、スタートビット (Low レベル) から始まりデータ (LSB ファースト: 最下位ビットから)、パリティビット (High/Low レベル)、最後にストップビット (High レベル) の順で構成されています。

調歩同期式モードでは、SCI は受信時にスタートビットの立ち下がりエッジで同期化を行います。また SCI は、データを1ビット期間の16倍の周波数のクロックの8番目でサンプリングしますので、各ビットの中央で通信データが取り込まれます。

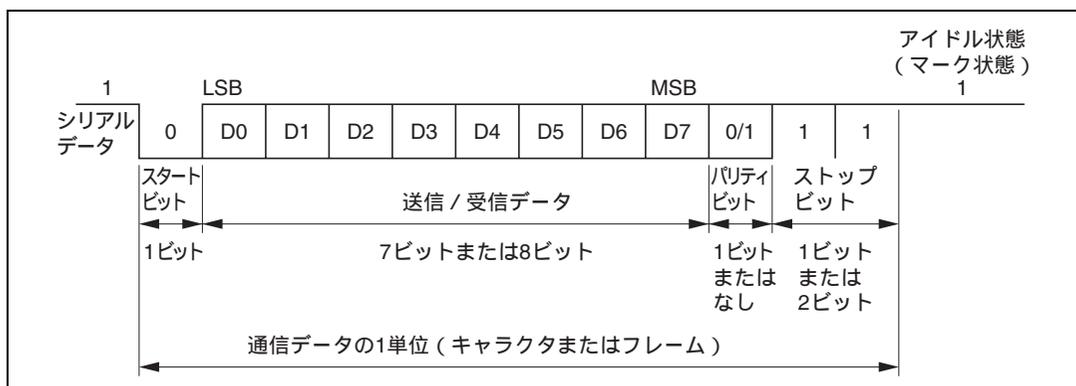


図 14.2 調歩同期式通信のデータフォーマット
(8ビットデータ/パリティあり/2ストップビットの例)

(1) 送信/受信フォーマット

調歩同期式モードで設定できる送信/受信フォーマットを、表 14.10 に示します。送信/受信フォーマットは12種類あり、SMRの選定により選択できます。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 14.10 シリアル送信 / 受信フォーマット (調歩同期式モード)

SMRの設定				シリアル送信 / 受信フォーマットとフレーム長													
CHR	PE	MP	STOP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
0	0	0	0	S	8ビットデータ								STOP				
0	0	0	1	S	8ビットデータ								STOP	STOP			
0	1	0	0	S	8ビットデータ								P	STOP			
0	1	0	1	S	8ビットデータ								P	STOP	STOP		
1	0	0	0	S	7ビットデータ							STOP					
1	0	0	1	S	7ビットデータ							STOP	STOP				
1	1	0	0	S	7ビットデータ							P	STOP				
1	1	0	1	S	7ビットデータ							P	STOP	STOP			
0	-	1	0	S	8ビットデータ								MPB	STOP			
0	-	1	1	S	8ビットデータ								MPB	STOP	STOP		
1	-	1	0	S	7ビットデータ							MPB	STOP				
1	-	1	1	S	7ビットデータ							MPB	STOP	STOP			

【記号説明】

- S : スタートビット
- STOP : ストップビット
- P : パリティビット
- MPB : マルチプロセッサビット

(2) クロック

SCIの送受信クロックは、SMRの C/\bar{A} ビットとSCRのCKE1、CKE0ビットの設定により、内蔵ボーレートジェネレータの生成した内部クロック、またはSCK端子から入力された外部クロックの2種類から選択できます。SCIのクロックソースの選択については表14.9を参照してください。

外部クロックをSCK端子に入力する場合には、使用するビットレートの16倍の周波数のクロックを入力してください。

内部クロックで動作させるとき、SCK端子からクロックを出力することができます。このとき出力されるクロックの周波数はビットレートと等しく、位相は図14.3に示すように送信データの中央にクロック立ち上がりエッジがくるようになります。

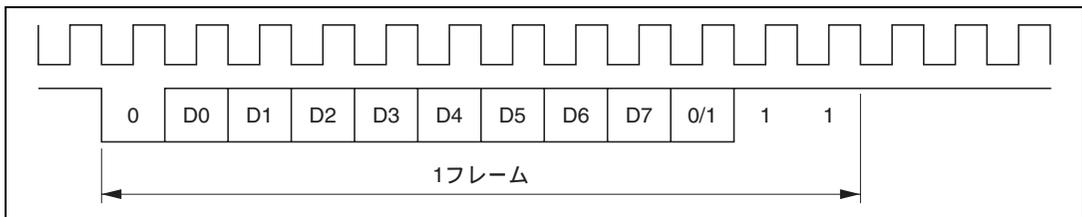


図 14.3 出力クロックと通信データの位相関係 (調歩同期式モード)

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

(3) データの送信 / 受信動作

(a) SCI の初期化 (調歩同期式)

データの送信 / 受信前には、まず SCR の TE、RE ビットを 0 にクリアしたあと、以下の順で SCI を初期化してください。

動作モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合には必ず、TE ビットおよび RE ビットを 0 にクリアしてから次の手順で変更を行ってください。TE ビットを 0 にクリアすると TDRE フラグは 1 にセットされ、TSR が初期化されます。RE ビットを 0 にクリアしても、RDRF、PER、FER、ORER の各フラグ、および RDR の内容は保持されますので注意してください。

外部クロックを使用している場合には、動作が不確実になりますので初期化を含めた動作中にクロックを止めないでください。

図 14.4 に SCI の初期化フローチャートの例を示します。

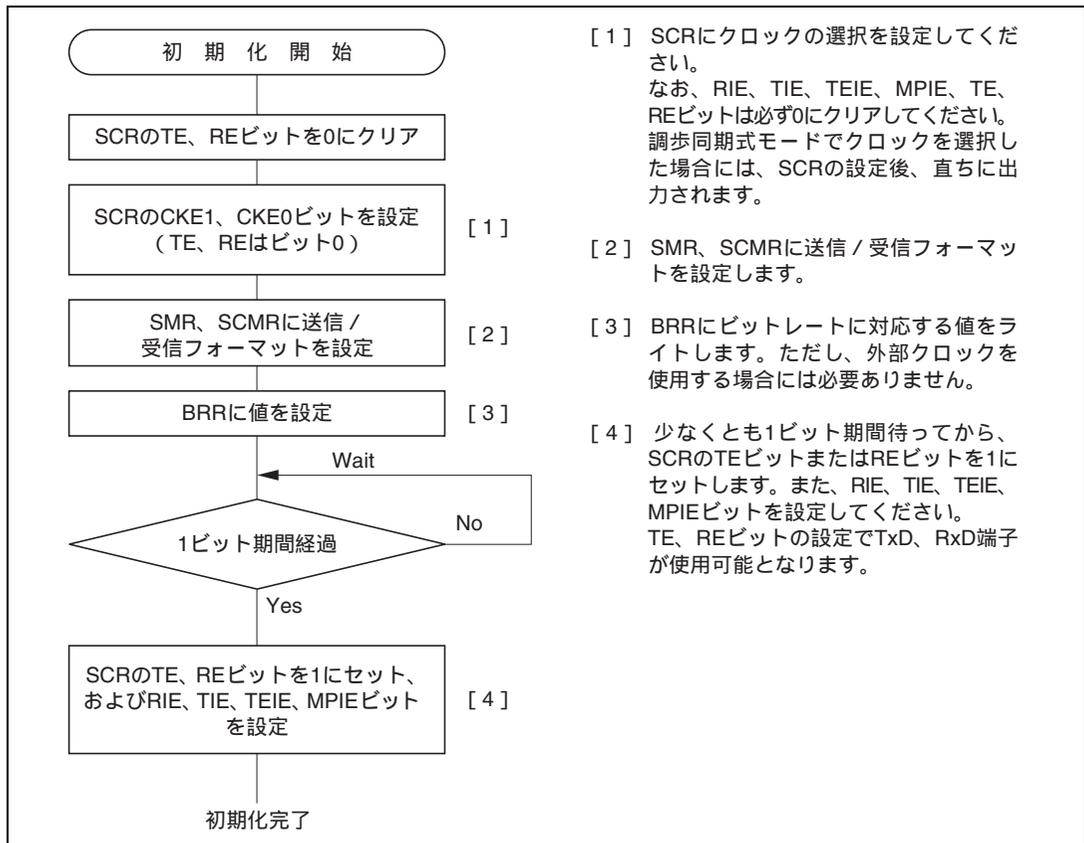


図 14.4 SCI の初期化フローチャートの例

(b) シリアルデータ送信 (調歩同期式)

図 14.5 にシリアル送信のフローチャートの例を示します。
シリアルデータ送信は以下の手順に従って行ってください。

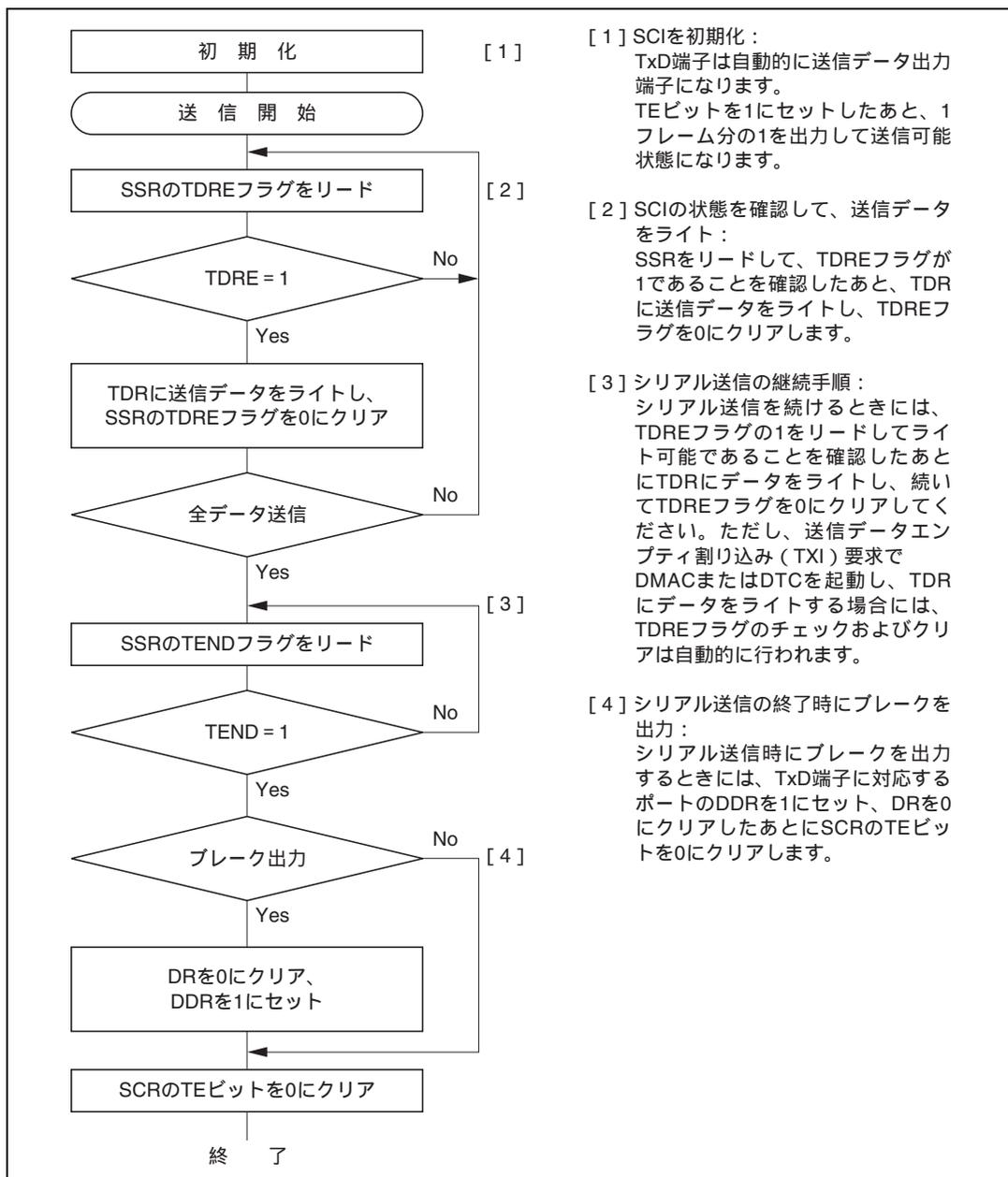


図 14.5 シリアル送信のフローチャートの例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

SCI はシリアル送信時に以下のように動作します。

- [1] SCIは、SSRのTDREフラグを監視し、0であればTDRにデータがライトされたと認識し、TDRからTSRにデータを転送します。
- [2] TDRからTSRへデータを転送したあとにTDREフラグを1にセットし、送信を開始します。このとき、SCRのTIEビットが1にセットされていると送信データエンプティ割り込み (TXI) 要求を発生します。
シリアル送信データは、以下の順にTxD端子から送り出されます。
 - [a] スタートビット：
1ビットの0が出力されます。
 - [b] 送信データ：
8ビットまたは7ビットのデータがLSBから順に出力されます。
 - [c] パリティビットまたはマルチプロセッサビット：
1ビットのパリティビット (偶数パリティまたは奇数パリティ) または1ビットのマルチプロセッサビットが出力されます。
なお、パリティビットまたはマルチプロセッサビットを出力しないフォーマットも選択できます。
 - [d] ストップビット：
1ビットまたは2ビットの1 (ストップビット) が出力されます。
 - [e] マーク状態：
次の送信を開始するスタートビットを送り出すまで1を出力し続けます。
- [3] SCIは、ストップビットを送出するタイミングでTDREフラグをチェックします。TDREフラグが0であるとTDRからTSRにデータを転送し、ストップビットを送り出したあと、次フレームのシリアル送信を開始します。
TDREフラグが1であるとSSRのTENDフラグに1をセットし、ストップビットを送り出したあと、1を出力する “マーク状態” になります。このときSCRのTEIEビットが1にセットされているとTEI割り込み要求を発生します。

調歩同期式モードでの送信時の動作例を図 14.6 に示します。

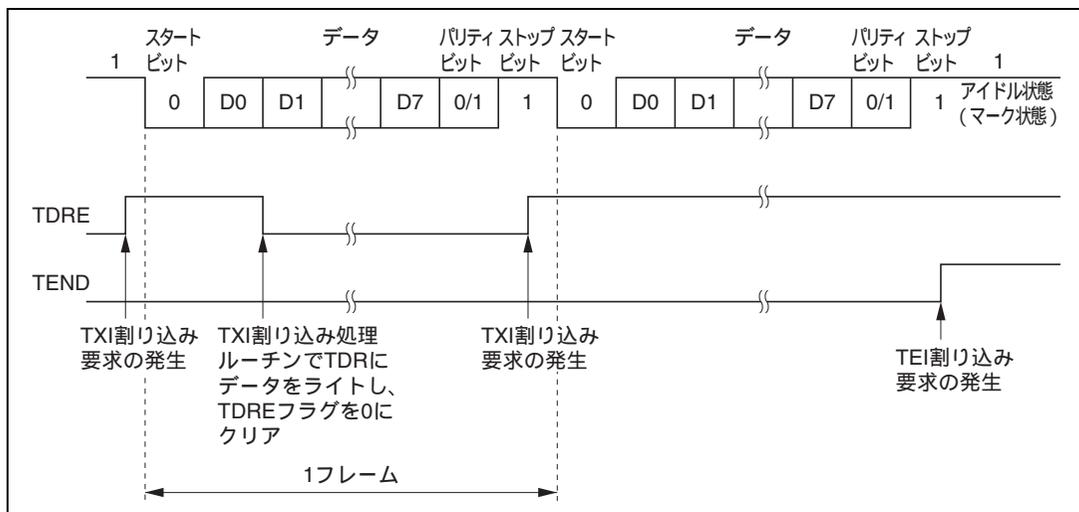


図 14.6 調歩同期式モードでの送信時の動作例
(8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例)

(c) シリアルデータ受信 (調歩同期式)

図 14.7 にシリアル受信フローチャートの例を示します。
シリアルデータ受信は以下の手順に従って行ってください。

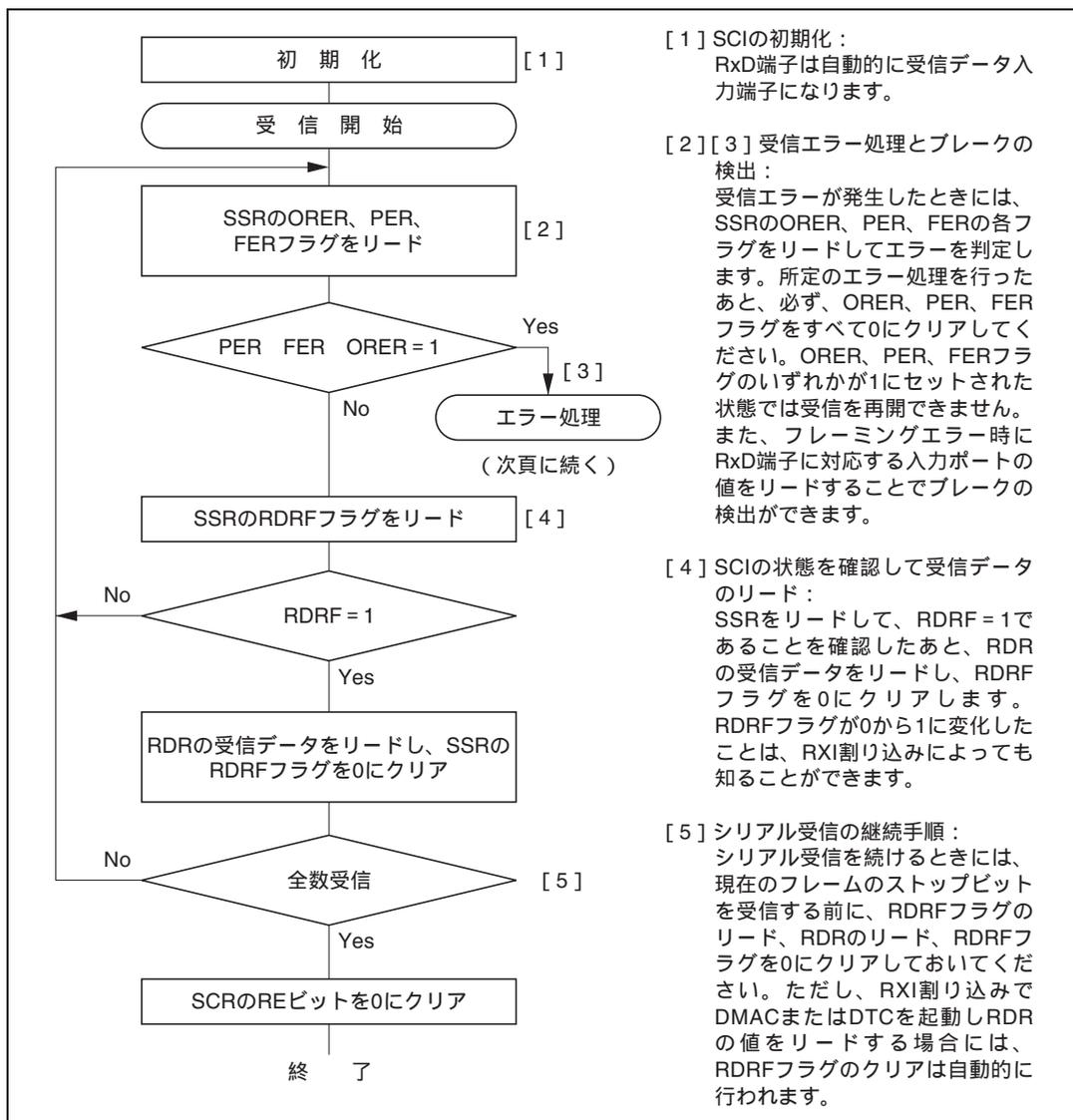


図 14.7 (1) シリアル受信フローチャートの例

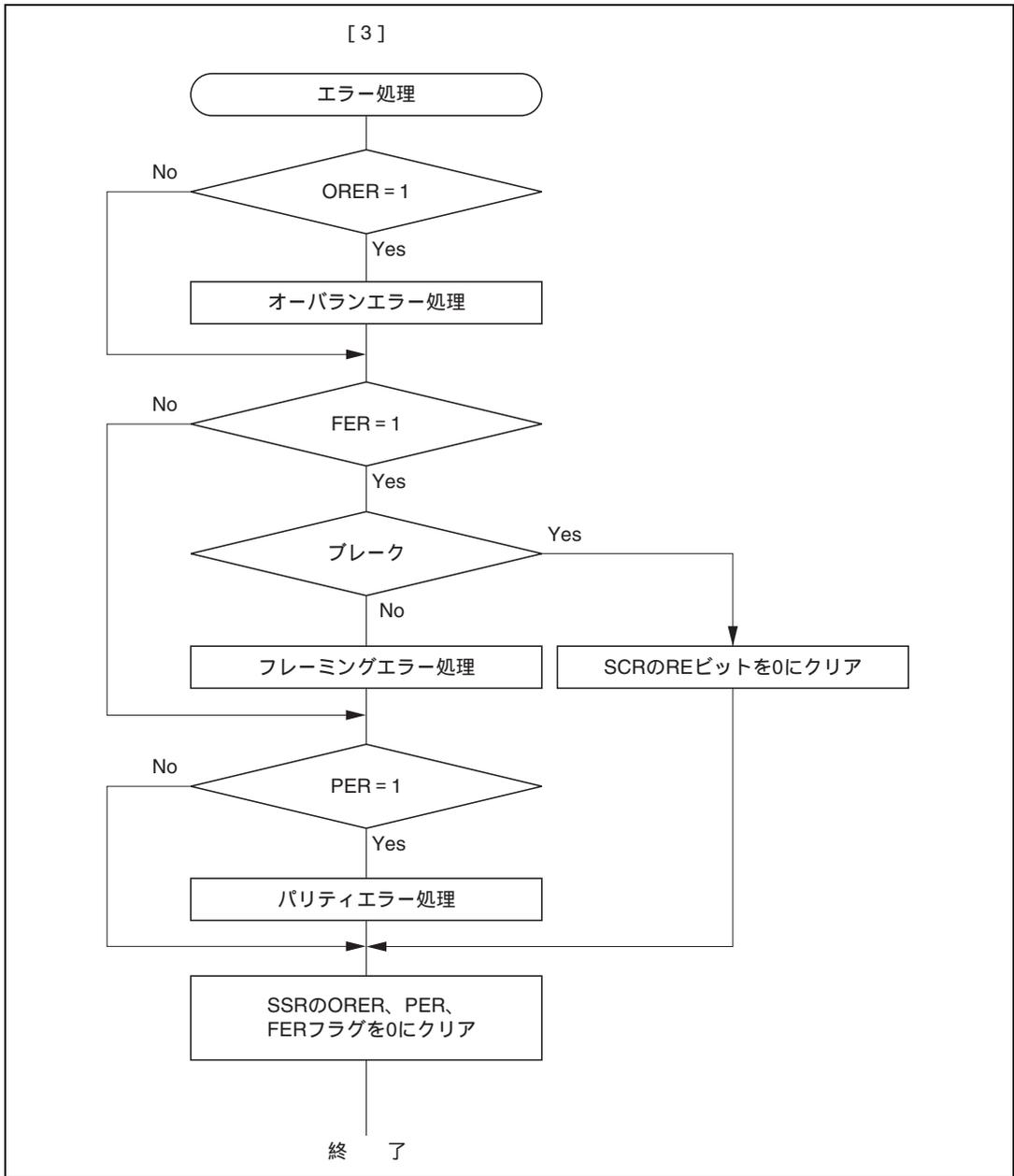


図 14.7 (2) シリアル受信フローチャートの例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

SCI は受信時に以下のように動作します。

- [1] SCIは通信回線を監視し、スタートビットの0を検出すると内部を同期化し、受信を開始します。
- [2] 受信したデータをRSRのLSBからMSBの順に格納します。
- [3] パリティビットおよびストップビットを受信します。
受信後、SCIは以下のチェックを行います。
 - [a] パリティチェック：
受信データの1の数をチェックし、これがSMRのO/Eビットで設定した偶数 / 奇数パリティになっているかをチェックします。
 - [b] ストップビットチェック：
ストップビットが1であるかをチェックします。
ただし、2ストップビットの場合、1ビット目のみをチェックします。
 - [c] ステータスチェック：
RDRFフラグが0であり、受信データをRSRからRDRに転送できる状態であるかをチェックします。

以上のチェックをすべて満足したとき、RDRF フラグが 1 にセットされ、RDR に受信データが格納されます。

エラーチェックで受信エラー*を発生すると表 14.11 のように動作します。

- 【注】 * 受信エラーが発生した状態では、以後の受信動作ができません。
また、受信時に RDRF フラグが 1 にセットされませんので、必ずエラーフラグを 0 にクリアしてください。
- [4] RDRFフラグが1になったとき、SCRのRIEビットが1にセットされていると受信データフル割り込み (RXI) 要求を発生します。
また、ORER、PER、FERフラグのいずれかが1になったとき、SCRのRIEビットが1にセットされていると受信エラー割り込み (ERI) 要求を発生します。

表 14.11 受信エラーと発生条件

受信エラー名	略称	発生条件	データ転送
オーバランエラー	ORER	SSR の RDRF フラグが 1 にセットされたまま次のデータ受信を完了したとき	RSR から RDR に受信データは転送されません。
フレーミングエラー	FER	ストップビットが 0 のとき	RSR から RDR に受信データが転送されます。
パリティエラー	PER	SMR で設定した偶数 / 奇数パリティの設定と受信したデータが異なるとき	RSR から RDR に受信データが転送されます。

調歩同期式モード受信時の動作例を図 14.8 に示します。

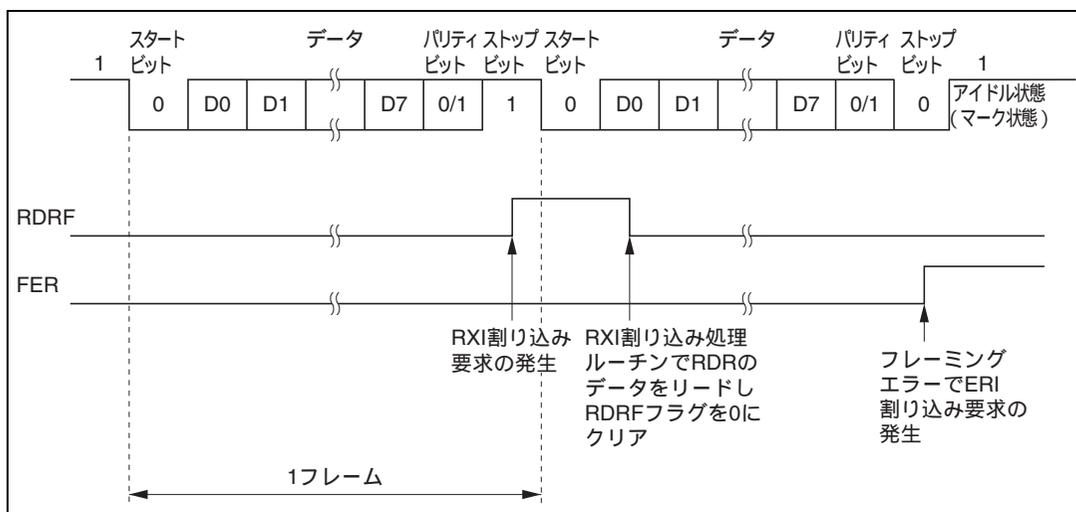


図 14.8 SCI の受信時の動作例
(8 ビットデータ/パリティあり/1 ストップビットの例)

14.3.3 マルチプロセッサ通信機能

マルチプロセッサ通信機能とは、調歩同期式モードでマルチプロセッサビットを付加したフォーマット (マルチプロセッサフォーマット) でシリアル通信をする機能です。この機能を使用すると、複数のプロセッサ間でシリアル通信回線を共有したデータの送受信ができます。

マルチプロセッサ通信を行うとき、受信局はおのの固有の ID コードでアドレッシングされています。

シリアル通信サイクルは、受信局を指定する ID 送信サイクルとデータ送信サイクルの 2 つから構成されます。この ID 送信サイクルとデータ送信サイクルの区別は、マルチプロセッサビットで行います。

送信局は、まず、シリアル通信を行いたい受信局の ID を、マルチプロセッサビット 1 を付加したデータにして送信します。続いて、送信データを、マルチプロセッサビット 0 を付加したデータにして送信します。

受信局は、マルチプロセッサビット 1 のデータが送信されるまでは、データを読み飛ばします。

マルチプロセッサビット 1 のデータを受信したとき、受信局は自局の ID と比較します。そして、一致した局は続いて送信されるデータを受信します。一方、一致しなかった局は、再びマルチプロセッサビット 1 のデータが送信されるまでは、データを読み飛ばします。このようにして複数のプロセッサ間のデータ送受信が行われます。

図 14.9 にマルチプロセッサフォーマットを使用したプロセッサ間通信の例を示します。

(1) 送信 / 受信フォーマット

送信 / 受信フォーマットは 4 種類です。

マルチプロセッサフォーマットを指定した場合は、パリティビットの指定は無効です。

詳細は表 14.10 を参照してください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

(2) クロック

「14.3.2 調歩同期式モード時の動作」を参照してください。

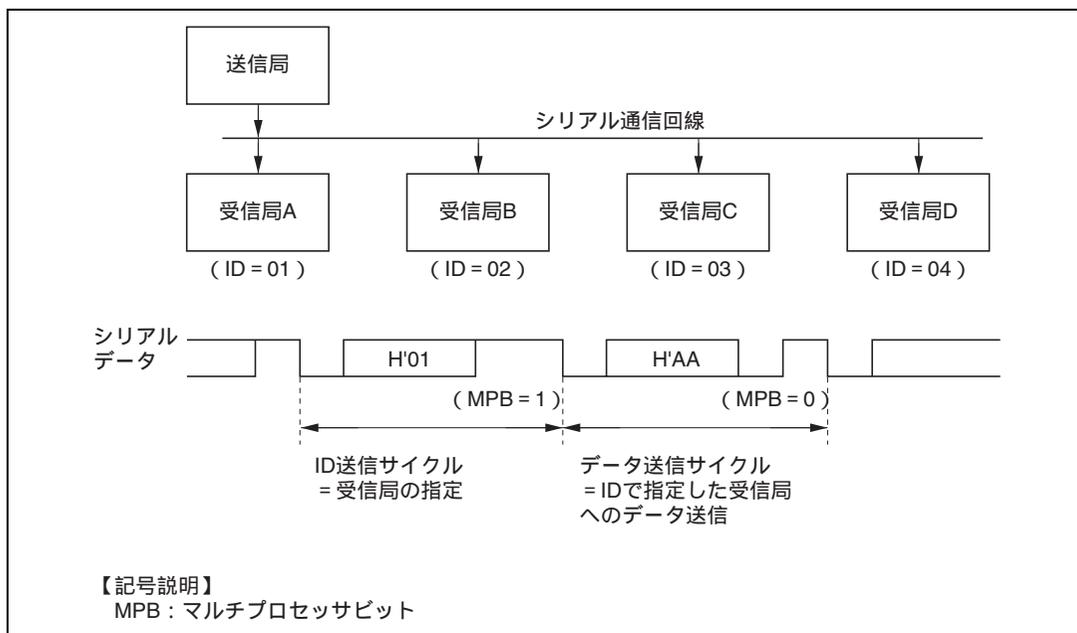


図 14.9 マルチプロセッサフォーマットを使用したプロセッサ間通信の例
(受信局 A へのデータ H'AA の送信の例)

(3) データの送信 / 受信動作

(a) マルチプロセッサシリアルデータ送信

図 14.10 にマルチプロセッサシリアルデータ送信のフローチャートの例を示します。
マルチプロセッサシリアルデータ送信は、以下の手順に従って行ってください。

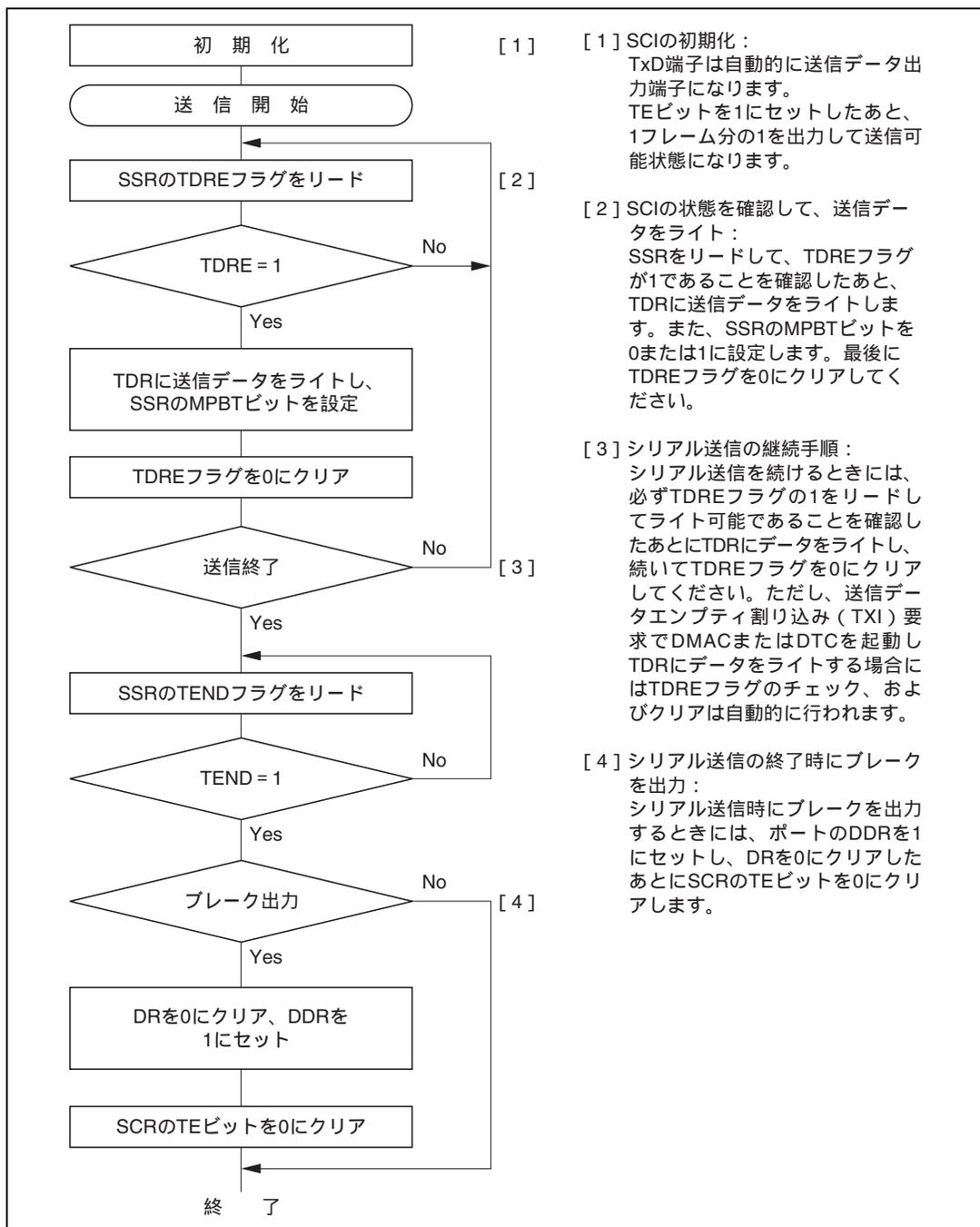


図 14.10 マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

SCI は、シリアル送信時に以下のように動作します。

- [1] SCIは、SSRのTDREフラグを監視し、0であるとTDRにデータがライトされたと認識し、TDRからTSRにデータを転送します。
- [2] TDRからTSRへデータを転送したあとにTDREフラグを1にセットし、送信を開始します。このとき、SCRのTIEビットが1にセットされていると送信データエンプティ割り込み (TXI) 要求を発生します。
シリアル送信データは、以下の順にTx/D端子から送り出されます。
 - [a] スタートビット：
1ビットの0が出力されます。
 - [b] 送信データ：
8ビット/7ビットのデータがLSBから順に出力されます。
 - [c] マルチプロセッサビット：
1ビットのマルチプロセッサビット (MPBTの値) が出力されます。
 - [d] ストップビット：
1ビット/2ビットの1 (ストップビット) が出力されます。
 - [e] マーク状態：
次の送信を開始するスタートビットを送り出すまで1を出力し続けます。
- [3] SCIは、ストップビットを送り出すタイミングでTDREフラグをチェックします。TDREフラグが0であるとTDRからTSRにデータを転送し、ストップビットを送り出したあと、次のフレームのシリアル送信を開始します。TDREフラグが1であるとSSRのTENDフラグを1にセットし、ストップビットを送り出したあと、1を出力するマーク状態になります。このときSCRのTEIEビットが1にセットされていると送信終了割り込み (TEI) 要求を発生します。

図14.11にマルチプロセッサフォーマットのSCIの送信時の動作例を示します。

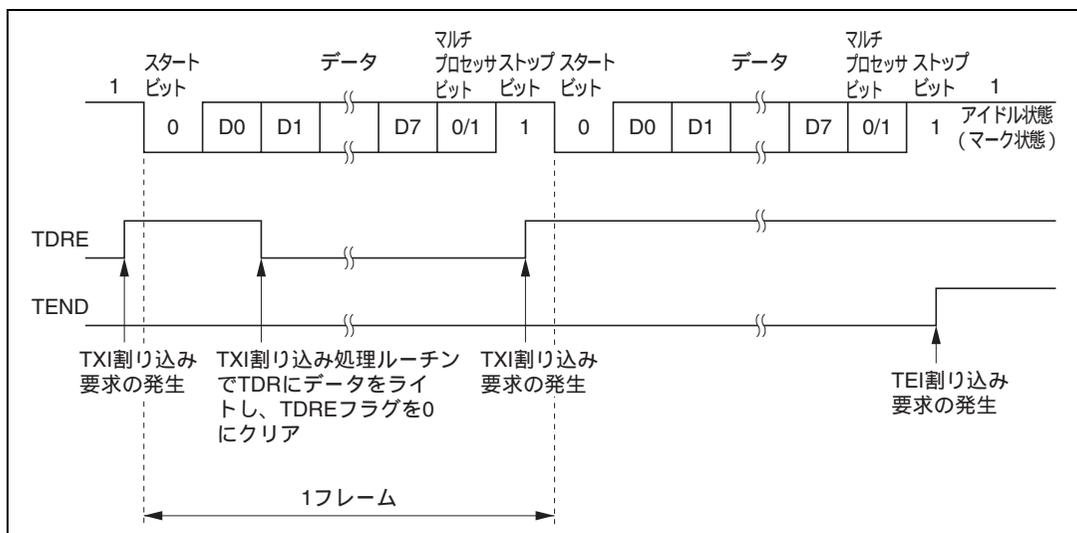


図 14.11 SCI の送信時の動作例
(8 ビットデータ / マルチプロセッサビットあり / 1 ストップビットの例)

(b) マルチプロセッサシリアルデータ受信

図 14.12 にマルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例を示します。
マルチプロセッサシリアルデータ受信は、以下の手順に従い行ってください。

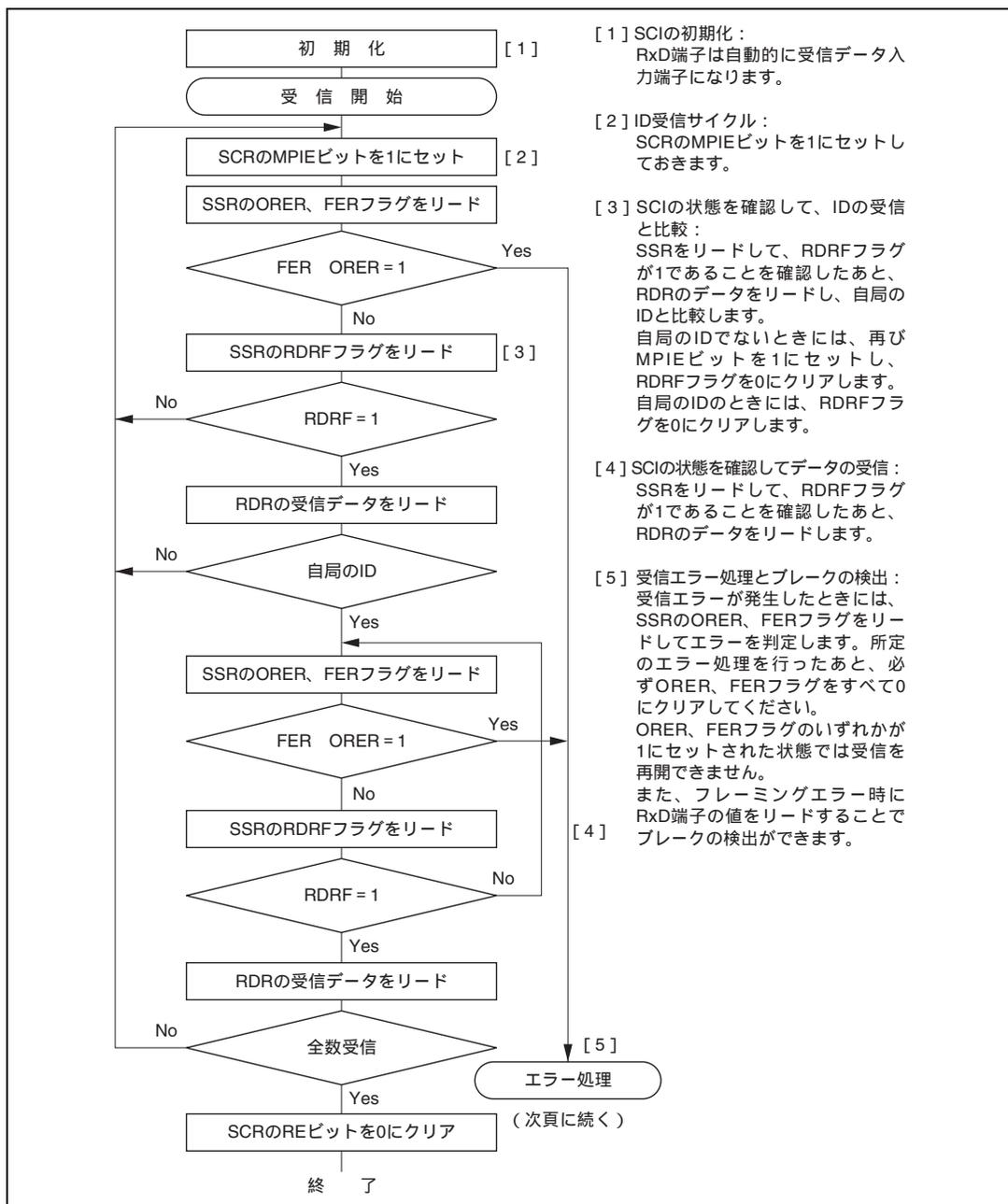


図 14.12 (1) マルチプロセッサシリアル受信フローチャートの例

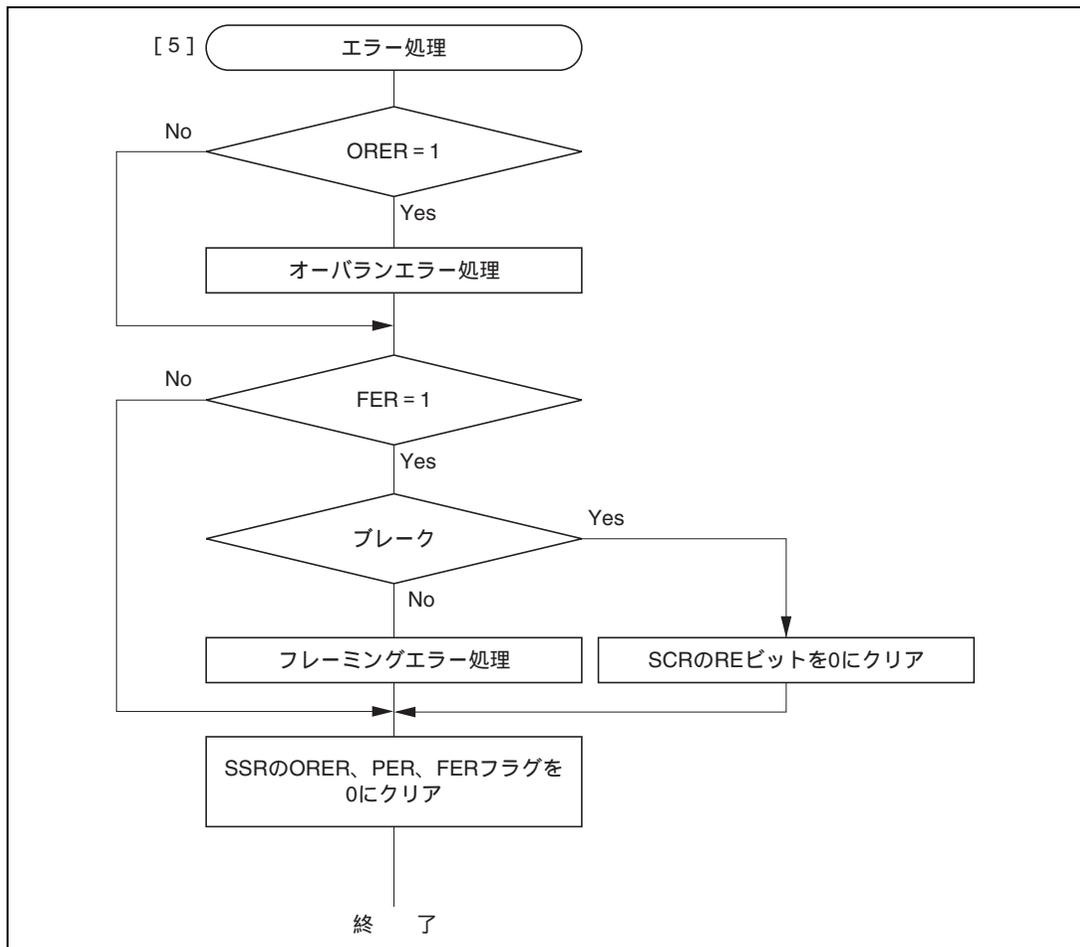


図 14.12 (2) マルチプロセッサシリアル受信フローチャートの例

図 14.13 にマルチプロセッサフォーマットの SCI の受信時の動作例を示します。

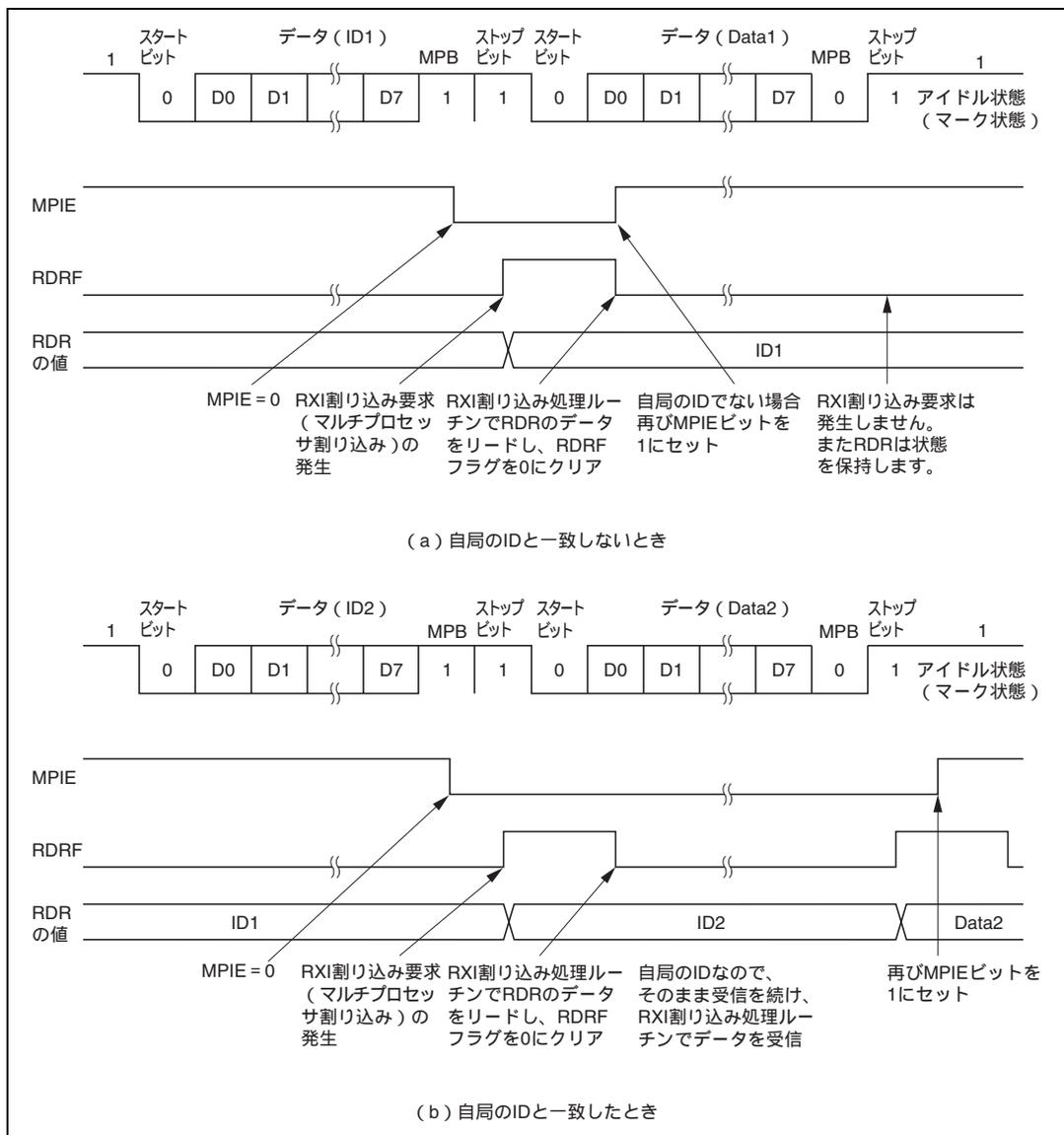


図 14.13 SCI の受信時の動作例

(8 ビットデータ / マルチプロセッサビットあり / 1 ストップビットの例)

14.3.4 クロック同期式モード時の動作

クロック同期式モードは、クロックパルスに同期してデータを送信または受信するモードで、高速シリアル通信に適しています。

SCI 内部では、送信部と受信部は独立していますので、クロックを共有することで全二重通信ができます。

また、送信部と受信部がともにダブルバッファ構造になっていますので送信および受信中にデータのリード/ライトができ、連続送信/受信が可能です。

クロック同期式シリアル通信の一般的なフォーマットを図 14.14 に示します。

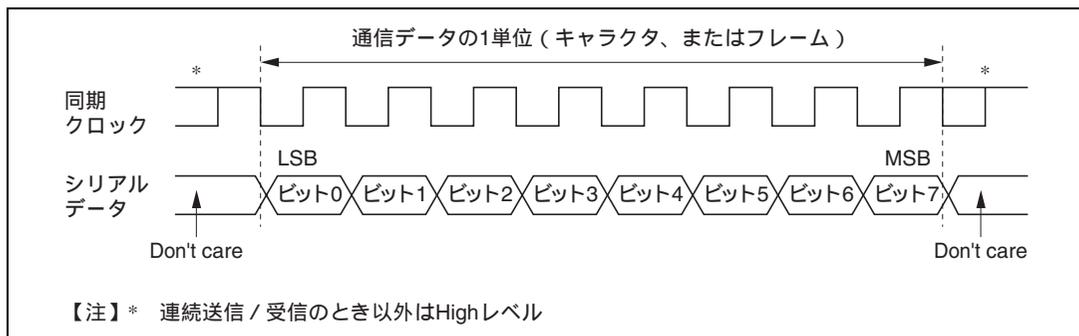


図 14.14 クロック同期式通信のデータフォーマット

クロック同期式シリアル通信では、通信回線のデータは同期クロックの立ち下がりから次の立ち上がりまで出力されます。また、同期クロックの立ち上がりでデータの確定が保証されます。

シリアル通信の1キャラクタは、データのLSBから始まり最後にMSBが出力されます。MSB出力後の通信回線の状態はMSBの状態を保ちます。

クロック同期式モードでは、SCIは同期クロックの立ち上がりに同期してデータを受信します。

(1) 送信/受信フォーマット

8ビットデータ固定です。

パリティビットやマルチプロセッサビットの付加はできません。

(2) クロック

SMRのC/AビットとSCRのCKE1、CKE0ビットの設定により内蔵ポーレートジェネレータの生成した内部クロック、または、SCK端子から入力された外部同期クロックの2種類から選択できます。SCIのクロックソースの選択については表 14.9を参照してください。

内部クロックで動作させるとき、SCK端子からは同期クロックが出力されます。

同期クロックは1キャラクタの送受信で8パルス出力され、送信/受信を行わないときにはHighレベルに固定されます。ただし、受信のみの動作のときは、オーバランエラーが発生するか、REビットを0にクリアするまで同期クロックは出力されます。1キャラクタ単位の受信動作を行いたいときは、クロックソースは外部クロックを選択してください。

(3) データの送信 / 受信動作

(a) SCI の初期化 (クロック同期式)

データの送信 / 受信前には、SCR の TE、RE ビットを 0 にクリアしたあと、以下の手順に従い SCI を初期化してください。

モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合には必ず、TE、RE ビットを 0 にクリアしてから下記手順で変更してください。TE ビットを 0 にクリアすると TDRE フラグは 1 にセットされ、TSR が初期化されます。

RE ビットを 0 にクリアしても RDRF、PER、FER、ORER の各フラグ、および RDR の内容は保持されますので注意してください。

図 14.15 に SCI の初期化フローチャートの例を示します。

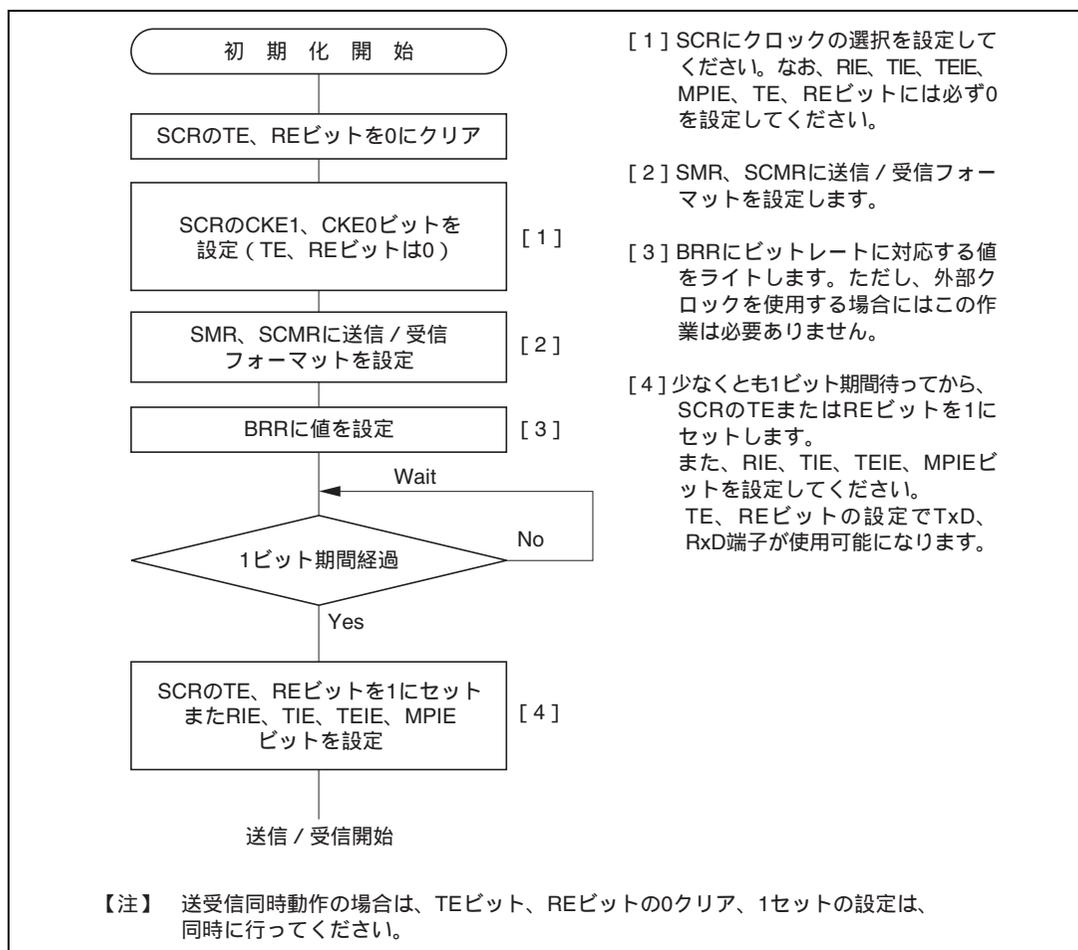


図 14.15 SCI の初期化フローチャートの例

(b) シリアルデータ送信 (クロック同期式)

図 14.16 にシリアル送信のフローチャートの例を示します。
シリアルデータ送信は以下の手順に従って行ってください。

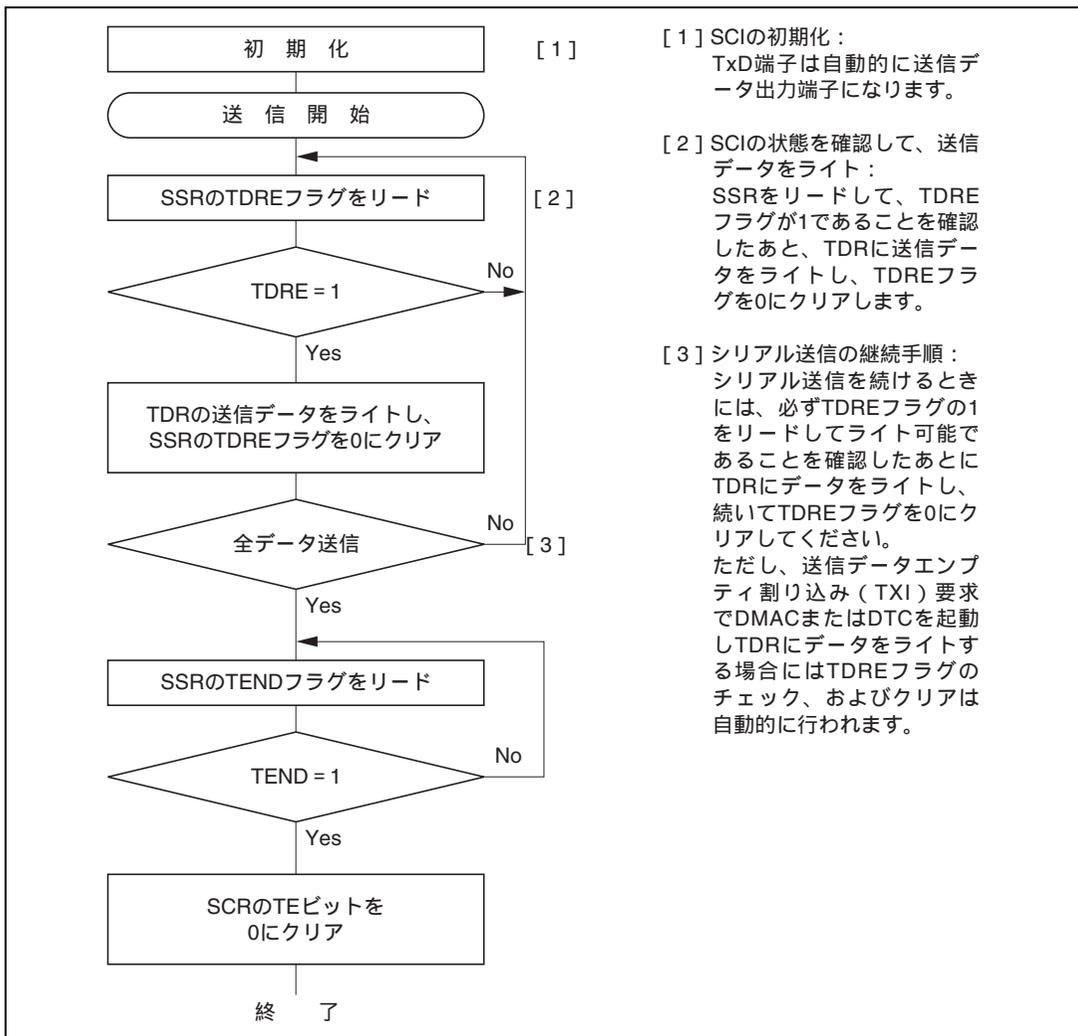


図 14.16 シリアル送信のフローチャートの例

SCI はシリアル送信時に以下のように動作します。

- [1] SCIは、SSRのTDREフラグを監視し、0であればTDRにデータがライトされたと認識し、TDRからTSRにデータを転送します。
- [2] TDRからTSRへデータを転送したあとにTDREフラグを1にセットし、送信を開始します。このとき、SCRのTIEビットが1にセットされていると送信データエンpty割り込み (TXI) 要求を発生します。
 クロック出力モードに設定したときには、SCIは同期クロックを8パルス出力します。外部クロックに設定したときには、入力クロックに同期してデータを出力します。
 シリアル送信データは、LSB (ビット0) からMSB (ビット7) の順にTxD端子から送り出されます。
- [3] SCIは、MSB (ビット7) を送り出すタイミングでTDREフラグをチェックします。
 TDREフラグが0であるとTDRからTSRにデータを転送し、次フレームのシリアル送信を開始します。
 TDREフラグが1であるとSSRのTENDフラグを1にセットし、MSB (ビット7) を送り出したあと、TxD端子は状態を保持します。
 このときSCRのTEIEビットが1にセットされていると送信終了割り込み (TEI) 要求を発生します。
- [4] シリアル送信終了後は、SCK端子はHighレベル固定になります。

図14.17にSCIの送信時の動作例を示します。

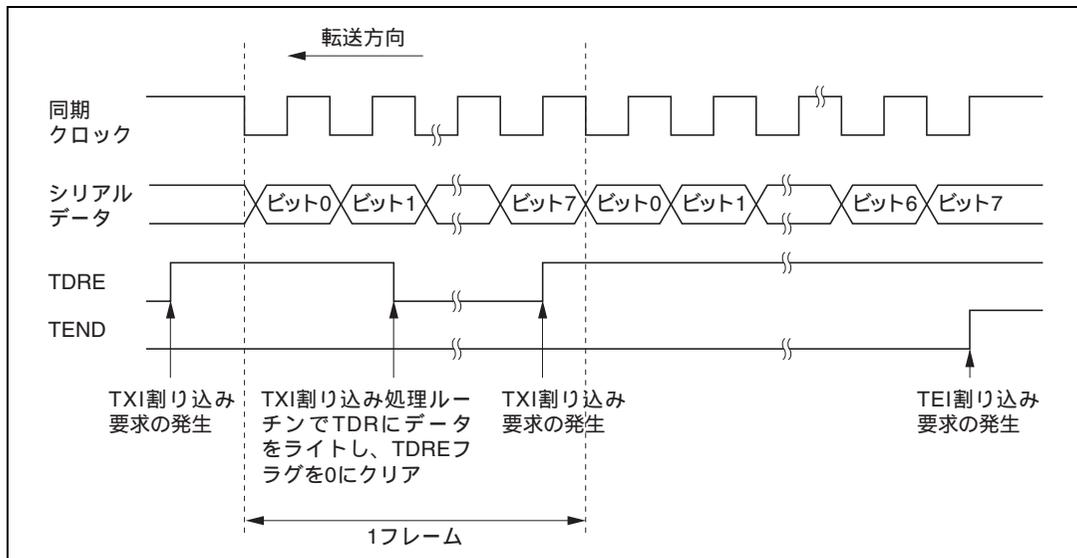


図 14.17 SCI の送信時の動作例

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

(c) シリアルデータ受信 (クロック同期式)

図 14.18 にシリアル受信フローチャートの例を示します。

シリアルデータ受信は以下の手順に従って行ってください。

動作モードを調歩同期式モードからクロック同期式モードに切り替える際には、必ず、ORER、PER、FER の各フラグが 0 にクリアされていることを確認してください。

FER、PER フラグが 1 にセットされていると RDRF フラグがセットされません。また、送信動作および受信動作のいずれも行行うことができません。

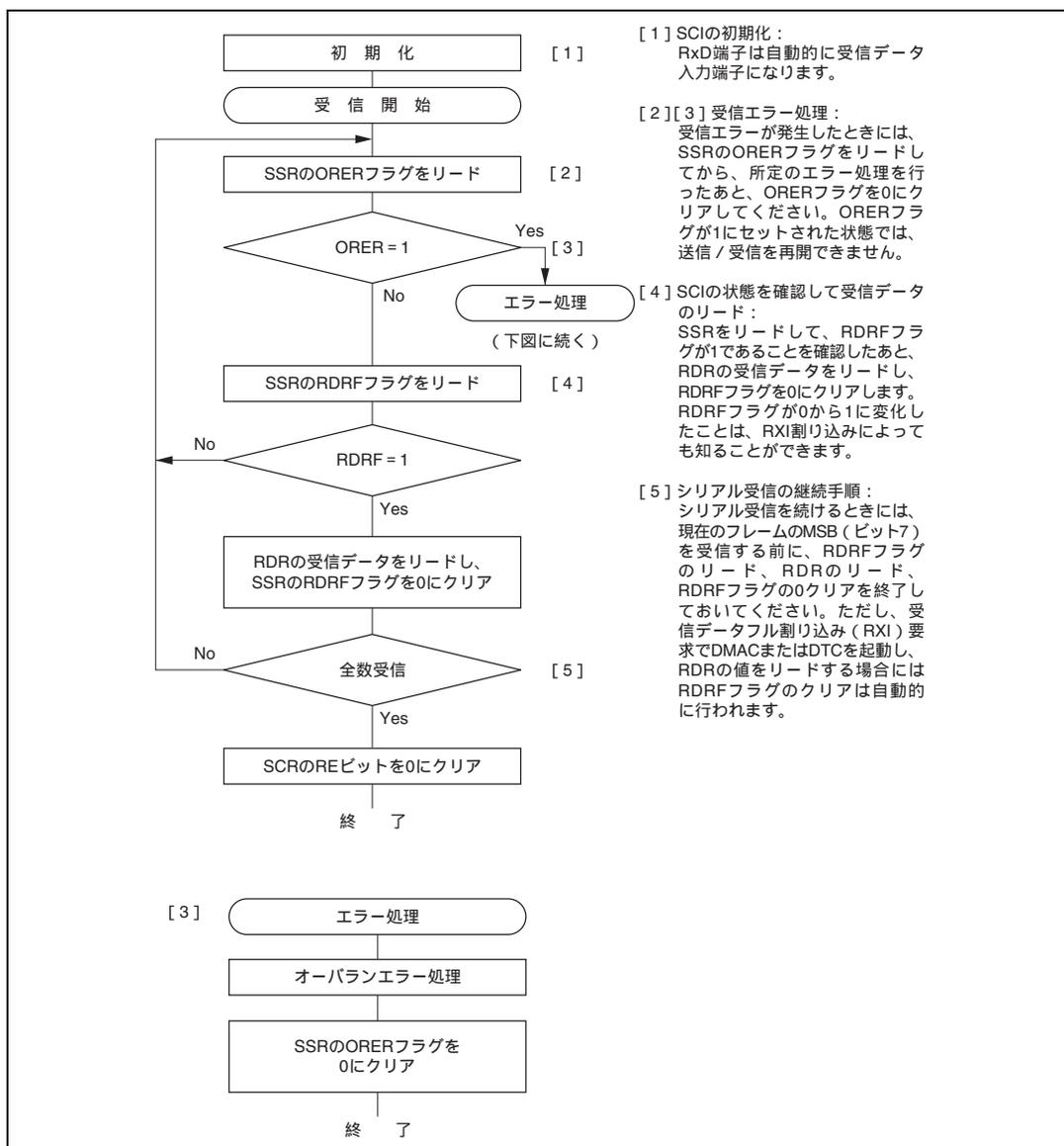


図 14.18 シリアルデータ受信フローチャートの例

SCI は受信時に以下のように動作します。

- [1] SCIは同期クロックの入力または出力に同期して内部を初期化します。
- [2] 受信したデータをRSRのLSBからMSBの順に格納します。
受信後、SCIは、RDRFフラグが0であり、受信データをRSRからRDRに転送できる状態であるかをチェックします。
このチェックを満足したときRDRFフラグが1にセットされ、RDRに受信データが格納されます。エラーチェックで受信エラーが発生すると、表14.11のように動作します。
エラーチェックで受信エラーが発生した状態では、以後の送信動作、受信動作のいずれも行いうることができません。
- [3] RDRFフラグが1になったとき、SCRのRIEビットが1にセットされていると受信データフル割り込み (RXI) 要求が発生します。
また、ORERフラグが1になったとき、SCRのRIEビットが1にセットされていると受信エラー割り込み (ERI) 要求が発生します。

図14.19にSCIの受信時の動作例を示します。

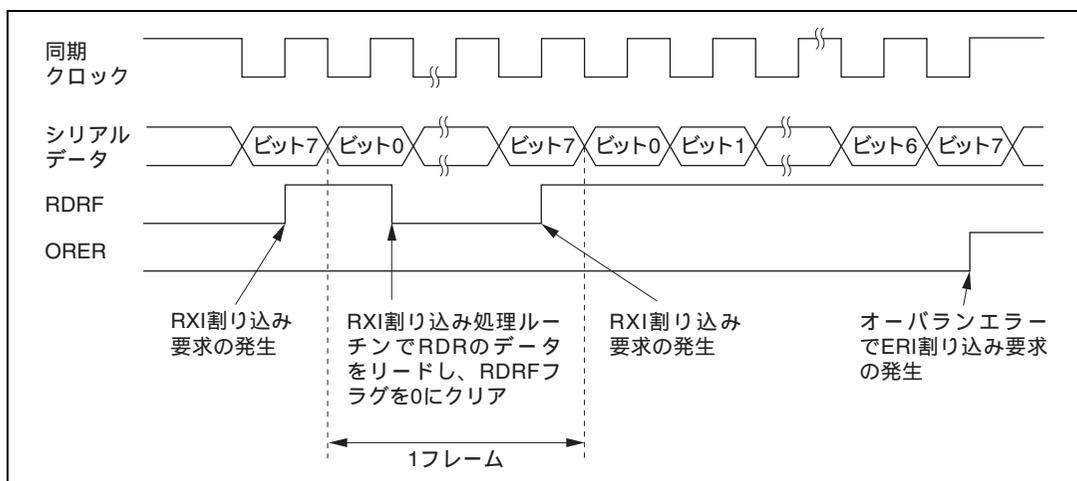


図 14.19 SCI の受信時の動作例

(d) シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)

図 14.20 にシリアル送受信同時動作のフローチャートの例を示します。
シリアルデータ送受信同時動作は、以下の手順に従って行ってください。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

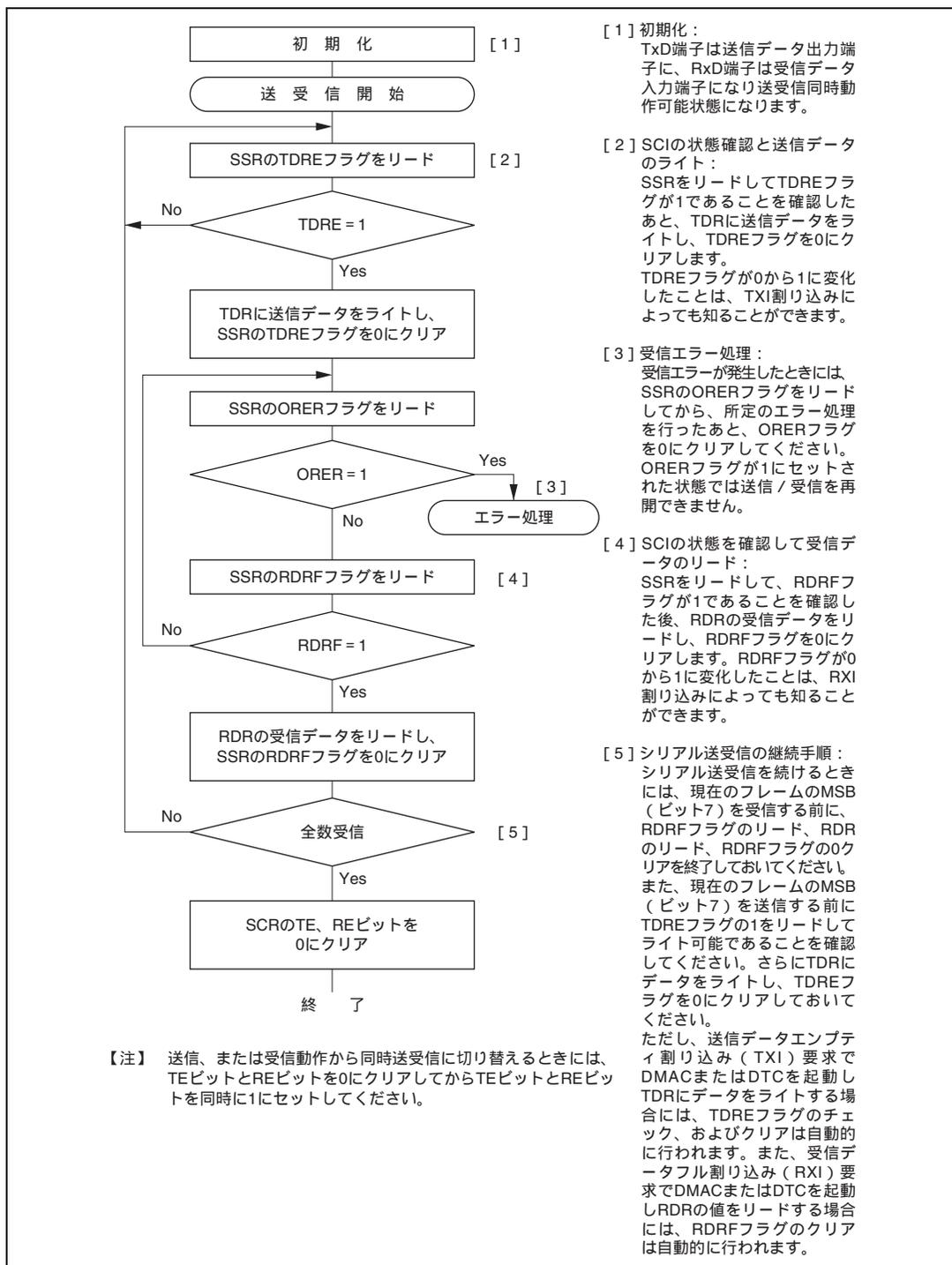


図 14.20 シリアル送受信同時動作のフローチャートの例

14.5 使用上の注意

SCIを使用する際は、以下のことに注意してください。

(1) TDR へのライトと TDRE フラグの関係について

SSRのTDREフラグはTDRからTSRに送信データの転送が行われたことを示すステータスフラグです。SCIがTDRからTSRにデータを転送すると、TDREフラグが1にセットされます。

TDRへのデータのライトは、TDREフラグの状態にかかわらず行うことができます。しかし、TDREフラグが0の状態新しいデータをTDRにライトすると、TDRに格納されていたデータは、まだTSRに転送されていないため失われてしまいます。したがってTDRへの送信データのライトは、必ずTDREフラグが1にセットされていることを確認してから行ってください。

(2) 複数の受信エラーが同時に発生した場合の動作について

複数の受信エラーが同時に発生した場合、SSRの各ステータスフラグの状態は、表14.13のようになります。また、オーバランエラーが発生した場合にはRSRからRDRへのデータ転送は行われず、受信データは失われます。

表 14.13 SSRのステータスフラグの状態と受信データの転送

SSRのステータスフラグ				受信データ転送		受信エラーの状態
RDRF	ORER	FER	PER	RSR	RDR	
1	1	0	0	x		オーバランエラー
0	0	1	0			フレーミングエラー
0	0	0	1			パリティエラー
1	1	1	0	x		オーバランエラー+フレーミングエラー
1	1	0	1	x		オーバランエラー+パリティエラー
0	0	1	1			フレーミングエラー+パリティエラー
1	1	1	1	x		オーバランエラー+フレーミングエラー+パリティエラー

【注】 : RSR RDRに受信データを転送します。

x : RSR RDRに受信データを転送しません。

(3) ブレークの検出と処理について (調歩同期式モードのみ)

フレーミングエラー (FER) 検出時に RxD 端子の値を直接リードすることで、ブレークを検出できます。ブレークでは、RxD 端子からの入力がすべて0になりますので FER フラグがセットされ、またパリティエラー (PER) もセットされる場合があります。

SCIは、ブレークを受信したあとも受信動作を続けますので、FERフラグを0にクリアしても再び1にセットされますので、注意してください。

(4) ブレークの送り出し (調歩同期式モードのみ)

TxD 端子は、DR と DDR により入出力方向とレベルが決まる I/O ポートと兼用になっています。これを利用してブレークの送り出しができます。

シリアル送信の初期化から TE ビットを 1 にセットするまでは、マーク状態を DR の値で代替しません (TE ビットを 1 にセットするまで、TxD 端子として機能しません)。このため、最初は TxD 端子に対応するポートの DDR と DR を 1 に設定しておきます。

シリアル送信時にブレークを送り出したいときは DR を 0 にクリアしたあと、TE ビットを 0 にクリアします。

TE ビットを 0 にクリアすると現在の送信状態とは無関係に送信部は初期化され、TxD 端子は I/O ポートになり、TxD 端子から 0 が出力されます。

(5) 受信エラーフラグと送信動作について (クロック同期式モードのみ)

受信エラーフラグ (ORER、PER、FER) が 1 にセットされた状態では、TDRE フラグを 0 にクリアしても送信を開始できません。必ず送信開始時には、受信エラーフラグを 0 にクリアしておいてください。

また、RE ビットを 0 にクリアしても受信エラーフラグは 0 にクリアできませんので注意してください。

(6) 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミングと受信マージン

調歩同期式モードでは、SCI は転送レートの 16 倍の周波数の基本クロックで動作しています。

受信時に SCI は、スタートビットの立ち下がりを基本クロックでサンプリングして、内部を同期化します。また、受信データを基本クロックの 8 クロック目の立ち上がりエッジで内部に取り込みます。これを図 14.21 に示します。

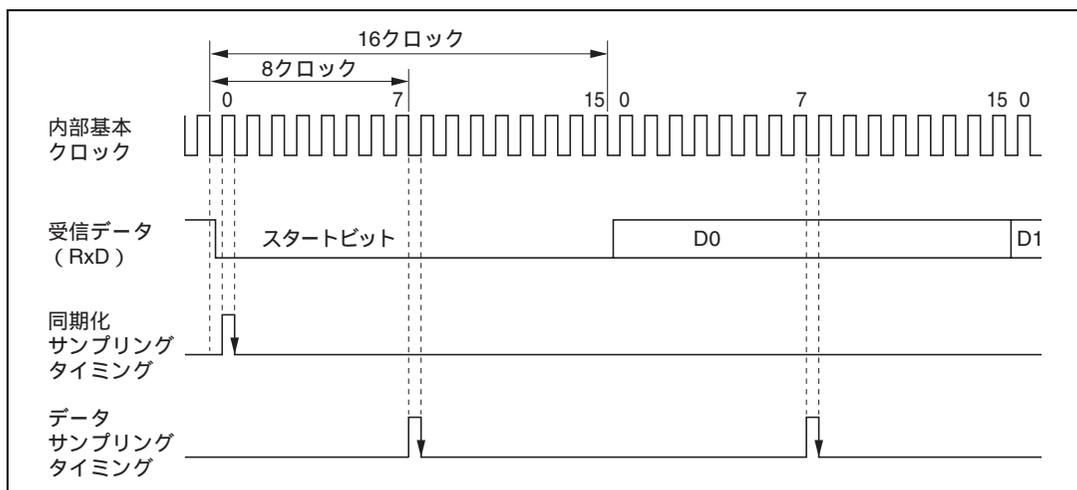


図 14.21 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミング

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

したがって、調歩同期式モードでの受信マージンは式 (1) のように表すことができます。

$$M = \left| \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - (L - 0.5) F - \frac{|D - 0.5|}{N} (1 + F) \right| \times 100\% \quad \dots \text{式 (1)}$$

M : 受信マージン (%)
N : クロックに対するビットレートの比 (N=16)
D : クロックデューティ (D=0~1.0)
L : フレーム長 (L=9~12)
F : クロック周波数の偏差の絶対値

式 (1) で、F=0、D=0.5 とすると、受信マージンは式 (2) より 46.875% となります。

D=0.5、F=0 のとき、

$$\begin{aligned} M &= \left(0.5 - \frac{1}{2 \times 16} \right) \times 100\% \\ &= 46.875\% \end{aligned} \quad \dots \text{式 (2)}$$

ただし、この値はあくまでも計算上の値ですので、システム設計の際には 20~30% の余裕を持たせてください。

(7) DMAC または DTC 使用上の制約事項

- (1) 同期クロックに外部クロックソースを使用する場合、DMACまたはDTCによるTDRの更新後、φクロックで5クロック以上経過したあとに、送信クロックを入力してください。TDRの更新後4クロック以内に送信クロックを入力すると、誤動作することがあります。(図14.22)
- (2) DMACまたはDTCにより、RDRのリードを行うときは必ず起動要因を当該SCIの受信データフル割り込み (RXI) に設定してください。

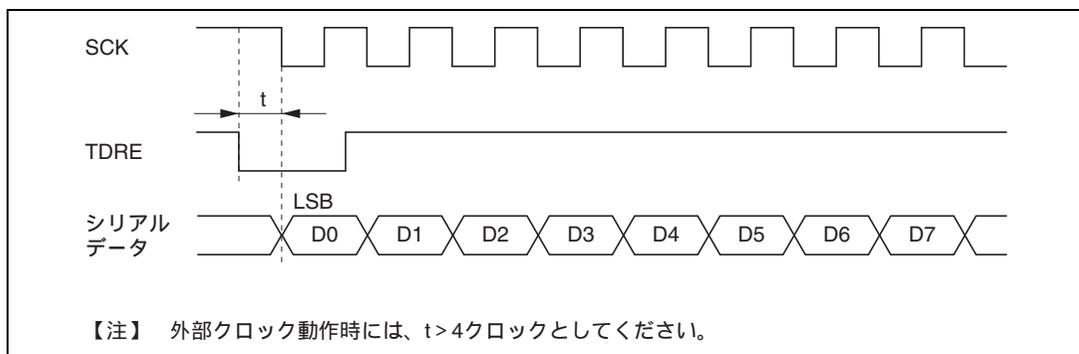


図 14.22 DTC によるクロック同期式送信時の例

(8) モード遷移時の動作について

(a) 送信

モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード遷移時には、動作を停止 ($TE = TIE = TEIE = 0$) してから行ってください。TSR、TDR、および SSR はリセットされます。モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード期間中の出力端子の状態は、ポートの設定に依存し、解除後 High 出力となります。もし送信中に遷移したときは、その送信中のデータは不確定なものになります。解除後に送信モードを変えないで送信する場合は、 $TE = 1$ に戻し、SSR リード TDR ライト TDRE クリアで送信開始できます。解除後に送信モードを変えて送信する場合は、初期設定から行ってください。図 14.23 に送信時のモード遷移フローチャートの例を示します。なお、ポート端子状態を図 14.24、図 14.25 に示します。

また、DTC 転送による送信から、モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード遷移時には、動作を停止 ($TE = TIE = TEIE = 0$) してから行ってください。解除後 DTC による送信をする場合は $TE = 1$ 、 $TIE = 1$ に設定すれば TXI フラグが立ち、DTC による送信が始まります。

(b) 受信

モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード遷移時には、受信動作を停止 ($RE = 0$) してから行ってください。RSR、RDR、および SSR はリセットされます。停止しないで遷移すると受信中の受信データは無効になります。

モード解除後、受信モードを変えないで受信する場合は、 $RE = 1$ に設定してから受信を開始してください。受信モードを変えて受信する場合は、初期設定から行ってください。

図 14.26 に受信時のモード遷移フローチャートの例を示します。

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

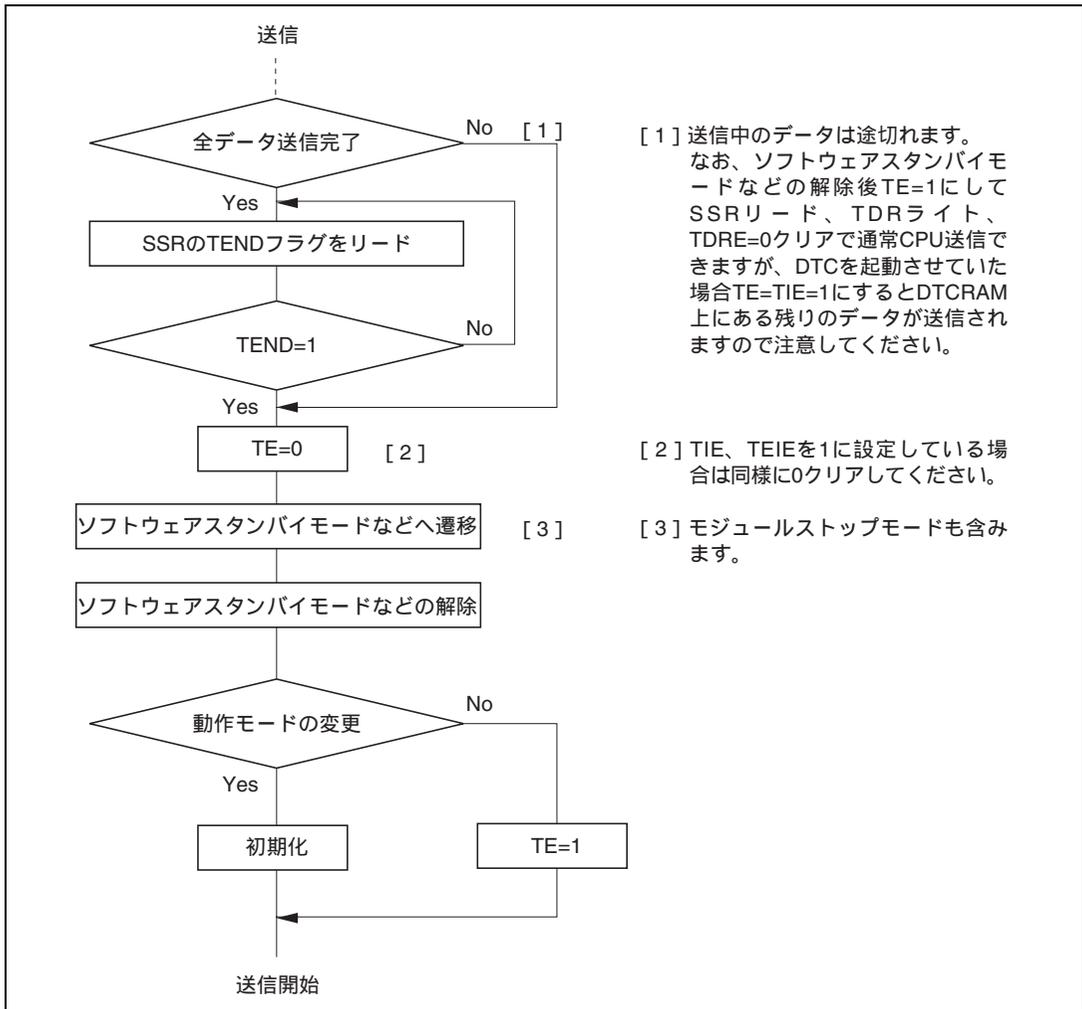


図 14.23 送信時のモード遷移フローチャートの例

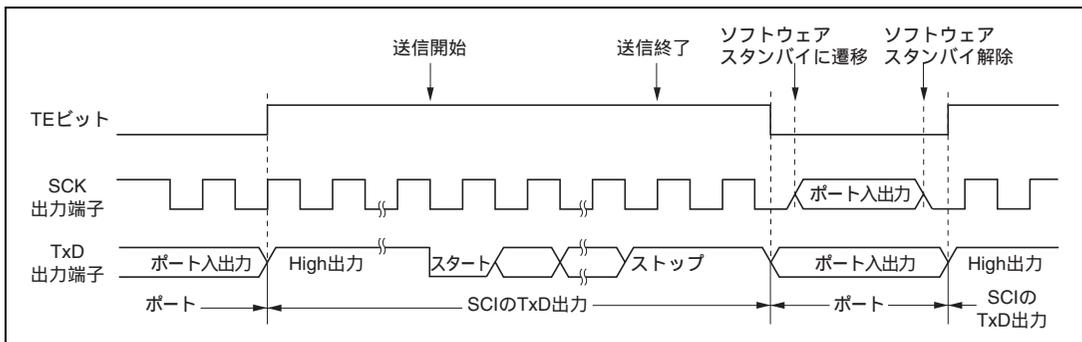


図 14.24 内部クロック、調歩同期送信の場合

14. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

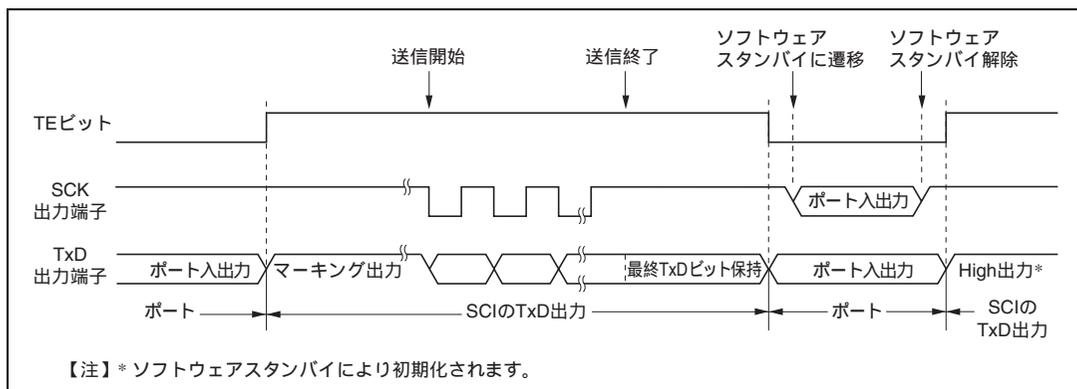


図 14.25 内部クロック、クロック同期送信の場合

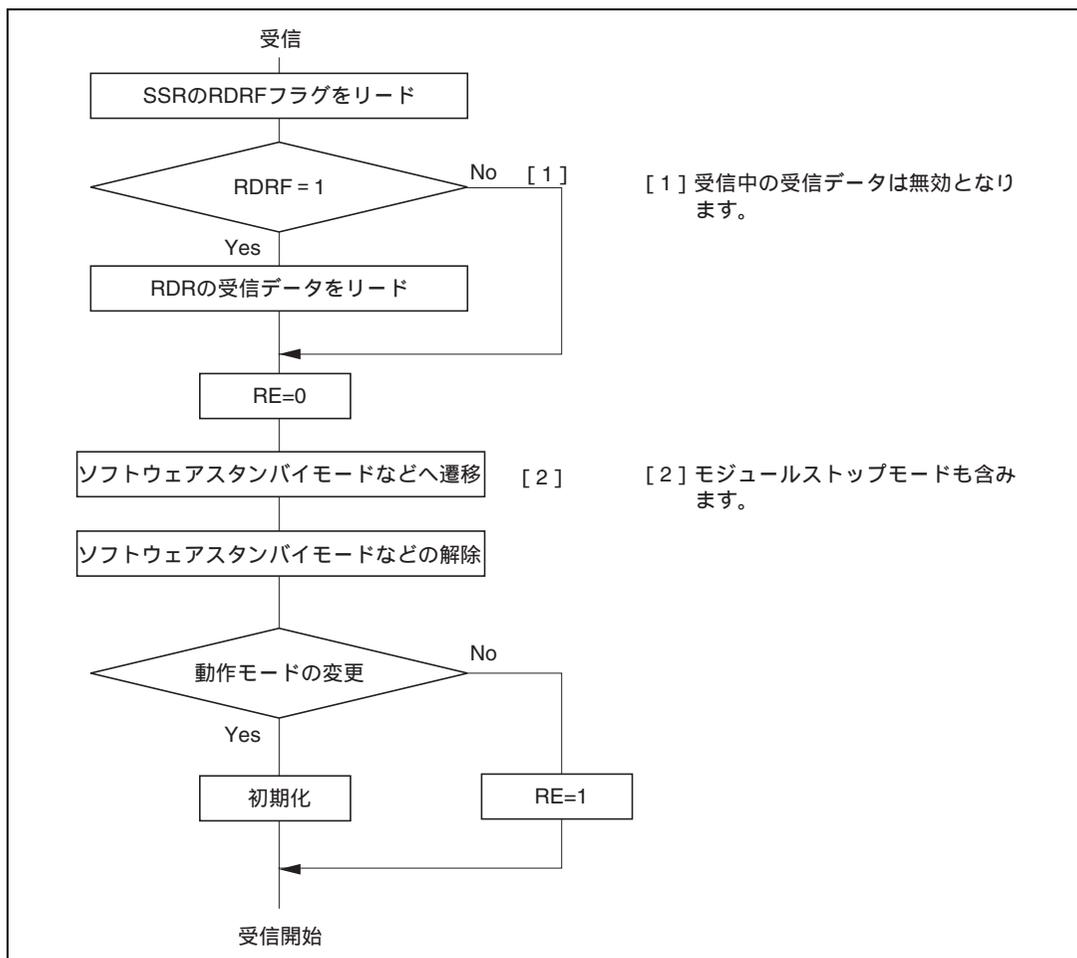


図 14.26 受信時のモード遷移フローチャートの例

15. スマートカードインタフェース

15.1 概要

SCI は、シリアルコミュニケーションインタフェースの拡張機能として、ISO/IEC 7816-3 (Identification Card)に準拠した IC カード(スマートカード)インタフェースをサポートしています。通常のシリアルコミュニケーションインタフェースとスマートカードインタフェースの切り替えはレジスタの設定で行います。

15.1.1 特長

本 LSI がサポートするスマートカードインタフェースには次の特長があります。

(1) 調歩同期式モード

- データ長：8 ビット
- パリティビットの生成およびチェック
- 受信モードにおけるエラーシグナル(パリティエラー)の送出
- 送信モードにおけるエラーシグナルの検出とデータの自動再送信
- ダイレクトコンベンション/インバースコンベンションの両方をサポート

(2) 内蔵ボーレートジェネレータにより任意のビットレートを選択可能

(3) 3 種類の割り込み要因

- 送信データエンプティ、受信データフル、送受信エラーの 3 種類の割り込み要因があり、それぞれ独立に要求可能
- 送信データエンプティ割り込みと受信データフル割り込みにより、DMA コントローラ (DMAC) またはデータトランスファコントローラ (DTC) を起動させてデータを転送可能

15.1.2 ブロック図

図 15.1 にスマートカードインタフェースのブロック図を示します。

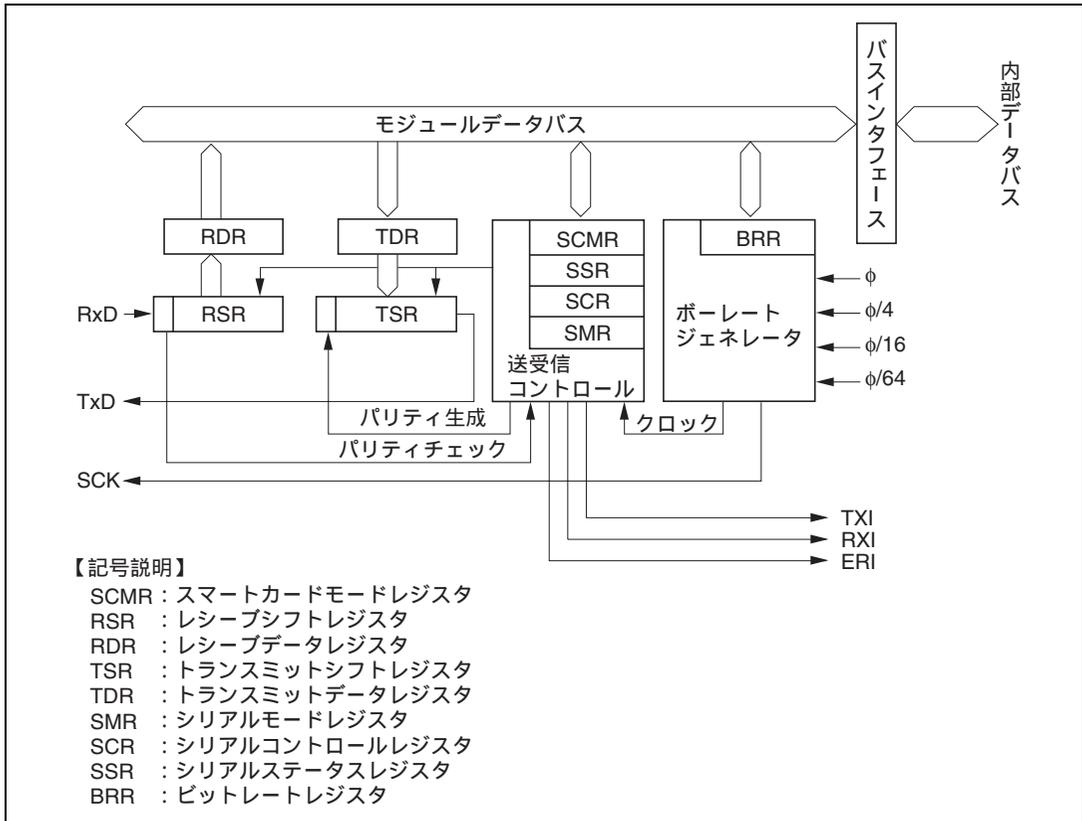


図 15.1 スマートカードインタフェースのブロック図

15.1.3 端子構成

スマートカードインタフェースの端子構成を表 15.1 に示します。

表 15.1 端子構成

チャンネル	名称	記号	入出力	機能
0	シリアルクロック端子 0	SCK0	入出力	SCI0 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 0	RxD0	入力	SCI0 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 0	TxD0	出力	SCI0 の送信データ出力
1	シリアルクロック端子 1	SCK1	入出力	SCI1 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 1	RxD1	入力	SCI1 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 1	TxD1	出力	SCI1 の送信データ出力
2	シリアルクロック端子 2	SCK2	入出力	SCI2 のクロック入出力
	レシーブデータ端子 2	RxD2	入力	SCI2 の受信データ入力
	トランスミットデータ端子 2	TxD2	出力	SCI2 の送信データ出力

15.1.4 レジスタ構成

スマートカードインタフェースで使用するレジスタ構成を表 15.2 に示します。SMR、BRR、SCR、TDR、RDR、MSTPCR については、通常の SCI の機能と同様ですので、「第 14 章 シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)」のレジスタの説明を参照してください。

表 15.2 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
0	シリアルモードレジスタ 0	SMR0	R/W	H'00	H'FF78
	ビットレートレジスタ 0	BRR0	R/W	H'FF	H'FF79
	シリアルコントロールレジスタ 0	SCR0	R/W	H'00	H'FF7A
	トランスミットデータレジスタ 0	TDR0	R/W	H'FF	H'FF7B
	シリアルステータスレジスタ 0	SSR0	R/(W)*2	H'84	H'FF7C
	レシーブデータレジスタ 0	RDR0	R	H'00	H'FF7D
	スマートカードモードレジスタ 0	SCMR0	R/W	H'F2	H'FF7E
1	シリアルモードレジスタ 1	SMR1	R/W	H'00	H'FF80
	ビットレートレジスタ 1	BRR1	R/W	H'FF	H'FF81
	シリアルコントロールレジスタ 1	SCR1	R/W	H'00	H'FF82
	トランスミットデータレジスタ 1	TDR1	R/W	H'FF	H'FF83
	シリアルステータスレジスタ 1	SSR1	R/(W)*2	H'84	H'FF84
	レシーブデータレジスタ 1	RDR1	R	H'00	H'FF85
	スマートカードモードレジスタ 1	SCMR1	R/W	H'F2	H'FF86
2	シリアルモードレジスタ 2	SMR2	R/W	H'00	H'FF88
	ビットレートレジスタ 2	BRR2	R/W	H'FF	H'FF89
	シリアルコントロールレジスタ 2	SCR2	R/W	H'00	H'FF8A
	トランスミットデータレジスタ 2	TDR2	R/W	H'FF	H'FF8B
	シリアルステータスレジスタ 2	SSR2	R/(W)*2	H'84	H'FF8C
	レシーブデータレジスタ 2	RDR2	R	H'00	H'FF8D
	スマートカードモードレジスタ 2	SCMR2	R/W	H'F2	H'FF8E
共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

- 【注】 *1 アドレスの低位 16 ビットを示しています。
*2 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

15.2 各レジスタの説明

スマートカードインターフェースで追加されるレジスタ、および機能が変更されるビットについて説明します。

15.2.1 スマートカードモードレジスタ (SCMR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF
初期値	1	1	1	1	0	0	1	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	-	R/W

SCMR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、スマートカードインターフェースの機能の選択を行います。

SCMR は、リセット、ハードウェアスタンバイモードでは HF2 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモード、モジュールストップモードでは、直前の状態を保持します。

ビット7~4：リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3：スマートカードデータトランスファディレクション (SDIR)

シリアル/パラレル変換のフォーマットを選択します。

ビット3	説明
SDIR	
0	TDR の内容を LSB ファーストで送信 受信データを LSB ファーストとして RDR に格納 (初期値)
1	TDR の内容を MSB ファーストで送信 受信データを MSB ファーストとして RDR に格納

ビット2：スマートカードデータインバート (SINV)

データのロジックレベルの反転を指定します。この機能は、SDIR ビットと組み合わせインバースコンベンションカードとの送受信に使用します。SINV ビットは、パリティビットのロジックレベルには影響しません。パリティに関する設定方法については、「15.3.4 レジスタの設定」を参照してください。

ビット2	説明
SINV	
0	TDR の内容をそのまま送信 受信データをそのまま RDR に格納 (初期値)
1	TDR の内容を反転してデータを送信 受信データを反転して RDR に格納

15. スマートカードインターフェース

ビット1: リザーブビット

リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット0: スマートカードインタフェースモードセレクト (SMIF)

スマートカードインタフェース機能を許可または禁止するビットです。

ビット0	説明
SMIF	
0	スマートカードインタフェース機能を禁止 (初期値)
1	スマートカードインタフェース機能を許可

15.2.2 シリアルステータスレジスタ (SSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	ERS	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

スマートカードインタフェースモードにおいては、SSRのビット4の機能が変更されます。また、これに関連してビット2のTENDのセット条件が変更になります。

ビット7~5:

通常のSCIと同様の動作をします。詳細は「14.2.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)」を参照してください。

ビット4: エラーシグナルステータス (ERS)

スマートカードインタフェースモードでは、送信時に受信側から送り返されるエラーシグナルのステータスを示します。なお、スマートカードインタフェースではフレーミングエラーは検出しません。

ビット4	説明
ERS	
0	正常に受信され、エラーシグナルがないことを表示 (初期値) [クリア条件] (1) リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時 (2) ERS=1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	受信側からパリティエラーの検出を示すエラーシグナルが送出されたことを表示 [セット条件] エラーシグナル Low をサンプリングしたとき

【注】 SCRのTEビットを0にクリアしても、ERSフラグは影響を受けず以前の状態を保持します。

ビット 3~0 :

通常の SCI と同様の動作をします。詳細は「14.2.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)」を参照してください。

ただし、TEND ビットのセット条件は次のようになります。

ビット 2	説明
TEND	
0	送信中であることを表示 [クリア条件] (1) TDRE = 1 の状態をリードしたあと、TDRE フラグに 0 をライトしたとき (2) TXI 割り込み要求による DMAC または DTC で TDR ヘデータをライトしたとき
1	送信を終了したことを表示 (初期値) [セット条件] (1) リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時 (2) SCR の TE ビットが 0 かつ ERS ビットが 0 のとき (3) GM = 0、BLK = 0 のとき 1 バイトのシリアルキャラクタを送信して、2.5etu 後に TDRE = 1 かつ ERS = 0 (正常送信) のとき (4) GM = 0、BLK = 1 のとき 1 バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.5etu 後に TDRE = 1 かつ ERS = 0 (正常送信) のとき (5) GM = 1、BLK = 0 のとき 1 バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.0etu 後に TDRE = 1 かつ ERS = 0 (正常送信) のとき (6) GM = 1、BLK = 1 のとき 1 バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.0etu 後に TDRE = 1 かつ ERS = 0 (正常送信) のとき

【注】 etu (Elementary time unit) : 1 ビットの転送期間

15.2.3 シリアルモードレジスタ (SMR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	GM	BLK	PE*	O/E	BCP1	BCP0	CKS1	CKS0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

【注】 * スマートカードインタフェースを使用する場合は、ビット 5 に 1 を設定してください。

スマートカードインタフェースモードにおいては、SMR のビット 7、6、3、2 の機能が変更されま
す。

ビット 7: GSM モード (GM)

スマートカードインタフェース機能を GSM モードに設定します。

通常のスマートカードインタフェース時は 0 に設定します。GSM モードは、本ビットを 1 に設定し、送信完了を示す TEND フラグのセットタイミングの前倒しと、クロック出力の制御モードの追加を行います。クロック出力の制御モードの追加内容は、シリアルコントロールレジスタ (SCR) のビット 1 およびビット 0 で指定します。

ビット 7	説明
GM	
0	通常のスマートカードインタフェースモードの動作 (初期値) (1) TEND フラグが開始ビットの先頭から 12.5etu (ブロック転送モード時は 11.5etu) のタイミングで発生 (2) クロック出力の ON/OFF 制御のみ
1	GSM モードのスマートカードインタフェースモードの動作 (1) TEND フラグが開始ビットの先頭から 11.0etu のタイミングで発生 (2) クロック出力の ON/OFF 制御のほか、High/Low 固定制御可能 (SCR で設定)

【注】 etu (Elementary time unit) : 1 ビットの転送期間

ビット6：ブロック転送モード（BLK）
 ブロック転送モードの選択を行います。

ビット6	説明
BLK	
0	通常のスマートカードインタフェースモードの動作 (1) エラーシグナルの送出、検出、データの自動再送信を行う (2) TXI 割り込みが TEND フラグにより発生する (3) TEND フラグの設定タイミングが、送信開始から 12.5etu 後 (GSM モードでは 11.0etu 後)
1	ブロック転送モードで動作 (1) エラーシグナルの送出、検出、データの自動再送信を行わない (2) TXI 割り込みが TDRE フラグにより発生する (3) TEND フラグの設定タイミングが、送信開始から 11.5etu 後 (GSM モードでは 11.0etu 後)

【注】 etu (Elementary time unit) : 1 ビットの転送期間

ビット3、2：基本クロックパルス 1、0 (BCP1、BCP0)

スマートカードインタフェースモードにおいては、1 ビット転送期間中の基本クロック数を指定することができます。

ビット3	ビット2	説明
BCP1	BCP0	
0	0	32 クロック (初期値)
	1	64 クロック
1	0	372 クロック
	1	256 クロック

ビット5、4、1、0：

通常の SCI と同様の動作をします。詳細は「14.2.5 シリアルモードレジスタ (SMR)」を参照してください。

15.2.4 シリアルコントロールレジスタ (SCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

スマートカードインタフェースモードで、シリアルモードレジスタ (SMR) のビット7 が 1 のときに、SCR のビット1 およびビット0 の機能が変更されます。

15. スマートカードインターフェース

ビット7~2:

通常の SCI と同様の動作をします。詳細は「14.2.6 シリアルコントロールレジスタ (SCR)」を参照してください。

ビット1, 0: クロックイネーブル1, 0 (CKE1, CKE0)

SCI のクロックソースの選択、および SCK 端子からのクロック出力の許可 / 禁止を設定します。
スマートカードインタフェースモード時では、通常のクロック出力の許可 / 禁止切り替えのほか、クロック出力の High レベル固定と Low レベル固定を設定することができます。

SCMR	SMR	SCR の設定		SCK 端子機能の説明
		SMIF	GM	
0				SCI 指定参照
1	0	0	0	ポート入出力端子として動作
1	0	0	1	SCK 出力端子としてクロック出力
1	1	0	0	SCK 出力端子として Low 出力固定
1	1	0	1	SCK 出力端子としてクロック出力
1	1	1	0	SCK 出力端子として High 出力固定
1	1	1	1	SCK 出力端子としてクロック出力

15.3 動作説明

15.3.1 概要

スマートカードインタフェースの主な機能は次のとおりです。

- (1) 1フレームは、8ビットデータとパリティビットで構成されます。
- (2) 送信時は、パリティビットの終了から次のフレーム開始まで2etu（ブロック転送モード時は1etu）（Elementary time unit：1ビットの転送期間）以上のガードタイムを置きます。
- (3) 受信時はパリティエラーを検出した場合、スタートビットから10.5etu経過後、エラーシグナルLowを1etu期間出力します（ブロック転送モード時を除く）。
- (4) 送信時はエラーシグナルをサンプリングすると、2etu以上経過後、自動的に同じデータを送信します（ブロック転送モード時を除く）。
- (5) 調歩同期式非同期通信機能のみサポートし、クロック同期式通信機能はありません。

15.3.2 端子接続

図 15.2 にスマートカードインタフェースに関する端子接続概略図を示します。

ICカードとの通信においては、1本のデータ伝送線で送信と受信が行われるので、LSI 端子側で TxD 端子と RxD 端子とを結線してください。また、データ伝送線は、抵抗で電源 VCC 側にプルアップしてください。

スマートカードインタフェースで生成するクロックを IC カードで使用する場合は、SCK 端子出力を IC カードの CLK 端子に入力します。IC カードで、内部クロックを使用する場合は接続不要です。

リセット信号としては、LSI のポート出力を使用します。

端子としては、これ以外に通常、電源とグラウンドの接続が必要です。

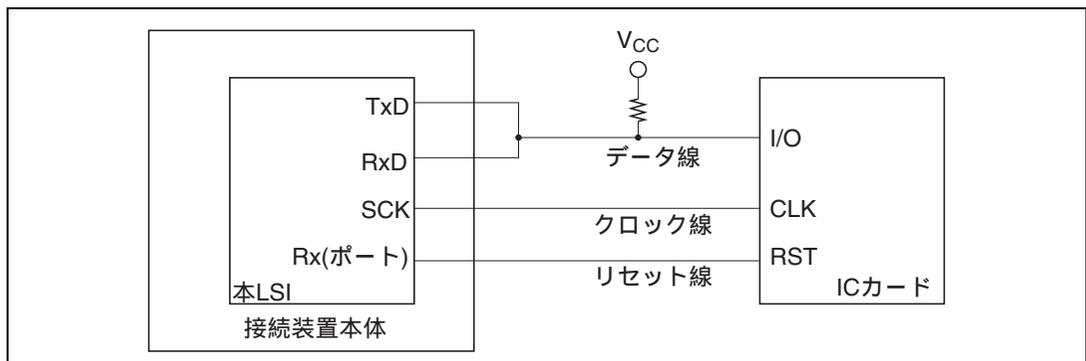


図 15.2 スマートカードインタフェース端子接続概略図

【注】 IC カードを接続しないで、RE = TE = 1 に設定すると、閉じた送信 / 受信が可能となり自己診断をすることができます。

15.3.3 データフォーマット

(1) 通常の転送モード

図 15.3 に通常のスマートカードインターフェースのデータフォーマットを示します。このモードでは、受信時は 1 フレームごとにパリティチェックを行い、エラーが検出された場合、送信側に対してエラー信号を送り返し、データの再送信要求をします。送信時は、エラー信号をサンプリングすると同じデータを再送信します。

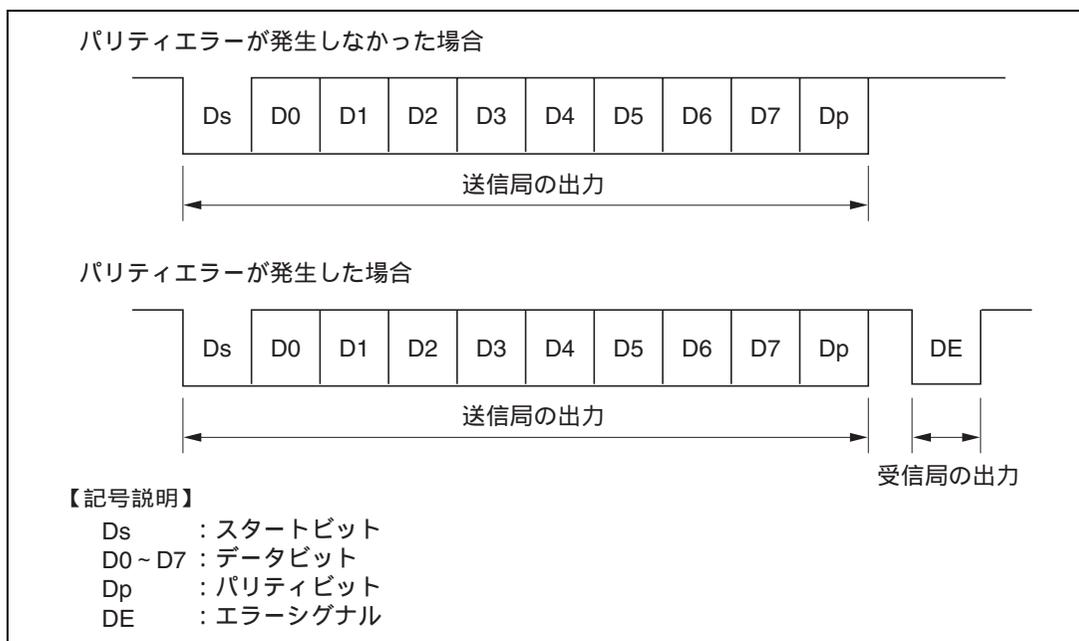


図 15.3 通常のスマートカードインターフェースのデータフォーマット

動作シーケンスは次のようになっています。

- [1] データ線は、未使用時にはハイインピーダンス状態であり、プルアップ抵抗によりHighレベルに固定されます。
- [2] 送信側は、1フレームのデータ送信を開始します。データのフレームは、スタートビット(Ds、Lowレベル)から開始します。このあとに、8ビットのデータビット(D0~D7)とパリティビット(Dp)が続きます。
- [3] スマートカードインタフェースでは、このあとにデータ線をハイインピーダンスに戻します。データ線はプルアップ抵抗によりHighレベルになります。
- [4] 受信側は、パリティチェックを行います。
パリティエラーがなく正常に受信した場合、そのまま次のデータ受信を待ちます。
一方、パリティエラーが発生した場合は、エラーシグナル(DE、Lowレベル)を出力し、データの再送信を要求します。受信局は、規定の期間エラーシグナルを出力したあと、再び信号線をハイインピーダンスにします。信号線はプルアップ抵抗によりHighレベルに戻ります。
- [5] 送信側は、エラーシグナルを受信しなかった場合、次のフレームのデータ送信に移ります。
一方、エラーシグナルを受信した場合は、[2] に戻りエラーとなったデータを再送信します。

(2) ブロック転送モード

ブロック転送モードの動作シーケンスは次のようになっています。

- [1] データ線は、未使用時にはハイインピーダンス状態であり、プルアップ抵抗によりHighレベルに固定されます。
- [2] 送信側は、1フレームのデータ送信を開始します。データのフレームは、スタートビット(Ds、Lowレベル)から開始します。このあとに、8ビットのデータビット(D0~D7)とパリティビット(Dp)が続きます。
- [3] スマートカードインタフェースでは、このあとにデータ線をハイインピーダンスに戻します。データ線はプルアップ抵抗によりHighレベルになります。
- [4] 受信側は、パリティエラーのチェックを行います。エラーが発生してもエラーシグナルは出力しません。エラーが発生すると、以後の受信動作ができませんので、次のフレームのパリティビットを受信する前までにエラーフラグを0にクリアしてください。
- [5] 送信側は次のフレームのデータ送信に移ります。

15.3.4 レジスタの設定

スマートカードインタフェースで使用するレジスタのビットマップを表 15.3 に示します。

0 または 1 が表示されているビットは、必ず表示されている値を設定してください。以下にそれ以外のビットの設定方法について説明します。

表 15.3 スマートカードインタフェースでのレジスタ設定

レジスタ	ビット							
	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0
SMR	GM	BLK	1	O/E	BCP1	BCP0	CKS1	CKS0
BRR	BRR7	BRR6	BRR5	BRR4	BRR3	BRR2	BRR1	BRR0
SCR	TIE	RIE	TE	RE	0	0	CKE1*	CKE0
TDR	TDR7	TDR6	TDR5	TDR4	TDR3	TDR2	TDR1	TDR0
SSR	TDRE	RDRF	ORER	ERS	PER	TEND	0	0
RDR	RDR7	RDR6	RDR5	RDR4	RDR3	RDR2	RDR1	RDR0
SCMR	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF

【注】 - : 未使用ビットを示します。

* : SMR の GM を 0 に設定したときは、必ず CKE1 ビットを 0 に設定してください。

(1) SMR の設定

GM ビットは、通常のスマートカードインタフェースモード時は 0 を設定し、GSM モード時は 1 を設定します。O/E ビットは、IC カードがダイレクトコンベンション時は 0 を設定し、インバースコンベンション時には 1 を設定します。

CKS1、CKS0 ビットは、内蔵ポーレートジェネレータのクロックソースを、BCP1、BCP0 ビットは 1 ビット転送期間中の基本クロック数を選択します。

詳細は「15.3.5 クロック」を参照してください。

BLK ビットは、通常のスマートカードインタフェースモード時には 0 を設定し、ブロック転送モード時には 1 を設定します。

(2) BRR の設定

ビットレートを設定します。設定値の算出方法は「15.3.5 クロック」を参照してください。

(3) SCR の設定

TIE、RIE、TE、RE ビットの機能は通常の SCI と同様です。詳細は「第 14 章 シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)」を参照してください。

CKE1、CKE0 ビットはクロック出力を指定します。SMR の GM ビットが 0 にクリアされているとき、クロックを出力しない場合は B'00 に設定し、クロックを出力する場合は B'01 に設定します。SMR の GM ビットが 1 にセットされているとき、クロック出力を行います。クロック出力を Low レベルまたは High レベルに固定することもできます。

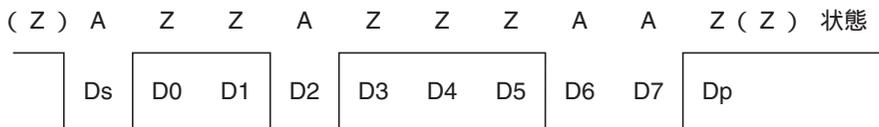
(4) スマートカードモードレジスタ (SCMR) の設定

SDIR ビットは、IC カードがダイレクトコンベンション時は 0 を設定し、インバースコンベンション時は 1 を設定します。

SINV ビットは IC カードがダイレクトコンベンション時は 0 を設定し、インバースコンベンション時は 1 を設定します。

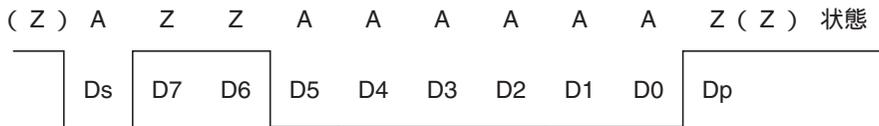
SMIF ビットはスマートカードインタフェースの場合 1 を設定します。

以下に、2 種類の IC カード (ダイレクトコンベンションタイプとインバースコンベンションタイプ) に対するレジスタ設定値と、開始キャラクタでの波形例を示します。

(a) ダイレクトコンベンション (SDIR = SINV = O/\bar{E} = 0)

ダイレクトコンベンションタイプは、論理 1 レベルを状態 Z に、論理 0 レベルを状態 A に対応付け、LSB ファーストで送受信する方式です。上記の開始キャラクタのデータは H'3B となります。

パリティビットは、スマートカードの規程により偶数パリティで 1 となります。

(b) インバースコンベンション (SDIR = SINV = O/\bar{E} = 1)

インバースコンベンションタイプは、論理 1 レベルを状態 A に、論理 0 レベルを状態 Z に対応付け、MSB ファーストで送受信する方式です。上記の開始キャラクタのデータは H'3F となります。

パリティビットは、スマートカードの規程により偶数パリティで論理 0 となり、状態 Z が対応します。

なお、本 LSI では、SINV ビットによる反転はデータビット D7 ~ D0 のみとなっています。パリティビットの反転のために SMR の O/\bar{E} ビットを奇数パリティモードに設定します (送信、受信とも同様です)。

15.3.5 クロック

スマートカードインタフェースにおける送受信クロックは、内蔵ポーレートジェネレータの生成した内部クロックのみ使用できます。このとき、ビットレートはBRRとSMRのCKS1、CKS0、BCP1、BCP0ビットで設定され、以下に示す計算式になります。ビットレートの例を表15.5に示します。

このときCKE0=1でクロック出力を選択すると、SCK端子からクロックが出力されます。また、クロックの周波数はビットレートとBCP1、BCP0ビットの設定により決まります。

$$B = \frac{\phi}{S \times 2^{2n+1} \times (N+1)} \times 10^6$$

ただし、N = BRR の設定値 (0 ≤ N ≤ 255)

B = ビットレート (bit/s)

φ = 動作周波数 (MHz)

n = 表 15.4 を参照

S = BCP1、BCP0 で設定した 1 ビット期間の内部クロック数

表 15.4 n と CKS1、CKS0 の対応表

n	CKS1	CKS0
0	0	0
1		1
2	1	0
3		1

表 15.5 BRR の設定に対するビットレート B (bit/s) の例

(ただし、n=0、S=372 のとき)

N	φ (MHz)							
	10.00	10.714	13.00	14.285	16.00	18.00	20.00	25.00
0	13441	14400	17473	19200	21505	24194	26882	33602
1	6720	7200	8737	9600	10753	12097	13441	16801
2	4480	4800	5824	6400	7168	8065	8961	11201

【注】 ビットレートは、小数点以下 1 桁目を四捨五入した数値です。

一方、動作周波数とビットレートからビットレートレジスタ (BRR) の設定値を算出する式は次のようになります。ただし、N は整数値、0 ≤ N ≤ 255 であり、誤差の小さい方を指定します。

$$N = \frac{\phi}{S \times 2^{2n+1} \times B} \times 10^6 - 1$$

表 15.6 ビットレート B (bit/s) に対する BRR の設定例

(ただし、n=0、S=372 のとき)

bit/s	φ (MHz)																	
	7.1424		10.00		10.7136		13.00		14.2848		16.00		18.00		20.00		25.00	
	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差	N	誤差
9600	0	0.00	1	30	1	25	1	8.99	1	0.00	1	12.01	2	15.99	2	6.60	3	12.49

表 15.7 各周波数における最大ビットレート (スマートカードインタフェースモード時)

(ただし S=372 のとき)

φ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	N	n
7.1424	9600	0	0
10.00	13441	0	0
10.7136	14400	0	0
13.00	17473	0	0
14.2848	19200	0	0
16.00	21505	0	0
18.00	24194	0	0
20.00	26882	0	0
25.00	33602	0	0

ビットレート誤差は以下の計算式で求められます。

$$\text{誤差 (\%)} = \left(\frac{\phi}{S \times 2^{2n+1} \times B \times (N+1)} \times 10^6 - 1 \right) \times 100$$

15.3.6 データの送信 / 受信動作

(1) 初期設定

データの送受信の前に、以下の手順で SCI を初期化してください。送信モードから受信モードへの切り替え、受信モードから送信モードへの切り替えにおいても初期化が必要です。

- [1] SCRのTE、REビットを0にクリアします。
- [2] SSRのエラーフラグERS、PER、ORERを0にクリアしてください。
- [3] SMRのGM、BLK、 $\overline{O\bar{E}}$ 、BCP1、BCP0、CKS1、CKS0ビットを設定してください。このとき、PEビットは1に設定してください。
- [4] SCMRのSMIF、SDIR、SINVビットを設定してください。
SMIFビットを1にセットすると、TxD端子およびRxD端子はともにポートからSCIの端子に切り替えられ、ハイインピーダンス状態となります。
- [5] ビットレートに対応する値をBRRに設定します。
- [6] SCRのCKE1、CKE0ビットを設定してください。このとき、TIE、RIE、TE、RE、MPIE、TEIEビットは、0に設定してください。
CKE0ビットを1にセットした場合は、SCK端子からクロック出力されます。
- [7] 少なくとも、1ビット期間待ってから、SCRのTIE、RIE、TE、REビットを設定してください。
自己診断以外はTEビットとREビットを同時にセットしないでください。

(2) シリアルデータ送信 (ブロック転送モードを除く)

スマートカードモードにおけるデータ送信では、エラーシグナルのサンプリングと再送信処理があるため、通常の SCI とは処理手順が異なります。送信処理フローの例を図 15.4 に示します。

また、送信動作と内部レジスタの関連を図 15.5 に示します。

- [1] (1) の手順に従いスマートカードインタフェースモードに初期化します。
- [2] SSRのエラーフラグERSが0にクリアされていることを確認してください。
- [3] SSRのTENDフラグが1にセットされていることが確認できるまで、[2]、[3] を繰り返してください。
- [4] TDRに送信データをライトして、TDREフラグを0にクリアし送信動作を行います。このとき、TENDフラグは0にクリアされます。
- [5] 連続してデータを送信する場合は、[2] に戻ってください。
- [6] 送信を終了する場合は、TEビットを0にクリアします。

以上の一連の処理は、割り込み処理または DMAC、DTC によるデータ転送が可能です。

TIE ビットを 1 にセットし、割り込み要求を許可しておいたとき、送信が終了し TEND フラグが 1 にセットされると、送信データエンプティ割り込み (TXI) 要求が発生します。RIE ビットを 1 にセットし、割り込み要求を許可しておいたとき、送信時にエラーが発生し、ERS フラグが 1 にセットされると、送受信エラー割り込み (ERI) 要求が発生します。

SMR の GM ビットにより、TEND フラグのセットタイミングが異なります。図 15.6 に TEND フラグ発生タイミングを示します。

TXI 要求で DMAC または DTC を起動する場合、自動再転送を含め DMAC または DTC に設定したバイト数を自動的に送信することができます。

詳細は「(6) 割り込み動作 (ブロック転送モードを除く)」、「(7) DMAC または DTC によるデータ転送動作」を参照してください。

【注】ブロック転送モードの場合は、「14.3.2 調歩同期式モード時の動作」を参照してください。

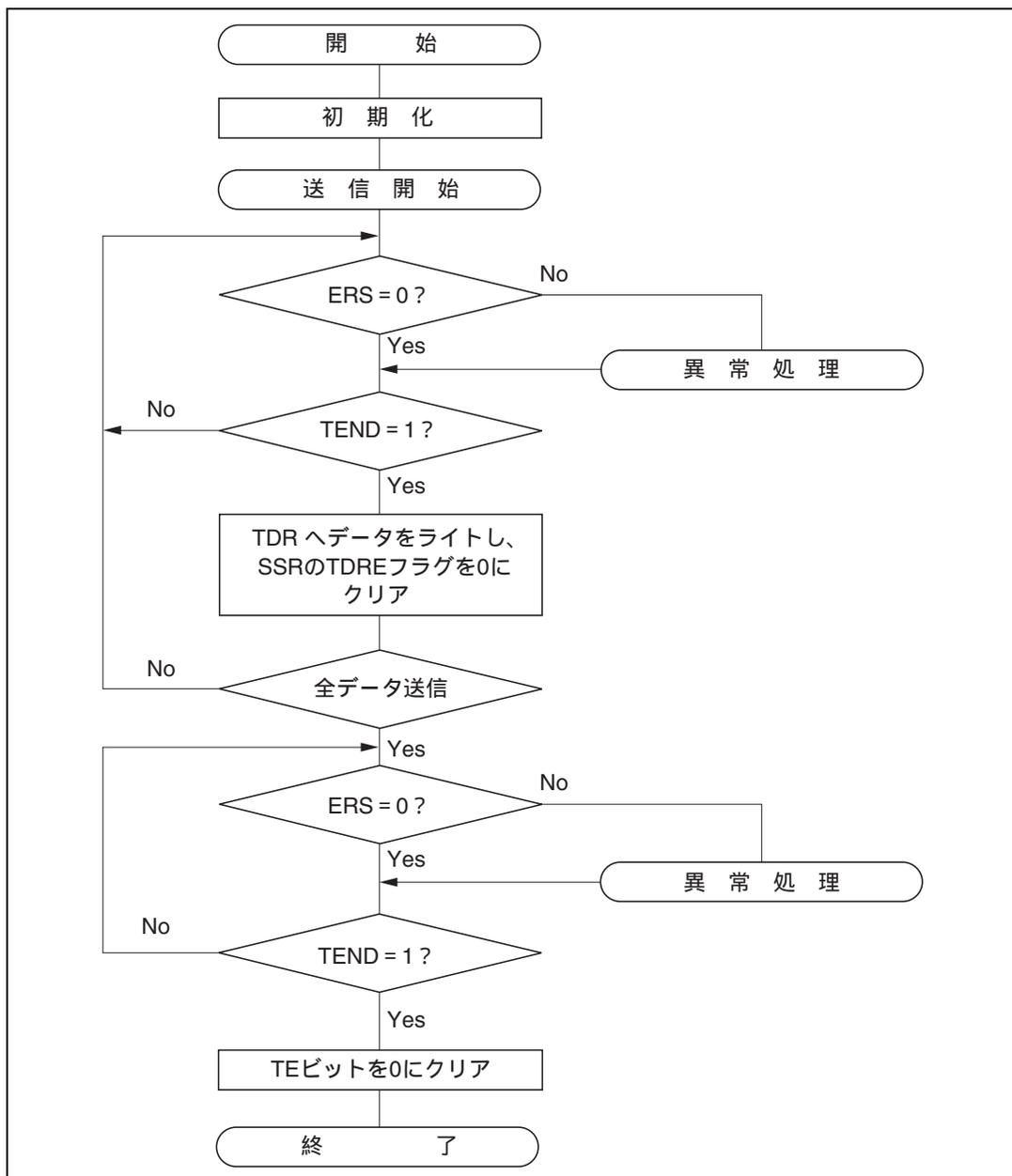


図 15.4 送信処理フローの例

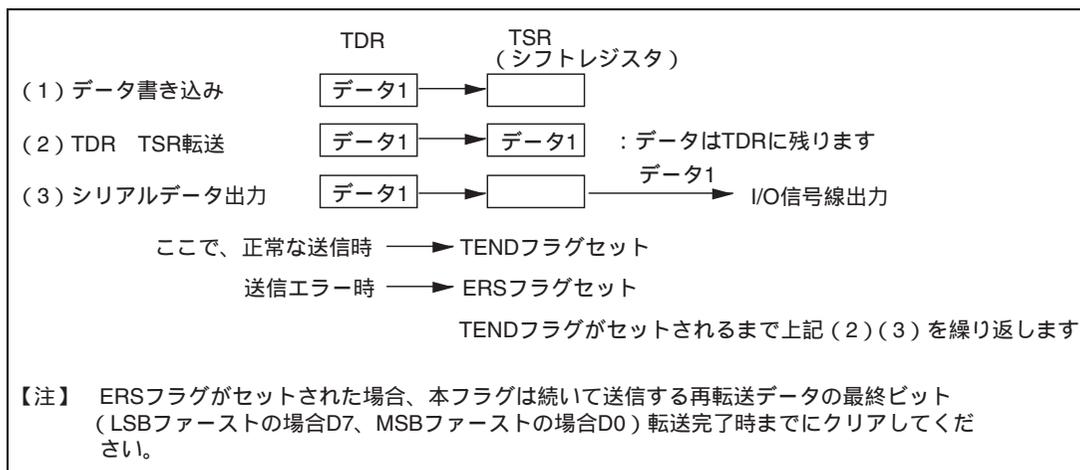


図 15.5 送信動作と内部レジスタの関連

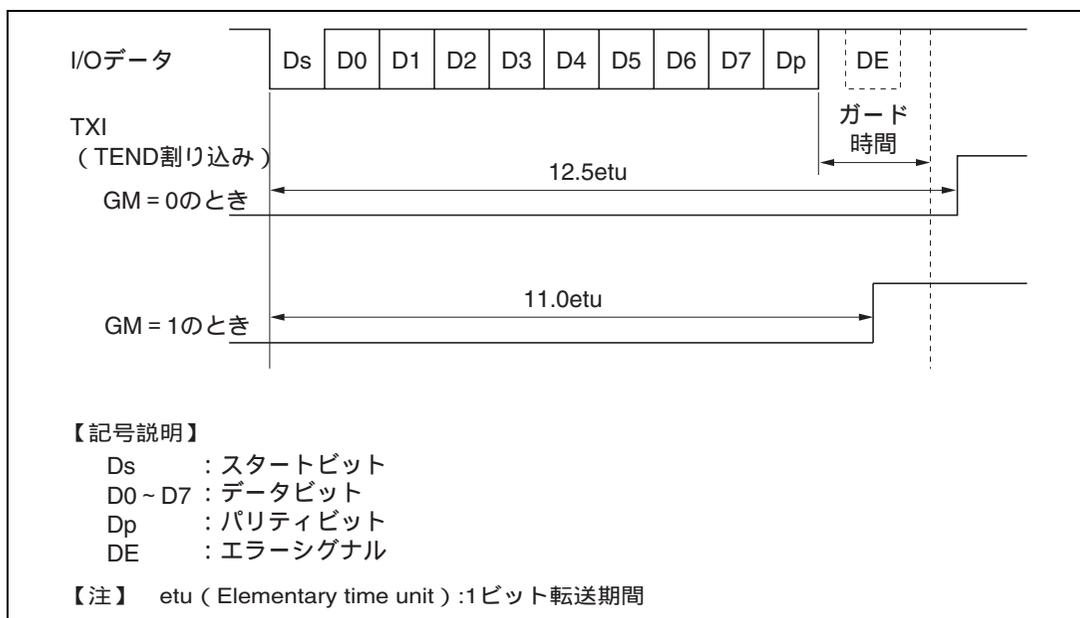


図 15.6 送信動作時の TEND フラグ発生タイミング

(3) シリアルデータ受信 (ブロック転送モードを除く)

スマートカードモードのデータ受信は、通常の SCI と同様の処理手順になります。受信処理フローの例を図 15.7 に示します。

[1] SCIを(1)に従いスマートカードインターフェースモードに初期化します。

[2] SSRのORERフラグとPERフラグが0であることを確認してください。どちらかのフラグがセ

ットされている場合は、所定の受信異常処理を行った後、ORERとPERフラグをすべて0にクリアしてください。

- [3] RDRFフラグが1であることを確認できるまで [2]、[3] を繰り返してください。
- [4] RDRから受信データをリードしてください。
- [5] 継続してデータを受信する場合は、RDRFフラグを0にクリアして [2] の手順に戻ってください。
- [6] 受信を終了する場合は、REビットを0にクリアします。

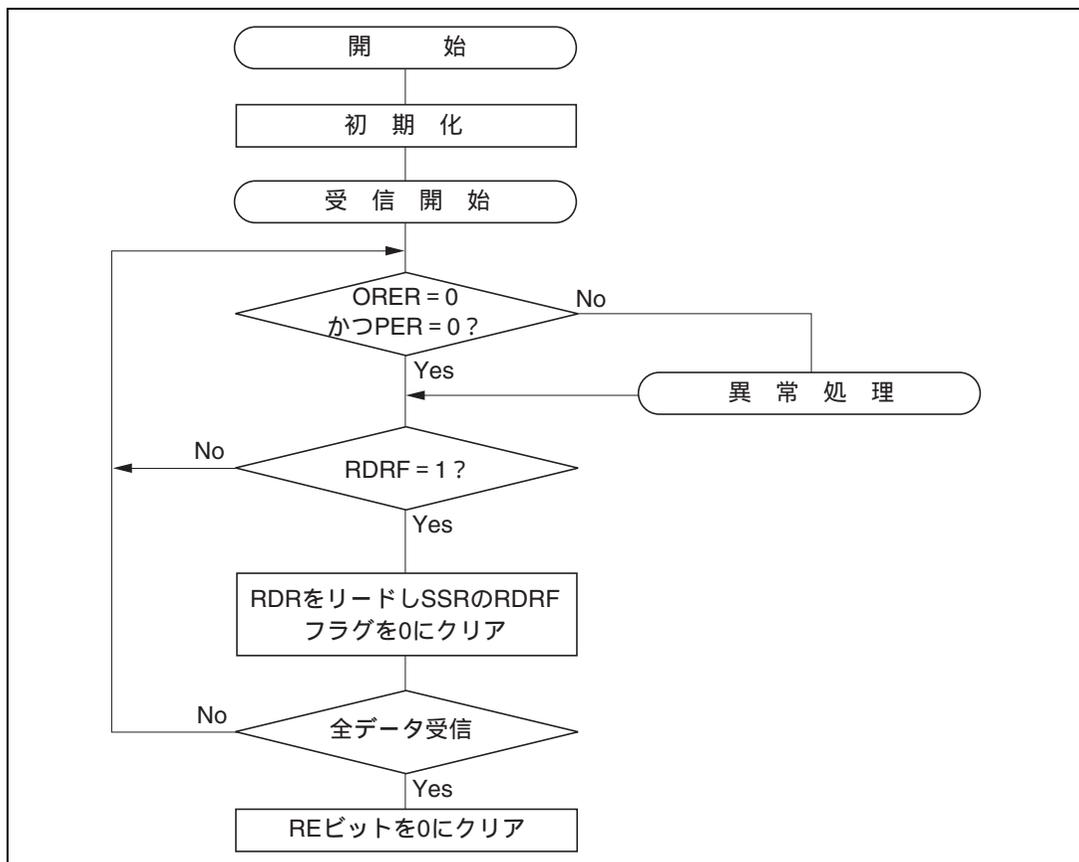


図 15.7 受信処理フローの例

以上の一連の処理は、割り込み処理または DMAC、DTC によるデータ転送が可能です。

RIE ビットを 1 にセットし、割り込み要求を許可しておいたとき受信が終了し、RDRF フラグが 1 にセットされると、受信データフル割り込み (RXI) 要求が発生します。また、受信時にエラーが発生し ORER、PER フラグのいずれかが 1 にセットされると、送受信エラー割り込み (ERI) 要求が発生します。

RXI 要求で DMAC または DTC を起動する場合、エラーの発生した受信データをスキップして DMAC または DTC に設定したバイト数だけ受信データを転送します。

詳細は「(6) 割り込み動作 (ブロック転送モードを除く)」、「(7) DMAC または DTC による

データ転送動作」を参照してください。

なお、受信時にパリティエラーが発生し PER が 1 にセットされた場合でも、受信したデータは RDR に転送されるのでこのデータをリードすることは可能です。

【注】ブロック転送モードの場合は「14.3.2 調歩同期式モード時の動作」を参照してください。

(4) モード切り替え動作

受信モードから送信モードに切り替える場合、受信動作が完了していることを確認したあと、初期化から開始し、RE=0、TE=1 に設定してください。受信動作の完了は、RDRF フラグ、あるいは PER、ORER フラグで確認できます。

送信モードから受信モードに切り替える場合、送信動作が完了していることを確認したあと、初期化から開始し、TE=0、RE=1 に設定してください。送信動作の完了は TEND フラグで確認できます。

(5) クロック出力の固定

SMR の GM ビットが 1 にセットされているとき、SCR の CKE1、CKE0 ビットによってクロック出力を固定することができます。このときクロックパルスの最小幅を指定の幅とすることができます。

図 15.8 にクロック出力の固定タイミングを示します。GM=1、CKE1=0 とし、CKE0 ビットを制御した場合の例です。

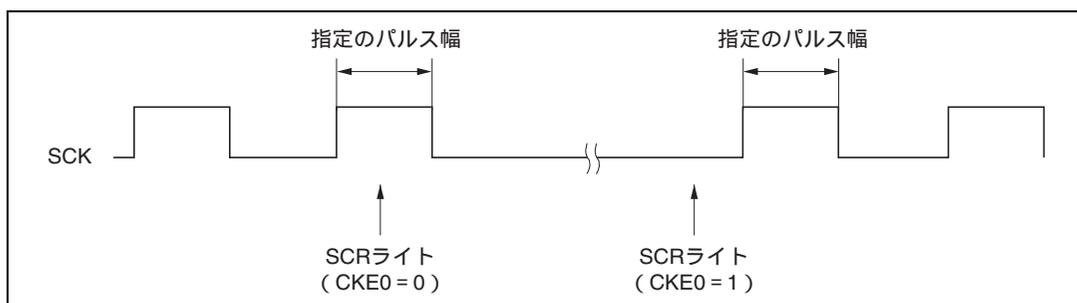


図 15.8 クロック出力固定タイミング

(6) 割り込み動作（ブロック転送モードを除く）

スマートカードインタフェースモードでは、送信データエンプティ割り込み（TXI）要求、送受信エラー割り込み（ERI）要求、受信データフル割り込み（RXI）要求の 3 種類の割り込み要因があります。なお、本モードでは、送信終了割り込み（TEI）要求は使用できません。

SSR の TEND フラグが 1 にセットされると、TXI 割り込み要求が発生します。

SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると、RXI 割り込み要求が発生します。

SSR の ORER、PER、ERS フラグのいずれかが 1 にセットされると、ERI 割り込み要求が発生します。これらの関係を表 15.8 に示します。

【注】ブロック転送モードの場合は、「14.4 SCI 割り込み」を参照してください。

表 15.8 スマートカードインタフェースモードの動作状態と割り込み要因

動作状態		フラグ	許可ビット	割り込み要因	DTC の起動	DMAC の 起動
送信モード	正常動作	TEND	TIE	TXI	可	可
	エラー	ERS	RIE	ERI	不可	不可
受信モード	正常動作	RDRF	RIE	RXI	可	可
	エラー	PER、ORER	RIE	ERI	不可	不可

(7) DMAC または DTC によるデータ転送動作

スマートカードモードの場合も通常の SCI の場合と同様に、DMAC または DTC を使って送受信を行うことができます。送信動作では、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると同時に TDRE フラグもセットされ、TXI 割り込みが発生します。あらかじめ DMAC または DTC の起動要因に TXI 要求を設定しておけば、TXI 要求により DMAC または DTC が起動されて送信データの転送を行います。TDRE および TEND フラグは、DMAC または DTC によるデータ転送時に自動的に 0 にクリアされます。エラーが発生した場合は SCI が自動的に同じデータを再送信します。この間 TEND は 0 のまま保持され、DMAC は起動されません。したがって、エラー発生時の再送信を含め、SCI と DMAC が指定されたバイト数を自動的に送信します。ただし、エラー発生時、ERS フラグは自動的にクリアされませんので、RIE ビットを 1 にセットしておき、エラー発生時に ERI 要求を発生させ、ERS をクリアしてください。

なお、DMAC または DTC を使って送受信を行う場合は、必ず先に DMAC または DTC を設定し、許可状態にしてから SCI の設定を行ってください。DMAC、DTC の設定方法は「第 7 章 DMA コントローラ」、「第 8 章 データトランスファコントローラ (DTC)」を参照してください。

また、受信動作では、SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 割り込み要求が発生します。あらかじめ DMAC または DTC の起動要因に RXI 要求を設定しておけば、RXI 要求で DMAC または DTC が起動されて受信データの転送を行います。RDRF フラグは、DMAC または DTC によるデータ転送時に、自動的に 0 にクリアされます。エラーが発生した場合は、RDRF フラグはセットされずエラーフラグがセットされます。そのため DMAC または DTC は起動されず、代わりに CPU に対し ERI を発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。

【注】ブロック転送モードの場合は、「14.4 SCI 割り込み」を参照してください。

15.3.7 GSM モード時の動作

(1) モード切り替え時

スマートカードインタフェースモードとソフトウェアスタンバイ間でモード切り替えを行う際、クロックデューティを保持するため、下記の切り替え手順で処理してください。

(a) スマートカードインタフェースモードからソフトウェアスタンバイモードに移行するとき

- [1] SCK端子に対応するデータレジスタ (DR) とデータディレクションレジスタ (DDR) をソフトウェアスタンバイモード時の出力固定状態の値に設定してください。
- [2] SCRのTEビットとREビットに0を書き込み、送信 / 受信動作を停止させてください。
同時に、CKE1ビットをソフトウェアスタンバイ時の出力固定状態の値に設定してください。
- [3] SCRのCKE0ビットに0を書き込み、クロックを停止させてください。
- [4] シリアルクロックの1クロック周期の間、待ってください。
この間に、デューティを守って、指定のレベルでクロック出力は固定されます。
- [5] SMRとSCMRにH'00を書き込んでください。
- [6] ソフトウェアスタンバイ状態に移行させてください。

(b) ソフトウェアスタンバイモードからスマートカードインタフェースモードに戻るとき

- [7] ソフトウェアスタンバイ状態を解除してください。
- [8] SCRのCKE1ビットをソフトウェアスタンバイモード開始時の出力固定状態(現在のSCK端子の状態)の値に設定してください。
- [9] スマートカードインタフェースモードに設定し、クロックを出力させてください。正常なデューティにて信号発生を開始します。

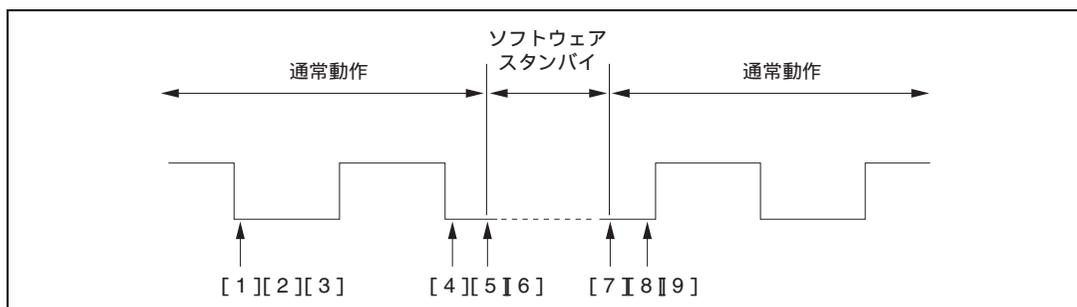


図 15.9 クロック停止・再起動手順

(2) 電源投入時

電源投入時からクロックデューティを確保するため、下記の切り替え手順で処理をしてください。

- [1] 初期状態は、ポート入力でありハイインピーダンスです。電位を固定するには、プルアップ抵抗 / プルダウン抵抗を使用してください。
- [2] SCRのCKE1ビットでSCK端子を指定の出力に固定してください。
- [3] SMRとSCMRをセットし、スマートカードモードの動作に切り替えてください。
- [4] SCRのCKE0ビットを1に設定して、クロック出力を開始させてください。

15.3.8 ブロック転送モード時の動作

ブロック転送モードの動作は、以下の項目を除いて、SCI の調歩同期式モードと同じです。したがって、詳細は「14.3.2 調歩同期式モード時の動作」を参照してください。

(1) データフォーマット

データフォーマットは 8 ビット、パリティありフォーマットです。ストップビットはありませんが 2 ビット以上（受信時は 1 ビット以上）のガードタイムがあります。

また、送信時（スタートビット、データビット、パリティビット送信時）以外は送信端子がハイインピーダンス状態になります。したがって、信号線をプルアップ抵抗により High レベルに固定する必要があります。

(2) 送受信クロック

送受信クロックは、内蔵ポーレートジェネレータの生成した内部クロックのみ使用できます。また、1 ビット転送期間中の基本クロック数は、BCP1、BCP0 ビットで 32、64、372、256 のどれかに設定できます。詳細は「15.3.5 クロック」を参照してください。

(3) ERS (FER) フラグ

ERS フラグは通常のスマートカードインタフェースと同じで、エラーシグナルのステータスを示しますが、エラーシグナルの送受信を行わないため常に 0 となります。

15.4 使用上の注意

SCI をスマートカードインタフェースとして使用する際は、以下のことに注意してください。

(1) スマートカードインタフェースモードの受信データサンプリングタイミングと受信マージン

スマートカードインタフェースモードでは、SCI は転送レートの 32 倍、64 倍、372 倍、256 倍 (BCP1、BCP0 ビットによって決まります) 周波数の基本クロックで動作しています。

受信時に SCI は、スタートビットの立ち下がり基本クロックでサンプリングして、内部を同期化します。また、受信データを基本クロックのそれぞれ 16、32、186、128 クロック目の立ち上がりエッジで内部に取り込みます。372 倍のクロック使用時の例を図 15.10 に示します。

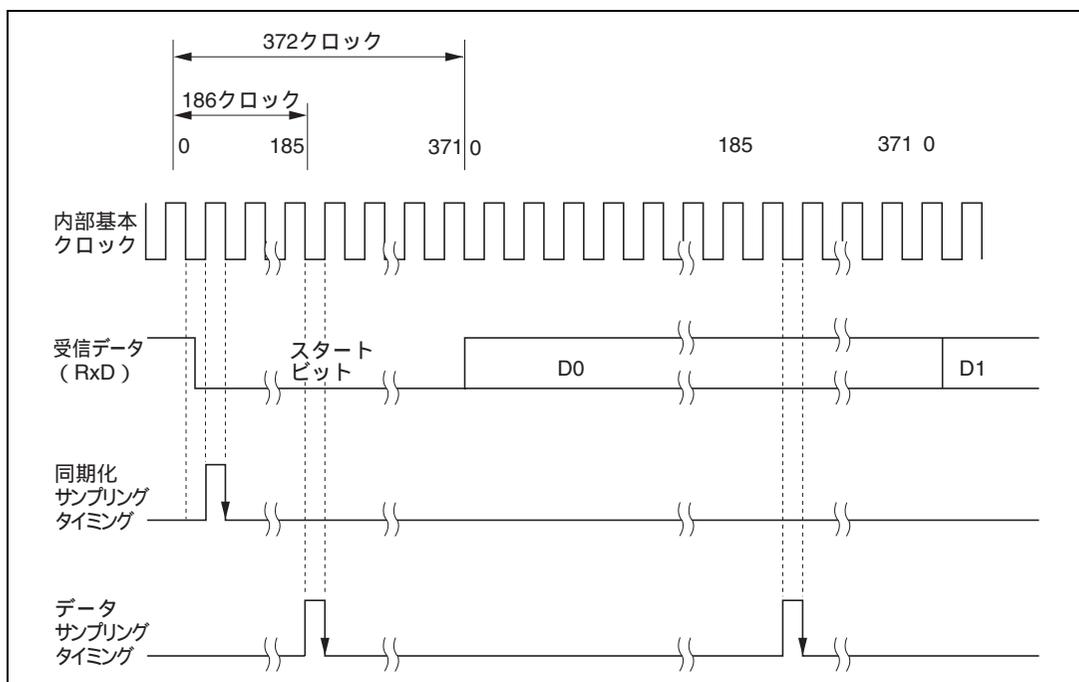


図 15.10 スマートカードインタフェースモード時の受信データサンプリングタイミング (372 倍のクロック使用時)

したがって、受信マージンは、次の式のように表すことができます。

スマートカードインタフェースモード時の受信マージン式

$$M = \left| \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - (L - 0.5)F - \frac{|D - 0.5|}{N} (1 + F) \right| \times 100\%$$

M: 受信マージン (%)

N: クロックに対するビットレートの比 (N=32、64、372、256)

D: クロックデューティ (D=0~1.0)

L: フレーム長 (L=10)

F: クロック周波数の偏差の絶対値

上式で、F=0、D=0.5、N=372 とすると、受信マージン式は次のようになります。

$$\begin{aligned} & D = 0.5, F = 0 \text{ のとき、} \\ M &= (0.5 - 1/2 \times 372) \times 100\% \\ &= 49.866\% \end{aligned}$$

(2) 再転送動作 (ブロック転送モードを除く)

SCI がそれぞれ受信モードの場合と、送信モードの場合の再転送動作を、次に示します。

(a) SCI が受信モードの場合の再転送動作

SCI 受信モードの場合の再転送動作を図 15.11 に示します。

- [1] 受信したパリティビットをチェックした結果、エラーが検出されると、SSRのPERビットが自動的に1にセットされます。このとき、SCRのRIEビットが許可になっていれば、ERI割り込み要求が発生します。次のパリティビットのサンプリングタイミングまでに、SSRのPERビットを0にクリアしてください。
- [2] 異常が発生したフレームでは、SSRのRDRFビットはセットされません。
- [3] 受信したパリティビットをチェックした結果、エラーが検出されない場合は、SSRのPERビットはセットされません。
- [4] 受信したパリティビットをチェックした結果、エラーが検出されない場合は、正常に受信動作が完了したと判断して、SSRのRDRFビットが自動的に1にセットされます。このときSCRのRIEビットが許可になっていれば、RXI割り込み要求が発生します。
さらに、RXI要因によるDMACまたはDTCのデータ転送が許可されていれば、RDRの内容を自動的にリードすることができます。DMACまたはDTCでRDRのデータをリードした場合、RDRFフラグは自動的に0にクリアされます。
- [5] 正常なフレームを受信した場合、エラー信号を送信するタイミングで端子はハイインピーダンス状態を保持します。

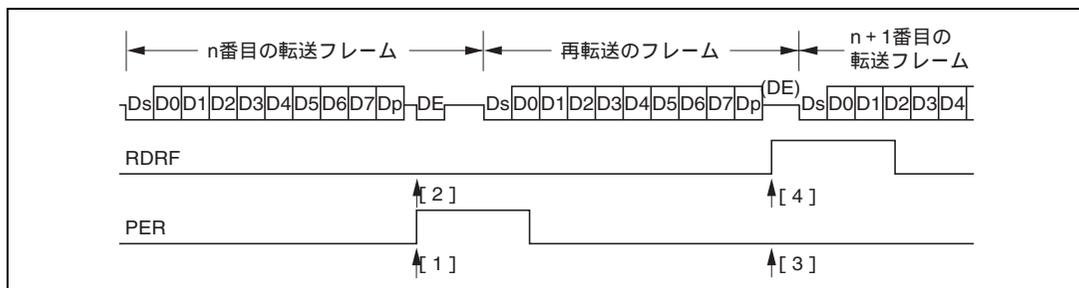


図 15.11 SCI 受信モードの場合の再転送動作

(b) SCI が送信モードの場合の再転送動作

SCI 送信モードの場合の再転送動作を図 15.12 に示します。

- [6] 1フレーム分の送信を完了したあと、受信側からエラーシグナルが返されると、SSRのERSビットが1にセットされます。このとき、SCRのRIEビットが許可になっていれば、ERI割り込み要求が発生します。次のパリティビットのサンプリングタイミングまでに、SSRのERSビットを0にクリアしてください。
 - [7] 異常を示すエラーシグナルを受信したフレームでは、SSRのTENDビットはセットされません。
 - [8] 受信側からエラーシグナルが返ってこない場合は、SSRのERSビットはセットされません。
 - [9] 受信側からエラーシグナルが返ってこない場合は、再転送を含む1フレームの送信が完了したと判断して、SSRのTENDビットが1にセットされます。このときSCRのTIEビットが許可になっていれば、TXI割り込み要求が発生します。
- さらに、TXI要因によるDMAC、DTCによるデータ転送が許可されていれば、自動的にTDRに次のデータをライトすることができます。DMACまたはDTCでTDRにデータをライトした場合、TDREビットは自動的に0にクリアされます。

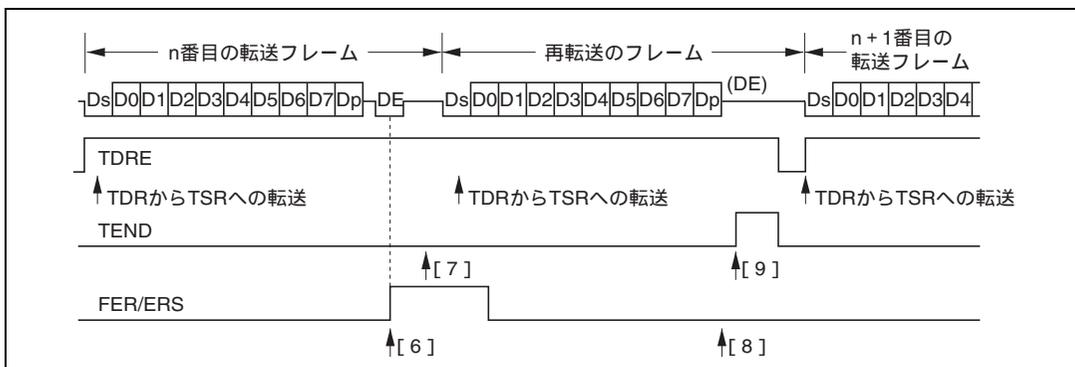


図 15.12 SCI 送信モードの場合の再転送動作

16. A/D 変換器 (アナログ入力 12 チャンネル版)

16.1 概要

本 LSI は、逐次比較方式で動作する 10 ビットの A/D 変換器を内蔵しており、最大 12 チャンネルのアナログ入力を選択することができます。

16.1.1 特長

A/D 変換器の特長を以下に示します。

- (1) 10 ビット分解能
- (2) 入力チャンネル：12 チャンネル
- (3) アナログ変換電圧範囲の設定可能
 - リファレンス電圧端子 (Vref) をアナログ基準電圧として、アナログ変換電圧範囲を設定可能
- (4) 高速変換
 - 変換時間：1 チャンネル当たり 6.7 μ s (20MHz 動作時)
- (5) シングルモード / スキャンモードの動作モードから選択可能
 - シングルモード：1 チャンネルの A/D 変換
 - スキャンモード：1~4 チャンネルの連続 A/D 変換
- (6) 4 本のデータレジスタ
 - 変換結果を、各チャンネルに対応した 16 ビットデータレジスタに保持
- (7) サンプル & ホールド機能
- (8) 3 種類の変換開始
 - ソフトウェア、タイマの変換開始トリガ (TPU または 8 ビットタイマ) または $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子の選択が可能

16. A/D 変換器（アナログ入力 12 チャンネル版）

(9) A/D 変換終了割り込み要求発生

- A/D 変換終了時に、A/D 変換終了割り込み（ADI）要求を発生可能
- 割り込みにより、DMA コントローラ（DMAC）または、データトランスファコントローラ（DTC）を起動させてデータ転送を実行可能

(10) モジュールストップモードの設定可能

- 初期値では A/D 変換器の動作は停止。モジュールストップモードの解除によりレジスタのアクセスが可能

16.1.2 ブロック図

A/D 変換器のブロック図を図 16.1 に示します。

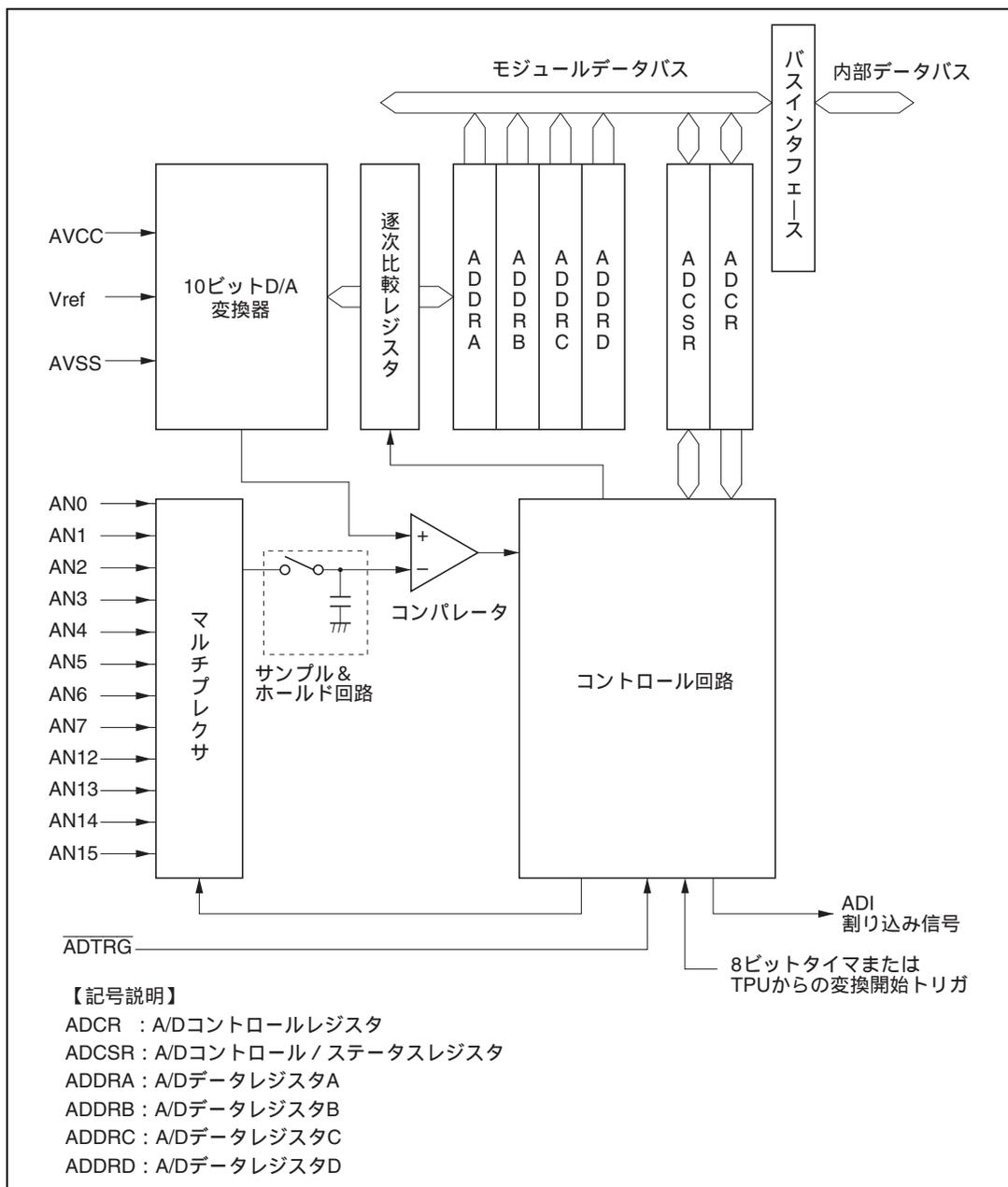


図 16.1 A/D 変換器のブロック図

16.1.3 端子構成

A/D変換器で使用する入力端子を表16.1に示します。

AVCC、AVSS端子は、A/D変換器内部のアナログ部の電源です。Vref端子は、A/D変換基準電圧端子です。

12本のアナログ入力端子は2グループに分類されておりアナログ入力端子0～7（AN0～AN7）がチャンネルセット0、アナログ入力端子12～15（AN12～AN15）がチャンネルセット1、アナログ入力端子0～3（AN0～AN3）がグループ0、アナログ入力端子4～7、12～15（AN4～AN7、AN12～AN15）がグループ1になっています。

表 16.1 端子構成

端子名	記号	入出力	機能
アナログ電源端子	AVCC	入力	アナログ部の電源
アナロググランド端子	AVSS	入力	アナログ部のグランドおよび基準電圧
リファレンス電圧端子	Vref	入力	A/D変換の基準電圧
アナログ入力端子0	AN0	入力	チャンネルセット0（CH3=1）グループ0 のアナログ入力
アナログ入力端子1	AN1	入力	
アナログ入力端子2	AN2	入力	
アナログ入力端子3	AN3	入力	
アナログ入力端子4	AN4	入力	チャンネルセット0（CH3=1）グループ1 のアナログ入力
アナログ入力端子5	AN5	入力	
アナログ入力端子6	AN6	入力	
アナログ入力端子7	AN7	入力	
アナログ入力端子12	AN12	入力	チャンネルセット1（CH3=0）グループ1 のアナログ入力
アナログ入力端子13	AN13	入力	
アナログ入力端子14	AN14	入力	
アナログ入力端子15	AN15	入力	
A/D外部トリガ入力端子	ADTRG	入力	A/D変換開始のための外部トリガ入力

16.1.4 レジスタ構成

A/D 変換器のレジスタ構成を表 16.2 に示します。

表 16.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス* ¹
A/D データレジスタ AH	ADDRAH	R	H'00	H'FF90
A/D データレジスタ AL	ADDRAL	R	H'00	H'FF91
A/D データレジスタ BH	ADDRBH	R	H'00	H'FF92
A/D データレジスタ BL	ADDRBL	R	H'00	H'FF93
A/D データレジスタ CH	ADDRCH	R	H'00	H'FF94
A/D データレジスタ CL	ADDRCL	R	H'00	H'FF95
A/D データレジスタ DH	ADDRDH	R	H'00	H'FF96
A/D データレジスタ DL	ADDRDL	R	H'00	H'FF97
A/D コントロール / ステータスレジスタ	ADCSR	R/(W)* ²	H'00	H'FF98
A/D コントロールレジスタ	ADCR	R/W	H'3F	H'FF99
モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。

*2 ビット 7 は、フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

16.2 各レジスタの説明

16.2.1 A/D データレジスタ A~D (ADDRA ~ ADDR D)

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

ADDR は、A/D 変換された結果を格納する 16 ビットのリード専用レジスタで、ADDRA ~ ADDR D の 4 本があります。

A/D 変換されたデータは 10 ビットデータで、選択されたチャンネルに対応する ADDR に転送され、保持されます。A/D 変換されたデータの上位 8 ビットが ADDR の上位バイト (ビット 15~8) に、また下位 2 ビットが下位バイト (ビット 7、6) に転送され、保持されます。ビット 5~0 はリードすると常に 0 が読み出されます。

アナログ入力チャンネルと ADDR の対応を表 16.3 に示します。ADDR は、常に CPU からリード可能です。上位バイトは直接リードできますが、下位バイトはテンポラリレジスタ (TEMP) を介してデータ転送が行われます。詳細は「16.3 バスマスタとのインタフェース」を参照してください。

ADDR は、リセット、スタンバイモードまたはモジュールストップモード時に、H'0000 に初期化されます。

表 16.3 アナログ入力チャンネルと ADDR の対応

アナログ入力チャンネル				A/D データレジスタ
チャンネルセット 0 (CH3 = 1)		チャンネルセット 1 (CH3 = 0)		
グループ 0 (CH2 = 0)	グループ 1 (CH2 = 1)	グループ 0 (CH2 = 0)	グループ 1 (CH2 = 1)	
AN0	AN4	設定禁止	AN12	ADDRA
AN1	AN5	設定禁止	AN13	ADDRB
AN2	AN6	設定禁止	AN14	ADDRC
AN3	AN7	設定禁止	AN15	ADDRD

16.2.2 A/D コントロール / ステータスレジスタ (ADCSR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	ADF	ADIE	ADST	SCAN	CKS	CH2	CH1	CH0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

ADCSR は、8 ビットのリード / ライト可能なレジスタで、A/D 変換動作を制御します。

ADCSR は、リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時に、H'00 に初期化されます。

ビット 7 : A/D エンドフラグ (ADF)

A/D 変換の終了を示すステータスフラグです。

ビット 7	説明
ADF	
0	[クリア条件] (初期値) (1) ADF = 1 の状態で、ADF フラグをリードしたあと、ADF フラグに 0 をライトしたとき (2) ADI 割り込みにより DMAC または DTC が起動され、ADDR をリードしたとき
1	[セット条件] (1) シングルモード : A/D 変換が終了したとき (2) スキャンモード : 指定したすべてのチャンネルの A/D 変換が終了したとき

ビット 6 : A/D インタラプトイネーブル (ADIE)

A/D 変換の終了による割り込み (ADI) 要求の許可または禁止を選択します。

ビット 6	説明
ADIE	
0	A/D 変換の終了による割り込み (ADI) 要求を禁止 (初期値)
1	A/D 変換の終了による割り込み (ADI) 要求を許可

16. A/D 変換器 (アナログ入力 12 チャンネル版)

ビット 5 : A/D スタート (ADST)

A/D 変換の開始または停止を選択します。A/D 変換中は 1 を保持します。

ADST ビットは、ソフトウェア、タイマの変換開始トリガ、または A/D 外部トリガ入力端子 (ADTRG) によって 1 にセットすることができます。

ビット 5	説明
ADST	
0	A/D 変換を停止 (初期値)
1	(1) シングルモード : A/D 変換を開始。指定したチャンネルの変換が終了すると自動的に 0 にクリア (2) スキャンモード : A/D 変換を開始。ソフトウェア、リセット、スタンバイモードまたはモジュールストップモードによって 0 にクリアされるまで選択されたチャンネルを順次連続変換

ビット 4 : スキャンモード (SCAN)

A/D 変換の動作モードを、シングルモードまたはスキャンモードから選択します。シングルモード / スキャンモードの動作については、「16.4 動作説明」を参照してください。SCAN ビットの設定は、変換停止中 (ADST = 0) に行ってください。

ビット 4	説明
SCAN	
0	シングルモード (初期値)
1	スキャンモード

ビット 3 : クロックセレクト (CKS)

ADCR の CKS1 ビットとともに A/D 変換時間の設定を行います。

変換時間の切り替えは、変換停止中 (ADST = 0) に行ってください。

ADCR ビット 3	ビット 3	説明
CKS1	CKS	
0	0	変換時間 = 530 ステート (Max)
	1	変換時間 = 68 ステート (Max)
1	0	変換時間 = 266 ステート (Max) (初期値)
	1	変換時間 = 134 ステート (Max)

ビット 2~0 : チャンネルセレクト 2~0 (CH2~CH0)

ADCR の CH3 ビット、SCAN ビットとともにアナログ入力チャンネルを選択します。
入力チャンネルの設定は、変換停止中 (ADST=0) に行ってください。

チャンネル選択				説明	
CH3	CH2	CH1	CH0	シングルモード (SCAN=0)	スキャンモード (SCAN=1)
0	0	0	0	設定禁止	設定禁止
			1	設定禁止	設定禁止
		1	0	設定禁止	設定禁止
			1	設定禁止	設定禁止
	1	0	0	AN12	AN12
			1	AN13	AN12、AN13
		1	0	AN14	AN12~AN14
			1	AN15	AN12~AN15
1	0	0	0	AN0 (初期値)	AN0
			1	AN1	AN0、AN1
		1	0	AN2	AN0~AN2
			1	AN3	AN0~AN3
	1	0	0	AN4	AN4
			1	AN5	AN4、AN5
		1	0	AN6	AN4~AN6
			1	AN7	AN4~AN7

16.2.3 A/D コントロールレジスタ (ADCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	TRGS1	TRGS0	-	-	CKS1	CH3	-	-
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	-	-

ADCR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、外部トリガ入力による A/D 変換の開始の許可/禁止を選択します。

ADCR は、リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時に、H'3F に初期化されます。

ビット 7、6：タイマトリガセレクト 1、0 (TRGS1、TRGS0)

トリガ信号による A/D 変換開始の許可または禁止を選択します。

TRGS1、TRGS0 ビットの設定は、変換停止中 (ADST=0) に行ってください。

ビット 7	ビット 6	説明
TRGS1	TRGS0	
0	0	外部トリガによる A/D 変換の開始を禁止 (初期値)
	1	外部トリガ (TPU) による A/D 変換の開始を許可
1	0	外部トリガ (8 ビットタイマ) による A/D 変換の開始を許可
	1	外部トリガ端子 (ADTRG) による A/D 変換の開始を許可

ビット 5、4、1、0：リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 3：クロックセレクト 1 (CKS1)

ADCSR の CKS ビットと合わせて、A/D 変換時間の設定を行います。CKS ビットの説明を参照してください。

ビット 2：チャンネルセレクト 3 (CH3)

ADCSR の CH2 ビット、CH1 ビット、CH0 ビットと合わせて、アナログ入力チャンネルの選択を行います。CH2 ビット、CH1 ビット、CH0 ビットの説明を参照してください。

16.2.4 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

ビット	MSTPCRH								MSTPCRL							
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP9 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で A/D 変換器の動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。モジュールストップモードでは、レジスタのリード/ライトはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 9 : モジュールストップ (MSTP9)

A/D 変換器のモジュールストップモードを指定します。

ビット 9	説明
MSTP9	
0	A/D 変換器のモジュールストップモード解除
1	A/D 変換器のモジュールストップモード設定 (初期値)

16.3 バスマスタとのインタフェース

ADDRA ~ ADDR4 は 16 ビットレジスタで、バスマスタとの間のデータバスは 8 ビット幅です。そのためバスマスタからのアクセスは、上位バイトは直接行われますが、下位バイトは 8 ビットのテンポラリレジスタ (TEMP) を介して行います。

ADDR からデータのリードは次のように行われます。上位バイトのリードで上位バイトの値は CPU へ、下位バイトの値は TEMP へ転送されます。次に下位バイトのリードで TEMP の内容が CPU へ転送されます。

ADDR をリードする場合は、必ず上位バイト、下位バイトの順で行ってください。また、上位バイトのみのリードは可能ですが、下位バイトのみのリードでは内容は保証されませんので注意してください。

図 16.2 に、ADDR のアクセス時のデータの流れを示します。

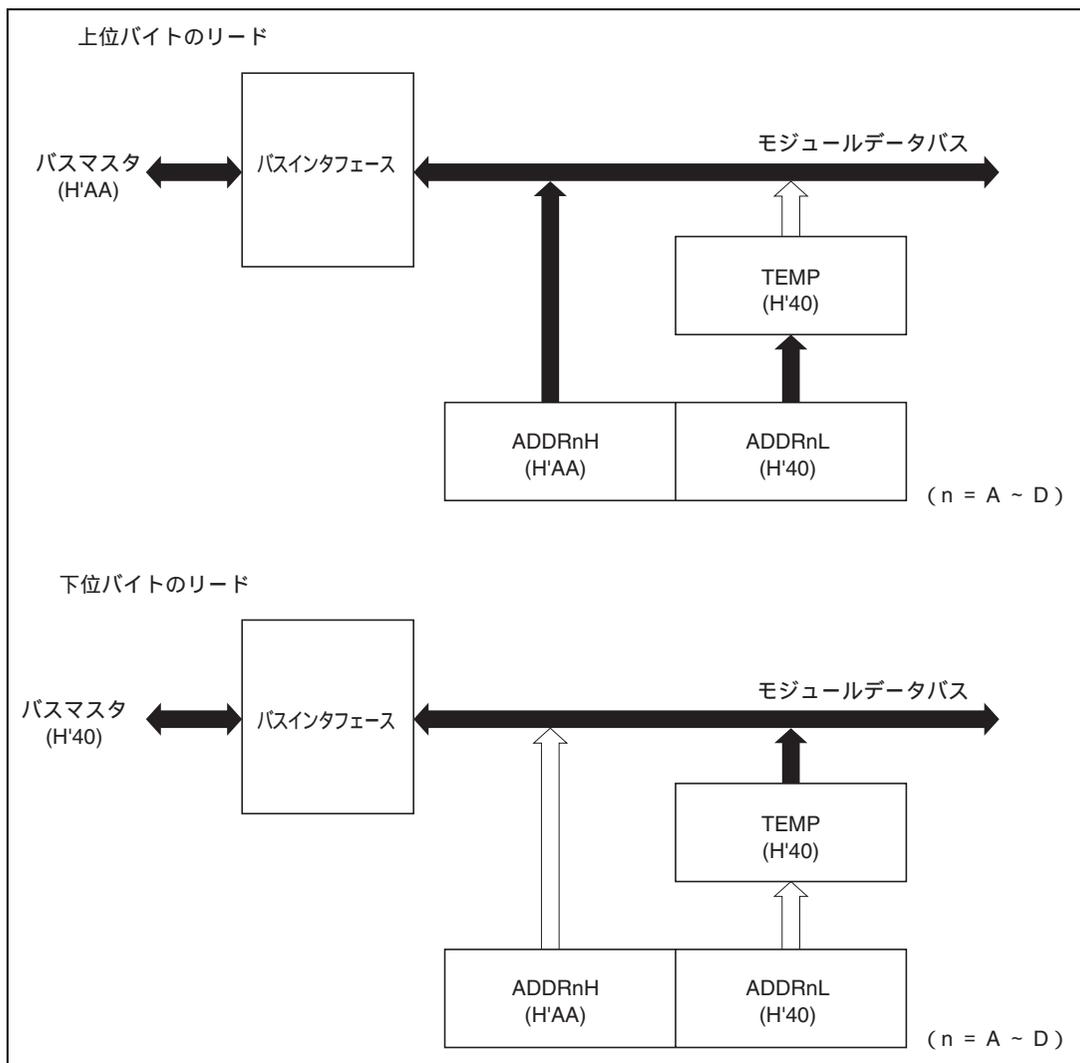


図 16.2 ADDR のアクセス動作 (H'AA40 リード時)

16.4 動作説明

A/D 変換器は逐次比較方式で動作し、10 ビットの分解能を持っています。シングルモードとスキャンモードの各モードの動作について説明します。

16.4.1 SCAN = 0 (シングルモード)

シングルモードは、1 チャンネルのみ A/D 変換を行う場合に選択します。ソフトウェアまたは外部トリガ入力によって ADST ビットが 1 にセットされると、A/D 変換を開始します。ADST ビットは A/D 変換中は 1 を保持しており、変換が終了すると自動的に 0 にクリアされます。

また、変換が終了すると、ADF フラグが 1 にセットされます。このとき、ADIE ビットが 1 にセットされていると、ADI 割り込み要求が発生します。

ADF フラグは、ADCSR をリードしたあと、0 をライトするとクリアされます。

動作モードやアナログ入力チャンネルを切り替える場合は、誤動作を避けるために ADCSR の ADST ビットを 0 にクリアして、A/D 変換を停止した状態で行ってください。変更したあと、ADST ビットを 1 にセットすると再び A/D 変換を開始します。なお、動作モードや入力チャンネルの変更と、ADST ビットのセットは同時に行うことができます。

シングルモードでチャンネル 1 (AN1) が選択された場合の動作例を以下に示します。また、このときの動作タイミングを図 16.3 に示します。

- [1] 動作モードをシングルモードに (SCAN=0)、入力チャンネルをAN1に (CH3=1、CH2=0、CH1=0、CH0=1) A/D割り込み要求許可 (ADIE=1) に設定して、A/D変換を開始 (ADST=1) します。
 - [2] A/D変換が終了すると、A/D変換結果がADDRBに転送されます。同時に、ADF=1、ADST=0となりA/D変換器は変換待機となります。
 - [3] ADF=1、ADIE=1となっているため、ADI割り込み要求が発生します。
 - [4] A/D割り込み処理ルーチンが開始されます。
 - [5] ADCSRをリードしたあと、ADFに0をライトします。
 - [6] A/D変換結果 (ADDRB) をリードして、処理します。
 - [7] A/D割り込み処理ルーチンの実行を終了します。
- このあと、ADSTビットを1にセットするとA/D変換が開始され、[2] ~ [7] を行います。

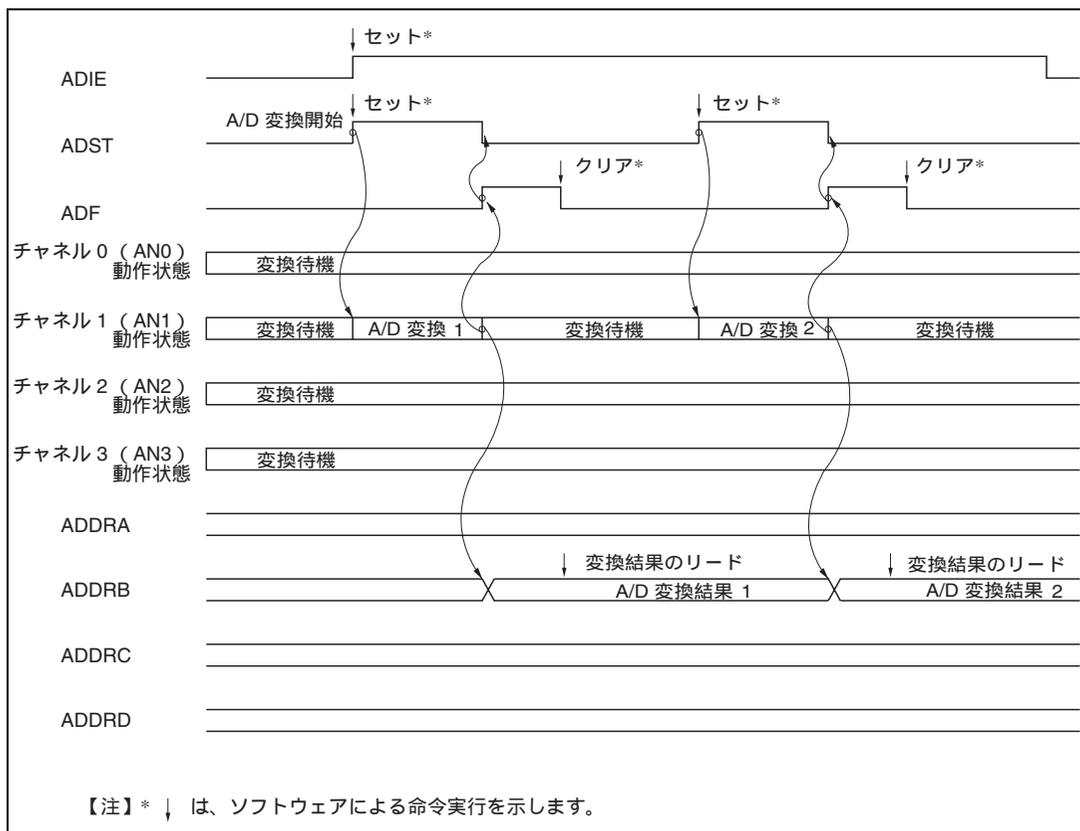


図 16.3 A/D 変換器の動作例 (シングルモード、チャンネル 1 選択時)

16.4.2 SCAN = 1（スキャンモード）

スキャンモードは、複数チャンネル（1チャンネルを含む）のアナログ入力を常にモニタするような応用に適しています。ソフトウェア、タイマ、または外部トリガ入力によって ADST ビットが 1 にセットされると、第 1 チャンネル（AN0）から A/D 変換は開始されます。

複数のチャンネルが選択されている場合は、第 1 チャンネルの変換が終了したあと、直ちに第 2 チャンネル（AN1）の A/D 変換を開始します。

A/D 変換は、ADST ビットが 0 にクリアされるまで、選択されたチャンネル内を連続して繰り返して行います。変換された結果は、各チャンネルに対応した ADDR に転送され保持されます。

A/D 変換中に、動作モードやアナログ入力チャンネルを切り替える場合は、誤動作を避けるために ADCSR の ADST ビットを 0 にクリアして、A/D 変換を停止した状態で行ってください。変更したあと、ADST ビットを 1 にセットすると再び第 1 チャンネル（AN0）から A/D 変換を開始します。なお、動作モードや入力チャンネルの変更と、ADST ビットのセットは同時に行うことができます。

スキャンモードで 3 チャンネル（AN0～AN2）を選択して A/D 変換を行う場合の動作例を以下に示します。また、このときの動作タイミングを図 16.4 に示します。

- [1] 動作モードをスキャンモードに（SCAN = 1）、チャンネルセット 0（CH3 = 1）、スキヤングループをグループ 0 に（CH2 = 0）、アナログ入力チャンネルを AN0～AN2（CH1 = 1、CH0 = 0）に設定して A/D 変換を開始（ADST = 1）します。
- [2] 第 1 チャンネル（AN0）の A/D 変換が開始され A/D 変換が終了すると、変換結果を ADDRA に転送します。
次に第 2 チャンネル（AN1）が自動的に選択され、変換を開始します。
- [3] 同様に第 3 チャンネル（AN2）まで変換を行います。
- [4] 選択されたすべてのチャンネル（AN0～AN2）の変換が終了すると、ADF = 1 となり、再び第 1 チャンネル（AN0）を選択し、変換が行われます。
このとき ADIE ビットが 1 にセットされていると、A/D 変換終了後、ADI 割り込みを発生します。
- [5] ADST ビットが 1 にセットされている間は、[2]～[4] を繰り返します。
ADST ビットを 0 にクリアすると A/D 変換が停止します。このあと、ADST ビットを 1 にセットすると再び A/D 変換を開始し、第 1 チャンネル（AN0）から変換が行われます。

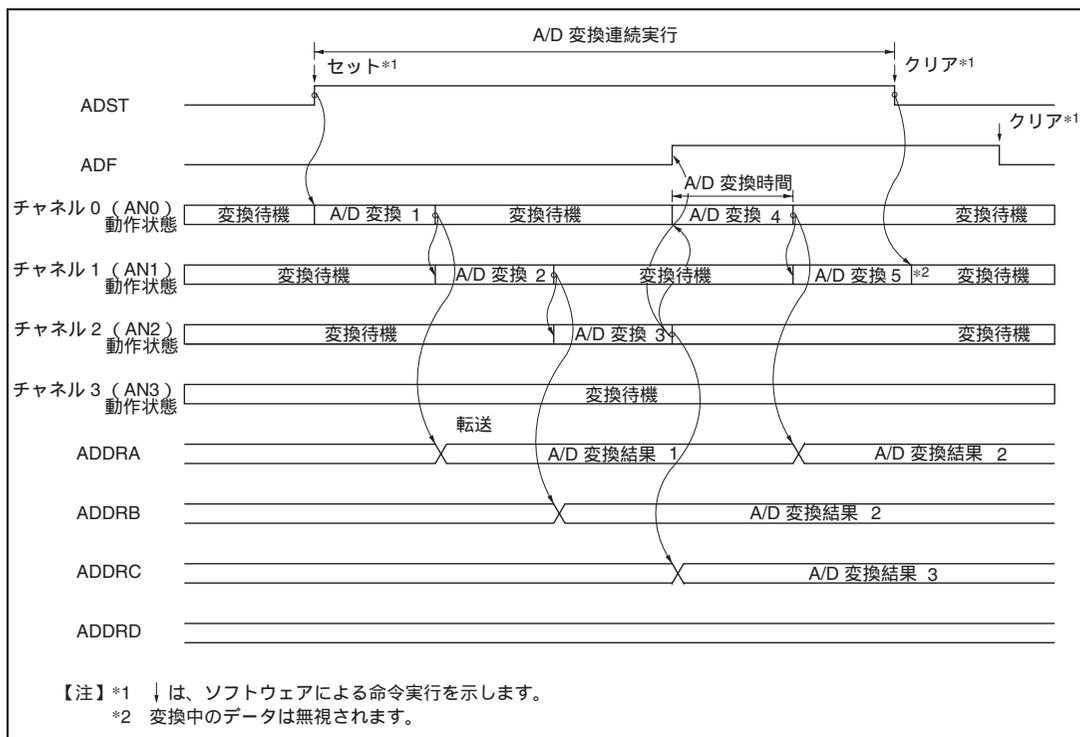


図 16.4 A/D 変換器の動作例 (スキャンモード、AN0 ~ AN2 の 3 チャンネル選択時)

16.4.3 入力サンプリングと A/D 変換時間

A/D 変換器には、サンプル&ホールド回路が内蔵されています。A/D 変換器は、ADST ビットが 1 にセットされてから t_D 時間経過後、入力のサンプリングを行い、その後変換を開始します。A/D 変換のタイミングを図 16.5 に示します。また、A/D 変換時間を表 16.4 に示します。

A/D 変換時間は、図 16.5 に示すように、 t_D と入力サンプリング時間を含めた時間となります。ここで t_D は、ADCSR へのライトタイミングにより決まり、一定値とはなりません。そのため、変換時間は表 16.4 に示す範囲で変化します。

スキャンモードの変換時間は、表 16.4 に示す値が 1 回目の変換時間となりますが、2 回目以降は表 16.5 となります。

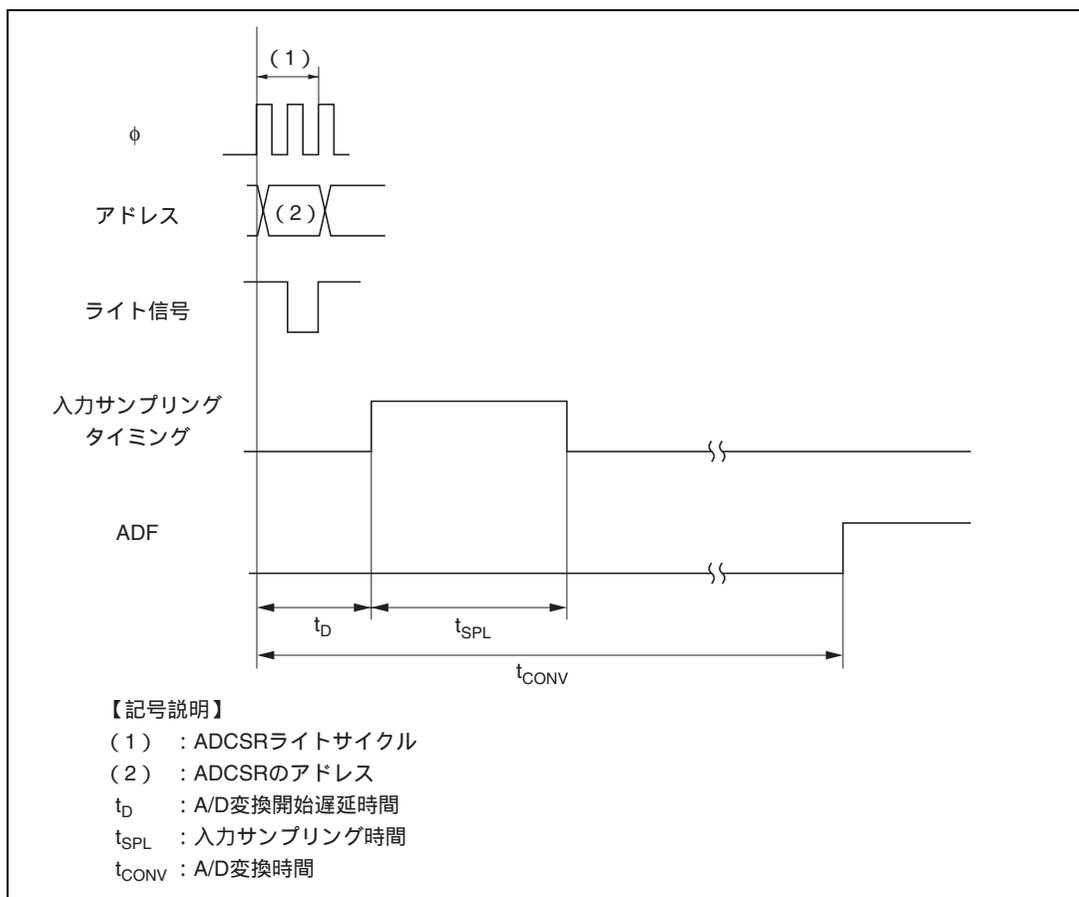


図 16.5 A/D 変換タイミング

表 16.4 A/D 変換時間 (シングルモード)

項目	記号	CKS1 = 0						CKS1 = 1					
		CKS = 0			CKS = 1			CKS = 0			CKS = 1		
		min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max
A/D 変換開始遅延時間	t_D	18	-	33	4	-	5	10	-	17	6	-	9
入力サンプリング時間	t_{SPL}	-	127	-	-	15	-	-	63	-	-	31	-
A/D 変換時間	t_{CONV}	515	-	530	67	-	68	259	-	266	131	-	134

【注】単位：ステート

表 16.5 A/D 変換時間 (スキャンモード)

CKS1	CKS	変換時間 (ステート)
0	0	512 (固定)
	1	64 (固定)
1	0	256 (固定)
	1	128 (固定)

16.4.4 外部トリガ入力タイミング

A/D 変換は、外部トリガ入力により開始することも可能です。外部トリガ入力は、ADCR の TRGS1、TRGS0 ビットが 11 にセットされているとき、 $\overline{\text{ADTRG}}$ 端子から入力されます。 $\overline{\text{ADTRG}}$ 入力端子の立ち下がりエッジで、ADCSR の ADST ビットが 1 にセットされ、A/D 変換が開始されます。

その他の動作は、シングルモード/スキャンモードによらず、ソフトウェアによって ADST ビットを 1 にセットした場合と同じです。

このタイミングを図 16.6 に示します。

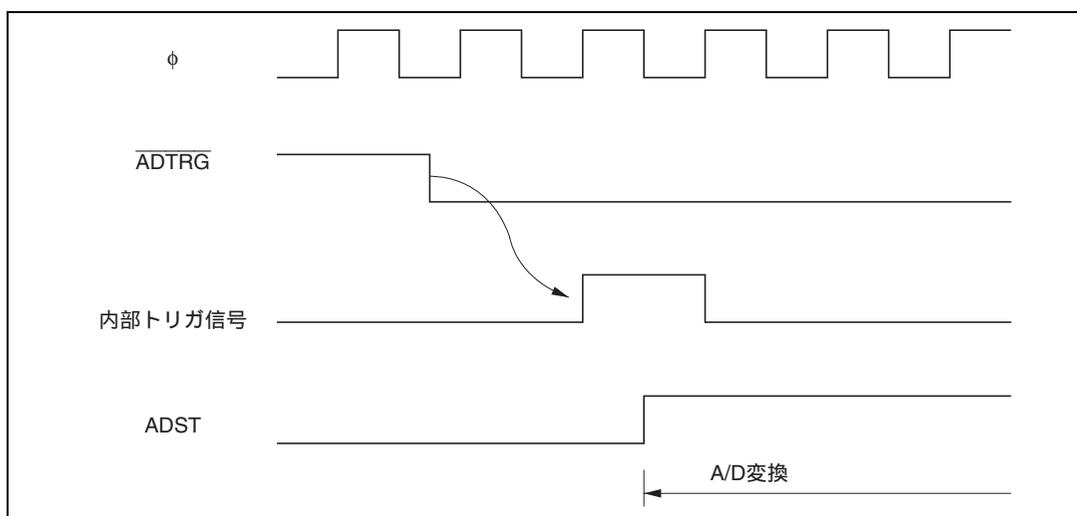


図 16.6 外部トリガ入力タイミング

16.5 割り込み

A/D 変換器は、A/D 変換の終了により、A/D 変換終了割り込み (ADI) を発生します。ADI 割り込み要求は、ADCSR の ADIE ビットによって許可または禁止することができます。

ADI 割り込みで DTC および DMAC の起動ができます。ADI 割り込みで変換されたデータのリードを DTC または DMAC で行うと、連続変換がソフトウェアの負担なく実現できます。

A/D 変換器の割り込み要因を表 16.6 に示します。

表 16.6 A/D 変換器の割り込み要因

割り込み要因	内容	DTC の起動	DMAC の起動
ADI	変換終了により割り込み	可	可

16.6 使用上の注意

A/D 変換器を使用する際は、以下のことに注意してください。

(1) アナログ電源端子ほかの設定範囲

(a) アナログ入力電圧の範囲

A/D 変換中、アナログ入力端子 AN_n に印加する電圧は AVSS AN_n Vref の範囲としてください。

(b) AVCC、AVSS と VCC、VSS の関係

AVCC、AVSS と VCC、VSS との関係は AVSS = VSS とし、さらに、A/D 変換器を使用しないときも、AVCC、AVSS 端子を決してオープンにしないでください。

(c) Vref の設定範囲

Vref 端子によるリファレンス電圧の設定範囲は Vref AVCC にしてください。A/D 変換器を使用しないとき、Vref = VCC とし、決してオープンにしないでください。

【注】 以上 (a)、(b)、(c) が守られない場合、LSI の信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。

(2) ボード設計上の注意

ボード設計時には、デジタル回路とアナログ回路をできるだけ分離してレイアウトしてください。また、デジタル回路の信号配線とアナログ回路の信号配線を交差させたり、近接させるようなレイアウトは極力避けてください。誘導などにより、アナログ回路の誤動作や、A/D 変換値に悪影響を及ぼします。

なお、アナログ入力信号 (AN0 ~ AN7、AN12 ~ AN15)、アナログ基準電源 (Vref)、アナログ電源 (AVCC) は、アナログ・グランド (AVSS) で、デジタル回路を必ず分離してください。さらに、アナログ・グランド (AVSS) は、ボード上の安定したデジタル・グランド (VSS) に一点接続してください。

(3) ノイズ対策上の注意

過大なサージなど異常電圧によるアナログ入力端子 (AN0 ~ AN7、AN12 ~ AN15)、アナログ基準電源 (Vref) の破壊を防ぐために接続する保護回路は、図 16.7 に示すように AVCC-AVSS 間に接続してください。

また、AVCC、Vref に接続するバイパス・コンデンサ、AN0 ~ AN7、AN12 ~ AN15 に接続するフィルタのコンデンサは、必ず AVSS に接続してください。

なお、図 16.7 のようにフィルタ用のコンデンサを接続するとアナログ入力端子 (AN0 ~ AN7、AN12 ~ AN15) の入力電流が平均化されるため、誤差を生じることがあります。また、スキャンモード等で頻繁に A/D 変換を行う場合、A/D 変換器内部のサンプル&ホールド回路の容量に充放電される電流が入力インピーダンス (R_{in}) を経由して入力される電流を上回ると、アナログ入力端子の電圧に誤差を生じます。したがって回路定数の決定については、十分ご検討くださいますようお願いいたします。

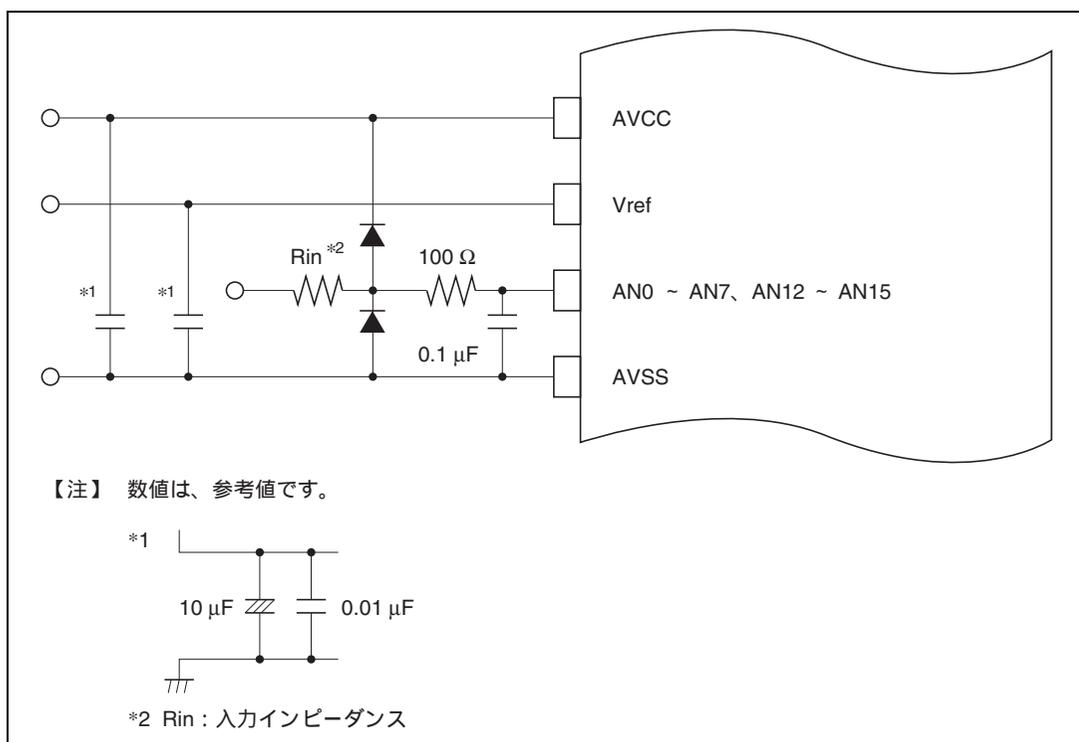


図 16.7 アナログ入力保護回路の例

(4) A/D 変換精度の定義

以下に、本 LSI の A/D 変換精度の定義を示します。

- 分解能

A/D 変換器のデジタル出力コード数

- オフセット誤差

デジタル出力が最小電圧値 B'000000000 から B'0000000001 に変化するときのアナログ入力電圧値の理想 A/D 変換特性からの偏差 (図 16.9)

- フルスケール誤差

デジタル出力が B'111111110 から B'111111111 に変化するときのアナログ入力電圧値の理想 A/D 変換特性からの偏差 (図 16.9)

- 量子化誤差

A/D 変換器が本質的に有する偏差であり、1/2 LSB で与えられる (図 16.8)

- 非直線性誤差

ゼロ電圧からフルスケール電圧までの間の理想 A/D 変換特性からの誤差。ただし、オフセット誤差、フルスケール誤差、量子化誤差を含まない。

- 絶対精度

デジタル値とアナログ入力値との偏差。オフセット誤差、フルスケール誤差、量子化誤差および非直線誤差を含む。

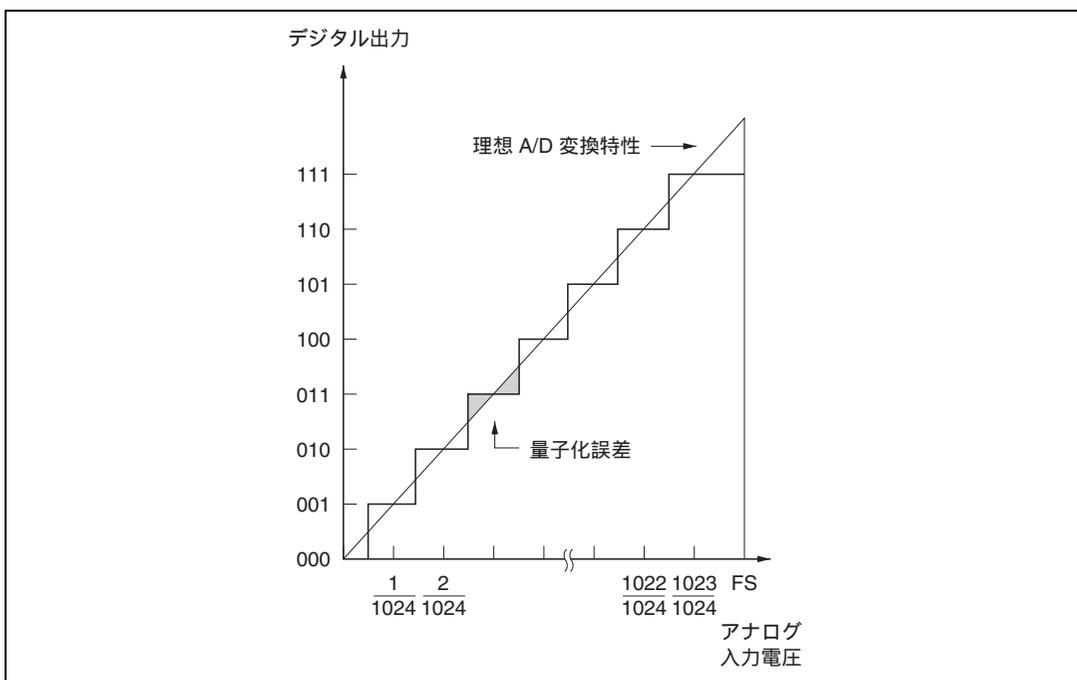


図 16.8 A/D 変換精度の定義 (1)

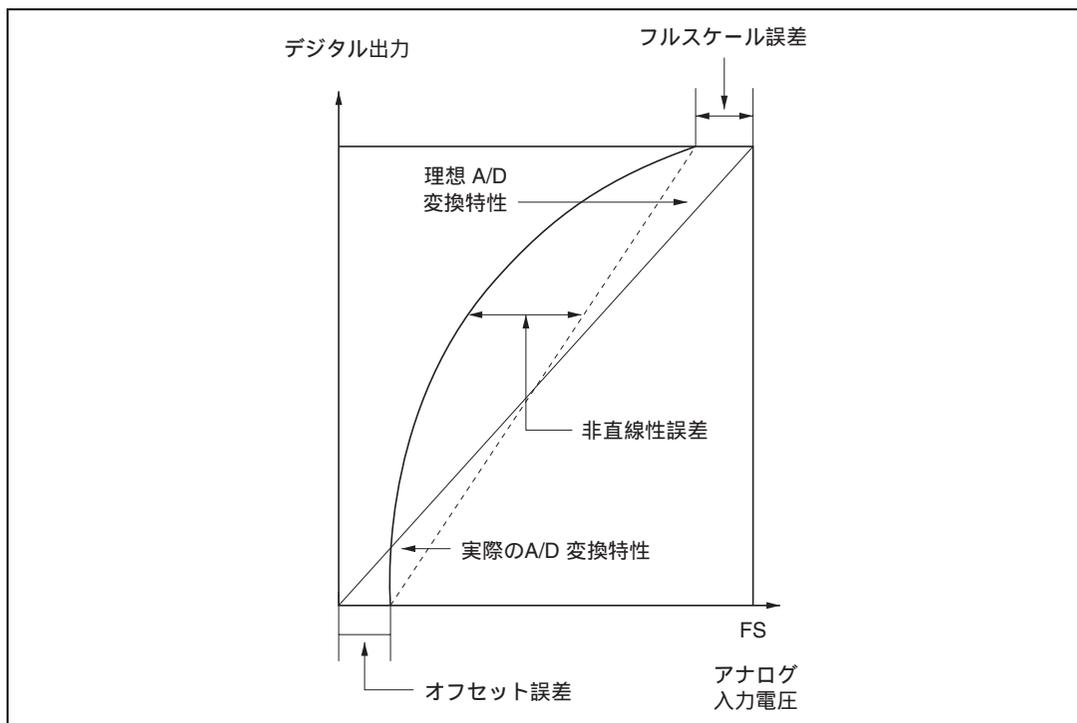


図 16.9 A/D 変換精度の定義 (2)

(5) 許容信号源インピーダンス

本 LSI のアナログ入力は、信号源インピーダンスが $5\text{k}\Omega$ 以下の入力信号に対し、変換精度が保証される設計となっております。これは A/D 変換器のサンプル&ホールド回路の入力容量をサンプリング時間内に充電するために設けている規格で、センサの出力インピーダンスが $5\text{k}\Omega$ を超える場合充電不足が生じ、A/D 変換精度が保証できなくなる場合があります。

しかし外部に大容量を設けている場合、入力の負荷は実質的に内部入力抵抗の $10\text{k}\Omega$ だけになりますので、信号源インピーダンスは不問となります。

ただし、この場合ローパスフィルタとなりますので、微分係数の大きなアナログ信号（たとえば $5\text{mV}/\mu\text{s}$ 以上）には追従できない場合があります。

高速のアナログ信号を変換する場合には、低インピーダンスのバッファを入れてください。

(6) 絶対精度への影響

容量を付加することにより、GND とのカップリングを受けることとなりますので、GND にノイズがあると絶対精度が悪化する可能性があります。必ず AVSS 等の電氣的に安定な GND に接続してください。

またフィルタ回路が実装基板上でデジタル信号と交渉したり、アンテナとならないように注意が必要です。

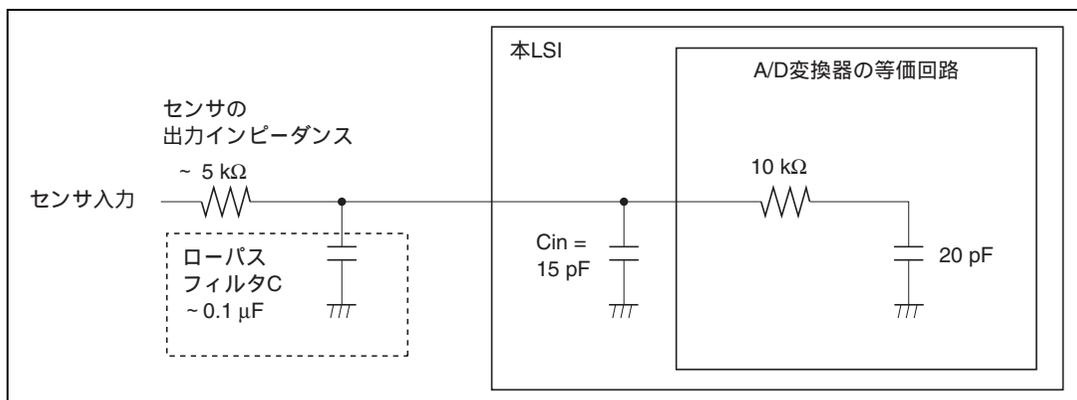


図 16.10 アナログ入力回路の例

17. D/A 変換器

17.1 概要

8ビット精度のD/A変換器を内蔵しています。アナログ信号出力は、最大4チャンネル出力となります。

17.1.1 特長

D/A変換器の特長を以下に示します。

- (1) 8ビット分解能
- (2) 出力チャンネル：4チャンネル
- (3) 変換時間最大 10 μ s（負荷容量 20pF時）
- (4) 出力電圧 0V ~ Vref
- (5) ソフトウェアスタンバイモード時のD/A出力保持機能
- (6) モジュールストップモードの設定可能
 - 初期値ではD/A変換器の動作は停止。モジュールストップモードの解除によりレジスタのアクセスが可能

17.1.2 ブロック図

D/A 変換器のブロック図を図 17.1 に示します。

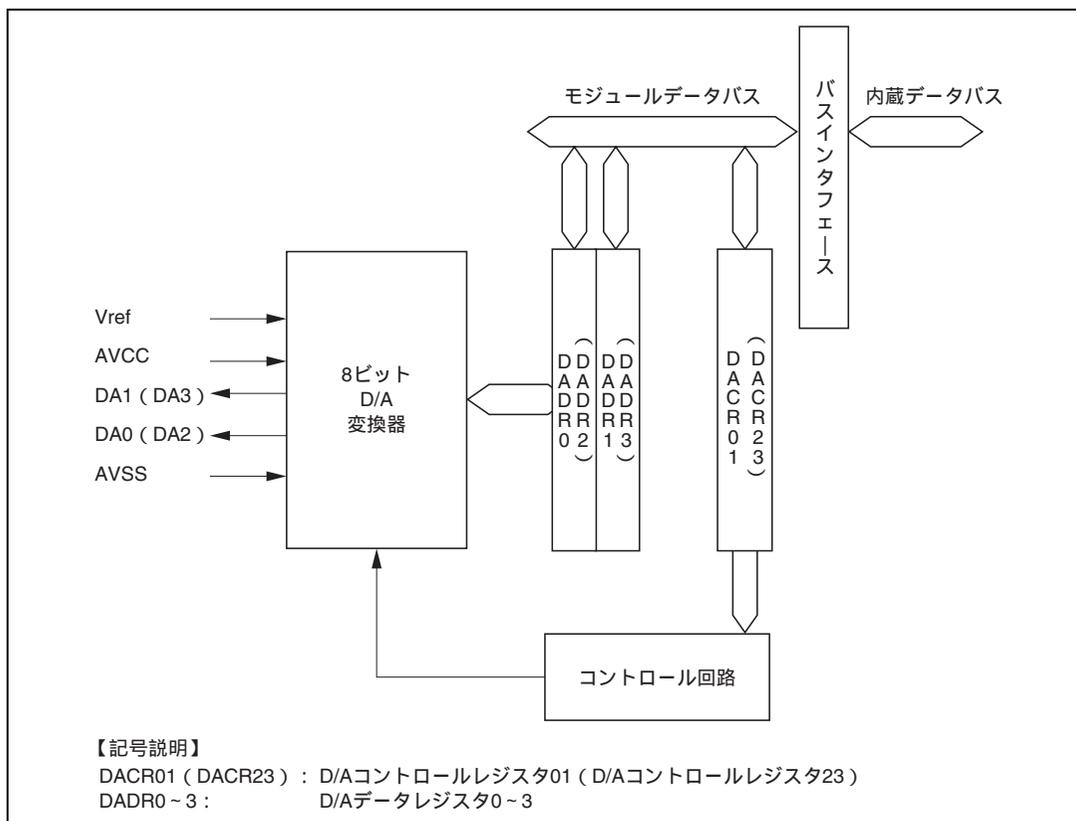


図 17.1 D/A 変換器のブロック図

17.1.3 端子構成

D/A 変換器で使用する入出力端子を表 17.1 に示します。

表 17.1 端子構成

名称	記号	入出力	機能
アナログ電源端子	AVCC	入力	アナログ部の電源
アナロググランド端子	AVSS	入力	アナログ部のグランドおよび基準電圧
アナログ出力端子 0	DA0	出力	チャンネル 0 のアナログ出力
アナログ出力端子 1	DA1	出力	チャンネル 1 のアナログ出力
アナログ出力端子 2	DA2	出力	チャンネル 2 のアナログ出力
アナログ出力端子 3	DA3	出力	チャンネル 3 のアナログ出力
リファレンス電圧端子	Vref	入力	アナログ部の基準電圧

17.1.4 レジスタ構成

D/A 変換器のレジスタ構成を表 17.2 に示します。

表 17.2 レジスタ構成

チャンネル	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
0、1	D/A データレジスタ 0	DADR0	R/W	H'00	H'FFA4
	D/A データレジスタ 1	DADR1	R/W	H'00	H'FFA5
	D/A コントロールレジスタ 01	DACR01	R/W	H'1F	H'FFA6
2、3	D/A データレジスタ 2	DADR2	R/W	H'00	H'FFA8
	D/A データレジスタ 3	DADR3	R/W	H'00	H'FFA9
	D/A コントロールレジスタ 23	DACR23	R/W	H'1F	H'FFAA
共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示します。

17.2 各レジスタの説明

17.2.1 D/A データレジスタ 0～3 (DADR0～DADR3)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

DADR0～DADR3 は、変換を行うデータを格納するリード/ライト可能な 8 ビットのレジスタです。アナログ出力を許可すると、DADR0～DADR3 の値が常に変換され、アナログ出力端子に出力されます。

DADR0～DADR3 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'00 に初期化されます。

17.2.2 D/A コントロールレジスタ 01、23 (DACR01、DACR23)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-	-

DACR01、DACR23 は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、D/A 変換器の動作を制御します。

DACR01、DACR23 は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に、H'1F に初期化されます。

17. D/A 変換器

ビット 7 : D/A アウトプットイネーブル 1 (DAOE1)

D/A 変換とアナログ出力を制御します。

ビット 7	説明
DAOE1	
0	アナログ出力 DA1 (DA3) を禁止 (初期値)
1	チャンネル 1 (チャンネル 3) の D/A 変換を許可。アナログ出力 DA1 (DA3) を許可

ビット 6 : D/A アウトプットイネーブル 0 (DAOE0)

D/A 変換とアナログ出力を制御します。

ビット 6	説明
DAOE0	
0	アナログ出力 DA0 (DA2) を禁止 (初期値)
1	チャンネル 0 (チャンネル 2) の D/A 変換を許可。アナログ出力 DA0 (DA2) を許可

ビット 5 : D/A イネーブル (DAE)

DAOE0、DAOE1 ビットとともに、D/A 変換を制御します。DAE ビットが 0 にクリアされているときチャンネル 0、1 の D/A 変換は独立に制御され、DAE ビットが 1 にセットされているときチャンネル 0、1 の D/A 変換は一括して制御されます。

変換結果の出力は、DAOE0、DAOE1 ビットにより、常に独立に制御されます。

ビット 7	ビット 6	ビット 5	説明
DAOE1	DAOE0	DAE	
0	0	*	チャンネル 0、1 (チャンネル 2、3) の D/A 変換を禁止
	1	0	チャンネル 0 (チャンネル 2) の D/A 変換を許可 チャンネル 1 (チャンネル 3) の D/A 変換を禁止
		1	チャンネル 0、1 (チャンネル 2、3) の D/A 変換を許可
1	0	0	チャンネル 0 (チャンネル 2) の D/A 変換を禁止 チャンネル 1 (チャンネル 3) の D/A 変換を許可
		1	チャンネル 0、1 (チャンネル 2、3) の D/A 変換を許可
	1	*	チャンネル 0、1 (チャンネル 2、3) の D/A 変換を許可

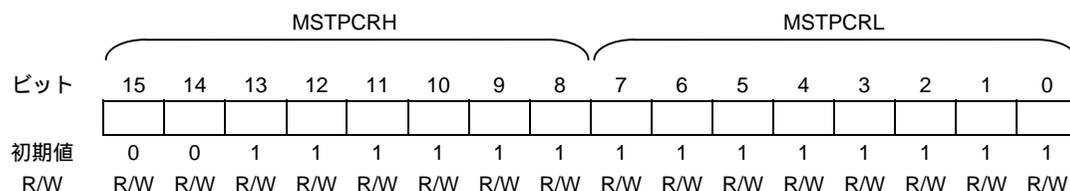
* : Don't care

D/A 変換を許可した状態で本 LSI がソフトウェアスタンバイモードになると、D/A 出力は保持され、アナログ電源電流は D/A 変換中と同等になります。ソフトウェアスタンバイモードでアナログ電源電流を低減する必要がある場合には、DAOE0、DAOE1 ビットをいずれも 0 にクリアして D/A 出力を禁止にしてください。

ビット 4~0 : リザーブビット

リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

17.2.3 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)



MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTP10 ビット、MSTP4 ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で D/A 変換器は動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。モジュールストップモードでは、レジスタのリード/ライトはできません。詳細は、「21.5 モジュールストップモード」を参照してください。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に、初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 10 : モジュールストップ (MSTP10)

D/A 変換器 (チャンネル 0、1) のモジュールストップモードを指定します。

ビット 10	説明	
MSTP10		
0	D/A 変換器 (チャンネル 0、1) のモジュールストップモード解除	
1	D/A 変換器 (チャンネル 0、1) のモジュールストップモード設定 (初期値)	

ビット 4 : モジュールストップ (MSTP4)

D/A 変換器 (チャンネル 2、3) のモジュールストップモードを指定します。

ビット 4	説明	
MSTP4		
0	D/A 変換器 (チャンネル 2、3) のモジュールストップモード解除	
1	D/A 変換器 (チャンネル 2、3) のモジュールストップモード設定 (初期値)	

17.3 動作説明

D/A 変換器は、2 チャンルの D/A 変換回路を 2 つ内蔵し、それぞれ独立に変換を行うことができます。

DACR によって D/A 変換が許可されている期間は、常に D/A 変換が行われています。DADR0、DADR1 を書き換えると、直ちに新しいデータが変換されます。DAOE0、DAOE1 ビットを 1 にセットすることにより、変換結果が出力されます。

チャンネル 0 の D/A 変換を行う場合の動作例を示します。また、このときの動作タイミングを図 17.2 に示します。

- [1] DADR0 に変換データをライトします。
- [2] DACR01 の DAOE0 ビットを 1 にセットします。D/A 変換が開始され、DA0 端子が出力端子になります。変換時間経過後に変換結果が出力されます。出力値は以下の式で表されます。

$$\frac{\text{DADRの内容}}{256} \times V_{\text{ref}}$$

次に DADR0 を書き換えるか、DAOE0 ビットを 0 にクリアするまでこの変換結果が出力され続けます。

- [3] DADR0 を書き換えると直ちに変換が開始されます。変換時間経過後に変換結果が出力されます。
- [4] DAOE0 ビットを 0 にクリアすると、DA0 端子は入力端子になります。

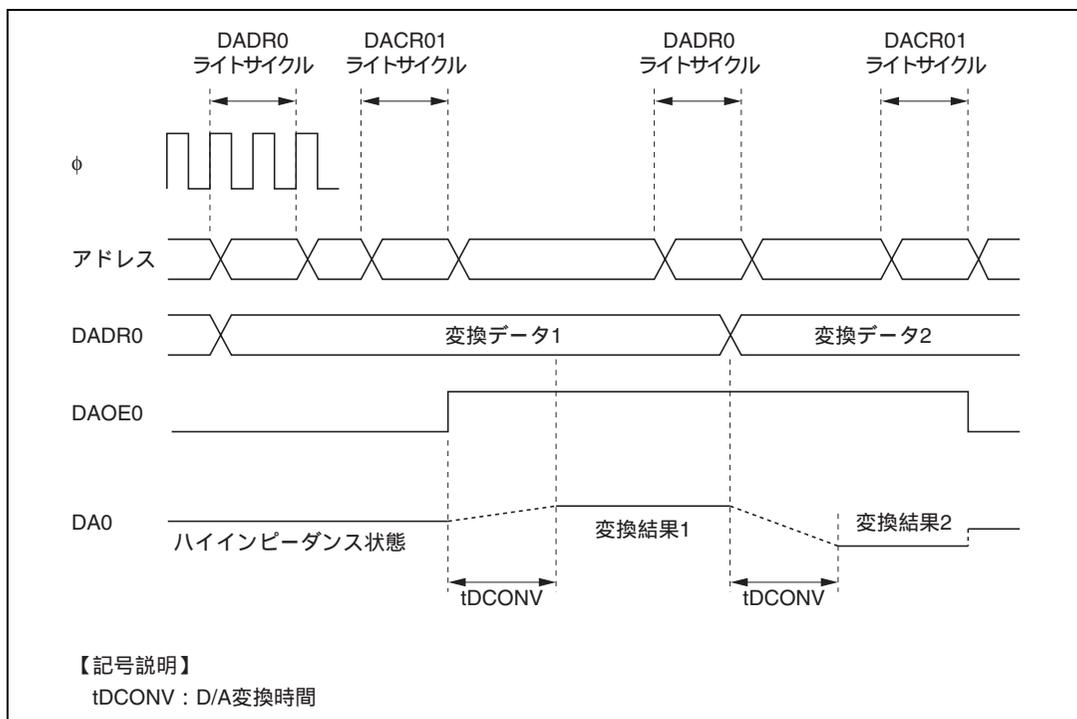


図 17.2 D/A 変換器の動作例

18. RAM

18.1 概要

H8S/2339 は 32K バイト、H8S/2338、H8S/2332 は 8K バイトの高速スタティック RAM を内蔵しています。内蔵 RAM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。したがって、ワードデータの高速度転送が可能です。

内蔵 RAM は、システムコントロールレジスタ (SYSCR) の RAM イネーブル (RAME) ビットにより有効または無効の制御が可能です。

18.1.1 ブロック図

32K バイトの RAM のブロック図を図 18.1 に示します。

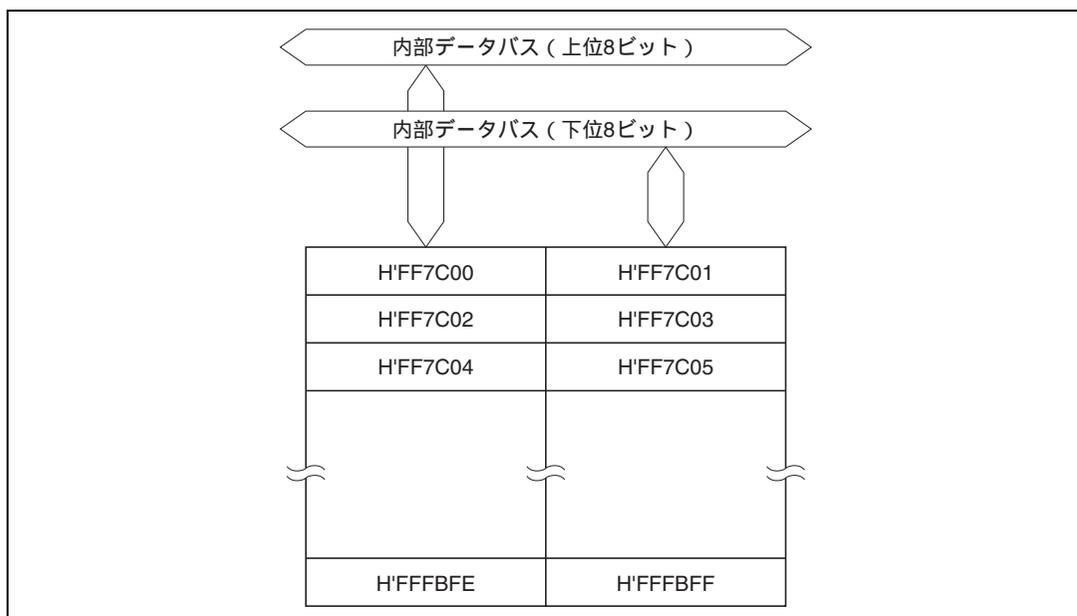


図 18.1 RAM のブロック図 (32K バイト)

18.1.2 レジスタ構成

内蔵 RAM は、SYSCR で制御されます。レジスタ構成を表 18.1 に示します。

18. RAM

表 18.1 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

18.2 各レジスタの説明

18.2.1 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	INTM1	INTM0	NMEG	LWROD	IRQPAS	RAME
初期値	0	0	0	0	0	0	0	1
R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

内蔵 RAM は SYSCR の RAME ビットにより、有効 / 無効が選択されます。なお、SYSCR のその他のビットについての詳細は「5.2.1 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」を参照してください。

ビット 0 : RAM イネーブル (RAME)

内蔵 RAM の有効または無効を選択します。RAME ビットはリセット状態の解除時に初期化されません。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 0	説明
RAME	
0	内蔵 RAM 無効
1	内蔵 RAM 有効 (初期値)

18.3 動作説明

RAME ビットが 1 にセットされているとき、アドレス H'FFDC00 ~ H'FFFBFF* をアクセスすると内蔵 RAM がアクセスされます。また、RAME ビットが 0 にクリアされているときは、外部アドレス空間がアクセスされます。

内蔵 RAM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイト単位、ワード単位のリード / ライトが可能です。いずれも、1 ステートでアクセスできます。

偶数番地が上位 8 ビット、奇数番地が下位 8 ビットに接続されています。ワードデータは、偶数番地から始まるデータに限定されています。

【注】 * 内蔵される RAM の容量は、製品によって異なりますので「3.5 各動作モードのアドレスマップ」を参照してください。

18.4 使用上の注意

アドレス H'FFF800 ~ H'FFFBFF は DTC のレジスタ情報を配置することができます。DTC を使用する場合は、RAME ビットを 0 にクリアしないでください。

19. ROM

19.1 概要

本 LSI では 384K バイト、256K バイトのフラッシュメモリ、または 256K バイト、128K バイトのマスキング ROM を内蔵しています。ROM は、バスマスタと 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。命令フェッチを高速化し、処理速度を向上しています。

内蔵 ROM の有効または無効の設定は、モード端子 (MD2 ~ MD0) および BCRL の EAE ビットにより行います。

本 LSI のフラッシュメモリ版は、PROM ライタを用いて書き込み / 消去ができるほか、オンボードでの消去 / 書き換えが可能です。

19.1.1 ブロック図

256k バイトの ROM のブロック図を図 19.1 に示します。

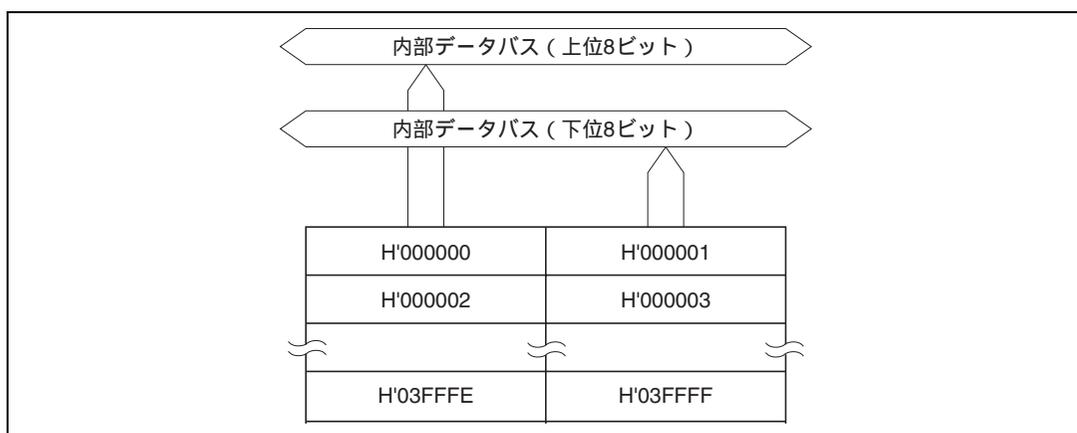


図 19.1 ROM のブロック図 (256K バイト)

19.1.2 レジスタ構成

本 LSI の動作モードは、モード端子と BCRL で制御されます。レジスタ構成を表 19.1 に示します。

表 19.1 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
モードコントロールレジスタ	MDCR	R/W	不定	H'FF3B
バスコントロールレジスタ	BCRL	R/W	不定	H'FED5

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

19.2 レジスタの説明

19.2.1 モードコントロールレジスタ (MDCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	MDS2	MDS1	MDS0
初期値	1	0	0	0	0	- *	- *	- *
R/W	-	-	-	-	-	R	R	R

【注】 * MD2～MD0 端子により決定されます。

MDCRは8ビットのリード専用レジスタで、本LSIの現在の動作モードをモニタするのに用います。

ビット7：リザーブビット

リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。

ビット6～3：リザーブビット

リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット2～0：モードセレクト2～0 (MDS2～MDS0)

モード端子 (MD2～MD0) の入力レベルを反映した値 (現在の動作モード) を示しています。MDS2～MDS0 ビットは MD2～MD0 端子にそれぞれ対応します。これらのビットはリード専用でライトは無効です。MDCR をリードすると、モード端子 (MD2～MD0) の入力レベルがこれらのビットにラッチされます。このラッチはリセットでは解除されます。

19.2.2 バスコントロールレジスタ L (BCRL)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	BRLE	BREQOE	EAE	-	DDS	-	WDBE	WAITE
初期値	0	0	1	1	1	1	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

本 LSI の内蔵 ROM は、BCRL の EAE ビットにより、一部の領域の有効 / 無効が選択されます。なお、BCRL のその他のビットについての詳細は「6.2.5 バスコントロールレジスタ L (BCRL)」を参照してください。

ビット 5 : 外部アドレスイネーブル (EAE)

アドレス H'010000 ~ H'03FFFF*² を内部アドレスとするか、外部アドレスとするかを選択します。

ビット 5	説明	
EAE	H8S/2339、H8S/2338	H8S/2337
0	内蔵 ROM	アドレス H'010000 ~ H'01FFFF は内蔵 ROM、 アドレス H'020000 ~ H'03FFFF はリザーブ領域* ¹
1	アドレス H'010000 ~ H'03FFFF* ² は外部拡張モードの場合は外部アドレス、 シングルチップモードの場合はリザーブ領域* ¹ (初期値)	

【注】 *1 リザーブ領域はアクセスしないでください。

*2 H8S/2339 では H'010000 ~ H'05FFFF になります。

19.3 動作説明

内蔵 ROM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。偶数番地が上位 8 ビット、奇数番地が下位 8 ビットに接続されています。ワードデータは偶数番地から始まるデータに限定されています。

内蔵 ROM の有効または無効の設定はモード端子 (MD2、MD1、MD0) および BCRL の EAE ビットにより行います。この設定を表 19.2、表 19.3 に示します。

表 19.2 動作モードと ROM (H8S/2338 F-ZTAT)

	動作モード	モード端子				BCRL	内蔵 ROM	
		FWE	MD2	MD1	MD0	EAE		
モード 1	-	0	0	0	1	-	-	
モード 2				1	0			
モード 3					1			
モード 4	アドバンスト・内蔵 ROM 無効拡張モード	1	0	0	0	-	無効	
モード 5	アドバンスト・内蔵 ROM 無効拡張モード							1
モード 6	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	1	0	0	0	-	有効 (256K バイト) *1*5	
モード 7	アドバンスト・シングルチップ モード				1		0	有効 (64K バイト)
					1		0	有効 (256K バイト) *1*5
モード 8	-				1		0	0
モード 9		1						
モード 10	ブートモード (アドバンスト・ 内蔵 ROM 有効拡張モード) *3	1	0	0	0	-	有効 (256K バイト) *2*5	
モード 11	ブートモード (アドバンスト・ シングルチップモード) *4				1		0	有効 (64K バイト)
		1	0	有効 (256K バイト) *2*5				
モード 12	-	1	0	0	0	-	-	
モード 13					1			
モード 14	ユーザプログラムモード (アドバンスト・内蔵 ROM 有 効拡張モード) *3	1	0	0	0	-	有効 (256K バイト) *1*5	
モード 15	ユーザプログラムモード (アドバンスト・シングルチッ プモード) *4				1		0	有効 (64K バイト)
		1	0	有効 (256K バイト) *1*5				
					1		有効 (64K バイト)	

【注】 *1 モード 6、7、14、15 の場合、リセット後に使用できる内蔵 ROM は、アドレス H'000000 ~ H'00FFFF の 64K バイトですので注意してください。

*2 モード 10、11 のブートモードの場合、ブートプログラムでフラッシュメモリを全面消去した直後、使用できる内蔵 ROM はアドレス H'000000 ~ H'00FFFF の 64K バイトですので注意してください。

*3 フラッシュメモリの消去・書き換えが可能である以外はアドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モードと同等の動作となります。

*4 フラッシュメモリの消去・書き換えが可能である以外はアドバンスト・シングルチップモードと同等の動作となります。

*5 H8S/2338 F-ZTAT の場合、内蔵 ROM は 256K バイトです。

表 19.3 動作モードと ROM (H8S/2339 F-ZTAT、マスク ROM 版)

	動作モード	モード端子			BCRL	内蔵 ROM
		MD2	MD1	MD0	EAE	
モード 1	-	0	0	1	-	-
モード 2 ^{*3}			1	0		
モード 3 ^{*3}				1		
モード 4	アドバンスト・内蔵 ROM 無効拡張モード	1	0	0	-	無効
モード 5	アドバンスト・内蔵 ROM 無効拡張モード			1		
モード 6	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	1	0	0	0	有効 (256K バイト) ^{*1*2}
				1		有効 (64K バイト)
モード 7	アドバンスト・シングルチップ モード	1	0	0	0	有効 (256K バイト) ^{*1*2}
				1		有効 (64K バイト)

【注】 *1 モード 6、7 の場合、リセット後に使用できる内蔵 ROM は、アドレス H'000000 ~ H'00FFFF の 64K バイトですので注意してください。

*2 内蔵される ROM の容量は、製品によって異なりますので「3.5 各動作モードのアドレスマップ」を参照してください。

*3 H8S/2339 F-ZTAT では、ブートモードになります。
H8S/2339 F-ZTAT のブートモードについては、表 19.9 を参照してください。また、ユーザプログラムモードについても、表 19.19 を参照してください。

19.4 フラッシュメモリの概要 (H8S/2339 F-ZTAT)

19.4.1 特長

本 LSI は 384K バイトのフラッシュメモリを内蔵しています。フラッシュメモリの特長を以下に示します。

- フラッシュメモリの 4 種類の動作モード
 - プログラムモード
 - イレースモード
 - プログラムベリファイモード
 - イレースベリファイモード
- 書き込み / 消去方式
書き込みは128バイト同時書き込みを行います。消去はブロック分割消去 (1ブロック単位) で行います。全面消去を行う場合は、各ブロック単位に順次行ってください。ブロック分割消去では4Kバイト、32Kバイト、64Kバイトのブロック単位で任意に設定することができます。
- 書き込み / 消去時間
フラッシュメモリの書き込み時間は、128バイト同時書き込みにて10.0ms (typ.)、1バイト当たり換算にて78 μ s (typ.)、消去時間は、50ms (typ.) です。
- 書き換え回数
フラッシュメモリの書き換えは、min100回可能です。
- オンボードプログラミングモード
オンボードでフラッシュメモリの書き込み / 消去 / ベリファイを行う2種類のモードがあります。
 - ブートモード
 - ユーザプログラムモード
- ビットレート自動合わせ込み
ブートモードでデータ転送時、ホストの転送ビットレートと本LSIのビットレートとを自動で合わせることができます。
- RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション機能
フラッシュメモリとRAMの一部を重ね合わせることで、フラッシュメモリの書き換えをリアルタイムにエミュレートすることができます。
- プロテクトモード
ソフトウェアプロテクトモード、ハードウェアプロテクトモード、エラープロテクトモードの3種類のモードがあり、フラッシュメモリの書き込み / 消去 / ベリファイのプロテクト状態を設定することができます。
- ライタモード
フラッシュメモリの書き込み / 消去可能なモードとして、オンボードプログラミングモード以外にPROMライタを用いたライタモードがあります。

19.4.2 概要

(1) ブロック図

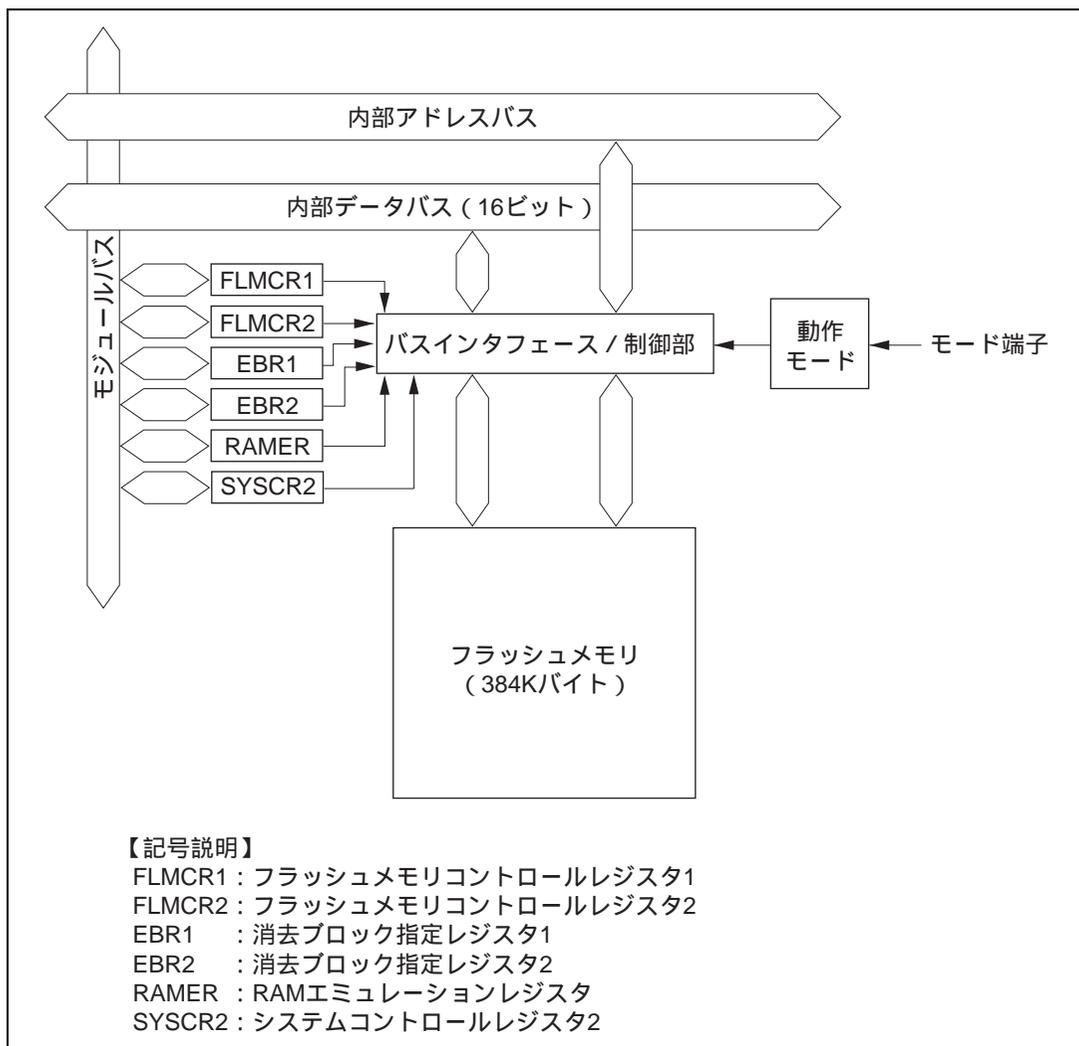


図 19.2 フラッシュメモリのブロック図

19.4.3 フラッシュメモリの動作モード

(1) モード遷移図

リセット状態で各モード端子を設定し、リセットスタートすると、本 LSI は図 19.3 に示すような各動作モードへ遷移します。ユーザモードではフラッシュメモリの読み出しはできますが、フラッシュメモリの書き込み / 消去はできません。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行えるモードとして、ブートモード、ユーザプログラムモード、ライターモードがあります。

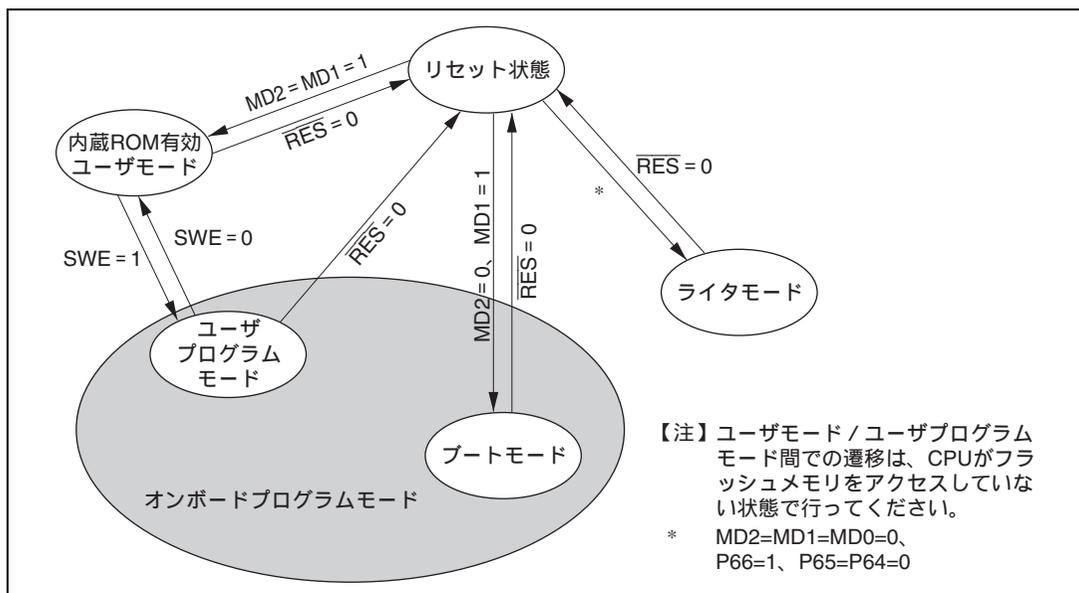


図 19.3 フラッシュメモリに関する状態遷移

19.4.4 オンボードプログラミングモード

(1) ブートモード

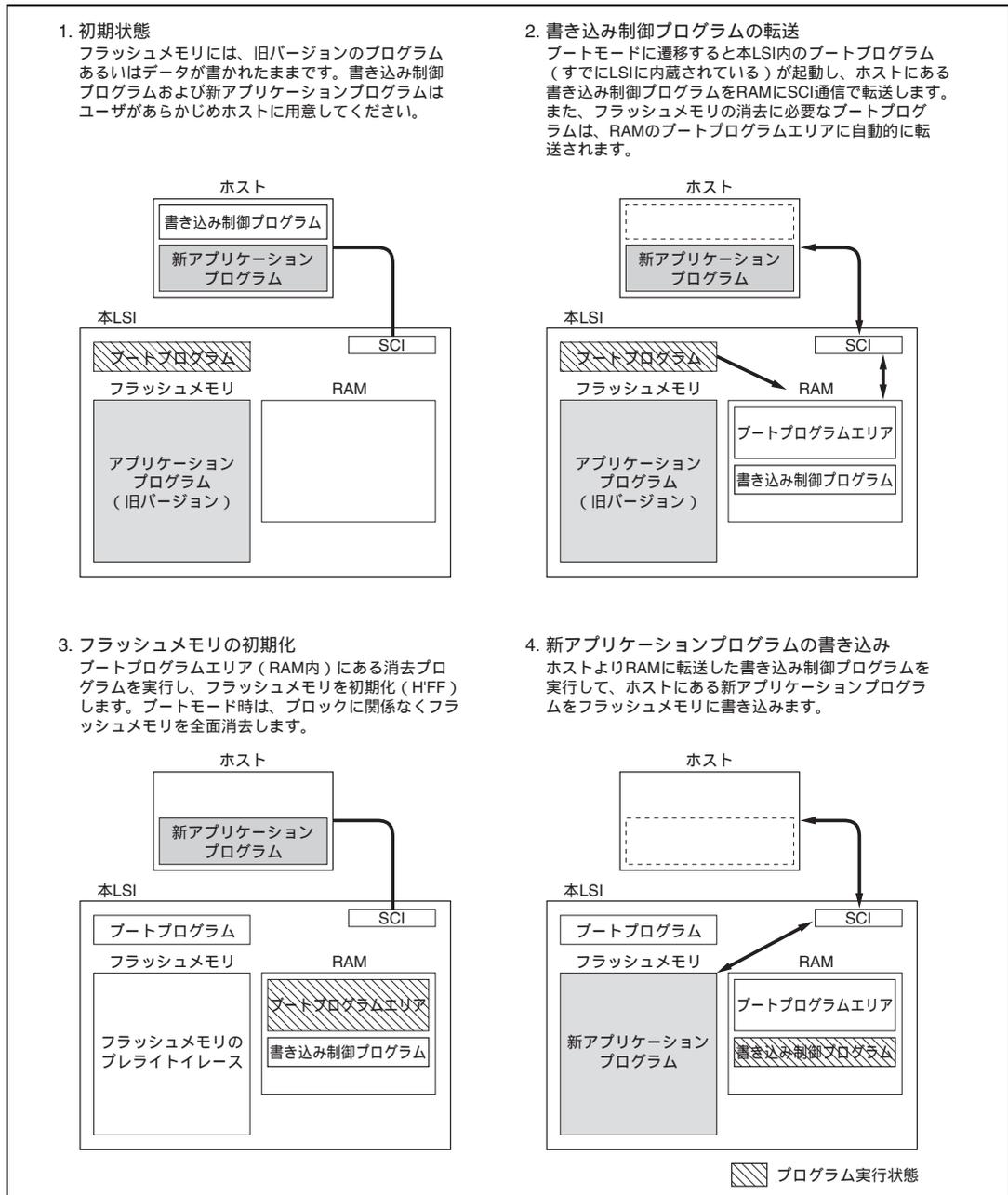
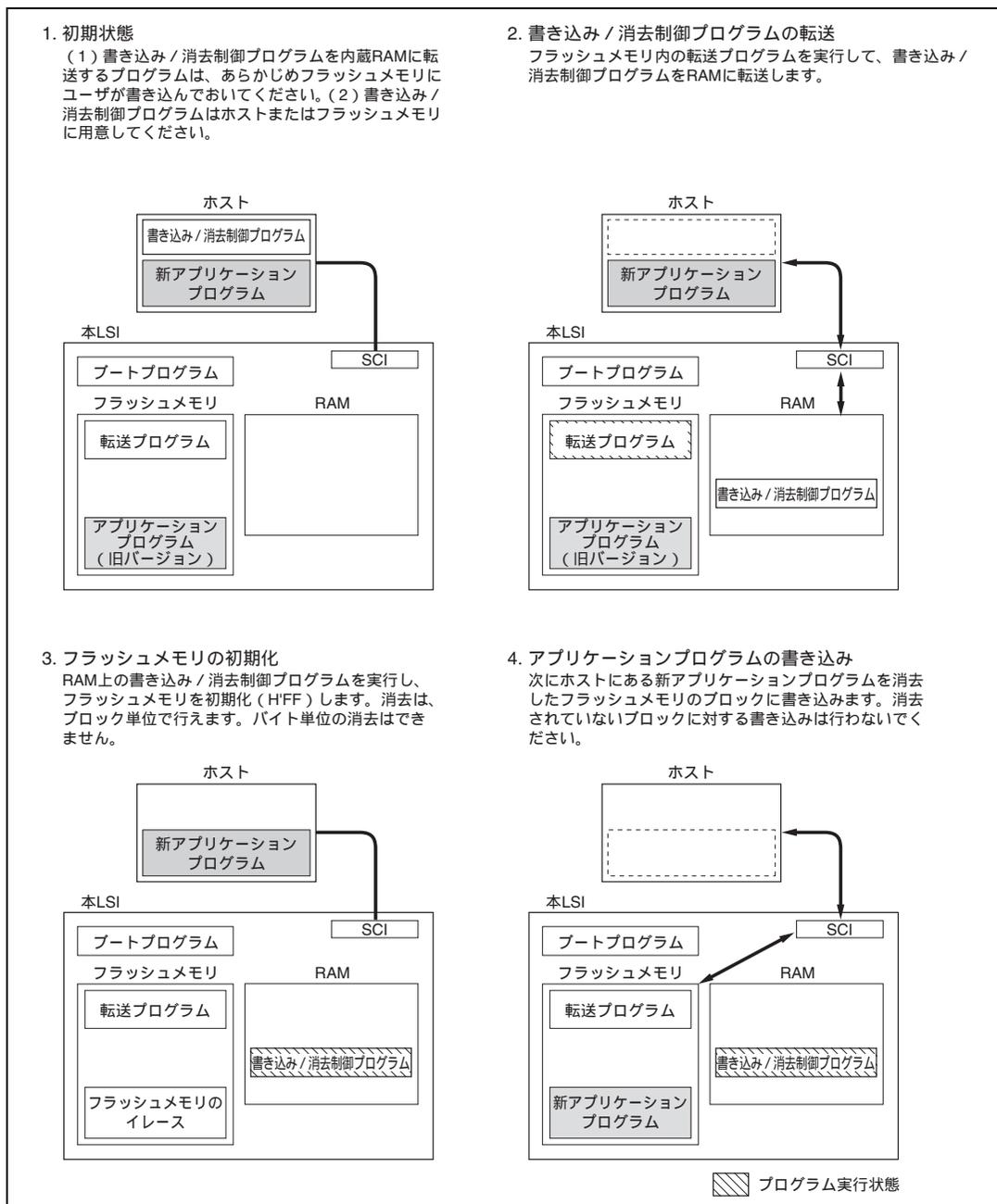


図 19.4 オンボードプログラミング・ブートモード

(2) ユーザプログラムモード



19.4.5 RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション

(1) ユーザモード、ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの読み出し

ユーザモード、ユーザプログラムモードでエミュレーションを行ってください。

エミュレーション機能を実行しているときに RAMER で設定したエミュレーションブロックをアクセスすると、オーバーラップ RAM に書かれているデータがリードされます。

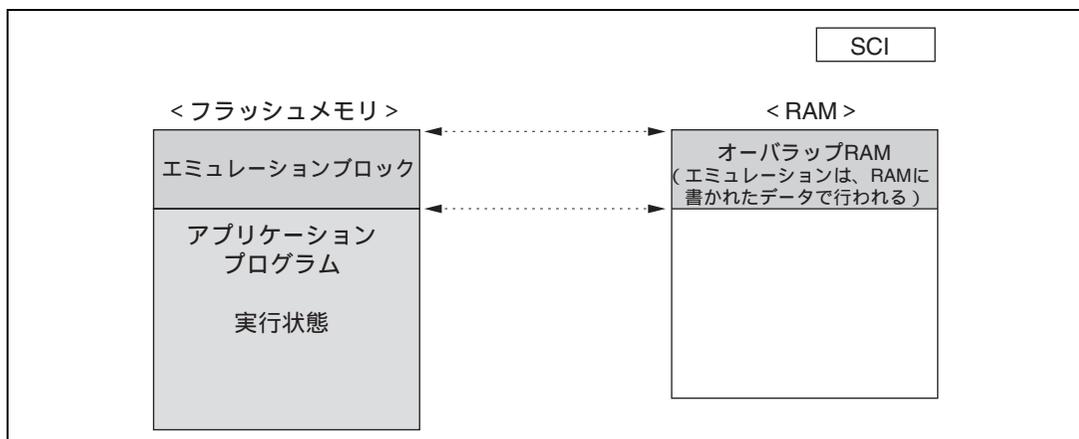


図 19.6 ユーザモード、ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの読み出し

(2) ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの書き込み

オーバーラップ RAM のデータが確定したら、RAMS ビットをクリアして RAM のオーバーラップを解除し、実際にフラッシュメモリへのライトを行ってください。

書き換え制御プログラムを RAM に転送してくるときに、転送先とオーバーラップ RAM が重ならないようにしてください。オーバーラップ RAM 内のデータが書き換えられてしまいます。

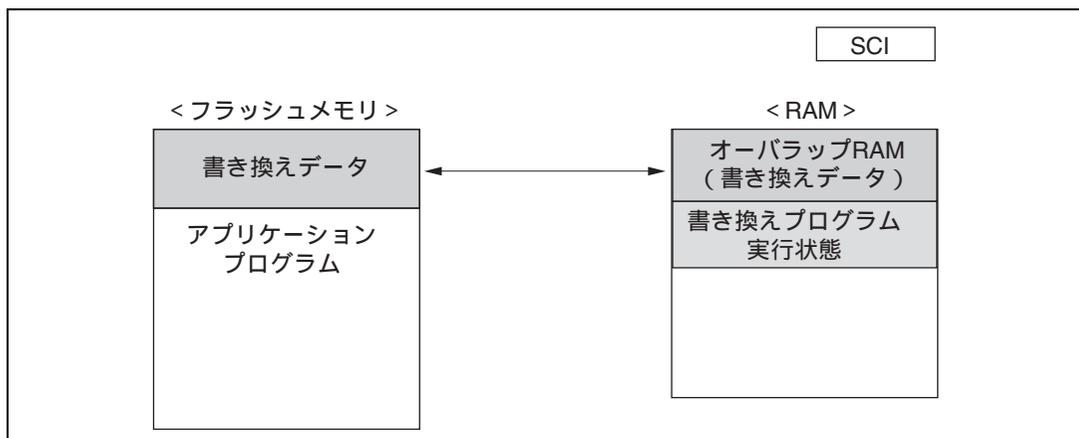


図 19.7 ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの書き込み

19.4.6 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点

表 19.4 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点

	ブートモード	ユーザプログラムモード
全面消去		
ブロック分割消去	×	
書き換え制御プログラム*	プログラム/ プログラムベリファイ	イレース/イレースベリファイ/プログラム/ プログラムベリファイ/エミュレーション

【注】 * 推奨するアルゴリズムに沿って、ユーザ側で用意してください。

19.4.7 ブロック分割法

本 LSI は、64K バイト (5 ブロック)、32K バイト (1 ブロック)、4K バイト (8 ブロック) に分割されています。

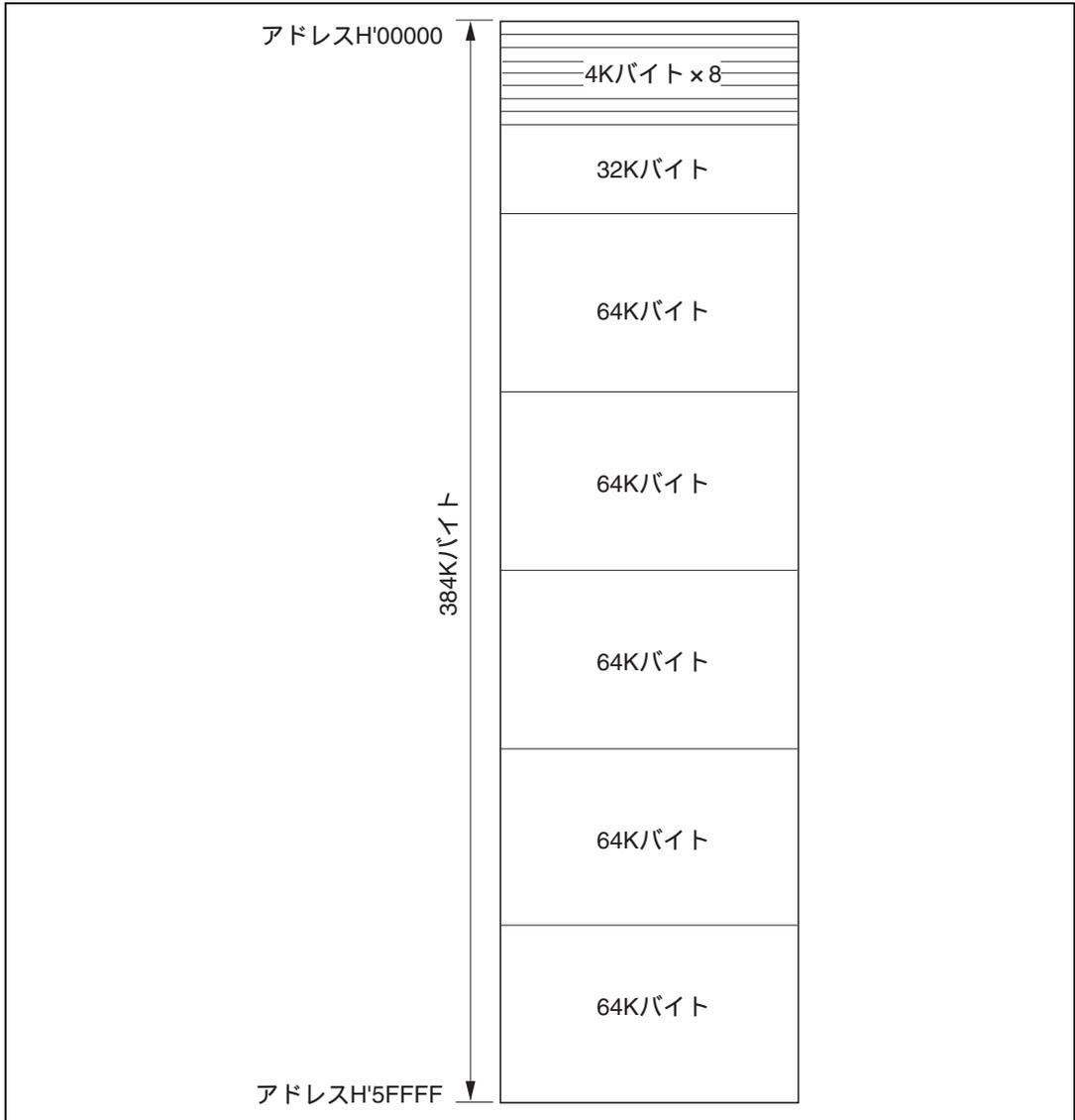


図 19.8 ブロック分割法

19.4.8 端子構成

フラッシュメモリは表 19.5 に示す端子により制御されます。

表 19.5 端子構成

端子名	略 称	入出力	機 能
リセット	RES	入力	リセット
モード 2	MD2	入力	本 LSI の動作モードを設定
モード 1	MD1	入力	本 LSI の動作モードを設定
モード 0	MD0	入力	本 LSI の動作モードを設定
ポート 66	P66	入力	ライタモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
ポート 65	P65	入力	ライタモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
ポート 64	P64	入力	ライタモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
トランスミットデータ	TxD1	出力	シリアル送信データ出力
レシーブデータ	RxD1	入力	シリアル受信データ入力

19.4.9 レジスタ構成

内蔵フラッシュメモリが有効のときのフラッシュメモリをコントロールするレジスタを表 19.6 に示します。FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 をアクセスするためには、内蔵フラッシュメモリが有効なモードで、SYSCR2 の FLSHE ビットを 1 にセットする必要があります (RAMER を除く)。

表 19.6 レジスタ構成

名 称	略 称	R/W	初期値	アドレス ^{*1}
フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1 ^{*5}	R/W ^{*3}	H'80	H'FFC8 ^{*2}
フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2 ^{*5}	R/W ^{*3}	H'00	H'FFC9 ^{*2}
消去ブロック指定レジスタ 1	EBR1 ^{*5}	R/W ^{*3}	H'00 ^{*4}	H'FFCA ^{*2}
消去ブロック指定レジスタ 2	EBR2 ^{*5}	R/W ^{*3}	H'00 ^{*4}	H'FFCB ^{*2}
システムコントロールレジスタ 2	SYSCR2 ^{*6}	R/W	H'00	H'FF42
RAM エミュレーションレジスタ	RAMER	R/W	H'00	H'FEDB

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
 *2 フラッシュメモリのレジスタの選択はシステムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) の FLSHE ビットで行います。
 *3 内蔵フラッシュメモリが無効のモードのときは、リードすると H'00 が読み出され、ライトも無効となります。
 *4 FLMCR1 の SWE ビットがセットされていないときは H'00 に初期化されます。
 *5 FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は 8 ビットのレジスタです。バイトアクセスのみ有効で、2 ステータアクセスとなります。
 *6 SYSCR2 は、F-ZTAT 版専用のレジスタです。マスク ROM 版では、リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

19.5 フラッシュメモリのレジスタ説明

19.5.1 フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	FWE	SWE	ESU	PSU	EV	PV	E	P
初期値	1	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R/W						

FLMCR1 は、フラッシュメモリの各動作モードを制御する 8 ビットのレジスタです。プログラムベリファイモード、イレースベリファイモードに遷移させるには、SWE ビットをセット後、EV ビットまたは PV ビットをセットします。プログラムモードへ遷移させるには、SWE ビットをセット後、PSU ビットをセットし、最後に P ビットをセットします。イレースモードへ遷移するには、SWE ビットをセット後、ESU ビットをセットし、最後に E ビットをセットします。FLMCR1 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモードで H'80 に初期化されます。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

また、FLMCR1 の ESU、PSU、EV、PV ビットへの書き込みは SWE = 1 のとき、E ビットへの書き込みは SWE = 1、ESU = 1 のとき、P ビットへの書き込みは SWE = 1、PSU = 1 のときのみ有効です。

ビット 7: フラッシュライトイネーブルビット (FWE)

FWE ビットは、フラッシュメモリの書き込み / 消去をハードウェアプロテクトするビットです。本製品では、リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 6: ソフトウェアライトイネーブルビット (SWE)

フラッシュメモリの書き込み / 消去の有効または無効を選択するビットです (FLMCR1 のビット 5 ~ 0、EBR1 の 7 ~ 0 ビット、EBR2 の 5 ~ 0 ビットをセットするときにセットしてください)。

SWE = 1 のときは、プログラムベリファイ / イレースベリファイモード以外ではフラッシュメモリを読み出すことはできません。

ビット 6	説明	
SWE		
0	書き込み無効	(初期値)
1	書き込み有効	

ビット 5: イレースセットアップビット (ESU)

イレースモードへの遷移の準備をするビットです (SWE、PSU、EV、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット 5	説明	
ESU		
0	イレースセットアップ解除	(初期値)
1	イレースセットアップ [セット条件] SWE = 1 のとき	

ビット4：プログラムセットアップビット (PSU)

プログラムモードへの遷移の準備をするビットです (SWE、ESU、EV、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット4	説明
PSU	
0	プログラムセットアップ解除 (初期値)
1	プログラムセットアップ [セット条件] SWE = 1 のとき

ビット3：イレースベリファイ (EV)

イレースベリファイモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット3	説明
EV	
0	イレースベリファイモードを解除 (初期値)
1	イレースベリファイモードに遷移 [セット条件] SWE = 1 のとき

ビット2：プログラムベリファイ (PV)

プログラムベリファイモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、EV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット2	説明
PV	
0	プログラムベリファイモードを解除 (初期値)
1	プログラムベリファイモードに遷移 [セット条件] SWE = 1 のとき

ビット1：イレース (E)

イレースモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、EV、PV、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット1	説明
E	
0	イレースモードを解除 (初期値)
1	イレースモードに遷移 [セット条件] SWE = 1、ESU = 1 のとき

ビット0：プログラム（P）

プログラムモードへの遷移、解除を選択するビットです（SWE、PSU、ESU、EV、PV、Eビットを同時に設定しないでください）。

ビット0	説明
P	
0	プログラムモードを解除 (初期値)
1	プログラムモードに遷移 [セット条件] SWE = 1、PSU = 1 のとき

19.5.2 フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
FLER	-	-	-	-	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	-	-	-	-	-	-	-

FLMCR2 は、フラッシュメモリの各動作モードを制御する 8 ビットのレジスタです。FLMCR2 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモードのとき H'00 に初期化されます。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

ビット7：フラッシュメモリエラー（FLER）

フラッシュメモリ動作中（書き込み、消去）にエラーが発生したことを示すビットです。FLER = 1 に設定されると、フラッシュメモリはエラープロテクトに遷移します。

ビット7	説明
FLER	
0	フラッシュメモリは正常に動作しています。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト（エラープロテクト）が無効 [クリア条件] リセットまたはハードウェアスタンバイモードのとき (初期値)
1	フラッシュメモリへの書き込み / 消去中にエラーが発生したことを示します。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト（エラープロテクト）が有効 [セット条件] 「19.8.3 エラープロテクト」参照

ビット6~0：リザーブビット

リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

19.5.3 消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

フラッシュメモリの消去エリアをブロックごとに設定する 8 ビットのレジスタです。EBR1 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモード、FLMCR1 の SWE ビットが設定されていないときは H'00 に初期化されます。EBR1 の各ビットに 1 をセットすると、対応するブロックが消去可能となります。それ以外のブロックは、消去プロテクト状態になります。EBR1 は EBR2 と合わせて 1 ビットのみ設定してください (2 ビット以上を設定しないでください。設定すると EBR1 と EBR2 はともに 0 にオートクリアされます)。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

フラッシュメモリのブロック分割方法は、表 19.7 を参照してください。

19.5.4 消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	EB13	EB12	EB11	EB10	EB9	EB8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

フラッシュメモリの消去エリアをブロックごとに設定する 8 ビットのレジスタです。EBR2 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモード、FLMCR1 の SWE ビットが設定されていないときは H'00 に初期化されます。EBR2 の各ビットに 1 をセットすると、対応するブロックが消去可能となります (それ以外のブロックは、消去プロテクト状態になります)。EBR2 は EBR1 と合わせて 1 ビットのみ設定してください (2 ビット以上を設定しないでください。設定すると EBR1 と EBR2 はともに 0 にオートクリアされます)。ビット 7、6 はリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

フラッシュメモリのブロック分割方法は、表 19.7 を参照してください。

表 19.7 消去ブロックの分割

ブロック (サイズ)	アドレス
EB0 (4K バイト)	H'000000 ~ H'000FFF
EB1 (4K バイト)	H'001000 ~ H'001FFF
EB2 (4K バイト)	H'002000 ~ H'002FFF
EB3 (4K バイト)	H'003000 ~ H'003FFF
EB4 (4K バイト)	H'004000 ~ H'004FFF
EB5 (4K バイト)	H'005000 ~ H'005FFF
EB6 (4K バイト)	H'006000 ~ H'006FFF
EB7 (4K バイト)	H'007000 ~ H'007FFF
EB8 (32K バイト)	H'008000 ~ H'00FFFF
EB9 (64K バイト)	H'010000 ~ H'01FFFF
EB10 (64K バイト)	H'020000 ~ H'02FFFF
EB11 (64K バイト)	H'030000 ~ H'03FFFF
EB12 (64K バイト)	H'040000 ~ H'04FFFF
EB13 (64K バイト)	H'050000 ~ H'05FFFF

19.5.5 システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	FLSHE	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	-	-	R/W

SYSCR2は8ビットのリード/ライト可能なレジスタで、内蔵フラッシュメモリの制御を行います。SYSCR2はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時のH'00に初期化されます。

SYSCR2は、F-ZTAT版のみ有効なレジスタです。マスクROM版では、リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

ビット7~4: リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3: フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル (FLSHE)

フラッシュメモリの制御レジスタ (FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2) のCPUアクセスを制御します。FLSHEビットを1にセットすると、フラッシュメモリ制御レジスタをリード/ライトすることができます。0にクリアするとフラッシュメモリの制御レジスタは非選択となります。このとき、フラッシュメモリ制御レジスタの内容は保持されています。

ビット3	説明
FLSHE	
0	アドレス H'FFFFC8 ~ H'FFFFCB のエリアはフラッシュ制御レジスタを非選択 (初期値)
1	アドレス H'FFFFC8 ~ H'FFFFCB のエリアはフラッシュ制御レジスタを選択

ビット2、1：リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット0：リザーブビット

リザーブビットです。0をライトしてください。

19.5.6 RAM エミュレーションレジスタ (RAMER)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	RAMS	RAM2	RAM1	RAM0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

フラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートするときに、RAMの一部と重ね合わせるフラッシュメモリのエリアを設定するレジスタです。リセット、またはハードウェアスタンバイモードのときにH'00に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードのときには、初期化されません。RAMERの設定は、ユーザモード、ユーザプログラムモードで行ってください。

フラッシュメモリエリアの分割法は、表 19.8 を参照してください。なお、エミュレーション機能を実際に動作させるために、本レジスタの書き換え直後にRAMエミュレーションの対象ROMをアクセスしないでください。

直後にアクセスした場合には正常なアクセスは保証されません。

ビット7~4：リザーブビット

読み出すと常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3：RAMセレクト (RAMS)

RAMによるフラッシュメモリのエミュレーション選択/非選択を設定するビットです。RAMS = 1のときは、フラッシュメモリ全ブロックの書き込み/消去プロテクト状態となります。

ビット3	説明
RAMS	
0	エミュレーション非選択 フラッシュメモリ全ブロック書き込み/消去プロテクト無効 (初期値)
1	エミュレーション選択 フラッシュメモリ全ブロック書き込み/消去プロテクト有効

ビット2~0：フラッシュメモリエリア選択 (RAM2~RAM0)

ビット3とともに使用し、RAMと重ね合わせるフラッシュメモリのエリアを選択します (表 19.8 参照)。

表 19.8 フラッシュメモリエリアの分割

RAM エリア	ブロック名	RAMS	RAM2	RAM1	RAM0
H'FFDC00 ~ H'FFEBFF	RAM エリア 4K バイト	0	*	*	*
H'000000 ~ H'000FFF	EB0 (4K バイト)	1	0	0	0
H'001000 ~ H'001FFF	EB1 (4K バイト)	1	0	0	1
H'002000 ~ H'002FFF	EB2 (4K バイト)	1	0	1	0
H'003000 ~ H'003FFF	EB3 (4K バイト)	1	0	1	1
H'004000 ~ H'004FFF	EB4 (4K バイト)	1	1	0	0
H'005000 ~ H'005FFF	EB5 (4K バイト)	1	1	0	1
H'006000 ~ H'006FFF	EB6 (4K バイト)	1	1	1	0
H'007000 ~ H'007FFF	EB7 (4K バイト)	1	1	1	1

* : Don't care

19.6 オンボードプログラミングモード

オンボードプログラミングモードに設定すると、内蔵フラッシュメモリへの書き込み / 消去 / ベリファイを行うことができます。オンボードプログラミングモードには、ブートモードとユーザプログラムモードの 2 種類の動作モードがあります。各モードへ遷移する端子の設定方法を、表 19.9 に示します。また、フラッシュメモリに関する各モードへの状態遷移図は図 19.3 を参照してください。

表 19.9 オンボードプログラミングモードの設定方法

モード		端子		
MCU モード	CPU 動作モード・内容	MD2	MD1	MD0
ブートモード	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	0	1	0
	アドバンスト・シングルチップモード			1
ユーザプログラムモード*	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	1	1	0
	アドバンスト・シングルチップモード			1

【注】 * 通常はユーザモードを使用してください。書き込み / 消去 / ベリファイを行う前に SWE ビットを 1 に設定し、ユーザプログラムモードに遷移してください。

19.6.1 ブートモード

ブートモードを使用する場合は、フラッシュメモリへの書き込み制御プログラムをホストに準備しておく必要があります。また、使用する SCI のチャンネル 1 は調歩同期式モードに設定されています。

本 LSI の端子をブートモードに設定後リセットスタートすると、あらかじめマイコン内に組み込まれているブートプログラムが起動され、ホストに用意した書き込み制御プログラムが、SCI を使って本 LSI へ順次送信されます。本 LSI では、SCI で受信した書き込み制御プログラムを内蔵 RAM の書き込み制御プログラムエリアに書き込みます。転送終了後書き込み制御プログラムエリアの先頭アドレスに分岐し、書き込み制御プログラム実行状態となります（フラッシュメモリの書き込みを行います）。

したがって、転送する書き込み制御プログラムには、後述の書き込みアルゴリズムに沿ったプログラムを準備してください。

図 19.9 にブートモード時のシステム構成図、図 19.10 にブートモード実行手順を示します。

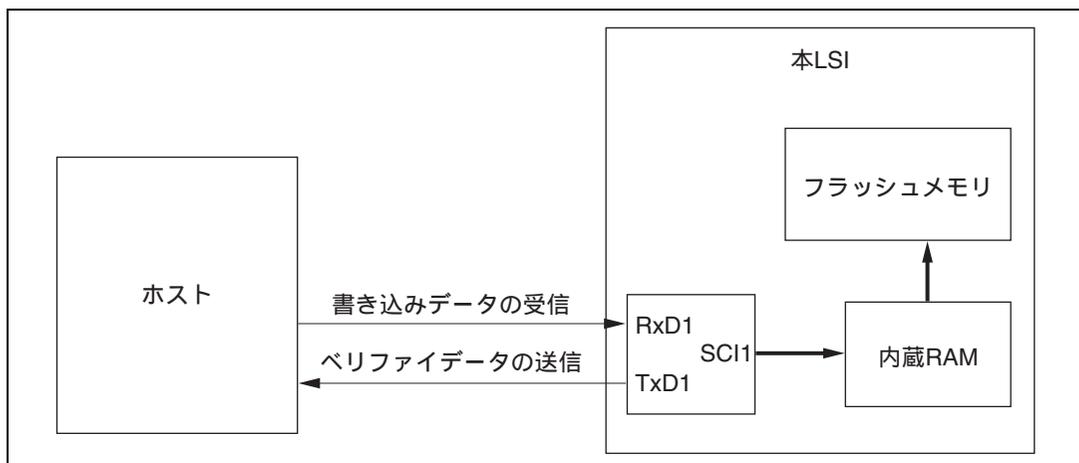


図 19.9 ブートモード時のシステム構成図

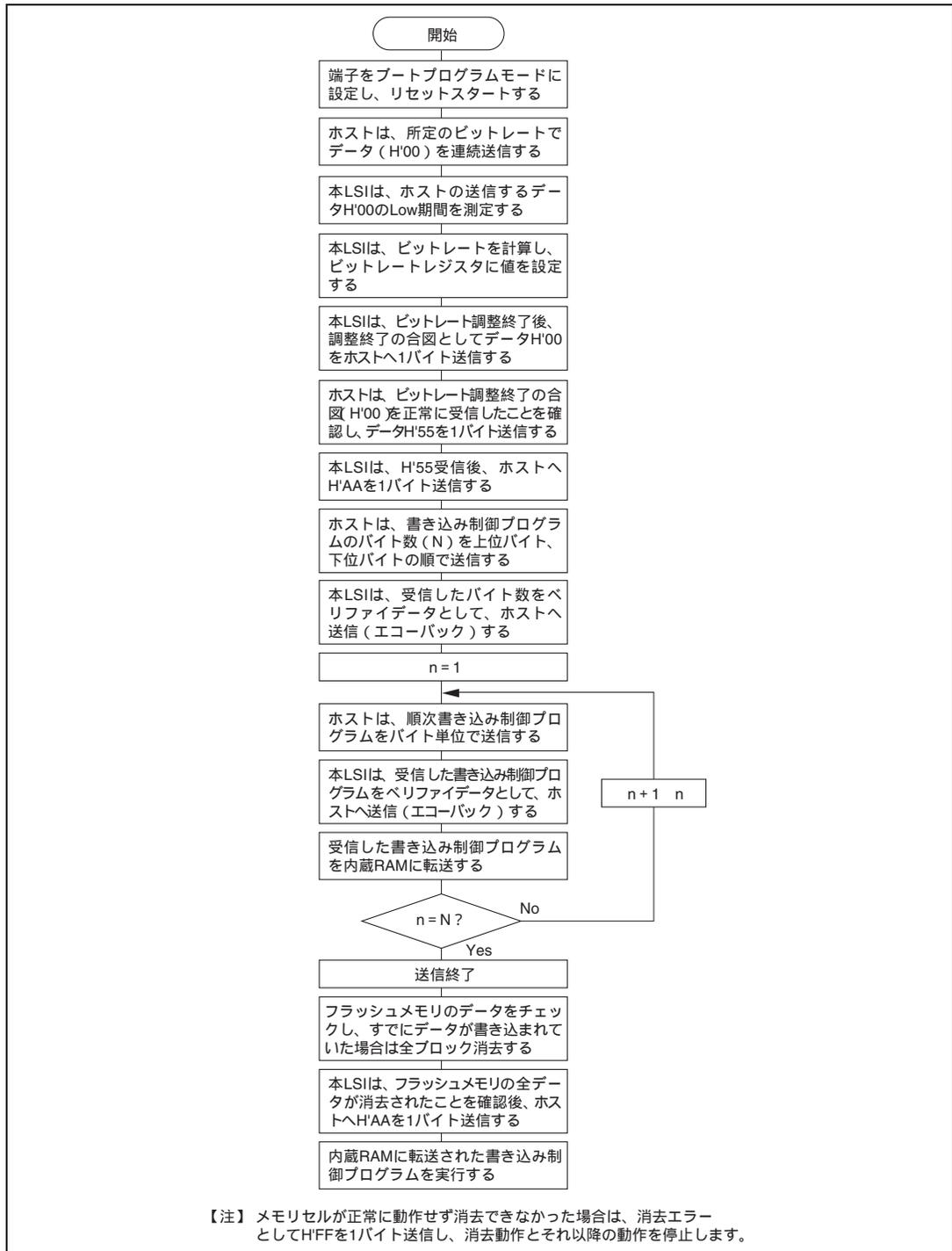


図 19.10 ブートモード実行手順

(1) SCI ビットレートの自動合わせ込み動作

ブートモードが起動すると、本 LSI はホストより連続送信される調歩同期式 SCI 通信のデータ (H'00) の Low 期間を測定します。このときの SCI 受信 / 送信フォーマットを「8 ビットデータ、1 ストップビット、パリティなし」に設定してください。本 LSI は、測定した Low 期間よりホストの送信するビットレートを計算し、ビット調整終了合図としてホストへ H'00 を 1 バイト送信します。ホストは、この調整終了合図 (H'00) を正常に受信したことを確認し、本 LSI へ H'55 を 1 バイト送信してください。受信が正常に行われなかった場合は、再度ブートモードを起動し (リセット)、上述の操作を行ってください。ホストが送信するビットレート、および本 LSI のシステムクロックの周波数によってホストと本 LSI のビットレートに誤差が生じます。正常に SCI を動作させるために、ホストの転送ビットレートを (9,600、19,200) bps に設定してください。

ホストの転送ビットレートと本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数を表 19.10 に示します。このシステムクロックの範囲内でブートプログラムを実行してください。

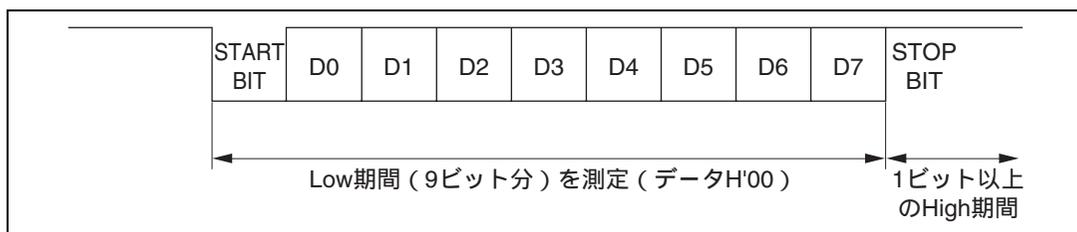


図 19.11 SCI ビットレートの自動合わせ込み動作

表 19.10 本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数

ホストのビットレート	本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数
19,200bps	16 ~ 25MHz
9,600bps	8 ~ 25MHz

(2) ブートモード時の内蔵 RAM エリアの分割

ブートモードでは、H'FF7C00～H'FF83FF の 2K バイトは、図 19.12 に示すようにブートプログラムで使用するエリアとしてリザーブされています。書き込み制御プログラムを転送するエリアは H'FF8400～H'FFFBFF です。ブートプログラムのエリアは、RAM 内に転送した書き込み制御プログラムが実行状態に遷移すると使用できます。スタックエリアは必要に応じて設定してください。

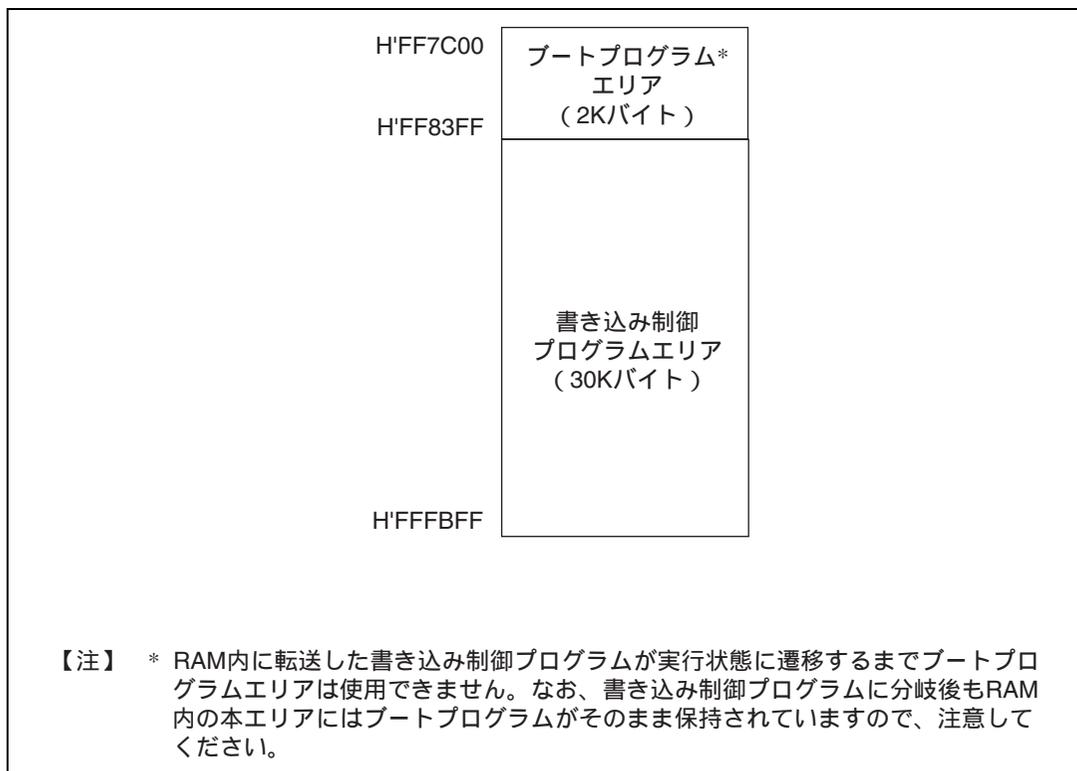


図 19.12 ブートモード時の RAM エリア

(3) ブートモード使用時の注意事項

- (a) 本LSIは、ブートモードでリセット解除すると、SCIのRxDI端子のLow期間を測定します。RxDI端子がHighの状態でのリセット解除してください。リセット解除後、RxDI端子から入力されるLow期間を測定できるようになるまで、本LSIは約100ステート必要です。
- (b) ブートモードは、フラッシュメモリに書き込まれているデータがある場合（全データが1でないとき）、フラッシュメモリの全ブロックを消去します。本モードは、オンボード状態での初期の書き込み、あるいは、ユーザプログラムモードで起動するプログラムを誤って消去し、ユーザプログラムモードが実行できなくなった場合の強制復帰などに使用してください。
- (c) フラッシュメモリの書き込み中、あるいは消去中に割り込みを使用することはできません。

- (d) RxD1端子およびTxD1端子は、ボード上でプルアップして使用してください。
- (e) 本LSIは、書き込み制御プログラム (RAMエリアのH'FF8400 ~ H'FFFBFF) に分岐するときに内蔵SCI (チャンネル1) の送受信動作を終了 (SCRのRE = 0、TE = 0) しますが、BRRには、合わせ込んだビットレートの値を保持しています。
また、このときトランスミットデータ出力端子TxD1は、Highレベル出力状態 (P31DDR = 1、P31DR = 1) となっています。
さらにこのとき、CPU内蔵の汎用レジスタの値は不定です。このため書き込み制御プログラムに分岐した直後に汎用レジスタの初期設定を必ず行ってください。
特にスタックポインタ (SP) は、サブルーチンコール時などに暗黙的に使用されますので、書き込み制御プログラムで使用するスタックエリアを必ず指定してください。
上記以外の内蔵レジスタについても、初期設定を必ず行ってください。
- (f) ブートモードへの遷移は表19.9のモード設定に従って、端子を設定しリセットスタートすることにより可能です。
ブートモードを解除するには、リセット端子をLowレベルにしてから最低20ステート経過後、モード端子を設定し、リセット解除*1することにより可能です。また、WDTのオーバフローリセットが発生した場合もブートモードを解除することが可能です。
ブートモードの途中でモード端子の入力レベルを変化させないでください。
- (g) リセット中にモード端子の入力レベルを変化 (たとえばLowレベル Highレベル) させると、マイコンの動作モードが切り替わることによりアドレス兼用ポート、およびバス制御出力信号 (\overline{AS} 、 \overline{RD} 、 \overline{HWR}) の状態が変化*2します。
このため、これらの端子はリセット中に出力信号とならないような端子設定にするか、マイコン外部の信号と衝突しないように注意してください。

【注】 *1 モード端子の入力はリセット解除のタイミングに対し、モードプログラミングセットアップ時間 ($t_{MDS} = 200\text{ns}$) を満足する必要があります。

*2 「第9章 I/Oポート」を参照してください。

19.6.2 ユーザプログラムモード

ユーザプログラムモードに設定すると、ユーザの書き込み / 消去制御プログラムによるフラッシュメモリの書き込み、消去が可能になります。したがって、あらかじめ基板上に書き換えデータ供給手段を設け、必要に応じてプログラムエリアの一部に書き込み / 消去制御プログラムを内蔵しておくことにより、内蔵フラッシュメモリのオンボード書き換えを行うことができます。

本モードの設定では、内蔵フラッシュメモリの有効なモード 6、7 で起動します。この状態の動作では、フラッシュメモリ以外の周辺機能はモード 6、7 と同じ動作をします。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行うために SWE ビットを 1 にセットしている間は、フラッシュメモリ自体を読み出すことはできません。書き込み / 消去を行う制御プログラムは、内蔵 RAM / 外部メモリ上で実行するようにしてください。外部メモリにプログラムを置く場合は、フラッシュメモリに書き込むための命令とその次の命令は内蔵 RAM 上に置くようにしてください。

図 19.13 に書き込み / 消去制御プログラムを内蔵 RAM に転送する場合の実行手順例を示します。

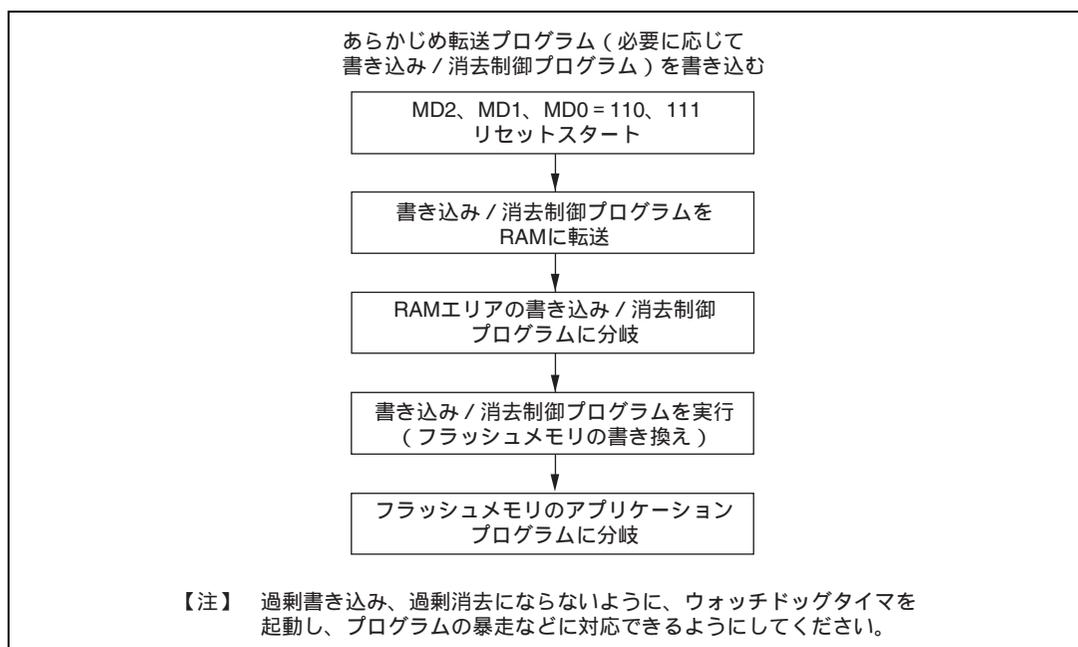


図 19.13 ユーザプログラムモードの実行手順例

19.7 フラッシュメモリの書き込み / 消去

オンボードプログラミングモードでのフラッシュメモリの書き込み / 消去は、CPU を用いてソフトウェア的に行う方式を採用しています。フラッシュメモリの動作モードとしては、プログラムモード / イレースモード / プログラムベリファイモード / イレースベリファイモードがあります。

FLMCR1 の PSU ビット、ESU ビット、P ビット、E ビット、PV ビット、EV ビットをセットすることにより各動作モードに遷移します。

フラッシュメモリは、書き込み / 消去を行っている間は読み出すことができません。したがって、フラッシュメモリの書き込み / 消去を制御するプログラム(書き込み制御プログラム)は、内蔵 RAM、あるいは外部メモリ上に置き、実行するようにしてください。外部メモリにプログラムを置く場合は、フラッシュメモリに書き込むための命令とその次の命令は内蔵 RAM 上に置くようにしてください。また、フラッシュメモリへの書き込み命令実行前後に DMAC、DTC が起動しないようにしてください。

- 【注】
1. FLMCR1 の SWE、ESU、PSU、EV、PV、E、P ビットのセット / リセットがそれぞれ、当該アドレスエリアのフラッシュメモリ上のプログラムで実行された場合の動作は保証されません。
 2. 書き込みは消去状態で行ってください。すでに書き込まれたアドレスへの追加書き込みは行わないでください。

19.7.1 プログラムモード

フラッシュメモリへのデータ / プログラムの書き込みを行う場合は、図 19.14 に示すプログラム / プログラムベリファイフローチャートに従って行ってください。このフローチャートに沿って書き込み動作を行えば、デバイスへの電圧ストレスやプログラムデータの信頼性を損なうことなく、フラッシュメモリへデータ / プログラムの書き込みを行うことができます。また、1 回の書き込みは、128 バイト単位で行ってください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の各ビットのセット / クリア後のウェイト時間 (x、y、z1、z2、z3、 、 、 、 、)、最大書き込み回数 (N) は「22.2.6 フラッシュメモリ特性」を参照してください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の SWE ビットを 1 にセットしたあと、(x) μ s 以上の時間が経過してから、128 バイトの書き込みデータを書き込みデータエリアと再書き込みデータエリアに格納し、書き込むアドレス (書き込む先頭アドレスの下位 8 ビットは、H'00、H'80 でなければなりません) に RAM 上の書き込みデータエリアの 128 バイトのデータを連続して書き込みます (データ転送はバイト単位で 128 回連続して行います)。フラッシュメモリは、プログラムアドレスとプログラムデータをそれぞれフラッシュメモリ内にラッチします。128 バイト以下の書き込みでも 128 バイトのデータ転送を行う必要があり、必要ないアドレスへの書き込みは、データを H'FF にして書き込みを行う必要があります。

次に、プログラムの暴走などにより過剰時間書き込みを行わないようにするために、ウォッチドッグタイマを設定します。WDT のオーバフロー周期は (y + z2 +) μ s より大きくしてください。その後、FLMCR1 の PSU ビットをセットすることで、プログラムモードへの準備 (プログラムセットアップ) を行い、(y) μ s 以上の時間が経過してから、FLMCR1 の P ビットをセットすることで、動作モードはプログラムモードへ遷移します。P ビットがセットされている時間がフラッシュメモリの書き込み時間となります。書き込み時間は、書き込みフロー中の表に従ってください。

19.7.2 プログラムベリファイモード

プログラムベリファイモードは、プログラムモードでデータを書き込んだあと、そのデータを読み出し、正しくデータがフラッシュメモリへ書き込まれているかを確認するモードです。

一定の書き込み時間経過後、書き込みモードを解除 (FLMCR1 の P ビットを 0 にクリア後、() μs 以上の時間が経過してから PSU ビットを 0 にクリア) します。ウォッチドッグタイマを () μs 以上の時間が経過してから解除し、FLMCR1 の PV ビットをセットすることで、動作モードはプログラムベリファイモードへ遷移します。プログラムベリファイモードでは、読み出す前に読み出すアドレスにデータ H'FF をダミーライトしてください。ダミーライトは () μs 以上の時間が経過してから行ってください。この状態でフラッシュメモリを読み出す (ベリファイデータは 16 ビットで読み出す) とラッチしたアドレスのデータが読み出されます。このリード動作は、ダミーライト後、() μs 以上置いてから行ってください。次に書き込みデータとベリファイデータを比較し、再書き込みデータを演算 (図 19.14 参照) し、再書き込みデータを再書き込みデータエリアに転送します。128 バイト分のデータのベリファイが完了後、プログラムベリファイモードを解除し、() μs 以上の待機時間を置いて、FLMCR1 の SWE ビットを 0 にクリアし、() μs 以上待機時間を置いてください。再度書き込みが必要な場合は、再度プログラムモードに設定し、同様にプログラム / プログラムベリファイシーケンスを繰り返してください。ただし、同一ビットに対するプログラム / プログラムベリファイシーケンスの繰り返しは、(N) 回を超えないようにしてください。

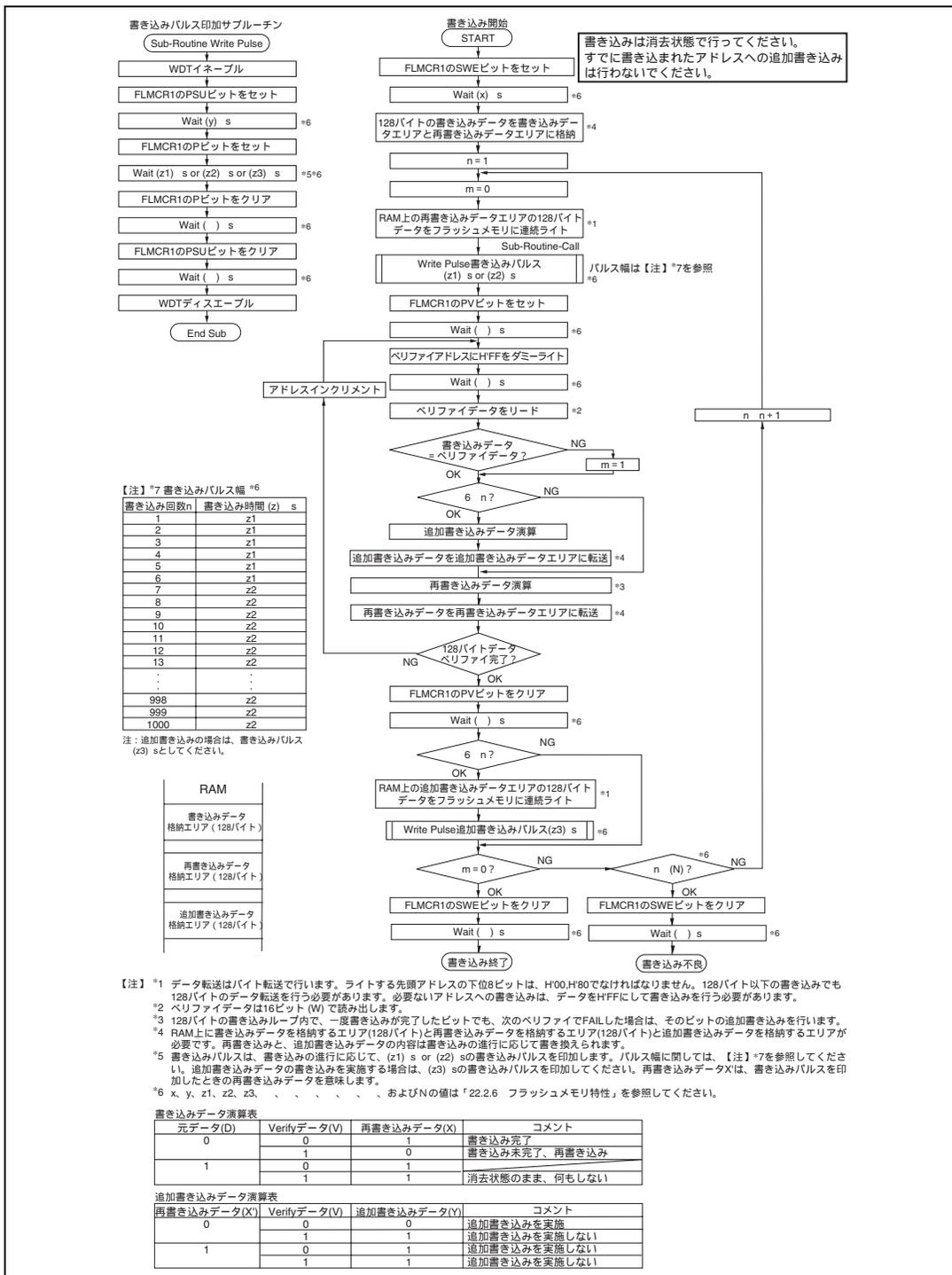


図 19.14 プログラム/プログラムペリファイフロー

19.7.3 イレースモード

フラッシュメモリの消去は1ブロックごとに、図 19.15 に示すイレース/イレースベリファイフロー（単一ブロック消去）チャートに沿って行ってください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1) の各ビットのセット/クリア後のウェイト時間 (x、y、z、 、 、 、 、)、および最大消去回数 (N) は「22.2.6 フラッシュメモリ特性」を参照してください。

データ/プログラムの消去は、フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1) の SWE ビットを1にセット後、(x)μs以上の時間が経過してから、消去ブロック指定レジスタ1、2 (EBR1、2) で消去するフラッシュメモリのエリアを1ビット設定してください。次にプログラムの暴走などにより過剰時間消去を行わないようにするために、ウォッチドッグタイマを設定します。WDT のオーバーフロー周期は (y+z+ +)ms より大きくしてください。その後、FLMCR1 の ESU ビットをセットすることで、イレースモードへの準備 (イレースセットアップ) を行い、(y) μs以上の時間が経過後、FLMCR1 の E ビットをセットすることで、動作モードはイレースモードへ遷移します。E ビットが設定されている時間が消去時間となり、消去時間は(z)msを超えないようにしてください。

【注】 フラッシュメモリの消去において、消去を開始する前にプレライト (消去するメモリの全メモリデータをすべて0にする) を行う必要はありません。

19.7.4 イレースベリファイモード

イレースベリファイモードは、メモリを消去したあとデータを読み出し、正常に消去されているかどうかを確認するモードです。

消去時間経過後、イレースモードを解除 (FLMCR1 の E ビットを0にクリア後、() μs以上の時間が経過してから ESU ビットを0にクリア) し、ウォッチドッグタイマを() μs以上の時間が経過してから解除し、FLMCR1 の EV ビットをセットすることで、動作モードはイレースベリファイモードへ遷移します。イレースベリファイモードでは、読み出し前に読み出すアドレスにデータ HFF をダミーライトしてください。ダミーライトは() μs以上の時間が経過してから行ってください。この状態でフラッシュメモリをリード (ベリファイデータは16ビットで読み出し) するとラッチしたアドレスのデータが読み出されます。このリード動作は、ダミーライト後、() μs置いてから行ってください。読み出したデータが消去 (データがすべて1) されていた場合、次のアドレスをダミーライトし、イレースベリファイを行います。読み出したデータが未消去の場合、再度イレースモードに設定し、同様にイレース/イレースベリファイシーケンスを繰り返します。ただし、この繰り返し回数が (N) 回を超えないようにしてください。ベリファイ完了後、イレースベリファイモードを解除し、() μs以上の待機時間を置いてください。消去対象全ブロックの消去が完了している場合は、FLMCR1 の SWE ビットを解除し、() μs以上の待機時間を置いてください。未消去のブロックが存在する場合は、消去するフラッシュメモリのエリアを1ビット設定し、同様にイレース/イレースベリファイシーケンスを繰り返します。

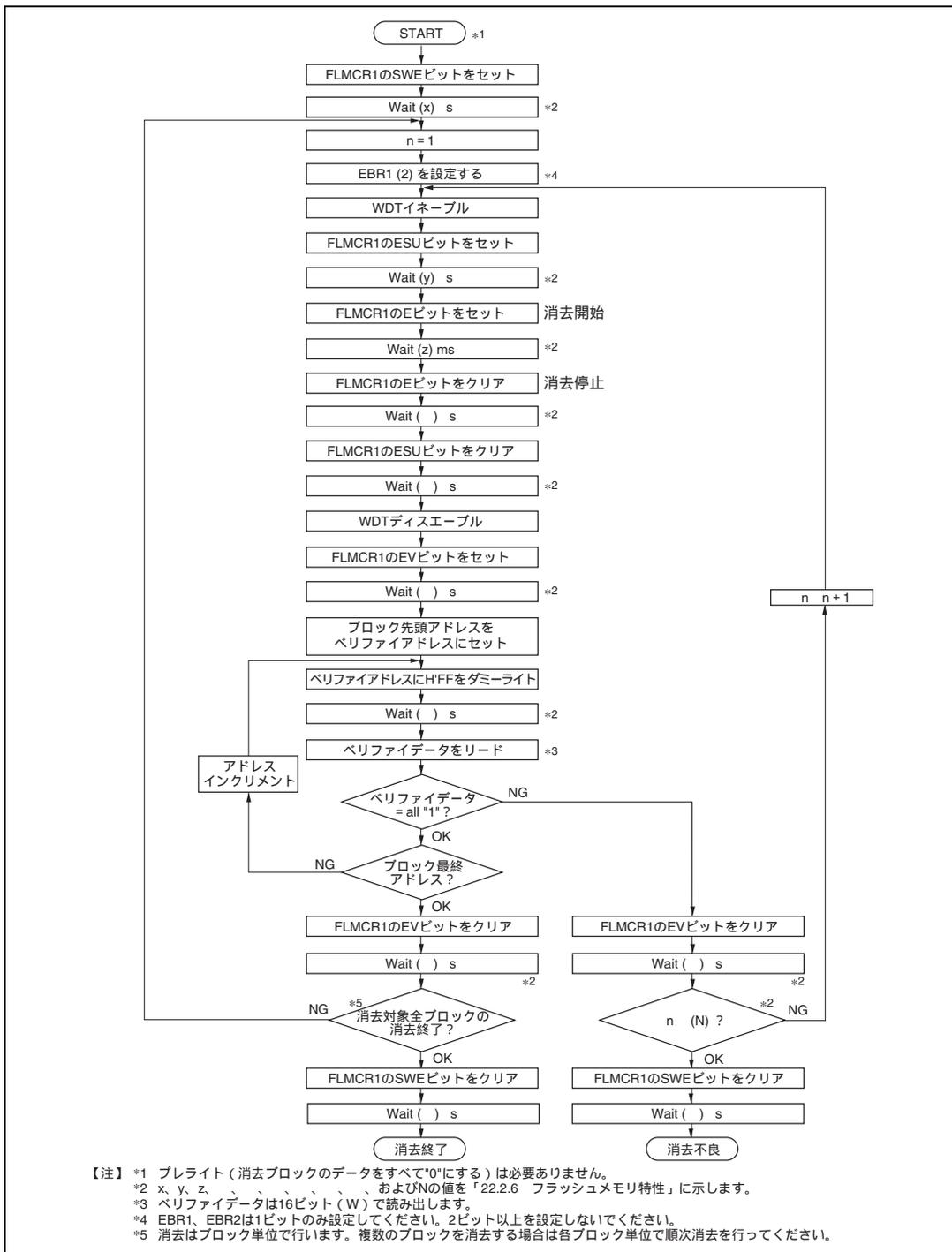


図 19.15 イレース/イレースペリファイフロー

19.8 プロテクト

フラッシュメモリに対する書き込み / 消去プロテクトは、ハードウェアプロテクト、ソフトウェアプロテクト、エラープロテクトの 3 種類があります。

19.8.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトとは、フラッシュメモリに対する書き込み / 消去が強制的に禁止、中断された状態のことで、フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)、フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)、消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2) の設定はリセットされます (表 19.11 参照)。

表 19.11 ハードウェアプロテクト

項目	説明	機能	
		書き込み	消去
リセット、スタンバイプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> リセット (WDT によるオーバフローリセットも含む) およびスタンバイ時は、FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は初期化され、書き込み / 消去プロテクト状態になります。 RES 端子によるリセットでは、電源投入後発振が安定するまで RES 端子を Low レベルに保持しないとリセット状態になりません。また、動作中のリセットは「22.2.3 AC 特性」に規定した RES パルス幅の間 RES 端子を Low レベルに保持してください。 		

19.8.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアプロテクトは、FLMCR1 の SWE ビット、消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2)、RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) の RAMS ビットをセットすることで行えます。ソフトウェアプロテクトでは、フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の P ビットまたは E ビットをセットしても、プログラムモードまたはイレースモードへは遷移しません (表 19.12 参照)。

表 19.12 ソフトウェアプロテクト

項目	説明	機能	
		書き込み	消去
SWE ビットプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FLMCR1 の SWE ビットを 0 にセットすることにより、全ブロックの書き込み / 消去プロテクト状態になります (内蔵 RAM / 外部メモリ上で実行してください)。 		
ブロック指定プロテクト	<ul style="list-style-type: none"> 消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2) の設定により、ブロックごとに消去プロテクトが可能。 EBR1、EBR2 を H'00 に設定すると全ブロックが消去プロテクト状態になります。 	-	
エミュレーションプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) の RAMS ビットを 1 にセットすることにより、全ブロックの書き込み / 消去プロテクト状態になります。 		

19.8.3 エラープロテクト

エラープロテクトは、フラッシュメモリへの書き込み / 消去中のマイコンの暴走や書き込み / 消去アルゴリズムに沿っていない動作をした場合に発生する異常を検出し、書き込み / 消去動作を強制的に中断するプロテクトです。書き込み / 消去動作を中断することで、過剰書き込みや過剰消去によるフラッシュメモリへのダメージを防止します。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去中にマイコンが異常動作すると、FLMCR2 の FLER ビットが 1 にセットされ、エラープロテクト状態へ遷移します。このとき、FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 の設定は保持されますが、エラーが発生した時点でプログラムモードまたはイレースモードは強制的に中断されます。P ビット、E ビットの再設定を行ってもプログラムモードまたはイレースモードへ遷移することはできません。ただし、PV ビット、EV ビットの設定は有効なので、ペリファイモードへの遷移は可能です。

FLER ビットのセット条件は、

- (1) 書き込み / 消去中にフラッシュメモリをリードしたとき (ベクタリードおよび命令フェッチを含む)
 - (2) 書き込み / 消去中の例外処理 (リセットは除く) 開始直後
 - (3) 書き込み / 消去中に SLEEP 命令 (ソフトウェアスタンバイを含む) を実行したとき
 - (4) 書き込み / 消去中に CPU 以外のバスマスタ (DMAC、DTC) が、バス権を確保したとき
- エラープロテクト解除は、リセットまたはハードウェアスタンバイのみで行われます。

図 19.16 にフラッシュメモリの状態遷移図を示します。

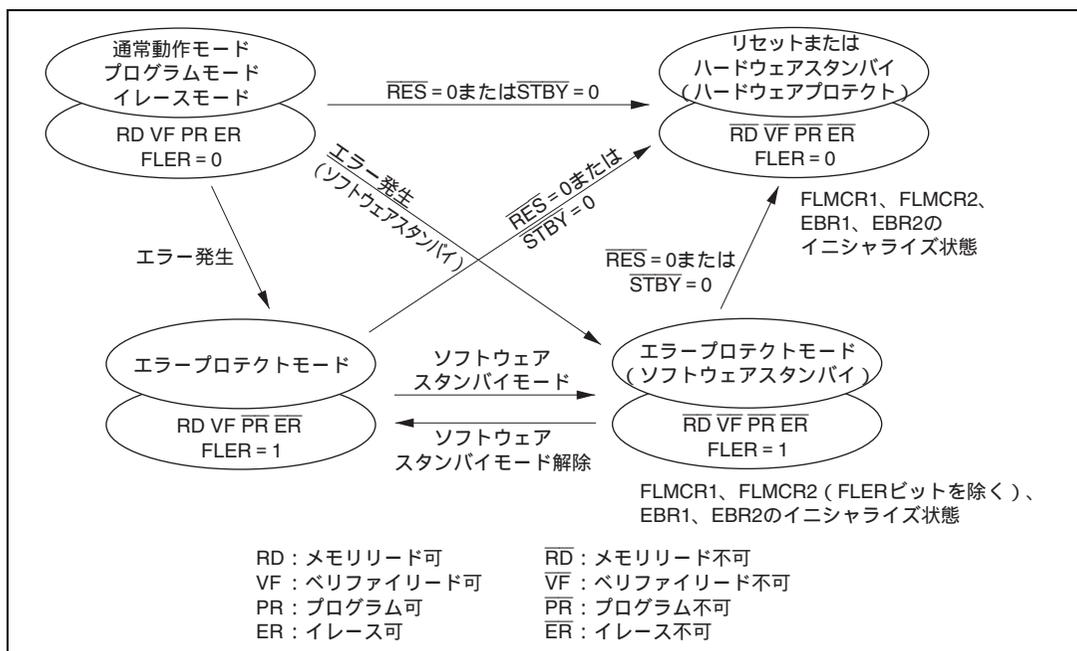


図 19.16 フラッシュメモリの状態遷移図

19.9 RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション

19.9.1 RAM によるエミュレーション

RAMでフラッシュメモリに書き換えるデータをリアルタイムにエミュレートするために、RAMエミュレーションレジスタ(RAMER)で設定したフラッシュメモリのエリアにRAMの一部を重ね合わせて使うことができます。RAMERの設定後はフラッシュメモリのエリアとフラッシュメモリに重ね合わせたRAMエリアの2エリアからアクセスできます。エミュレーション可能なモードは、ユーザモード、およびユーザプログラムモードです。図 19.17 にフラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートする例を示します。

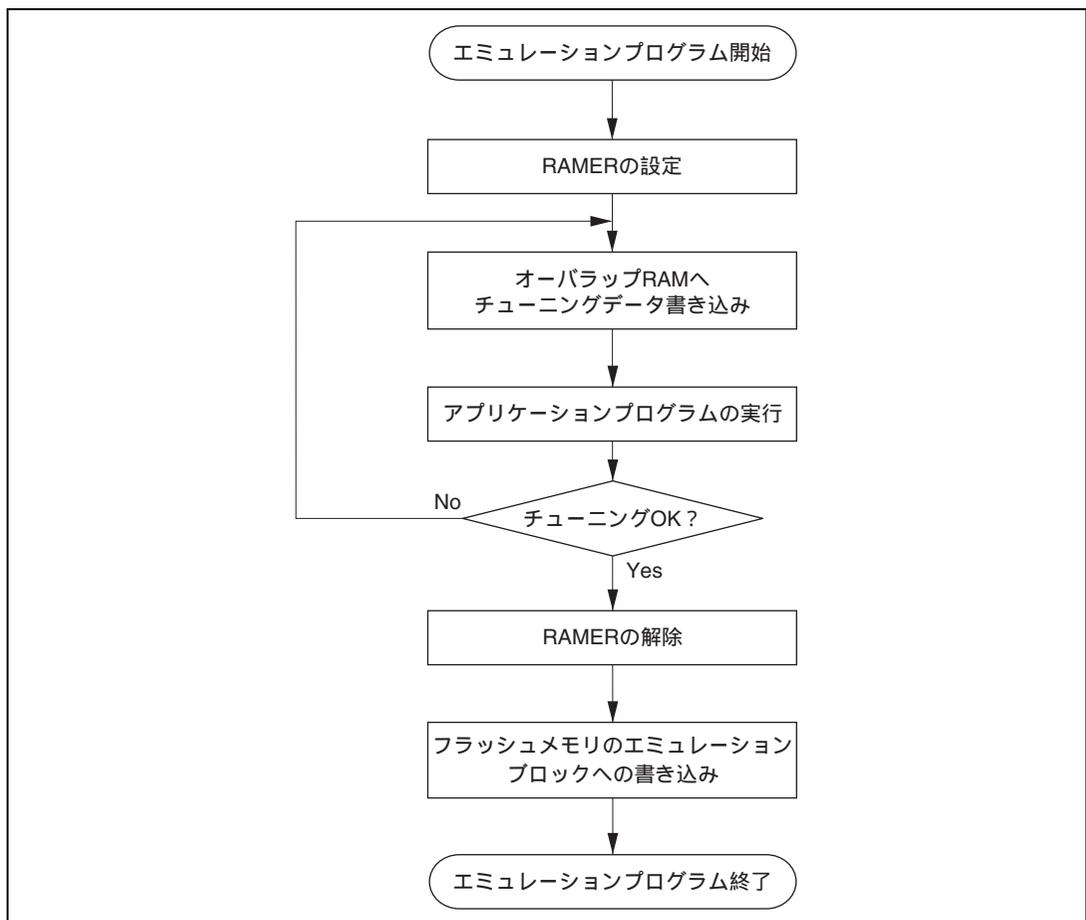


図 19.17 RAM によるエミュレーションフロー

19.9.2 RAM のオーバーラップ

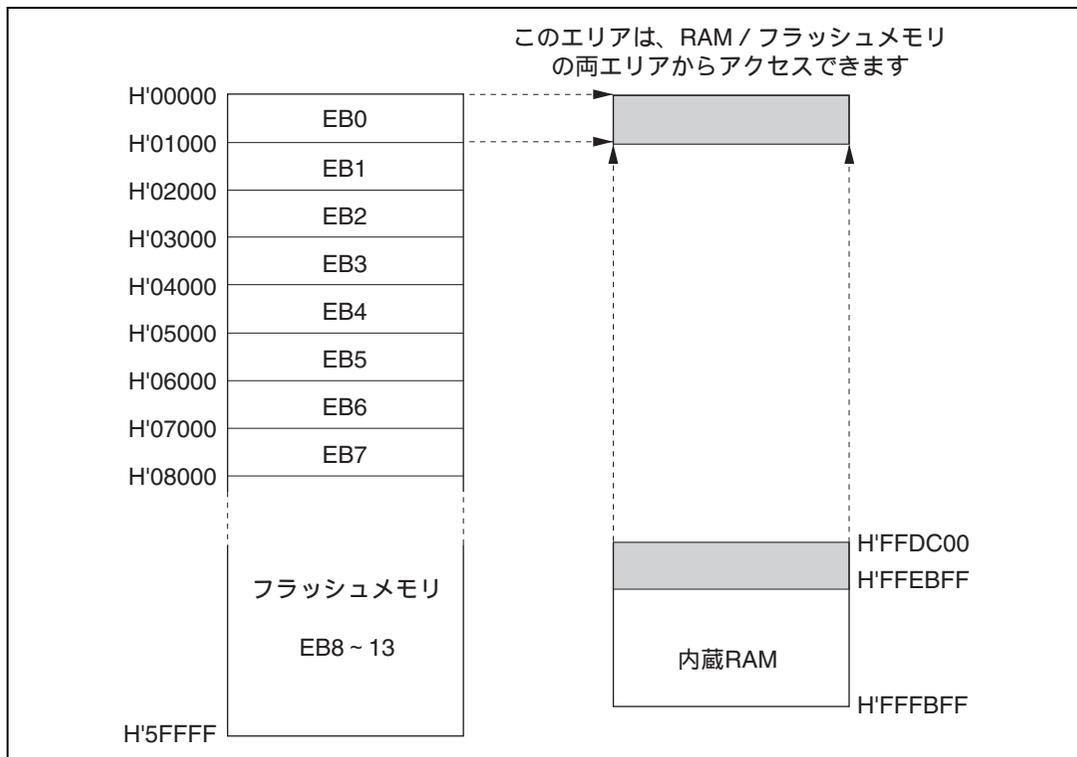


図 19.18 RAM のオーバーラップ動作例

フラッシュメモリのブロックエリア (EB1) をオーバーラップさせる例

- [1] リアルタイムな書き換えを必要とするエリア (EB1) にRAMの一部をオーバーラップさせるには、RAMERのRAMS = 1、RAM2 = 0、RAM1 = 0、RAM0 = 1に設定してください。
- [2] リアルタイムな書き換えは、オーバーラップさせたRAMを使って行います。
- [3] 書き換えデータ確認後、RAMSビットをクリアしてRAMのオーバーラップを解除します。
- [4] オーバーラップさせたRAMに書き込まれたデータをフラッシュメモリ空間 (EB1) に書き込みます。

- 【注】
1. RAMS ビットを 1 にセットすると RAM2、RAM1、RAM0 の値にかかわらず、フラッシュメモリの全ブロックに対して書き込み / 消去プロテクトが有効となります (エミュレーションプロテクト)。この状態では FLMCR1 の P ビットまたは E ビットをセットしてもプログラムモード、イレースモードへは遷移しません。フラッシュメモリエリアに実際に書き込み / 消去を行う場合は RAMS ビットを 0 にクリアしてください。
 2. RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション機能を使用中に、消去アルゴリズムに沿ったソフトウェアを実行しても RAM エリアを消去することはできません。
 3. ブロックエリア (EB0) はベクタテーブルを含みます。RAM エミュレーションする場合、オーバーラップ RAM にはベクタテーブルが必要となります。

19.10 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み処理

フラッシュメモリへの書き込み、消去中 (FLMCR1 の P ビットまたは E ビットがセット)、およびブートモードでのブートプログラム実行中*¹は書き込み、消去動作を最優先とするため NMI 入力を含むすべての割り込みを禁止してください。

これは以下のような動作状態を回避することを目的としています。

- (1) 書き込み、消去中に割り込みが発生することにより、書き込み / 消去アルゴリズムに違反し、正常な動作が保証できなくなる。
- (2) 書き込み / 消去中の割り込み例外処理ではベクタリードが正常にできない*²ため、結果としてマイコンが暴走してしまう。
- (3) ブートプログラム実行中に割り込みが発生すると正常なブートモードのシーケンスが実行できなくなる。

以上のような理由から、オンボードプログラミングモードにおいてのみ例外的に割り込み入力を禁止する条件が存在しますが、これによって正常な書き込み、消去およびマイコン動作が保証されるものではありません。

このため、フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行う場合は、マイコンの内部と外部で NMI を含むすべての割り込み要求を禁止する必要があります。また、エラープロテクト状態で FLMCR1 の P ビットまたは E ビットが保持された状態でも NMI 割り込みは禁止状態となります。

- 【注】 *1 書き込み制御プログラムによる書き込みが完了するまでは、マイコン内部と外部で割り込み要求を禁止する必要があります。
- *2 この場合、以下の 2 つの理由によってベクタリードが正常に行われません。
- ・書き込み、消去中 (FLMCR1 の P ビットまたは E ビットがセット) にフラッシュメモリのリードを行っても正しい値を読み出すことはできません (値は不定)。
 - ・割り込みベクタテーブルに値がまだ書き込まれていない場合、割り込み例外処理が正しく実行されません。

19.11 フラッシュメモリのライターモード

19.11.1 ライターモードの設定

プログラム/データの書き込み/消去可能なモードとして、オンボードプログラミングモード以外にライターモードがあります。ライターモードではルネサス テクノロジ 512K バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプ (FZTAT512V3A) をサポートしている PROM ライタを用いて内蔵 ROM に自由にプログラムを書き込むことができます。本デバイスタイプでは、フラッシュメモリ読み出しモード、自動書き込みモード、自動消去モード、ステータス読み出しモードをサポートしています。自動書き込みモード/自動消去モード/ステータス読み出しモードではステータスポーリング方式を採用しており、また、ステータス読み出しモードでは自動書き込み/自動消去を実行したあとに、その詳細な内部信号を出力します。

表 19.13 にライターモードの端子設定方法を示します。

表 19.13 ライターモードの端子設定方法

端子名	設定、外付け回路接続
モード端子 : MD2、MD1、MD0	Low レベルを入力
モード設定端子 : P66、P65、P64	P66 に High レベル、 P65、P64 に Low レベルを入力
STBY 端子	High レベルを入力 (ハードウェアスタンバイモードにしない)
RES 端子	リセット回路
XTAL、EXTAL 端子	発振回路
そのほかに設定が必要な端子 : P32、P25	P32 に High レベルを入力、P25 に Low レベルを入力

19.11.2 ソケットアダプタの端子対応図

図 19.20 に示すようにソケットアダプタを LSI に取り付けてください。これによって、40 ピンにピン変換することができます。内蔵 ROM のメモリマップを図 19.19 に、ソケットアダプタの端子対応図を図 19.20 に示します。



図 19.19 内蔵 ROM のメモリマップ

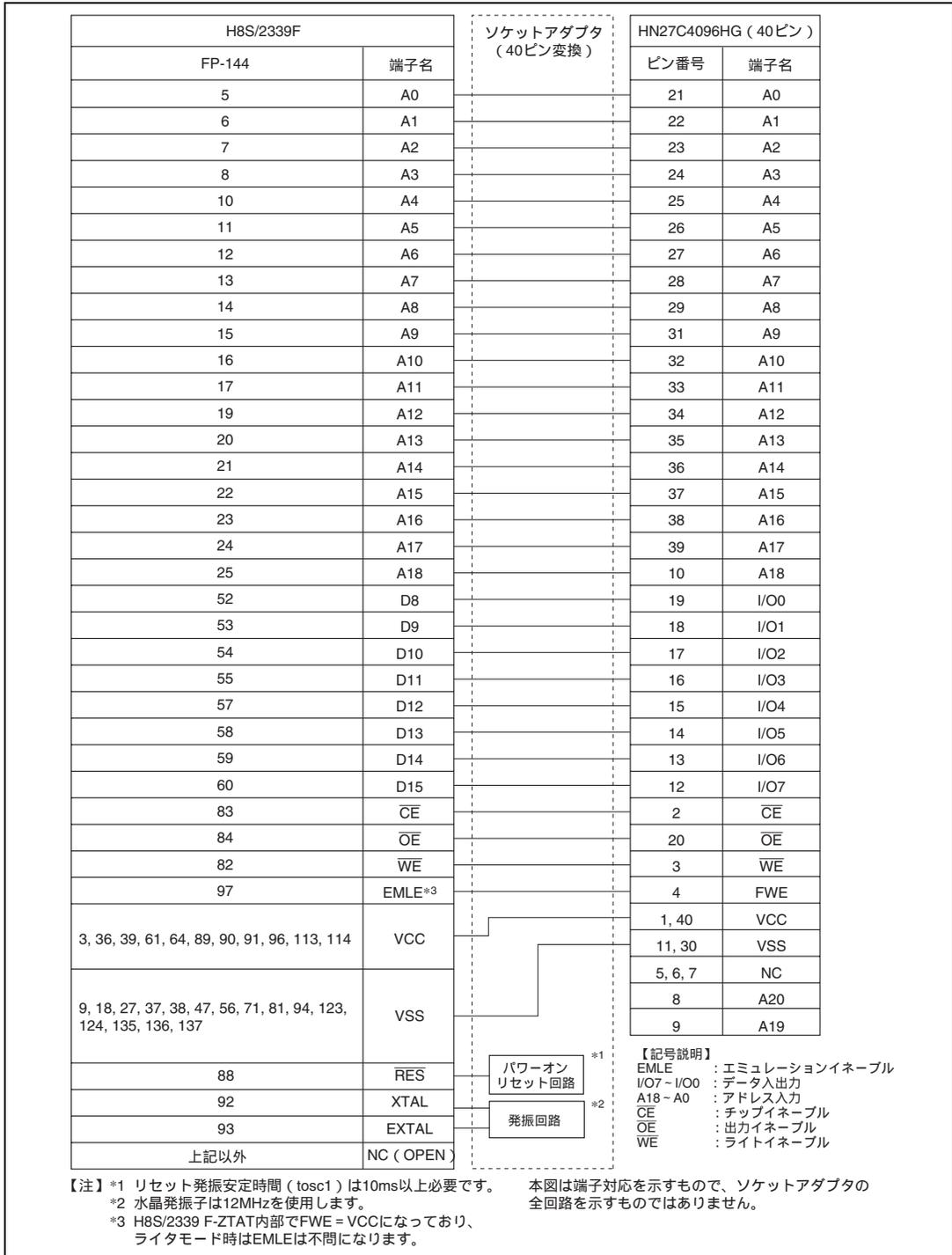


図 19.20 H8S/2339 F-ZTAT ソケットアダプタの端子対応図

19.11.3 ライタモードの動作

表 19.14 にライタモード時の各動作モードの設定方法、表 19.15 にライタモード時の各コマンドを示します。また、各モードの詳細情報を下記に示します。

(1) メモリ読み出しモード

メモリ読み出しモードは、バイト読み出しをサポートします。

(2) 自動書き込みモード

自動書き込みモードでは、128 バイト同時書き込みをサポートします。自動書き込み終了確認にステータスポーリング方式を採用しております。

(3) 自動消去モード

自動消去モードでは、フラッシュメモリマツト全面の自動消去のみサポートします。自動消去終了確認にステータスポーリング方式を採用しております。

(4) ステータス読み出しモード

自動書き込み / 自動消去方式はステータスポーリング方式を採用しており、正常終了の確認は I/O6 番の信号をリードすることで行えます。ステータス読み出しモードはエラーが発生したときのエラー情報を出力します。

表 19.14 ライタモード時の各動作モードの設定方法

モード	ピン名				
	CE	OE	WE	I/O7~0	A18~0
リード	L	L	H	データ出力	Ain
出力ディスエーブル	L	H	H	Hi-Z	X
コマンド書き込み	L	H	L	データ入力	Ain ^{*2}
チップディスエーブル ^{*1}	H	X	X	Hi-Z	X

【記号説明】

H : High レベル

L : Low レベル

Hi-Z : ハイインピーダンス

X : Don't care

【注】 *1 チップディスエーブルは、スタンバイ状態ではありません。内部は動作状態です。

*2 Ain は、自動書き込みモードにおいてアドレスの入力もあることを示しています。

表 19.15 ライタモード時の各コマンド

コマンド名	サイクル数	第 1 サイクル			第 2 サイクル		
		モード	アドレス	データ	モード	アドレス	データ
メモリ読み出しモード	1 + n	write	X	H'00	read	RA	Dout
自動書き込みモード	129	write	X	H'40	write	WA	Din
自動消去モード	2	write	X	H'20	write	X	H'20
ステータス読み出しモード	2	write	X	H'71	write	X	H'71

【記号説明】

RA : Read address

PA : Program address

- 【注】 1. 自動書き込みモードでは、128 バイト同時書き込みにより、コマンド書き込みが 129 サイクル必要となります。
2. メモリ読み出しモードでは、アドレス書き込みサイクル数(n)によって、サイクル数が変化します。

19.11.4 メモリ読み出しモード

- (1) 自動書き込み / 自動消去 / ステータス読み出し終了後は、コマンド待ち状態に遷移しています。メモリの内容を読み出す場合はコマンド書き込みでメモリ読み出しモードに遷移させたあとに、メモリの内容を読み出す必要があります。
- (2) メモリ読み出しモードでは、コマンド待ち状態と同様にコマンド書き込みが行えます。
- (3) 一度メモリ読み出しモードに遷移させたあとは、連続リードが可能です。
- (4) 電源投入後は、メモリ読み出しモードに遷移します。

表 19.16 メモリ読み出しモード時の AC 特性

(条件 : VCC=3.3±0.3V、VSS=0V、Ta=25±5)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20		μs
CE ホールド時間	tceh	0		ns
CE セットアップ時間	tces	0		ns
データホールド時間	tdh	50		ns
データセットアップ時間	tds	50		ns
書き込みパルス幅	twep	70		ns
WE 立ち上がり時間	tr		30	ns
WE 立ち下がり時間	tf		30	ns

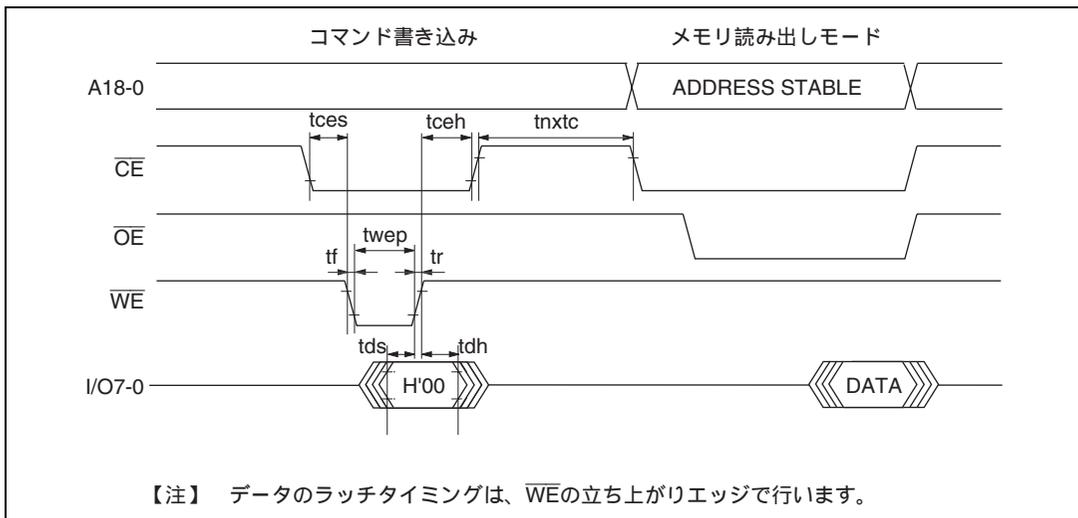


図 19.21 コマンド書き込み後メモリ読み出しタイミング波形

表 19.17 メモリ読み出しモードから他のモードへ遷移時の AC 特性

(条件 : $VCC = 3.3 \pm 0.3V$ 、 $VSS = 0V$ 、 $Ta = 25 \pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20		μs
\overline{CE} ホールド時間	tceh	0		ns
\overline{CE} セットアップ時間	tces	0		ns
データホールド時間	tdh	50		ns
データセットアップ時間	tds	50		ns
書き込みパルス幅	twep	70		ns
\overline{WE} 立ち上がり時間	tr		30	ns
\overline{WE} 立ち下がり時間	tf		30	ns

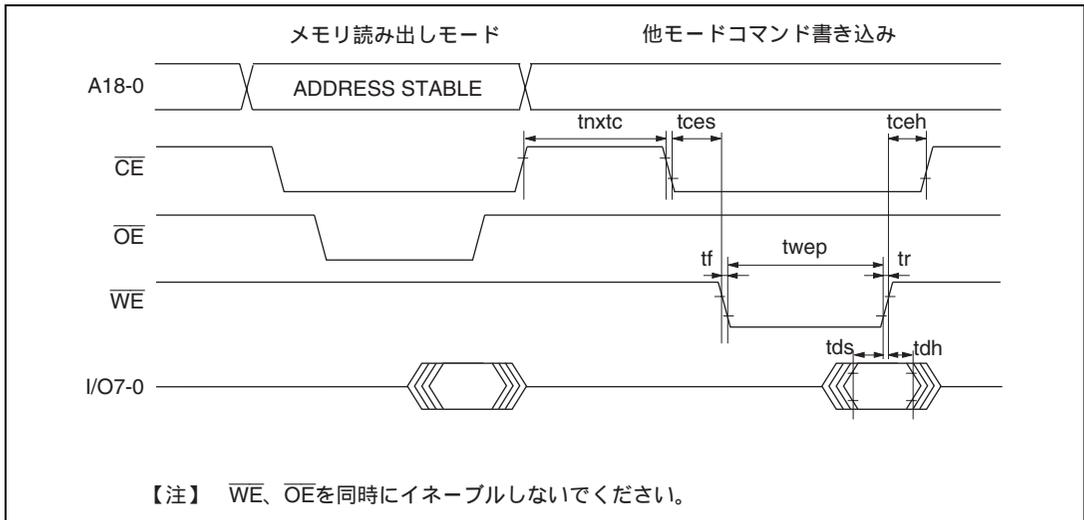


図 19.22 メモリ読み出しモードから他のモードへ遷移時のタイミング波形

表 19.18 メモリ読み出しモード時の AC 特性

(条件 : VCC = 3.3±0.3V、VSS = 0V、Ta = 25±5)

項目	記号	MIN	MAX	単位
アクセス時間	tacc		20	μs
CE 出力遅延時間	tce		150	ns
OE 出力遅延時間	toe		150	ns
出力ディスエーブル遅延時間	tdf		100	ns
データ出力ホールド時間	toh	5		ns

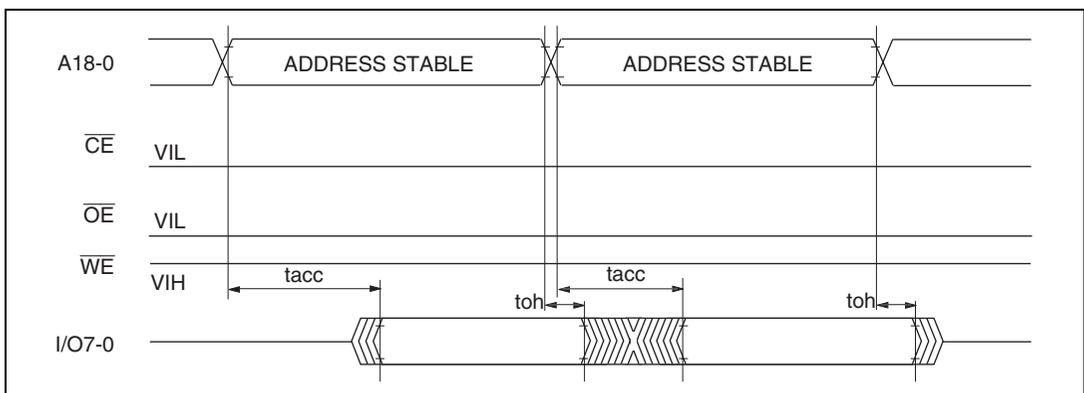
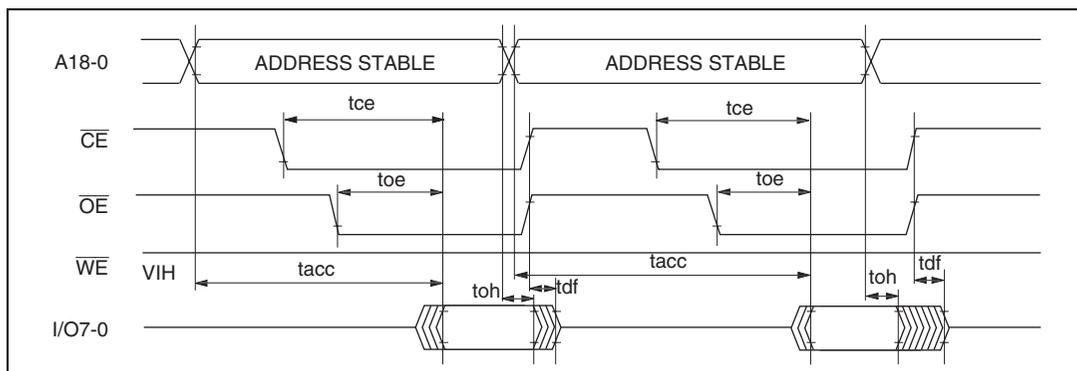


図 19.23 CE、OE イネール状態リード時のタイミング波形

図 19.24 $\overline{\text{CE}}$ 、 $\overline{\text{OE}}$ クロック方式リード時のタイミング波形

19.11.5 自動書き込みモード

- (1) 自動書き込みモードでは、128バイト同時書き込みを行います。これは、バイトデータを128回連続で転送してください。
- (2) 128バイト以下の書き込みでも128バイトのデータ転送を行う必要があります。必要ないアドレスへのメモリ書き込みは、データをH'FFにして書き込みを行う必要があります。
- (3) 転送するアドレスの下位7ビットは、ロー状態にしてください。有効アドレス以外を入力した場合は、メモリ書き込み動作に移行しますが、書き込みエラーとなります。
- (4) メモリアドレスの転送は、第2サイクルで行います(図19.25)。第3サイクル以降では転送しないでください。
- (5) 書き込み動作中は、コマンド書き込みを行わないでください。
- (6) 書き込みは、各アドレスの128バイト単位のブロックに対して、1回の自動書き込みで行ってください。すでに書き込まれたアドレスブロックへの2回以上の追加書き込みは行えません。
- (7) 自動書き込み正常終了の確認には、I/O6を調べることにより行います。または、ステータス読み出しモードを使用しても確認することができます(I/O7のステータスポーリングは、自動書き込み動作終了判定用端子です)。
- (8) ステータスポーリングのI/O6、I/O7の情報は、次のコマンド書き込みまで保持されます。次のコマンド書き込みが行われていなければ、 $\overline{\text{CE}}$ 、 $\overline{\text{OE}}$ をイネーブルにすることにより読み出し可能となります。

表 19.19 自動書き込みモード時の AC 特性

(条件 : VCC=3.3±0.3V、VSS=0V、Ta=25±5)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20		μs
CE ホールド時間	tceh	0		ns
CE セットアップ時間	tces	0		ns
データホールド時間	tdh	50		ns
データセットアップ時間	tds	50		ns
書き込みパルス幅	twep	70		ns
ステータスポーリング開始時間	twsts	1		ms
ステータスポーリングアクセス時間	tspa		150	ns
アドレスセットアップ時間	tas	0		ns
アドレスホールド時間	tah	60		ns
メモリ書き込み時間	twrite	1	3000	ms
WE 立ち上がり時間	tr		30	ns
WE 立ち下がり時間	tf		30	ns

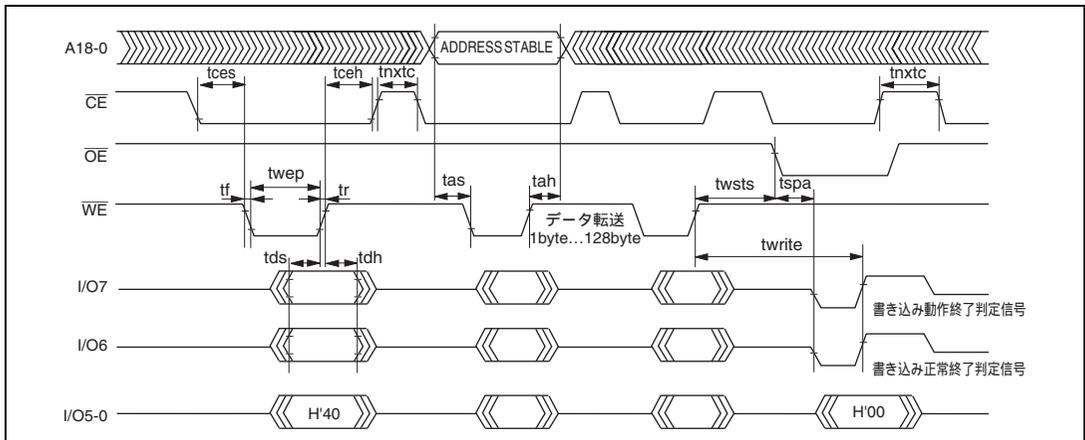


図 19.25 自動書き込みモードのタイミング波形

19.11.6 自動消去モード

- (1) 自動消去モードは、メモリ全面消去のみサポートします。
- (2) 自動消去中はコマンド書き込みを行わないでください。
- (3) 自動消去正常終了の確認は、I/O6を調べることにより行います。または、ステータス読み出しモードを使用しても確認することができます (I/O7のステータスポーリングは、自動消去動作終了判定用端子です)。
- (4) ステータスポーリングのI/O6、I/O7の情報は、次のコマンド書き込みまで保持されます。次のコマンド書き込みが行われていなければ、 \overline{CE} 、 \overline{OE} をイネーブルにすることにより読み出し可能となります。

表 19.20 自動消去モード時の AC 特性

(条件 : $VCC=3.3\pm 0.3V$ 、 $VSS=0V$ 、 $T_a=25\pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20		μs
\overline{CE} ホールド時間	tceh	0		ns
\overline{CE} セットアップ時間	tces	0		ns
データホールド時間	tdh	50		ns
データセットアップ時間	tds	50		ns
書き込みパルス幅	twep	70		ns
ステータスポーリング開始時間	tests	1		ms
ステータスポーリングアクセス時間	tspa		150	ns
メモリ消去時間	terase	100	40000	ms
WE 立ち上がり時間	tr		30	ns
WE 立ち下がり時間	tf		30	ns

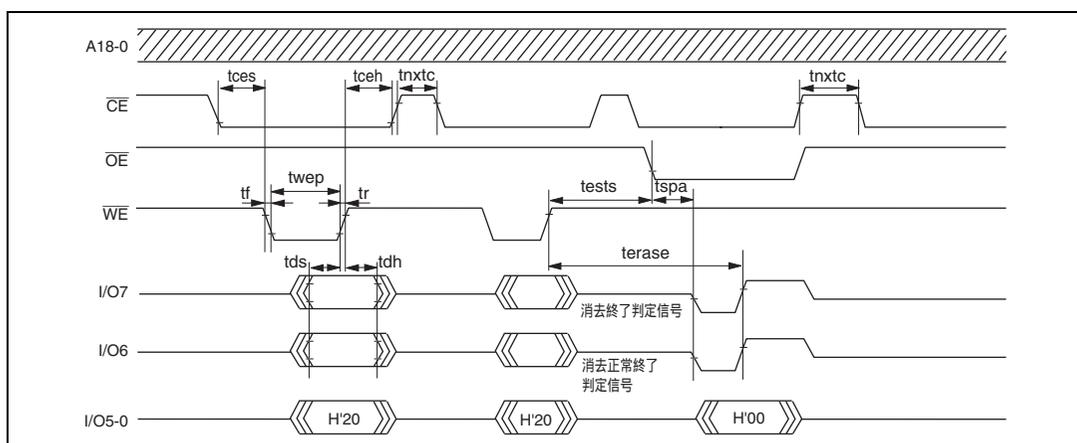


図 19.26 自動消去モードのタイミング波形

19.11.7 ステータス読み出しモード

- (1) ステータス読み出しモードは、異常終了の種類を特定させるためのモードです。自動書き込みモード/自動消去モードで異常終了が起きた場合に使用してください。
- (2) リターンコードは、ステータス読み出しモード以外のコマンド書き込みが行われるまで保持されます。

表 19.21 ステータス読み出しモード時の AC 特性

(条件 : $V_{CC}=3.3\pm 0.3V$, $V_{SS}=0V$, $T_a=25\pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20		μs
CE ホールド時間	tceh	0		ns
CE セットアップ時間	tces	0		ns
データホールド時間	tdh	50		ns
データセットアップ時間	tds	50		ns
書き込みパルス幅	twep	70		ns
OE 出力遅延時間	toe		150	ns
ディスエーブル遅延時間	tdf		100	ns
CE 出力遅延時間	tce		150	ns
WE 立ち上がり時間	tr		30	ns
WE 立ち下がり時間	tf		30	ns

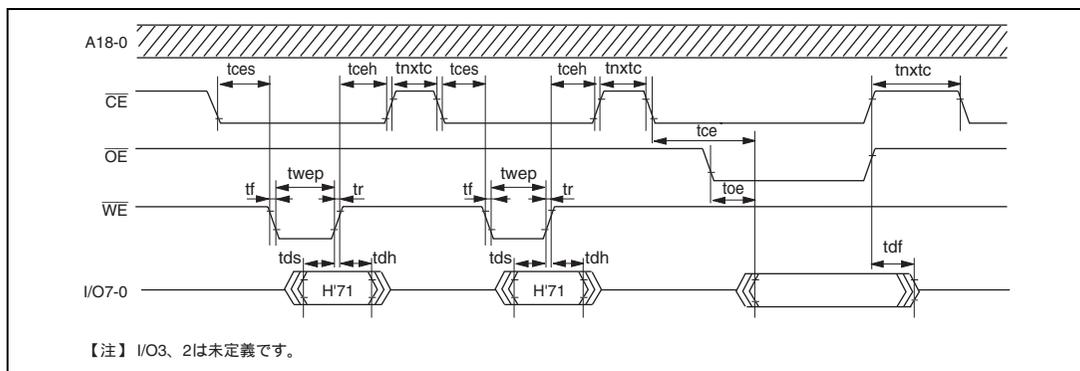


図 19.27 ステータス読み出しモードのタイミング波形

表 19.22 ステータス読み出しモードのリターンコマンド

ピン名	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	I/O3	I/O2	I/O1	I/O0
属性	正常終了 判定	コマンド エラー	書き込み エラー	消去 エラー	-	-	書き込み or 消去回数 オーバ	有効 アドレス エラー
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
内容	正常終了 : 0 異常終了 : 1	コマンド エラー : 1 その他 : 0	書き込み エラー : 1 その他 : 0	消去 エラー : 1 その他 : 0	-	-	回数 オーバ : 1 その他 : 0	有効アドレス エラー : 1 その他 : 0

【注】 I/O3、2は未定義です。

19.11.8 ステータスポーリング

- (1) I/O7のステータスポーリングは、自動書き込み / 自動消去モード時の動作状態を示すフラグです。
- (2) I/O6のステータスポーリングは、自動書き込み / 自動消去モード時の正常 / 異常終了を示すフラグです。

表 19.23 ステータスポーリング出力の真理値表

端子名	内部動作中	異常終了	-	正常終了
I/O7	0	1	0	1
I/O6	0	0	1	1
I/O0~5	0	0	0	0

19.11.9 ライタモードへの遷移時間

発振安定時間、ライタモードセットアップ期間は、コマンドを受け付けることができません。ライタモードセットアップ時間後、メモリ読み出しモードに遷移します。

表 19.24 コマンド待ち状態までの遷移時間規定

項目	記号	MIN	MAX	単位
スタンバイ解除 (発振安定時間)	tosc1	30		ms
ライタモードセットアップ時間	tbmV	10		ms
VCC ホールド時間	tdwn	0		ms

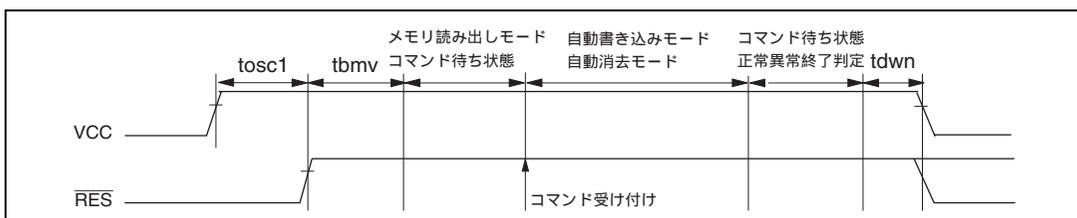


図 19.28 発振安定時間、ライタモードセットアップ、電源立ち上げシーケンス

19.11.10 メモリ書き込み注意事項

- (1) すでに書き込まれたアドレスへの書き換えは、自動消去を行ったあとに自動書き込みをしてください。
- (2) オンボードプログラムモードにて書き込み / 消去を行ったチップに対して、ライタモードを用いて書き換えを行う場合は、自動消去を行ったあとに自動書き込みを行うことを推奨します。

- 【注】
1. ルネサス テクノロジ出荷品の初期状態は、消去状態です。これ以外の消去来歴不明チップに対して、初期化 (消去) レベルをチェック、補正するために自動消去実施を推奨します。
 2. 同一アドレスブロックへの自動書き込みは、1回のみとします。すでに書き込まれたアドレスブロックへの追加書き込みは行えません。

19.12 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の注意

オンボードプログラミングモード、RAM エミュレーション機能、およびライターモード使用時の注意事項を示します。

(1) 規定された電圧、タイミングで書き込み / 消去を行ってください。

定格以上の電圧を印加した場合、製品の永久破壊に至ることがあります。

PROM ライタは、ルネサス テクノロジ 512K バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプ (FZTAT512V3A) をサポートしているものを使用してください。

ライタの設定を HN27C4096 にセットしないでください。また、規定したソケットアダプタ以外は使用しないでください。誤って使用した場合、破壊に至ることがあります。

(2) 電源投入 / 切断時の注意

V_{CC} 電源の印加 / 切断時は \overline{RES} 端子を Low レベルに固定し、フラッシュメモリをハードウェアプロテクト状態にしてください。

この電源投入および解除タイミングは、停電などによる電源の切断、再投入時にも満足するようにしてください。

(3) フラッシュメモリへの書き込み、消去は推奨するアルゴリズムに従って行ってください。

推奨アルゴリズムでは、デバイスへの電圧ストレスあるいはプログラムデータの信頼性を損なうことなく書き込み、消去を行うことができます。また、FLMCRI の P ビット、E ビットをセットするときは、プログラムの暴走などに備えてあらかじめウォッチドッグタイマを設定してください。

(4) SWE ビットのセット / クリアの注意

SWE ビットのセット / クリアは、フラッシュメモリ上のプログラム実行中に行わないでください。フラッシュメモリ上のプログラム実行とデータの読み出しは、SWE ビットをクリアしたあとに 100 μ s 以上の待ち時間を置いて行ってください。

SWE ビットをセットするとフラッシュメモリのデータを書き換えできますが、SWE = 1 のときは、プログラムペリファイ / イレースペリファイモード以外ではフラッシュメモリを読み出すことはできません。ペリファイ (プログラム / イレース中のペリファイ) 以外の目的で、フラッシュメモリをアクセスしないでください。

また、プログラム / イレース / ペリファイ中に SWE ビットのクリアを行わないでください。

RAM によるエミュレーション機能を使用する場合も同様に、フラッシュメモリ上のプログラム実行とデータの読み出しは、SWE ビットをクリアしたあとに行ってください。

ただし、フラッシュメモリ空間とオーバーラップした RAM エリアについては、SWE ビットのセット / クリアにかかわらずリード / ライト可能です。

(5) フラッシュメモリの書き込み中または消去中に割り込みを使用しないでください。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行う場合は、書き込み / 消去動作を最優先とするため、NMI を含むすべての割り込み要求を禁止してください。

(6) 追加書き込みは行わないでください。書き換えは消去後に行ってください。

オンボードプログラミングでは 128 バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1 回のみとしてください。ライターモードでも 128 バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1 回のみとしてください。

書き込みはこの書き込み単位ブロックがすべて消去された状態で行ってください。

(7) 書き込み前に、必ず、正しく PROM ライタに装着されていることを確認してください。

PROM ライタのソケット、ソケットアダプタ、および製品のインデックスが一致していないと過剰電流が流れ、製品が破壊することがあります。

(8) 書き込み中はソケットアダプタや製品に手を触れないでください。

接触不良などにより、書き込み不良になることがあります。

19.13 フラッシュメモリの概要 (H8S/2338 F-ZTAT)

19.13.1 特長

本 LSI は 256K バイトのフラッシュメモリを内蔵しています。フラッシュメモリの特長を以下に示します。

- フラッシュメモリの 4 種類の動作モード
 - プログラムモード
 - イレースモード
 - プログラムベリファイモード
 - イレースベリファイモード
- 書き込み / 消去方式
書き込みは128バイト同時書き込みを行います。消去はブロック分割消去 (1ブロック単位) で行います。全面消去を行う場合は、各ブロック単位に順次行ってください。ブロック分割消去では4Kバイト、32Kバイト、64Kバイトのブロック単位で任意に設定することができます。
- 書き込み / 消去時間
フラッシュメモリの書き込み時間は、128バイト同時書き込みにて10.0ms (typ.)、1バイト当たり換算にて78 μ s (typ.)、消去時間は、50ms (typ.) です。
- 書き換え回数
フラッシュメモリの書き換えは、min100回可能です。
- オンボードプログラミングモード
オンボードでフラッシュメモリの書き込み / 消去 / ベリファイを行う2種類のモードがあります。
 - ブートモード
 - ユーザプログラムモード
- ビットレート自動合わせ込み
ブートモードでデータ転送時、ホストの転送ビットレートと本LSIのビットレートとを自動で合わせることができます。
- RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション機能
フラッシュメモリとRAMの一部を重ね合わせることで、フラッシュメモリの書き換えをリアルタイムにエミュレートすることができます。
- プロテクトモード
ソフトウェアプロテクトモード、ハードウェアプロテクトモード、エラープロテクトモードの3種類のモードがあり、フラッシュメモリの書き込み / 消去 / ベリファイのプロテクト状態を設定することができます。
- ライタモード
フラッシュメモリの書き込み / 消去可能なモードとして、オンボードプログラミングモード以外にPROMライタを用いたライタモードがあります。

19.13.2 概要

(1) ブロック図

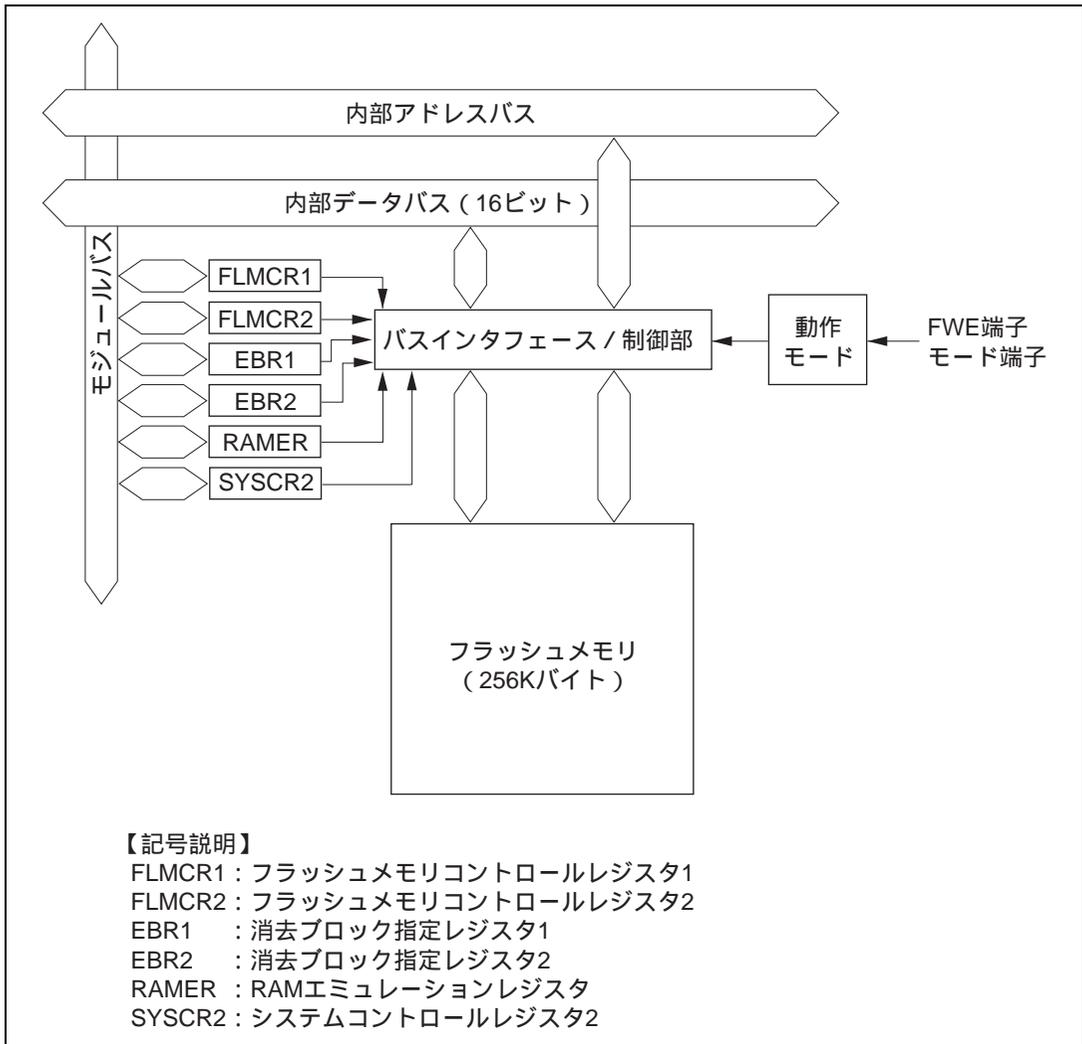


図 19.29 フラッシュメモリのブロック図

19.13.3 フラッシュメモリの動作モード

(1) モード遷移図

リセット状態で各モード端子と FWE 端子を設定し、リセットスタートすると、本 LSI は図 19.30 に示すような各動作モードへ遷移します。ユーザモードではフラッシュメモリの読み出しはできますが、フラッシュメモリの書き込み / 消去はできません。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行えるモードとして、ブートモード、ユーザプログラムモード、ライターモードがあります。

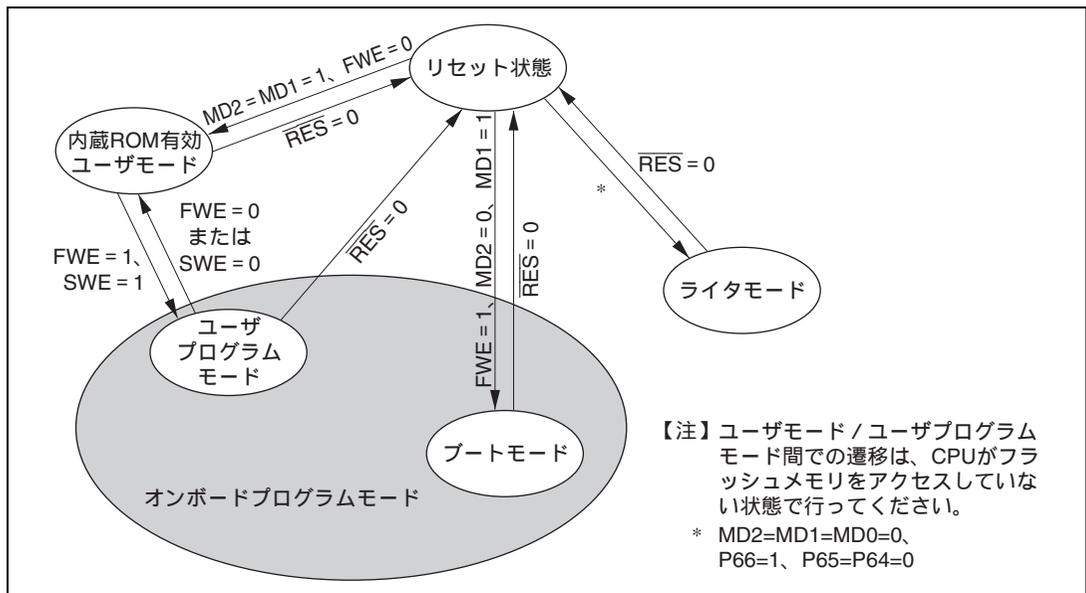


図 19.30 フラッシュメモリに関する状態遷移

19.13.4 オンボードプログラミングモード

(1) ブートモード

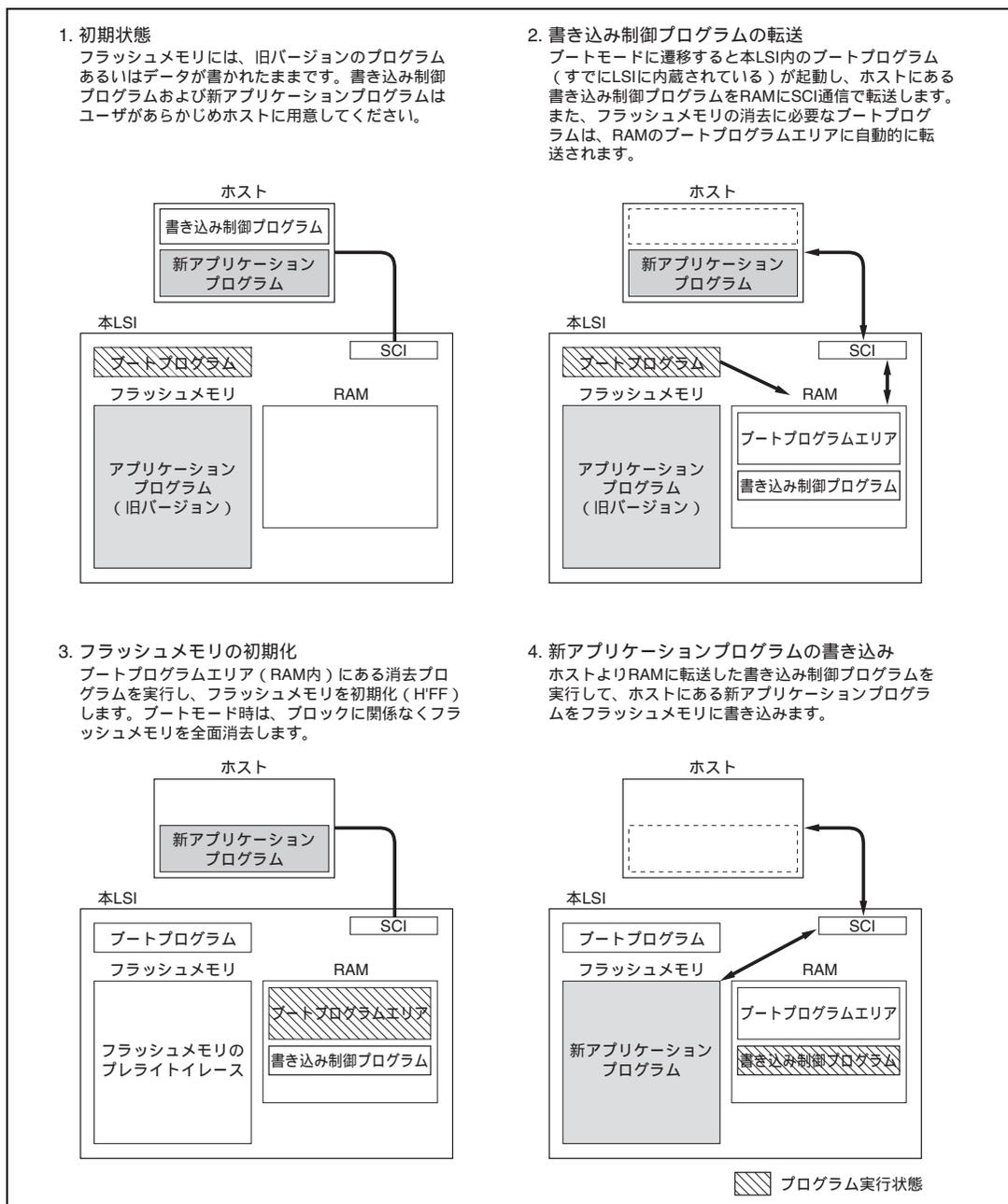


図 19.31 オンボードプログラミング・ブートモード

(2) ユーザプログラムモード

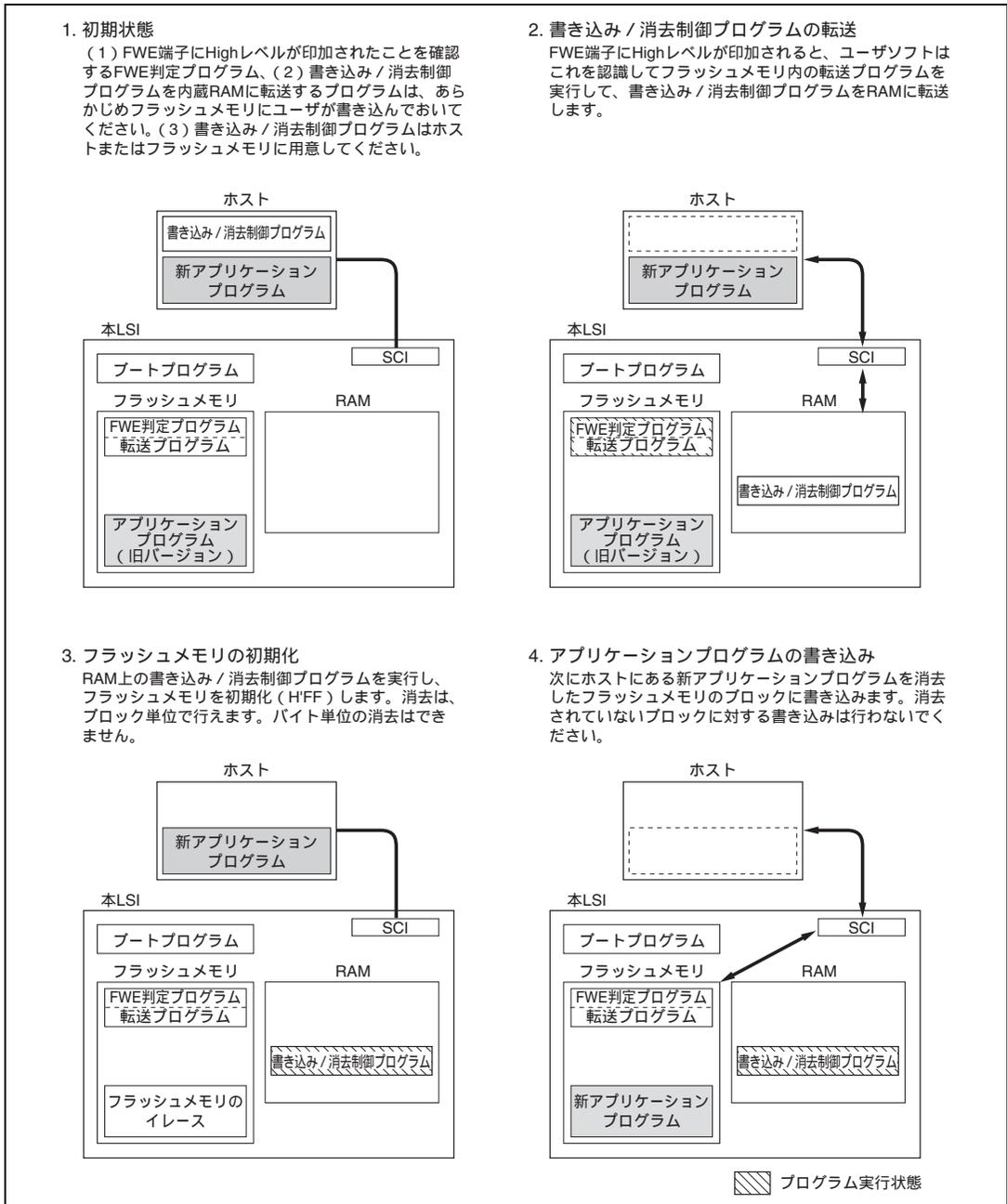


図 19.32 ユーザプログラムモード (例)

19.13.5 RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション

(1) ユーザモード、ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの読み出し

ユーザモード、ユーザプログラムモードでエミュレーションを行ってください。

エミュレーション機能を実行しているときに RAMER で設定したエミュレーションブロックをアクセスすると、オーバーラップ RAM に書かれているデータがリードされます。

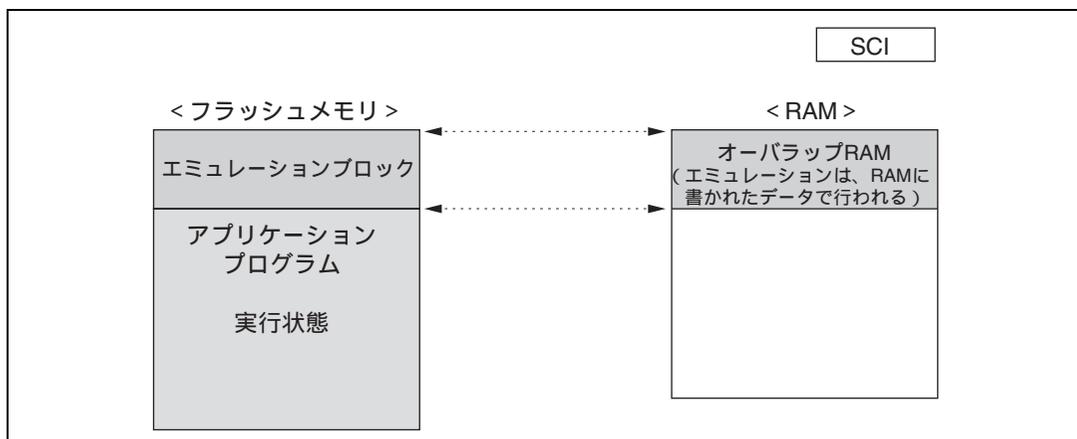


図 19.33 ユーザモード、ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの読み出し

(2) ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの書き込み

オーバーラップ RAM のデータが確定したら、RAMS ビットをクリアして RAM のオーバーラップを解除し、実際にフラッシュメモリへのライトを行ってください。

書き換え制御プログラムを RAM に転送してくるときに、転送先とオーバーラップ RAM が重ならないようにしてください。オーバーラップ RAM 内のデータが書き換えられてしまいます。

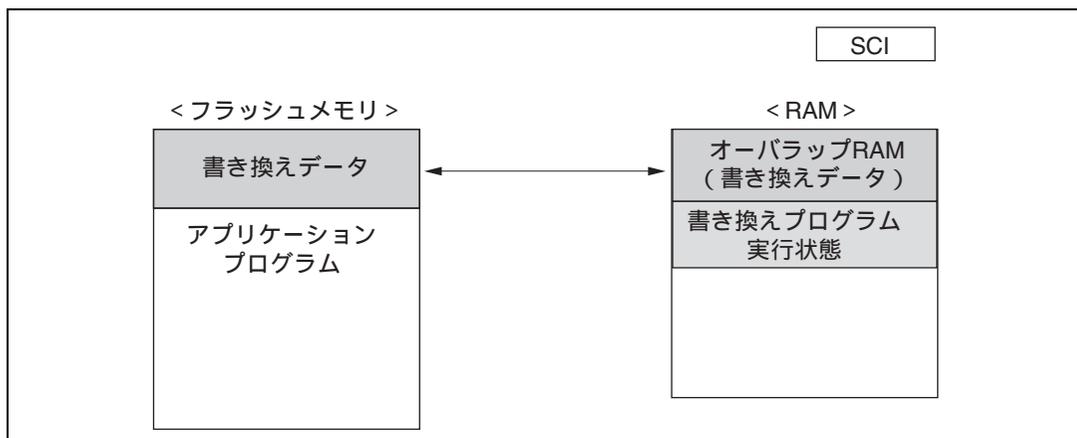


図 19.34 ユーザプログラムモードのオーバーラップ RAM データの書き込み

19.13.6 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点

表 19.25 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点

	ブートモード	ユーザプログラムモード
全面消去		
ブロック分割消去	×	
書き換え制御プログラム*	プログラム/ プログラムベリファイ	イレース/イレースベリファイ/プログラム/ プログラムベリファイ/エミュレーション

【注】 * 推奨するアルゴリズムに沿って、ユーザ側で用意してください。

19.13.7 ブロック分割法

本 LSI は、64K バイト (3 ブロック)、32K バイト (1 ブロック)、4K バイト (8 ブロック) に分割されています。

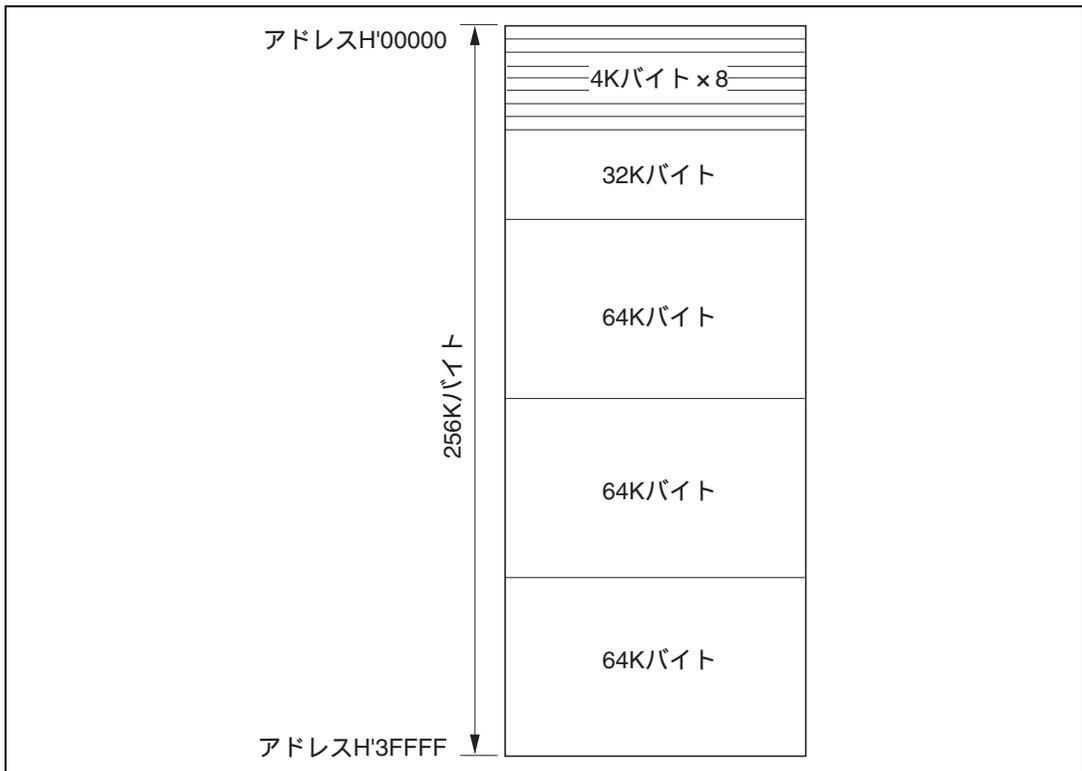


図 19.35 ブロック分割法

19.13.8 端子構成

フラッシュメモリは表 19.26 に示す端子により制御されます。

表 19.26 端子構成

端子名	略 称	入出力	機 能
リセット	RES	入力	リセット
フラッシュライトイネーブル	FWE	入力	フラッシュの書き込み / 消去をハードウェアプロテクト
モード 2	MD2	入力	本 LSI の動作モードを設定
モード 1	MD1	入力	本 LSI の動作モードを設定
モード 0	MD0	入力	本 LSI の動作モードを設定
ポート 66	P66	入力	ライターモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
ポート 65	P65	入力	ライターモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
ポート 64	P64	入力	ライターモードの場合に、本 LSI の動作モードを設定
トランスミットデータ	TxD1	出力	シリアル送信データ出力
レシーブデータ	RxD1	入力	シリアル受信データ入力

19.13.9 レジスタ構成

内蔵フラッシュメモリが有効のときのフラッシュメモリをコントロールするレジスタを表 19.27 に示します。FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 をアクセスするためには、内蔵フラッシュメモリが有効なモードで、SYSCR2 の FLSHE ビットを 1 にセットする必要があります (RAMER を除く)。

表 19.27 レジスタ構成

名 称	略 称	R/W	初期値	アドレス ^{*1}
フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1 ^{*6}	R/W ^{*3}	H'00/H'80 ^{*4}	H'FFC8 ^{*2}
フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2 ^{*6}	R/W ^{*3}	H'00	H'FFC9 ^{*2}
消去ブロック指定レジスタ 1	EBR1 ^{*6}	R/W ^{*3}	H'00 ^{*5}	H'FFCA ^{*2}
消去ブロック指定レジスタ 2	EBR2 ^{*6}	R/W ^{*3}	H'00 ^{*5}	H'FFCB ^{*2}
システムコントロールレジスタ 2	SYSCR2 ^{*7}	R/W	H'00	H'FF42
RAM エミュレーションレジスタ	RAMER	R/W	H'00	H'FEDB

- 【注】
- *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
 - *2 フラッシュメモリのレジスタの選択はシステムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) の FLSHE ビットで行います。
 - *3 内蔵フラッシュメモリが無効のモードのときは、リードすると H'00 が読み出され、ライトも無効となります。また、FLMCR1 の FWE ビットがクリア (FWE = 0) されているときもライトは無効です。
 - *4 FWE 端子に High レベルが入力されているときの初期値は H'80 です。
 - *5 FWE 端子に Low レベルが入力されているとき、あるいは High レベルが入力されていても FLMCR1 の SWE ビットがセットされていないときは H'00 に初期化されます。
 - *6 FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は 8 ビットのレジスタです。バイトアクセスのみ有効で、2 ステートアクセスとなります。
 - *7 SYSCR2 は、F-ZTAT 版専用のレジスタです。マスク ROM 版では、リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

19.14 フラッシュメモリのレジスタ説明

19.14.1 フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	FWE	SWE	ESU	PSU	EV	PV	E	P
初期値	1/0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R/W						

FLMCR1 は、フラッシュメモリの各動作モードを制御する 8 ビットのレジスタです。プログラムベリファイモード、イレースベリファイモードに遷移させるには、FWE=1 時に SWE ビットをセット後、EV ビットまたは PV ビットをセットします。プログラムモードへ遷移させるには、FWE=1 時に、SWE ビットをセット後、PSU ビットをセットし、最後に P ビットをセットします。イレースモードへ遷移するには、FWE=1 時に、SWE ビットをセット後、ESU ビットをセットし、最後に E ビットをセットします。FLMCR1 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモードで初期化されます。FWE 端子に High レベルが入力されているときの初期値は H'80 です。Low レベルが入力されているときは H'00 です。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

また、FLMCR1 の SWE ビットへの書き込みは FWE=1 のとき、ESU、PSU、EV、PV ビットへの書き込みは FWE=1、SWE=1 のとき、E ビットへの書き込みは FWE=1、SWE=1、ESU=1 のとき、P ビットへの書き込みは FWE=1、SWE=1、PSU=1 のときのみ有効です。

ビット 7: フラッシュライトイネーブルビット (FWE)

FWE ビットは、フラッシュメモリの書き込み / 消去をハードウェアプロテクトするビットです。

ビット 7	説明
FWE	
0	FWE 端子に Low レベルが入力されているとき (ハードウェアプロテクト状態)
1	FWE 端子に High レベルが入力されているとき

ビット 6: ソフトウェアライトイネーブルビット (SWE)

フラッシュメモリの書き込み / 消去の有効または無効を選択するビットです (FLMCR1 のビット 5 ~ 0、EBR1 の 7 ~ 0 ビット、EBR2 の 3 ~ 0 ビットをセットするときにセットしてください)。

SWE=1 のときは、プログラムベリファイ / イレースベリファイモード以外ではフラッシュメモリを読み出すことはできません。

ビット 6	説明
SWE	
0	書き込み無効 (初期値)
1	書き込み有効 [セット条件] FWE=1 のとき

ビット5：イレースセットアップビット (ESU)

イレースモードへの遷移の準備をするビットです (SWE、PSU、EV、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット5	説明
ESU	
0	イレースセットアップ解除 (初期値)
1	イレースセットアップ [セット条件] FWE = 1、SWE = 1 のとき

ビット4：プログラムセットアップビット (PSU)

プログラムモードへの遷移の準備をするビットです (SWE、ESU、EV、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット4	説明
PSU	
0	プログラムセットアップ解除 (初期値)
1	プログラムセットアップ [セット条件] FWE = 1、SWE = 1 のとき

ビット3：イレースベリファイ (EV)

イレースベリファイモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、PV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット3	説明
EV	
0	イレースベリファイモードを解除 (初期値)
1	イレースベリファイモードに遷移 [セット条件] FWE = 1、SWE = 1 のとき

ビット2：プログラムベリファイ (PV)

プログラムベリファイモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、EV、E、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット2	説明
PV	
0	プログラムベリファイモードを解除 (初期値)
1	プログラムベリファイモードに遷移 [セット条件] FWE = 1、SWE = 1 のとき

ビット1：イレース (E)

イレースモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、ESU、PSU、EV、PV、P ビットを同時に設定しないでください)。

ビット1	説明
E	
0	イレースモードを解除 (初期値)
1	イレースモードに遷移 [セット条件] FWE = 1、SWE = 1、ESU = 1 のとき

ビット0：プログラム (P)

プログラムモードへの遷移、解除を選択するビットです (SWE、PSU、ESU、EV、PV、E ビットを同時に設定しないでください)。

ビット0	説明
P	
0	プログラムモードを解除 (初期値)
1	プログラムモードに遷移 [セット条件] FWE = 1、SWE = 1、PSU = 1 のとき

19.14.2 フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
FLER	-	-	-	-	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	-	-	-	-	-	-	-

FLMCR2 は、フラッシュメモリの各動作モードを制御する 8 ビットのレジスタです。FLMCR2 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモードのとき H'00 に初期化されます。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

ビット7：フラッシュメモリエラー（FLER）

フラッシュメモリへ動作中（書き込み、消去）にエラーが発生したことを示すビットです。FLER = 1 に設定されると、フラッシュメモリはエラープロテクトに遷移します。

ビット7	説明
FLER	
0	フラッシュメモリは正常に動作しています。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト（エラープロテクト）が無効 [クリア条件] リセットまたはハードウェアスタンバイモードのとき (初期値)
1	フラッシュメモリへの書き込み / 消去中にエラーが発生したことを示します。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト（エラープロテクト）が有効 [セット条件] 「19.17.3 エラープロテクト」参照

ビット6～0：リザーブビット

リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

19.14.3 消去ブロック指定レジスタ1（EBR1）

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

フラッシュメモリの消去エリアをブロックごとに設定する8ビットのレジスタです。EBR1は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモード、FWE端子にLowレベルが入力されているとき、およびFWE端子にHighレベルが入力されていてもFLMCR1のSWEビットが設定されていないときはH'00に初期化されます。EBR1の各ビットに1をセットすると、対応するブロックが消去可能となります。それ以外のブロックは、消去プロテクト状態になります。EBR1はEBR2と合わせて1ビットのみ設定してください（2ビット以上を設定しないでください。設定するとEBR1とEBR2はともに0にオートクリアされます）。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すとH'00が読み出され、書き込みも無効となります。

フラッシュメモリのブロック分割方法は、表 19.28 を参照してください。

19.14.4 消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	EB11	EB10	EB9	EB8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

フラッシュメモリの消去エリアをブロックごとに設定する 8 ビットのレジスタです。EBR2 は、リセット、ハードウェアスタンバイモード、ソフトウェアスタンバイモード、FWE 端子に Low レベルが入力されているとき、H'00 に初期化されます。また FWE 端子に High レベルが入力されていても、FLMCR1 の SWE ビットが設定されていないときは H'00 に初期化されます。EBR2 の各ビットに 1 をセットすると、対応するブロックが消去可能となります（それ以外のブロックは、消去プロテクト状態になります）。EBR2 は EBR1 と合わせて 1 ビットのみ設定してください（2 ビット以上を設定しないでください。設定すると EBR1 と EBR2 はともに 0 にオートクリアされます）。ビット 7~4 はリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。内蔵フラッシュメモリが無効のときは読み出すと H'00 が読み出され、書き込みも無効となります。

フラッシュメモリのブロック分割方法は、表 19.28 を参照してください。

表 19.28 消去ブロックの分割

ブロック (サイズ)	アドレス
EB0 (4K バイト)	H'000000 ~ H'000FFF
EB1 (4K バイト)	H'001000 ~ H'001FFF
EB2 (4K バイト)	H'002000 ~ H'002FFF
EB3 (4K バイト)	H'003000 ~ H'003FFF
EB4 (4K バイト)	H'004000 ~ H'004FFF
EB5 (4K バイト)	H'005000 ~ H'005FFF
EB6 (4K バイト)	H'006000 ~ H'006FFF
EB7 (4K バイト)	H'007000 ~ H'007FFF
EB8 (32K バイト)	H'008000 ~ H'00FFFF
EB9 (64K バイト)	H'010000 ~ H'01FFFF
EB10 (64K バイト)	H'020000 ~ H'02FFFF
EB11 (64K バイト)	H'030000 ~ H'03FFFF

19.14.5 システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	FLSHE	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	-	-	-

SYSCR2は8ビットのリード/ライト可能なレジスタで、内蔵フラッシュメモリの制御を行います。SYSCR2はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時のH'00に初期化されます。SYSCR2は、F-ZTAT版のみ有効なレジスタです。マスクROM版では、リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。

ビット7~4：リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット3：フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル (FLSHE)

フラッシュメモリの制御レジスタ (FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2) のCPUアクセスを制御します。FLSHEビットを1にセットすると、フラッシュメモリ制御レジスタをリード/ライトすることができます。0にクリアするとフラッシュメモリの制御レジスタは非選択となります。このとき、フラッシュメモリ制御レジスタの内容は保持されています。

ビット3	説明
FLSHE	
0	アドレス H'FFFFC8 ~ H'FFFFCB のエリアはフラッシュ制御レジスタを非選択 (初期値)
1	アドレス H'FFFFC8 ~ H'FFFFCB のエリアはフラッシュ制御レジスタを選択

ビット2~0：リザーブビット

リードすると、常に0が読み出されます。ライトは無効です。

19.14.6 RAM エミュレーションレジスタ (RAMER)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	RAMS	RAM2	RAM1	RAM0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

フラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートするときに、RAMの一部と重ね合わせるフラッシュメモリのエリアを設定するレジスタです。リセット、またはハードウェアスタンバイモードのときに H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードのときには、初期化されません。RAMER の設定は、ユーザモード、ユーザプログラムモードで行ってください。

フラッシュメモリエリアの分割法は、表 19.29 を参照してください。なお、エミュレーション機能を確実に動作させるために、本レジスタの書き換え直後に RAM エミュレーションの対象 ROM をアクセスしないでください。

直後にアクセスした場合には正常なアクセスは保証されません。

ビット 7~4 : リザーブビット

読み出すと常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 3 : RAM セレクト (RAMS)

RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション選択 / 非選択を設定するビットです。RAMS = 1 のときは、フラッシュメモリ全ブロックの書き込み / 消去プロテクト状態となります。

ビット 3	説明
RAMS	
0	エミュレーション非選択 フラッシュメモリ全ブロック書き込み / 消去プロテクト無効 (初期値)
1	エミュレーション選択 フラッシュメモリ全ブロック書き込み / 消去プロテクト有効

ビット 2~0 : フラッシュメモリエリア選択

ビット 3 とともに使用し、RAM と重ね合わせるフラッシュメモリのエリアを選択します (表 19.29 参照)。

表 19.29 フラッシュメモリエリアの分割

RAM エリア	ブロック名	RAMS	RAM2	RAM1	RAM0
H'FFDC00 ~ H'FFEBFF	RAM エリア 4K バイト	0	*	*	*
H'000000 ~ H'000FFF	EB0 (4K バイト)	1	0	0	0
H'001000 ~ H'001FFF	EB1 (4K バイト)	1	0	0	1
H'002000 ~ H'002FFF	EB2 (4K バイト)	1	0	1	0
H'003000 ~ H'003FFF	EB3 (4K バイト)	1	0	1	1
H'004000 ~ H'004FFF	EB4 (4K バイト)	1	1	0	0
H'005000 ~ H'005FFF	EB5 (4K バイト)	1	1	0	1
H'006000 ~ H'006FFF	EB6 (4K バイト)	1	1	1	0
H'007000 ~ H'007FFF	EB7 (4K バイト)	1	1	1	1

* : Don't care

19.15 オンボードプログラミングモード

オンボードプログラミングモードに設定すると、内蔵フラッシュメモリへの書き込み / 消去 / ベリファイを行うことができます。オンボードプログラミングモードには、ブートモードとユーザプログラムモードの 2 種類の動作モードがあります。各モードへ遷移する端子の設定方法を、表 19.30 に示します。また、フラッシュメモリに関する各モードへの状態遷移図は図 19.30 を参照してください。

表 19.30 オンボードプログラミングモードの設定方法

モード		端子			
MCU モード	CPU 動作モード・内容	FWE	MD2	MD1	MD0
ブートモード	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	1	0	1	0
	アドバンスト・シングルチップモード				1
ユーザプログラムモード*	アドバンスト・内蔵 ROM 有効拡張モード	1	1	1	0
	アドバンスト・シングルチップモード				1

【注】 * 通常はユーザモードを使用してください。書き込み / 消去 / ベリファイを行う前に FWE 端子を 1 に設定し、ユーザプログラムモードに遷移してください。

19.15.1 ブートモード

ブートモードを使用する場合は、フラッシュメモリへの書き込み制御プログラムをホストに準備しておく必要があります。また、使用する SCI のチャンネル 1 は調歩同期式モードに設定されています。

本 LSI の端子をブートモードに設定後リセットスタートすると、あらかじめマイコン内に組み込まれているブートプログラムが起動され、ホストに用意した書き込み制御プログラムが、SCI を使って本 LSI へ順次送信されます。本 LSI では、SCI で受信した書き込み制御プログラムを内蔵 RAM の書き込み制御プログラムエリアに書き込みます。転送終了後書き込み制御プログラムエリアの先頭アドレスに分岐し、書き込み制御プログラム実行状態となります（フラッシュメモリの書き込みを行います）。

したがって、転送する書き込み制御プログラムには、後述の書き込みアルゴリズムに沿ったプログラムを準備してください。

図 19.36 にブートモード時のシステム構成図、図 19.37 にブートモード実行手順を示します。

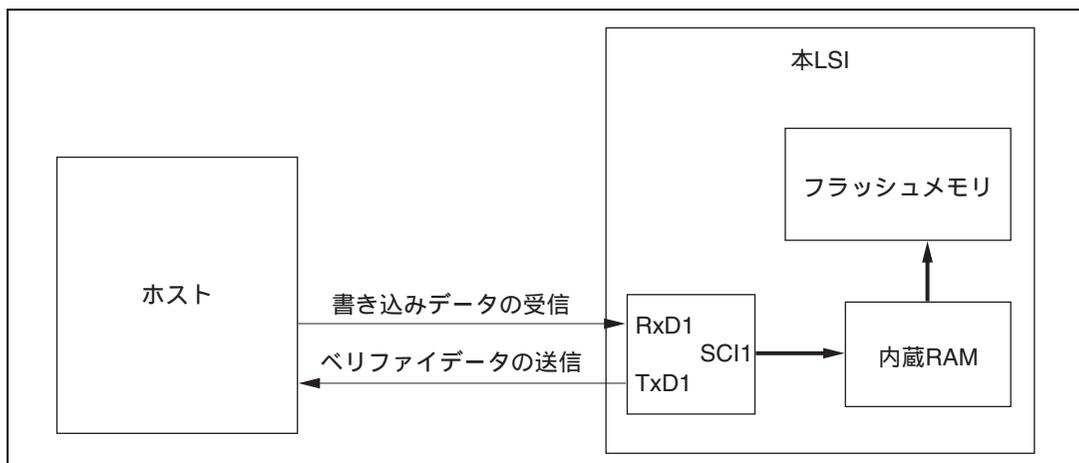


図 19.36 ブートモード時のシステム構成図

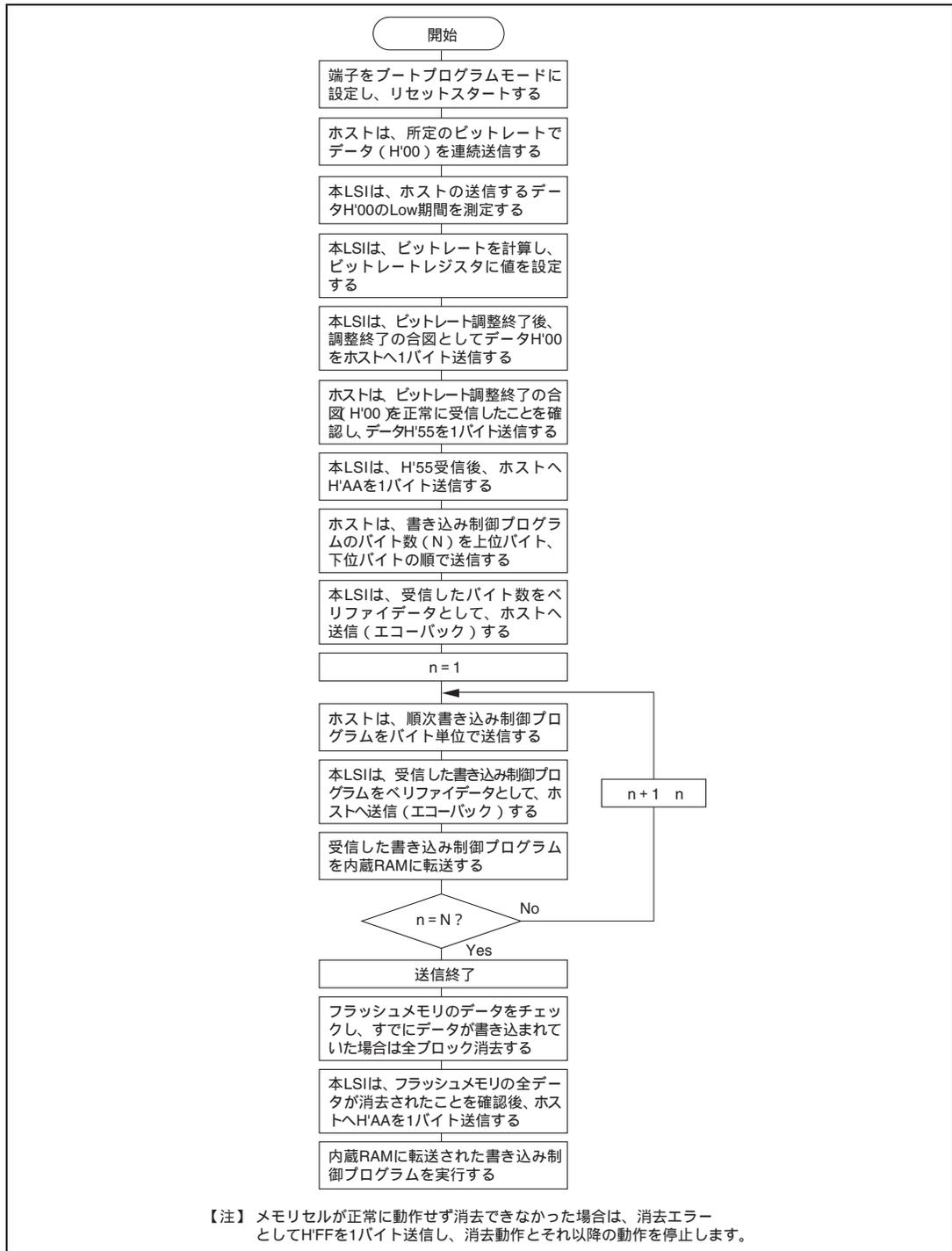


図 19.37 ブートモード実行手順

(1) SCI ビットレートの自動合わせ込み動作

ブートモードが起動すると、本 LSI はホストより連続送信される調歩同期式 SCI 通信のデータ (H'00) の Low 期間を測定します。このときの SCI 受信 / 送信フォーマットを「8 ビットデータ、1 ストップビット、パリティなし」に設定してください。本 LSI は、測定した Low 期間よりホストの送信するビットレートを計算し、ビット調整終了合図としてホストへ H'00 を 1 バイト送信します。ホストは、この調整終了合図 (H'00) を正常に受信したことを確認し、本 LSI へ H'55 を 1 バイト送信してください。受信が正常に行われなかった場合は、再度ブートモードを起動し (リセット)、上述の操作を行ってください。ホストが送信するビットレート、および本 LSI のシステムクロックの周波数によってホストと本 LSI のビットレートに誤差が生じます。正常に SCI を動作させるために、ホストの転送ビットレートを (9,600、19,200) bps に設定してください。

ホストの転送ビットレートと本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数を表 19.31 に示します。このシステムクロックの範囲内でブートプログラムを実行してください。

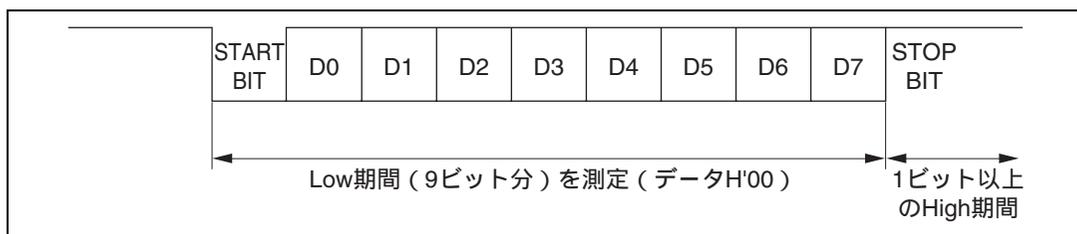


図 19.38 SCI ビットレートの自動合わせ込み動作

表 19.31 本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数

ホストのビットレート	本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数
19,200bps	16 ~ 25MHz
9,600bps	8 ~ 25MHz

(2) ブートモード時の内蔵 RAM エリアの分割

ブートモードでは、H'FFDC00～H'FFE3FFの2Kバイトは、図19.39に示すようにブートプログラムで使用するエリアとしてリザーブされています。書き込み制御プログラムを転送するエリアはH'FFE400～H'FFFBFFです。ブートプログラムのエリアは、RAM内に転送した書き込み制御プログラムが実行状態に遷移すると使用できます。スタックエリアは必要に応じて設定してください。

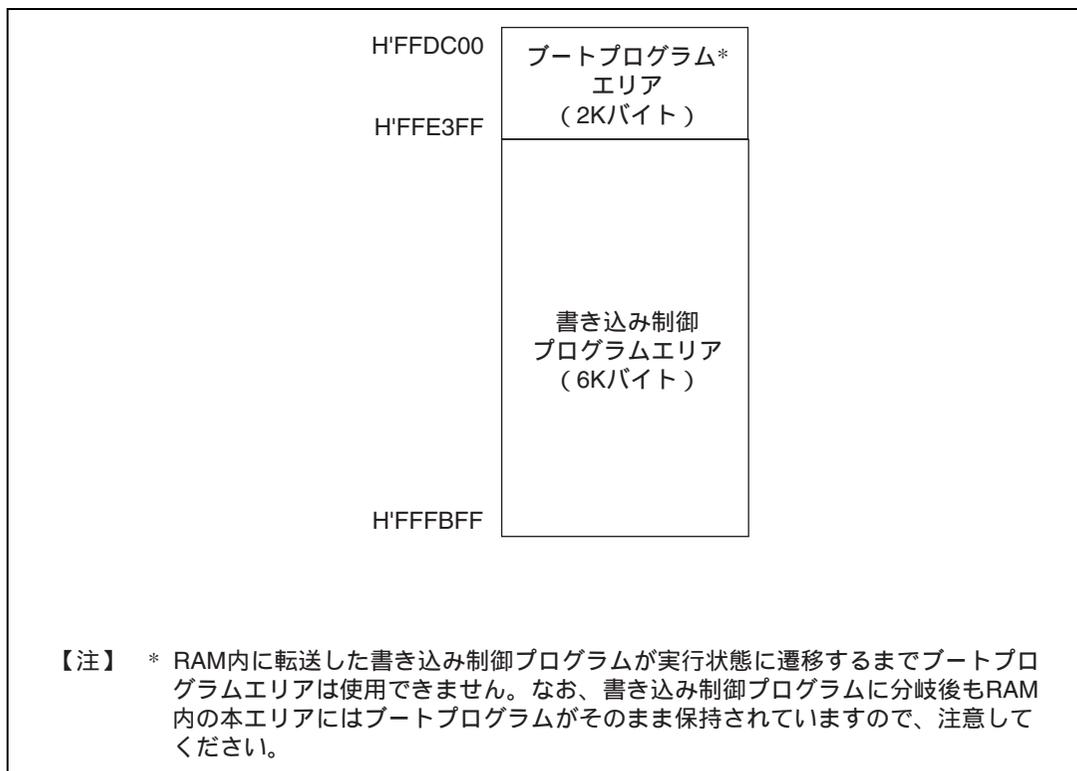


図 19.39 ブートモード時の RAM エリア

(3) ブートモード使用時の注意事項

- (a) 本LSIは、ブートモードでリセット解除すると、SCIのRxDI端子のLow期間を測定します。RxDI端子がHighの状態でのリセット解除してください。リセット解除後、RxDI端子から入力されるLow期間を測定できるようになるまで、本LSIは約100ステート必要です。
- (b) ブートモードは、フラッシュメモリに書き込まれているデータがある場合（全データが1でないとき）、フラッシュメモリの全ブロックを消去します。本モードは、オンボード状態での初期の書き込み、あるいは、ユーザプログラムモードで起動するプログラムを誤って消去し、ユーザプログラムモードが実行できなくなった場合の強制復帰などに使用してください。
- (c) フラッシュメモリの書き込み中、あるいは消去中に割り込みを使用することはできません。

- (d) RxD1端子およびTxD1端子は、ボード上でプルアップして使用してください。
- (e) 本LSIは、書き込み制御プログラム (RAMエリアのH'FFE400 ~ H'FFFBFF) に分岐するときに内蔵SCI (チャンネル1) の送受信動作を終了 (SCRのRE = 0、TE = 0) しますが、BRRには、合わせ込んだビットレートの値を保持しています。
また、このときトランスミットデータ出力端子TxD1は、Highレベル出力状態 (P31DDR = 1、P31DR = 1) となっています。
さらにこのとき、CPU内蔵の汎用レジスタの値は不定です。このため書き込み制御プログラムに分岐した直後に汎用レジスタの初期設定を必ず行ってください。
特にスタックポインタ (SP) は、サブルーチンコール時などに暗黙的に使用されますので、書き込み制御プログラムで使用するスタックエリアを必ず指定してください。
上記以外の内蔵レジスタについても、初期設定を必ず行ってください。
- (f) ブートモードへの遷移は表19.30のモード設定に従って、端子を設定しリセットスタートすることにより可能です。
ブートモードを解除するには、リセット端子をLowレベルにしてから最低20ステート経過後、FWE端子とモード端子を設定し、リセット解除*1することにより可能です。また、WDTのオーバフローリセットが発生した場合もブートモードを解除することが可能です。
ブートモードの途中でモード端子の入力レベルを変化させないでください。ブートプログラム実行中やフラッシュメモリへの書き込み、消去中にFWE端子をLowレベルにしないでください*2。
- (g) リセット中にモード端子の入力レベルを変化 (たとえばLowレベル Highレベル) させると、マイコンの動作モードが切り替わることによりアドレス兼用ポート、およびバス制御出力信号 (\overline{AS} 、 \overline{RD} 、 \overline{HWR}) の状態が変化*3します。
このため、これらの端子はリセット中に出力信号とならないような端子設定にするか、マイコン外部の信号と衝突しないように注意してください。

【注】 *1 モード端子と FWE 端子の入力はリセット解除のタイミングに対し、図 19.56 ~ 図 19.58 に示すようにモードプログラミングセットアップ時間 ($t_{MDS} = 200ns$) を満足する必要があります。

*2 FWE の印加 / 解除の注意については「19.21 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の注意」を参照してください。

*3 「第 9 章 I/O ポート」を参照してください。

19.15.2 ユーザプログラムモード

ユーザプログラムモードに設定すると、ユーザの書き込み / 消去制御プログラムによるフラッシュメモリの書き込み、消去が可能になります。したがって、あらかじめ基板上に FWE 制御手段、および書き換えデータ供給手段を設け、必要に応じてプログラムエリアの一部に書き込み / 消去制御プログラムを内蔵させておくことにより、内蔵フラッシュメモリのオンボード書き換えを行うことができます。

本モードの設定では、内蔵フラッシュメモリの有効なモード 6、7 で起動し、FWE 端子に High レベルを印加します。この状態の動作では、フラッシュメモリ以外の周辺機能はモード 6、7 と同じ動作をします。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行うために SWE ビットを 1 にセットしている間は、フラッシュメモリ自体を読み出すことはできません。書き込み / 消去を行う制御プログラムは、内蔵 RAM / 外部メモリ上で実行するようにしてください。外部メモリにプログラムを置く場合は、フラッシュメモリに書き込むための命令とその次の命令は内蔵 RAM 上に置くようにしてください。

図 19.40 に書き込み / 消去制御プログラムを内蔵 RAM に転送する場合の実行手順例を示します。

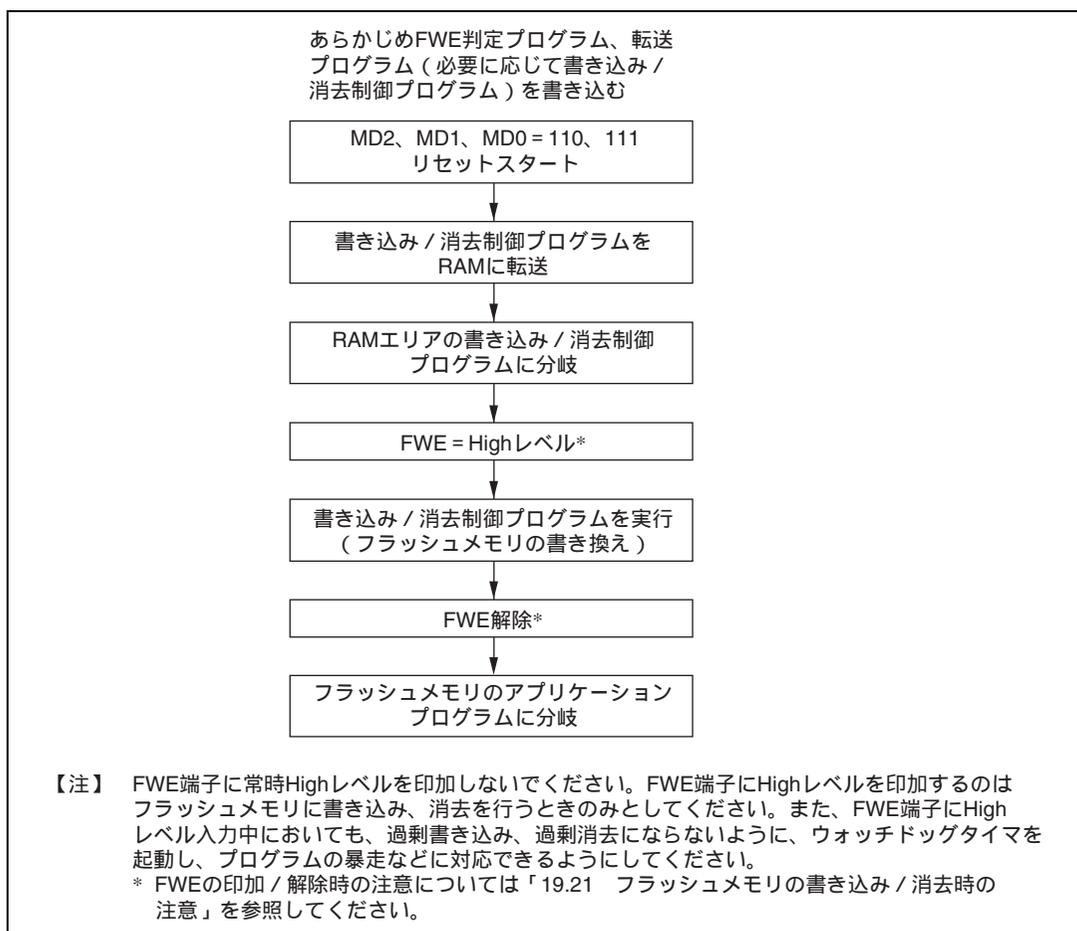


図 19.40 ユーザプログラムモードの実行手順例

19.16 フラッシュメモリの書き込み / 消去

オンボードプログラミングモードでのフラッシュメモリの書き込み / 消去は、CPU を用いてソフトウェア的に行う方式を採用しています。フラッシュメモリの動作モードとしては、プログラムモード / イレースモード / プログラムベリファイモード / イレースベリファイモードがあります。内蔵 ROM 領域に対しては、FLMCR1 の PSU ビット、ESU ビット、P ビット、E ビット、PV ビット、EV ビットをセットすることにより各動作モードに遷移します。

フラッシュメモリは、書き込み / 消去を行っている間は読み出すことができません。したがって、フラッシュメモリの書き込み / 消去を制御するプログラム(書き込み制御プログラム)は、内蔵 RAM、あるいは外部メモリ上に置き、実行するようにしてください。外部メモリにプログラムを置く場合は、フラッシュメモリに書き込むための命令とその次の命令は内蔵 RAM 上に置くようにしてください。また、フラッシュメモリへの書き込み命令実行前後に DMAC、DTC が起動しないようにしてください。

- 【注】
1. FLMCR1 の SWE、ESU、PSU、EV、PV、E、P ビットのセット / リセットがそれぞれ、当該アドレスエリアのフラッシュメモリ上のプログラムで実行された場合の動作は保証されません。
 2. 書き込み / 消去する際は、FWE = 1 にしてください (FWE = 0 のときは、書き込み / 消去されません)。
 3. 書き込みは消去状態で行ってください。すでに書き込まれたアドレスへの追加書き込みは行わないでください。

19.16.1 プログラムモード

フラッシュメモリへのデータ / プログラムの書き込みを行う場合は、図 19.41 に示すプログラム / プログラムベリファイフローチャートに従って行ってください。このフローチャートに沿って書き込み動作を行えば、デバイスへの電圧ストレスやプログラムデータの信頼性を損なうことなく、フラッシュメモリへデータ / プログラムの書き込みを行うことができます。また、1 回の書き込みは、128 バイト単位で行ってください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の各ビットのセット / クリア後のウェイト時間 (x、y、z1、z2、z3、 、 、 、 、)、最大書き込み回数 (N) は「22.2.6 フラッシュメモリ特性」を参照してください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の SWE ビットを 1 にセットしたあと、(x) μ s 以上の時間が経過してから、128 バイトの書き込みデータを書き込みデータエリアと再書き込みデータエリアに格納し、書き込むアドレス (書き込む先頭アドレスの下位 8 ビットは、H'00、H'80 でなければなりません) に RAM 上の書き込みデータエリアの 128 バイトのデータを連続して書き込みます (データ転送はバイト単位で 128 回連続して行います)。フラッシュメモリは、プログラムアドレスとプログラムデータをそれぞれフラッシュメモリ内にラッチします。128 バイト以下の書き込みでも 128 バイトのデータ転送を行う必要があり、必要ないアドレスへの書き込みは、データを H'FF にして書き込みを行う必要があります。

次に、プログラムの暴走などにより過剰時間書き込みを行わないようにするために、ウォッチドッグタイマを設定します。WDT のオーバフロー周期は (y + z2 +) μ s より大きくしてください。その後、FLMCR1 の PSU ビットをセットすることで、プログラムモードへの準備 (プログラムセットアップ) を行い、(y) μ s 以上の時間が経過してから、FLMCR1 の P ビットをセットすることで、動作モードはプログラムモードへ遷移します。P ビットがセットされている時間がフラッシュメモリの書き込み時間となります。書き込み時間は、書き込みフロー中の表に従ってください。

19.16.2 プログラムベリファイモード

プログラムベリファイモードは、プログラムモードでデータを書き込んだあと、そのデータを読み出し、正しくデータがフラッシュメモリへ書き込まれているかを確認するモードです。

一定の書き込み時間経過後、書き込みモードを解除 (FLMCR1 の P ビットを 0 にクリア後、() μs 以上の時間が経過してから PSU ビットを 0 にクリア) します。ウォッチドッグタイマを () μs 以上の時間が経過してから解除し、FLMCR1 の PV ビットをセットすることで、動作モードはプログラムベリファイモードへ遷移します。プログラムベリファイモードでは、読み出す前に、読み出すアドレスにデータ HFF をダミーライトしてください。ダミーライトは () μs 以上の時間が経過してから行ってください。この状態でフラッシュメモリを読み出す (ベリファイデータは 16 ビットで読み出す) とラッチしたアドレスのデータが読み出されます。このリード動作は、ダミーライト後、() μs 以上置いてから行ってください。次に書き込みデータとベリファイデータを比較し、再書き込みデータを演算 (図 19.41 参照) し、再書き込みデータを再書き込みデータエリアに転送します。128 バイト分のデータのベリファイが完了後、プログラムベリファイモードを解除し、() μs 以上の待機時間を置いて、FLMCR1 の SWE ビットを 0 にクリアし、() μs 以上待機時間を置いてください。再度書き込みが必要な場合は、再度プログラムモードに設定し、同様にプログラム / プログラムベリファイシーケンスを繰り返してください。ただし、同一ビットに対するプログラム / プログラムベリファイシーケンスの繰り返しは、(N) 回を超えないようにしてください。

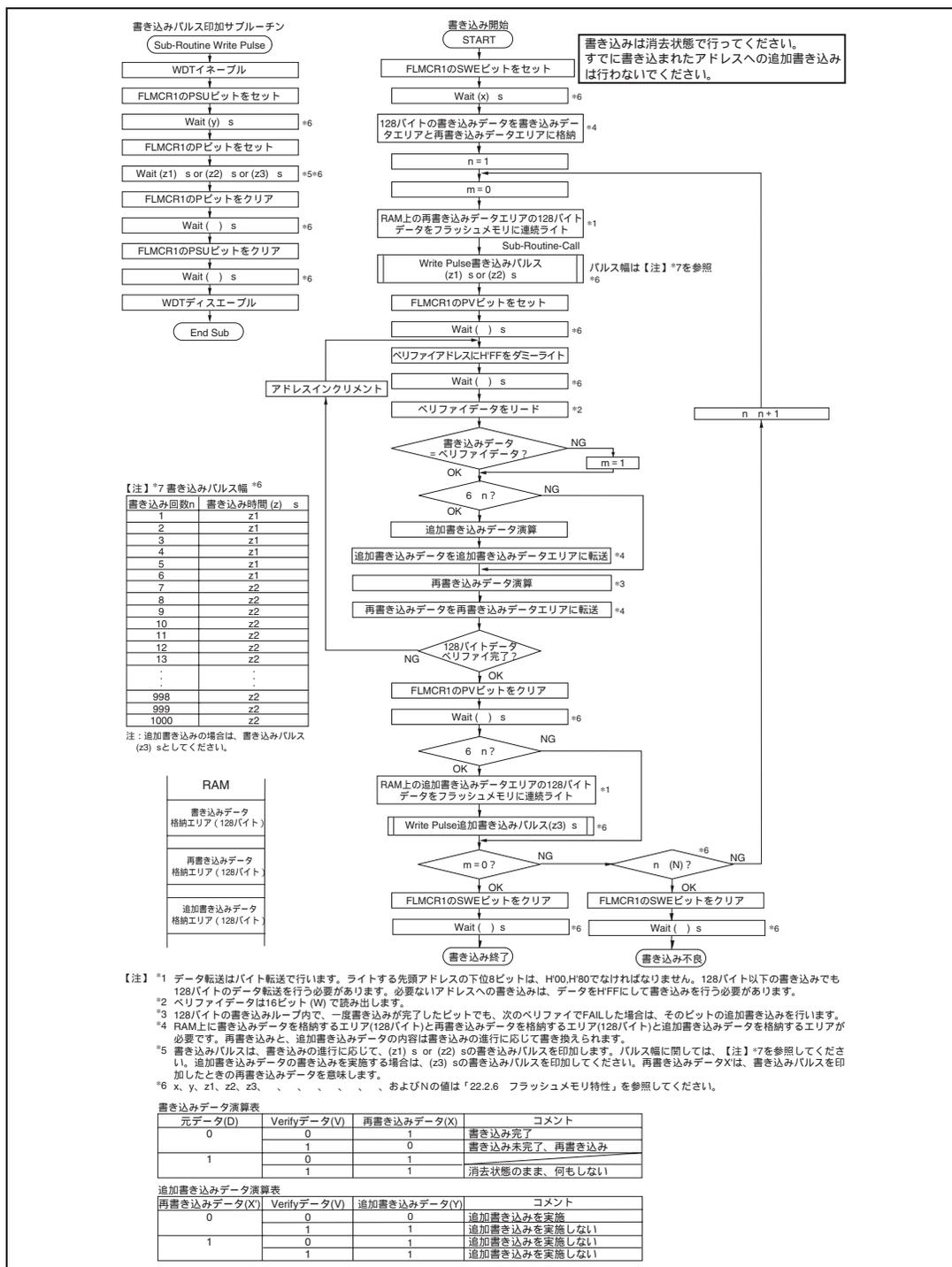


図 19.41 プログラム / プログラムペリファイフロー

19.16.3 イレースモード

フラッシュメモリの消去は1ブロックごとに、図 19.42 に示すイレース/イレースベリファイフロー（単一ブロック消去）チャートに沿って行ってください。

フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1) の各ビットのセット/クリア後のウェイト時間 (x、y、z、 、 、 、 、)、および最大消去回数 (N) は「22.2.6 フラッシュメモリ特性」を参照してください。

データ/プログラムの消去は、フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1) の SWE ビットを1にセット後、(x)μs以上の時間が経過してから、消去ブロック指定レジスタ1、2 (EBR1、2) で消去するフラッシュメモリのエリアを1ビット設定してください。次にプログラムの暴走などにより過剰時間消去を行わないようにするために、ウォッチドッグタイマを設定します。WDT のオーバーフロー周期は (y+z+ +)ms より大きくしてください。その後、FLMCR1 の ESU ビットをセットすることで、イレースモードへの準備 (イレースセットアップ) を行い、(y) μs以上の時間が経過後、FLMCR1 の E ビットをセットすることで、動作モードはイレースモードへ遷移します。E ビットが設定されている時間が消去時間となり、消去時間は(z)msを超えないようにしてください。

【注】 フラッシュメモリの消去において、消去を開始する前にプレライト (消去するメモリの全メモリデータをすべて0にする) を行う必要はありません。

19.16.4 イレースベリファイモード

イレースベリファイモードは、メモリを消去したあとデータを読み出し、正常に消去されているかどうかを確認するモードです。

消去時間経過後、イレースモードを解除 (FLMCR1 の E ビットを0にクリア後、() μs以上の時間が経過してから ESU ビットを0にクリア) し、ウォッチドッグタイマを() μs以上の時間が経過してから解除し、FLMCR1 の EV ビットをセットすることで、動作モードはイレースベリファイモードへ遷移します。イレースベリファイモードでは、読み出し前に読み出すアドレスにデータ HFF をダミーライトしてください。ダミーライトは() μs以上の時間が経過してから行ってください。この状態でフラッシュメモリをリード (ベリファイデータは16ビットで読み出し) するとラッチしたアドレスのデータが読み出されます。このリード動作は、ダミーライト後、() μs置いてから行ってください。読み出したデータが消去 (データがすべて1) されていた場合、次のアドレスをダミーライトし、イレースベリファイを行います。読み出したデータが未消去の場合、再度イレースモードに設定し、同様にイレース/イレースベリファイシーケンスを繰り返します。ただし、この繰り返し回数が (N) 回を超えないようにしてください。ベリファイ完了後、イレースベリファイモードを解除し、() μs以上の待機時間を置いてください。消去対象全ブロックの消去が完了している場合は、FLMCR1 の SWE ビットを解除し、() μs以上待機時間を置いてください。未消去のブロックが存在する場合は、消去するフラッシュメモリのエリアを1ビット設定し、同様にイレース/イレースベリファイシーケンスを繰り返します。

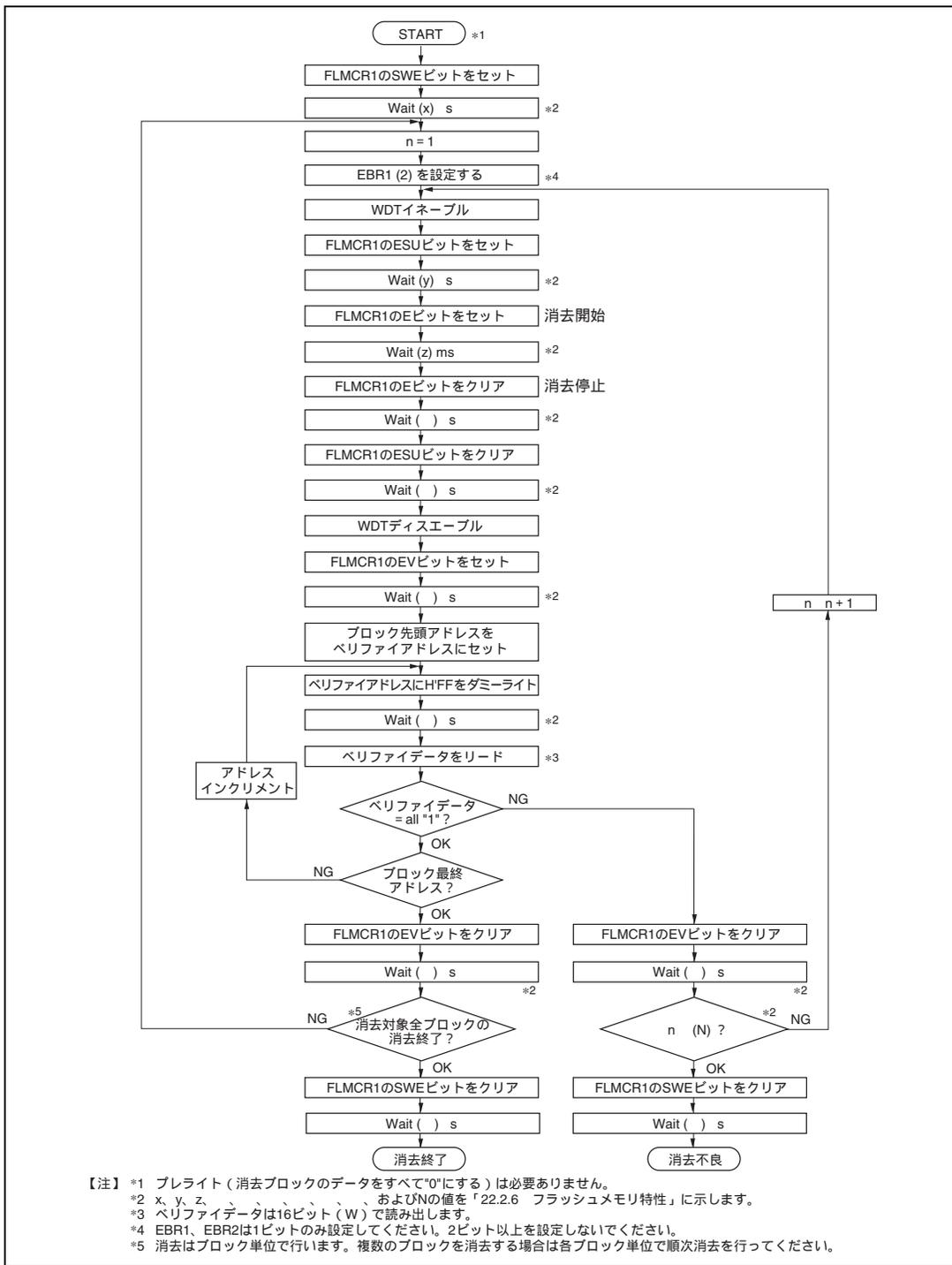


図 19.42 イレース/イレースペリファイフロー

19.17 プロテクト

フラッシュメモリに対する書き込み / 消去プロテクトは、ハードウェアプロテクト、ソフトウェアプロテクト、エラープロテクトの 3 種類があります。

19.17.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトとは、フラッシュメモリに対する書き込み / 消去が強制的に禁止、中断された状態のことで、フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)、フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)、消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2) の設定はリセットされます (表 19.32 参照)。

表 19.32 ハードウェアプロテクト

項目	説明	機能	
		書き込み	消去
FWE 端子プロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FWE 端子に Low レベルが入力されているときには、FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は初期化され、書き込み / 消去プロテクト状態になります。 		
リセット、スタンバイプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> リセット (WDT によるオーバフローリセットも含む) およびスタンバイ時は、FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は初期化され、書き込み / 消去プロテクト状態になります。 RES 端子によるリセットでは、電源投入後発振が安定するまで RES 端子を Low レベルに保持しないとリセット状態になりません。また、動作中のリセットは「22.2.3 AC 特性」に規定した $\overline{\text{RES}}$ パルス幅の間 RES 端子を Low レベルに保持してください。 		

19.17.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアプロテクトは、FLMCR1 の SWE ビット、消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2)、RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) の RAMS ビットをセットすることで行えます。ソフトウェアプロテクトでは、フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の P ビットまたは E ビットをセットしても、プログラムモードまたはイレースモードへは遷移しません (表 19.33 参照)。

表 19.33 ソフトウェアプロテクト

項目	説明	機能	
		書き込み	消去
SWE ビットプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FLMCR1 の SWE ビットを 0 にセットすることにより、全ブロックの書き込み / 消去プロテクト状態になります (内蔵 RAM / 外部メモリ上で実行してください)。 		
ブロック指定プロテクト	<ul style="list-style-type: none"> 消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)、消去ブロック指定レジスタ 2 (EBR2) の設定により、ブロックごとに消去プロテクトが可能。 EBR1、EBR2 を H'00 に設定すると全ブロックが消去プロテクト状態になります。 	-	
エミュレーションプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) の RAMS ビットを 1 にセットすることにより、全ブロックの書き込み / 消去プロテクト状態になります。 		

19.17.3 エラープロテクト

エラープロテクトは、フラッシュメモリへの書き込み/消去中のマイコンの暴走や書き込み/消去アルゴリズムに沿っていない動作をした場合に発生する異常を検出し、書き込み/消去動作を強制的に中断するプロテクトです。書き込み/消去動作を中断することで、過剰書き込みや過剰消去によるフラッシュメモリへのダメージを防止します。

フラッシュメモリへの書き込み/消去中にマイコンが異常動作すると、FLMCR2のFLERビットが1にセットされ、エラープロテクト状態へ遷移します。このとき、FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2の設定は保持されますが、エラーが発生した時点でプログラムモードまたはイレースモードは強制的に中断されます。Pビット、Eビットの再設定を行ってもプログラムモードまたはイレースモードへ遷移することはできません。ただし、PVビット、EVビットの設定は有効なので、ペリファイモードへの遷移は可能です。

FLERビットのセット条件は、

- (1) 書き込み/消去中にフラッシュメモリをリードしたとき(ベクタリードおよび命令フェッチを含む)
 - (2) 書き込み/消去中の例外処理(リセットは除く)開始直後
 - (3) 書き込み/消去中にSLEEP命令(ソフトウェアスタンバイを含む)を実行したとき
 - (4) 書き込み/消去中にCPU以外のバスマスタ(DMAC、DTC)が、バス権を確保したとき
- エラープロテクト解除は、リセットまたはハードウェアスタンバイのみで行われます。

図 19.43 にフラッシュメモリの状態遷移図を示します。

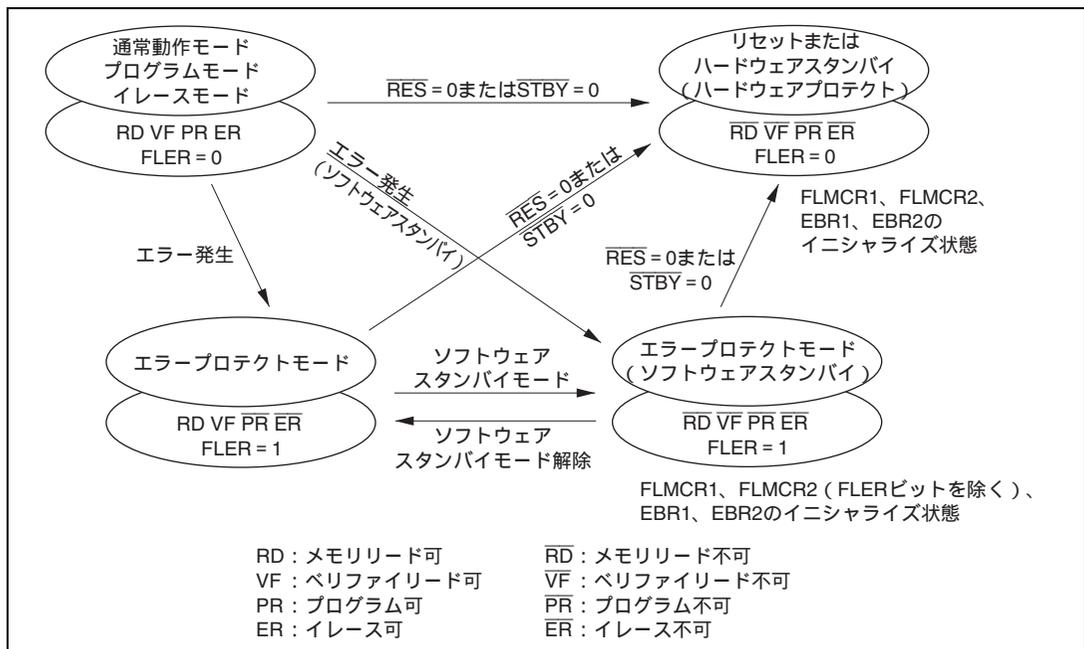


図 19.43 フラッシュメモリの状態遷移図

19.18 RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション

19.18.1 RAM によるエミュレーション

RAM でフラッシュメモリに書き換えるデータをリアルタイムにエミュレートするために、RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) で設定したフラッシュメモリのエリアに RAM の一部を重ね合わせて使うことができます。RAMER の設定後はフラッシュメモリのエリアとフラッシュメモリに重ね合わせた RAM エリアの 2 エリアからアクセスできます。エミュレーション可能なモードは、ユーザモード、およびユーザプログラムモードです。図 19.44 にフラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートする例を示します。

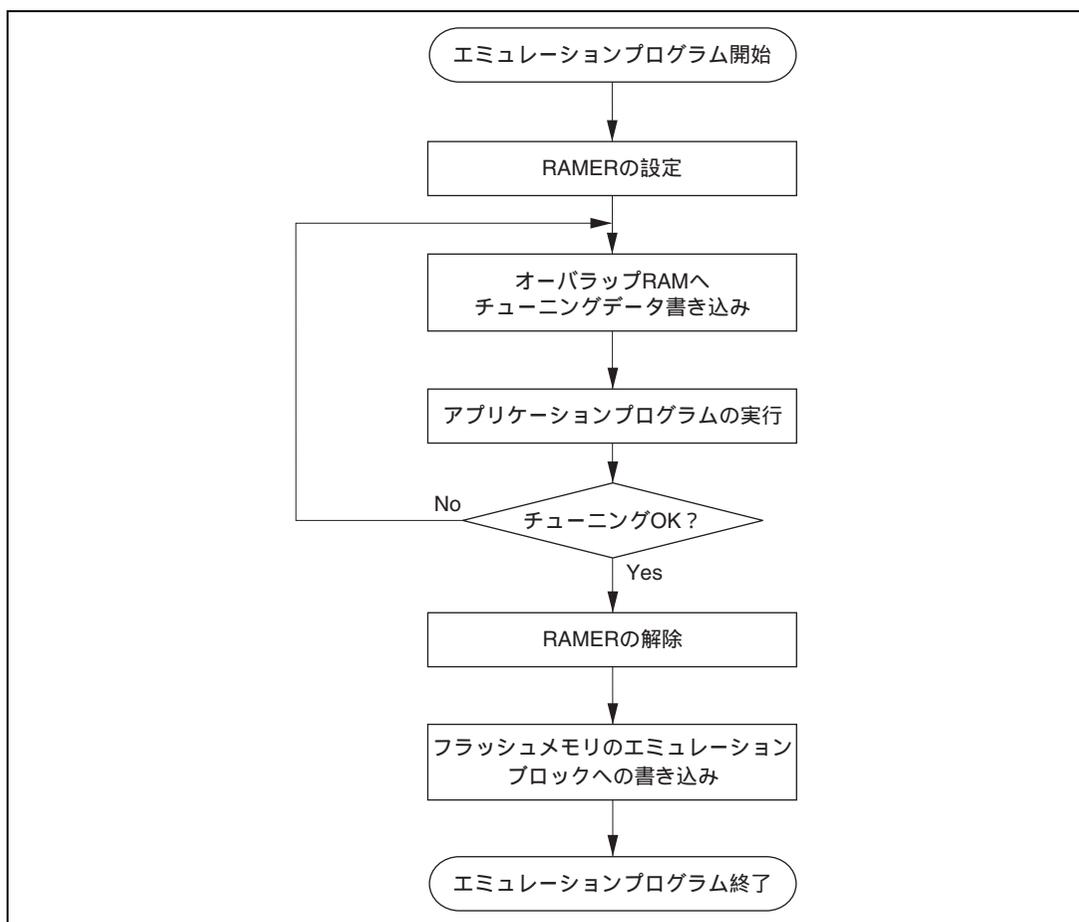


図 19.44 RAM によるエミュレーションフロー

19.18.2 RAM のオーバーラップ

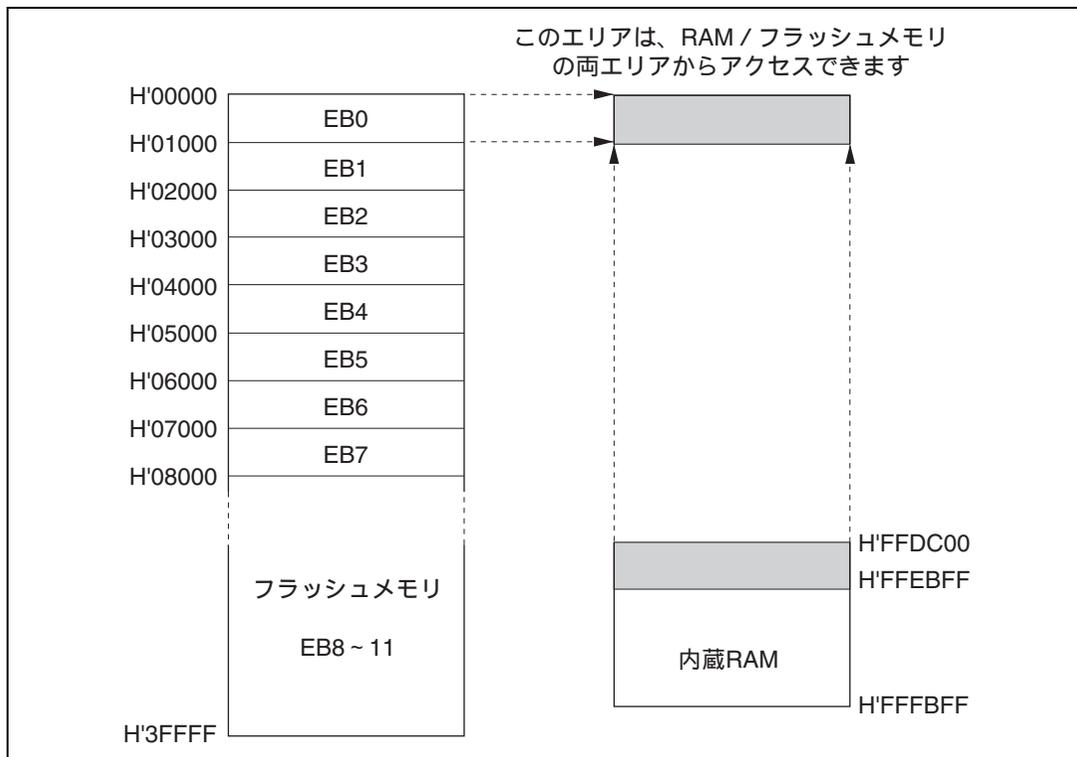


図 19.45 RAM のオーバーラップ動作例

フラッシュメモリのブロックエリア (EB1) をオーバーラップさせる例

- [1] リアルタイムな書き換えを必要とするエリア (EB1) にRAMの一部をオーバーラップさせるには、RAMERのRAMS = 1、RAM2 = 0、RAM1 = 0、RAM0 = 1に設定してください。
- [2] リアルタイムな書き換えは、オーバーラップさせたRAMを使って行います。
- [3] 書き換えデータ確認後、RAMSビットをクリアしてRAMのオーバーラップを解除します。
- [4] オーバーラップさせたRAMに書き込まれたデータをフラッシュメモリ空間 (EB1) に書き込みます。

- 【注】
1. RAMS ビットを 1 にセットすると RAM2、RAM1、RAM0 の値にかかわらず、フラッシュメモリの全ブロックに対して書き込み / 消去プロテクトが有効となります (エミュレーションプロテクト)。この状態では FLMCR1 の P ビットまたは E ビットをセットしてもプログラムモード、イレースモードへは遷移しません。フラッシュメモリエリアに実際に書き込み / 消去を行う場合は RAMS ビットを 0 にクリアしてください。
 2. RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション機能を使用中に、消去アルゴリズムに沿ったソフトウェアを実行しても RAM エリアを消去することはできません。
 3. ブロックエリア (EB0) はベクタテーブルを含みます。RAM エミュレーションする場合、オーバーラップ RAM にはベクタテーブルが必要となります。

19.19 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み処理

フラッシュメモリへの書き込み、消去中 (FLMCR1 の P ビットまたは E ビットがセット)、およびブートモードでのブートプログラム実行中*¹は書き込み、消去動作を最優先とするため NMI 入力を含むすべての割り込みを禁止してください。

これは以下のような動作状態を回避することを目的としています。

- (1) 書き込み、消去中に割り込みが発生することにより、書き込み / 消去アルゴリズムに違反し、正常な動作が保証できなくなる。
- (2) 書き込み / 消去中の割り込み例外処理ではベクタリードが正常にできない*²ため、結果としてマイコンが暴走してしまう。
- (3) ブートプログラム実行中に割り込みが発生すると正常なブートモードのシーケンスが実行できなくなる。

以上のような理由から、オンボードプログラミングモードにおいてのみ例外的に割り込み入力を禁止する条件が存在しますが、これによって正常な書き込み、消去およびマイコン動作が保証されるものではありません。

このため、フラッシュメモリへの書き込み / 消去を行う場合は、マイコンの内部と外部で NMI を含むすべての割り込み要求を禁止する必要があります。また、エラープロテクト状態で FLMCR1 の P ビットまたは E ビットが保持された状態でも NMI 割り込みは禁止状態となります。

【注】 *1 書き込み制御プログラムによる書き込みが完了するまでは、マイコン内部と外部で割り込み要求を禁止する必要があります。

*2 この場合、以下の 2 つの理由によってベクタリードが正常に行われません。

- ・書き込み、消去中 (FLMCR1 の P ビットまたは E ビットがセット) にフラッシュメモリのリードを行っても正しい値を読み出すことはできません (値は不定)。
- ・割り込みベクタテーブルに値がまだ書き込まれていない場合、割り込み例外処理が正しく実行されません。

19.20 フラッシュメモリのライターモード

19.20.1 ライターモードの設定

プログラム/データの書き込み/消去可能なモードとして、オンボードプログラミングモード以外にライターモードがあります。ライターモードではルネサス テクノロジ 256K バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプ (FZTAT256V3A) をサポートしている PROM ライタを用いて内蔵 ROM に自由にプログラムを書き込むことができます。本デバイスタイプでは、フラッシュメモリ読み出しモード、自動書き込みモード、自動消去モード、ステータス読み出しモードをサポートしています。自動書き込みモード/自動消去モード/ステータス読み出しモードではステータスポーリング方式を採用しており、また、ステータス読み出しモードでは自動書き込み/自動消去を実行したあとに、その詳細な内部信号を出力します。

表 19.34 にライターモードの端子設定方法を示します。

表 19.34 ライターモードの端子設定方法

端子名	設定、外付け回路接続
モード端子 : MD2、MD1、MD0	Low レベルを入力
モード設定端子 : P66、P65、P64	P66 に High レベル、 P65、P64 に Low レベルを入力
FWE 端子	High レベルを入力 (自動書き込み、自動消去時)
STBY 端子	High レベルを入力 (ハードウェアスタンバイモードにしない)
RES 端子	リセット回路
XTAL、EXTAL 端子	発振回路
そのほかに設定が必要な端子 : P32、P25	P32 に High レベルを入力、P25 に Low レベルを入力

19.20.2 ソケットアダプタの端子対応図

図 17.47 に示すようにソケットアダプタを LSI に取り付けてください。これによって、40 ピンにピン変換することができます。内蔵 ROM のメモリマップを図 19.46 に、ソケットアダプタの端子対応図を図 17.47 に示します。



図 19.46 内蔵 ROM のメモリマップ

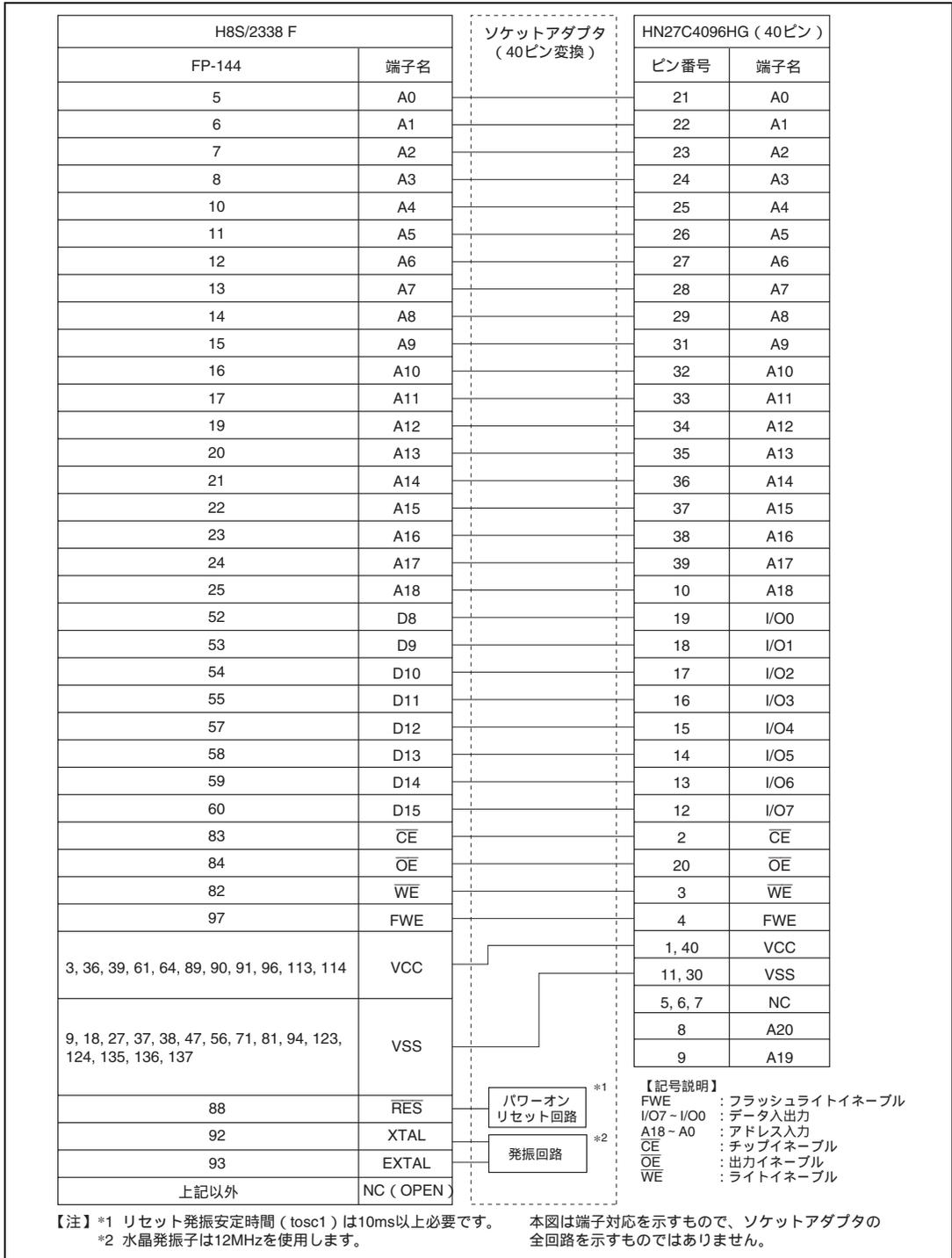


図 19.47 H8S/2338 F-ZTAT ソケットアダプタの端子対応図

19.20.3 ライタモードの動作

表 19.35 にライタモード時の各動作モードの設定方法、表 19.36 にライタモード時の各コマンドを示します。また、各モードの詳細情報を下記に示します。

(1) メモリ読み出しモード

メモリ読み出しモードは、バイト読み出しをサポートします。

(2) 自動書き込みモード

自動書き込みモードでは、128 バイト同時書き込みをサポートします。自動書き込み終了確認にステータスポーリング方式を採用しています。

(3) 自動消去モード

自動消去モードでは、フラッシュメモリマツト全面の自動消去のみサポートします。自動消去終了確認にステータスポーリング方式を採用しています。

(4) ステータス読み出しモード

自動書き込み / 自動消去方式はステータスポーリング方式を採用しており、正常終了の確認は I/O6 番の信号をリードすることで行えます。ステータス読み出しモードはエラーが発生したときのエラー情報を出力します。

表 19.35 ライタモード時の各動作モードの設定方法

モード	ピン名					
	FWE	$\overline{\text{CE}}$	$\overline{\text{OE}}$	$\overline{\text{WE}}$	I/O7~0	A18~0
リード	H or L	L	L	H	データ出力	Ain
出力ディスエーブル	H or L	L	H	H	Hi-Z	X
コマンド書き込み	H or L ^{*3}	L	H	L	データ入力	Ain ^{*2}
チップディスエーブル ^{*1}	H or L	H	X	X	Hi-Z	X

【記号説明】

H: High レベル

L: Low レベル

Hi-Z: ハイインピーダンス

X: Don't care

【注】 *1 チップディスエーブルは、スタンバイ状態ではありません。内部は動作状態です。

*2 Ain は、自動書き込みモードにおいてアドレスの入力もあることを示しています。

*3 自動書き込み / 自動消去モードに遷移するときのコマンド書き込みは、FWE 端子にハイレベルを入力してください。

表 19.36 ライタモード時の各コマンド

コマンド名	サイクル数	第 1 サイクル			第 2 サイクル		
		モード	アドレス	データ	モード	アドレス	データ
メモリ読み出しモード	1 + n	write	X	H'00	read	RA	Dout
自動書き込みモード	129	write	X	H'40	write	WA	Din
自動消去モード	2	write	X	H'20	write	X	H'20
ステータス読み出しモード	2	write	X	H'71	write	X	H'71

【記号説明】

RA : Read address

PA : Program address

- 【注】 1. 自動書き込みモードでは、128 バイト同時書き込みにより、コマンド書き込みが 129 サイクル必要となります。
2. メモリ読み出しモードでは、アドレス書き込みサイクル数(n)によって、サイクル数が変化します。

19.20.4 メモリ読み出しモード

- (1) 自動書き込み / 自動消去 / ステータス読み出し終了後は、コマンド待ち状態に遷移しています。メモリの内容を読み出す場合はコマンド書き込みでメモリ読み出しモードに遷移させたあとに、メモリの内容を読み出す必要があります。
- (2) メモリ読み出しモードでは、コマンド待ち状態と同様にコマンド書き込みが行えます。
- (3) 一度メモリ読み出しモードに遷移させたあとは、連続リードが可能です。
- (4) 電源投入後は、メモリ読み出しモードに遷移します。

表 19.37 メモリ読み出しモード時の AC 特性

(条件 : VCC=3.3±0.3V、VSS=0V、Ta=25±5)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20	-	μs
CE ホールド時間	tceh	0	-	ns
CE セットアップ時間	tces	0	-	ns
データホールド時間	tdh	50	-	ns
データセットアップ時間	tds	50	-	ns
書き込みパルス幅	twep	70	-	ns
WE 立ち上がり時間	tr	-	30	ns
WE 立ち下がり時間	tf	-	30	ns

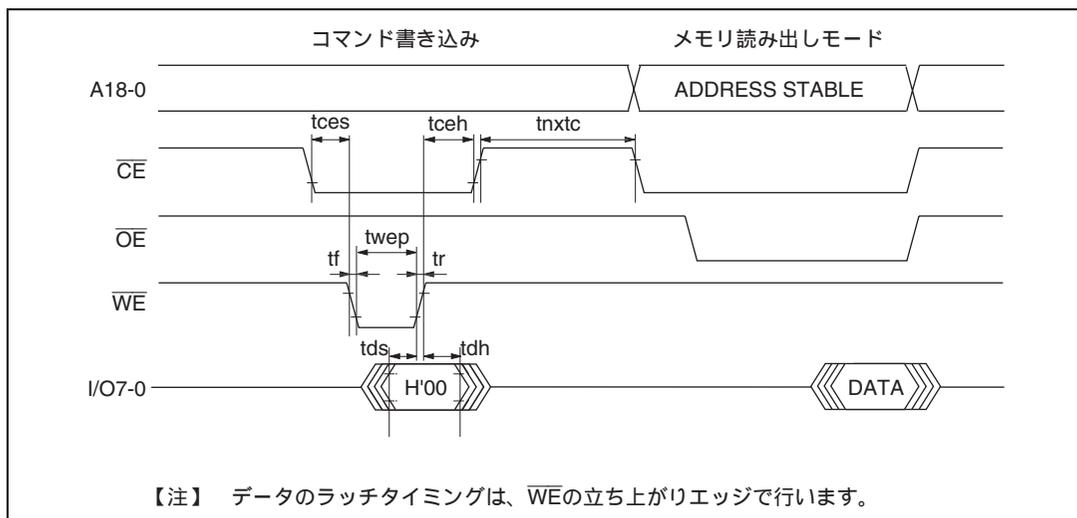


図 19.48 コマンド書き込み後メモリ読み出しタイミング波形

表 19.38 メモリ読み出しモードから他のモードへ遷移時の AC 特性

(条件 : $V_{CC} = 3.3 \pm 0.3V$ 、 $V_{SS} = 0V$ 、 $T_a = 25 \pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20	-	μs
\overline{CE} ホールド時間	tceh	0	-	ns
\overline{CE} セットアップ時間	tces	0	-	ns
データホールド時間	tdh	50	-	ns
データセットアップ時間	tds	50	-	ns
書き込みパルス幅	twep	70	-	ns
\overline{WE} 立ち上がり時間	tr	-	30	ns
\overline{WE} 立ち下がり時間	tf	-	30	ns

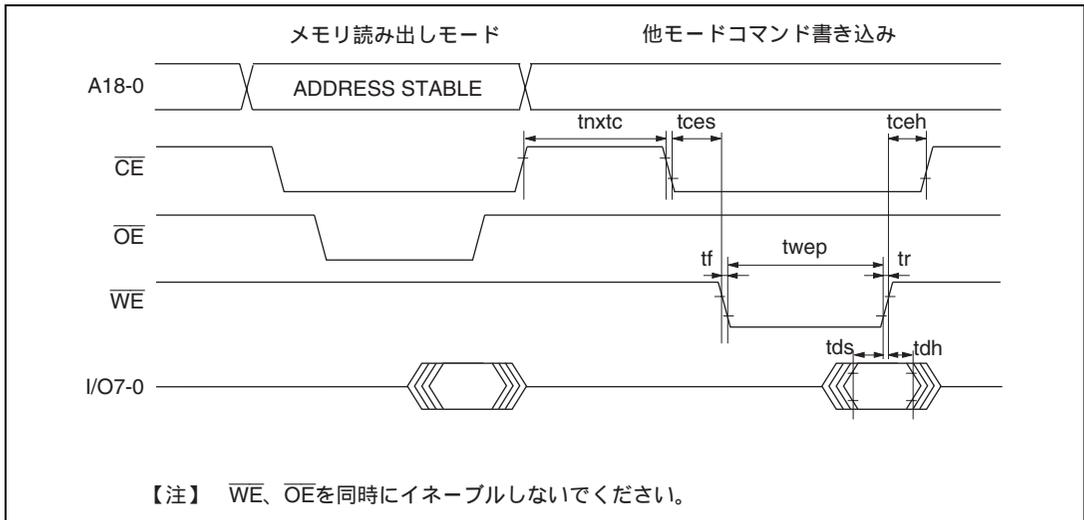


図 19.49 メモリ読み出しモードから他のモードへ遷移時のタイミング波形

表 19.39 メモリ読み出しモード時の AC 特性

(条件 : VCC = 3.3±0.3V、VSS = 0V、Ta = 25±5)

項目	記号	MIN	MAX	単位
アクセス時間	tacc	-	20	μs
CE 出力遅延時間	tce	-	150	ns
OE 出力遅延時間	toe	-	150	ns
出力ディスエーブル遅延時間	tdf	-	100	ns
データ出力ホールド時間	toh	5	-	ns

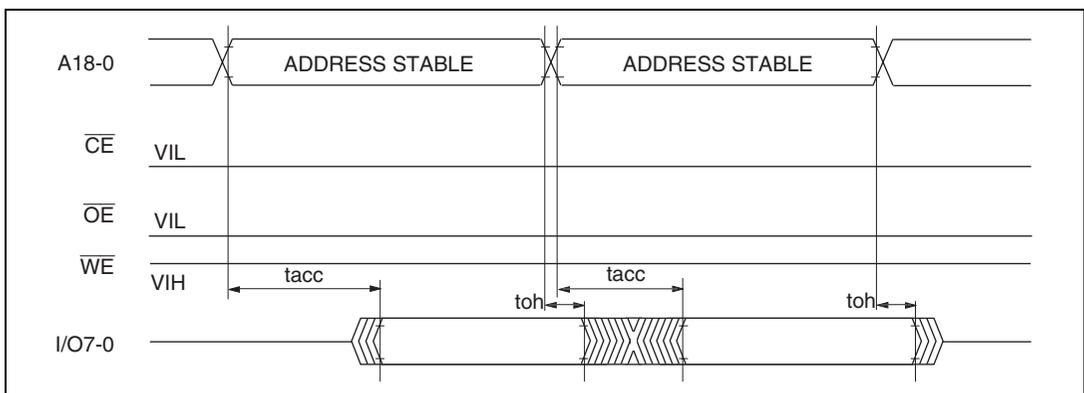
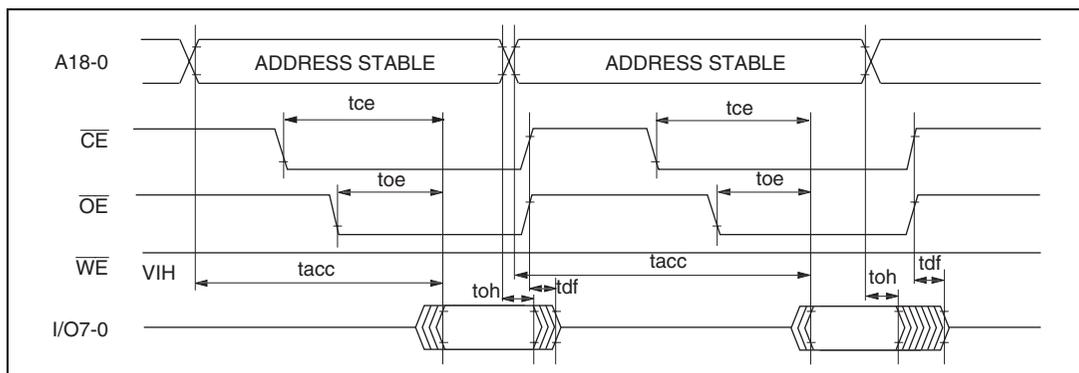


図 19.50 CE、OE イネーブ爾状態リード時のタイミング波形

図 19.51 $\overline{\text{CE}}$ 、 $\overline{\text{OE}}$ クロック方式リード時のタイミング波形

19.20.5 自動書き込みモード

- (1) 自動書き込みモードでは、128バイト同時書き込みを行います。これは、バイトデータを128回連続で転送してください。
- (2) 128バイト以下の書き込みでも128バイトのデータ転送を行う必要があります。必要ないアドレスへのメモリ書き込みは、データをH'FFにして書き込みを行う必要があります。
- (3) 転送するアドレスの下位7ビットは、ロー状態にしてください。有効アドレス以外を入力した場合は、メモリ書き込み動作に移行しますが、書き込みエラーとなります。
- (4) メモリアドレスの転送は、第2サイクルで行います(図19.52)。第3サイクル以降では転送しないでください。
- (5) 書き込み動作中は、コマンド書き込みを行わないでください。
- (6) 書き込みは、各アドレスの128バイト単位のブロックに対して、1回の自動書き込みで行ってください。すでに書き込まれたアドレスブロックへの2回以上の追加書き込みは行えません。
- (7) 自動書き込み正常終了の確認には、I/O6を調べることにより行います。または、ステータス読み出しモードを使用しても確認することができます(I/O7のステータスポーリングは、自動書き込み動作終了判定用端子です)。
- (8) ステータスポーリングのI/O6、I/O7の情報は、次のコマンド書き込みまで保持されます。次のコマンド書き込みが行われていなければ、 $\overline{\text{CE}}$ 、 $\overline{\text{OE}}$ をイネーブルにすることにより読み出し可能となります。

表 19.40 自動書き込みモード時の AC 特性

(条件 : $V_{CC}=3.3\pm 0.3V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_a=25\pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20	-	μs
CE ホールド時間	tceh	0	-	ns
CE セットアップ時間	tces	0	-	ns
データホールド時間	tdh	50	-	ns
データセットアップ時間	tds	50	-	ns
書き込みパルス幅	twep	70	-	ns
ステータスポーリング開始時間	twsts	1	-	ms
ステータスポーリングアクセス時間	tspa	-	150	ns
アドレスセットアップ時間	tas	0	-	ns
アドレスホールド時間	tah	60	-	ns
メモリ書き込み時間	twrite	1	3000	ms
書き込みセットアップ時間	tpns	100	-	ns
書き込み終了セットアップ時間	tphh	100	-	ns
WE 立ち上がり時間	tr	-	30	ns
WE 立ち下がり時間	tf	-	30	ns

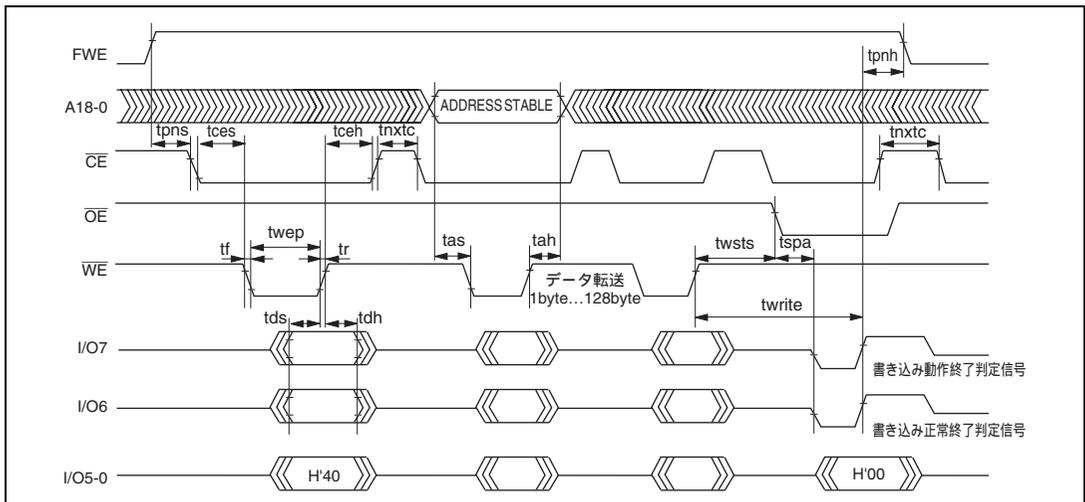


図 19.52 自動書き込みモードのタイミング波形

19.20.6 自動消去モード

- (1) 自動消去モードは、メモリ全面消去のみサポートします。
- (2) 自動消去中はコマンド書き込みを行わないでください。
- (3) 自動消去正常終了の確認は、I/O6を調べることにより行います。または、ステータス読み出しモードを使用しても確認することができます (I/O7のステータスポーリングは、自動消去動作終了判定用端子です)。
- (4) ステータスポーリングのI/O6、I/O7の情報は、次のコマンド書き込みまで保持されます。次のコマンド書き込みが行われていなければ、 \overline{CE} 、 \overline{OE} をイネーブルにすることにより読み出し可能となります。

表 19.41 自動消去モード時の AC 特性

(条件: $V_{CC}=3.3\pm 0.3V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_a=25\pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20	-	μs
\overline{CE} ホールド時間	tceh	0	-	ns
\overline{CE} セットアップ時間	tces	0	-	ns
データホールド時間	tdh	50	-	ns
データセットアップ時間	tds	50	-	ns
書き込みパルス幅	twep	70	-	ns
ステータスポーリング開始時間	tests	1	-	ms
ステータスポーリングアクセス時間	tspa	-	150	ns
メモリ消去時間	terase	100	40000	ms
消去セットアップ時間	tens	100	-	ns
消去終了セットアップ時間	tenh	100	-	ns
WE 立ち上がり時間	tr	-	30	ns
WE 立ち下がり時間	tf	-	30	ns

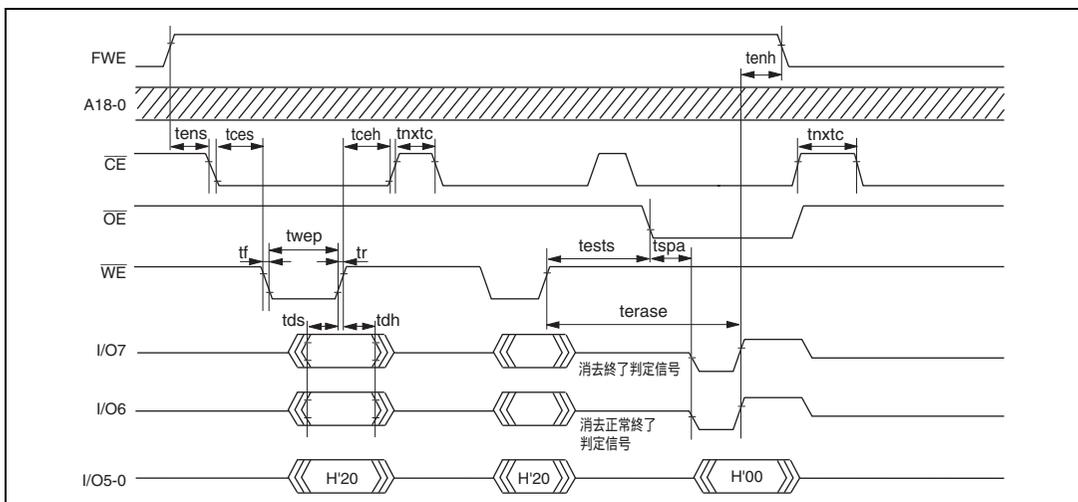


図 19.53 自動消去モードのタイミング波形

19.20.7 ステータス読み出しモード

- (1) ステータス読み出しモードは、異常終了の種類を特定させるためのモードです。自動書き込みモード / 自動消去モードで異常終了が起きた場合に使用してください。
- (2) リターンコードは、ステータス読み出しモード以外のコマンド書き込みが行われるまで保持されます。

表 19.42 ステータス読み出しモード時の AC 特性

(条件 : $V_{CC}=3.3\pm 0.3V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $T_a=25\pm 5$)

項目	記号	MIN	MAX	単位
コマンド書き込みサイクル	tnxtc	20	-	μs
CE ホールド時間	tceh	0	-	ns
CE セットアップ時間	tces	0	-	ns
データホールド時間	tdh	50	-	ns
データセットアップ時間	tds	50	-	ns
書き込みパルス幅	twep	70	-	ns
OE 出力遅延時間	toe	-	150	ns
ディスエーブル遅延時間	tdf	-	100	ns
CE 出力遅延時間	tce	-	150	ns
WE 立ち上がり時間	tr	-	30	ns
WE 立ち下がり時間	tf	-	30	ns

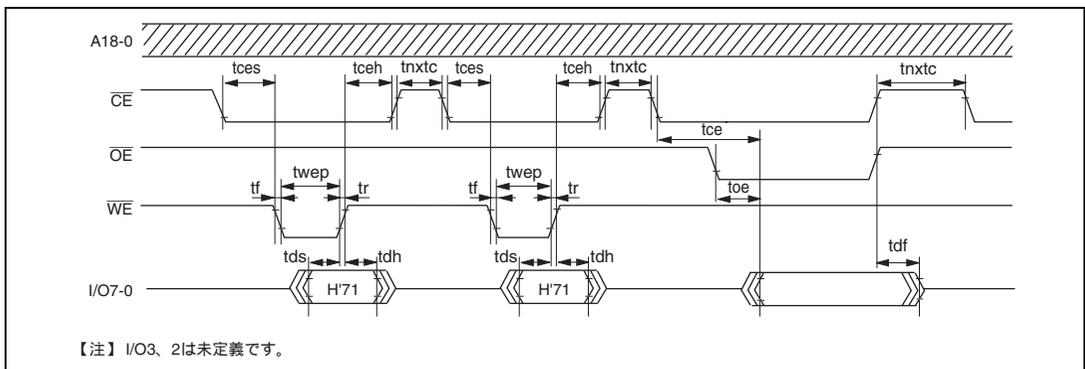


図 19.54 ステータス読み出しモードのタイミング波形

表 19.43 ステータス読み出しモードのリターンコマンド

ピン名	I/O7	I/O6	I/O5	I/O4	I/O3	I/O2	I/O1	I/O0
属性	正常終了 判定	コマンド エラー	書き込み エラー	消去 エラー	-	-	書き込み or 消去回数 オーバ	有効 アドレス エラー
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
内容	正常終了 : 0 異常終了 : 1	コマンド エラー : 1 その他 : 0	書き込み エラー : 1 その他 : 0	消去 エラー : 1 その他 : 0	-	-	回数 オーバ : 1 その他 : 0	有効アドレス エラー : 1 その他 : 0

【注】 I/O3、2 は未定義です。

19.20.8 ステータスポーリング

- (1) I/O7のステータスポーリングは、自動書き込み / 自動消去モード時の動作状態を示すフラグです。
- (2) I/O6のステータスポーリングは、自動書き込み / 自動消去モード時の正常 / 異常終了を示すフラグです。

表 19.44 ステータスポーリング出力の真理値表

端子名	内部動作中	異常終了	-	正常終了
I/O7	0	1	0	1
I/O6	0	0	1	1
I/O0 ~ 5	0	0	0	0

19.20.9 ライタモードへの遷移時間

発振安定時間、ライタモードセットアップ期間は、コマンドを受け付けることができません。ライタモードセットアップ時間後、メモリ読み出しモードに遷移します。

表 19.45 コマンド待ち状態までの遷移時間規定

項目	記号	MIN	MAX	単位
スタンバイ解除（発振安定時間）	tosc1	30	-	ms
ライタモードセットアップ時間	tbmV	10	-	ms
VCC ホールド時間	tdwn	0	-	ms

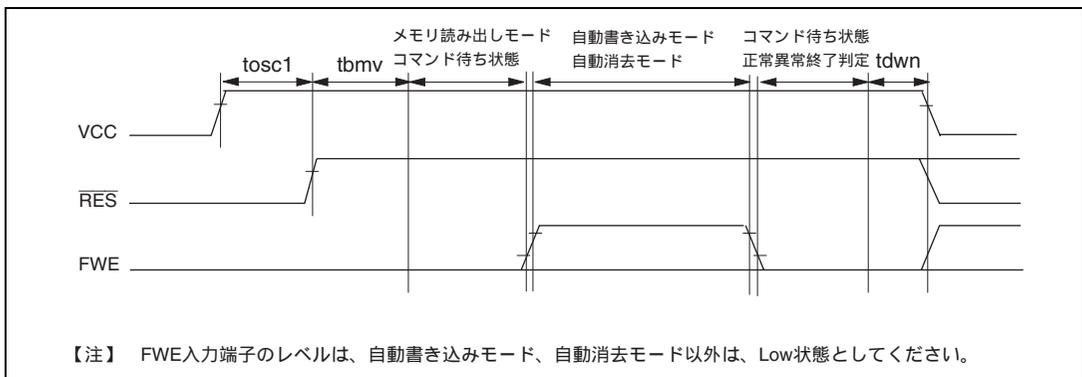


図 19.55 発振安定時間、ライタモードセットアップ、電源立ち下げシーケンス

19.20.10 メモリ書き込み注意事項

- (1) すでに書き込まれたアドレスへの書き換えは、自動消去を行ったあとに自動書き込みをしてください。
- (2) オンボードプログラムモードにて書き込み/消去を行ったチップに対して、ライタモードを用いて書き換えを行う場合は、自動消去を行ったあとに自動書き込みを行うことを推奨します。

- 【注】
1. ルネサス テクノロジ出荷品の初期状態は、消去状態です。これ以外の消去来歴不明チップに対して、初期化（消去）レベルをチェック、補正するために自動消去実施を推奨します。
 2. 同一アドレスブロックへの自動書き込みは、1回のみとします。すでに書き込まれたアドレスブロックへの追加書き込みは行えません。

19.21 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の注意

オンボードプログラミングモード、RAM エミュレーション機能、およびライターモード使用時の注意事項を示します。

(1) 規定された電圧、タイミングで書き込み / 消去を行ってください。

定格以上の電圧を印加した場合、製品の永久破壊に至ることがあります。

PROM ライタは、ルネサス テクノロジ 256K バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプ (FZTAT256V3A) をサポートしているものを使用してください。

ライタの設定を HN27C4096 にセットしないでください。また、規定したソケットアダプタ以外は使用しないでください。誤って使用した場合、破壊に至ることがあります。

(2) 電源投入 / 切断時の注意 (図 19.56 ~ 図 19.58 参照)

FWE 端子への High レベル印加は V_{cc} 確定後に行ってください。また、 V_{cc} を切断する前に FWE 端子を Low レベルにしてください。

V_{cc} 電源の印加 / 切断時は FWE 端子を Low レベルに固定し、フラッシュメモリをハードウェアプロテクト状態にしてください。

この電源投入および解除タイミングは、停電などによる電源の切断、再投入時にも満足するようにしてください。

(3) FWE の印加 / 解除の注意 (図 19.56 ~ 図 19.58 参照)

FWE の印加はマイコン動作が確定した状態で行ってください。マイコンが動作確定状態を満足しない場合は、FWE 端子を Low レベルに固定し、プロテクト状態としてください。

FWE の印加 / 解除では、フラッシュメモリへの誤書き込み、誤消去を防止するため、以下に示すような注意が必要です。

(a) V_{cc} 電圧が定格電圧の範囲で安定している状態で FWE を印加してください。

発振が安定している状態 (発振安定時間経過後) で FWE を印加してください。

(b) ブートモードでは、FWE の印加 / 解除はリセット中に行ってください。

(c) ユーザプログラムモードでは、リセットの状態にかかわらず、FWE = High レベル / Low レベルの切り替えが可能です。また、フラッシュメモリ上でプログラム実行中でも、FWE 入力の切り替えが可能です。

(d) プログラムが暴走していない状態で FWE を印加してください。

(e) FWE の解除は FLMCR1 の SWE、ESU、PSU、EV、PV、P、E ビットをクリアした状態で行ってください。

FWE の印加 / 解除時に、誤って SWE、ESU、PSU、EV、PV、P、E ビットをセットしないでください。

(4) FWE 端子に常時 High レベルを印加しないでください。

FWE 端子に High レベルを印加するのは、フラッシュメモリに書き込み、消去を行うときのみとしてください。このため、FWE 端子に常時 High レベルを印加するようなシステム構成は避けてください。また、High レベル印加中においても、過剰書き込み、過剰消去にならないように、ウォッチドッグタイマを起動し、プログラムの暴走などに対応できるようにしてください。

(5) フラッシュメモリへの書き込み、消去は推奨するアルゴリズムに従って行ってください。

推奨アルゴリズムでは、デバイスへの電圧ストレスあるいはプログラムデータの信頼性を損なうことなく書き込み、消去を行うことができます。また、FLMCR1 の P ビット、E ビットをセットするときは、プログラムの暴走などに備えてあらかじめウォッチドッグタイマを設定してください。

(6) SWE ビットのセット/クリアの注意

SWE ビットのセット/クリアは、フラッシュメモリ上のプログラム実行中に行わないでください。フラッシュメモリ上のプログラム実行とデータの読み出しは、SWE ビットをクリアしたあとに 100 μ s 以上の待ち時間を置いて行ってください。

SWE ビットをセットするとフラッシュメモリのデータを書き換えできますが、SWE = 1 のときは、プログラムベリファイ/イレースベリファイモード以外ではフラッシュメモリを読み出すことはできません。ベリファイ (プログラム/イレース中のベリファイ) 以外の目的で、フラッシュメモリをアクセスしないでください。

また、プログラム/イレース/ベリファイ中に SWE ビットのクリアを行わないでください。

FWE 端子に High レベルを入力した状態で、RAM によるエミュレーション機能を使用する場合も同様に、フラッシュメモリ上のプログラム実行とデータの読み出しは、SWE ビットをクリアしたあとに行ってください。

ただし、フラッシュメモリ空間とオーバーラップした RAM エリアについては、SWE ビットのセット/クリアにかかわらずリード/ライト可能です。

(7) フラッシュメモリの書き込み中または消去中に割り込みを使用しないでください。

FWE 印加状態では書き込み/消去動作を最優先とするため、NMI を含むすべての割り込み要求を禁止してください。

(8) 追加書き込みは行わないでください。書き換えは消去後に行ってください。

オンボードプログラミングでは 128 バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1 回のみとしてください。ライターモードでも 128 バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1 回のみとしてください。

書き込みはこの書き込み単位ブロックがすべて消去された状態で行ってください。

(9) 書き込み前に、必ず、正しく PROM ライタに装着されていることを確認してください。

PROM ライタのソケット、ソケットアダプタ、および製品のインデックスが一致していないと過剰電流が流れ、製品が破壊することがあります。

(10) 書き込み中はソケットアダプタや製品に手を触れないでください。

接触不良などにより、書き込み不良になることがあります。

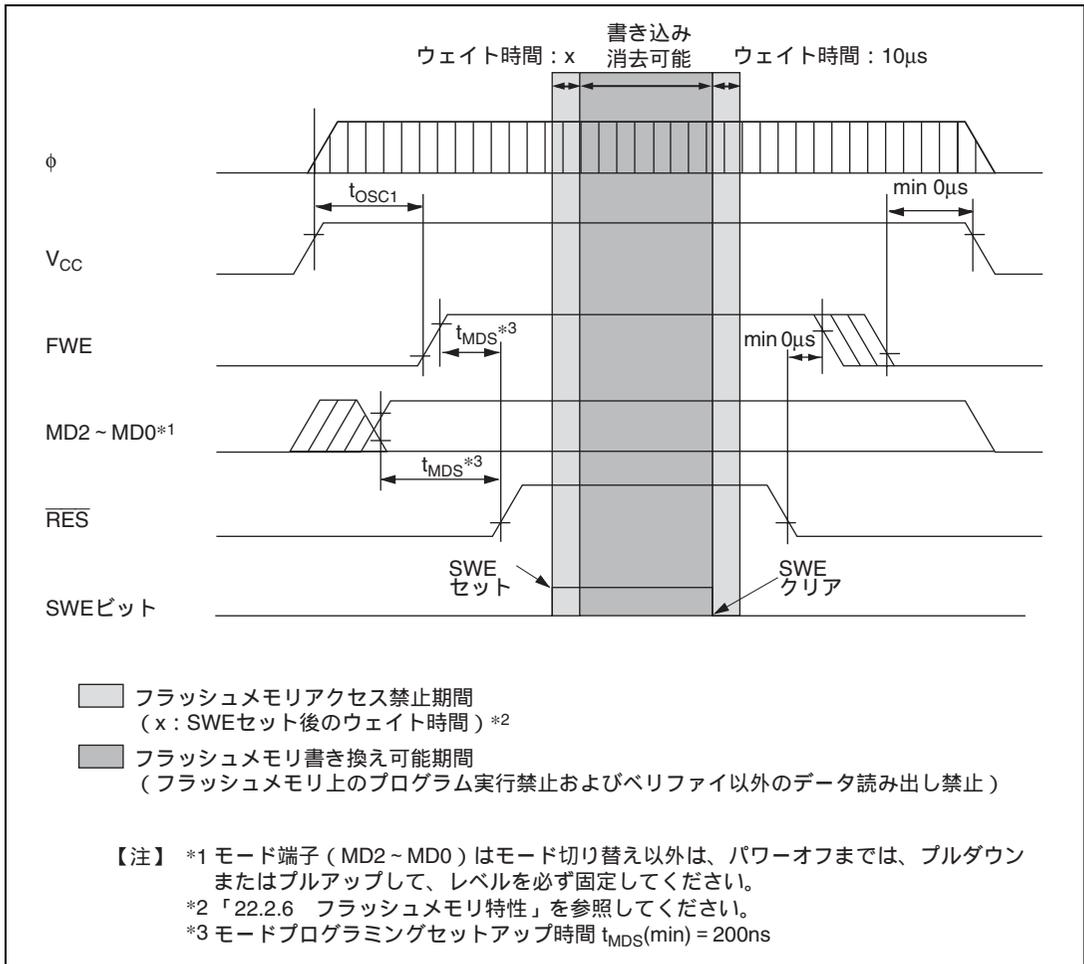


図 19.56 電源投入 / 切断タイミング (ブートモード)

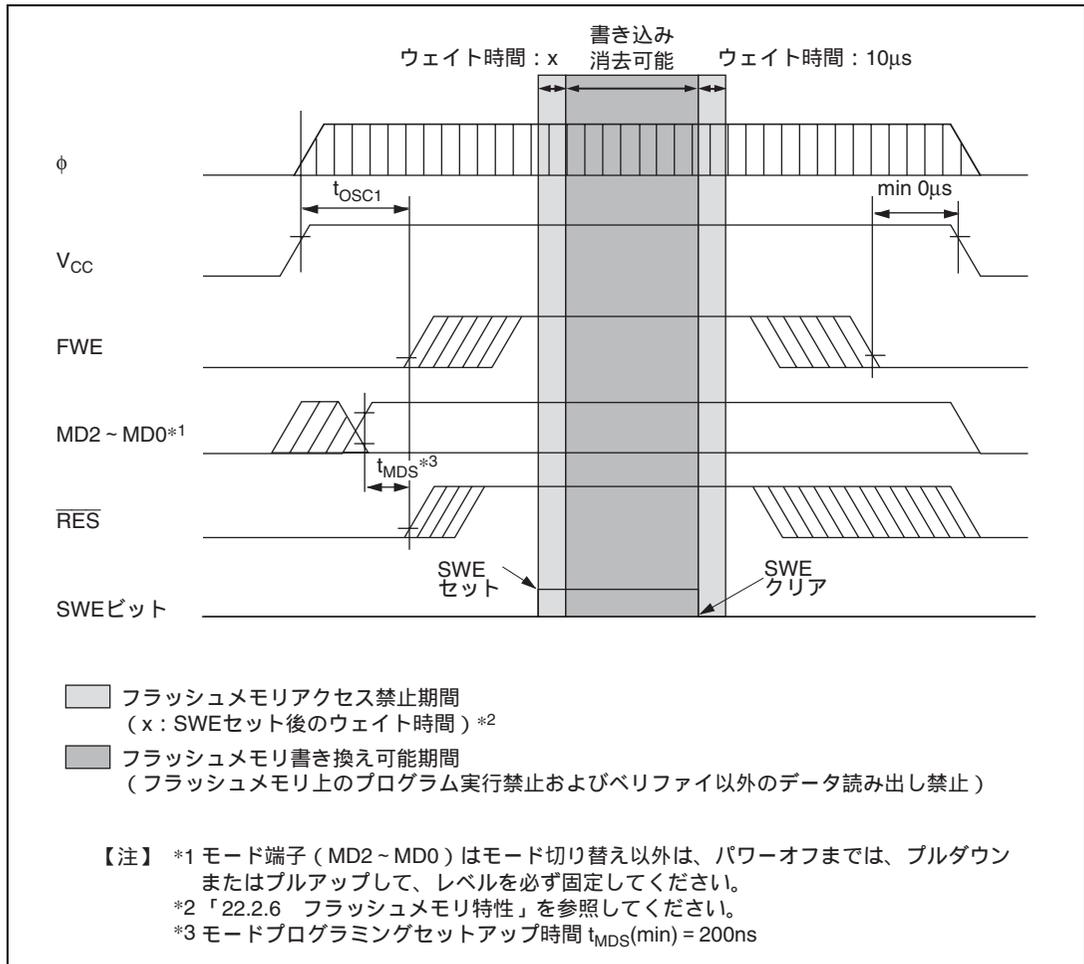


図 19.57 電源投入/切断タイミング (ユーザプログラムモード)

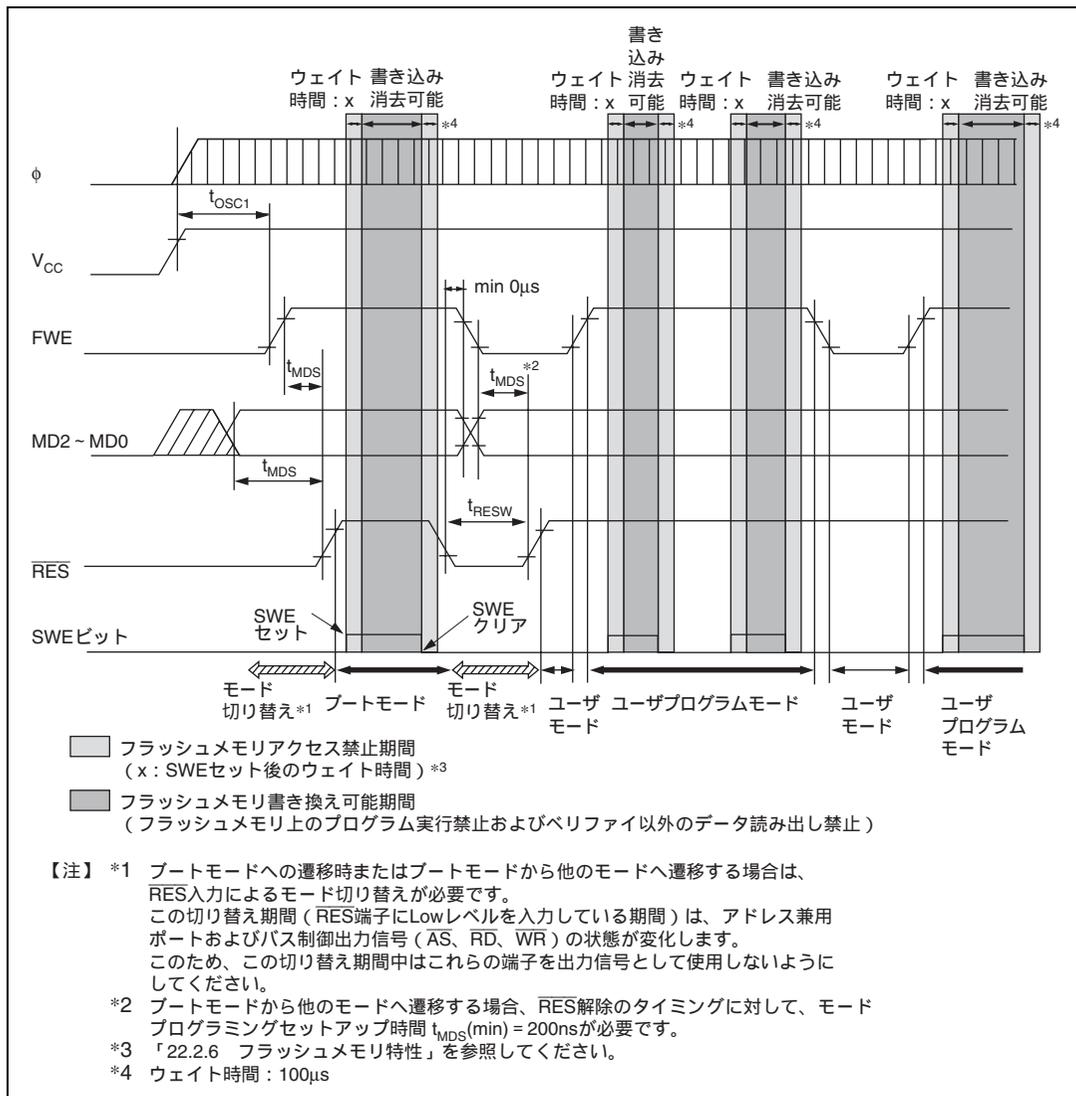


図 19.58 モード遷移タイミング
(例：ブートモード ユーザモード ユーザプログラムモード)

20. クロック発振器

20.1 概要

本 LSI は、クロック発振器 (CPG : Clock Pulse Generator) を内蔵しており、システムクロック (ϕ)、バスマスタクロック、および内部クロックを生成します。

クロック発振器は、発振器、デューティ補正回路、中速クロック分周器、バスマスタクロック選択回路から構成されます。

本 LSI は、バスマスタは中速クロック、その他の周辺機能は高速クロックで動作する中速モード、また中速モードを無効として LSI 全体のクロックの分周比を変えられる機能を持っており、それぞれ $\phi/2 \sim \phi/32$ の選択が可能となっています。

20.1.1 ブロック図

クロック発振器のブロック図を図 20.1 に示します。

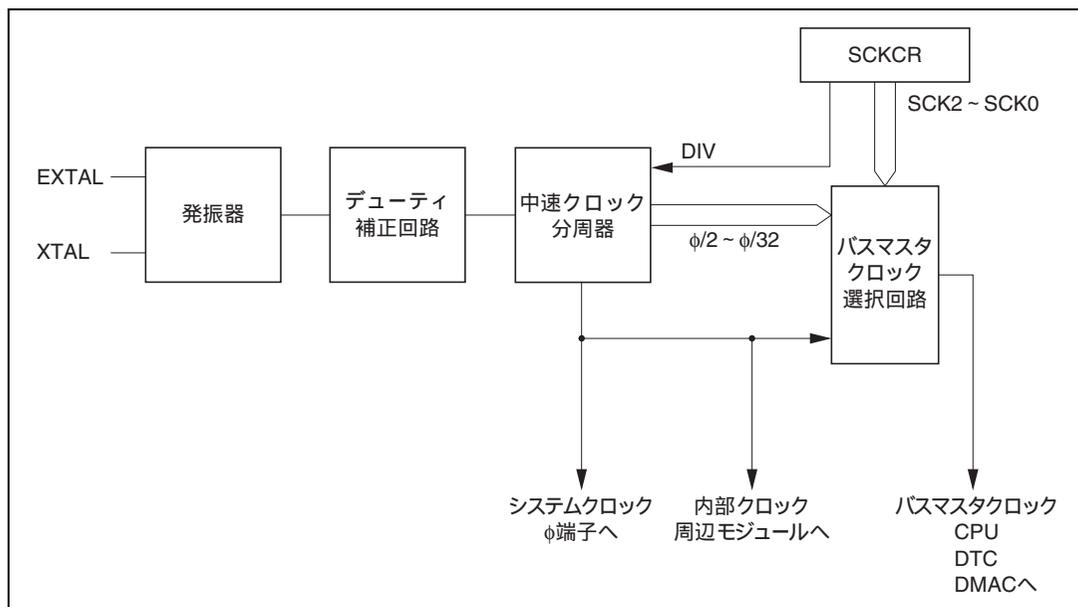


図 20.1 クロック発振器のブロック図

20.1.2 レジスタ構成

クロック発振器は、SCKCR で制御されます。レジスタ構成を表 20.1 に示します。

表 20.1 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
システムクロックコントロールレジスタ	SCKCR	R/W	H'00	H'FF3A

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

20.2 各レジスタの説明

20.2.1 システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PSTOP	-	DIV	-	-	SCK2	SCK1	SCK0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W

SCKCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、 ϕ クロック出力とバスマスタは中速クロック、その他の周辺機能は高速クロックで動作する中速モードと、中速モードを無効として LSI 全体のクロックの分周比を変えられる機能の制御を行います。

SCKCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7 : ϕ クロック出力禁止 (PSTOP)

ϕ 出力を制御します。

ビット 7	説明			
PSTOP	通常動作状態	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	ハードウェアスタンバイモード
0	ϕ 出力 (初期値)	ϕ 出力	High レベル固定	ハイインピーダンス
1	High レベル固定	High レベル固定	High レベル固定	ハイインピーダンス

ビット 6 : リザーブビット

リード/ライト可能ですが、ライト時には 0 をライトしてください。

ビット 5 : 分周比セレクト (DIV)

DIV ビットを 1 にセットしたときは中速モードは無効となり、SCK2 ~ SCK0 ビットで設定された分周比のクロックが LSI 全体に供給されます。これによりチップ内の消費電流は分周比に比例して低減します。また、 ϕ の周波数が変わりますので、以下の点に注意する必要があります。

- (1) SCK2 ~ SCK0 ビットで設定する分周比は、電気的特性の AC タイミングのクロックサイクル時間 t_{cyc} の動作保証範囲内に収まるように選択してください。すなわち、 $\phi_{min} = 2\text{MHz}$ とし、 $\phi < 2\text{MHz}$ とならないように注意してください。
- (2) 内部モジュールは、すべて ϕ を基準に動作します。
このため、分周比変更の前後でタイマや SCI などの時間処理が変わりますので注意してください。またソフトウェアスタンバイ解除時の待機時間も分周比を変更することで変わります。
- (3) 分周比の変更は、動作中ダイナミックに変更することができます。
 ϕ 端子のクロック出力も分周比を変更することにより変化します。このとき ϕ 端子から出力される周波数は、以下のようになります。

$$\phi = \text{EXTAL} \times n \quad \begin{array}{l} \text{EXTAL} : \text{水晶発振子または外部クロックの周波数} \\ n : \text{分周比} (n = \phi/2, \phi/4, \phi/8) \end{array}$$

20. クロック発振器

- (4) DIVビットとSCK2～SCK0ビットを同時に設定しないでください。DIVビットを設定したあとで、SCK2～SCK0ビットを設定してください。

ビット5 DIV	説明
0	SCK2～SCK0ビットを高速モード以外に設定した場合は、中速モードとなります。（初期値）
1	SCK2～SCK0ビットを高速モード以外に設定した場合は、LSI全体に分周されたクロックが供給されます。

ビット4、3：リザーブビット

リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット2～0：システムクロックセレクト2～0（SCK2～SCK0）

DIVビットが0のときは、中速モードが選択され、DIVビットが1のときは、LSI全体に供給されるクロックの分周比が選択されます。

ビット2 SCK2	ビット1 SCK1	ビット0 SCK0	説明	
			DIV = 0	DIV = 1
0	0	0	バスマスタは高速モード （初期値）	バスマスタは高速モード （初期値）
		1	中速クロックは $\phi/2$	LSI全体に供給される クロックは $\phi/2$
	1	0	中速クロックは $\phi/4$	LSI全体に供給される クロックは $\phi/4$
		1	中速クロックは $\phi/8$	LSI全体に供給される クロックは $\phi/8$
1	0	0	中速クロックは $\phi/16$	-
		1	中速クロックは $\phi/32$	-
	1	-	-	-

20.3 発振器

クロックを供給する方法には、水晶発振子を接続する方法と外部クロックを入力する方法の2通りがあります。

20.3.1 水晶発振子を接続する方法

(1) 回路構成

水晶発振子を接続する場合の接続例を図 20.2 に示します。ダンピング抵抗 R_d は、表 20.2 に示すものを使用してください。また、水晶発振子は、AT カット並列共振形を使用してください。

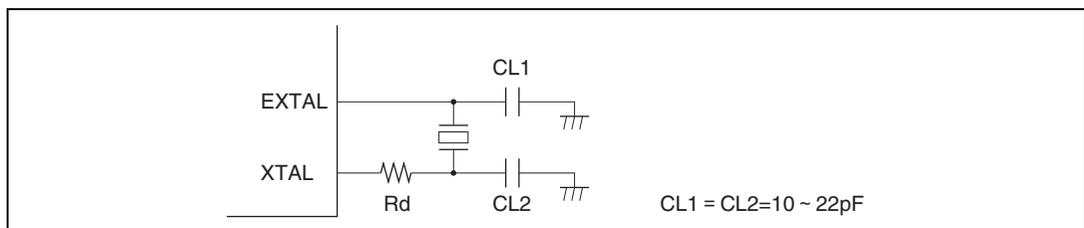


図 20.2 水晶発振子の接続例

表 20.2 ダンピング抵抗値

周波数 (MHz)	2	4	8	12	16	20	25
R_d (Ω)	6.8k	500	200	0	0	0	0

(2) 水晶発振子

図 20.3 に水晶発振子の等価回路を示します。水晶発振子は表 20.3 に示す特性のものを使用してください。

水晶発振子は、システムクロック (ϕ) と同一の周波数のものを使用してください。

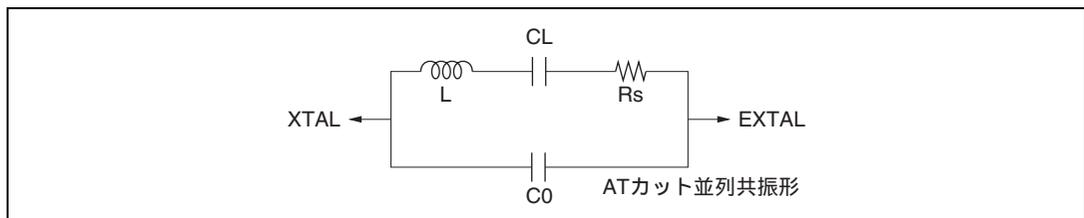


図 20.3 水晶発振子の等価回路

表 20.3 水晶発振子の特性

周波数 (MHz)	2	4	8	12	16	20	25
R_s max (Ω)	500	120	80	60	50	40	40
C_0 max (pF)	7						

(3) ボード設計上の注意

水晶発振子を接続して発振させる場合、次の点に注意してください。

発振回路部の近くに信号線を通過させないでください(図 20.4)。誘導により正しい発振ができなくなる場合があります。

また、ボード設計に際しては、水晶発振子および負荷容量はできるだけ XTAL、EXTAL 端子の近くに配置してください。

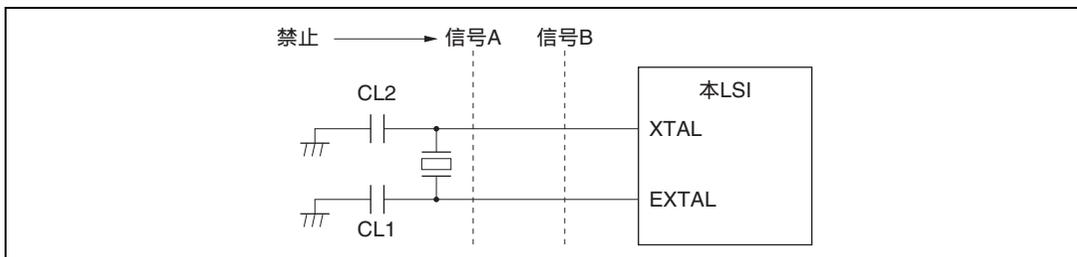


図 20.4 発振回路部のボード設計に関する注意事項

20.3.2 外部クロックを入力する方法

(1) 回路構成

外部クロック入力の接続例を図 20.5 に示します。XTAL 端子をオープン状態にする場合は、寄生容量を 10pF 以下としてください。

図 20.5 (b) の場合、スタンバイモード時には外部クロックが High レベルになるようにしてください。

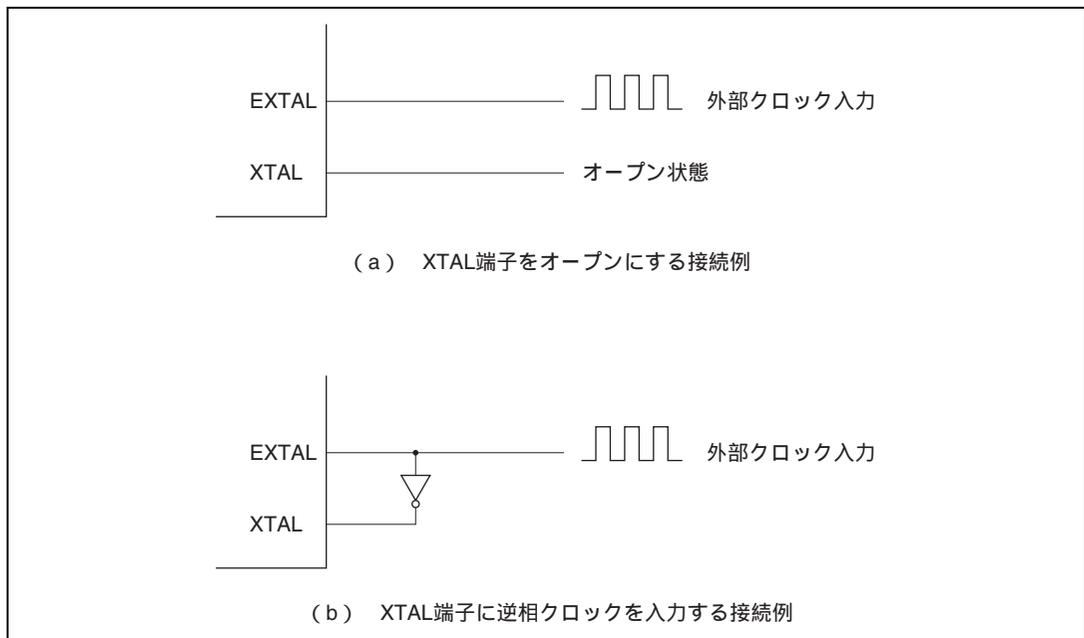


図 20.5 外部クロックの接続例

20. クロック発振器

(2) 外部クロック

外部クロックは、システムクロック (ϕ) と同一の周波数としてください。
外部クロックの入力条件を表 20.4 および図 20.6 に示します。

表 20.4 外部クロック入力条件

項目	記号	VCC = 2.7 ~ 3.6V		VCC = 3.0 ~ 3.6 V		単位	測定条件	
		min	max	min	max			
外部クロック入力 パルス幅 Low レベル	tEXL	20	-	10	-	ns	図 20.6	
外部クロック入力 パルス幅 High レベル	tEXH	20	-	10	-	ns		
外部クロック 立ち上がり時間	tEXr	-	5	-	5	ns		
外部クロック 立ち下がり時間	tEXf	-	5	-	5	ns		
クロックパルス幅 Low レベル	tCL	0.4	0.6	0.4	0.6	tcyc	ϕ 5MHz	図 22.2
		80	-	80	-	ns	$\phi < 5\text{MHz}$	
クロックパルス幅 High レベル	tCH	0.4	0.6	0.4	0.6	tcyc	ϕ 5MHz	
		80	-	80	-	ns	$\phi < 5\text{MHz}$	

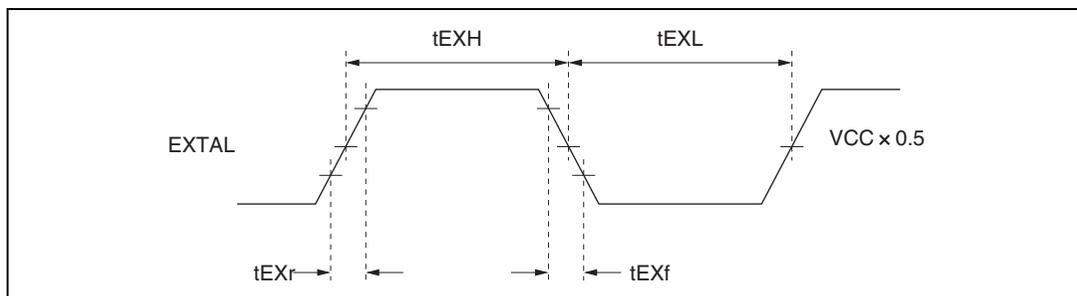


図 20.6 外部クロック入力タイミング

20.4 デューティ補正回路

デューティ補正回路は、発振周波数 5MHz 以上の場合に有効になり、発振器の出力するクロックのデューティを補正し、システムクロック (ϕ) を生成します。

20.5 中速クロック分周器

中速クロック分周器は、システムクロックを分周し、 $\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/32$ を生成します。

20.6 バスマスタクロック選択回路

バスマスタクロック選択回路は、バスマスタに供給するクロックを、SCKCR の SCK2 ~ SCK0 ビットに従って、システムクロック (ϕ)、または中速クロック ($\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/32$) から選択します。

21. 低消費電力状態

21.1 概要

本 LSI には、通常のプログラム実行状態のほかに、CPU や発振器の動作を停止し、消費電力を低くする低消費電力状態があります。CPU、内蔵周辺機能などを個別に制御して、低消費電力化を実現できます。

本 LSI の動作状態には、

- (1) 高速モード
- (2) 中速モード
- (3) スリープモード
- (4) モジュールストップモード
- (5) ソフトウェアスタンバイモード
- (6) ハードウェアスタンバイモード

があり、(2) ~ (6) が低消費電力状態です。スリープモードは CPU の状態、中速モードは CPU とバスマスタの状態、モジュールストップモードは内蔵周辺機能 (CPU 以外のバスマスタも含む) の状態です。これらは組み合わせて設定することができます。

リセット後は、高速モードになっています。

表 21.1 に、各動作状態へ遷移する条件と CPU や周辺機能などの状態、および各モードの解除方法を示します。

表 21.1 動作状態

動作状態	遷移条件	解除方法	発振器	CPU		モジュール		I/O ポート
				レジスタ	動作	レジスタ	動作	
高速モード	制御レジスタ		動作	高速	動作	高速	動作	高速
中速モード	制御レジスタ		動作	中速	動作	高 / 中速*1	動作	高速
スリープモード	命令	割り込み	動作	停止	保持	高速	動作	高速
モジュールストップモード	制御レジスタ		動作	高 / 中速	動作	停止	保持 / リセット*2	保持
ソフトウェアスタンバイモード	命令	外部割り込み	停止	停止	保持	停止	保持 / リセット*2	保持
ハードウェアスタンバイモード	端子		停止	停止	不定	停止	リセット	ハイインピーダンス

【注】 *1 バスマスタは中速クロック、その他の内蔵周辺機能は高速クロックで動作します。

*2 SCI の一部のレジスタ、A/D はリセット状態、その他の内蔵周辺機能は状態を保持します。

21. 低消費電力状態

21.1.1 レジスタ構成

低消費電力状態は、SBYCR、SCKCR、MSTPCR で制御されます。レジスタ構成を表 21.2 に示します。

表 21.2 レジスタ構成

名称	略称	R/W	初期値	アドレス*
スタンバイコントロールレジスタ	SBYCR	R/W	H'08	H'FF38
システムクロックコントロールレジスタ	SCKCR	R/W	H'00	H'FF3A
モジュールストップコントロールレジスタ H	MSTPCRH	R/W	H'3F	H'FF3C
モジュールストップコントロールレジスタ L	MSTPCRL	R/W	H'FF	H'FF3D

【注】 * アドレスの下位 16 ビットを示しています。

21.2 各レジスタの説明

21.2.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	SSBY	STS2	STS1	STS0	OPE	-	-	IRQ37S
初期値	0	0	0	0	1	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	R/W

SBYCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、ソフトウェアスタンバイモードの制御を行います。

SBYCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'08 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7: ソフトウェアスタンバイ (SSBY)

ソフトウェアスタンバイモードへの遷移を指定します。

なお、外部割り込みによってソフトウェアスタンバイモードが解除され、通常動作に遷移したときは 1 にセットされたまま値が変わりません。クリアする場合は 0 をライトしてください。

ビット 7	説明
SSBY	
0	SLEEP 命令実行後、スリープモードに遷移 (初期値)
1	SLEEP 命令実行後、ソフトウェアスタンバイモードに遷移

ビット 6~4: スタンバイタイムセレクト 2~0 (STS2~STS0)

外部割り込みによってソフトウェアスタンバイモードを解除する場合に、クロックが安定するまで MCU が待機する時間を選択します。水晶発振の場合、表 21.4 を参照し、動作周波数に応じて待機時間が 8ms (発振安定時間) 以上となるように選択してください。外部クロックの場合、任意の選択が可能です*。

【注】* F-ZTAT 版を除く。

21. 低消費電力状態

ビット6	ビット5	ビット4	説明
STS2	STS1	STS0	
0	0	0	待機時間 = 8192 ステート (初期値)
		1	待機時間 = 16384 ステート
	1	0	待機時間 = 32768 ステート
		1	待機時間 = 65536 ステート
1	0	0	待機時間 = 131072 ステート
		1	待機時間 = 262144 ステート
	1	0	リザーブ
		1	待機時間 = 16 ステート*

【注】 * F-ZTAT 版では、使用できません。

ビット3：出力ポートイネーブル (OPE)

ソフトウェアスタンバイモード時にアドレスバス、バス制御信号 ($\overline{CS0} \sim \overline{CS7}$ 、 \overline{AS} 、 \overline{RD} 、 \overline{HWR} 、 \overline{LWR} 、 \overline{CAS}) の出力を保持するか、ハイインピーダンスにするかを指定します。

ビット3	説明
OPE	
0	ソフトウェアスタンバイモード時、アドレスバス、バス制御信号はハイインピーダンス
1	ソフトウェアスタンバイモード時、アドレスバス、バス制御信号は出力状態を保持 (初期値)

ビット2、1：リザーブビット

リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

ビット0：IRQ37ソフトウェアスタンバイ解除セレクト (IRQ37S)

ソフトウェアスタンバイモードの解除要因として通常の NMI、 $\overline{IRQ0} \sim \overline{IRQ2}$ 入力のほかに、 $\overline{IRQ3} \sim \overline{IRQ7}$ 入力も解除要因として使用するかしないかを指定します。

ビット0	説明
IRQ37S	
0	$\overline{IRQ3} \sim \overline{IRQ7}$ 入力をソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用不可 (初期値)
1	$\overline{IRQ3} \sim \overline{IRQ7}$ 入力をソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用可能

21.2.2 システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PSTOP	-	DIV	-	-	SCK2	SCK1	SCK0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W

SCKCR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、 ϕ クロック出力とバスマスタは中速クロック、その他の周辺機能は高速クロックで動作する中速モードと、中速モードを無効として LSI 全体のクロックの分周比を変えられる機能の制御を行います。

SCKCR はリセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'00 に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 7: ϕ クロック出力禁止 (PSTOP)

ϕ 出力を制御します。

ビット 7	説明			
PSTOP	通常動作状態	スリープモード	ソフトウェアスタンバイモード	ハードウェアスタンバイモード
0	ϕ 出力 (初期値)	ϕ 出力	High レベル固定	ハイインピーダンス
1	High レベル固定	High レベル固定	High レベル固定	ハイインピーダンス

ビット 6: リザーブビット

リード/ライト可能ですが、ライト時には 0 をライトしてください。

ビット 5: 分周比セレクト (DIV)

DIV ビットを 1 にセットしたときは中速モードは無効となり、SCK2 ~ SCK0 ビットで設定された分周比のクロックが LSI 全体に供給されます。これによりチップ内の消費電流は分周比に比例して低減します。また、 ϕ の周波数が変わりますので、以下の点に注意する必要があります。

- (1) SCK2 ~ SCK0 ビットで設定する分周比は、電気的特性の AC タイミングのクロックサイクル時間 t_{cyc} の動作保証範囲内に収まるように選択してください。すなわち、 $\phi_{min} = 2\text{MHz}$ とし、 $\phi < 2\text{MHz}$ とならないように注意してください。
- (2) 内部モジュールは、すべて ϕ を基準に動作します。
このため、分周比変更の前後でタイマや SCI などの時間処理が変わりますので注意してください。またソフトウェアスタンバイ解除時の待機時間も分周比を変更することで変わります。
- (3) 分周比の変更は、動作中ダイナミックに変更することができます。
 ϕ 端子のクロック出力も分周比を変更することにより変化します。このとき ϕ 端子から出力される周波数は、以下のようになります。

$$\phi = \text{EXTAL} \times n$$

EXTAL : 水晶発振子または外部クロックの周波数

n : 分周比 (n = $\phi/2$, $\phi/4$, $\phi/8$)
- (4) DIV ビットと SCK2 ~ SCK0 ビットを同時に設定しないでください。DIV ビットを設定したあとで SCK2 ~ SCK0 ビットを設定してください。

21. 低消費電力状態

ビット5 DIV	説明
0	SCK2～SCK0 ビットを高速モード以外に設定した場合は、中速モードとなります。（初期値）
1	SCK2～SCK0 ビットを高速モード以外に設定した場合は、LSI 全体に分周されたクロックが供給されます。

ビット 4、3：リザーブビット

リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

ビット 2～0：システムクロックセレクト 2～0 (SCK2～ SCK0)

DIV ビットが 0 のときは、バスマスタのクロックが選択され、DIV ビットが 1 のときは、LSI 全体に供給されるクロックの分周比が選択されます。

ビット 2 SCK2	ビット 1 SCK1	ビット 0 SCK0	説明	
			DIV = 0	DIV = 1
0	0	0	バスマスタは高速モード (初期値)	バスマスタは高速モード (初期値)
		1	中速クロックは $\phi/2$	LSI 全体に供給される クロックは $\phi/2$
	1	0	中速クロックは $\phi/4$	LSI 全体に供給される クロックは $\phi/4$
		1	中速クロックは $\phi/8$	LSI 全体に供給される クロックは $\phi/8$
1	0	0	中速クロックは $\phi/16$	-
		1	中速クロックは $\phi/32$	-
	1	-	-	-

21.2.3 モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR)

ビット	MSTPCRH								MSTPCRL							
	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

MSTPCR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、モジュールストップモードの制御を行います。

MSTPCR は、リセットまたはハードウェアスタンバイモード時に H'3FFF に初期化されます。ソフトウェアスタンバイモードでは初期化されません。

ビット 15~0: モジュールストップ (MSTP15~MSTP0)

モジュールストップモードを指定します。内蔵周辺機能の選択方法は表 21.3 を参照してください。

ビット 15~0	説明
MSTP15~MSTP0	
0	モジュールストップモード解除
1	モジュールストップモード設定

21.3 中速モード

SCKCR の DIV ビットを 0 にクリア、SCK2~SCK0 ビットを 1 にセットすると、そのバスサイクルの終了時点で中速モードになります。中速モードでは、CPU は SCK2~SCK0 ビットで指定した動作クロック ($\phi/2$ 、 $\phi/4$ 、 $\phi/8$ 、 $\phi/16$ 、 $\phi/32$) で動作します。CPU 以外のバスマスタ (DMAC、DTC) も中速モードで動作します。

バスマスタ以外の内蔵周辺機能は常に高速クロック (ϕ) で動作します。

中速モードではバスマスタの動作クロックに対して、指定されたステート数でバスアクセスを行います。たとえば、動作クロックとして $\phi/4$ を選択した場合、内蔵メモリは 4 ステートアクセス、内部 I/O レジスタは 8 ステートアクセスになります。

中速モードの解除は、SCK2~SCK0 ビットをいずれも 0 にクリアすることによって行われ、そのバスサイクルの終了時点で高速モードに遷移し、中速モードは解除されます。

SBYCR の SSBY ビットを 0 にクリアした状態で SLEEP 命令を実行すると、スリープモードに遷移します。スリープモードが割り込みによって解除されると中速モードに復帰します。

また、SSBY ビットを 1 にセットした状態で SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ソフトウェアスタンバイモードが外部割り込みによって解除されると中速モードに復帰します。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにするとリセット状態に遷移し、中速モードは解除されます。ウォッチドッグタイマのオーバフローによるリセットによっても同様です。

$\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

中速モードへの遷移、解除のタイミングを図 21.1 に示します。

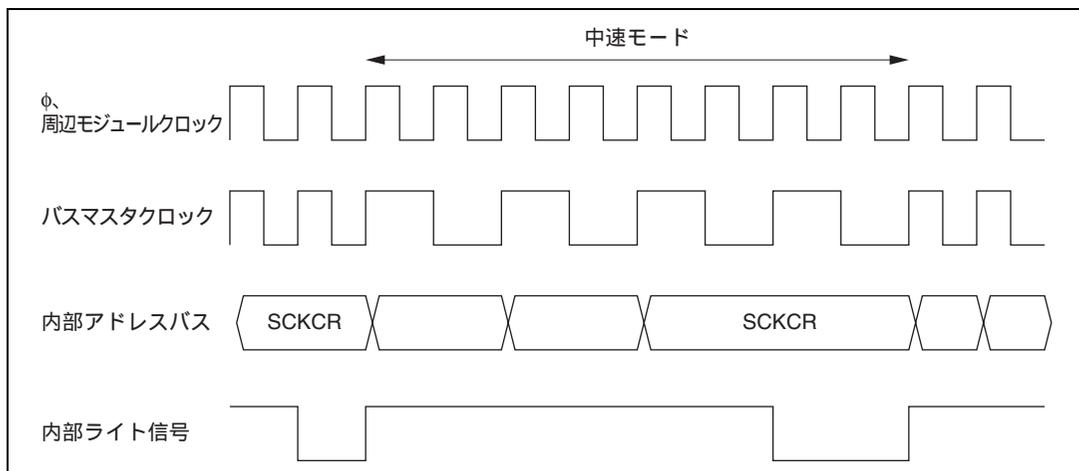


図 21.1 中速モードの遷移・解除タイミング

21.4 スリープモード

SBYCR の SSBY ビットを 0 にクリアした状態で SLEEP 命令を実行すると、CPU はスリープモードになります。スリープモード時、CPU の動作は停止しますが、CPU の内部レジスタの内容は保持されます。CPU 以外の周辺機能は停止しません。

スリープモードの解除は、リセットまたはすべての割り込みによって行われ、例外処理状態を経て通常のプログラム実行状態へ遷移します。割り込みが禁止されている場合、また、NMI 以外の割り込みが CPU でマスクされている場合には、スリープモードは解除されません。

$\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

21.5 モジュールストップモード

21.5.1 モジュールストップモード

モジュールストップモードは内蔵周辺機能のモジュール単位で設定することができます。

MSTPCR の対応する MSTP ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点でモジュールは動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。このとき CPU は独立して動作を継続します。

MSTP ビットと内蔵周辺機能の対応を表 21.3 に示します。

対応する MSTP ビットを 0 にクリアすることによって、モジュールストップモードは解除され、バスサイクルの終了時点でモジュールは動作を再開します。モジュールストップモードでは、SCI および A/D 変換器を除くモジュールの内部状態が保持されています。

リセット解除後は、DMAC、DTC を除くすべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。

モジュールストップモードに設定されたモジュールのレジスタは、リード/ライトできません。

また、MSTPCR = H'FFFF、または MSTPCR = H'EFFF の状態でスリープモードに遷移すると、バスコントローラも動作を停止してしまうのでこの設定は行わないでください。

表 21.3 MSTP ビットと内蔵周辺機能の対応

レジスタ	ビット	モジュール
MSTPCRH	MSTP15	DMA コントローラ (DMAC)
	MSTP14	データトランスファコントローラ (DTC)
	MSTP13	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)
	MSTP12	8 ビットタイマ
	MSTP11	プログラマブルパルスジェネレータ (PPG)
	MSTP10	D/A 変換器 (チャンネル 0、1)
	MSTP9	A/D 変換器
	MSTP8	-
MSTPCRL	MSTP7	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) チャンネル 2
	MSTP6	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) チャンネル 1
	MSTP5	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) チャンネル 0
	MSTP4	-
	MSTP3	-
	MSTP2	-
	MSTP1	-
	MSTP0	-

【注】 ビット 8、4~0 はリード/ライトできますが、動作に影響を与えません。

21.5.2 使用上の注意

(1) DMAC、DTC のモジュールストップ

DMAC、DTC の動作状態によっては、MSTP15、MSTP14 ビットは 1 にセットされない場合があります。DMAC または DTC のモジュールストップモードの設定は、それぞれ起動されない状態で行ってください。

詳細は「第 7 章 DMA コントローラ」、「第 8 章 データトランスファコントローラ (DTC)」を参照してください。

(2) 内蔵周辺モジュールの割り込み

モジュールストップモードでは、当該割り込みの動作ができません。したがって、割り込みが要求された状態でモジュールストップとすると、CPU の割り込み要因または DMAC、DTC の起動要因のクリアができません。

事前に割り込みをディスエーブルにするなどしてからモジュールストップモードとしてください。

(3) MSTPCR のライト

MSTPCR は CPU のみでライトしてください。

21.6 ソフトウェアスタンバイモード

21.6.1 ソフトウェアスタンバイモード

SBYCR の SSBY ビットを 1 にセットした状態で SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードになります。このモードでは、CPU、内蔵周辺機能、および発振器のすべての機能が停止します。ただし、CPU の内部レジスタの内容と内蔵 RAM のデータ、SCI および A/D 変換器を除く内蔵周辺機能と、I/O ポートの状態は保持されます。アドレスバス、バス制御信号は、ハイインピーダンス状態とするか、出力状態を保持するかを、SBYCR の OPE ビットにより指定できます。「付録 D. 端子状態」を参照してください。

本モードでは、発振器が停止するため、消費電力は著しく低減されます。

21.6.2 ソフトウェアスタンバイモードの解除

ソフトウェアスタンバイモードの解除は、外部割り込み (NMI 端子、 $\overline{\text{IRQ0}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ 端子*)、 $\overline{\text{RES}}$ 端子、または $\overline{\text{STBY}}$ 端子によって行われます。

(1) 割り込みによる解除

NMI、IRQ0 ~ IRQ7* 割り込み要求信号が入力されると、クロックが発振を開始し、SBYCR の STS2 ~ STS0 ビットによって設定された時間が経過したあと、安定したクロックが本 LSI 全体に供給されて、ソフトウェアスタンバイモードは解除され、割り込み例外処理を開始します。

IRQ0 ~ IRQ7* 割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除する場合には、対応するイネーブルビットを 1 にセットし、かつ IRQ0 ~ IRQ7* 割り込みより高い優先順位の割り込みが発生しないようにしてください。なお、CPU 側でマスクした場合、または DTC の起動要因に設定した場合には、ソフトウェアスタンバイモードは解除できません。

【注】* $\overline{\text{IRQ37S}}$ ビットを 1 にセットすることにより、 $\overline{\text{IRQ3}} \sim \overline{\text{IRQ7}}$ をソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用することができます。

(2) $\overline{\text{RES}}$ 端子による解除

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロックの発振が開始されます。クロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にクロックが供給されます。このとき RES 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。RES 端子を High レベルにすると、CPU はリセット例外処理を開始します。

(3) $\overline{\text{STBY}}$ 端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

21.6.3 ソフトウェアスタンバイモード解除後の発振安定時間の設定

SBYCR の STS2 ~ STS0 ビットの設定は、以下のようにしてください。

(1) 水晶発振の場合

待機時間が 8ms (発振安定時間) 以上となるように STS2 ~ STS0 ビットを設定してください。
表 21.4 に、動作周波数と STS2 ~ STS0 ビットの設定に対する待機時間を示します。

表 21.4 発振安定時間の設定

STS2	STS1	STS0	待機時間	25MHz	20MHz	16MHz	12MHz	10MHz	8MHz	6MHz	4MHz	2MHz	単位	
0	0	0	8192 ステート	0.32	0.41	0.51	0.68	0.8	1.0	1.3	2.0	4.1	ms	
		1	16384 ステート	0.65	0.82	1.0	1.3	1.6	2.0	2.7	4.1	8.2		
	1	0	32768 ステート	1.3	1.6	2.0	2.7	3.3	4.1	5.5	8.2	16.4		
		1	65536 ステート	2.6	3.3	4.1	5.5	6.6	8.2	10.9	16.4	32.8		
1	0	0	131072 ステート	5.2	6.6	8.2	10.9	13.1	16.4	21.8	32.8	65.5		
		1	262144 ステート	10.4	13.1	16.4	21.8	26.2	32.8	43.6	65.6	131.2		
	1	0	リザーブ	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
		1	16 ステート	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.7	4.0	8.0		μs

: 推奨設定時間

(2) 外部クロックの場合

任意の値を設定可能です。通常の場合は最小時間の使用を推奨します*。

【注】* F-ZTAT 版では、待機時間 16 ステートは使用できません。8192 ステート以上を使用してください。

21.6.4 ソフトウェアスタンバイモードの応用例

NMI 端子の立ち下がりエッジでソフトウェアスタンバイモードに遷移し、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードの解除を行う例を図 21.2 に示します。

この例では、SYSCR の NMIEG ビットが 0 にクリアされている (立ち下がりエッジ指定) 状態で、NMI 割り込みを受け付けたあと、NMIEG ビットを 1 にセット (立ち上がりエッジ指定)、SSBY ビットを 1 にセットした後、SLEEP 命令を実行してソフトウェアスタンバイモードに遷移しています。その後、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードが解除されます。

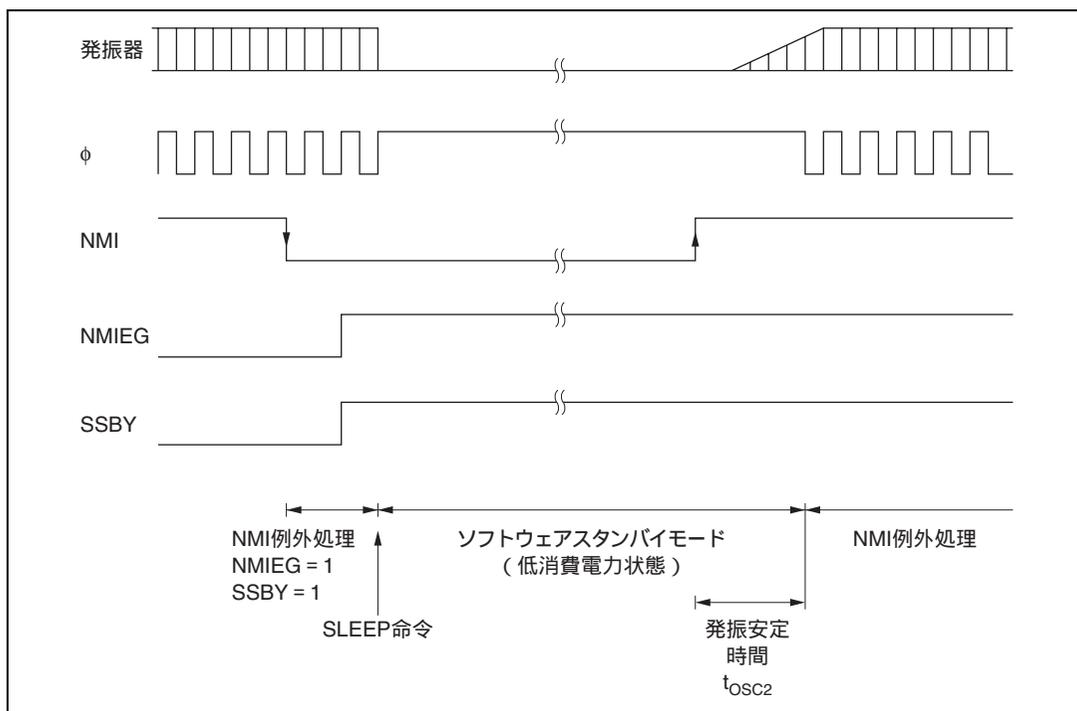


図 21.2 ソフトウェアスタンバイモードの応用例

21.6.5 使用上の注意

(1) I/O ポートの状態

ソフトウェアスタンバイモードでは、I/O ポートの状態が保持されます。また、OPE ビットを 1 にセットした場合、アドレスバス、バス制御信号の出力も保持されます。したがって、High レベルを出力している場合、出力電流分の消費電流は低減されません。

(2) 発振安定待機中の消費電流

発振安定待機中は消費電流が増加します。

(3) ライトデータバッファ機能

ライトデータバッファ機能とソフトウェアスタンバイモードは同時には使用できません。

ライトデータバッファ機能を使用している場合、ソフトウェアスタンバイモードに遷移する前に BCRL の WDBE ビットを 0 にクリアしてライトデータバッファ機能を解除してください。さらに外部アドレスをリードするなどして外部ライトが終了したことを確認してから SLEEP 命令を実行し、ソフトウェアスタンバイモードに遷移してください。

ライトデータバッファ機能については「6.9 ライトデータバッファ機能」を参照してください。

21.7 ハードウェアスタンバイモード

21.7.1 ハードウェアスタンバイモード

$\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすると、どの状態からでもハードウェアスタンバイモードになります。

ハードウェアスタンバイモードでは、すべての機能がリセット状態になり動作が停止するため、消費電力は著しく低減します。このとき、規定の電圧が与えられている限り、内蔵 RAM のデータは保持されます。I/O ポートはハイインピーダンス状態になります。

内蔵 RAM のデータを保持するためには、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにする前に、SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアしてください。

また、ハードウェアスタンバイモード中には、モード端子 (MD2 ~ MD0) の状態を変化させないでください。

ハードウェアスタンバイモードの解除は、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子と $\overline{\text{RES}}$ 端子によって行われます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにした状態で、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子を High レベルにすると、リセット状態になり、クロックは発振を開始します。このとき、 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで (水晶発振の場合、発振安定時間 8ms 以上) Low レベルを保持してください。その後、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を High レベルにすると、リセット例外処理状態を経てプログラム実行状態へ遷移します。

21.7.2 ハードウェアスタンバイモードのタイミング

ハードウェアスタンバイモードのタイミング例を図 21.3 に示します。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにしたあと、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。解除は、 $\overline{\text{STBY}}$ 端子を High レベルにし、クロックの発振安定時間経過後、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルから High レベルにすることにより行われます。

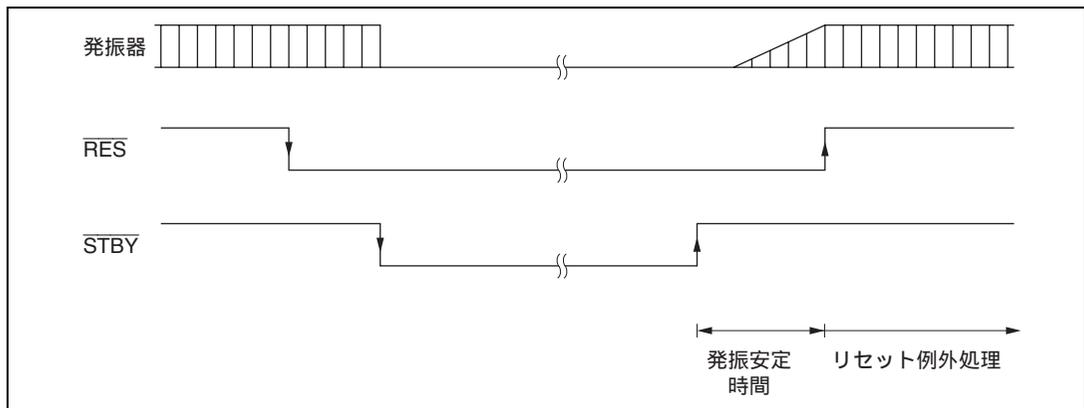


図 21.3 ハードウェアスタンバイモードのタイミング

21.8 ϕ クロック出力禁止機能

SCKCR の PSTOP ビット、対応するポートの DDR により、 ϕ クロックの出力を制御することができます。PSTOP ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点で ϕ クロックは停止し、 ϕ 出力は High レベルになります。PSTOP を 0 にクリアした状態では、 ϕ クロック出力は許可されます。また、対応するポートの DDR を 0 にクリアすると、 ϕ クロック出力は禁止され、入力ポートになります。表 21.5 に各処理状態における ϕ 端子の状態を示します。

表 21.5 各処理状態における ϕ 端子の状態

DDR	0	1	
PSTOP	-	0	1
ハードウェアスタンバイモード	ハイインピーダンス		
ソフトウェアスタンバイモード	ハイインピーダンス	High 固定	
スリープモード	ハイインピーダンス	ϕ 出力	High 固定
通常動作状態	ハイインピーダンス	ϕ 出力	High 固定

22. 電気的特性

22.1 マスク ROM 版 (H8S/2338、H8S/2337) および ROM なし版 (H8S/2332) の電気的特性

22.1.1 絶対最大定格

絶対最大定格を表 22.1 に示します。

表 22.1 絶対最大定格

項目	記号	定格値	単位
電源電圧	VCC	- 0.3 ~ + 4.6	V
入力電圧 (ポート 4、P54 ~ P57 以外)	Vin	- 0.3 ~ VCC + 0.3	V
入力電圧 (ポート 4、P54 ~ P57)	Vin	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
リファレンス電源電圧	Vref	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
アナログ電源電圧	AVCC	- 0.3 ~ + 4.6	V
アナログ入力電圧	VAN	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
動作温度	Topr	通常仕様品 : - 20 ~ + 75 広温度範囲仕様品 : - 40 ~ + 85	
保存温度	Tstg	- 55 ~ + 125	

【使用上の注意】

絶対最大定格を超えて LSI を使用した場合、LSI の永久破壊となることがあります。

22. 電気的特性

22.1.2 DC 特性

表 22.2 DC 特性

条件：VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V*1
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
シュミット トリガ入力 電圧	ポート 1、2、7、9、 P50 ~ P53、P64 ~ P67、 PA4 ~ PA7	VT ⁻	VCC × 0.2			V	
		VT ⁺			VCC × 0.7	V	
		VT ⁺ - VT ⁻	VCC × 0.07			V	
入力 High レベル電圧	RES、STBY、NMI、 MD2 ~ MD0	VIH	VCC × 0.9		VCC + 0.3	V	
	EXTAL		VCC × 0.7		VCC + 0.3	V	
	ポート 3、8、B ~ G、 P60 ~ P63、PA0 ~ PA3		2.2		VCC + 0.3	V	
	ポート 4、P54 ~ P57		2.2		AVCC + 0.3	V	
入力 Low レベル電圧	RES、STBY、 MD2 ~ MD0	VIL	-0.3		VCC × 0.1	V	
	NMI、EXTAL、 ポート 3、4、8、 B ~ G、P54 ~ P57、 P60 ~ P63、PA0 ~ PA3		-0.3		VCC × 0.2	V	
出力 High レベル電圧	全出力端子	VOH	VCC - 0.5			V	IOH = -200μA
			VCC - 1.0			V	IOH = -1mA
出力 Low レベル電圧	全出力端子	VOL			0.4	V	IOL = 1.6mA
入力リーク 電流	RES	I _{in}			10.0	μA	Vin = 0.5 ~ VCC - 0.5V
	STBY、NMI、 MD2 ~ MD0				1.0	μA	
	ポート 4、P54 ~ P57					1.0	μA
スリープステート トリック電流 (オフ状態)	ポート 1 ~ 3、5 ~ 9、 A ~ G	I _{TSI}			1.0	μA	Vin = 0.5 ~ VCC - 0.5V
入力プルアップ MOS 電流	ポート A ~ E	-I _p	10		300	μA	Vin = 0V
入力容量	RES	C _{in}			30	pF	Vin = 0V、f = 1MHz、Ta = 25
	NMI				30	pF	
	RES、NMI 以外の 全入力端子				15	pF	

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
消費電流*2	通常動作時	ICC*4		43 (3.0V)	84	mA	f = 20MHz
				58 (3.3V)	105	mA	f = 25MHz
	スリープ時			34 (3.0V)	66	mA	f = 20MHz
				46 (3.3V)	82	mA	f = 25MHz
	スタンバイ時*3			0.01	10	μA	Ta 50
		80		50 < Ta			
アナログ電源電流	A/D、D/A 変換中	AICC		0.2 (3.0V)	2.0	mA	
	A/D、D/A 変換待機時			0.01	5.0	μA	
リファレンス電源電流	A/D、D/A 変換中	AICC		2.4 (3.0V)	6.0	mA	
	A/D、D/A 変換待機時			0.01	5.0	μA	
RAM スタンバイ電圧		VRAM	2.0			V	

【注】 *1 A/D および D/A 変換器未使用時に AVCC、Vref、AVSS 端子を開放しないでください。

AVCC、Vref 端子は VCC に、AVSS 端子は VSS にそれぞれ接続してください。

*2 消費電流値は、VIH min = VCC - 0.5V、VL max = 0.5V の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップ MOS をオフ状態にした場合の値です。

*3 VRAM VCC < 2.7V のとき、VIH min = VCC × 0.9、VIL max = 0.3V とした場合の値です。

*4 ICC は下記の式に従って VCC と f に依存します。

ICC max. = 1.0 (mA) + 1.15 (mA / (MHz × V)) × VCC × f (通常動作時)

ICC max. = 1.0 (mA) + 0.90 (mA / (MHz × V)) × VCC × f (スリープ時)

表 22.3 出力許容電流値

条件：VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V

Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目		記号	min	typ	max	単位
出力 Low レベル許容電流 (1 端子当たり)	全出力端子	IOL			2.0	mA
出力 Low レベル許容電流 (総和)	全出力端子の総和	IOL			80	mA
出力 High レベル許容電流 (1 端子当たり)	全出力端子	- IOH			2.0	mA
出力 High レベル許容電流 (総和)	全出力端子の総和	- IOH			40	mA

【注】 LSI の信頼性を確保するため、出力電流値は表 22.3 の値を超えないようにしてください。

22.1.3 AC 特性

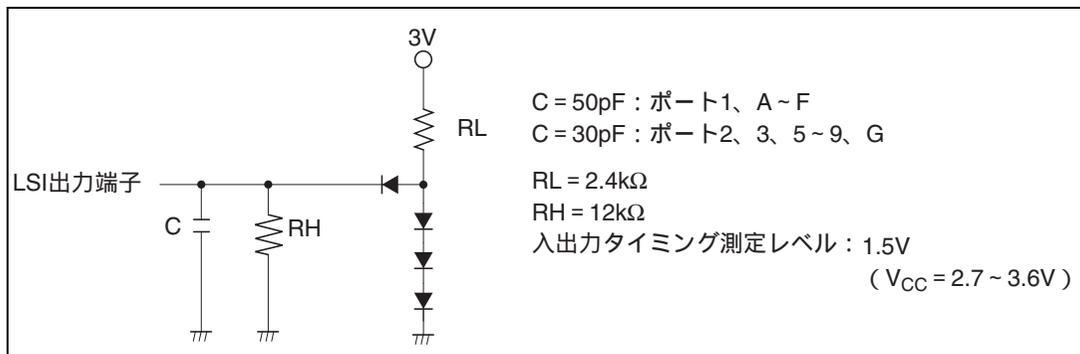


図 22.1 出力負荷回路

(1) クロックタイミング

表 22.4 クロックタイミング

条件 A : $V_{CC} = 2.7 \sim 3.6V$ 、 $AV_{CC} = 2.7 \sim 3.6V$ 、 $V_{ref} = 2.7V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 2 \sim 20MHz$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)

条件 B : $V_{CC} = 3.0 \sim 3.6V$ 、 $AV_{CC} = 3.0 \sim 3.6V$ 、 $V_{ref} = 3.0V \sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $\phi = 2 \sim 25MHz$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件
		min	max	min	max		
クロックサイクル時間	t _{cy}	50	500	40	500	ns	図 22.2
クロックハイレベルパルス幅	t _{CH}	20		15		ns	
クロックローレベルパルス幅	t _{CL}	20		15		ns	
クロック立ち上がり時間	t _{Cr}		5		5	ns	
クロック立ち下がり時間	t _{Cf}		5		5	ns	
リセット発振安定時間 (水晶)	t _{OSC1}	10		10		ms	図 22.3
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間 (水晶)	t _{OSC2}	10		10		ms	
外部クロック出力安定遅延時間	t _{DEXT}	500		500		μs	図 22.3

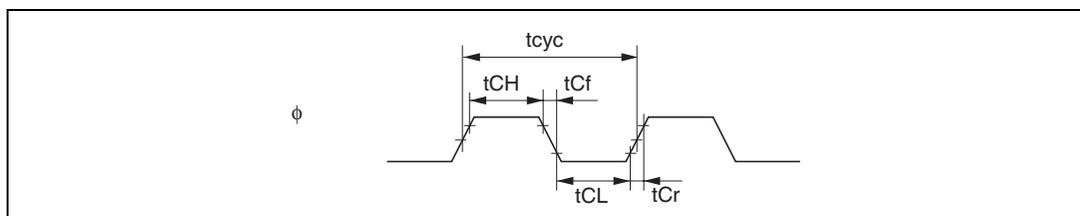


図 22.2 システムクロックタイミング

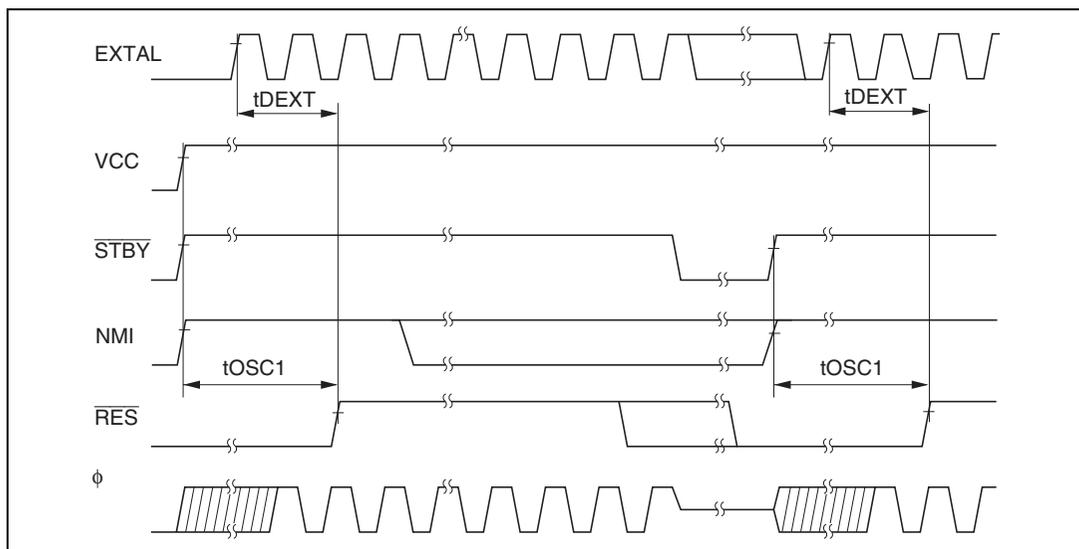


図 22.3 発振安定時間タイミング

(2) 制御信号タイミング

表 22.5 制御信号タイミング

条件 A : VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7 ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 20\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件
		min	max	min	max		
RES セットアップ時間	tRESS	200		200		ns	図 22.4
RES パルス幅	tRESW	20		20		tcyc	
NMI セットアップ時間	tNMIS	150		150		ns	図 22.5
NMI ホールド時間	tNMIH	10		10			
NMI パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	tNMIW	200		200			
IRQ セットアップ時間	tIRQS	150		150		ns	
IRQ ホールド時間	tIRQH	10		10			
IRQ パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	tIRQW	200		200			

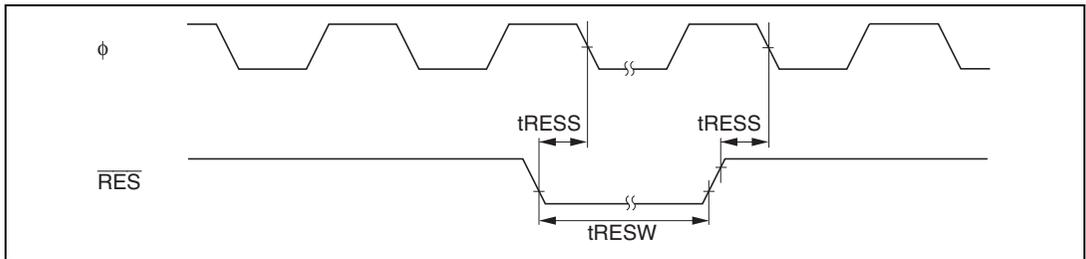


図 22.4 リセット入力タイミング

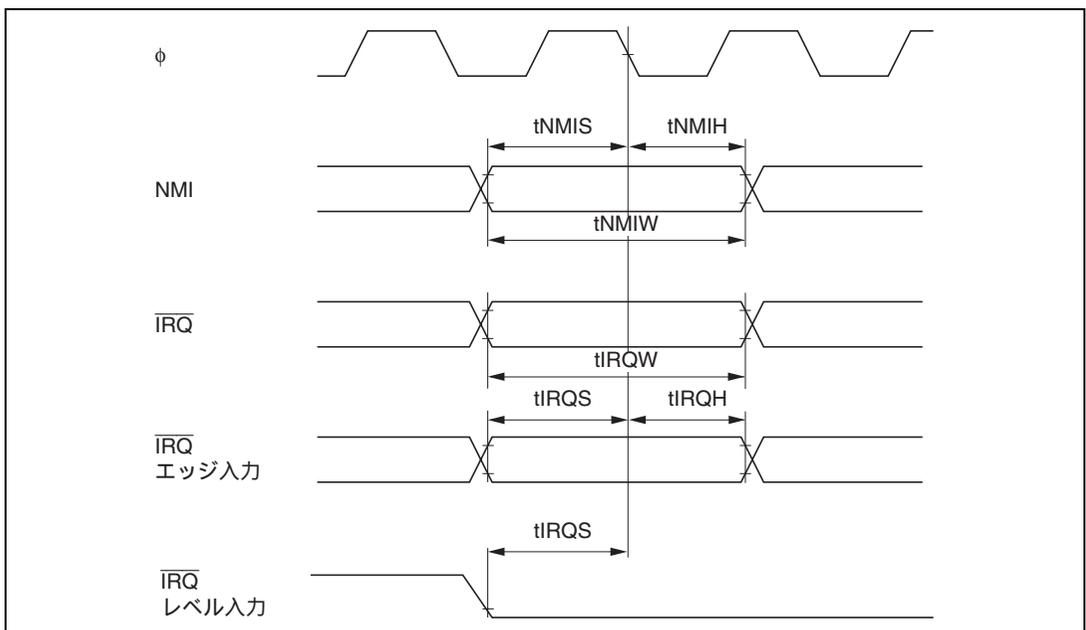


図 22.5 割り込み入力タイミング

(3) バスタイミング

表 22.6 バスタイミング

条件 A : VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 20\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件
		min	max	min	max		
アドレス遅延時間	tAD		20		20	ns	図 22.6 ~ 図 22.13
アドレスセットアップ時間	tAS	$0.5 \times t_{cyc}$ - 15		$0.5 \times t_{cyc}$ - 15		ns	
アドレスホールド時間	tAH	$0.5 \times t_{cyc}$ - 10		$0.5 \times t_{cyc}$ - 8		ns	
プリチャージ時間	tPCH	$1.5 \times t_{cyc}$ - 20		$1.5 \times t_{cyc}$ - 15		ns	
CS 遅延時間 1	tCSD1		20		15	ns	
CS 遅延時間 2	tCSD2		20		15	ns	
CS 遅延時間 3	tCSD3		25		20	ns	
AS 遅延時間	tASD		20		15	ns	
RD 遅延時間 1	tRSD1		20		15	ns	
RD 遅延時間 2	tRSD2		20		15	ns	
CAS 遅延時間	tCASD		20		15	ns	
リードデータセットアップ時間	tRDS	15		15		ns	
リードデータホールド時間	tRDH	0		0		ns	
リードデータアクセス時間 1	tACC1		$1.0 \times t_{cyc}$ - 25		$1.0 \times t_{cyc}$ - 20	ns	
リードデータアクセス時間 2	tACC2		$1.5 \times t_{cyc}$ - 25		$1.5 \times t_{cyc}$ - 20	ns	
リードデータアクセス時間 3	tACC3		$2.0 \times t_{cyc}$ - 25		$2.0 \times t_{cyc}$ - 20	ns	
リードデータアクセス時間 4	tACC4		$2.5 \times t_{cyc}$ - 25		$2.5 \times t_{cyc}$ - 20	ns	
リードデータアクセス時間 5	tACC5		$3.0 \times t_{cyc}$ - 25		$3.0 \times t_{cyc}$ - 20	ns	
リードデータアクセス時間 6	tACC6		$1.0 \times t_{cyc}$ - 25		$1.0 \times t_{cyc}$ - 20	ns	

22. 電気的特性

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件
		min	max	min	max		
WR 遅延時間 1	tWRD1		20		15	ns	図 22.6 ~ 図 22.13
WR 遅延時間 2	tWRD2		20		15	ns	
WR パルス幅 1	tWSW1	$1.0 \times t_{cyc} - 20$		$1.0 \times t_{cyc} - 15$		ns	
WR パルス幅 2	tWSW2	$1.5 \times t_{cyc} - 20$		$1.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
ライトデータ遅延時間	tWDD		30		20	ns	
ライトデータセットアップ時間	tWDS	$0.5 \times t_{cyc} - 20$		$0.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
ライトデータホールド時間	tWDH	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		$0.5 \times t_{cyc} - 8$		ns	
WR セットアップ時間	tWCS	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		$0.5 \times t_{cyc} - 10$		ns	
WR ホールド時間	tWCH	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		$0.5 \times t_{cyc} - 10$		ns	
CAS セットアップ時間	tCSR	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		$0.5 \times t_{cyc} - 8$		ns	
WAIT セットアップ時間	tWTS	30		25		ns	図 22.8
WAIT ホールド時間	tWTH	5		5		ns	
BREQ セットアップ時間	tBRQS	30		30		ns	図 22.14
BACK 遅延時間	tBACD		15		15	ns	
バスフローティング時間	tBZD		50		40	ns	
BREQ \bar{O} 遅延時間	tBRQOD		30		25	ns	図 22.15

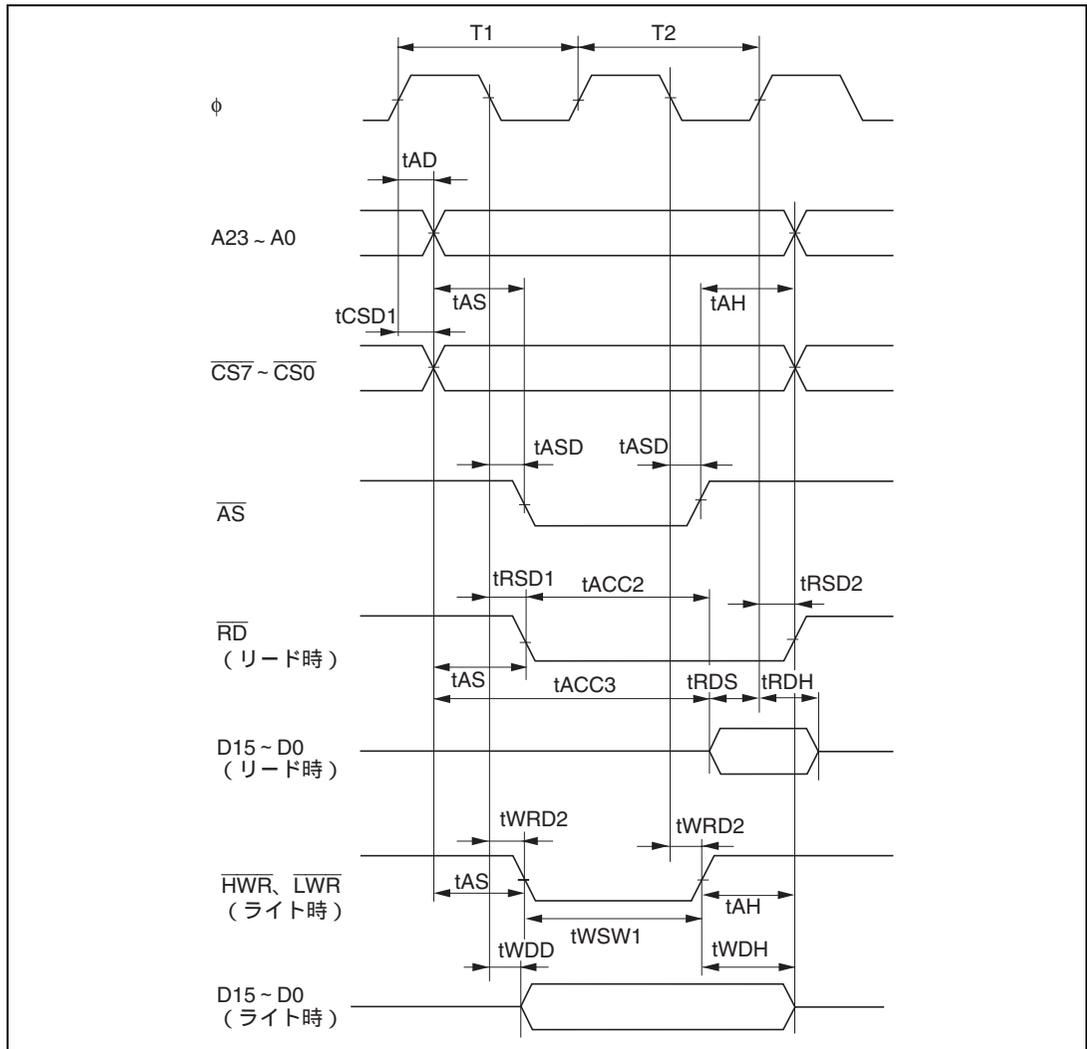


図 22.6 基本バスタイミング / 2 ステートアクセス

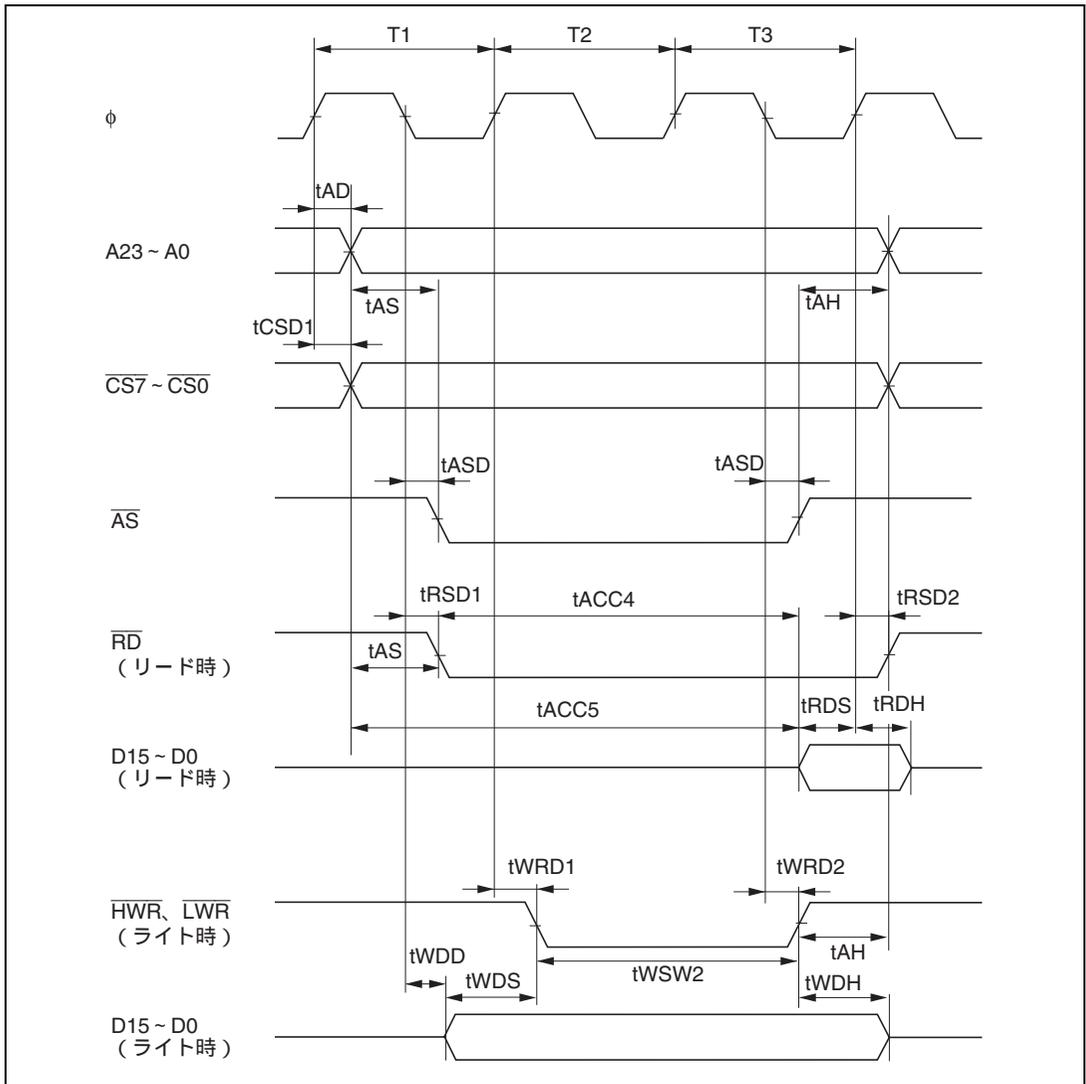


図 22.7 基本バスタイミング / 3 ステートアクセス

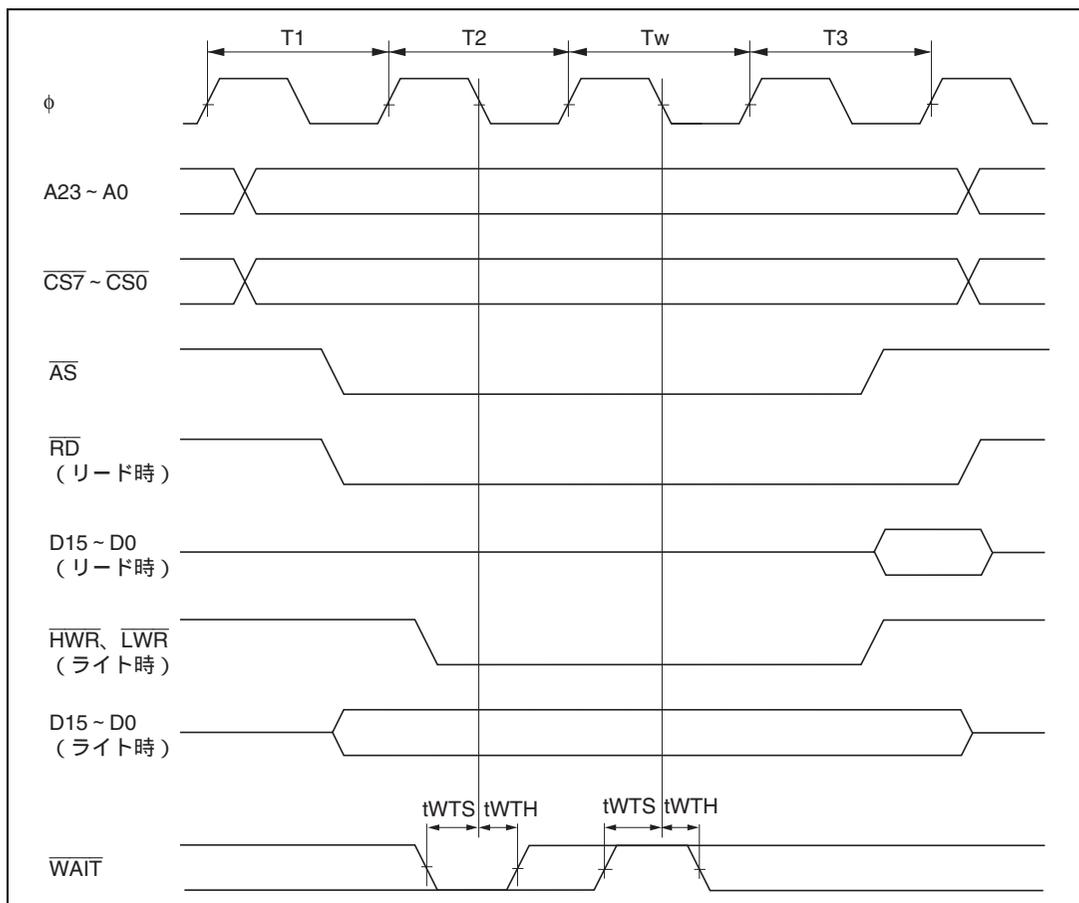


図 22.8 基本バスタイミング / 3 ステートアクセス 1 ウェイト

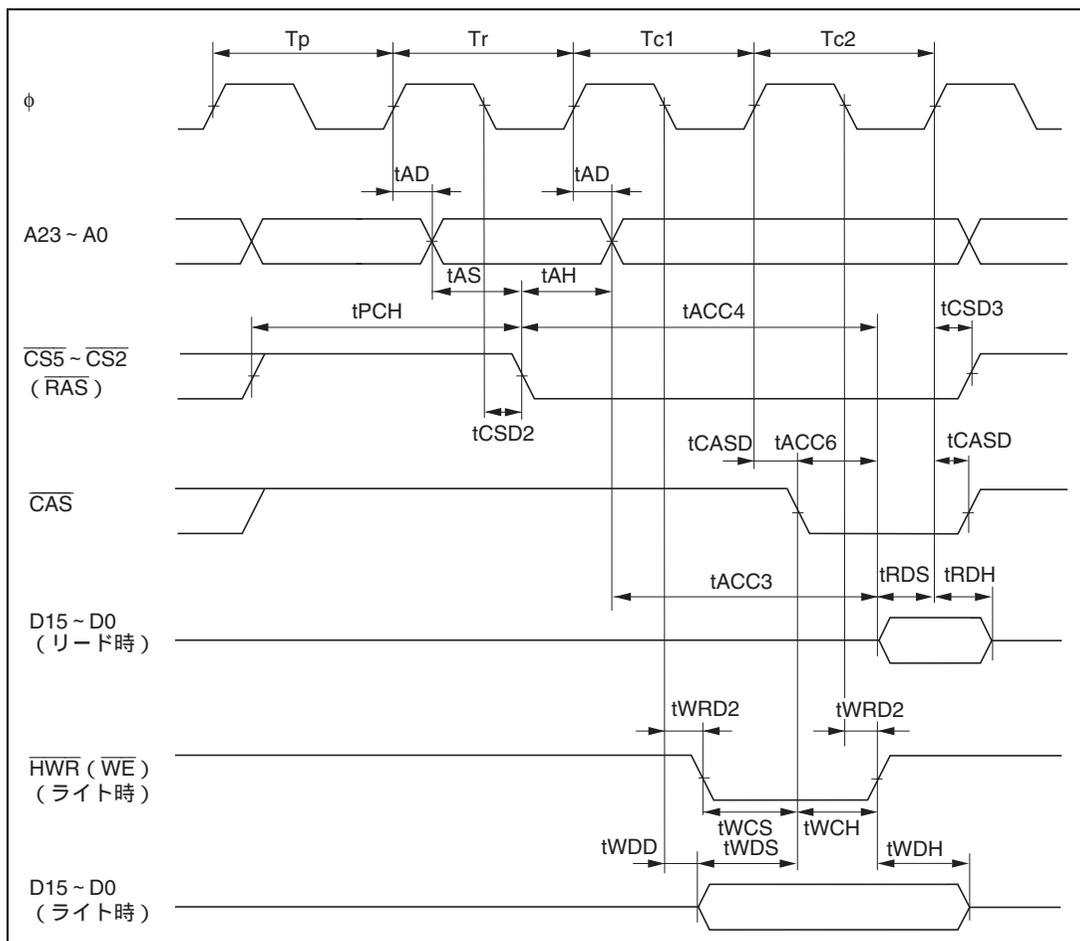


図 22.9 DRAM バスタイミング

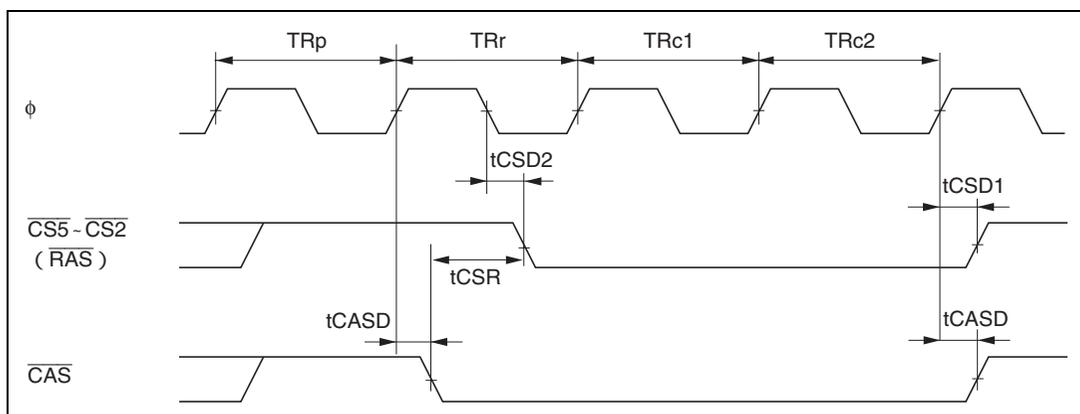


図 22.10 CAS ピフォア RAS リフレッシュタイミング

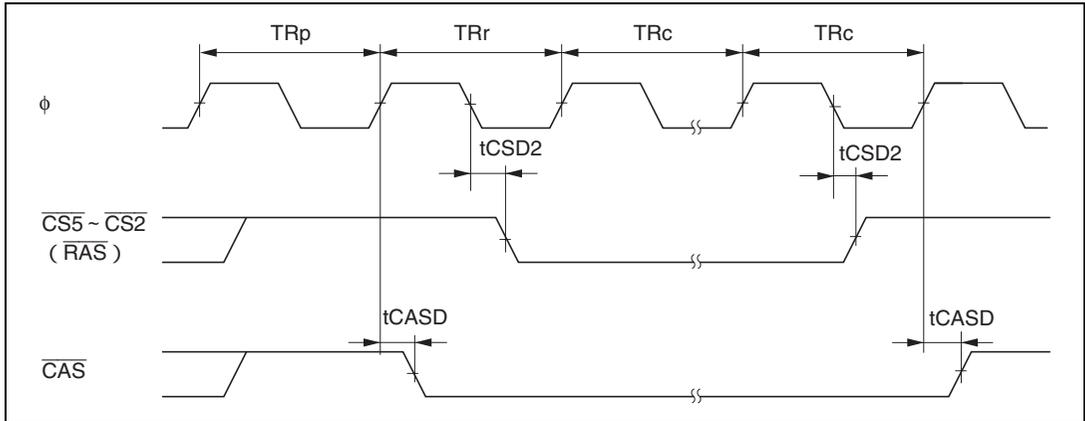


図 22.11 セルフリフレッシュタイミンゲ

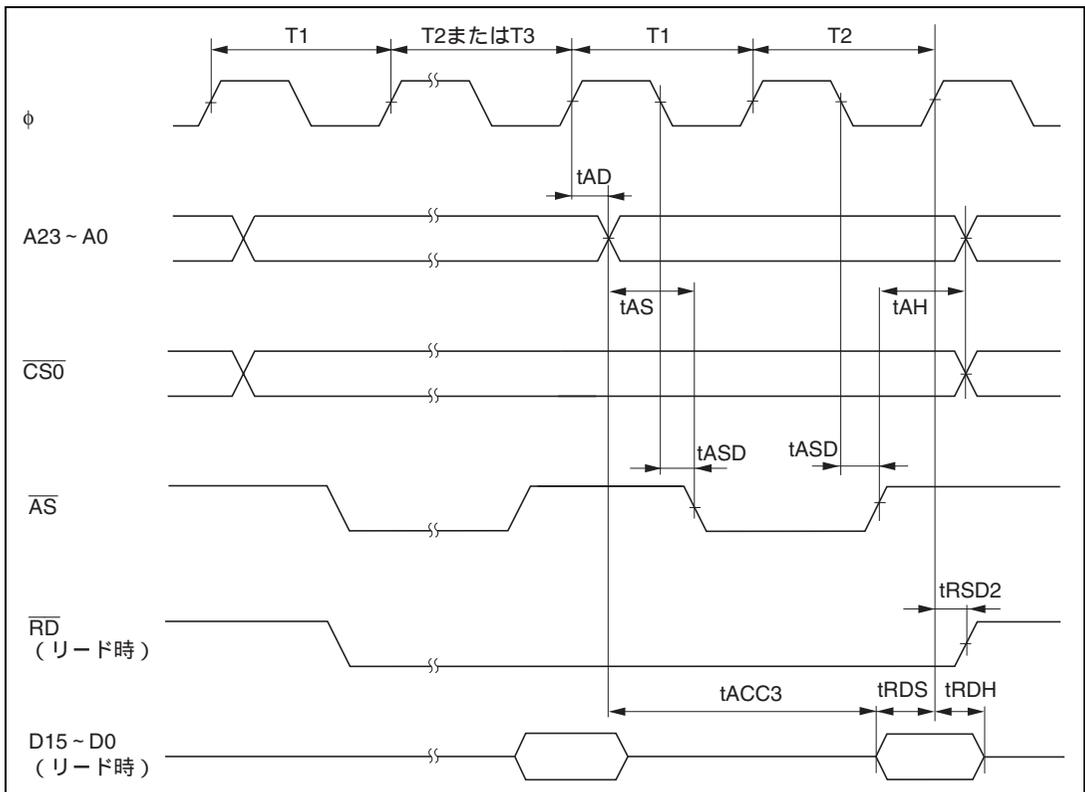


図 22.12 バーストROMアクセスタイミンゲ / 2ステートアクセス

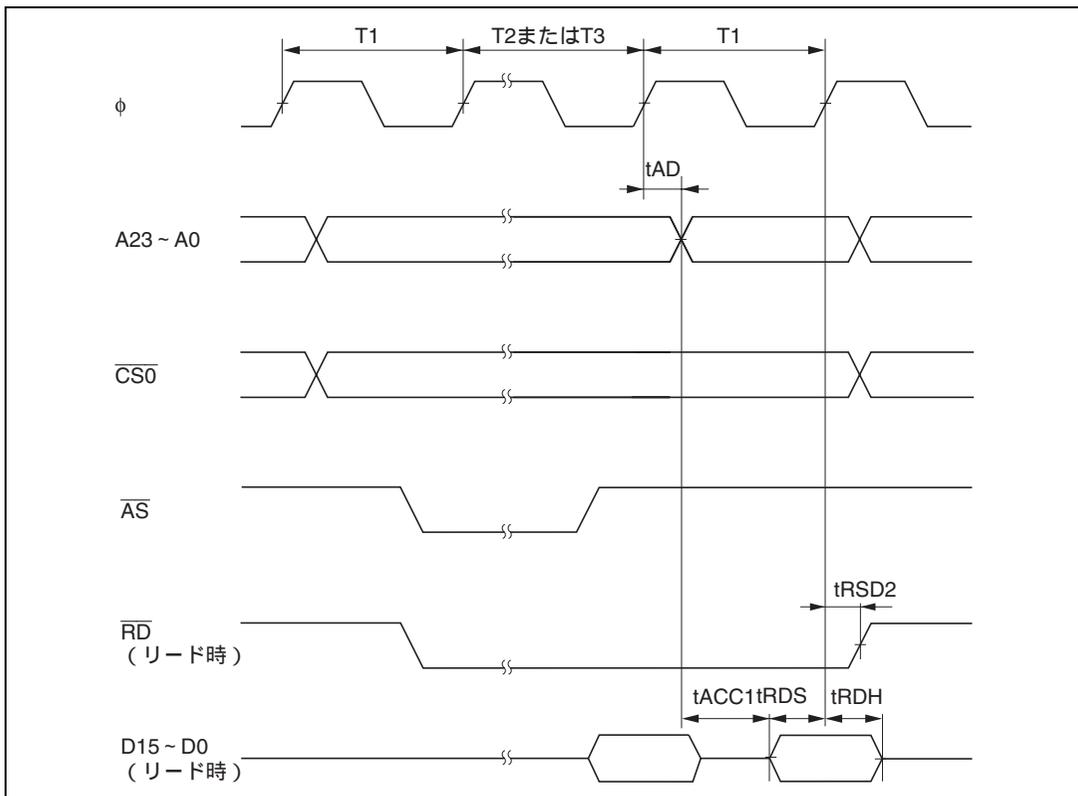


図 22.13 バースト ROM アクセスタイミング / 1 ステートアクセス

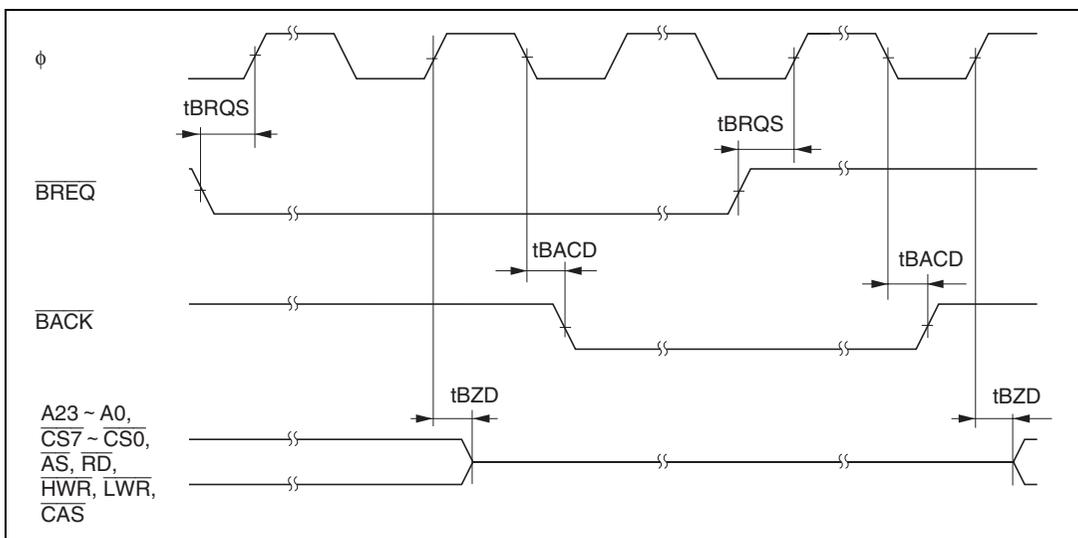


図 22.14 外部バス権解放タイミング

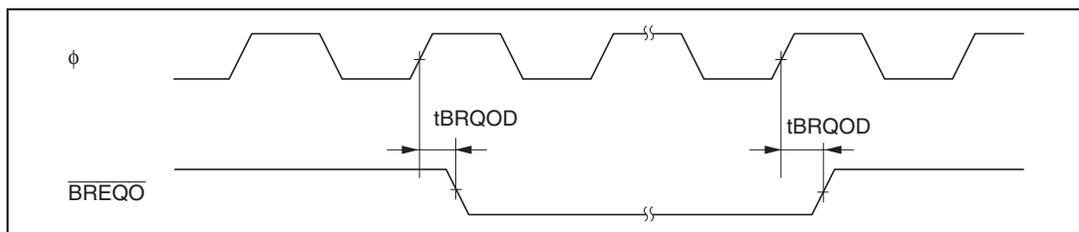


図 22.15 外部バス権要求出力タイミング

22. 電気的特性

(4) DMAC タイミング

表 22.7 DMAC タイミング

条件 A : VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 20\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、 $T_a = -20 \sim +75$ (通常仕様品)、
 $T_a = -40 \sim +85$ (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件
		min	max	min	max		
DREQ セットアップ時間	tDRQS	30		25		ns	図 22.19
DREQ ホールド時間	tDRQH	10		10			
TEND 遅延時間	tTED		20		18	ns	図 22.18
DACK 遅延時間 1	tDACD1		20		18		
DACK 遅延時間 2	tDACD2		20		18		

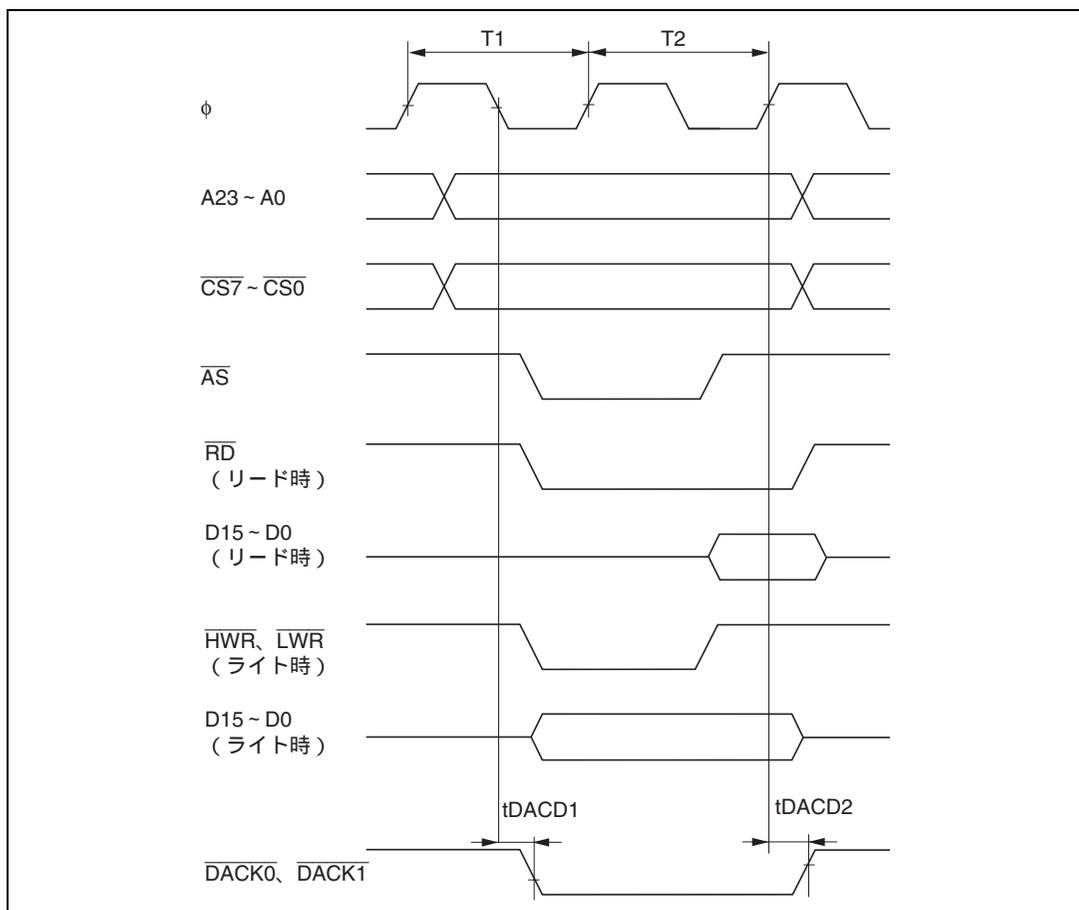


図 22.16 DMAC シングルアドレス転送タイミング / 2 ステートアクセス

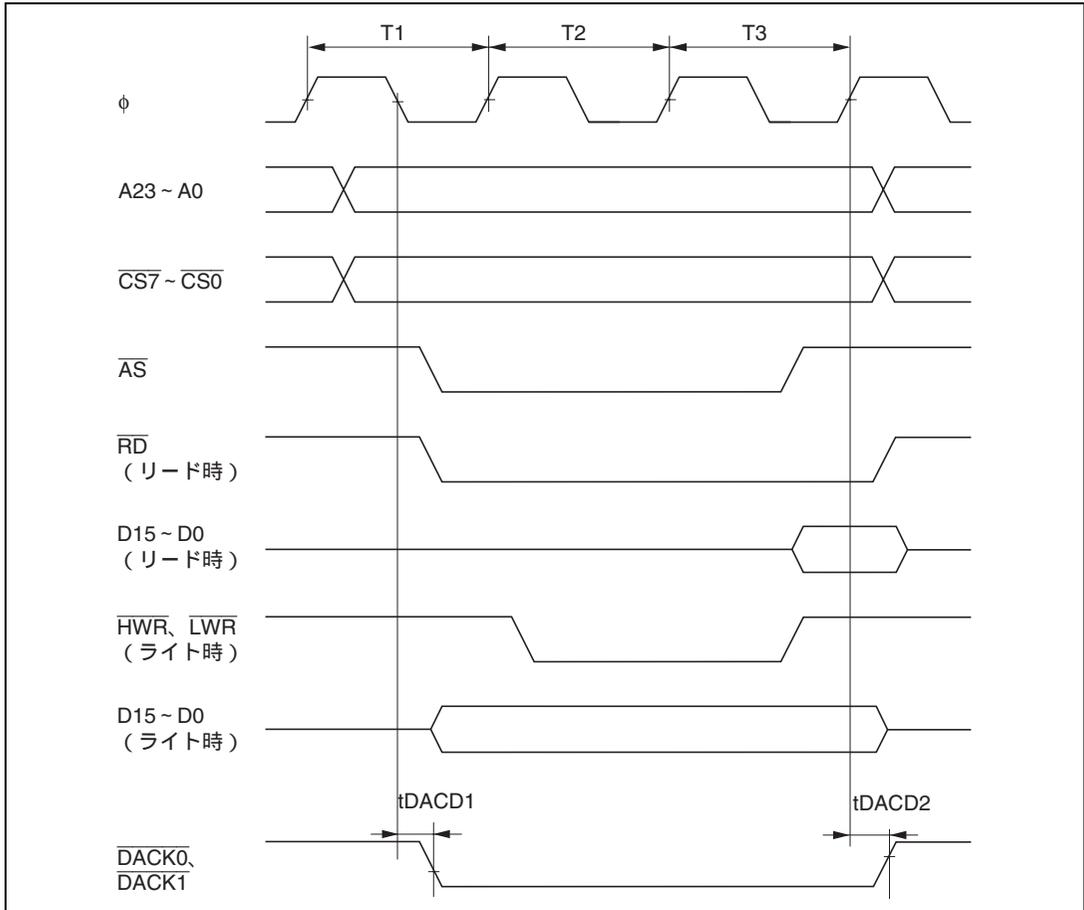


図 22.17 DMAC シングルアドレス転送タイミング / 3 ステートアクセス

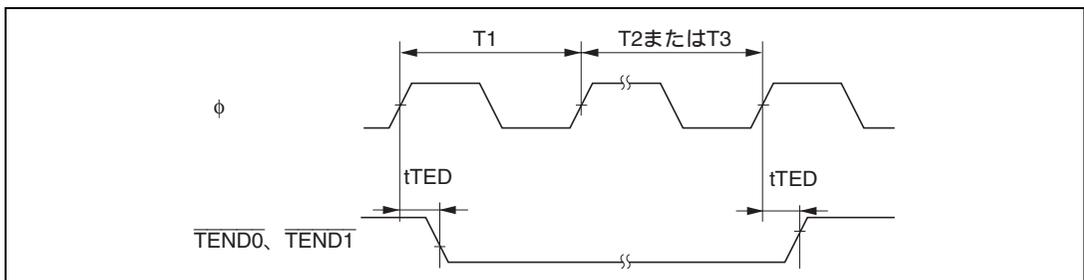


図 22.18 DMAC \overline{TEND} 出力タイミング

22. 電気的特性

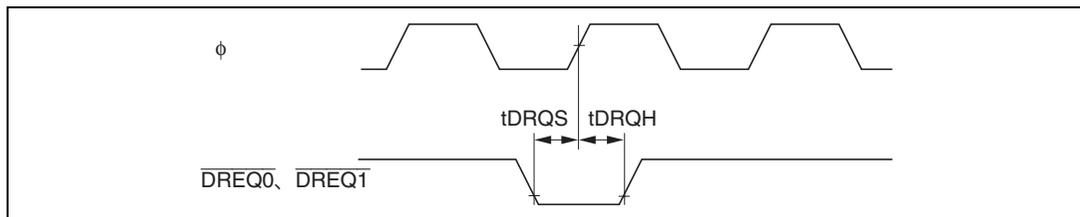


図 22.19 DMAC $\overline{\text{DREQ}}$ 入カタイミング

(5) 内蔵周辺モジュールタイミング

表 22.8 内蔵周辺モジュールタイミング

条件 A : VCC = 2.7 ~ 3.6V、AVCC = 2.7 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 20\text{MHz}$ 、Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、
 Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、
 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、
 Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目		記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件	
			min	max	min	max			
I/O ポート	出力データ遅延時間	tPWD		50		40	ns	図 22.20	
	入力データセットアップ時間	tPRS	30		25				
	入力データホールド時間	tPRH	30		25				
PPG	パルス出力遅延時間	tPOD		50		40	ns	図 22.21	
TPU	タイマ出力遅延時間	tTOCD		50		40	ns	図 22.22	
	タイマ入力セットアップ時間	tTICS	30		25				
	タイマクロック入力セットアップ時間	tTCKS	30		25		ns	図 22.23	
	タイマクロック パルス幅	単エッジ指定	tTCKWH	1.5		1.5			tcyc
両エッジ指定		tTCKWL	2.5		2.5				
8 ビット タイマ	タイマ出力遅延時間	tTMOD		50		40	ns	図 22.24	
	タイマリセット入力セットアップ時間	tTMRS	30		25		ns	図 22.26	
	タイマクロック入力セットアップ時間	tTMCS	30		25		ns	図 22.25	
	タイマクロック パルス幅	単エッジ指定	tTMCWH	1.5		1.5			tcyc
		両エッジ指定	tTMCWL	2.5		2.5			
WDT	オーバフロー出力遅延時間	tWOVD		50		40	ns	図 22.27	

22. 電気的特性

項目		記号	条件 A		条件 B		単位	測定条件		
			min	max	min	max				
SCI	入力クロック サイクル	調歩同期	tScyc	4		4		tcyc	図 22.28	
		クロック同期		6		6				
	入力クロックパルス幅		tSCKW	0.4	0.6	0.4	0.6	tScyc		
	入力クロック立ち上がり時間		tSCKr		1.5		1.5	tcyc		
	入力クロック立ち下がり時間		tSCKf		1.5		1.5	tcyc		
	送信データ遅延時間		tTXD		50		40	ns		図 22.29
	受信データセットアップ時間 (クロック同期)		tRXS	50		40		ns		
受信データホールド時間 (クロック同期)		tRXH	50		40		ns			
A/D 変換器	トリガ入力セットアップ時間		tTRGS	30		30		ns	図 22.30	

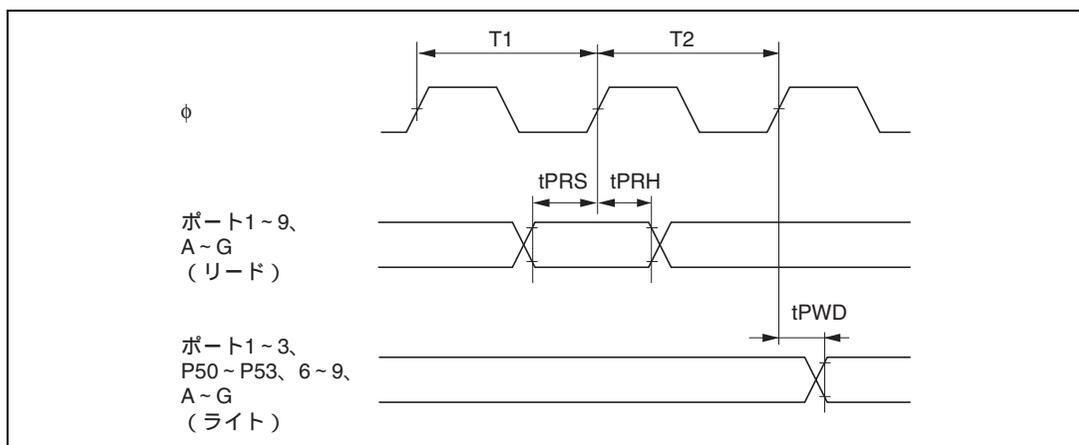


図 22.20 I/O ポート入出力タイミング

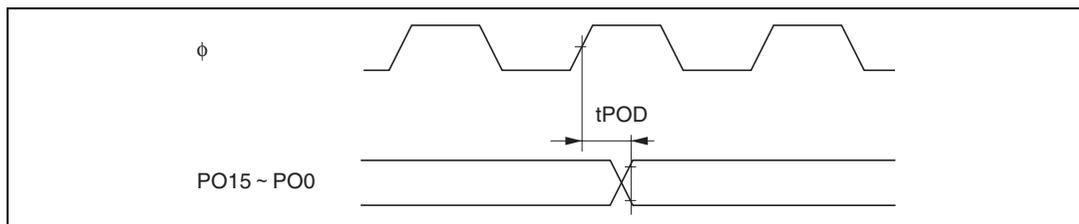


図 22.21 PPG 出力タイミング

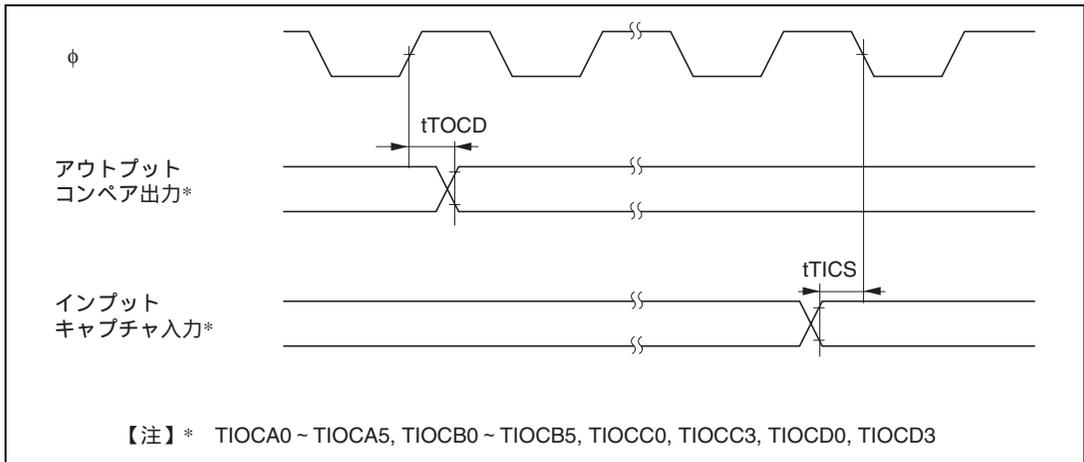


図 22.22 TPU 入出力タイミング

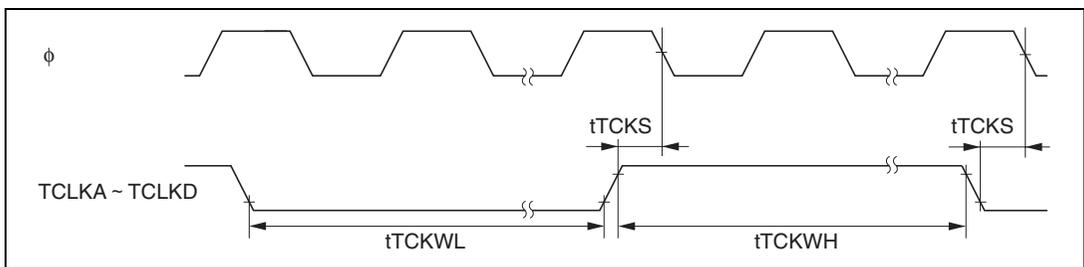


図 22.23 TPU クロック入力タイミング

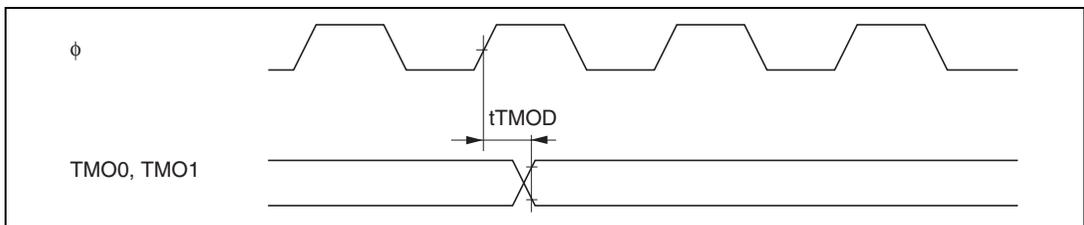


図 22.24 8 ビットタイマ出力タイミング

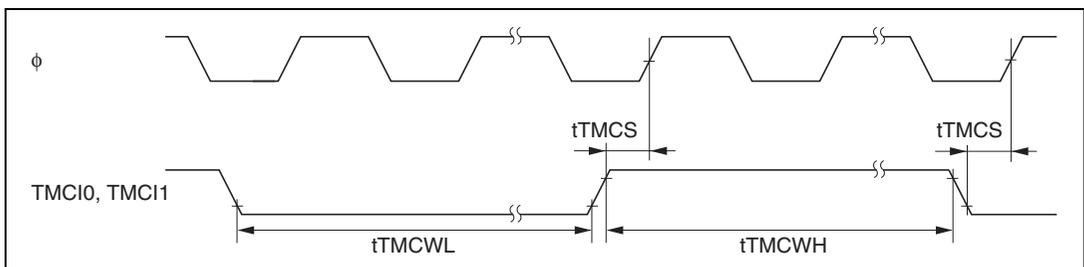


図 22.25 8 ビットタイマクロック入力タイミング

22. 電気的特性

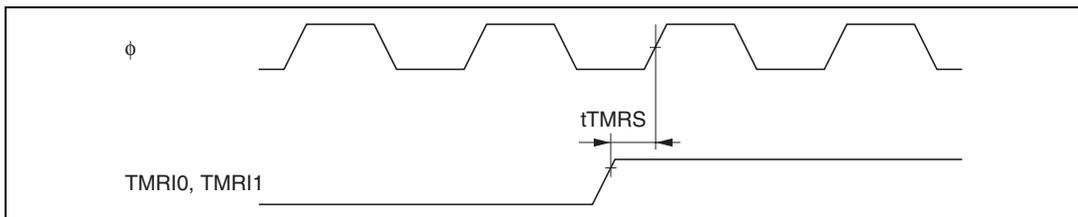


図 22.26 8ビットタイマリセット入力タイミング

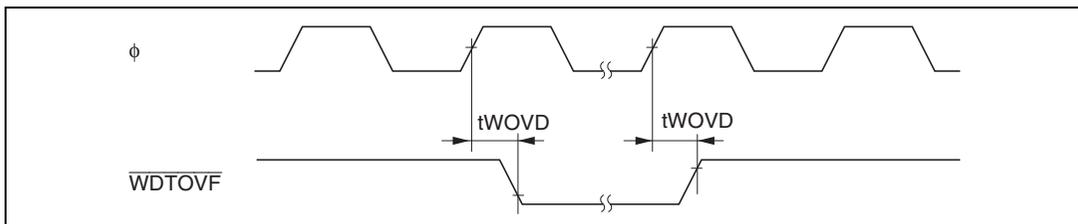


図 22.27 WDT 出力タイミング

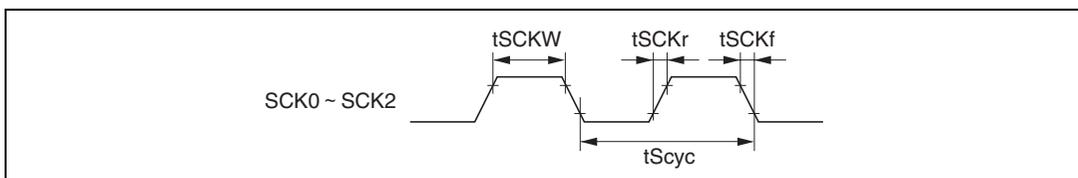


図 22.28 SCK クロック入力タイミング

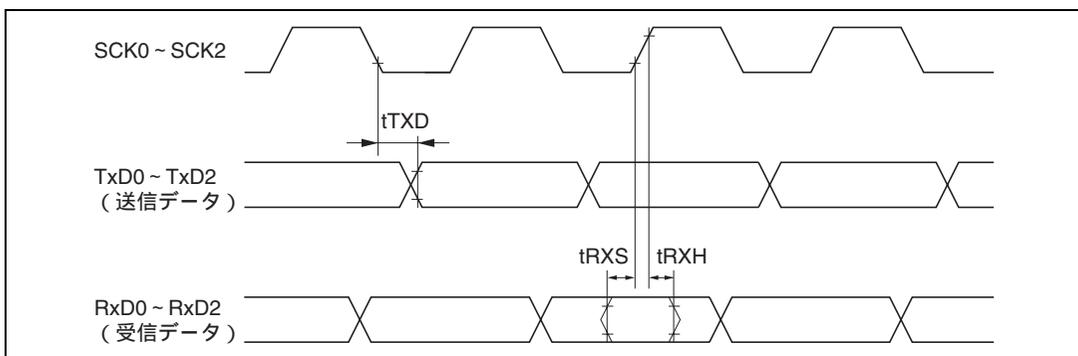


図 22.29 SCI 入出力タイミング/クロック同期式モード

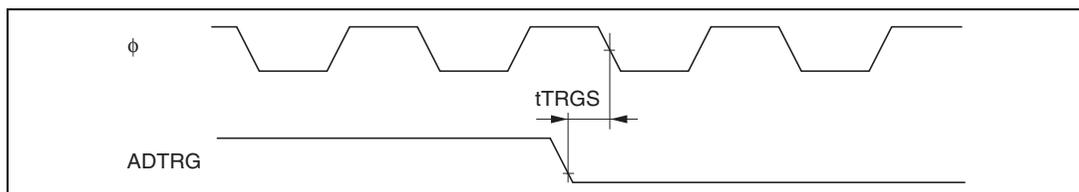


図 22.30 A/D 変換器外部トリガ入力タイミング

22.1.4 A/D 変換特性

表 22.9 A/D 変換特性

条件 A : VCC = 2.7V ~ 3.6V、AVCC = 2.7V ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 20$ MHz
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0V ~ 3.6V、AVCC = 3.0V ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25$ MHz
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	条件 A			条件 B			単位
	min	typ	max	min	typ	max	
分解能	10	10	10	10	10	10	ビット
変換時間	6.7			10.6			μ s
アナログ入力容量			20			20	pF
許容信号源インピーダンス			5			5	k Ω
非直線性誤差			± 5.5			± 5.5	LSB
オフセット誤差			± 5.5			± 5.5	LSB
フルスケール誤差			± 5.5			± 5.5	LSB
量子化誤差			± 0.5			± 0.5	LSB
絶対精度			± 6			± 6	LSB

22.1.5 D/A 変換特性

表 22.10 D/A 変換特性

条件 A : VCC = 2.7V ~ 3.6V、AVCC = 2.7V ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 20$ MHz
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)
 条件 B : VCC = 3.0V ~ 3.6V、AVCC = 3.0V ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25$ MHz
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	条件 A			条件 B			単位	測定条件
	min	typ	max	min	typ	max		
分解能	8	8	8	8	8	8	ビット	
変換時間			10			10	μ s	負荷容量 20pF
絶対精度		± 2.0	± 3.0		± 2.0	± 3.0	LSB	負荷抵抗 2M Ω
			± 2.0			± 2.0	LSB	負荷抵抗 4M Ω

22.2 F-ZTAT 版 (H8S/2339、H8S/2339E、H8S/2338) の電気的特性

22.2.1 絶対最大定格

表 22.11 絶対最大定格

項目	記号	定格値	単位
電源電圧	VCC	- 0.3 ~ + 4.3	V
入力電圧 (FWE* ² 、EMLE* ³)	Vin	- 0.3 ~ VCC + 0.3	V
入力電圧 (ポート 4、P54 ~ P57 以外)	Vin	- 0.3 ~ VCC + 0.3	V
入力電圧 (ポート 4、P54 ~ P57)	Vin	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
リファレンス電源電圧	Vref	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
アナログ電源電圧	AVCC	- 0.3 ~ + 4.3	V
アナログ入力電圧	VAN	- 0.3 ~ AVCC + 0.3	V
動作温度	Topr	通常仕様品 : - 20 ~ + 75* ¹	
		広温度範囲仕様品 : - 40 ~ + 85* ¹	
保存温度	Tstg	- 55 ~ + 125	

【使用上の注意】

絶対最大定格を超えて LSI を使用した場合、LSI の永久破壊となることがあります。

【注】 *1 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の動作温度範囲は Ta = 0 ~ + 75 (通常仕様)、
Ta = 0 ~ + 85 (広温度範囲仕様) です。

*2 FWE 端子は、H8S/2338 F-ZTAT に適用。

*3 EMLE 端子は、H8S/2339 F-ZTAT に適用。

22.2.2 DC 特性

表 22.12 DC 特性

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V*1
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件
シュミット トリガ入力 電圧	ポート 1、2、7、9、 P50 ~ P53、P64 ~ P67、 PA4 ~ PA7	VT ⁻	VCC × 0.2			V
		VT ⁺			VCC × 0.7	V
		VT ⁺ - VT ⁻	VCC × 0.07			V
入力 High レベル電圧	RES、STBY、NMI、 MD2 ~ MD0、FWE*2、 EMLE*3	VIH	VCC × 0.9		VCC + 0.3	V
	EXTAL		VCC × 0.7		VCC + 0.3	V
	ポート 3、8、B ~ G、 P60 ~ P63、PA0 ~ PA3		2.2		VCC + 0.3	V
	ポート 4、P54 ~ P57		2.2		AVCC + 0.3	V
入力 Low レベル電圧	RES、STBY、 MD2 ~ MD0、FWE*2、 EMLE*3	VIL	- 0.3		VCC × 0.1	V
	NMI、EXTAL、 ポート 3、4、8、 B ~ G、P54 ~ P57、 P60 ~ P63、PA0 ~ PA3		- 0.3		VCC × 0.2	V
出力 High レベル電圧	全出力端子	VOH	VCC - 0.5			V IOH = - 200μA
			VCC - 1.0			V IOH = - 1mA
出力 Low レベル電圧	全出力端子	VOL			0.4	V IOL = 1.6mA
入力リーク 電流	RES	I _{in}			10.0	μA Vin = 0.5 ~ VCC - 0.5V
	STBY、NMI、 MD2 ~ MD0、FWE*2、 EMLE*3				1.0	μA
	ポート 4、P54 ~ P57				1.0	μA Vin = 0.5 ~ AVCC - 0.5V

22. 電気的特性

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
スリーステート リーク電流 (オフ状態)	ポート1~3、5~9、 A~G	ITSI			1.0	μA	Vin = 0.5 ~ VCC - 0.5V
入力プリアップ MOS電流	ポートA~E	-lp	10		300	μA	VCC = 3.0V ~ 3.6V、Vin = 0V
入力容量	RES	Cin			30	pF	Vin = 0V、f = 1MHz、Ta = 25
	NMI				30	pF	
	RES、NMI以外の 全入力端子				15	pF	
消費電流*4	通常動作時	ICC*6		58 (3.3V)	105	mA	f = 25MHz
	スリープ時			46 (3.3V)	82	mA	f = 25MHz
	スタンバイ時*5			0.01	10	μA	Ta 50 50 < Ta
アナログ 電源電流	A/D、D/A変換中	AICC		0.2 (3.0V)	2.0	mA	
	A/D、D/A変換待機時			0.01	5.0	μA	
リファレンス 電源電流	A/D、D/A変換中	AICC		2.4 (3.0V)	6.0	mA	
	A/D、D/A変換待機時			0.01	5.0	μA	
RAMスタンバイ電圧		VRAM	2.0			V	

【注】 *1 A/DおよびD/A変換器未使用時にAVCC、Vref、AVSS端子を開放しないでください。

AVCC、Vref端子はVCCに、AVSS端子はVSSにそれぞれ接続してください。

*2 FWE端子は、H8S/2338 F-ZTATに適用。

*3 EMLE端子は、H8S/2339 F-ZTATに適用。

*4 消費電流値は、VIH min = VCC - 0.5V、VIL max = 0.5Vの条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プリアップMOSをオフ状態にした場合の値です。

*5 VRAM VCC < 3.0Vのとき、VIH min = VCC × 0.9、VIL max = 0.3Vとした場合の値です。

*6 ICCは下記の式に従ってVCCとfに依存します。

ICC max. = 1.0 (mA) + 1.15 (mA/(MHz × V)) × VCC × f (通常動作時)

ICC max. = 1.0 (mA) + 0.90 (mA/(MHz × V)) × VCC × f (スリープ時)

表 22.13 出力許容電流値

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位
出力 Low レベル許容電流 (1 端子当たり)	IOL			2.0	mA
出力 Low レベル許容電流 (総和)	IOL			80	mA
出力 High レベル許容電流 (1 端子当たり)	- IOH			2.0	mA
出力 High レベル許容電流 (総和)	- IOH			40	mA

【注】 LSI の信頼性を確保するため、出力電流値は表 22.13 の値を超えないようにしてください。

22. 電気的特性

22.2.3 AC 特性

(1) クロックタイミング

表 22.14 クロックタイミング

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、
Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	max	単位	測定条件
クロックサイクル時間	t _{cy}	40	500	ns	図 22.2
クロックハイレベルパルス幅	t _{CH}	15		ns	
クロックローレベルパルス幅	t _{CL}	15		ns	
クロック立ち上がり時間	t _{Cr}		5	ns	
クロック立ち下がり時間	t _{Cf}		5	ns	
リセット発振安定時間 (水晶)	t _{OSC1}	10		ms	図 22.3
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間 (水晶)	t _{OSC2}	10		ms	
外部クロック出力安定遅延時間	t _{DEXT}	500		μs	図 22.3

(2) 制御信号タイミング

表 22.15 制御信号タイミング

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、
Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	max	単位	測定条件
RES セットアップ時間	t _{RESS}	200		ns	図 22.4
RES パルス幅	t _{RESW}	20		t _{cy}	
NMI セットアップ時間	t _{NMIS}	150		ns	図 22.5
NMI ホールド時間	t _{NMIH}	10			
NMI パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t _{NMIW}	200			
IRQ セットアップ時間	t _{IRQS}	150		ns	
IRQ ホールド時間	t _{IRQH}	10			
IRQ パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t _{IRQW}	200			

(3) バスタイミング

表 22.16 バスタイミング

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	max	単位	測定条件
アドレス遅延時間	tAD		20	ns	図 22.6 ~ 図 22.13
アドレスセットアップ時間	tAS	$0.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
アドレスホールド時間	tAH	$0.5 \times t_{cyc} - 8$		ns	
プリチャージ時間	tPCH	$1.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
CS 遅延時間 1	tCSD1		15	ns	
CS 遅延時間 2	tCSD2		15	ns	
CS 遅延時間 3	tCSD3		20	ns	
AS 遅延時間	tASD		15	ns	
RD 遅延時間 1	tRSD1		15	ns	
RD 遅延時間 2	tRSD2		15	ns	
CAS 遅延時間	tCASD		15	ns	
リードデータセットアップ時間	tRDS	15		ns	
リードデータホールド時間	tRDH	0		ns	
リードデータアクセス時間 1	tACC1		$1.0 \times t_{cyc} - 20$	ns	
リードデータアクセス時間 2	tACC2		$1.5 \times t_{cyc} - 20$	ns	
リードデータアクセス時間 3	tACC3		$2.0 \times t_{cyc} - 20$	ns	
リードデータアクセス時間 4	tACC4		$2.5 \times t_{cyc} - 20$	ns	
リードデータアクセス時間 5	tACC5		$3.0 \times t_{cyc} - 20$	ns	
リードデータアクセス時間 6	tACC6		$1.0 \times t_{cyc} - 20$	ns	
WR 遅延時間 1	tWRD1		15	ns	
WR 遅延時間 2	tWRD2		15	ns	
WR パルス幅 1	tWSW1	$1.0 \times t_{cyc} - 15$		ns	
WR パルス幅 2	tWSW2	$1.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
ライトデータ遅延時間	tWDD		20	ns	
ライトデータセットアップ時間	tWDS	$0.5 \times t_{cyc} - 15$		ns	
ライトデータホールド時間	tWDH	$0.5 \times t_{cyc} - 8$		ns	
WR セットアップ時間	tWCS	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		ns	
WR ホールド時間	tWCH	$0.5 \times t_{cyc} - 10$		ns	
CAS セットアップ時間	tCSR	$0.5 \times t_{cyc} - 8$		ns	図 22.10
WAIT セットアップ時間	tWTS	25		ns	図 22.8
WAIT ホールド時間	tWTH	5		ns	
BREQ セットアップ時間	tBRQS	30		ns	図 22.14
BACK 遅延時間	tBACD		15	ns	
バスフローティング時間	tBZD		40	ns	
BREQO 遅延時間	tBRQOD		25	ns	図 22.15

22. 電気的特性

(4) DMAC タイミング

表 22.17 DMAC タイミング

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 2.7V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、
Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	max	単位	測定条件
DREQ セットアップ時間	tDRQS	25		ns	図 22.19
DREQ ホールド時間	tDRQH	10			
TEND 遅延時間	tTED		18		図 22.18
DACK 遅延時間 1	tDACD1		18	ns	図 22.16、 図 22.17
DACK 遅延時間 2	tDACD2		18		

(5) 内蔵周辺モジュールタイミング

表 22.18 内蔵周辺モジュールタイミング

条件：VCC = 3.0 ~ 3.6V、AVCC = 3.0 ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$ 、
Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目		記号	min	max	単位	測定条件	
I/O ポート	出力データ遅延時間	tPWD		40	ns	図 22.20	
	入力データセットアップ時間	tPRS	25				
	入力データホールド時間	tPRH	25				
PPG	パルス出力遅延時間	tPOD		40	ns	図 22.21	
TPU	タイマ出力遅延時間	tTOCD		40	ns	図 22.22	
	タイマ入力セットアップ時間	tTICS	25				
	タイマクロック入力セットアップ時間	tTCKS	25		ns	図 22.23	
	タイマクロック	単エッジ指定	tTCKWH	1.5			tcyc
	パルス幅	両エッジ指定	tTCKWL	2.5			
8 ビット タイマ	タイマ出力遅延時間	tTMOD		40	ns	図 22.24	
	タイマリセット入力 セットアップ時間	tTMRS	25				
	タイマクロック入力 セットアップ時間	tTMCS	25		ns	図 22.25	
	タイマクロック	単エッジ指定	tTMCWH	1.5			tcyc
	パルス幅	両エッジ指定	tTMCWL	2.5			
WDT	オーバフロー出力遅延時間	tWOVD		40	ns	図 22.27	
SCI	入力クロック サイクル	調歩同期	tScyc	4	tcyc	図 22.28	
		クロック同期		6			
	入力クロックパルス幅	tSCKW	0.4	0.6	tScyc		
	入力クロック立ち上がり時間	tSCKr		1.5	tcyc		
	入力クロック立ち下がり時間	tSCKf		1.5			
	送信データ遅延時間	tTXD		40	ns	図 22.29	
	受信データセットアップ時間 (クロック同期)	tRXS	40		ns		
受信データホールド時間 (クロック同期)	tRXH	40		ns			
A/D 変換器	トリガ入力セットアップ時間	tTRGS	30		ns	図 22.30	

22.2.4 A/D 変換特性

表 22.19 A/D 変換特性

条件：VCC = 3.0V ~ 3.6V、AVCC = 3.0V ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	min	typ	max	単位
分解能	10	10	10	ビット
変換時間	10.6			μs
アナログ入力容量			20	pF
許容信号源インピーダンス			5	k Ω
非直線性誤差			± 5.5	LSB
オフセット誤差			± 5.5	LSB
フルスケール誤差			± 5.5	LSB
量子化誤差			± 0.5	LSB
絶対精度			± 6.0	LSB

22.2.5 D/A 変換特性

表 22.20 D/A 変換特性

条件：VCC = 3.0V ~ 3.6V、AVCC = 3.0V ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V、 $\phi = 2 \sim 25\text{MHz}$
 Ta = -20 ~ +75 (通常仕様品)、Ta = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)

項目	min	typ	max	単位	測定条件
分解能	8	8	8	ビット	
変換時間			10	μs	負荷容量 20pF
絶対精度		± 2.0	± 3.0	LSB	負荷抵抗 2M Ω
			± 2.0	LSB	負荷抵抗 4M Ω

22. 電気的特性

22.2.6 フラッシュメモリ特性

表 22.21 フラッシュメモリ特性

条件：VCC = 3.0V ~ 3.6V、AVCC = 3.0V ~ 3.6V、Vref = 3.0V ~ AVCC、VSS = AVSS = 0V

Ta = 0 ~ +75 (書き込み / 消去時の動作温度範囲：通常仕様品)

Ta = 0 ~ +85 (書き込み / 消去時の動作温度範囲：広温度範囲仕様品)

項目	記号	min	typ	max	単位	測定条件		
書き込み時間*1*2*4	tP	-	10	200	ms/128 バイト			
消去時間*1*3*6	tE	-	50	1000	ms/ ブロック			
書き換え回数	NWEC	100*7	10000*8	-	回			
データ保持時間*9	tDRP	10	-	-	年			
書き込み時	SWE ビットセット後の ウェイト時間*1	x	1	-	-	μs		
	PSU ビットセット後の ウェイト時間*1	y	50	-	-	μs		
	P ビットセット後の ウェイト時間*1*4	z	(z1)	-	-	30	μs	1 n 6
			(z2)	-	-	200	μs	7 n 1000
			(z3)	-	-	10	μs	追加書き込み ウェイト
	P ビットクリア後の ウェイト時間*1		5	-	-	μs		
	PSU ビットクリア後の ウェイト時間*1		5	-	-	μs		
	PV ビットセット後の ウェイト時間*1		4	-	-	μs		
	H'FF ダミーライト後のウ ェイト時間*1		2	-	-	μs		
	PV ビットクリア後の ウェイト時間*1		2	-	-	μs		
	SWE ビットクリア後の ウェイト時間*1	θ	100	-	-	μs		
最大書き込み回数*1*4	N	-	-	1000*5	回			
消去時	SWE ビットセット後の ウェイト時間*1	x	1	-	-	μs		
	ESU ビットセット後の ウェイト時間*1	y	100	-	-	μs		
	E ビットセット後の ウェイト時間*1*6	z	-	-	10	ms	消去時間 ウェイト	
	E ビットクリア後の ウェイト時間*1		10	-	-	μs		
	ESU ビットクリア後の ウェイト時間*1		10	-	-	μs		
	EV ビットセット後の ウェイト時間*1		20	-	-	μs		
	H'FF ダミーライト後のウ ェイト時間*1		2	-	-	μs		

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
消去時	EV ビットクリア後の ウェイト時間*1		4	-	-	μs	
	SWE ビットクリア後の ウェイト時間*1	θ	100	-	-	μs	
	最大消去回数*1*6	N	-	-	100	回	

- 【注】 *1 各時間の設定は、書き込み / 消去のアルゴリズムに従い、行ってください。
- *2 128 バイト当たりの書き込み時間 (フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の P ビットをセットしているトータル期間を示します。書き込みベリファイ時間は含まれません)
- *3 1 ブロックを消去する時間 (FLMCR1 の E ビットをセットしている期間を示します。消去ベリファイ時間は含まれません)
- *4 書き込み時間の最大値

$$tP(\max) = \sum_{i=1}^N \text{Pビットセット後のウェイト時間}(z)$$
- *5 最大書き込み回数 (N) は、実際の (z) の設定値に合わせ、書き込み時間の最大値 (tP (max)) 以下となるように設定してください。
 また、P ビットセット後のウェイト時間 (z) は、下記のように書き込み回数 (n) の値によって切り替えてください。
 書き込み回数 n
- | | | | |
|---|---|------|--------------------|
| 1 | n | 6 | z = 30μs |
| 7 | n | 1000 | z = 200μs |
| 1 | n | 6 | z = 10μs : 追加書き込み時 |
- *6 消去時間の最大値 (tE (max)) に対して、E ビットセット後のウェイト時間 (z) と最大消去回数 (N) は以下の関係にあります。

$$tE(\max) = E \text{ ビットセット後のウェイト時間}(z) \times \text{最大消去回数}(N)$$
- *7 書き換え後のすべての特性を保証する回数です (保証は 1 ~ min 値の範囲です)。
- *8 25 のときの参考値 (通常この値まで書き換えは機能するという目安です)。
- *9 書き換えが min 値を含む仕様範囲内で行われたときの保持特性です。

22.3 使用上の注意

F-ZTAT 版とマスク ROM 版は、本マニュアルに記載の電気的特性を満足していますが、製造プロセスの相異、内蔵 ROM の相異、レイアウトパターンの相異などにより、電気的特性の実力値や動作マージン、ノイズマージンなどは異なる場合があります。

F-ZTAT 版を使用しているシステムの評価試験を行う場合には、マスク ROM 版への切り替え時にマスク ROM 版についても同等の評価試験を行ってください。

付録

A. 命令

A.1 命令セット一覧

《オペレーションの記号》

記号	内容
Rd	汎用レジスタ (デスティネーション側) * ¹
Rs	汎用レジスタ (ソース側) * ¹
Rn	汎用レジスタ* ¹
ERn	汎用レジスタ (32 ビットレジスタ)
MAC	積和レジスタ (32 ビットレジスタ) * ²
(EAd)	デスティネーションオペランド
(EAs)	ソースオペランド
EXR	エクステンドレジスタ
CCR	コンディションコードレジスタ
N	CCR の N (ネガティブ) フラグ
Z	CCR の Z (ゼロ) フラグ
V	CCR の V (オーバフロー) フラグ
C	CCR の C (キャリ) フラグ
PC	プログラムカウンタ
SP	スタックポインタ
#IMM	イミディエイトデータ
disp	ディスプレイースメント
+	加算
-	減算
×	乗算
÷	除算
	論理積
	論理和
⊕	排他的論理和
	左辺のオペランドから右辺のオペランドへの転送、または左辺の状態から右辺の状態への遷移
~	反転論理 (論理的補数)
() < >	オペランドの内容
: 8 / : 16 / : 24 / : 32	8 / 16 / 24 / 32 ビット長

【注】 *¹ 汎用レジスタは、8 ビット (R0H~R7H、R0L~R7L)、16 ビット (R0~R7、E0~E7)、または 32 ビット (ER0~ER7) です。

*² MAC レジスタは本 LSI では使用できません。

《コンディションコード》

記号	内容
↕	実行結果に従って変化することを表します。
*	不確定であることを表します（値を保証しません）。
0	常に0にクリアされることを表します。
1	常に1にセットされることを表します。
-	実行結果に影響を受けないことを表します。

表 A.1 命令セット一覧

(1) データ転送命令

二ーモニック	オペレーション	サイズ	アドレッシングモード/ 命令長 (バイト)							コンディションコード					実行 スタート数 ^{#1}		
			#xx	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@-ERn@ERn+	@aa	@(d,PC)	@@aa	I	H	N	Z		V	C
			2	2	2	4	8	2	4	6							
MOV	MOV.B #xx:8,Rd	B	2														1
	MOV.B Rs,Rd	B		2													1
	MOV.B @ERs,Rd	B			2												2
	MOV.B @(d:16,ERs),Rd	B				4											3
	MOV.B @(d:32,ERs),Rd	B					8										5
	MOV.B @ERs+,Rd	B					2										3
	MOV.B @aa:8,Rd	B						2									2
	MOV.B @aa:16,Rd	B							4								3
	MOV.B @aa:32,Rd	B								6							4
	MOV.B Rs,@ERd	B			2												2
	MOV.B Rs,@(d:16,ERd)	B				4											3
	MOV.B Rs,@(d:32,ERd)	B					8										5
	MOV.B Rs,@-ERd	B						2									3
	MOV.B Rs,@aa:8	B							2								2
	MOV.B Rs,@aa:16	B								4							3
	MOV.B Rs,@aa:32	B									6						4
	MOV.W #xx:16,Rd	W	4														2
	MOV.W Rs,Rd	W		2													1
	MOV.W @ERs,Rd	W			2												2
	MOV.W @(d:16,ERs),Rd	W				4											3
	MOV.W @(d:32,ERs),Rd	W					8										5
	MOV.W @ERs+,Rd	W						2									3
	MOV.W @aa:16,Rd	W							4								3
	MOV.W @aa:32,Rd	W								6							4
	MOV.W Rs,@ERd	W			2												2
	MOV.W Rs,@(d:16,ERd)	W				4											3
	MOV.W Rs,@(d:32,ERd)	W					8										5
	MOV.W Rs,@-ERd	W						2									3
	MOV.W Rs,@aa:16	W							4								3
	MOV.W Rs,@aa:32	W								6							4
	MOV.L #xx:32,ERd	L	6														3
	MOV.L ERs,ERd	L		2													1
	MOV.L @ERs,ERd	L			4												4
	MOV.L @(d:16,ERs),ERd	L				6											5
	MOV.L @(d:32,ERs),ERd	L					10										7
	MOV.L @ERs+,ERd	L						4									5
	MOV.L @aa:16,ERd	L							6								5
	MOV.L @aa:32,ERd	L								8							6
	MOV.L ERs,@ERd	L			4												4
	MOV.L ERs,@(d:16,ERd)	L				6											5
MOV.L ERs,@(d:32,ERd)	L					10										7	
MOV.L ERs,@-ERd	L						4									5	
MOV.L ERs,@aa:16	L							6								5	
MOV.L ERs,@aa:32	L								8							6	
POP	POP.W Rn	W							2							3	
	POP.L ERn	L								4						5	
PUSH	PUSH.W Rn	W								2						3	
	PUSH.L ERn	L									4					5	
LDM	LDM @SP+,(ERm-ERn)	L								4						7/9/11 [1]	
STM	STM (ERm-ERn),@-SP	L									4					7/9/11 [1]	
MOVFPPE	MOVFPPE @aa:16,Rd															[2]	
MOVTPPE	MOVTPPE Rs,@aa:16															[2]	

本LSIでは使用できません。

(2) 算術演算命令

二ノモニク	サイズ	アドレッシングモード/命令長(バイト)							オペレーション	コンディションコード					実行ステート数 ^{#1}		
		#xx	Rn	@ERn	@ (ERn)	@ ERn @ ERn+	@aa	@ (LPC)		@ @aa	I	H	N	Z		V	C
ADD	ADD.B #xx:8,Rd	B	2						Rd8+#xx:8	Rd8		↑	↑	↑	↑	↑	1
	ADD.B Rs,Rd	B	2						Rd8+Rs8	Rd8		↑	↑	↑	↑	↑	1
	ADD.W #xx:16,Rd	W	4						Rd16+#xx:16	Rd16		3	↑	↑	↑	↑	2
	ADD.W Rs,Rd	W	4						Rd16+Rs16	Rd16		3	↑	↑	↑	↑	1
	ADD.L #xx:32,ERd	L	6						ERd32+#xx:32	ERd32		4	↑	↑	↑	↑	3
	ADD.L ERs,ERd	L	6						ERd32+ERs32	ERd32		4	↑	↑	↑	↑	1
ADDX	ADDX #xx:8,Rd	B	2						Rd8+#xx:8+C	Rd8		↑	↑	5	↑	↑	1
	ADDX Rs,Rd	B	2						Rd8+Rs8+C	Rd8		↑	↑	5	↑	↑	1
ADDS	ADDS #1,ERd	L	2						ERd32+1	ERd32							1
	ADDS #2,ERd	L	2						ERd32+2	ERd32							1
	ADDS #4,ERd	L	2						ERd32+4	ERd32							1
INC	INC.B Rd	B	2						Rd8+1	Rd8		↑	↑	↑	↑		1
	INC.W #1,Rd	W	2						Rd16+1	Rd16		↑	↑	↑	↑		1
	INC.W #2,Rd	W	2						Rd16+2	Rd16		↑	↑	↑	↑		1
	INC.L #1,ERd	L	2						ERd32+1	ERd32		↑	↑	↑	↑		1
	INC.L #2,ERd	L	2						ERd32+2	ERd32		↑	↑	↑	↑		1
DAA	DAA Rd	B	2						Rd8 10進補正	Rd8		*	↑	↑	*	↑	1
SUB	SUB.B Rs,Rd	B	2						Rd8-Rs8	Rd8		↑	↑	↑	↑	↑	1
	SUB.W #xx:16,Rd	W	4						Rd16-#xx:16	Rd16		3	↑	↑	↑	↑	2
	SUB.W Rs,Rd	W	4						Rd16-Rs16	Rd16		3	↑	↑	↑	↑	1
	SUB.L #xx:32,ERd	L	6						ERd32-#xx:32	ERd32		4	↑	↑	↑	↑	3
	SUB.L ERs,ERd	L	6						ERd32-ERs32	ERd32		4	↑	↑	↑	↑	1
SUBX	SUBX #xx:8,Rd	B	2						Rd8-#xx:8-C	Rd8		↑	↑	5	↑	↑	1
	SUBX Rs,Rd	B	2						Rd8-Rs8-C	Rd8		↑	↑	5	↑	↑	1
SUBS	SUBS #1,ERd	L	2						ERd32-1	ERd32							1
	SUBS #2,ERd	L	2						ERd32-2	ERd32							1
	SUBS #4,ERd	L	2						ERd32-4	ERd32							1
DEC	DEC.B Rd	B	2						Rd8-1	Rd8		↑	↑	↑	↑		1
	DEC.W #1,Rd	W	2						Rd16-1	Rd16		↑	↑	↑	↑		1
	DEC.W #2,Rd	W	2						Rd16-2	Rd16		↑	↑	↑	↑		1
	DEC.L #1,ERd	L	2						ERd32-1	ERd32		↑	↑	↑	↑		1
	DEC.L #2,ERd	L	2						ERd32-2	ERd32		↑	↑	↑	↑		1
DAS	DAS Rd	B	2						Rd8 10進補正	Rd8		*	↑	↑	*	↑	1
MULXU	MULXU.B Rs,Rd	B	2						Rd8 x Rs8	Rd16 (符号なし乗算)							12
	MULXU.W Rs,ERd	W	2						Rd16 x Rs16	ERd32 (符号なし乗算)							20
MULXS	MULXS.B Rs,Rd	B	4						Rd8 x Rs8	Rd16 (符号付き乗算)		↑	↑				13
	MULXS.W Rs,ERd	W	4						Rd16 x Rs16	ERd32 (符号付き乗算)		↑	↑				21
DIVXU	DIVXU.B Rs,Rd	B	2						Rd16 ÷ Rs8	Rd16 (RdH: 余り, RdL: 高) (符号なし除算)		6	↑	7			12
	DIVXU.W Rs,ERd	W	2						ERd32 ÷ Rs16	ERd32 (Ed: 余り, Rd: 高) (符号なし除算)		6	↑	7			20
DIVXS	DIVXS.B Rs,Rd	B	4						Rd16 ÷ Rs8	Rd16 (RdH: 余り, RdL: 高) (符号付き除算)		8	↑	7			13
	DIVXS.W Rs,ERd	W	4						ERd32 ÷ Rs16	ERd32 (Ed: 余り, Rd: 高) (符号付き除算)		8	↑	7			21
CMP	CMP.B #xx:8,Rd	B	2						Rd8-#xx:8			↑	↑	↑	↑	↑	1
	CMP.B Rs,Rd	B	2						Rd8-Rs8			↑	↑	↑	↑	↑	1
	CMP.W #xx:16,Rd	W	4						Rd16-#xx:16			3	↑	↑	↑	↑	2
	CMP.W Rs,Rd	W	4						Rd16-Rs16			3	↑	↑	↑	↑	1
	CMP.L #xx:32,ERd	L	6						ERd32-#xx:32			4	↑	↑	↑	↑	3
	CMP.L ERs,ERd	L	6						ERd32-ERs32			4	↑	↑	↑	↑	1
NEG	NEG.B Rd	B	2						0-Rd8	Rd8		↑	↑	↑	↑	↑	1
	NEG.W Rd	W	2						0-Rd16	Rd16		↑	↑	↑	↑	↑	1
	NEG.L ERd	L	2						0-ERd32	ERd32		↑	↑	↑	↑	↑	1
EXTU	EXTU.W Rd	W	2						0 (<ビット15-8> of Rd16)		0	↑	0				1
	EXTU.L ERd	L	2						0 (<ビット31-16> of ERd32)		0	↑	0				1
EXTS	EXTS.W Rd	W	2						(<ビット7> of Rd16)		↑	↑	0				1
	EXTS.L ERd	L	2						(<ビット15-8> of Rd16)		↑	↑	0				1
TAS	TAS @ERd ^{#3}	B							@ERd-0 CCRセット,(1)			↑	↑	0			4
									(<ビット7> of @ERd)								
MAC	MAC @ERn+, @ERm+																
CLRMAC	CLRMAC																
LDMAC	LDMAC ERs, MACH																
	LDMAC ERs, MACL																
STMAC	STMAC MACH, ERd																
	STMAC MACL, ERd																

本LSIでは使用できません。

[2]

(3) 論理演算命令

ニーモニック	サイズ	アドレッシングモード / 命令長 (バイト)								オペレーション	コンディションコード					実行 ステート数 ^{#1}	
		#xx	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@.ERn/@ERn+	@aa	@(d,PC)	@@aa		I	H	N	Z	V		C
AND	AND.B #xx:8,Rd	B	2							Rd8^#xx:8 Rd8					0		1
	AND.B Rs,Rd	B	2							Rd8^Rs8 Rd8					0		1
	AND.W #xx:16,Rd	W	4							Rd16^#xx:16 Rd16					0		2
	AND.W Rs,Rd	W	4							Rd16^Rs16 Rd16					0		1
	AND.L #xx:32,ERd	L	6							ERd32^#xx:32 ERd32					0		3
AND.L ERs,ERd	L	4							ERd32^ERs32 ERd32					0		2	
OR	OR.B #xx:8,Rd	B	2							Rd8v#xx:8 Rd8					0		1
	OR.B Rs,Rd	B	2							Rd8vRs8 Rd8					0		1
	OR.W #xx:16,Rd	W	4							Rd16v#xx:16 Rd16					0		2
	OR.W Rs,Rd	W	4							Rd16vRs16 Rd16					0		1
	OR.L #xx:32,ERd	L	6							ERd32v#xx:32 ERd32					0		3
OR.L ERs,ERd	L	4							ERd32vERs32 ERd32					0		2	
XOR	XOR.B #xx:8,Rd	B	2							Rd8@#xx:8 Rd8					0		1
	XOR.B Rs,Rd	B	2							Rd8@Rs8 Rd8					0		1
	XOR.W #xx:16,Rd	W	4							Rd16@#xx:16 Rd16					0		2
	XOR.W Rs,Rd	W	4							Rd16@Rs16 Rd16					0		1
	XOR.L #xx:32,ERd	L	6							ERd32@#xx:32 ERd32					0		3
XOR.L ERs,ERd	L	4							ERd32@ERs32 ERd32					0		2	
NOT	NOT.B Rd	B	2							~ Rd8 Rd8					0		1
	NOT.W Rd	W	4							~ Rd16 Rd16					0		1
	NOT.L ERd	L	6							~ ERd32 ERd32					0		1

(4) シフト命令

二ーモニック	サイズ	アドレッシングモード / 命令長 (バイト)							オペレーション	コンディションコード					実行 ステート数*1 アドバンスト		
		#xx	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@-ERn@ERn+	@aa	@(d,PC)		@aa	I	H	N	Z		V	C
SHAL	SHAL.B Rd	B	2													1	
	SHAL.B #2,Rd	B	2														1
	SHAL.W Rd	W	2														1
	SHAL.W #2,Rd	W	2														1
	SHAL.L ERd	L	2														1
	SHAL.L #2,ERd	L	2														1
SHAR	SHAR.B Rd	B	2													1	
	SHAR.B #2,Rd	B	2														1
	SHAR.W Rd	W	2														1
	SHAR.W #2,Rd	W	2														1
	SHAR.L ERd	L	2														1
	SHAR.L #2,ERd	L	2														1
SHLL	SHLL.B Rd	B	2													1	
	SHLL.B #2,Rd	B	2														1
	SHLL.W Rd	W	2														1
	SHLL.W #2,Rd	W	2														1
	SHLL.L ERd	L	2														1
	SHLL.L #2,ERd	L	2														1
SHLR	SHLR.B Rd	B	2													1	
	SHLR.B #2,Rd	B	2														1
	SHLR.W Rd	W	2														1
	SHLR.W #2,Rd	W	2														1
	SHLR.L ERd	L	2														1
	SHLR.L #2,ERd	L	2														1
ROTXL	ROTXL.B Rd	B	2													1	
	ROTXL.B #2,Rd	B	2														1
	ROTXL.W Rd	W	2														1
	ROTXL.W #2,Rd	W	2														1
	ROTXL.L ERd	L	2														1
	ROTXL.L #2,ERd	L	2														1
ROTXR	ROTXR.B Rd	B	2													1	
	ROTXR.B #2,Rd	B	2														1
	ROTXR.W Rd	W	2														1
	ROTXR.W #2,Rd	W	2														1
	ROTXR.L ERd	L	2														1
	ROTXR.L #2,ERd	L	2														1
ROTL	ROTL.B Rd	B	2													1	
	ROTL.B #2,Rd	B	2														1
	ROTL.W Rd	W	2														1
	ROTL.W #2,Rd	W	2														1
	ROTL.L ERd	L	2														1
	ROTL.L #2,ERd	L	2														1
ROTR	ROTR.B Rd	B	2													1	
	ROTR.B #2,Rd	B	2														1
	ROTR.W Rd	W	2														1
	ROTR.W #2,Rd	W	2														1
	ROTR.L ERd	L	2														1
	ROTR.L #2,ERd	L	2														1

(5) ビット操作命令

ニーモニック	サイズ	アドレッシングモード/命令長 (バイト)							オペレーション	コンディションコード					実行 スタート数*1		
		#xx	Rn	@ERn	@ (d)ERn	@-ERn/@ERn+	@aa	@ (d)PC		@aa	I	H	N	Z		V	C
BSET	BSET #xx:3,Rd	B	2						(#xx:3 of Rd) 1								1
	BSET #xx:3,@ERd	B	4						(#xx:3 of @ERd) 1								4
	BSET #xx:3,@aa:8	B					4		(#xx:3 of @aa:8) 1								4
	BSET #xx:3,@aa:16	B					6		(#xx:3 of @aa:16) 1								5
	BSET #xx:3,@aa:32	B					8		(#xx:3 of @aa:32) 1								6
	BSET Rn,Rd	B	2						(Rn8 of Rd) 1								1
	BSET Rn,@ERd	B	4						(Rn8 of @ERd) 1								4
	BSET Rn,@aa:8	B					4		(Rn8 of @aa:8) 1								4
	BSET Rn,@aa:16	B					6		(Rn8 of @aa:16) 1								5
	BSET Rn,@aa:32	B					8		(Rn8 of @aa:32) 1								6
BCLR	BCLR #xx:3,Rd	B	2						(#xx:3 of Rd) 0								1
	BCLR #xx:3,@ERd	B	4						(#xx:3 of @ERd) 0								4
	BCLR #xx:3,@aa:8	B					4		(#xx:3 of @aa:8) 0								4
	BCLR #xx:3,@aa:16	B					6		(#xx:3 of @aa:16) 0								5
	BCLR #xx:3,@aa:32	B					8		(#xx:3 of @aa:32) 0								6
	BCLR Rn,Rd	B	2						(Rn8 of Rd) 0								1
	BCLR Rn,@ERd	B	4						(Rn8 of @ERd) 0								4
	BCLR Rn,@aa:8	B					4		(Rn8 of @aa:8) 0								4
	BCLR Rn,@aa:16	B					6		(Rn8 of @aa:16) 0								5
	BCLR Rn,@aa:32	B					8		(Rn8 of @aa:32) 0								6
BNOT	BNOT #xx:3,Rd	B	2						(#xx:3 of Rd) [-(#xx:3 of Rd)]								1
	BNOT #xx:3,@ERd	B	4						(#xx:3 of @ERd) [-(#xx:3 of @ERd)]								4
	BNOT #xx:3,@aa:8	B					4		(#xx:3 of @aa:8) [-(#xx:3 of @aa:8)]								4
	BNOT #xx:3,@aa:16	B					6		(#xx:3 of @aa:16) [-(#xx:3 of @aa:16)]								5
	BNOT #xx:3,@aa:32	B					8		(#xx:3 of @aa:32) [-(#xx:3 of @aa:32)]								6
	BNOT Rn,Rd	B	2						(Rn8 of Rd) [- (Rn8 of Rd)]								1
	BNOT Rn,@ERd	B	4						(Rn8 of @ERd) [- (Rn8 of @ERd)]								4
	BNOT Rn,@aa:8	B					4		(Rn8 of @aa:8) [- (Rn8 of @aa:8)]								4
	BNOT Rn,@aa:16	B					6		(Rn8 of @aa:16) [- (Rn8 of @aa:16)]								5
	BNOT Rn,@aa:32	B					8		(Rn8 of @aa:32) [- (Rn8 of @aa:32)]								6
BTST	BTST #xx:3,Rd	B	2						~(#xx:3 of Rd) Z								1
	BTST #xx:3,@ERd	B	4						~(#xx:3 of @ERd) Z								3
	BTST #xx:3,@aa:8	B					4		~(#xx:3 of @aa:8) Z								3
	BTST #xx:3,@aa:16	B					6		~(#xx:3 of @aa:16) Z								4
	BTST #xx:3,@aa:32	B					8		~(#xx:3 of @aa:32) Z								5
	BTST Rn,Rd	B	2						~(Rn8 of Rd) Z								1
	BTST Rn,@ERd	B	4						~(Rn8 of @ERd) Z								3
	BTST Rn,@aa:8	B					4		~(Rn8 of @aa:8) Z								3
	BTST Rn,@aa:16	B					6		~(Rn8 of @aa:16) Z								4
	BTST Rn,@aa:32	B					8		~(Rn8 of @aa:32) Z								5
BLD	BLD #xx:3,Rd	B	2						(#xx:3 of Rd) C								1
	BLD #xx:3,@ERd	B	4						(#xx:3 of @ERd) C								3
	BLD #xx:3,@aa:8	B					4		(#xx:3 of @aa:8) C								3
	BLD #xx:3,@aa:16	B					6		(#xx:3 of @aa:16) C								4
	BLD #xx:3,@aa:32	B					8		(#xx:3 of @aa:32) C								5
BILD	BILD #xx:3,Rd	B	2						~(#xx:3 of Rd) C								1
	BILD #xx:3,@ERd	B	4						~(#xx:3 of @ERd) C								3
	BILD #xx:3,@aa:8	B					4		~(#xx:3 of @aa:8) C								3
	BILD #xx:3,@aa:16	B					6		~(#xx:3 of @aa:16) C								4
	BILD #xx:3,@aa:32	B					8		~(#xx:3 of @aa:32) C								5
BST	BST #xx:3,Rd	B	2						C (#xx:3 of Rd)								1
	BST #xx:3,@ERd	B	4						C (#xx:3 of @ERd)								4
	BST #xx:3,@aa:8	B					4		C (#xx:3 of @aa:8)								4
	BST #xx:3,@aa:16	B					6		C (#xx:3 of @aa:16)								5
	BST #xx:3,@aa:32	B					8		C (#xx:3 of @aa:32)								6
BIST	BIST #xx:3,Rd	B	2						~C (#xx:3 of Rd)								1
	BIST #xx:3,@ERd	B	4						~C (#xx:3 of @ERd)								4
	BIST #xx:3,@aa:8	B					4		~C (#xx:3 of @aa:8)								4
	BIST #xx:3,@aa:16	B					6		~C (#xx:3 of @aa:16)								5
	BIST #xx:3,@aa:32	B					8		~C (#xx:3 of @aa:32)								6
BAND	BAND #xx:3,Rd	B	2						C^(#xx:3 of Rd) C								1
	BAND #xx:3,@ERd	B	4						C^(#xx:3 of @ERd) C								3
	BAND #xx:3,@aa:8	B					4		C^(#xx:3 of @aa:8) C								3
	BAND #xx:3,@aa:16	B					6		C^(#xx:3 of @aa:16) C								4
	BAND #xx:3,@aa:32	B					8		C^(#xx:3 of @aa:32) C								5

付録

ニーモニック	サイズ	アドレッシングモード / 命令長 (バイト)								オペレーション	コンディションコード					実行 ステート数#1
		#xx	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d,PC)	@@aa		I	H	N	Z	V	
			2	4			4	6	8							
BIAND	BIAND #xx:3,Rd	B								C \wedge [~(#xx:3 of Rd8)] C						1
	BIAND #xx:3,@ERd	B		4						C \wedge [~(#xx:3 of @ERd)] C						3
	BIAND #xx:3,@aa:8	B					4			C \wedge [~(#xx:3 of @aa:8)] C						3
	BIAND #xx:3,@aa:16	B					6			C \wedge [~(#xx:3 of @aa:16)] C						4
	BIAND #xx:3,@aa:32	B					8			C \wedge [~(#xx:3 of @aa:32)] C						5
BOR	BOR #xx:3,Rd	B	2							Cv(#xx:3 of Rd8) C						1
	BOR #xx:3,@ERd	B		4						Cv(#xx:3 of @ERd) C						3
	BOR #xx:3,@aa:8	B					4			Cv(#xx:3 of @aa:8) C						3
	BOR #xx:3,@aa:16	B					6			Cv(#xx:3 of @aa:16) C						4
	BOR #xx:3,@aa:32	B					8			Cv(#xx:3 of @aa:32) C						5
BIOR	BIOR #xx:3,Rd	B	2							Cv [~(#xx:3 of Rd8)] C						1
	BIOR #xx:3,@ERd	B		4						Cv [~(#xx:3 of @ERd)] C						3
	BIOR #xx:3,@aa:8	B					4			Cv [~(#xx:3 of @aa:8)] C						3
	BIOR #xx:3,@aa:16	B					6			Cv [~(#xx:3 of @aa:16)] C						4
	BIOR #xx:3,@aa:32	B					8			Cv [~(#xx:3 of @aa:32)] C						5
BXOR	BXOR #xx:3,Rd	B	2							C \oplus (#xx:3 of Rd8) C						1
	BXOR #xx:3,@ERd	B		4						C \oplus (#xx:3 of @ERd) C						3
	BXOR #xx:3,@aa:8	B					4			C \oplus (#xx:3 of @aa:8) C						3
	BXOR #xx:3,@aa:16	B					6			C \oplus (#xx:3 of @aa:16) C						4
	BXOR #xx:3,@aa:32	B					8			C \oplus (#xx:3 of @aa:32) C						5
BIXOR	BIXOR #xx:3,Rd	B	2							C \oplus [~(#xx:3 of Rd8)] C						1
	BIXOR #xx:3,@ERd	B		4						C \oplus [~(#xx:3 of @ERd)] C						3
	BIXOR #xx:3,@aa:8	B					4			C \oplus [~(#xx:3 of @aa:8)] C						3
	BIXOR #xx:3,@aa:16	B					6			C \oplus [~(#xx:3 of @aa:16)] C						4
	BIXOR #xx:3,@aa:32	B					8			C \oplus [~(#xx:3 of @aa:32)] C						5

(6) 分岐命令

二一モニツク	サイズ	アドレッシングモード / 命令長 (バイト)								オペレーション	コンディションコード						実行ステート数*1		
		#xx	Rn	@ERn	@ (d,ERn)	@ -ERn/@ERn+	@aa	@ (d,PC)	@ @aa		分岐条件	I	H	N	Z	V		C	アドバンスト
Bcc	BRA d:8(BT d:8)							2		if condition is true then PC PC + d else next;	Always							2	
	BRA d:16(BT d:16)							4			Never							3	
	BRN d:8(BF d:8)							2			CvZ=0							2	
	BRN d:16(BF d:16)							4			CvZ=1							3	
	BHI d:8							2			C=0							2	
	BHI d:16							4			C=1							3	
	BLS d:8							2			Z=0							2	
	BLS d:16							4			Z=1							3	
	BCC d:8(BHS d:8)							2			V=0							2	
	BCC d:16(BHS d:16)							4			V=1							3	
	BCS d:8(BLO d:8)							2			N=0							2	
	BCS d:16(BLO d:16)							4			N=1							3	
	BNE d:8							2			N@V=0							2	
	BNE d:16							4			N@V=1							3	
	BEQ d:8							2			Zv(N@V)=0							2	
	BEQ d:16							4			Zv(N@V)=1							3	
	BVC d:8							2										2	
	BVC d:16							4										3	
	BVS d:8							2										2	
	BVS d:16							4										3	
	BPL d:8							2										2	
	BPL d:16							4										3	
	BMI d:8							2										2	
	BMI d:16							4										3	
	BGE d:8							2										2	
	BGE d:16							4										3	
	BLT d:8							2										2	
	BLT d:16							4										3	
	BGT d:8							2										2	
	BGT d:16							4										3	
BLE d:8							2									2			
BLE d:16							4									3			
JMP	JMP @ERn			2						PC ERn							2		
	JMP @aa:24						4			PC aa:24							3		
	JMP @aa:8							2		PC @aa:8							5		
BSR	BSR d:8						2			PC @-SP,PC PC+d:8							4		
	BSR d:16						4			PC @-SP,PC PC+d:16							5		
JSR	JSR @ERn			2						PC @-SP,PC ERn							4		
	JSR @aa:24						4			PC @-SP,PC aa:24							5		
	JSR @aa:8							2		PC @-SP,PC @aa:8							6		
RTS	RTS							2		PC @SP+							5		

(7) システム制御命令

二ノモニツク	サイズ	アドレッシングモード/命令長(バイト)							オペレーション	コンディションコード					実行ステート数	
		#xx	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d,PC)		@aa	I	H	N	Z		V
		アドバンスト														
TRAPA	TRAPA #xx:2								PC @-SP,CCR @-SP,EXR @-SP,<ベクタ> PC	1						8[9]
RTE	RTE								EXR @SP+,CCR @SP+,PC @SP+	↑	↑	↑	↑	↑	↑	5[9]
SLEEP	SLEEP								低消費電力状態に遷移							2
LDC	LDC #xx:8,CCR	B	2						#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1
	LDC #xx:8,EXR	B	4						#xx:8 EXR							2
	LDC Rs,CCR	B	2						Rs8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1
	LDC Rs,EXR	B	2						Rs8 EXR							1
	LDC @ERs,CCR	W		4					@ERs CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	3
	LDC @ERs,EXR	W		4					@ERs EXR							3
	LDC @(d:16,ERs),CCR	W			6				@(d:16,ERs) CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	4
	LDC @(d:16,ERs),EXR	W			6				@(d:16,ERs) EXR							4
	LDC @(d:32,ERs),CCR	W			10				@(d:32,ERs) CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	6
	LDC @(d:32,ERs),EXR	W			10				@(d:32,ERs) EXR							6
	LDC @ERs+,CCR	W				4			@ERs CCR,ERs32+2 ERs32	↑	↑	↑	↑	↑	↑	4
	LDC @ERs+,EXR	W				4			@ERs EXR,ERs32+2 ERs32							4
	LDC @aa:16,CCR	W					6		@aa:16 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	4
	LDC @aa:16,EXR	W					6		@aa:16 EXR							4
	LDC @aa:32,CCR	W						8	@aa:32 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	5
LDC @aa:32,EXR	W						8	@aa:32 EXR							5	
STC	STC CCR,Rd	B	2						CCR Rd8							1
	STC EXR,Rd	B	2						EXR Rd8							1
	STC CCR,@ERd	W		4					CCR @ERd							3
	STC EXR,@ERd	W		4					EXR @ERd							3
	STC CCR,@(d:16,ERd)	W			6				CCR @(d:16,ERd)							4
	STC EXR,@(d:16,ERd)	W			6				EXR @(d:16,ERd)							4
	STC CCR,@(d:32,ERd)	W			10				CCR @(d:32,ERd)							6
	STC EXR,@(d:32,ERd)	W			10				EXR @(d:32,ERd)							6
	STC CCR,@-ERd	W				4			ERd32-2 ERd32,CCR @ERd							4
	STC EXR,@-ERd	W				4			ERd32-2 ERd32,EXR @ERd							4
	STC CCR,@aa:16	W					6		CCR @aa:16							4
	STC EXR,@aa:16	W					6		EXR @aa:16							4
	STC CCR,@aa:32	W						8	CCR @aa:32							5
STC EXR,@aa:32	W						8	EXR @aa:32							5	
ANDC	ANDC #xx:8,CCR	B	2						CCR^#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1
	ANDC #xx:8,EXR	B	4						EXR^#xx:8 EXR							2
ORC	ORC #xx:8,CCR	B	2						CCRv#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1
	ORC #xx:8,EXR	B	4						EXRv#xx:8 EXR							2
XORC	XORC #xx:8,CCR	B	2						CCR@#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑	1
	XORC #xx:8,EXR	B	4						EXR@#xx:8 EXR							2
NOP	NOP							2	PC PC+2							1

(8) ブロック転送命令

ニーモニック	サイズ	アドレッシングモード / 命令長 (バイト)								オペレーション	コンディションコード						実行ステート数*1	
		#XX	Rn	@ERn	@(d,ERn)	@-ERn@ERn+	@aa	@(d,PC)	@@aa		I	H	N	Z	V	C		
		アドバンスト																
EEPMOV	EEPMOV.B									4	if R4L≠0 Repeat @ER5 @ER6 ER5+1 ER5 ER6+1 ER6 R4L-1 R4L Until R4L=0 else next;							4+2n *2
	EEPMOV.W									4	if R4≠0 Repeat @ER5 @ER6 ER5+1 ER5 ER6+1 ER6 R4-1 R4 Until R4=0 else next;							4+2n *2

- 【注】 *1 実行ステート数は、命令コードおよびオペランドが内蔵メモリに存在する場合の値です。
 *2 nはR4LまたはR4の初期設定値です。
 *3 TAS命令を使用する場合は、レジスタER0、ER1、ER4、ER5を使用してください。
 [1] 復帰 / 退避レジスタ数が2本のとき7ステート、3本のとき9ステート、4本のとき11ステートになります。
 [2] 本LSIでは使用できません。
 [3] ビット11から桁上がりまたはビット11へ桁下がりが発生したとき1にセットされ、それ以外のとき0にクリアされます。
 [4] ビット27から桁上がりまたはビット27へ桁下がりが発生したとき1にセットされ、それ以外のとき0にクリアされます。
 [5] 演算結果が0 (ゼロ) のとき、演算前の値を保持し、それ以外のとき0にクリアされます。
 [6] 除数が負のとき1にセットされ、それ以外のとき0にクリアされます。
 [7] 除数が0 (ゼロ) のとき1にセットされ、それ以外のとき0にクリアされます。
 [8] 商が負のとき1にセットされ、それ以外のとき0にクリアされます。
 [9] EXRが有効のとき、実行ステート数は1ステート多くなります。

A.2 命令コード一覧

表 A.2 命令コード一覧

命令	二一モニック	サイズ	インストラクションフォーマット																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
ADD	ADD.B #xx:8,Rd	B 8	rd	IMM																
	ADD.B Rs,Rd	B 0	8	rs	rd															
	ADD.W #xx:16,Rd	W 7	9	1	rd	IMM														
	ADD.W Rs,Rd	W 0	9	9	rs	rd														
	ADD.L #xx:32,ERd	L 7	A	1	0:erd		IMM													
ADDS	ADDS #1,ERd	L 0	A	1	ers:0:erd															
	ADDS #2,ERd	L 0	B	8	0:erd															
	ADDS #4,ERd	L 0	B	9	0:erd															
	ADDS #xx:8,Rd	B 9	rd	IMM																
AND	ANDX.Rs,Rd	B 0	E	rs	rd															
	AND.B #xx:8,Rd	B E	rd	IMM																
	AND.B Rs,Rd	B 1	6	rs	rd															
	AND.W #xx:16,Rd	W 7	9	6	rd															
	AND.W Rs,Rd	W 6	6	rs	rd															
	AND.L #xx:32,ERd	L 7	A	6	0:erd			IMM												
	AND.L ERs,ERd	L 0	1	F	0	6:6:ers:0:erd														
ANDC	ANDC #xx:8,CCR	B 0	6	IMM																
	ANDC #xx:8,EXR	B 0	1	4	1	0	IMM													
BAND	BAND #xx:3,Rd	B 7	6	0:IMM:rd																
	BAND #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd:0	7	6	0:IMM:0													
	BAND #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs	7	6	0:IMM:0													
	BAND #xx:3,@aa:16	B 6	A	1	0	abs	7	6	0:IMM:0											
	BAND #xx:3,@aa:32	B 6	A	3	0	abs	7	6	0:IMM:0											
Bcc	BRA.d:8 (BT.d:8)	-	4	0	disp															
	BRA.d:16 (BT.d:16)	-	5	8	0	0	disp													
	BRN.d:8 (BF.d:8)	-	4	1	disp															
	BRN.d:16 (BF.d:16)	-	5	8	1	0	disp													
	BHI.d:8	-	4	2	disp															
	BHI.d:16	-	5	8	2	0	disp													
	BLS.d:8	-	4	3	disp															
	BLS.d:16	-	5	8	3	0	disp													
	BCC.d:8 (BHS.d:8)	-	4	4	disp															
	BCC.d:16 (BHS.d:16)	-	5	8	4	0	disp													
	BCS.d:8 (BLO.d:8)	-	4	5	disp															
	BCS.d:16 (BLO.d:16)	-	5	8	5	0	disp													
	BNE.d:8	-	4	6	disp															
	BNE.d:16	-	5	8	6	0	disp													
	BEQ.d:8	-	4	7	disp															
BEQ.d:16	-	5	8	7	0	disp														
BVC.d:8	-	4	8	disp																
BVC.d:16	-	5	8	8	0	disp														
BVS.d:8	-	4	9	disp																
BVS.d:16	-	5	8	9	0	disp														

命令	二モニック	サイズ	インストラクションフォーマット																		
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト									
Bcc (続き)	BPL d:8	- 4	A	disp																	
	BPL d:16	- 5	A	0	disp																
	BMI d:8	- 4	B	disp																	
	BMI d:16	- 5	B	0	disp																
	BGE d:8	- 4	C	disp																	
	BGE d:16	- 5	C	0	disp																
	BLT d:8	- 4	D	disp																	
	BLT d:16	- 5	D	0	disp																
	BGT d:8	- 4	E	disp																	
	BGT d:16	- 5	E	0	disp																
	BLE d:8	- 4	F	disp																	
	BLE d:16	- 5	F	0	disp																
	BCLR	BCLR #xx:3,Rd	B 7	2	0:IMM; rd																
		BCLR #xx:3,@ERd	B 7	2	0:IMM; 0	7	2	0:IMM; 0													
BCLR #xx:3,@aa:8		B 7	F	abs	7	2	0:IMM; 0														
BCLR #xx:3,@aa:16		B 6	A	1 8	abs	7	2	0:IMM; 0													
BCLR #xx:3,@aa:32		B 6	A	3 8	abs																
BCLR Rn,Rd		B 6	2	rd																	
BCLR Rn,@ERd		B 7	D	0:erd; 0	6	2	m; 0														
BCLR Rn,@aa:8		B 7	F	abs	6	2	m; 0														
BCLR Rn,@aa:16		B 6	A	1 8	abs	6	2	m; 0													
BCLR Rn,@aa:32		B 6	A	3 8	abs																
BIAND	BIAND #xx:3,Rd	B 7	6	1:IMM; rd																	
	BIAND #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd; 0	7	6	1:IMM; 0														
	BIAND #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs	7	6	1:IMM; 0														
	BIAND #xx:3,@aa:16	B 6	A	1 0	abs	7	6	1:IMM; 0													
	BIAND #xx:3,@aa:32	B 6	A	3 0	abs																
	BILD #xx:3,Rd	B 7	7	1:IMM; rd																	
BILD	BILD #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd; 0	7	7	1:IMM; 0														
	BILD #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs	7	7	1:IMM; 0														
	BILD #xx:3,@aa:16	B 6	A	1 0	abs	7	7	1:IMM; 0													
	BILD #xx:3,@aa:32	B 6	A	3 0	abs																
	BIOR #xx:3,Rd	B 7	4	1:IMM; rd																	
	BIOR #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd; 0	7	4	1:IMM; 0														
BIST	BIOR #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs	7	4	1:IMM; 0														
	BIOR #xx:3,@aa:16	B 6	A	1 0	abs	7	4	1:IMM; 0													
	BIOR #xx:3,@aa:32	B 6	A	3 0	abs																
	BIST #xx:3,Rd	B 6	7	1:IMM; rd																	
	BIST #xx:3,@ERd	B 7	D	0:erd; 0	6	7	1:IMM; 0														
	BIST #xx:3,@aa:8	B 7	F	abs	6	7	1:IMM; 0														
	BIST #xx:3,@aa:16	B 6	A	1 8	abs	6	7	1:IMM; 0													
	BIST #xx:3,@aa:32	B 6	A	3 8	abs																

命令	二一モニック	サイズ	インストラクションフォーマット																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
BIXOR	BIXOR #xx:3,Rd	B 7 5	1:IMM# rd																	
	BIXOR #xx:3,@ERd	B 7 C	0:erd 0	7 5	1:IMM# 0															
	BIXOR #xx:3,@aa:8	B 7 E	abs	7 5	1:IMM# 0															
	BIXOR #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 0	abs	7 5	1:IMM# 0														
	BIXOR #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 0	abs																
BLD	BLD #xx:3,Rd	B 7 7	0:IMM# rd																	
	BLD #xx:3,@ERd	B 7 C	0:erd 0	7 7	0:IMM# 0															
	BLD #xx:3,@aa:8	B 7 E	abs	7 7	0:IMM# 0															
	BLD #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 0	abs	7 7	0:IMM# 0														
	BLD #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 0	abs																
BNOT	BNOT #xx:3,Rd	B 7 1	0:IMM# rd																	
	BNOT #xx:3,@ERd	B 7 D	0:erd 0	7 1	0:IMM# 0															
	BNOT #xx:3,@aa:8	B 7 F	abs	7 1	0:IMM# 0															
	BNOT #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 8	abs	7 1	0:IMM# 0														
	BNOT #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 8	abs																
	BNOT Rn,Rd	B 6 1	rn rd																	
	BNOT Rn,@ERd	B 7 D	0:erd 0	6 1	rn 0															
	BNOT Rn,@aa:8	B 7 F	abs	6 1	rn 0															
	BNOT Rn,@aa:16	B 6 A	1 8	abs	6 1	rn 0														
	BNOT Rn,@aa:32	B 6 A	3 8	abs																
BOR	BOR #xx:3,Rd	B 7 4	0:IMM# rd																	
	BOR #xx:3,@ERd	B 7 C	0:erd 0	7 4	0:IMM# 0															
	BOR #xx:3,@aa:8	B 7 E	abs	7 4	0:IMM# 0															
	BOR #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 0	abs	7 4	0:IMM# 0														
	BOR #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 0	abs																
BSET	BSET #xx:3,Rd	B 7 0	0:IMM# rd																	
	BSET #xx:3,@ERd	B 7 D	0:erd 0	7 0	0:IMM# 0															
	BSET #xx:3,@aa:8	B 7 F	abs	7 0	0:IMM# 0															
	BSET #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 8	abs	7 0	0:IMM# 0														
	BSET #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 8	abs																
BSR	BSET Rn,Rd	B 6 0	rn rd																	
	BSET Rn,@ERd	B 7 D	0:erd 0	6 0	rn 0															
	BSET Rn,@aa:8	B 7 F	abs	6 0	rn 0															
	BSET Rn,@aa:16	B 6 A	1 8	abs	6 0	rn 0														
	BSET Rn,@aa:32	B 6 A	3 8	abs																
	BSR d:8	- 5 5	disp																	
	BSR d:16	- 5 C	0 0	disp																
	BST #xx:3,Rd	B 6 7	0:IMM# rd																	
	BST #xx:3,@ERd	B 7 D	0:erd 0	6 7	0:IMM# 0															
	BST #xx:3,@aa:8	B 7 F	abs	6 7	0:IMM# 0															
BST #xx:3,@aa:16	B 6 A	1 8	abs	6 7	0:IMM# 0															
BST #xx:3,@aa:32	B 6 A	3 8	abs																	

命令	ニーモニック	サイズ	インストラクションフォーマット																		
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト									
BTST	BTST #xx:3,Rd	B 7	3	0:IMM# rd																	
	BTST #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd	0	7	3	0:IMM# 0													
	BTST #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs		7	3	0:IMM# 0													
	BTST #xx:3,@aa:16	B 6	A	1	0			abs													
	BTST #xx:3,@aa:32	B 6	A	3	0			abs													
	BTST Rn,Rd	B 6	3	rn	rd																
BXOR	BTST Rn,@ERd	B 7	C	0:erd	0	6	3	rn	0												
	BTST Rn,@aa:8	B 7	E	abs		6	3	rn	0												
	BTST Rn,@aa:16	B 6	A	1	0			abs													
	BTST Rn,@aa:32	B 6	A	3	0			abs													
	BXOR #xx:3,Rd	B 7	5	0:IMM# rd																	
	BXOR #xx:3,@ERd	B 7	C	0:erd	0	7	5	0:IMM# 0													
CLRMAC	BXOR #xx:3,@aa:8	B 7	E	abs		7	5	0:IMM# 0													
	BXOR #xx:3,@aa:16	B 6	A	1	0			abs													
	BXOR #xx:3,@aa:32	B 6	A	3	0			abs													
	CLRMAC	-	本LSIでは使用できません。																		
	CMP	CMP,B #xx:8,Rd	B A	rd	IMM																
	CMP	CMP,B Rs,Rd	B 1	C	rs	rd															
CMP,W #xx:16,Rd		W 7	9	2	rd			IMM													
CMP,W Rs,Rd		W 1	D	rs	rd																
CMP,L #xx:32,ERd		L 7	A	2	0:erd				IMM												
CMP,L ERs,ERd		L 1	F	1:ers	0:erd																
DAA		DAA Rd	B 0	F	0	rd															
DAS	DAS Rd	B 1	F	0	rd																
	DEC,B Rd	B 1	A	0	rd																
	DEC,W #1,Rd	W 1	B	5	rd																
	DEC,W #2,Rd	W 1	B	D	rd																
	DEC,L #1,ERd	L 1	B	7	0:erd																
	DEC,L #2,ERd	L 1	B	F	0:erd																
DIVXS	DIVXS,B Rs,Rd	B 0	1	D	0	5	1	rs	rd												
	DIVXS,W Rs,ERd	W 0	1	D	0	5	3	rs	0:erd												
	DIVXU,B Rs,Rd	B 5	1	rs	rd																
	DIVXU,W Rs,ERd	W 5	3	rs	0:erd																
	EEPMOV	EEPMOV,B	-	7	B	5	C	5	9	8	F										
	EXTS	EXTS,W Rd	W 1	7	D	rd															
EXTU	EXTS,L ERd	L 1	7	F	0:erd																
	EXTU,W Rd	W 1	7	5	rd																
EXTU,L ERd	L 1	7	7	0:erd																	

命令	二モニック	サイズ	インストラクションフォーマット																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
INC	INC.B Rd	B	0	A	0	rd														
	INC.W #1,Rd	W	0	B	5	rd														
	INC.W #2,Rd	W	0	B	D	rd														
	INC.L #1,ERd	L	0	B	7	0:erd														
	INC.L #2,ERd	L	0	B	F	0:erd														
	JMP @ERn	-	5	9	0:ern	0														
JMP	JMP @aa:24	-	5	A		abs														
	JMP @aa:8	-	5	B	abs															
JSR	JSR @ERn	-	5	D	0:ern	0														
	JSR @aa:24	-	5	E		abs														
JSR	JSR @aa:8	-	5	F	abs															
	LDC #xx:8,CCR	B	0	7	IMM															
LDC	LDC #xx:8,EXR	B	0	1	4	1	0	7	IMM											
	LDC Rs,CCR	B	0	3	0	rs														
	LDC Rs,EXR	B	0	3	1	rs														
	LDC @ERs,CCR	W	0	1	4	0	6	9	0:ers	0										
	LDC @ERs,EXR	W	0	1	4	1	6	9	0:ers	0										
	LDC @(d:16,ERs),CCR	W	0	1	4	0	6	F	0:ers	0										
	LDC @(d:16,ERs),EXR	W	0	1	4	1	6	F	0:ers	0										
	LDC @(d:32,ERs),CCR	W	0	1	4	0	7	8	0:ers	0										
	LDC @(d:32,ERs),EXR	W	0	1	4	1	7	8	0:ers	0										
	LDC @ERs+,CCR	W	0	1	4	0	6	D	0:ers	0										
	LDC @ERs+,EXR	W	0	1	4	1	6	D	0:ers	0										
	LDC @aa:16,CCR	W	0	1	4	0	6	B	0	0										
	LDC @aa:16,EXR	W	0	1	4	1	6	B	0	0										
	LDC @aa:32,CCR	W	0	1	4	0	6	B	2	0										
LDC @aa:32,EXR	W	0	1	4	1	6	B	2	0											
LDM	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+1)	L	0	1	1	0	6	D	7	0:ern+1										
	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+2)	L	0	1	2	0	6	D	7	0:ern+2										
	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+3)	L	0	1	3	0	6	D	7	0:ern+3										
LDMAC	LDMAC ERs,MACH	L																		
MAC	LDMAC ERs,MACL	L																		
	MAC @ERn+, @ERm+	-																		
MOV	MOV.B #xx:8,Rd	B	F	rd	IMM															
	MOV.B Rs,Rd	B	0	C	rs	rd														
	MOV.B @ERs,Rd	B	6	C	0:ers	rd														
	MOV.B @(d:16,ERs),Rd	B	6	E	0:ers	rd														
	MOV.B @(d:32,ERs),Rd	B	7	8	0:ers	0	6	A	2	rd										
	MOV.B @ERs+,Rd	B	6	C	0:ers	rd														
	MOV.B @aa:8,Rd	B	2	rd	abs															
	MOV.B @aa:16,Rd	B	6	A	0	rd														
	MOV.B @aa:32,Rd	B	6	A	2	rd														
	MOV.B Rs,@ERd	B	6	8	1:erd	rs														
MOV.B Rs,@(d:16,ERd)	B	6	E	1:erd	rs															
MOV.B Rs,@(d:32,ERd)	B	7	8	0:erd	0	6	A	A	A	rs										

本LSIでは使用できません。



命令	ニーモニック	サイズ	インストラクションフォーマット																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
NOT	NOT.B Rd	B	1	7	0	rd														
	NOT.W Rd	W	1	7	1	rd														
	NOT.L ERd	L	1	7	3	0 : erd														
OR	OR.B #xx:8.Rd	B	C	rd	IMM															
	OR.B Rs:Rd	B	1	4	rs	rd														
	OR.W #x:16.Rd	W	7	9	4	rd														
	OR.W Rs:Rd	W	6	4	rs	rd														
	OR.L #xx:32.ERd	L	7	A	4	0 : erd														
ORC	OR.L ERs:ERd	L	0	1	F	0	6	4	0 : ers; 0 : erd											
	ORC #xx:8.CCR	B	0	4	IMM															
	ORC #xx:8.EXR	B	0	1	4	1	0	4	IMM											
POP	POP.W Rn	W	6	D	7	rn														
	POP.L ERn	L	0	1	0	0	6	D	7	0 : ern										
PUSH	PUSH.W Rn	W	6	D	F	rn														
	PUSH.L ERn	L	0	1	0	0	6	D	F	0 : ern										
ROTL	ROTL.B Rd	B	1	2	8	rd														
	ROTL.B #2, Rd	B	1	2	C	rd														
	ROTL.W Rd	W	1	2	9	rd														
	ROTL.W #2, Rd	W	1	2	D	rd														
	ROTL.L ERd	L	1	2	B	0 : erd														
	ROTL.L #2, ERd	L	1	2	F	0 : erd														
ROTR	ROTR.B Rd	B	1	3	8	rd														
	ROTR.B #2, Rd	B	1	3	C	rd														
	ROTR.W Rd	W	1	3	9	rd														
	ROTR.W #2, Rd	W	1	3	D	rd														
	ROTR.L ERd	L	1	3	B	0 : erd														
	ROTR.L #2, ERd	L	1	3	F	0 : erd														
ROTXL	ROTXL.B Rd	B	1	2	0	rd														
	ROTXL.B #2, Rd	B	1	2	4	rd														
	ROTXL.W Rd	W	1	2	1	rd														
	ROTXL.W #2, Rd	W	1	2	5	rd														
	ROTXL.L ERd	L	1	2	3	0 : erd														
	ROTXL.L #2, ERd	L	1	2	7	0 : erd														
ROTXR	ROTXR.B Rd	B	1	3	0	rd														
	ROTXR.B #2, Rd	B	1	3	4	rd														
	ROTXR.W Rd	W	1	3	1	rd														
	ROTXR.W #2, Rd	W	1	3	5	rd														
	ROTXR.L ERd	L	1	3	3	0 : erd														
	ROTXR.L #2, ERd	L	1	3	7	0 : erd														
RTE	RTE	-	5	6	7	0														
RTS	RTS	-	5	4	7	0														

命令	二モニック	サイズ	インストラクションフォーマット																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
SHAL	SHAL.B Rd	B	1	0	8	:	rd													
	SHAL.B #2, Rd	B	1	0	C	:	rd													
	SHAL.W Rd	W	1	0	9	:	rd													
	SHAL.W #2, Rd	W	1	0	D	:	rd													
	SHAL.L ERd	L	1	0	B	:	0 : erd													
	SHAL.L #2, ERd	L	1	0	F	:	0 : erd													
SHAR	SHAR.B Rd	B	1	1	8	:	rd													
	SHAR.B #2, Rd	B	1	1	C	:	rd													
	SHAR.W Rd	W	1	1	9	:	rd													
	SHAR.W #2, Rd	W	1	1	D	:	rd													
	SHAR.L ERd	L	1	1	B	:	0 : erd													
	SHAR.L #2, ERd	L	1	1	F	:	0 : erd													
SHLL	SHLL.B Rd	B	1	0	0	:	rd													
	SHLL.B #2, Rd	B	1	0	4	:	rd													
	SHLL.W Rd	W	1	0	1	:	rd													
	SHLL.W #2, Rd	W	1	0	5	:	rd													
	SHLL.L ERd	L	1	0	3	:	0 : erd													
	SHLL.L #2, ERd	L	1	0	7	:	0 : erd													
SHLR	SHLR.B Rd	B	1	1	0	:	rd													
	SHLR.B #2, Rd	B	1	1	4	:	rd													
	SHLR.W Rd	W	1	1	1	:	rd													
	SHLR.W #2, Rd	W	1	1	5	:	rd													
	SHLR.L ERd	L	1	1	3	:	0 : erd													
	SHLR.L #2, ERd	L	1	1	7	:	0 : erd													
SLEEP	SLEEP	-	0	1	8	:	0													
	STC.B CCR Rd	B	0	2	0	:	rd													
STC	STC.B EXR Rd	B	0	2	1	:	rd													
	STC.W CCR, @ERd	W	0	1	4	:	0 6 9 1 : erd 0													
	STC.W EXR, @ERd	W	0	1	4	:	1 6 9 1 : erd 0													
	STC.W CCR, @(d16.ERd)	W	0	1	4	:	0 6 F 1 : erd 0													
	STC.W EXR, @(d16.ERd)	W	0	1	4	:	1 6 F 1 : erd 0													
	STC.W CCR, @(d32.ERd)	W	0	1	4	:	0 7 8 0 : erd 0													
	STC.W EXR, @(d32.ERd)	W	0	1	4	:	1 7 8 0 : erd 0													
	STC.W CCR, @ERd	W	0	1	4	:	0 6 D 1 : erd 0													
	STC.W EXR, @ERd	W	0	1	4	:	1 6 D 1 : erd 0													
	STC.W CCR, @aa:16	W	0	1	4	:	0 6 B 8 0													
	STC.W EXR, @aa:16	W	0	1	4	:	1 6 B 8 0													
	STM	STC.W CCR, @aa:32	W	0	1	4	:	0 6 B A 0												
STC.W EXR, @aa:32		W	0	1	4	:	1 6 B A 0													
STM.L (ERn-ERn+1), @-SP		L	0	1	1	:	0 6 D F 0 : em													
STM.L (ERn-ERn+2), @-SP		L	0	1	2	:	0 6 D F 0 : em													
STMAC	STM.L (ERn-ERn+3), @-SP	L	0	1	3	:	0 6 D F 0 : em													
	STMAC MACLERd	L																		

本LSIでは使用できません。

命令	二一モニツク	サイズ	インストラクツションフォーマツト																	
			第1バイト	第2バイト	第3バイト	第4バイト	第5バイト	第6バイト	第7バイト	第8バイト	第9バイト	第10バイト								
SUB	SUB.B Rs,Rd	B	1	8	rs	rd														
	SUB.W #xx:16,Rd	W	7	9	3	rd	IMM													
	SUB.W Rs,Rd	W	1	9	rs	rd														
	SUB.L #xx:32,ERd	L	7	A	3	0:erd					IMM									
	SUB.L ERs,ERd	L	1	A	1	ers:0:erd														
SUBS	SUBS #1,ERd	L	1	B	0	0:erd														
	SUBS #2,ERd	L	1	B	8	0:erd														
	SUBS #4,ERd	L	1	B	9	0:erd														
SUBX	SUBX #xx:8,Rd	B	B	rd	IMM															
	SUBX Rs,Rd	B	1	E	rs	rd														
TAS	TAS @ERd#2	B	0	1	E	0	7	B	0	erd	C									
TRAPA	TRAPA #x:2	-	5	7	00:IMM	0														
XOR	XOR.B #xx:8,Rd	B	D	rd	IMM															
	XOR.B Rs,Rd	B	1	5	rs	rd														
	XOR.W #xx:16,Rd	W	7	9	5	rd	IMM													
	XOR.W Rs,Rd	W	6	5	rs	rd														
	XOR.L #xx:32,ERd	L	7	A	5	0:erd					IMM									
XORC	XOR.L ERs,ERd	L	0	1	F	0	6	5	0	ers:0:erd										
	XORC #xx:8,CCR	B	0	5	IMM															
	XORC #xx:8,EXR	B	0	1	4	1	0	5	IMM											

【注】 *1 MOV.L ERs, @ (d:32, ERd) 命令の第4バイト、ビット7は、1、0どちらでも動作可能です。
 *2 TAS命令を使用する場合は、レジスタER0、ER1、ER4、ER5を使用してください。

【記号説明】

- IMM : イミディエイトデータ (2、3、8、16、32 ビット)
- abs : 絶対アドレス (8、16、24、32 ビット)
- disp : ディスプレースメント (8、16、32 ビット)
- rs、rd、rn : レジスタフィールド (4 ビットで、8 ビットレジスタまたは 16 ビットレジスタを指定します。rs、rd、rn はそれぞれオペランド形式の Rs、Rd、Rn に対応します)
- ers、erd、ern、erm : レジスタフィールド (3 ビットで、アドレスレジスタまたは 32 ビットレジスタを指定します。ers、erd、ern、erm はそれぞれオペランド形式の ERs、ERd、ERn、ERm に対応します)

レジスタフィールドと汎用レジスタの対応を下表に示します。

アドレスレジスタ 32 ビットレジスタ		16 ビットレジスタ		8 ビットレジスタ	
レジスタフィールド	汎用レジスタ	レジスタフィールド	汎用レジスタ	レジスタフィールド	汎用レジスタ
000	ER0	0000	R0	0000	R0H
001	ER1	0001	R1	0001	R1H
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
111	ER7	0111	R7	0111	R7H
		1000	E0	1000	R0L
		1001	E1	1001	R1L
		⋮	⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮	⋮
		⋮	⋮	⋮	⋮
		1111	E7	1111	R7L

A.3 オペレーションコードマップ

表 A.3 にオペレーションコードマップを示します。

表 A.3 オペレーションコードマップ (1)

命令コード:		第1バイト		第2バイト		BHの最上位ビットが0の場合を示します。 BHの最上位ビットが1の場合を示します。															
		AH	AL	BH	BL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
AL	0	表A.3(2)	STC	表A.3(2)	LDC	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)
AH	0	表A.3(2)	STMAC	表A.3(2)	LDMAC	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)
	1	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)	表A.3(2)
	2	MOV.B																			
	3	MOV.B																			
	4	BRA	BRN	BHI	BLS	BCC	BCS	BNE	BEQ	TRAPA											
	5	MULXU	DIVXU	MULXU	DIVXU	RTS	BSR	RTE	TRAPA												
	6	BSET	BNOT	BCLR	BTST	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR	BOR
	7					BIOR	BXOR	BAND													
	8	ADD																			
	9	ADDX																			
	A	CMP																			
	B	SUBX																			
	C	OR																			
	D	XOR																			
	E	AND																			
	F	MOV																			

【注】 * 本LSIでは使用できません。

表 A.3 オペレーションコードマップ (2)

命令コード:		第1バイト		第2バイト																	
BH	AH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F				
		MOV	LDM		STM	LDC	STC	MAC*		SLEEP		CLRMAC*		表A.3(3)	表A.3(3)	TAS	表A.3(3)				
		INC						INC	INC	ADDS				ADD	INC		INC				
		ADDS												MOV							
		DAA																			
		SHLL	SHLL			SHLL			SHLL	SHAL				SHAL			SHAL				
		SHLR	SHLR			SHLR			SHLR	SHAR				SHAR			SHAR				
		ROTXL	ROTXL			ROTXL			ROTXL	ROTL				ROTL			ROTL				
		ROTXR	ROTXR			ROTXR			ROTXR	ROTR				ROTR			ROTR				
		NOT	NOT			NOT			EXTU	NEG			NEG				EXTS				
		DEC												SUB							
		SUBS							DEC	SUBS						DEC	DEC				
		DAS												CMP							
		BRA	BRN	BHI	BLS	BCC	BCS	BNE	BEQ	BVC	BVS	BPL	BMI	BGE	BLT	BGT	BLE				
		MOV	表A.3(4)	MOV	表A.3(4)	MOVFP*				MOV		MOV		MOVTP*							
		MOV	ADD	CMP	SUB	OR	XOR	AND													
		MOV	ADD	CMP	SUB	OR	XOR	AND													

【注】 * 本LSIでは使用できません。



表 A.3 オペレーションコードマップ (3)

命令コード:	第1バイト		第2バイト		第3バイト		第4バイト		9	A	B	C	D	E	F
	AH	AL	BH	BL	CH	CL	DH	DL							
CL	0	1	2	3	4	5	6	7	8						
AH/AL/BH/BL/CH	MULXS		MULXS												
01C05	MULXS		MULXS												
01D05		DIVXS		DIVXS											
01F06					OR	XOR	AND								
7C06 *1				BTST											
7C07 *1				BTST	BOR	BXOR	BAND	BLD							
7D06 *1	BSET	BNOT	BCLR		BIOR	BIXOR	BIAND	BILD							
7D07 *1	BSET	BNOT	BCLR					BST							
7Eaa6 *2				BTST											
7Eaa7 *2				BTST	BOR	BXOR	BAND	BLD							
7Faa6 *2	BSET	BNOT	BCLR		BIOR	BIXOR	BIAND	BILD							
7Faa7 *2	BSET	BNOT	BCLR					BST							



【注】 *1 r はレジスタ指定部
*2 aaは絶対アドレス指定

表 A.3 オペレーションコードマップ (4)

命令コード:

命令コード	第1バイト		第2バイト		第3バイト		第4バイト		第5バイト		第6バイト					
	AH	AL	BH	BL	CH	CL	DH	DL	EH	EL	FH	FL				
EL AHL#BHL#CHL#DHL#EHL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
6A10aaaa6*				BTST												
6A10aaaa7*					BOR BIOR	BXOR BIXOR	BAND BIAND	BLD BLD BST BIST								
6A18aaaa6*			BSET													
6A18aaaa7*				BNOT												

FHの最上位ビットが0の場合を示します。
 FHの最上位ビットが1の場合を示します。

命令コード:

命令コード	第1バイト		第2バイト		第3バイト		第4バイト		第5バイト		第6バイト		第7バイト		第8バイト	
	AH	AL	BH	BL	CH	CL	DH	DL	EH	EL	FH	FL	GH	GL	HH	HL
GL AHL#BHL...#FHL#GLH	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
6A30aaaaaaa6*				BTST												
6A30aaaaaaa7*					BOR BIOR	BXOR BIXOR	BAND BIAND	BLD BLD BST BIST								
6A38aaaaaaa6*			BSET													
6A38aaaaaaa7*				BNOT												

HHの最上位ビットが0の場合を示します。
 HHの最上位ビットが1の場合を示します。

【注】 * aaは絶対アドレス指定

A.4 命令実行ステート数

H8S/2000 CPU の各命令についての実行状態と実行ステート数の計算方法を示します。

表 A.5 に各命令の実行状態として、命令実行中に行われる命令フェッチ、データリード/ライトなどのサイクル数を示し、表 A.4 におおのこのサイズに必要なステート数を示します。

命令の実行ステート数は次の計算式で計算されます。

$$\text{実行ステート数} = I \cdot S_I + J \cdot S_J + K \cdot S_K + L \cdot S_L + M \cdot S_M + N \cdot S_N$$

(1) 実行ステート数計算例

アドバンストモード、プログラム領域およびスタック領域を外部空間に設定、内部周辺モジュールアクセス時 8 ビットバス幅で 2 ステートアクセス、外部デバイスアクセス時 16 ビットバス幅で 3 ステートアクセス 1 ウェイト挿入とした場合。

1. BSET #0, @FFFFC7:8

表A.5より

$$I = L = 2, J = K = M = N = 0$$

表A.4より

$$S_I = 4, S_L = 2$$

$$\text{実行ステート数} = 2 \times 4 + 2 \times 2 = 12$$

2. JSR @@30

表A.5より

$$I = J = K = 2, L = M = N = 0$$

表A.4より

$$S_I = S_J = S_K = 4$$

$$\text{実行ステート数} = 2 \times 4 + 2 \times 4 + 2 \times 4 = 24$$

表 A.4 実行状態（サイクル）に要するステート数

実行状態 (サイクル)	アクセス対象						
	内蔵 メモリ	内蔵周辺モジュール		外部デバイス			
				8ビットバス		16ビットバス	
		8ビット バス	16ビット バス	2ステート アクセス	3ステート アクセス	2ステート アクセス	3ステート アクセス
命令フェッチ S_i	1	4	2	4	6+2m	2	3+m
分岐アドレスリード S_j							
スタック操作 S_k							
バイトデータアクセス S_L		2		2	3+m		
ワードデータアクセス S_M		4		4	6+2m		
内部動作 S_N	1						

【記号説明】

m : 外部デバイスアクセス時のウェイトステート数

表 A.5 命令実行状態 (サイクル数)

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
ADD	ADD.B #xx:8,Rd	1					
	ADD.B Rs,Rd	1					
	ADD.W #xx:16,Rd	2					
	ADD.W Rs,Rd	1					
	ADD.L #xx:32,ERd	3					
	ADD.L ERs,ERd	1					
ADDS	ADDS #1/2/4,ERd	1					
ADDX	ADDX #xx:8,Rd	1					
	ADDX Rs,Rd	1					
AND	AND.B #xx:8,Rd	1					
	AND.B Rs,Rd	1					
	AND.W #xx:16,Rd	2					
	AND.W Rs,Rd	1					
	AND.L #xx:32,ERd	3					
	AND.L ERs,ERd	2					
ANDC	ANDC #xx:8,CCR	1					
	ANDC #xx:8,EXR	2					
BAND	BAND #xx:3,Rd	1					
	BAND #xx:3,@ERd	2			1		
	BAND #xx:3,@aa:8	2			1		
	BAND #xx:3,@aa:16	3			1		
	BAND #xx:3,@aa:32	4			1		
Bcc	BRA d:8 (BT d:8)	2					
	BRN d:8 (BF d:8)	2					
	BHI d:8	2					
	BLS d:8	2					
	BCC d:8 (BHS d:8)	2					
	BCS d:8 (BLO d:8)	2					
	BNE d:8	2					
	BEQ d:8	2					
	BVC d:8	2					
	BVS d:8	2					
	BPL d:8	2					
	BMI d:8	2					
	BGE d:8	2					
	BLT d:8	2					
	BGT d:8	2					
	BLE d:8	2					
	BRA d:16 (BT d:16)	2					1
	BRN d:16 (BF d:16)	2					1

命令	二ーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
Bcc	BHI d:16	2					1
	BLS d:16	2					1
	BCC d:16 (BHS d:16)	2					1
	BCS d:16 (BLO d:16)	2					1
	BNE d:16	2					1
	BEQ d:16	2					1
	BVC d:16	2					1
	BVS d:16	2					1
	BPL d:16	2					1
	BMI d:16	2					1
	BGE d:16	2					1
	BLT d:16	2					1
	BGT d:16	2					1
	BLE d:16	2					1
BCLR	BCLR #xx:3,Rd	1					
	BCLR #xx:3,@ERd	2			2		
	BCLR #xx:3,@aa:8	2			2		
	BCLR #xx:3,@aa:16	3			2		
	BCLR #xx:3,@aa:32	4			2		
	BCLR Rn,Rd	1					
	BCLR Rn,@ERd	2			2		
	BCLR Rn,@aa:8	2			2		
	BCLR Rn,@aa:16	3			2		
BCLR Rn,@aa:32	4			2			
BIAND	BIAND #xx:3,Rd	1					
	BIAND #xx:3,@ERd	2			1		
	BIAND #xx:3,@aa:8	2			1		
	BIAND #xx:3,@aa:16	3			1		
	BIAND #xx:3,@aa:32	4			1		
BILD	BILD #xx:3,Rd	1					
	BILD #xx:3,@ERd	2			1		
	BILD #xx:3,@aa:8	2			1		
	BILD #xx:3,@aa:16	3			1		
	BILD #xx:3,@aa:32	4			1		
BIOR	BIOR #xx:8,Rd	1					
	BIOR #xx:8,@ERd	2			1		
	BIOR #xx:8,@aa:8	2			1		
	BIOR #xx:8,@aa:16	3			1		
	BIOR #xx:8,@aa:32	4			1		

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
BIST	BIST #xx:3,Rd	1					
	BIST #xx:3,@ERd	2			2		
	BIST #xx:3,@aa:8	2			2		
	BIST #xx:3,@aa:16	3			2		
	BIST #xx:3,@aa:32	4			2		
BIXOR	BIXOR #xx:3,Rd	1					
	BIXOR #xx:3,@ERd	2			1		
	BIXOR #xx:3,@aa:8	2			1		
	BIXOR #xx:3,@aa:16	3			1		
	BIXOR #xx:3,@aa:32	4			1		
BLD	BLD #xx:3,Rd	1					
	BLD #xx:3,@ERd	2			1		
	BLD #xx:3,@aa:8	2			1		
	BLD #xx:3,@aa:16	3			1		
	BLD #xx:3,@aa:32	4			1		
BNOT	BNOT #xx:3,Rd	1					
	BNOT #xx:3,@ERd	2			2		
	BNOT #xx:3,@aa:8	2			2		
	BNOT #xx:3,@aa:16	3			2		
	BNOT #xx:3,@aa:32	4			2		
	BNOT Rn,Rd	1					
	BNOT Rn,@ERd	2			2		
	BNOT Rn,@aa:8	2			2		
	BNOT Rn,@aa:16	3			2		
BNOT Rn,@aa:32	4			2			
BOR	BOR #xx:3,Rd	1					
	BOR #xx:3,@ERd	2			1		
	BOR #xx:3,@aa:8	2			1		
	BOR #xx:3,@aa:16	3			1		
	BOR #xx:3,@aa:32	4			1		
BSET	BSET #xx:3,Rd	1					
	BSET #xx:3,@ERd	2			2		
	BSET #xx:3,@aa:8	2			2		
	BSET #xx:3,@aa:16	3			2		
	BSET #xx:3,@aa:32	4			2		
	BSET Rn,Rd	1					
	BSET Rn,@ERd	2			2		
	BSET Rn,@aa:8	2			2		
	BSET Rn,@aa:16	3			2		
	BSET Rn,@aa:32	4			2		

命令	ニーモニック		命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
			I	J	K	L	M	N
BSR	BSR d:8	アドバンスト	2		2			
	BSR d:16	アドバンスト	2		2			1
BST	BST #xx:3,Rd		1					
	BST #xx:3,@ERd		2			2		
	BST #xx:3,@aa:8		2			2		
	BST #xx:3,@aa:16		3			2		
	BST #xx:3,@aa:32		4			2		
BTST	BTST #xx:3,Rd		1					
	BTST #xx:3,@ERd		2			1		
	BTST #xx:3,@aa:8		2			1		
	BTST #xx:3,@aa:16		3			1		
	BTST #xx:3,@aa:32		4			1		
	BTST Rn,Rd		1					
	BTST Rn,@ERd		2			1		
	BTST Rn,@aa:8		2			1		
	BTST Rn,@aa:16		3			1		
	BTST Rn,@aa:32		4			1		
BXOR	BXOR #xx:3,Rd		1					
	BXOR #xx:3,@ERd		2			1		
	BXOR #xx:3,@aa:8		2			1		
	BXOR #xx:3,@aa:16		3			1		
	BXOR #xx:3,@aa:32		4			1		
CLRMAC	CLRMAC	本 LSI では使用できません。						
CMP	CMP.B #xx:8,Rd		1					
	CMP.B Rs,Rd		1					
	CMP.W #xx:16,Rd		2					
	CMP.W Rs,Rd		1					
	CMP.L #xx:32,ERd		3					
	CMP.L ERs,ERd		1					
DAA	DAA Rd		1					
DAS	DAS Rd		1					
DEC	DEC.B Rd		1					
	DEC.W #1/2,Rd		1					
	DEC.L #1/2,ERd		1					
DIVXS	DIVXS.B Rs,Rd		2					11
	DIVXS.W Rs,ERd		2					19
DIVXU	DIVXU.B Rs,Rd		1					11
	DIVXU.W Rs,ERd		1					19
EEPMOV	EEPMOV.B		2			2n+2 ^{*2}		
	EEPMOV.W		2			2n+2 ^{*2}		

付録

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
EXTS	EXTS.W Rd	1					
	EXTS.L ERd	1					
EXTU	EXTU.W Rd	1					
	EXTU.L ERd	1					
INC	INC.B Rd	1					
	INC.W #1/2,Rd	1					
	INC.L #1/2,ERd	1					
JMP	JMP @ERn	2					
	JMP @aa:24	2					1
	JMP @@aa:8 アドバンスト	2	2				1
JSR	JSR @ERn アドバンスト	2		2			
	JSR @aa:24 アドバンスト	2		2			1
	JSR @@aa:8 アドバンスト	2	2	2			
LDC	LDC #xx:8,CCR	1					
	LDC #xx:8,EXR	2					
	LDC Rs,CCR	1					
	LDC Rs,EXR	1					
	LDC @ERs,CCR	2				1	
	LDC @ERs,EXR	2				1	
	LDC @(d:16,ERs),CCR	3				1	
	LDC @(d:16,ERs),EXR	3				1	
	LDC @(d:32,ERs),CCR	5				1	
	LDC @(d:32,ERs),EXR	5				1	
	LDC @ERs+,CCR	2				1	1
	LDC @ERs+,EXR	2				1	1
	LDC @aa:16,CCR	3				1	
	LDC @aa:16,EXR	3				1	
LDC @aa:32,CCR	4				1		
LDC @aa:32,EXR	4				1		
LDM	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+1)	2		4			1
	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+2)	2		6			1
	LDM.L @SP+, (ERn-ERn+3)	2		8			1
LDMAC	LDMAC ERs, MACH	本 LSI では使用できません。					
	LDMAC ERs, MACL						
MAC	MAC @ERn+, @ERm+						
MOV	MOV.B #xx:8,Rd	1					
	MOV.B Rs,Rd	1					
	MOV.B @ERs,Rd	1			1		
	MOV.B @(d:16,ERs),Rd	2			1		
	MOV.B @(d:32,ERs),Rd	4			1		

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
MOV	MOV.B @ERs+,Rd	1			1		1
	MOV.B @aa:8,Rd	1			1		
	MOV.B @aa:16,Rd	2			1		
	MOV.B @aa:32,Rd	3			1		
	MOV.B Rs,@ERd	1			1		
	MOV.B Rs,@(d:16,ERd)	2			1		
	MOV.B Rs,@(d:32,ERd)	4			1		
	MOV.B Rs,@-ERd	1			1		1
	MOV.B Rs,@aa:8	1			1		
	MOV.B Rs,@aa:16	2			1		
	MOV.B Rs,@aa:32	3			1		
	MOV.W #xx:16,Rd	2					
	MOV.W Rs,Rd	1					
	MOV.W @ERs,Rd	1					1
	MOV.W @(d:16,ERs),Rd	2					1
	MOV.W @(d:32,ERs),Rd	4					1
	MOV.W @ERs+,Rd	1					1
	MOV.W @aa:16,Rd	2					1
	MOV.W @aa:32,Rd	3					1
	MOV.W Rs,@ERd	1					1
	MOV.W Rs,@(d:16,ERd)	2					1
	MOV.W Rs,@(d:32,ERd)	4					1
	MOV.W Rs,@-ERd	1					1
	MOV.W Rs,@aa:16	2					1
	MOV.W Rs,@aa:32	3					1
	MOV.L #xx:32,ERd	3					
	MOV.L ERs,ERd	1					
	MOV.L @ERs,ERd	2					2
	MOV.L @(d:16,ERs),ERd	3					2
	MOV.L @(d:32,ERs),ERd	5					2
	MOV.L @ERs+,ERd	2					2
	MOV.L @aa:16,ERd	3					2
	MOV.L @aa:32,ERd	4					2
	MOV.L ERs,@ERd	2					2
	MOV.L ERs,@(d:16,ERd)	3					2
	MOV.L ERs,@(d:32,ERd)	5					2
	MOV.L ERs,@-ERd	2					2
	MOV.L ERs,@aa:16	3					2
	MOV.L ERs,@aa:32	4					2
	MOVFPPE	MOVFPPE @aa:16,Rd	本 LSI では使用できません。				
MOVTPE	MOVTPE Rs,@aa:16						

付録

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
MULXS	MULXS.B Rs,Rd	2					11
	MULXS.W Rs,ERd	2					19
MULXU	MULXU.B Rs,Rd	1					11
	MULXU.W Rs,ERd	1					19
NEG	NEG.B Rd	1					
	NEG.W Rd	1					
	NEG.L ERd	1					
NOP	NOP	1					
NOT	NOT.B Rd	1					
	NOT.W Rd	1					
	NOT.L ERd	1					
OR	OR.B #xx:8,Rd	1					
	OR.B Rs,Rd	1					
	OR.W #xx:16,Rd	2					
	OR.W Rs,Rd	1					
	OR.L #xx:32,ERd	3					
	OR.L ERs,ERd	2					
ORC	ORC #xx:8,CCR	1					
	ORC #xx:8,EXR	2					
POP	POP.W Rn	1				1	1
	POP.L ERn	2				2	1
PUSH	PUSH.W Rn	1				1	1
	PUSH.L ERn	2				2	1
ROTL	ROTL.B Rd	1					
	ROTL.B #2,Rd	1					
	ROTL.W Rd	1					
	ROTL.W #2,Rd	1					
	ROTL.L ERd	1					
	ROTL.L #2,ERd	1					
ROTR	ROTR.B Rd	1					
	ROTR.B #2,Rd	1					
	ROTR.W Rd	1					
	ROTR.W #2,Rd	1					
	ROTR.L ERd	1					
	ROTR.L #2,ERd	1					
ROTXL	ROTXL.B Rd	1					
	ROTXL.B #2,Rd	1					
	ROTXL.W Rd	1					
	ROTXL.W #2,Rd	1					
	ROTXL.L ERd	1					
	ROTXL.L #2,ERd	1					

命令	ニーモニック		命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
			I	J	K	L	M	N
ROTXR	ROTXR.B Rd		1					
	ROTXR.B #2,Rd		1					
	ROTXR.W Rd		1					
	ROTXR.W #2,Rd		1					
	ROTXR.L ERd		1					
	ROTXR.L #2,ERd		1					
RTE	RTE		2		2/3 * ¹			1
RTS	RTS	アドバンスト	2		2			1
SHAL	SHAL.B Rd		1					
	SHAL.B #2,Rd		1					
	SHAL.W Rd		1					
	SHAL.W #2,Rd		1					
	SHAL.L ERd		1					
	SHAL.L #2,ERd		1					
SHAR	SHAR.B Rd		1					
	SHAR.B #2,Rd		1					
	SHAR.W Rd		1					
	SHAR.W #2,Rd		1					
	SHAR.L ERd		1					
	SHAR.L #2,ERd		1					
SHLL	SHLL.B Rd		1					
	SHLL.B #2,Rd		1					
	SHLL.W Rd		1					
	SHLL.W #2,Rd		1					
	SHLL.L ERd		1					
	SHLL.L #2,ERd		1					
SHLR	SHLR.B Rd		1					
	SHLR.B #2,Rd		1					
	SHLR.W Rd		1					
	SHLR.W #2,Rd		1					
	SHLR.L ERd		1					
	SHLR.L #2,ERd		1					
SLEEP	SLEEP		1					1
STC	STC.B CCR,Rd		1					
	STC.B EXR,Rd		1					
	STC.W CCR,@ERd		2				1	
	STC.W EXR,@ERd		2				1	
	STC.W CCR,@(d:16,ERd)		3				1	
	STC.W EXR,@(d:16,ERd)		3				1	
	STC.W CCR,@(d:32,ERd)		5				1	
	STC.W EXR,@(d:32,ERd)		5				1	

命令	ニーモニック	命令フェッチ	分岐アドレス リード	スタック操作	バイトデータ アクセス	ワードデータ アクセス	内部動作
		I	J	K	L	M	N
STC	STC.W CCR,@-ERd	2				1	1
	STC.W EXR,@-ERd	2				1	1
	STC.W CCR,@aa:16	3				1	
	STC.W EXR,@aa:16	3				1	
	STC.W CCR,@aa:32	4				1	
	STC.W EXR,@aa:32	4				1	
STM	STM.L (ERn-ERn+1),@-SP	2		4			1
	STM.L (ERn-ERn+2),@-SP	2		6			1
	STM.L (ERn-ERn+3),@-SP	2		8			1
STMAC	STMAC MACH,ERd STMAC MACL,ERd	本 LSI では使用できません。					
SUB	SUB.B Rs,Rd	1					
	SUB.W #xx:16,Rd	2					
	SUB.W Rs,Rd	1					
	SUB.L #xx:32,ERd	3					
	SUB.L ERs,ERd	1					
SUBS	SUBS #1/2/4,ERd	1					
SUBX	SUBX #xx:8,Rd	1					
	SUBX Rs,Rd	1					
TAS	TAS @ERd* ³	2			2		
TRAPA	TRAPA #x:2 アドバンスト	2	2	2/3* ¹			2
XOR	XOR.B #xx:8,Rd	1					
	XOR.B Rs,Rd	1					
	XOR.W #xx:16,Rd	2					
	XOR.W Rs,Rd	1					
	XOR.L #xx:32,ERd	3					
	XOR.L ERs,ERd	2					
XORC	XORC #xx:8,CCR	1					
	XORC #xx:8,EXR	2					

【注】 *1 EXR が無効なとき 2、有効なとき 3 になります。

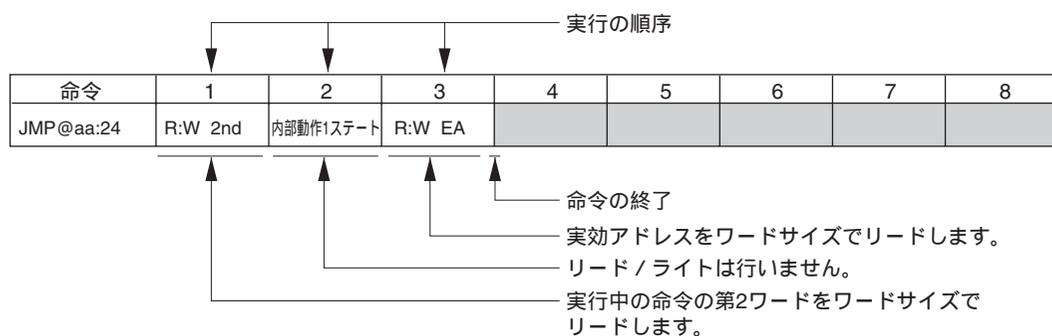
*2 転送データが n バイトのとき。

*3 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

A.5 命令実行中のバス状態

本 CPU の個々の命令についての実行状態を表 A.6 に示します。実行状態に必要なステート数に関しては、表 A.4 を参照してください。

《表の見方》



【記号説明】

R : B	バイトサイズリードを行います。
R : W	ワードサイズリードを行います。
W : B	バイトサイズライトを行います。
W : W	ワードサイズライトを行います。
: M	本サイクル直後はバス権移譲を行いません。
2nd	第2ワード（第3・第4バイト）のアドレスです。
3rd	第3ワード（第5・第6バイト）のアドレスです。
4th	第4ワード（第7・第8バイト）のアドレスです。
5th	第5ワード（第9・第10バイト）のアドレスです。
NEXT	実行中の命令の直後の命令の先頭アドレスです。
EA	実効アドレスです。
VEC	ベクタアドレスです。

8ビットバス・3ステートアクセス・ウェイトなしの場合、上記命令実行中のアドレスバス、RD、 $\overline{\text{HWR}}$ 、 $\overline{\text{LWR}}$ のタイミングを図A.1に示します。

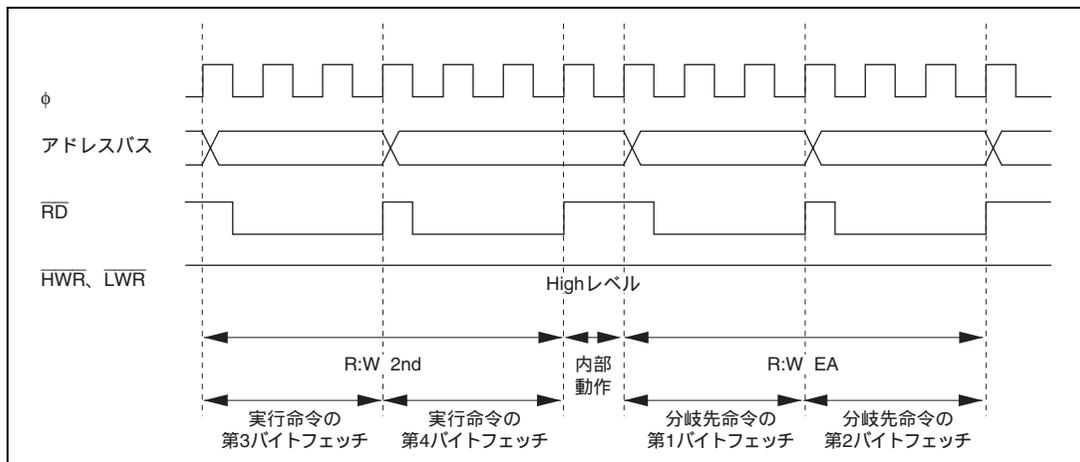


図 A.1 アドレスバス、RD、HWR、LWR のタイミング
(8ビットバス・3ステートアクセス・ウェイトなしの場合)

表 A.6 命令の実行状態

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ADD.B #xx:8,Rd	R:W NEXT								
ADD.B Rs,Rd	R:W NEXT								
ADD.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT							
ADD.W Rs,Rd	R:W NEXT								
ADD.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT						
ADD.L ERs,ERd	R:W NEXT								
ADDS #1/2/4,ERd	R:W NEXT								
ADDX #xx:8,Rd	R:W NEXT								
ADDX Rs,Rd	R:W NEXT								
AND.B #xx:8,Rd	R:W NEXT								
AND.B Rs,Rd	R:W NEXT								
AND.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT							
AND.W Rs,Rd	R:W NEXT								
AND.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT						
AND.L ERs,ERd	R:W 2nd	R:W NEXT							
ANDC #xx:8,CCR	R:W NEXT								
ANDC #xx:8,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT							
BAND #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BAND #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BAND #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BAND #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BAND #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BRA d:8(BT d:8)	R:W NEXT	R:W EA							
BRN d:8 (BF d:8)	R:W NEXT	R:W EA							
BHI d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BLS d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BCC d:8(BHS d:8)	R:W NEXT	R:W EA							
BCS d:8(BLO d:8)	R:W NEXT	R:W EA							
BNE d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BEQ d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BVC d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BVS d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BPL d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BMI d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BGE d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BLT d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BGT d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BLE d:8	R:W NEXT	R:W EA							
BRA d:16(BT d:16)	R:W 2nd	内部動作 1 ｽﾀｰﾄ	R:W EA						
BRN d:16(BF d:16)	R:W 2nd	内部動作 1 ｽﾀｰﾄ	R:W EA						

付録

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BHI d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BLS d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BCC d:16(BHS d:16)	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BCS d:16(BLO d:16)	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BNE d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BEQ d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BVC d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BVS d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BPL d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BMI d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BGE d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BLT d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BGT d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BLE d:16	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
BCLR #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BCLR #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BCLR #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BCLR #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BCLR #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BCLR Rn,Rd	R:W NEXT								
BCLR Rn,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BCLR Rn,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BCLR Rn,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BCLR Rn,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BIAND #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BIAND #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIAND #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIAND #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BIAND #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BILD #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BILD #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BILD #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BILD #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BILD #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BIOR #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BIOR #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIOR #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIOR #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BIOR #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BIST #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BIST #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BIST #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BIST #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BIST #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BIXOR #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BIXOR #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIXOR #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BIXOR #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BIXOR #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BLD #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BLD #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BLD #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BLD #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BLD #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BNOT #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BNOT #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BNOT #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BNOT #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BNOT #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BNOT Rn,Rd	R:W NEXT								
BNOT Rn,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BNOT Rn,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BNOT Rn,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BNOT Rn,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BOR #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BOR #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BOR #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BOR #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BOR #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W NEXT				
BSET #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BSET #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BSET #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BSET #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BSET #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			

付録

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
BSET Rn,Rd	R:W NEXT								
BSET Rn,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BSET Rn,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BSET Rn,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BSET Rn,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BSR d:8	7ビット	R:W NEXT	R:W EA	W:W:M スタック(H)	W:W スタック(L)				
BSR d:16	7ビット	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA	W:W:M スタック(H)	W:W スタック(L)			
BST #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BST #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BST #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA					
BST #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA				
BST #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B:M EA	R:W:M NEXT	W:B EA			
BTST #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BTST #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BTST #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BTST #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BTST #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BTST Rn,Rd	R:W NEXT								
BTST Rn,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BTST Rn,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BTST Rn,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BTST Rn,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
BXOR #xx:3,Rd	R:W NEXT								
BXOR #xx:3,@ERd	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BXOR #xx:3,@aa:8	R:W 2nd	R:B EA	R:W:M NEXT						
BXOR #xx:3,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:B EA	R:W:M NEXT					
BXOR #xx:3,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:B EA	R:W:M NEXT				
CLRMAC	本 LSI では使用できません。								
CMP.B #xx:8,Rd	R:W NEXT								
CMP.B Rs,Rd	R:W NEXT								
CMP.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT							
CMP.W Rs,Rd	R:W NEXT								
CMP.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT						
CMP.L ERs,ERd	R:W NEXT								
DAA Rd	R:W NEXT								
DAS Rd	R:W NEXT								
DEC.B Rd	R:W NEXT								
DEC.W #1/2,Rd	R:W NEXT								
DEC.L #1/2,ERd	R:W NEXT								
DIVXS.B Rs,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 11 ステート						
DIVXS.W Rs,ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 19 ステート						

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIVXU.B Rs,Rd	R:W NEXT	内部動作 11 ステート							
DIVXU.W Rs,ERd	R:W NEXT	内部動作 19 ステート							
EPMOV.B	R:W 2nd	R:B EAs *1	R:B EAd *1	R:B EAs *2	W:B EAd *2	R:W NEXT			
EPMOV.W	R:W 2nd	R:B EAs *1	R:B EAd *1	R:B EAs *2	W:B EAd *2	R:W NEXT			
EXTS.W Rd	R:W NEXT			n 回繰り返す *2					
EXTS.L ERd	R:W NEXT								
EXTU.W Rd	R:W NEXT								
EXTU.L ERd	R:W NEXT								
INC.B Rd	R:W NEXT								
INC.W #1/2,Rd	R:W NEXT								
INC.L #1/2,ERd	R:W NEXT								
JMP @ERn	R:W NEXT	R:W EA							
JMP @aa:24	R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA						
JMP @aa:8	アドバンス R:W NEXT	R:W:M aa:8	R:W aa:8	内部動作 1 ステート	R:W EA				
JSR @ERn	アドバンス R:W NEXT	R:W EA	W:W:M スタック(H)	W:W スタック(L)					
JSR @aa:24	アドバンス R:W 2nd	内部動作 1 ステート	R:W EA	W:W:M スタック(H)	W:W スタック(L)				
JSR @aa:8	アドバンス R:W NEXT	R:W:M aa:8	R:W aa:8	W:W:M スタック(H)	W:W スタック(L)	R:W EA			
LDC #xx:8,CCR	R:W NEXT								
LDC #xx:8,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT							
LDC Rs,CCR	R:W NEXT								
LDC Rs,EXR	R:W NEXT								
LDC @ERs,CCR	R:W 2nd	R:W NEXT	R:W EA						
LDC @ERs,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT	R:W EA						
LDC@(d:16,ERs),CCR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:W EA					
LDC@(d:16,ERs),EXR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:W EA					
LDC@(d:32,ERs),CCR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W 5th	R:W NEXT	R:W EA			
LDC@(d:32,ERs),EXR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W 5th	R:W NEXT	R:W EA			
LDC @ERs+,CCR	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 1 ステート	R:W EA					
LDC @ERs+,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 1 ステート	R:W EA					
LDC @aa:16,CCR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:W EA					
LDC @aa:16,EXR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:W EA					
LDC @aa:32,CCR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	R:W EA				
LDC @aa:32,EXR	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	R:W EA				
LDM.L @SP+, (ERn-ERn+1)	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	R:W:M スタック(H) *3	R:W スタック(L) *3				
LDM.L @SP+, (ERn-ERn+2)	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	R:W:M スタック(H) *3	R:W スタック(L) *3				

付録

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
LDM.L @SP+, (ERn-ERn+3)	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1スタート	R:W:M スタック(H) *3	R:W スタック(L) *3				
LDMAC ERs,MACH	本 LSI では使用できません。								
LDMAC ERs,MACL									
MAC @ERn+,@ERm+									
MOV.B #xx:8,Rd	R:W NEXT								
MOV.B Rs,Rd	R:W NEXT								
MOV.B @ERs,Rd	R:W NEXT	R:B EA							
MOV.B @(d:16,ERs), Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	R:B EA						
MOV.B @(d:32,ERs), Rd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	R:B EA				
MOV.B @ERs+,Rd	R:W NEXT	内部動作 1スタート	R:B EA						
MOV.B @aa:8,Rd	R:W NEXT	R:B EA							
MOV.B @aa:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	R:B EA						
MOV.B @aa:32,Rd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:B EA					
MOV.B Rs,@ERd	R:W NEXT	W:B EA							
MOV.B Rs, @(d:16,ERd)	R:W 2nd	R:W NEXT	W:B EA						
MOV.B Rs, @(d:32,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	W:B EA				
MOV.B Rs,@-ERd	R:W NEXT	内部動作 1スタート	W:B EA						
MOV.B Rs,@aa:8	R:W NEXT	W:B EA							
MOV.B Rs,@aa:16	R:W 2nd	R:W NEXT	W:B EA						
MOV.B Rs,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:B EA					
MOV.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT							
MOV.W Rs,Rd	R:W NEXT								
MOV.W @ERs,Rd	R:W NEXT	R:W EA							
MOV.W @(d:16,ERs), Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	R:W EA						
MOV.W @(d:32,ERs), Rd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	R:W EA				
MOV.W @ERs+,Rd	R:W NEXT	内部動作 1スタート	R:W EA						
MOV.W @aa:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	R:W EA						
MOV.W @aa:32,Rd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	R:B EA					
MOV.W Rs,@ERd	R:W NEXT	W:W EA							
MOV.W Rs, @(d:16,ERd)	R:W 2nd	R:W NEXT	W:W EA						
MOV.W Rs, @(d:32,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	W:W EA				

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
MOV.W Rs,@-ERd	R:W NEXT	内部動作 1 ステート	W:W EA						
MOV.W Rs,@aa:16	R:W 2nd	R:W NEXT	W:W EA						
MOV.W Rs,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:W EA					
MOV.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT						
MOV.L ERs,ERd	R:W NEXT								
MOV.L @ERs,ERd	R:W 2nd	R:W:M NEXT	R:W:M EA	R:W EA+2					
MOV.L @(d:16,ERs), ERd	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W NEXT	R:W:M EA	R:W EA+2				
MOV.L @(d:32,ERs), ERd	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W:M 4th	R:W 5th	R:W NEXT	R:W:M EA	R:W EA+2		
MOV.L @ERs+,ERd	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	R:W:M EA	R:W EA+2				
MOV.L @aa:16,ERd	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W NEXT	R:W:M EA	R:W EA+2				
MOV.L @aa:32,ERd	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	R:W:M EA	R:W EA+2			
MOV.L ERs,@ERd	R:W 2nd	R:W:M NEXT	W:W:M EA	W:W EA+2					
MOV.L ERs, @(d:16,ERd)	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W NEXT	W:W:M EA	W:W EA+2				
MOV.L ERs, @(d:32,ERd)	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W:M 4th	R:W 5th	R:W NEXT	W:W:M EA	W:W EA+2		
MOV.L ERs,@-ERd	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	W:W:M EA	W:W EA+2				
MOV.L ERs,@aa:16	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W NEXT	W:W:M EA	W:W EA+2				
MOV.L ERs,@aa:32	R:W 2nd	R:W:M 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	W:W:M EA	W:W EA+2			
MOVFPPE @aa:16,Rd	本 LSI では使用できません。								
MOVTPE Rs,@aa:16									
MULXS.B Rs,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 11 ステート						
MULXS.W Rs,ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 19 ステート						
MULXU.B Rs,Rd	R:W NEXT	内部動作 11 ステート							
MULXU.W Rs,ERd	R:W NEXT	内部動作 19 ステート							
NEG.B Rd	R:W NEXT								
NEG.W Rd	R:W NEXT								
NEG.L ERd	R:W NEXT								
NOP	R:W NEXT								
NOT.B Rd	R:W NEXT								
NOT.W Rd	R:W NEXT								
NOT.L ERd	R:W NEXT								
OR.B #xx:8,Rd	R:W NEXT								
OR.B Rs,Rd	R:W NEXT								
OR.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT							
OR.W Rs,Rd	R:W NEXT								
OR.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT						
OR.L ERs,ERd	R:W 2nd	R:W NEXT							

付録

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ORC #xx:8,CCR	R:W NEXT								
ORC #xx:8,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT							
POP.W Rn	R:W NEXT	内部動作 1 ステート	R:W EA						
POP.L ERn	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	R:W:M EA	R:W EA+2				
PUSH.W Rn	R:W NEXT	内部動作 1 ステート	W:W EA						
PUSH.L ERn	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 ステート	W:W:M EA	W:W EA+2				
ROTL.B Rd	R:W NEXT								
ROTL.B #2,Rd	R:W NEXT								
ROTL.W Rd	R:W NEXT								
ROTL.W #2,Rd	R:W NEXT								
ROTL.L ERd	R:W NEXT								
ROTL.L #2,ERd	R:W NEXT								
ROTR.B Rd	R:W NEXT								
ROTR.B #2,Rd	R:W NEXT								
ROTR.W Rd	R:W NEXT								
ROTR.W #2,Rd	R:W NEXT								
ROTR.L ERd	R:W NEXT								
ROTR.L #2,ERd	R:W NEXT								
ROTXL.B Rd	R:W NEXT								
ROTXL.B #2,Rd	R:W NEXT								
ROTXL.W Rd	R:W NEXT								
ROTXL.W #2,Rd	R:W NEXT								
ROTXL.L ERd	R:W NEXT								
ROTXL.L #2,ERd	R:W NEXT								
ROTXR.B Rd	R:W NEXT								
ROTXR.B #2,Rd	R:W NEXT								
ROTXR.W Rd	R:W NEXT								
ROTXR.W #2,Rd	R:W NEXT								
ROTXR.L ERd	R:W NEXT								
ROTXR.L #2,ERd	R:W NEXT								
RTE	R:W NEXT	R:W スタック(EXR)	R:W スタック(H)	R:W スタック(L)	内部動作 1 ステート	R:W *4			
RTS	アドバンス	R:W:M スタック(H)	R:W スタック(L)	内部動作 1 ステート	R:W *4				
SHAL.B Rd	R:W NEXT								
SHAL.B #2,Rd	R:W NEXT								
SHAL.W Rd	R:W NEXT								
SHAL.W #2,Rd	R:W NEXT								
SHAL.L ERd	R:W NEXT								
SHAL.L #2,ERd	R:W NEXT								

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SHAR.B Rd	R:W NEXT								
SHAR.B #2,Rd	R:W NEXT								
SHAR.W Rd	R:W NEXT								
SHAR.W #2,Rd	R:W NEXT								
SHAR.L ERd	R:W NEXT								
SHAR.L #2,ERd	R:W NEXT								
SHLL.B Rd	R:W NEXT								
SHLL.B #2,Rd	R:W NEXT								
SHLL.W Rd	R:W NEXT								
SHLL.W #2,Rd	R:W NEXT								
SHLL.L ERd	R:W NEXT								
SHLL.L #2,ERd	R:W NEXT								
SHLR.B Rd	R:W NEXT								
SHLR.B #2,Rd	R:W NEXT								
SHLR.W Rd	R:W NEXT								
SHLR.W #2,Rd	R:W NEXT								
SHLR.L ERd	R:W NEXT								
SHLR.L #2,ERd	R:W NEXT								
SLEEP	R:W NEXT	内部動作:M							
STC CCR,Rd	R:W NEXT								
STC EXR,Rd	R:W NEXT								
STC CCR,@ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	W:W EA						
STC EXR,@ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	W:W EA						
STC CCR, @(d:16,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:W EA					
STC EXR, @(d:16,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:W EA					
STC CCR, @(d:32,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W 5th	R:W NEXT	W:W EA			
STC EXR, @(d:32,ERd)	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W 5th	R:W NEXT	W:W EA			
STC CCR,@-ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 1 スー ト	W:W EA					
STC EXR,@-ERd	R:W 2nd	R:W NEXT	内部動作 1 スー ト	W:W EA					
STC CCR,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:W EA					
STC EXR,@aa:16	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT	W:W EA					
STC CCR,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	W:W EA				
STC EXR,@aa:32	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W 4th	R:W NEXT	W:W EA				
STM.L (ERn-ERn+1), @-SP	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 スー ト	W:W:M スタック(H) * ³	W:W スタック(L) * ³				
STM.L (ERn-ERn+2), @-SP	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1 スー ト	W:W:M スタック(H) * ³	W:W スタック(L) * ³				

付録

命令	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
STM.L (ERn-ERn+3), @-SP	R:W 2nd	R:W:M NEXT	内部動作 1スタート	W:W:M スタック(H) *3	W:W スタック(L) *3					
STMAC MACH,ERd	本 LSI では使用できません。									
STMAC MACL,ERd										
SUB.B Rs,Rd	R:W NEXT									
SUB.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT								
SUB.W Rs,Rd	R:W NEXT									
SUB.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT							
SUB.L ERs,ERd	R:W NEXT									
SUBS #1/2/4,ERd	R:W NEXT									
SUBX #xx:8,Rd	R:W NEXT									
SUBX Rs,Rd	R:W NEXT									
TAS @ERd*8	R:W 2nd	R:W NEXT	R:B:M EA	W:B EA						
TRAPA #x:2 アドレス	R:W NEXT	内部動作 1スタート	W:W スタック(L)	W:W スタック(H)	W:W スタック(EXR)	R:W:M VEC	R:W VEC+2	内部動作 1スタート	R:W *7	
XOR.B #xx8,Rd	R:W NEXT									
XOR.B Rs,Rd	R:W NEXT									
XOR.W #xx:16,Rd	R:W 2nd	R:W NEXT								
XOR.W Rs,Rd	R:W NEXT									
XOR.L #xx:32,ERd	R:W 2nd	R:W 3rd	R:W NEXT							
XOR.L ERs,ERd	R:W 2nd	R:W NEXT								
XORC #xx:8,CCR	R:W NEXT									
XORC #xx:8,EXR	R:W 2nd	R:W NEXT								
リセット 例外処理	アドレス	R:W:M VEC	R:W VEC+2	内部動作 1スタート	R:W*5					
割り込み 例外処理	アドレス	R:W *6	内部動作 1スタート	W:W スタック(L)	W:W スタック(H)	W:W スタック(EXR)	R:W:M VEC	R:W VEC+2	内部動作 1スタート	R:W *7

【注】 *1 EAs は ER5、EAd は ER6 の内容です。

*2 EAs は ER5、EAd は ER6 の内容で、実行後それぞれ 1 が加算されます。

また、n は R4L または R4 の初期値であり、n=0 のときこれらの実行は行われません。

*3 2本退避 / 復帰時は 2回、3本退避 / 復帰時は 3回、4本退避 / 復帰時は 4回繰り返します。

*4 リターン後の先頭アドレスです。

*5 プログラムの先頭アドレスです。

*6 プリフェッチアドレスです。退避される PC に 2 を加算したアドレスです。

また、スリープモード、ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時にはリード動作は行われず、内部動作となります。

*7 割り込み処理ルーチンの先頭アドレスです。

*8 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。

A.6 コンディションコードの変化

CPU の各命令について、命令実行後のコンディションコードの変化を示します。以下に、表中で使われている記号を説明します。

m =	31	: ロングワードサイズの時
	15	: ワードサイズの時
	7	: バイトサイズの時
Si		: ソースオペランドのビット i
Di		: デスティネーションオペランドのビット i
Ri		: 結果のビット i
Dn		: デスティネーションオペランドの指定されたビット
-		: 影響なし
↕		: 実行結果に応じて変化 (定義参照)
0		: 常に 0 にクリア
1		: 常に 1 にセット
*		: 値を保証しません
Z'		: 実行前の Z フラグ
C'		: 実行前の C フラグ

表 A.7 コンディションコードの変化

命 令	H	N	Z	V	C	定 義
ADD	↕	↕	↕	↕	↕	$H = S_{m-4} \cdot D_{m-4} + D_{m-4} \cdot \overline{R_{m-4}} + S_{m-4} \cdot \overline{R_{m-4}}$ $N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = S_m \cdot D_m \cdot \overline{R_m} + \overline{S_m} \cdot \overline{D_m} \cdot R_m$ $C = S_m \cdot D_m + D_m \cdot \overline{R_m} + S_m \cdot \overline{R_m}$
ADDS	-	-	-	-	-	
ADDX	↕	↕	↕	↕	↕	$H = S_{m-4} \cdot D_{m-4} + D_{m-4} \cdot \overline{R_{m-4}} + S_{m-4} \cdot \overline{R_{m-4}}$ $N = R_m$ $Z = Z' \cdot \overline{R_m} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = S_m \cdot D_m \cdot \overline{R_m} + \overline{S_m} \cdot \overline{D_m} \cdot R_m$ $C = S_m \cdot D_m + D_m \cdot \overline{R_m} + S_m \cdot \overline{R_m}$
AND	-	↕	↕	0	-	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$
ANDC	↕	↕	↕	↕	↕	実行結果の対応するビットの値が格納されます。 EXR のときはどのフラグも変化しません。
BAND	-	-	-	-	↕	$C = C' \cdot D_n$
Bcc	-	-	-	-	-	
BCLR	-	-	-	-	-	
BIAND	-	-	-	-	↕	$C = C' \cdot \overline{D_n}$
BILD	-	-	-	-	↕	$C = \overline{D_n}$
BIOR	-	-	-	-	↕	$C = C' + \overline{D_n}$
BIST	-	-	-	-	-	
BIXOR	-	-	-	-	↕	$C = C' \cdot D_n + \overline{C'} \cdot \overline{D_n}$
BLD	-	-	-	-	↕	$C = D_n$
BNOT	-	-	-	-	-	
BOR	-	-	-	-	↕	$C = C' + D_n$
BSET	-	-	-	-	-	
BSR	-	-	-	-	-	
BST	-	-	-	-	-	
BTST	-	-	↕	-	-	$Z = \overline{D_n}$
BXOR	-	-	-	-	↕	$C = C' \cdot \overline{D_n} + \overline{C'} \cdot D_n$
CLRMAC	本 LSI では使用できません。					
CMP	↕	↕	↕	↕	↕	$H = S_{m-4} \cdot \overline{D_{m-4}} + \overline{D_{m-4}} \cdot R_{m-4} + S_{m-4} \cdot R_{m-4}$ $N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = \overline{S_m} \cdot D_m \cdot \overline{R_m} + S_m \cdot \overline{D_m} \cdot R_m$ $C = S_m \cdot \overline{D_m} + \overline{D_m} \cdot R_m + S_m \cdot R_m$
DAA	*	↕	↕	*	↕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C : 10 \text{ 進加算のキャリ}$

命 令	H	N	Z	V	C	定 義
DAS	*	↕	↕	*	↕	N=Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$ C : 10 進減算のポロ -
DEC	-	↕	↕	↕	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$ V = $Dm \cdot \overline{Rm}$
DIVXS	-	↕	↕	-	-	N = $Sm \cdot \overline{Dm} + \overline{Sm} \cdot Dm$ Z = $\overline{Sm} \cdot \overline{Sm-1} \cdot \dots \cdot \overline{S0}$
DIVXU	-	↕	↕	-	-	N = Sm Z = $\overline{Sm} \cdot \overline{Sm-1} \cdot \dots \cdot \overline{S0}$
EEPMOV	-	-	-	-	-	
EXTS	-	↕	↕	0	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$
EXTU	-	0	↕	0	-	Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$
INC	-	↕	↕	↕	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$ V = $\overline{Dm} \cdot \overline{Rm}$
JMP	-	-	-	-	-	
JSR	-	-	-	-	-	
LDC	↕	↕	↕	↕	↕	実行結果の対応するビットの値が格納されます。 EXR のときはどのフラグも変化しません。
LDM	-	-	-	-	-	
LDMAC	本 LSI では使用できません。					
MAC						
MOV	-	↕	↕	0	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$
MOVFP	本 LSI では使用できません。					
MOVTP						
MULXS	-	↕	↕	-	-	N = R2m Z = $\overline{R2m} \cdot \overline{R2m-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$
MULXU	-	-	-	-	-	
NEG	↕	↕	↕	↕	↕	H = $Dm-4 + Rm-4$ N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$ V = $Dm \cdot Rm$ C = $Dm + Rm$
NOP	-	-	-	-	-	
NOT	-	↕	↕	0	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$
OR	-	↕	↕	0	-	N = Rm Z = $\overline{Rm} \cdot \overline{Rm-1} \cdot \dots \cdot \overline{R0}$

命 令	H	N	Z	V	C	定 義
ORC	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	実行結果の対応するビットの値が格納されます。 EXR のときはどのフラグも変化しません。
POP	-	⇕	⇕	0	-	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$
PUSH	-	⇕	⇕	0	-	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$
ROTL	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_m$ (1 ビットの時)、 $C = D_{m-1}$ (2 ビットの時)
ROTR	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_0$ (1 ビットの時)、 $C = D_1$ (2 ビットの時)
ROTXL	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_m$ (1 ビットの時)、 $C = D_{m-1}$ (2 ビットの時)
ROTXR	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_0$ (1 ビットの時)、 $C = D_1$ (2 ビットの時)
RTE	⇕	⇕	⇕	⇕	⇕	実行結果の対応するビットの値が格納されます。
RTS	-	-	-	-	-	
SHAL	-	⇕	⇕	⇕	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = D_m \cdot D_{m-1} + \overline{D_m} \cdot \overline{D_{m-1}}$ (1 ビットの時) $V = D_m \cdot D_{m-1} \cdot D_{m-2} \cdot \overline{D_m} \cdot \overline{D_{m-1}} \cdot \overline{D_{m-2}}$ (2 ビットの時) $C = D_m$ (1 ビットの時)、 $C = D_{m-1}$ (2 ビットの時)
SHAR	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_0$ (1 ビットの時)、 $C = D_1$ (2 ビットの時)
SHLL	-	⇕	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_m$ (1 ビットの時)、 $C = D_{m-1}$ (2 ビットの時)
SHLR	-	0	⇕	0	⇕	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $C = D_0$ (1 ビットの時)、 $C = D_1$ (2 ビットの時)
SLEEP	-	-	-	-	-	
STC	-	-	-	-	-	
STM	-	-	-	-	-	
STMAC	本 LSI では使用できません。					

命 令	H	N	Z	V	C	定 義
SUB	↕	↕	↕	↕	↕	$H = S_{m-4} \cdot \overline{D_{m-4}} + \overline{D_{m-4}} \cdot R_{m-4} + S_{m-4} \cdot R_{m-4}$ $N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = \overline{S_m} \cdot D_m \cdot \overline{R_m} + S_m \cdot \overline{D_m} \cdot R_m$ $C = S_m \cdot \overline{D_m} + \overline{D_m} \cdot R_m + S_m \cdot R_m$
SUBS	-	-	-	-	-	
SUBX	↕	↕	↕	↕	↕	$H = S_{m-4} \cdot \overline{D_{m-4}} + \overline{D_{m-4}} \cdot R_{m-4} + S_{m-4} \cdot R_{m-4}$ $N = R_m$ $Z = Z' \cdot \overline{R_m} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$ $V = \overline{S_m} \cdot D_m \cdot \overline{R_m} + S_m \cdot \overline{D_m} \cdot R_m$ $C = S_m \cdot \overline{D_m} + \overline{D_m} \cdot R_m + S_m \cdot R_m$
TAS	-	↕	↕	0	-	$N = D_m$ $Z = \overline{D_m} \cdot \overline{D_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{D_0}$
TRAPA	-	-	-	-	-	
XOR	-	↕	↕	0	-	$N = R_m$ $Z = \overline{R_m} \cdot \overline{R_{m-1}} \cdot \dots \cdot \overline{R_0}$
XORC	↕	↕	↕	↕	↕	実行結果の対応するビットの値が格納されます。 EXR のときはどのフラグも変化しません。

B. 内部 I/O レジスタ

B.1 レジスタ一覧 (アドレス順)

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'F800 ~ H'FBFF	MRA	SM1	SM0	DM1	DM0	MD1	MD0	DTS	Sz	DTC	16 / 32*1 ビット
	SAR										
	MRB	CHNE	DISEL	CHNS	-	-	-	-	-		
	DAR										
	CRA										
	CRB										
H'FE80	TCR3	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU3	16 ビット
H'FE81	TMDR3	-	-	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0		
H'FE82	TIOR3H	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
H'FE83	TIOR3L	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0		
H'FE84	TIER3	TTGE	-	-	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA		
H'FE85	TSR3	-	-	-	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA		
H'FE86	TCNT3										
H'FE87											
H'FE88	TGR3A										
H'FE89											
H'FE8A	TGR3B										
H'FE8B											
H'FE8C	TGR3C										
H'FE8D											
H'FE8E	TGR3D										
H'FE8F											
H'FE90	TCR4	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU4	16 ビット
H'FE91	TMDR4	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0		
H'FE92	TIOR4	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
H'FE94	TIER4	TTGE	-	TCIEU	TCIEV	-	-	TGIEB	TGIEA		
H'FE95	TSR4	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA		

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅		
H'FE96	TCNT4									TPU4	16 ビット		
H'FE97													
H'FE98	TGR4A												
H'FE99													
H'FE9A	TGR4B												
H'FE9B													
H'FEA0	TCR5	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU5	16 ビット		
H'FEA1	TMDR5	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0				
H'FEA2	TIOR5	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0				
H'FEA4	TIER5	TTGE	-	TCIEU	TCIEV	-	-	TGIEB	TGIEA				
H'FEA5	TSR5	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA				
H'FEA6	TCNT5												
H'FEA7													
H'FEA8	TGR5A												
H'FEA9													
H'FEAA	TGR5B												
H'FEAB													
H'FEB0	P1DDR	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR			ポート	8 ビット
H'FEB1	P2DDR	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR				
H'FEB2	P3DDR	-	-	P35DDR	P34DDR	P33DDR	P32DDR	P31DDR	P30DDR				
H'FEB4	P5DDR	-	-	-	-	P53DDR	P52DDR	P51DDR	P50DDR				
H'FEB5	P6DDR	P67DDR	P66DDR	P65DDR	P64DDR	P63DDR	P62DDR	P61DDR	P60DDR				
H'FEB6	P7DDR	-	-	P75DDR	P74DDR	P73DDR	P72DDR	P71DDR	P70DDR				
H'FEB7	P8DDR	-	P86DDR	P85DDR	P84DDR	P83DDR	P82DDR	P81DDR	P80DDR				
H'FEB8	P9DDR	P97DDR	P96DDR	P95DDR	P94DDR	P93DDR	P92DDR	-	-				
H'FEB9	PADDR	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR				
H'FEBA	PBDDR	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR				
H'FEBB	PCDDR	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR				
H'FEB C	PDDDR	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR	PD3DDR	PD2DDR	PD1DDR	PD0DDR				
H'FEBD	PEDDR	PE7DDR	PE6DDR	PE5DDR	PE4DDR	PE3DDR	PE2DDR	PE1DDR	PE0DDR				
H'FEBE	PFDDR	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR				
H'FEBF	PGDDR	-	-	-	PG4DDR	PG3DDR	PG2DDR	PG1DDR	PG0DDR				
H'FEC4	IPRA	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0	割り込み コント ローラ	8 ビット		
H'FEC5	IPRB	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				
H'FEC6	IPRC	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				
H'FEC7	IPRD	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				
H'FEC8	IPRE	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				
H'FEC9	IPRF	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				
H'FECA	IPRG	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0				

付録

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FECB	IPRH	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0	割り込み コント ローラ	8 ビット
H'FECC	IPRI	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0		
H'FECD	IPRJ	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0		
H'FECE	IPRK	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0		
H'FED0	ABWCR	ABW7	ABW6	ABW5	ABW4	ABW3	ABW2	ABW1	ABW0	バスコン トローラ	8 ビット
H'FED1	ASTCR	AST7	AST6	AST5	AST4	AST3	AST2	AST1	AST0		
H'FED2	WCRH	W71	W70	W61	W60	W51	W50	W41	W40		
H'FED3	WCRL	W31	W30	W21	W20	W11	W10	W01	W00		
H'FED4	BCRH	ICIS1	ICIS0	BRSTRM	BRSTS1	BRSTS0	RMTS2	RMTS1	RMTS0		
H'FED5	BCRL	BRLE	BREQOE	EAE	-	DDS	-	WDBE	WAITE		
H'FED6	MCR	TPC	BE	RCDM	-	MXC1	MXC0	RLW1	RLW0		
H'FED7	DRAMCR	RFSHE	RCW	RMODE	CMF	CMIE	CKS2	CKS1	CKS0		
H'FED8	RTCNT										
H'FED9	RTCOR										
H'FEDB	RAMER*2	-	-	-	-	RAMS	RAM2	RAM1	RAM0	フラッシュ メモリ	16 ビット
H'FEE0	MAR0AH	-	-	-	-	-	-	-	-	DMAC	16 ビット
H'FEE1											
H'FEE2	MAR0AL										
H'FEE3											
H'FEE4	IOAR0A										
H'FEE5											
H'FEE6	ETCR0A										
H'FEE7											
H'FEE8	MAR0BH	-	-	-	-	-	-	-	-		
H'FEE9											
H'FEEA	MAR0BL										
H'FEEB											
H'FEEC	IOAR0B										
H'FEED											
H'FEEE	ETCR0B										
H'FEED											
H'FEF0	MAR1AH	-	-	-	-	-	-	-	-		
H'FEF1											
H'FEF2	MAR1AL										
H'FEF3											
H'FEF4	IOAR1A										
H'FEF5											
H'FEF6	ETCR1A										
H'FEF7											

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FEF8	MAR1BH	-	-	-	-	-	-	-	-	DMAC	16 ビット
H'FEF9											
H'FEFA	MAR1BL										
H'FEFB											
H'FEFC	IOAR1B										
H'FEFD											
H'FEFE	ETCR1B										
H'FEFF											
H'FF00	DMAWER	-	-	-	-	WE1B	WE1A	WE0B	WE0A		8 ビット
H'FF01	DMATCR	-	-	TEE1	TEE0	-	-	-	-		
H'FF02	DMACR0A	DTSZ	DTID	RPE	DTDIR	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	ショートアドレスモード	16 ビット
		DTSZ	SAID	SAIDE	BLKDIR	BLKE	-	-	-	フルアドレスモード	
H'FF03	DMACR0B	DTSZ	DTID	RPE	DTDIR	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	ショートアドレスモード	
		-	DAID	DAIDE	-	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	フルアドレスモード	
H'FF04	DMACR1A	DTSZ	DTID	RPE	DTDIR	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	ショートアドレスモード	
		DTSZ	SAID	SAIDE	BLKDIR	BLKE	-	-	-	フルアドレスモード	
H'FF05	DMACR1B	DTSZ	DTID	RPE	DTDIR	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	ショートアドレスモード	
		-	DAID	DAIDE	-	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0	フルアドレスモード	
H'FF06	DMABCRH	FAE1	FAE0	SAE1	SAE0	DTA1B	DTA1A	DTA0B	DTA0A	ショートアドレスモード	
		FAE1	FAE0	-	-	DTA1	-	DTA0	-	フルアドレスモード	

付録

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FF07	DMABCRL	DTE1B	DTE1A	DTE0B	DTE0A	DTIE1B	DTIE1A	DTIE0B	DTIE0A	ショートアドレスモード	16ビット
		DTME1	DTE1	DTME0	DTE0	DTIE1B	DTIE1A	DTIE0B	DTIE0A	フルアドレスモード	
H'FF2C	ISCRH	IRQ7SCB	IRQ7SCA	IRQ6SCB	IRQ6SCA	IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA	割り込み	8ビット
H'FF2D	ISCR	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA	コントローラ	
H'FF2E	IER	IRQ7E	IRQ6E	IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E		
H'FF2F	ISR	IRQ7F	IRQ6F	IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F		
H'FF30 ~ H'FF35	DT CER	DTCE7	DTCE6	DTCE5	DTCE4	DTCE3	DTCE2	DTCE1	DTCE0	DTC	8ビット
H'FF37	DTVECR	SWDTE	DTVEC6	DTVEC5	DTVEC4	DTVEC3	DTVEC2	DTVEC1	DTVEC0		
H'FF38	SBYCR	SSBY	STS2	STS1	STS0	OPE	-	-	IRQ37S	低消費電力	8ビット
H'FF39	SYSCR	-	-	INTM1	INTM0	NMIEG	LWROD	IRQPAS	RAME	MCU	8ビット
H'FF3A	SCKCR	PSTOP	-	DIV	-	-	SCK2	SCK1	SCK0	クロック発振器	8ビット
H'FF3B	MDCR	-	-	-	-	-	MDS2	MDS1	MDS0	MCU	8ビット
H'FF3C	MSTPCRH	MSTP15	MSTP14	MSTP13	MSTP12	MSTP11	MSTP10	MSTP9	MSTP8	低消費電力	8ビット
H'FF3D	MSTPCRL	MSTP7	MSTP6	MSTP5	MSTP4	MSTP3	MSTP2	MSTP1	MSTP0		
H'FF42	SYSCR2*2	-	-	-	-	FLSHE	-	-	-	MCU	8ビット
H'FF44	リザーブ	-	-	-	-	-	-	-	-	リザーブ	-
H'FF45	PF CR1	-	-	-	-	A23E	A22E	A21E	A20E	ポート	8ビット
H'FF46	PCR	G3CMS1	G3CMS0	G2CMS1	G2CMS0	G1CMS1	G1CMS0	G0CMS1	G0CMS0	PPG	8ビット
H'FF47	PMR	G3INV	G2INV	G1INV	G0INV	G3NOV	G2NOV	G1NOV	G0NOV		
H'FF48	NDERH	NDER15	NDER14	NDER13	NDER12	NDER11	NDER10	NDER9	NDER8		
H'FF49	NDERL	NDER7	NDER6	NDER5	NDER4	NDER3	NDER2	NDER1	NDER0		
H'FF4A	PODRH	POD15	POD14	POD13	POD12	POD11	POD10	POD9	POD8		
H'FF4B	PODRL	POD7	POD6	POD5	POD4	POD3	POD2	POD1	POD0		
H'FF4C*3	NDRH	NDR15	NDR14	NDR13	NDR12	NDR11	NDR10	NDR9	NDR8		
H'FF4D*3	NDRL	NDR7	NDR6	NDR5	NDR4	NDR3	NDR2	NDR1	NDR0		
H'FF4E*3	NDRH	-	-	-	-	NDR11	NDR10	NDR9	NDR8		
H'FF4F*3	NDRL	-	-	-	-	NDR3	NDR2	NDR1	NDR0		

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FF50	PORT1	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10	ポート	8 ビット
H'FF51	PORT2	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20		
H'FF52	PORT3	-	-	P35	P34	P33	P32	P31	P30		
H'FF53	PORT4	P47	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40		
H'FF54	PORT5	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50		
H'FF55	PORT6	P67	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60		
H'FF56	PORT7	-	-	P75	P74	P73	P72	P71	P70		
H'FF57	PORT8	-	P86	P85	P84	P83	P82	P81	P80		
H'FF58	PORT9	P97	P96	P95	P94	P93	P92	-	-		
H'FF59	PORTA	PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0		
H'FF5A	PORTB	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0		
H'FF5B	PORTC	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0		
H'FF5C	PORTD	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0		
H'FF5D	PORTE	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0		
H'FF5E	PORTF	PF7	PF6	PF5	PF4	PF3	PF2	PF1	PF0		
H'FF5F	PORTG	-	-	-	PG4	PG3	PG2	PG1	PG0		
H'FF60	P1DR	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR		
H'FF61	P2DR	P27DR	P26DR	P25DR	P24DR	P23DR	P22DR	P21DR	P20DR		
H'FF62	P3DR	-	-	P35DR	P34DR	P33DR	P32DR	P31DR	P30DR		
H'FF64	P5DR	-	-	-	-	P53DR	P52DR	P51DR	P50DR		
H'FF65	P6DR	P67DR	P66DR	P65DR	P64DR	P63DR	P62DR	P61DR	P60DR		
H'FF66	P7DR	-	-	P75DR	P74DR	P73DR	P72DR	P71DR	P70DR		
H'FF67	P8DR	-	P86DR	P85DR	P84DR	P83DR	P82DR	P81RD	P80DR		
H'FF68	P9DR	P97DR	P96DR	P95DR	P94DR	P93DR	P92DR	-	-		
H'FF69	PADR	PA7DR	PA6DR	PA5DR	PA4DR	PA3DR	PA2DR	PA1DR	PA0DR		
H'FF6A	PBDR	PB7DR	PB6DR	PB5DR	PB4DR	PB3DR	PB2DR	PB1DR	PB0DR		
H'FF6B	PCDR	PC7DR	PC6DR	PC5DR	PC4DR	PC3DR	PC2DR	PC1DR	PC0DR		
H'FF6C	PDDR	PD7DR	PD6DR	PD5DR	PD4DR	PD3DR	PD2DR	PD1DR	PD0DR		
H'FF6D	PEDR	PE7DR	PE6DR	PE5DR	PE4DR	PE3DR	PE2DR	PE1DR	PE0DR		
H'FF6E	PFDR	PF7DR	PF6DR	PF5DR	PF4DR	PF3DR	PF2DR	PF1DR	PF0DR		
H'FF6F	PGDR	-	-	-	PG4DR	PG3DR	PG2DR	PG1DR	PG0DR		
H'FF70	PAPCR	PA7PCR	PA6PCR	PA5PCR	PA4PCR	PA3PCR	PA2PCR	PA1PCR	PA0PCR		
H'FF71	PBPCR	PB7PCR	PB6PCR	PB5PCR	PB4PCR	PB3PCR	PB2PCR	PB1PCR	PB0PCR		
H'FF72	PCPCR	PC7PCR	PC6PCR	PC5PCR	PC4PCR	PC3PCR	PC2PCR	PC1PCR	PC0PCR		
H'FF73	PDPCR	PD7PCR	PD6PCR	PD5PCR	PD4PCR	PD3PCR	PD2PCR	PD1PCR	PD0PCR		
H'FF74	PEPCR	PE7PCR	PE6PCR	PE5PCR	PE4PCR	PE3PCR	PE2PCR	PE1PCR	PE0PCR		
H'FF76	P3ODR	-	-	P35ODR	P34ODR	P33ODR	P32ODR	P31ODR	P30ODR		
H'FF77	PAODR	PA7ODR	PA6ODR	PA5ODR	PA4ODR	PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR		

付録

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FF78	SMR0	C/ \bar{A} /GM* ⁴	CHR/BLK * ⁵	PE	O/ \bar{E}	STOP/ BCP1* ⁶	MP/BCP0 * ⁷	CKS1	CKS0	SCI0、 スマート カード インタフ ェース0	8 ビット
H'FF79	BRR0										
H'FF7A	SCR0	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0		
H'FF7B	TDR0										
H'FF7C	SSR0	TDRE	RDRF	ORER	FER/ ERS* ⁸	PER	TEND	MPB	MPBT		
H'FF7D	RDR0										
H'FF7E	SCMR0	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF		
H'FF80	SMR1	C/ \bar{A} /GM* ⁴	CHR/BLK * ⁵	PE	O/ \bar{E}	STOP/ BCP1* ⁶	MP/BCP0 * ⁷	CKS1	CKS0	SCI1、 スマート カード インタフ ェース1	8 ビット
H'FF81	BRR1										
H'FF82	SCR1	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0		
H'FF83	TDR1										
H'FF84	SSR1	TDRE	RDRF	ORER	FER/ ERS* ⁸	PER	TEND	MPB	MPBT		
H'FF85	RDR1										
H'FF86	SCMR1	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF		
H'FF88	SMR2	C/ \bar{A} /GM* ⁴	CHR/BLK * ⁵	PE	O/ \bar{E}	STOP/ BCP1* ⁶	MP/BCP0 * ⁷	CKS1	CKS0	SCI2、 スマート カード インタフ ェース2	8 ビット
H'FF89	BRR2										
H'FF8A	SCR2	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0		
H'FF8B	TDR2										
H'FF8C	SSR2	TDRE	RDRF	ORER	FER/ ERS* ⁸	PER	TEND	MPB	MPBT		
H'FF8D	RDR2										
H'FF8E	SCMR2	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF		
H'FF90	ADDRAH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	A/D 変換器	8 ビット
H'FF91	ADDRAL	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-		
H'FF92	ADDRBH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2		
H'FF93	ADDRBL	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-		
H'FF94	ADDRCH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2		
H'FF95	ADDRCL	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-		
H'FF96	ADDRDH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2		
H'FF97	ADDRDL	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-		
H'FF98	ADCSR	ADF	ADIE	ADST	SCAN	CKS	CH2	CH1	CH0		
H'FF99	ADCR	TRGS1	TRGS0	-	-	CKS1	CH3	-	-		
H'FFA4	DADR0									D/A 変換器	8 ビット
H'FFA5	DADR1										
H'FFA6	DACR01	DAOE1	DAOE0	DAE	-	-	-	-	-		
H'FFA8	DADR2										
H'FFA9	DADR3										
H'FFAA	DACR23	DAOE1	DAOE0	DAE	-	-	-	-	-		

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FFAC	PFCR2	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-	ポート	8ビット
H'FFB0	TCR0	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	8ビット タイム チャネル 0、1	16 ビット
H'FFB1	TCR1	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0		
H'FFB2	TCSR0	CMFB	CMFA	OVF	ADTE	OS3	OS2	OS1	OS0		
H'FFB3	TCSR1	CMFB	CMFA	OVF	-	OS3	OS2	OS1	OS0		
H'FFB4	TCORA0										
H'FFB5	TCORA1										
H'FFB6	TCORB0										
H'FFB7	TCORB1										
H'FFB8	TCNT0										
H'FFB9	TCNT1										
H'FFBC (リード 時)	TCSR	OVF	WT/IT	TME	-	-	CKS2	CKS1	CKS0	ウォッチ ドッグ タイム	16 ビット
H'FFBD (リード 時)	TCNT										
H'FFBF (リード 時)	RSTCSR	WOVF	RSTE	-	-	-	-	-	-		
H'FFC0	TSTR	-	-	CST5	CST4	CST3	CST2	CST1	CST0	TPU	16 ビット
H'FFC1	TSYR	-	-	SYNC5	SYNC4	SYNC3	SYNC2	SYNC1	SYNC0		
H'FFC8 ※10	FLMCR1	FWE	SWE	ESU	PSU	EV	PV	E	P	FLASH (2338 F-ZTAT)	8 ビット
H'FFC9 ※10	FLMCR2	FLER	-	-	-	-	-	-	-		
H'FFCA ※10	EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0		
H'FFCB ※10	EBR2	-	-	-	-	EB11	EB10	EB9	EB8		
H'FFC8 ※9	FLMCR1	FWE	SWE	ESU	PSU	EV	PV	E	P	FLASH (2339 F-ZTAT)	8 ビット
H'FFC9 ※9	FLMCR2	FLER	-	-	-	-	-	-	-		
H'FFCA ※9	EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0		
H'FFCB ※9	EBR2	-	-	EB13	EB12	EB11	EB10	EB9	EB8		

付録

アドレス	略号	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	モジュール名	バス幅
H'FFD0	TCR0	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU0	16 ビット
H'FFD1	TMDR0	-	-	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0		
H'FFD2	TIOR0H	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
H'FFD3	TIOR0L	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0		
H'FFD4	TIER0	TTGE	-	-	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA		
H'FFD5	TSR0	-	-	-	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA	TPU0	16 ビット
H'FFD6	TCNT0										
H'FFD7											
H'FFD8	TGR0A										
H'FFD9											
H'FFDA	TGR0B										
H'FFDB											
H'FFDC	TGR0C										
H'FFDD										TPU0	16 ビット
H'FFDE	TGR0D										
H'FFDF										TPU1	16 ビット
H'FFE0	TCR1	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0		
H'FFE1	TMDR1	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0		
H'FFE2	TIOR1	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
H'FFE4	TIER1	TTGE	-	TCIEU	TCIEV	-	-	TGIEB	TGIEA		
H'FFE5	TSR1	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA		
H'FFE6	TCNT1										
H'FFE7											
H'FFE8	TGR1A										
H'FFE9											
H'FFEA	TGR1B										
H'FFEB										TPU2	16 ビット
H'FFF0	TCR2	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0		
H'FFF1	TMDR2	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0		
H'FFF2	TIOR2	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
H'FFF4	TIER2	TTGE	-	TCIEU	TCIEV	-	-	TGIEB	TGIEA		
H'FFF5	TSR2	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA		
H'FFF6	TCNT2										
H'FFF7											
H'FFF8	TGR2A										
H'FFF9											
H'FFFA	TGR2B										
H'FFFB											

【注】 *1 内蔵 RAM 上に配置されています。DTC がレジスタ情報としてアクセスするとき 32 ビットバス、その他のとき 16 ビットバスです。

*2 F-ZTAT 版のみ有効。

-
- *3 PCR の設定により、パルス出力グループ 2 とパルス出力グループ 3 の出力トリガが同一の場合は、NDRH のアドレスは H'FF4C となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 2 に対応する NDRH のアドレスは H'FF4E、グループ 3 に対する NDRH のアドレスは H'FF4C となります。同様に、PCR の設定によりパルス出力グループ 0 とパルス出力グループ 1 の出力トリガが同一の場合は、NDRL のアドレスは H'FF4D となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 0 に対する NDRL のアドレスは H'FF4F、グループ 1 に対する NDRL のアドレスは H'FF4D となります。
 - *4 SCI として使う場合は C/A、スマートカードインタフェースとして使う場合は GM として機能しません。
 - *5 SCI として使う場合は CHR、スマートカードインタフェースとして使う場合は BLK として機能しません。
 - *6 SCI として使う場合は STOP、スマートカードインタフェースとして使う場合は BCP1 として機能します。
 - *7 SCI として使う場合は MP、スマートカードインタフェースとして使う場合は BCP0 として機能しません。
 - *8 SCI として使う場合は FER、スマートカードインタフェースとして使う場合は ERS として機能しません。
 - *9 H8S/2339 F-ZTAT のみ有効。
 - *10 H8S/2338 F-ZTAT のみ有効。

B.2 レジスタ一覧 (モジュール別)

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
割り込み コントローラ	システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
	IRQ センスコントロールレジスタ H	ISCRH	R/W	H'00	H'FF2C
	IRQ センスコントロールレジスタ L	ISCRL	R/W	H'00	H'FF2D
	IRQ イネーブルレジスタ	IER	R/W	H'00	H'FF2E
	IRQ ステータスレジスタ	ISR	R/(W)*2	H'00	H'FF2F
	インタラプトプライオリティレジスタ A	IPRA	R/W	H'77	H'FEC4
	インタラプトプライオリティレジスタ B	IPRB	R/W	H'77	H'FEC5
	インタラプトプライオリティレジスタ C	IPRC	R/W	H'77	H'FEC6
	インタラプトプライオリティレジスタ D	IPRD	R/W	H'77	H'FEC7
	インタラプトプライオリティレジスタ E	IPRE	R/W	H'77	H'FEC8
	インタラプトプライオリティレジスタ F	IPRF	R/W	H'77	H'FEC9
	インタラプトプライオリティレジスタ G	IPRG	R/W	H'77	H'FECA
	インタラプトプライオリティレジスタ H	IPRH	R/W	H'77	H'FECB
	インタラプトプライオリティレジスタ I	IPRI	R/W	H'77	H'FECC
	インタラプトプライオリティレジスタ J	IPRJ	R/W	H'77	H'FECD
インタラプトプライオリティレジスタ K	IPRK	R/W	H'77	H'FECE	
バスコントローラ	バス幅コントロールレジスタ	ABWCR	R/W	H'FF/H'00*5	H'FED0
	アクセスステートコントロールレジスタ	ASTCR	R/W	H'FF	H'FED1
	ウェイトコントロールレジスタ H	WCRH	R/W	H'FF	H'FED2
	ウェイトコントロールレジスタ L	WCRL	R/W	H'FF	H'FED3
	バスコントロールレジスタ H	BCRH	R/W	H'D0	H'FED4
	バスコントロールレジスタ L	BCRL	R/W	H'3C	H'FED5
	メモリコントロールレジスタ	MCR	R/W	H'00	H'FED6
	DRAM コントロールレジスタ	DRAMCR	R/W	H'00	H'FED7
リフレッシュタイムカウンタ	RTCNT	R/W	H'00	H'FED8	
リフレッシュタイムコンスタントレジスタ	RTCOR	R/W	H'FF	H'FED9	
DTC	DTC モードレジスタ A	MRA	- *3	不定	- *4
	DTC モードレジスタ B	MRB	- *3	不定	- *4
	DTC ソースアドレスレジスタ	SAR	- *3	不定	- *4
	DTC デスティネーションアドレスレジスタ	DAR	- *3	不定	- *4
	DTC 転送カウントレジスタ A	CRA	- *3	不定	- *4
	DTC 転送カウントレジスタ B	CRB	- *3	不定	- *4
	DTC イネーブルレジスタ	DTCER	R/W	H'00	H'FF30 ~ H'FF35
	DTC ベクタレジスタ	DTVECR	R/W	H'00	H'FF37
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
DMAC0	メモリアドレスレジスタ 0A	MAR0A	R/W	不定	H'FEE0
	I/O アドレスレジスタ 0A	IOAR0A	R/W	不定	H'FEE4
	転送カウントレジスタ 0A	ETCR0A	R/W	不定	H'FEE6
	メモリアドレスレジスタ 0B	MAR0B	R/W	不定	H'FEE8
	I/O アドレスレジスタ 0B	IOAR0B	R/W	不定	H'FEEC
	転送カウントレジスタ 0B	ETCR0B	R/W	不定	H'FEEE
DMAC1	メモリアドレスレジスタ 1A	MAR1A	R/W	不定	H'FEF0
	I/O アドレスレジスタ 1A	IOAR1A	R/W	不定	H'FEF4
	転送カウントレジスタ 1A	ETCR1A	R/W	不定	H'FEF6
	メモリアドレスレジスタ 1B	MAR1B	R/W	不定	H'FEF8
	I/O アドレスレジスタ 1B	IOAR1B	R/W	不定	H'FEFC
	転送カウントレジスタ 1B	ETCR1B	R/W	不定	H'FEFE
DMAC 共通	DMA ライトイネーブルレジスタ	DMAWER	R/W	H'00	H'FF00
	DMA ターミナルコントロールレジスタ	DMATCR	R/W	H'00	H'FF01
	DMA コントロールレジスタ 0A	DMACR0A	R/W	H'00	H'FF02
	DMA コントロールレジスタ 0B	DMACR0B	R/W	H'00	H'FF03
	DMA コントロールレジスタ 1A	DMACR1A	R/W	H'00	H'FF04
	DMA コントロールレジスタ 1B	DMACR1B	R/W	H'00	H'FF05
	DMA バンドコントロールレジスタ	DMABCR	R/W	H'0000	H'FF06
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
TPU0	タイマコントロールレジスタ 0	TCR0	R/W	H'00	H'FFD0
	タイマモードレジスタ 0	TMDR0	R/W	H'C0	H'FFD1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 0H	TIOR0H	R/W	H'00	H'FFD2
	タイマ I/O コントロールレジスタ 0L	TIOR0L	R/W	H'00	H'FFD3
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 0	TIER0	R/W	H'40	H'FFD4
	タイマステータスレジスタ 0	TSR0	R/(W)*2	H'C0	H'FFD5
	タイマカウンタ 0	TCNT0	R/W	H'0000	H'FFD6
	タイマジェネラルレジスタ 0A	TGR0A	R/W	H'FFFF	H'FFD8
	タイマジェネラルレジスタ 0B	TGR0B	R/W	H'FFFF	H'FFDA
	タイマジェネラルレジスタ 0C	TGR0C	R/W	H'FFFF	H'FFDC
	タイマジェネラルレジスタ 0D	TGR0D	R/W	H'FFFF	H'FFDE
	TPU1	タイマコントロールレジスタ 1	TCR1	R/W	H'00
タイマモードレジスタ 1		TMDR1	R/W	H'C0	H'FFE1
タイマ I/O コントロールレジスタ 1		TIOR1	R/W	H'00	H'FFE2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ 1		TIER1	R/W	H'40	H'FFE4
タイマステータスレジスタ 1		TSR1	R/(W)*2	H'C0	H'FFE5
タイマカウンタ 1		TCNT1	R/W	H'0000	H'FFE6
タイマジェネラルレジスタ 1A		TGR1A	R/W	H'FFFF	H'FFE8
タイマジェネラルレジスタ 1B		TGR1B	R/W	H'FFFF	H'FFEA

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
TPU2	タイマコントロールレジスタ 2	TCR2	R/W	H'00	H'FFF0
	タイマモードレジスタ 2	TMDR2	R/W	H'C0	H'FFF1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 2	TIOR2	R/W	H'00	H'FFF2
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 2	TIER2	R/W	H'40	H'FFF4
	タイマステータスレジスタ 2	TSR2	R/(W)*2	H'C0	H'FFF5
	タイマカウンタ 2	TCNT2	R/W	H'0000	H'FFF6
	タイマジェネラルレジスタ 2A	TGR2A	R/W	H'FFFF	H'FFF8
	タイマジェネラルレジスタ 2B	TGR2B	R/W	H'FFFF	H'FFFA
TPU3	タイマコントロールレジスタ 3	TCR3	R/W	H'00	H'FE80
	タイマモードレジスタ 3	TMDR3	R/W	H'C0	H'FE81
	タイマ I/O コントロールレジスタ 3H	TIOR3H	R/W	H'00	H'FE82
	タイマ I/O コントロールレジスタ 3L	TIOR3L	R/W	H'00	H'FE83
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 3	TIER3	R/W	H'40	H'FE84
	タイマステータスレジスタ 3	TSR3	R/(W)*2	H'C0	H'FE85
	タイマカウンタ 3	TCNT3	R/W	H'0000	H'FE86
	タイマジェネラルレジスタ 3A	TGR3A	R/W	H'FFFF	H'FE88
	タイマジェネラルレジスタ 3B	TGR3B	R/W	H'FFFF	H'FE8A
	タイマジェネラルレジスタ 3C	TGR3C	R/W	H'FFFF	H'FE8C
	タイマジェネラルレジスタ 3D	TGR3D	R/W	H'FFFF	H'FE8E
	TPU4	タイマコントロールレジスタ 4	TCR4	R/W	H'00
タイマモードレジスタ 4		TMDR4	R/W	H'C0	H'FE91
タイマ I/O コントロールレジスタ 4		TIOR4	R/W	H'00	H'FE92
タイマインタラプトイネーブルレジスタ 4		TIER4	R/W	H'40	H'FE94
タイマステータスレジスタ 4		TSR4	R/(W)*2	H'C0	H'FE95
タイマカウンタ 4		TCNT4	R/W	H'0000	H'FE96
タイマジェネラルレジスタ 4A		TGR4A	R/W	H'FFFF	H'FE98
タイマジェネラルレジスタ 4B		TGR4B	R/W	H'FFFF	H'FE9A
TPU5	タイマコントロールレジスタ 5	TCR5	R/W	H'00	H'FEA0
	タイマモードレジスタ 5	TMDR5	R/W	H'C0	H'FEA1
	タイマ I/O コントロールレジスタ 5	TIOR5	R/W	H'00	H'FEA2
	タイマインタラプトイネーブルレジスタ 5	TIER5	R/W	H'40	H'FEA4
	タイマステータスレジスタ 5	TSR5	R/(W)*2	H'C0	H'FEA5
	タイマカウンタ 5	TCNT5	R/W	H'0000	H'FEA6
	タイマジェネラルレジスタ 5A	TGR5A	R/W	H'FFFF	H'FEA8
	タイマジェネラルレジスタ 5B	TGR5B	R/W	H'FFFF	H'FEAA
TPU 共通	タイマスタートレジスタ	TSTR	R/W	H'00	H'FFC0
	タイマシンクロレジスタ	TSYR	R/W	H'00	H'FFC1
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
PPG	PPG 出力コントロールレジスタ	PCR	R/W	H'FF	H'FF46
	PPG 出力モードレジスタ	PMR	R/W	H'F0	H'FF47
	ネクストデータインーブルレジスタ H	NDERH	R/W	H'00	H'FF48
	ネクストデータインーブルレジスタ L	NDERL	R/W	H'00	H'FF49
	アウトプットデータレジスタ H	PODRH	R/(W) *6	H'00	H'FF4A
	アウトプットデータレジスタ L	PODRL	R/(W) *6	H'00	H'FF4B
	ネクストデータレジスタ H	NDRH	R/W	H'00	H'FF4C*7 H'FF4E
	ネクストデータレジスタ L	NDRL	R/W	H'00	H'FF4D*7 H'FF4F
	ポート1データディレクションレジスタ	P1DDR	W	H'00	H'FEB0
	ポート2データディレクションレジスタ	P2DDR	W	H'00	H'FEB1
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
8ビット タイマ0	タイマコントロールレジスタ0	TCR0	R/W	H'00	H'FFB0
	タイマコントロール/ステータスレジスタ0	TCSR0	R/(W)*8	H'00	H'FFB2
	タイムコンスタントレジスタA0	TCORA0	R/W	H'FF	H'FFB4
	タイムコンスタントレジスタB0	TCORB0	R/W	H'FF	H'FFB6
	タイマカウンタ0	TCNT0	R/W	H'00	H'FFB8
8ビット タイマ1	タイマコントロールレジスタ1	TCR1	R/W	H'00	H'FFB1
	タイマコントロール/ステータスレジスタ1	TCSR1	R/(W)*8	H'10	H'FFB3
	タイムコンスタントレジスタA1	TCORA1	R/W	H'FF	H'FFB5
	タイムコンスタントレジスタB1	TCORB1	R/W	H'FF	H'FFB7
	タイマカウンタ1	TCNT1	R/W	H'00	H'FFB9
8ビット タイマ 共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
WDT	タイマコントロール/ステータスレジスタ	TCSR	R/(W) *10	H'18	H'FFBC : ライト時*9 H'FFBC : リード時
	タイマカウンタ	TCNT	R/W	H'00	H'FFBC : ライト時*9 H'FFBD : リード時
	リセットコントロール/ステータスレジスタ	RSTCSR	R/(W) *10	H'1F	H'FFBE : ライト時*9 H'FFBF : リード時
SCIO	シリアルモードレジスタ0	SMR0	R/W	H'00	H'FF78
	ビットレートレジスタ0	BRR0	R/W	H'FF	H'FF79
	シリアルコントロールレジスタ0	SCR0	R/W	H'00	H'FF7A
	トランスミットデータレジスタ0	TDR0	R/W	H'FF	H'FF7B
	シリアルステータスレジスタ0	SSR0	R/(W)*2	H'84	H'FF7C
	レシーブデータレジスタ0	RDR0	R	H'00	H'FF7D
	スマートカードモードレジスタ0	SCMR0	R/W	H'F2	H'FF7E

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
SCI1	シリアルモードレジスタ 1	SMR1	R/W	H'00	H'FF80
	ビットレートレジスタ 1	BRR1	R/W	H'FF	H'FF81
	シリアルコントロールレジスタ 1	SCR1	R/W	H'00	H'FF82
	トランスミットデータレジスタ 1	TDR1	R/W	H'FF	H'FF83
	シリアルステータスレジスタ 1	SSR1	R/(W)*2	H'84	H'FF84
	レシーブデータレジスタ 1	RDR1	R	H'00	H'FF85
	スマートカードモードレジスタ 1	SCMR1	R/W	H'F2	H'FF86
SCI2	シリアルモードレジスタ 2	SMR2	R/W	H'00	H'FF88
	ビットレートレジスタ 2	BRR2	R/W	H'FF	H'FF89
	シリアルコントロールレジスタ 2	SCR2	R/W	H'00	H'FF8A
	トランスミットデータレジスタ 2	TDR2	R/W	H'FF	H'FF8B
	シリアルステータスレジスタ 2	SSR2	R/(W)*2	H'84	H'FF8C
	レシーブデータレジスタ 2	RDR2	R	H'00	H'FF8D
	スマートカードモードレジスタ 2	SCMR2	R/W	H'F2	H'FF8E
SCI 共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
SMCIO	シリアルモードレジスタ 0	SMR0	R/W	H'00	H'FF78
	ビットレートレジスタ 0	BRR0	R/W	H'FF	H'FF79
	シリアルコントロールレジスタ 0	SCR0	R/W	H'00	H'FF7A
	トランスミットデータレジスタ 0	TDR0	R/W	H'FF	H'FF7B
	シリアルステータスレジスタ 0	SSR0	R/(W)*2	H'84	H'FF7C
	レシーブデータレジスタ 0	RDR0	R	H'00	H'FF7D
SMCI1	スマートカードモードレジスタ 0	SCMR0	R/W	H'F2	H'FF7E
	シリアルモードレジスタ 1	SMR1	R/W	H'00	H'FF80
	ビットレートレジスタ 1	BRR1	R/W	H'FF	H'FF81
	シリアルコントロールレジスタ 1	SCR1	R/W	H'00	H'FF82
	トランスミットデータレジスタ 1	TDR1	R/W	H'FF	H'FF83
	シリアルステータスレジスタ 1	SSR1	R/(W)*2	H'84	H'FF84
SMCI2	レシーブデータレジスタ 1	RDR1	R	H'00	H'FF85
	スマートカードモードレジスタ 1	SCMR1	R/W	H'F2	H'FF86
	シリアルモードレジスタ 2	SMR2	R/W	H'00	H'FF88
	ビットレートレジスタ 2	BRR2	R/W	H'FF	H'FF89
	シリアルコントロールレジスタ 2	SCR2	R/W	H'00	H'FF8A
	トランスミットデータレジスタ 2	TDR2	R/W	H'FF	H'FF8B
SMCI 共通	シリアルステータスレジスタ 2	SSR2	R/(W)*2	H'84	H'FF8C
	レシーブデータレジスタ 2	RDR2	R	H'00	H'FF8D
	スマートカードモードレジスタ 2	SCMR2	R/W	H'00	H'FF8E
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
ADC	A/D データレジスタ AH	ADDRAH	R	H'00	H'FF90
	A/D データレジスタ AL	ADDRAL	R	H'00	H'FF91
	A/D データレジスタ BH	ADDRBH	R	H'00	H'FF92
	A/D データレジスタ BL	ADDRBL	R	H'00	H'FF93
	A/D データレジスタ CH	ADDRCH	R	H'00	H'FF94
	A/D データレジスタ CL	ADDRCL	R	H'00	H'FF95
	A/D データレジスタ DH	ADDRDH	R	H'00	H'FF96
	A/D データレジスタ DL	ADDRDL	R	H'00	H'FF97
	A/D コントロール / ステータスレジスタ	ADCSR	R/(W)*10	H'00	H'FF98
	A/D コントロールレジスタ	ADCR	R/W	H'3F	H'FF99
	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
DAC0、1	D/A データレジスタ 0	DADR0	R/W	H'00	H'FFA4
	D/A データレジスタ 1	DADR1	R/W	H'00	H'FFA5
	D/A コントロールレジスタ 01	DACR01	R/W	H'1F	H'FFA6
DAC2、3	D/A データレジスタ 2	DADR2	R/W	H'00	H'FDA8
	D/A データレジスタ 3	DADR3	R/W	H'00	H'FDA9
	D/A コントロールレジスタ 23	DACR23	R/W	H'1F	H'FDAA
DAC 共通	モジュールストップコントロールレジスタ	MSTPCR	R/W	H'3FFF	H'FF3C
内蔵 RAM	システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
フラッシュメモリ	フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1*15	R/W*12	H'00/H'80*13	H'FFC8*11
	フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2*15	R/W*12	H'00*14	H'FFC9*11
	消去ブロック指定レジスタ 1	EBR1*15	R/W*12	H'00*14	H'FFCA*11
	消去ブロック指定レジスタ 2	EBR2*15	R/W*12	H'00*14	H'FFCB*11
	RAM エミュレーションレジスタ	RAMER*21	R/W	H'00	H'FEDB
	システムコントロールレジスタ 2	SYSCR2*16	R/W	H'00	H'FF42
クロック発振器	システムクロックコントロールレジスタ	SCKCR	R/W	H'00	H'FF3A
低消費電力状態	スタンバイコントロールレジスタ	SBYCR	R/W	H'08	H'FF38
	システムクロックコントロールレジスタ	SCKCR	R/W	H'00	H'FF3A
	モジュールストップコントロールレジスタ H	MSTPCRH	R/W	H'3F	H'FF3C
	モジュールストップコントロールレジスタ L	MSTPCRL	R/W	H'FF	H'FF3D
ポート 1	ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	W	H'00	H'FEB0
	ポート 1 データレジスタ	P1DR	R/W	H'00	H'FF60
	ポート 1 レジスタ	PORT1	R	不定	H'FF50
ポート 2	ポート 2 データディレクションレジスタ	P2DDR	W	H'00	H'FEB1
	ポート 2 データレジスタ	P2DR	R/W	H'00	H'FF61
	ポート 2 レジスタ	PORT2	R	不定	H'FF51

付録

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス ^{*1}
ポート 3	ポート 3 データディレクションレジスタ	P3DDR	W	H'00	H'FEB2
	ポート 3 データレジスタ	P3DR	R/W	H'00	H'FF62
	ポート 3 レジスタ	PORT3	R	不定	H'FF52
	ポート 3 オープンドレイン コントロールレジスタ	P3ODR	R/W	H'00	H'FF76
ポート 4	ポート 4 レジスタ	PORT4	R	不定	H'FF53
ポート 5	ポート 5 データディレクションレジスタ	P5DDR	W	H'0 ^{*17}	H'FEB4
	ポート 5 データレジスタ	P5DR	R/W	H'0 ^{*17}	H'FF64
	ポート 5 レジスタ	PORT5	R	不定	H'FF54
	ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30	H'FFAC
ポート 6	システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
	ポート 6 データディレクションレジスタ	P6DDR	W	H'00	H'FEB5
	ポート 6 データレジスタ	P6DR	R/W	H'00	H'FF65
	ポート 6 レジスタ	PORT6	R	不定	H'FF55
ポート 7	ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30	H'FFAC
	ポート 7 データディレクションレジスタ	P7DDR	W	H'00	H'FEB6
	ポート 7 データレジスタ	P7DR	R/W	H'00	H'FF66
	ポート 7 レジスタ	PORT7	R	不定	H'FF56
ポート 8	ポート 8 データディレクションレジスタ	P8DDR	W	H'00 ^{*18}	H'FEB7
	ポート 8 データレジスタ	P8DR	R/W	H'00 ^{*18}	H'FF67
	ポート 8 レジスタ	PORT8	R	不定 ^{*18}	H'FF57
	ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCR2	R/W	H'30 ^{*18}	H'FFAC
ポート 9	ポート 9 データディレクションレジスタ	P9DDR	W	H'00 ^{*19}	H'FEB8
	ポート 9 データレジスタ	P9DR	R/W	H'00 ^{*19}	H'FF68
	ポート 9 レジスタ	PORT9	R	不定	H'FF58
	システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
ポート A	ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	W	H'00	H'FEB9
	ポート A データレジスタ	PADR	R/W	H'00	H'FF69
	ポート A レジスタ	PORTA	R	不定	H'FF59
	ポート A プルアップ MOS コントロールレジスタ	PAPCR	R/W	H'00	H'FF70
	ポート A オープンドレイン コントロールレジスタ	PAODR	R/W	H'00	H'FF77
	ポートファンクションコントロールレジスタ 1	PFCR1	R/W	H'0F	H'FF45
ポート B	ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	W	H'00	H'FEBA
	ポート B データレジスタ	PBDR	R/W	H'00	H'FF6A
	ポート B レジスタ	PORTB	R	不定	H'FF5A
	ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ	PBPCR	R/W	H'00	H'FF71

モジュール	名称	略称	R/W	初期値	アドレス*1
ポート C	ポート C データディレクションレジスタ	PCDDR	W	H'00	H'FE8B
	ポート C データレジスタ	PCDR	R/W	H'00	H'FF6B
	ポート C レジスタ	PORTC	R	不定	H'FF5B
	ポート C プルアップ MOS コントロールレジスタ	PCPCR	R/W	H'00	H'FF72
ポート D	ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	W	H'00	H'FEBC
	ポート D データレジスタ	PDDR	R/W	H'00	H'FF6C
	ポート D レジスタ	PORTD	R	不定	H'FF5C
	ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ	PDPCR	R/W	H'00	H'FF73
ポート E	ポート E データディレクションレジスタ	PEDDR	W	H'00	H'FE8D
	ポート E データレジスタ	PEDR	R/W	H'00	H'FF6D
	ポート E レジスタ	PORTE	R	不定	H'FF5D
	ポート E プルアップ MOS コントロールレジスタ	PEPCR	R/W	H'00	H'FF74
ポート F	ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	W	H'80 / H'00*5	H'FE8E
	ポート F データレジスタ	PFDR	R/W	H'00	H'FF6E
	ポート F レジスタ	PORTF	R	不定	H'FF5E
	ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCSR2	R/W	H'30	H'FFAC
	システムコントロールレジスタ	SYSCR	R/W	H'01	H'FF39
ポート G	ポート G データディレクションレジスタ	PGDDR	W	H'10 / H'00*5 *20	H'FE8F
	ポート G データレジスタ	PGDR	R/W	H'00*20	H'FF6F
	ポート G レジスタ	PORTG	R	不定*20	H'FF5F
	ポートファンクションコントロールレジスタ 2	PFCSR2	R/W	H'30	H'FFAC

- 【注】 *1 アドレスの下位 16 ビットを示しています。
- *2 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。
- *3 DTC 内のレジスタは直接リード/ライトできません。
- *4 内蔵 RAM のアドレス H'EBC0 ~ H'EFBF にレジスタ情報として配置します。外部メモリ空間には配置できません。DTC を使用する場合は SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアしないでください。
- *5 MCU 動作モードによって初期値が異なります。
- *6 パルス出力として使用しているビットは、ライトできません。
- *7 PCR の設定により、パルス出力グループ 2 とパルス出力グループ 3 の出力トリガが同一の場合は、NDRH のアドレスは H'FF4C となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 2 に対応する NDRH のアドレスは H'FF4E、グループ 3 に対する NDRH のアドレスは H'FF4C となります。
同様に、PCR の設定によりパルス出力グループ 0 とパルス出力グループ 1 の出力トリガが同一の場合は、NDRL のアドレスは H'FF4D となり、出力トリガが異なる場合は、グループ 0 に対する NDRL のアドレスは H'FF4F、グループ 1 に対する NDRL のアドレスは H'FF4D となります。
- *8 ビット 7~5 は、フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。
- *9 ライトについては、「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。
- *10 ビット 7 は、フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。
- *11 フラッシュメモリのレジスタの選択はシステムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) の FLSHE ビットで行います。

- *12 内蔵フラッシュメモリが無効のモードのときは、リードすると H'00 が読み出され、ライトも無効となります。また、FLMCR1 の FWE ビットがクリア (FWE = 0) されているときもライトは無効です (H8S/2339 F-ZTAT は除く)。
- *13 H8S/2338 F-ZTAT では FWE 端子に High レベルが入力されているときの初期値は H'80 です。H8S/2339 F-ZTAT の初期値は H'80 です。
- *14 H8S/2338 F-ZTAT では、FWE 端子に Low レベルが入力されているとき、あるいは High レベルが入力されていても FLMCR1 の SWE ビットがセットされていないときは H'00 に初期化されます。H8S/2339 F-ZTAT では、FLMCR1 の SWE ビットがセットされていないときは H'00 に初期化されます。
- *15 FLMCR1、FLMCR2、EBR1、EBR2 は 8 ビットのレジスタです。バイトアクセスのみ有効で、2 ステートアクセスとなります。
- *16 SYSCR2 は、F-ZTAT 版専用のレジスタです。マスク ROM 版では、リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。
- *17 ビット 3~0 の値を表しています。
- *18 ビット 6~0 の値を示しています。
- *19 ビット 7~2 の値を示しています。
- *20 ビット 4~0 の値を示します。
- *21 フラッシュメモリ版のみ有効。

B.3 レジスタ説明

H'F800 ~ H'FBFF : DTC モードレジスタ A MRA : DTC

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	SM1	SM0	DM1	DM0	MD1	MD0	DTS	Sz
初期値 :	不定	不定						
R/W :	-	-	-	-	-	-	-	-

DTCデータ トランスファサイズ	
0	バイトサイズ 転送
1	ワードサイズ 転送

DTC転送モードセレクト	
0	デスティネーション側がリピート 領域またはブロック領域
1	ソース側がリピート領域または ブロック領域

DTCモード		
0	0	ノーマルモード
	1	リピートモード
1	0	ブロック転送モード
	1	-

デスティネーションアドレスモード		
0	-	DARは固定
1	0	DARは転送後インクリメント (Sz = 0のとき +1, Sz = 1のとき +2)
	1	DARは転送後デクリメント (Sz = 0のとき -1, Sz = 1のとき -2)

ソースアドレスモード		
0	-	SARは固定
1	0	SARは転送後インクリメント (Sz = 0のとき +1, Sz = 1のとき +2)
	1	SARは転送後デクリメント (Sz = 0のとき -1, Sz = 1のとき -2)

H'F800 ~ H'FBFF : DTC モードレジスタ B MRB : DTC

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	CHNE	DISEL	CHNS	-	-	-	-	-
初期値 :	不定	不定	不定	不定	不定	不定	不定	不定
R/W :	-	-	-	-	-	-	-	-

リザーブビット
0をライト

DTCチェーン転送イネーブル、DTCチェーン転送セレクト

CHNE	CHNS	説明
0	-	チェーン転送なし (DTCデータ転送終了、起動待ち状態になります)
1	0	毎回チェーン転送
1	1	転送カウンタ=0のときのみチェーン転送

DTCインタラプトセレクト

0	DTCデータ転送終了後、転送カウンタが0でなければ、CPUへの割り込みを禁止
1	DTCデータ転送終了後、CPUへの割り込みを許可

H'F800 ~ H'FBFF : DTC ソースアドレスレジスタ SAR : DTC

ビット	23	22	21	20	19	---	4	3	2	1	0
初期値	不定	不定	不定	不定	不定	---	不定	不定	不定	不定	不定
R/W	-	-	-	-	-	---	-	-	-	-	-

転送データの転送元アドレスを指定

H'F800 ~ H'FBFF : DTC デスティネーションアドレスレジスタ DAR : DTC

ビット	23	22	21	20	19	---	4	3	2	1	0
初期値	不定	不定	不定	不定	不定	---	不定	不定	不定	不定	不定
R/W	-	-	-	-	-	---	-	-	-	-	-

DTC の転送データの転送先アドレスを指定

H'F800 ~ H'FBFF : DTC 転送カウントレジスタ A CRA : DTC



H'F800 ~ H'FBFF : DTC 転送カウントレジスタ B CRB : DTC



H'FE80 : タイマコントロールレジスタ 3 TCR3 : TPU3

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W						

タイマプリスケアラ

0	0	0	内部クロック : $\phi / 1$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 16$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 64$ でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA端子入力でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 1024$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 256$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4096$ でカウント

入力クロックのエッジを選択

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

カウンタクリア

0	0	0	TCNTのクリア禁止
		1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
	1	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
		1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*1
1	0	0	TCNTのクリア禁止
		1	TGRCのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア*2
	1	0	TGRDのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア*2
		1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*1

【注】*1 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

*2 TGRCまたはTGRDをバッファレジスタとして使用している場合は、バッファレジスタの設定が優先され、コンペアマッチ / インพุットキャプチャが発生しないため、TCNTはクリアされません。

H'FE81 : タイマモードレジスタ 3 TMDR3 : TPU3

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

モード

0	0	0	0	通常動作		
		1		リザーブ		
		1	0	PWMモード1		
		1		PWMモード2		
	1	0	0	0	位相計数モード1	
			1		位相計数モード2	
		1	0	0	0	位相計数モード3
			1		0	0
1	*	*	*	-		

* : Don't care

- 【注】 1. MD3はリザーブビットです。
ライト時には常に0を書き込んでください。
2. チャンネル0、3では、位相計数モードの設定はできません。
MD2には常に0をライトしてください。

バッファ動作設定A

0	TGRAは通常動作
1	TGRAとTGRCはバッファ動作

バッファ動作設定B

0	TGRBは通常動作
1	TGRBとTGRDはバッファ動作

H'FE82 : タイマ I/O コントロールレジスタ 3H TIOR3H : TPU3

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

TGR3A I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR3Aは	出力禁止		
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力		
			1	コンペア	コンペアマッチで1出力		
		1	0	0	レジスタ	コンペアマッチでトグル出力	
				1	0	出力禁止	
				1	1	初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力	
	1	0	0	0	TGR3Aは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
				1	インプット	TIOCA3端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
				1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
		1	*	*	レジスタ	キャプチャ入力元は	TCNT4のカウンタアップ/ チャンネル4/カウンタクロック
					キャプチャ	チャンネル4/カウンタクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ
					レジスタ	チャンネル4/カウンタクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ

TGR3B I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR3Bは	出力禁止		
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力		
			1	コンペア	コンペアマッチで1出力		
		1	0	0	1	レジスタ	コンペアマッチでトグル出力
					1	0	出力禁止
					1	1	初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力
	1	0	0	0	TGR3Bは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
				1	インプット	TIOCB3端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
				1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
		1	*	*	レジスタ	キャプチャ入力元は	TCNT4のカウンタアップ/ チャンネル4/カウンタクロック
					キャプチャ	チャンネル4/カウンタクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ*
					レジスタ	チャンネル4/カウンタクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ*

* : Don't care

* : Don't care

【注】 * TCR4のTPSC2～TPSC0ビットをB'000とし、TCNT4のカウンタクロックにφ/1を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

H'FE83 : タイマ I/O コントロールレジスタ 3L TIOR3L : TPU3

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

TGR3C I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR3Cは	出力禁止		
				アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				コンペア	コンペアマッチで1出力		
		レジスタ*	コンペアマッチでトグル出力				
		1	0	0	TGR3Cは	出力禁止	
					1	初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
	0				コンペアマッチで1出力		
	1		0	1	1	コンペアマッチでトグル出力	
					0	コンペアマッチで1出力	
					1	コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	TGR3Cは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1	インプット	TIOCC3端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1				* キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ		
1		*	*	レジスタ*1	キャプチャ入力元は	TCNT4のカウントアップ/ チャネル4/カウントクロック	
				キャプチャ入力元は	TCNT4のカウントアップ/ カウントダウンでインプットキャプチャ		
				チャネル4/カウントクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ		

* : Don't care

【注】*1 TMDR3のBFAビットを1にセットしてTGR3Cをバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

TGR3D I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR3Dは	出力禁止				
				1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力		
				1	コンペア	コンペアマッチで1出力			
		1	0	0	1	レジスタ*2	コンペアマッチでトグル出力		
					1	0	0	出力禁止	
								1	初期出力は1出力
	0		コンペアマッチで1出力						
	1		0	1	1	コンペアマッチでトグル出力			
					0	コンペアマッチで1出力			
		1			コンペアマッチでトグル出力				
	1	0	0	TGR3Dは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ			
				1	インプット	TIOCD3端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
1				* キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ				
1		*	*	レジスタ*2	キャプチャ入力元は	TCNT4のカウントアップ/ チャネル4/カウントクロック			
				キャプチャ入力元は	TCNT4のカウントアップ/ カウントダウンでインプットキャプチャ*1				
				チャネル4/カウントクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ				

* : Don't care

【注】*1 TCR4のTPSC2 ~ TPSC0ビットをB'000とし、TCNT4のカウントクロックに $\phi/1$ を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

*2 TMDR3のBFBビットを1にセットしてTGR3Dをバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

【注】TGR3C、あるいはTGR3Dをバッファ動作に設定した場合は、本設定は無効となり、バッファレジスタとして動作します。

H'FE84 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 3 TIER3 : TPU3

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TTGE	-	-	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA
初期値 :	0	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

0	TGFAビットによる割り込み要求 (TGIA) を禁止
1	TGFAビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可

0	TGFBビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止
1	TGFBビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可

0	TGFCビットによる割り込み要求 (TGIC) を禁止
1	TGFCビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可

0	TGFDビットによる割り込み要求 (TGID) を禁止
1	TGFDビットによる割り込み要求 (TGID) を許可

0	TCFVによる割り込み要求 (TCIV) を禁止
1	TCFVによる割り込み要求 (TCIV) を許可

0	A/D変換開始要求の発生を禁止
1	A/D変換開始要求の発生を許可

H'FE85 : タイマステータスレジスタ 3 TSR3 : TPU3

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグA	
0	[クリア条件] (1) TGIA割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGIA割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグB	
0	[クリア条件] (1) TGB割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグC	
0	[クリア条件] (1) TGIC割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFC = 1の状態ではTGFCをリード後、TGFCに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRCがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRCになったとき (2) TGRCがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRCに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグD	
0	[クリア条件] (1) TGID割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFD = 1の状態ではTGFDをリード後、TGFDに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRDがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRDになったとき (2) TGRDがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRDに転送されたとき

オーバーフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FE86 : タイマカウンタ 3 TCNT3 : TPU3

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

↑
アップカウンタ

H'FE88 : タイマジェネラルレジスタ 3A TGR3A : TPU3

H'FE8A : タイマジェネラルレジスタ 3B TGR3B : TPU3

H'FE8C : タイマジェネラルレジスタ 3C TGR3C : TPU3

H'FE8E : タイマジェネラルレジスタ 3D TGR3D : TPU3

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

H'FE90 : タイマコントロールレジスタ 4 TCR4 : TPU4

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	R/W						

タイムプリスケラ

0	0	0	内部クロック : $\phi / 1$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 16$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 64$ でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA端子入力でカウント
		1	外部クロック : TCLKC端子入力でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 1024$ でカウント
		1	TCNT5のオーバフロー / アンダフローでカウント

【注】チャンネル4が位相計数モード時、この設定は無効になります。

入力クロックのエッジを選択

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

【注】チャンネル4が位相計数モード時、この設定は無効になります。

カウンタクリア

0	0	TCNTのクリア禁止
	1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
1	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
	1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*

【注】* 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

H'FE91 : タイマモードレジスタ 4 TMDR4 : TPU4

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

モード

0	0	0	0	通常動作		
		1	0	リザーブ		
		1	0	PWMモード1		
		1	0	PWMモード2		
	1	0	0	0	位相計数モード1	
			1	0	位相計数モード2	
		1	0	0	0	位相計数モード3
			1	0	0	位相計数モード4
1	*	*	*	-		

* : Don't care

【注】 MD3はリザーブビットです。
ライト時には常に0を書き込んでください。

H'FE92 : タイマ I/O コントロールレジスタ 4 TIOR4 : TPU4

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W						

TGR4A I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR4Aは	出力禁止			
				1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				1	コンペア		コンペアマッチで1出力	
				1	レジスタ		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	TGR4Aは	出力禁止		
					1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
					1		コンペアマッチで1出力	
					1		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	TGR4Aは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
					1	インプット	TIOCA4端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
					1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
					1	*	レジスタ	キャプチャ入力元は TGR3Aコンペアマッチ/ インプットキャプチャ

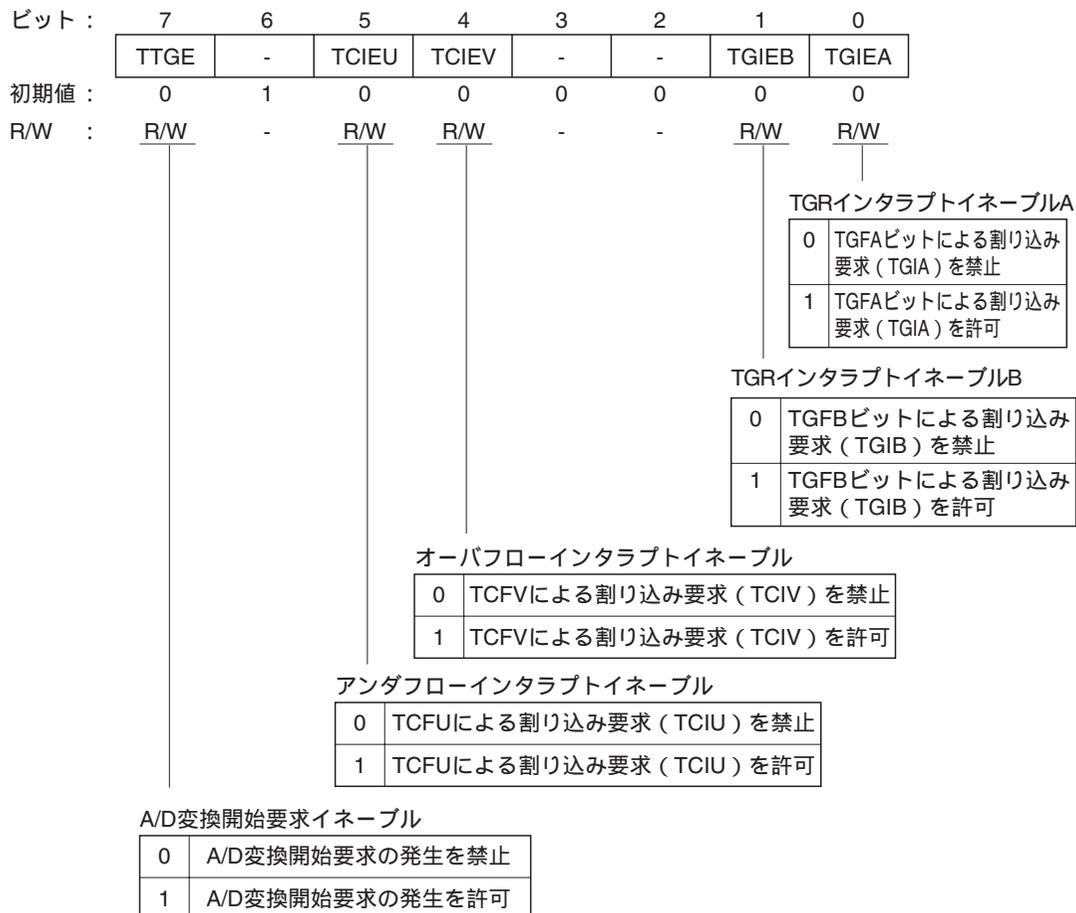
* : Don't care

TGR4B I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR4Bは	出力禁止			
				1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				1	コンペア		コンペアマッチで1出力	
				1	レジスタ		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	TGR4Bは	出力禁止		
					1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
					1		コンペアマッチで1出力	
					1		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	TGR4Bは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
					1	インプット	TIOCB4端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
					1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
					1	*	レジスタ	キャプチャ入力元は TGR3Cコンペアマッチ/ インプットキャプチャ

* : Don't care

H'FE94 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 4 TIER4 : TPU4



H'FE95 : タイマステータスレジスタ 4 TSR4 : TPU4

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	-	R/(W)*	R/(W)*	-	-	R/(W)*	R/(W)*

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグA	
0	[クリア条件] (1) TGIA割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGIA割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグB	
0	[クリア条件] (1) TGRB割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

オーバーフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

アンダフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFU = 1の状態ではTCFUをリード後、TCFUに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がアンダフロー (H'0000 H'FFFF) したとき

カウント方向フラグ	
0	TCNTはダウンカウント
1	TCNTはアップカウント

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FE96 : タイマカウンタ 4 TCNT4 : TPU4

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

↑
アップ/ダウンカウンタ*

【注】 * 位相係数モード、他のチャンネルのオーバーフロー/アンダーフローのカウント時のみアップ/ダウンカウンタとして使用できます。それ以外の場合はアップカウンタになります。

H'FE98 : タイマジェネラルレジスタ 4A TGR4A : TPU4

H'FE9A : タイマジェネラルレジスタ 4B TGR4B : TPU4

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

H'FEA0 : タイマコントロールレジスタ 5 TCR5 : TPU5

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	R/W						

タイマプリスケアラ

0	0	0	内部クロック : $\phi / 1$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 16$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 64$ でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA端子入力でカウント
		1	外部クロック : TCLKC端子入力でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 256$ でカウント
		1	外部クロック : TCLKD端子入力でカウント

【注】チャンネル5が位相計数モード時、この設定は無効になります。

入力クロックのエッジを選択

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

【注】チャンネル5が位相計数モード時、この設定は無効になります。

カウンタクリア

0	0	TCNTのクリア禁止
	1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
1	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
	1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*

【注】* 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

H'FEA1 : タイマモードレジスタ 5 TMDR5 : TPU5

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

モード

0	0	0	0	通常動作
		1	0	リザーブ
		1	0	PWMモード1
			1	PWMモード2
	1	0	0	位相計数モード1
			1	位相計数モード2
		1	0	位相計数モード3
			1	位相計数モード4
1	*	*	*	-

* : Don't care

【注】 MD3はリザーブビットです。
 ライト時には常に0を書き込んでください。

H'FEA2 : タイマ I/O コントロールレジスタ 5 TIOR5 : TPU5

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

TGR5A I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR5Aは	出力禁止		
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力		
			1	コンペア レジスタ	コンペアマッチで1出力 コンペアマッチでトグル出力		
		1	0	0		出力禁止	
				1		初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力	
				1		コンペアマッチで1出力 コンペアマッチでトグル出力	
	1	*	0	0	TGR5Aは	キャプチャ入力元は	
				1	インプット キャプチャ レジスタ	TIOCA5端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
				1	*		両エッジでインプットキャプチャ

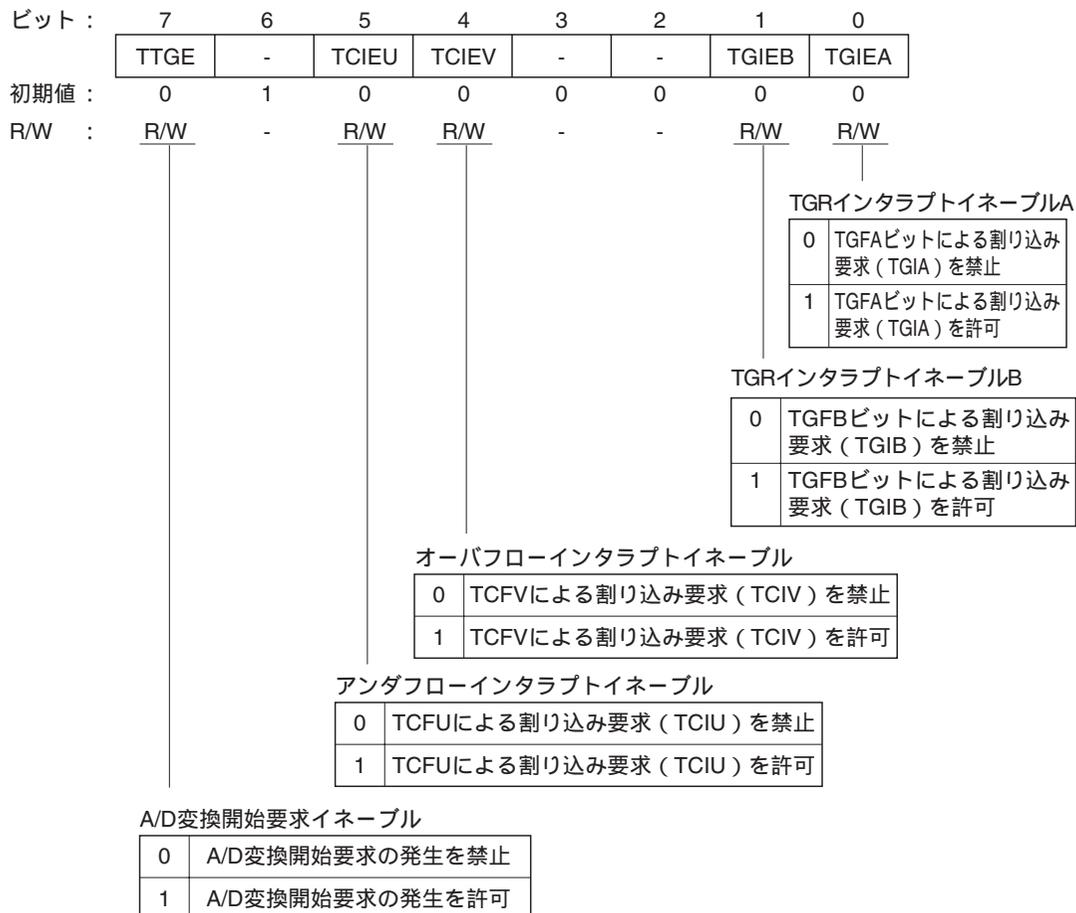
* : Don't care

TGR5B I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR5Bは	出力禁止		
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力		
			1	コンペア レジスタ	コンペアマッチで1出力 コンペアマッチでトグル出力		
		1	0	0		出力禁止	
					1		初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力
					1		コンペアマッチで1出力 コンペアマッチでトグル出力
	1	*	0	0	TGR5Bは	キャプチャ入力元は	
				1	インプット キャプチャ レジスタ	TIOCB5端子	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
				1	*		両エッジでインプットキャプチャ

* : Don't care

H'FEA4 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 5 TIER5 : TPU5



H'FEA5 : タイマステータスレジスタ 5 TSR5 : TPU5

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	-	R/(W)*	R/(W)*	-	-	R/(W)*	R/(W)*

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグA	
0	[クリア条件] (1) TGI A割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGI A割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ / アウトプットコンペアフラグB	
0	[クリア条件] (1) TGI B割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

オーバーフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

アンダフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFU = 1の状態ではTCFUをリード後、TCFUに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がアンダフロー (H'0000 H'FFFF) したとき

カウント方向フラグ	
0	TCNTはダウンカウント
1	TCNTはアップカウント

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FEA6 : タイマカウンタ 5 TCNT5 : TPU5

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

アップ/ダウンカウンタ*

【注】 * 位相係数モード、他のチャンネルのオーバーフロー/アンダーフローのカウンタ時のみアップ/ダウンカウンタとして使用できます。それ以外の場合はアップカウンタになります。

H'FEA8 : タイマジェネラルレジスタ 5A TGR5A : TPU5

H'FEAA : タイマジェネラルレジスタ 5B TGR5B : TPU5

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

H'FEB0 : ポート 1 データディレクションレジスタ P1DDR : ポート 1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート 1 の各端子の入出力を指定

H'FEB1 : ポート 2 データディレクションレジスタ P2DDR : ポート 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート 2 の各端子の入出力を指定

H'FEB2 : ポート 3 データディレクションレジスタ P3DDR : ポート 3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35DDR	P34DDR	P33DDR	P32DDR	P31DDR	P30DDR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	W	W	W	W	W	W

ポート 3 の各端子の入出力を指定

H'FEB4 : ポート 5 データディレクションレジスタ P5DDR : ポート 5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	P53DDR	P52DDR	P51DDR	P50DDR
初期値	不定	不定	不定	不定	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	W	W	W	W

ポート 5 の各端子の入出力を指定

H'FEB5 : ポート 6 データディレクションレジスタ P6DDR : ポート 6

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67DDR	P66DDR	P65DDR	P64DDR	P63DDR	P62DDR	P61DDR	P60DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート 6 の各端子の入出力を指定

H'FEB6 : ポート 7 データディレクションレジスタ P7DDR : ポート 7

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75DDR	P74DDR	P73DDR	P72DDR	P71DDR	P70DDR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	W	W	W	W	W	W

ポート 7 の各端子の入出力を指定

H'FEB7 : ポート 8 データディレクションレジスタ P8DDR : ポート 8

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86DDR	P85DDR	P84DDR	P83DDR	P82DDR	P81DDR	P80DDR
初期値	不定	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	W	W	W	W	W	W	W

ポート 8 の各端子の入出力を指定

H'FEB8 : ポート 9 データディレクションレジスタ P9DDR : ポート 9

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97DDR	P96DDR	P95DDR	P94DDR	P93DDR	P92DDR	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	不定	不定
R/W	W	W	W	W	W	W	-	-

ポート 9 の各端子の入出力を指定

H'FEB9 : ポート A データディレクションレジスタ PADDR : ポート A

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート A 各端子の入出力を指定

H'FEBA : ポート B データディレクションレジスタ PBDDR : ポート B

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート B の各端子の入出力を指定

H'FEBB : ポート C データディレクションレジスタ PCDDR : ポート C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート C の各端子の入出力を指定

H'FEBC : ポート D データディレクションレジスタ PDDDR : ポート D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR	PD3DDR	PD2DDR	PD1DDR	PD0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート D の各端子の入出力を指定

H'FEBD : ポート E データディレクションレジスタ PEDDR : ポート E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7DDR	PE6DDR	PE5DDR	PE4DDR	PE3DDR	PE2DDR	PE1DDR	PE0DDR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート E の各端子の入出力を指定

H'FEBE : ポート F データディレクションレジスタ PFDDR : ポート F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR
モード 4~6 初期値	1	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W
モード 7 初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	W	W	W	W	W	W	W	W

ポート F の各端子の入出力を指定

H'FEBF : ポート G データディレクションレジスタ PGDDR : ポート G

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4DDR	PG3DDR	PG2DDR	PG1DDR	PG0DDR
モード 4、5								
初期値	不定	不定	不定	1	0	0	0	0
R/W	-	-	-	W	W	W	W	W
モード 6、7								
初期値	不定	不定	不定	0	0	0	0	0
R/W	-	-	-	W	W	W	W	W

|
ポート G の各端子の入出力を指定

H'FEC4 : インタラプトプライオリティレジスタ A IPRA : 割り込みコントローラ
H'FEC5 : インタラプトプライオリティレジスタ B IPRB : 割り込みコントローラ
H'FEC6 : インタラプトプライオリティレジスタ C IPRC : 割り込みコントローラ
H'FEC7 : インタラプトプライオリティレジスタ D IPRD : 割り込みコントローラ
H'FEC8 : インタラプトプライオリティレジスタ E IPRE : 割り込みコントローラ
H'FEC9 : インタラプトプライオリティレジスタ F IPRF : 割り込みコントローラ
H'FECA : インタラプトプライオリティレジスタ G IPRG : 割り込みコントローラ
H'FECB : インタラプトプライオリティレジスタ H IPRH : 割り込みコントローラ
H'FECC : インタラプトプライオリティレジスタ I IPRI : 割り込みコントローラ
H'FECD : インタラプトプライオリティレジスタ J IPRJ : 割り込みコントローラ
H'FECE : インタラプトプライオリティレジスタ K IPRK : 割り込みコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	IPR6	IPR5	IPR4	-	IPR2	IPR1	IPR0
初期値 :	0	1	1	1	0	1	1	1
R/W :	-	R/W	R/W	R/W	-	R/W	R/W	R/W

割り込み要因の優先順位 (レベル7~0) の設定

各割り込み要因とIPRの対応

レジスタ	ビット	
	6~4	2~0
IPRA	IRQ0	IRQ1
IPRB	IRQ2	IRQ4
	IRQ3	IRQ5
IPRC	IRQ6	DTC
	IRQ7	
IPRD	WDT	リフレッシュタイマ
IPRE	- *	A/D変換器
IPRF	TPUチャンネル0	TPUチャンネル1
IPRG	TPUチャンネル2	TPUチャンネル3
IPRH	TPUチャンネル4	TPUチャンネル5
IPRI	8ビットタイマチャンネル0	8ビットタイマチャンネル1
IPRJ	DMAC	SCIチャンネル0
IPRK	SCIチャンネル1	SCIチャンネル2

【注】 * リザーブビットです。

H'FED0 : バス幅コントロールレジスタ ABWCR : バスコントローラ

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
ABW7	ABW6	ABW5	ABW4	ABW3	ABW2	ABW1	ABW0

モード5~7

初期値 :

1	1	1	1	1	1	1	1
R/W							

モード4

初期値 :

0	0	0	0	0	0	0	0
R/W							

エリア7~0バス幅コントロール

0	エリアnを16ビットアクセス空間に設定
1	エリアnを8ビットアクセス空間に設定

(n=7~0)

H'FED1 : アクセスステートコントロールレジスタ ASTCR : バスコントローラ

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
AST7	AST6	AST5	AST4	AST3	AST2	AST1	AST0

初期値 :

1	1	1	1	1	1	1	1
R/W							

エリア7~0アクセスステートコントロール

0	エリアnを2ステートアクセス空間に設定 エリアnの外部空間アクセスにウェイトステートの挿入を禁止
1	エリアnの外部空間アクセスは3ステートアクセス エリアnの外部空間アクセスにウェイトステートの挿入を許可

(n=7~0)

H'FED2 : ウェイトコントロールレジスタ H WCRH : バスコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	W71	W70	W61	W60	W51	W50	W41	W40
初期値 :	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W :	R/W							

エリア4ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア5ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア6ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア7ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

H'FED3 : ウェイトコントロールレジスタ L WCRL : バスコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	W31	W30	W21	W20	W11	W10	W01	W00
初期値 :	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W :	R/W							

エリア0ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア1ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア2ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

エリア3ウェイトコントロール

0	0	プログラムウェイトを挿入しない
	1	プログラムウェイトを1ステート挿入
1	0	プログラムウェイトを2ステート挿入
	1	プログラムウェイトを3ステート挿入

H'FED4 : バスコントロールレジスタ H BCRH : バスコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	ICIS1	ICIS0	BRSTRM	BRSTS1	BRSTS0	RMSTS2	RMSTS1	RMSTS0
初期値 :	1	1	0	1	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

RAMタイプセレクト

RMSTS2	RMSTS1	RMSTS0	エリア5	エリア4	エリア3	エリア2
0	0	0	通常空間			
		1	通常空間	DRAM空間		
	1	0	通常空間	DRAM空間		
		1	DRAM空間			
1						

【注】 DRAM空間に選択したエリアが全エリア8ビット空間のとき、FP₂端子は入出力ポート、BREQ₀として使用可能

バーストサイクルセレクト0

0	バーストアクセスは最大4ワード
1	バーストアクセスは最大8ワード

バーストサイクルセレクト1

0	バーストサイクルは1ステート
1	バーストサイクルは2ステート

エリア0バーストROMイネーブル

0	基本バスインタフェース
1	バーストROMインタフェース

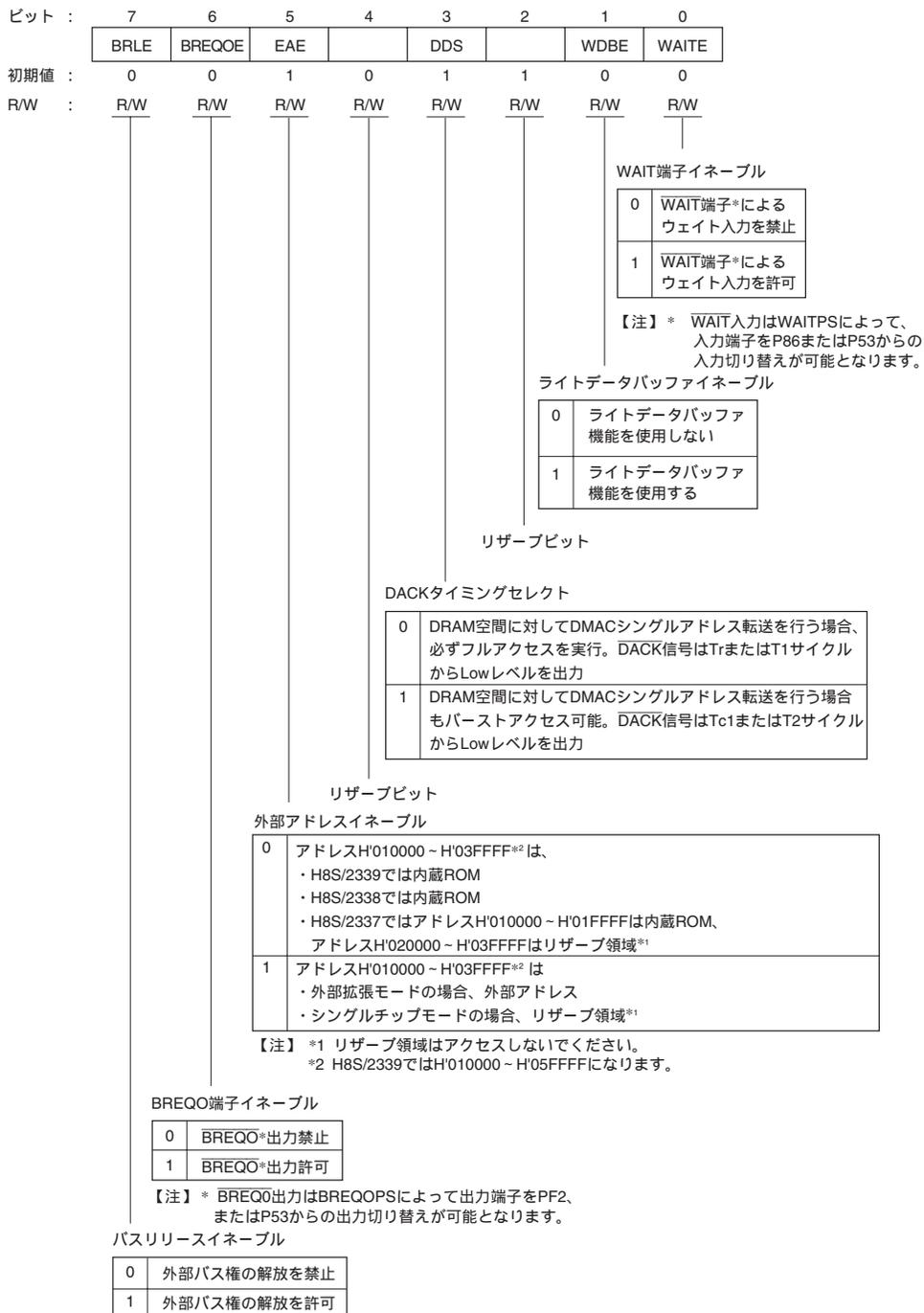
アイドルサイクル挿入0

0	外部リードサイクルと外部ライトサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入しない
1	外部リードサイクルと外部ライトサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入する

アイドルサイクル挿入1

0	異なるエリアの外部リードサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入しない
1	異なるエリアの外部リードサイクルが連続したとき、アイドルサイクルを挿入する

H'FED5 : バスコントロールレジスタ L BCRL : バスコントローラ



H'FED6 : メモリコントロールレジスタ MCR : バスコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TPC	BE	RCDM		MXC1	MXC0	RLW1	RLW0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

リフレッシュサイクルウェイト コントロール		
0	0	ウェイトステートを挿入しない
	1	ウェイトステートを1ステート挿入する
1	0	ウェイトステートを2ステート挿入する
	1	ウェイトステートを3ステート挿入する

マルチプレクスシフトカウンタ		
0	0	8ビットシフト
	1	9ビットシフト
1	0	10ビットシフト
	1	

リザーブビット RASダウンモード	
0	DRAMインタフェース : RASアップモードを選択
1	DRAMインタフェース : RASダウンモードを選択

バーストアクセスイネーブル	
0	バースト禁止 (常にフルアクセス)
1	DRAM空間アクセス時 高速ページモードでアクセス

TPサイクルコントロール	
0	プリチャージサイクルを1ステート挿入
1	プリチャージサイクルを2ステート挿入

H'FED7 : DRAM コントロールレジスタ DRAMCR : バスコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	RFSHE	RCW	RMODE	CMF	CMIE	CKS2	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

リフレッシュカウンタクロックセレクト

0	0	0	カウント動作停止
		1	$\phi/2$ でカウント
	1	0	$\phi/8$ でカウント
		1	$\phi/32$ でカウント
1	0	0	$\phi/128$ でカウント
		1	$\phi/512$ でカウント
	1	0	$\phi/2048$ でカウント
		1	$\phi/4096$ でカウント

コンペアマッチ割り込みイネーブル

0	CMFフラグによる割り込み要求 (CMI) を禁止
1	CMFフラグによる割り込み要求 (CMI) を許可

コンペアマッチフラグ

0	[クリア条件] CMF = 1の状態、CMFフラグをリードしたあと、CMFフラグに0をライトしたとき
1	[セット条件] RTCNT = RTCORになったとき

リフレッシュモード

0	ソフトウェアスタンバイ時にセルフリフレッシュを行わない
1	ソフトウェアスタンバイ時にセルフリフレッシュを行う

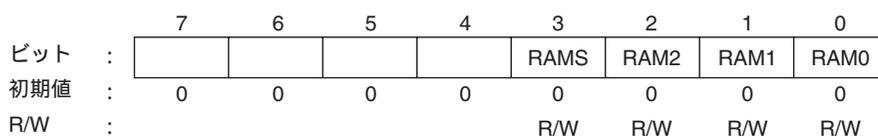
RAS・CAS間ウェイト

0	CASビフォアRASリフレッシュ時のウェイトステートの挿入を禁止 RAS立ち下がりは T_{Rr} サイクル
1	CASビフォアRASリフレッシュ時にウェイトを1ステート挿入 RAS立ち下がりは T_{RC1} サイクル

リフレッシュ制御

0	リフレッシュ制御を行わない
1	リフレッシュ制御を行う

H'FED8 : リフレッシュタイマカウンタ RTCNT : バスコントローラ

H'FED9 : リフレッシュタイムコンスタントレジスタ RTCOR :
バスコントローラH'FEDB : RAM エミュレーションレジスタ RAMER :
バスコントローラ (F-ZTAT 版のみ)

RAMセレクト、フラッシュメモリエリア選択

RAMS	RAM2	RAM1	RAM0	RAMエリア	ブロック名
0	*	*	*	H'FFDC00 ~ H'FFEBFF	RAMエリア4Kバイト
1	0	0	0	H'000000 ~ H'000FFF	EB0 (4Kバイト)
1	0	0	1	H'001000 ~ H'001FFF	EB1 (4Kバイト)
1	0	1	0	H'002000 ~ H'002FFF	EB2 (4Kバイト)
1	0	1	1	H'003000 ~ H'003FFF	EB3 (4Kバイト)
1	1	0	0	H'004000 ~ H'004FFF	EB4 (4Kバイト)
1	1	0	1	H'005000 ~ H'005FFF	EB5 (4Kバイト)
1	1	1	0	H'006000 ~ H'006FFF	EB6 (4Kバイト)
1	1	1	1	H'007000 ~ H'007FFF	EB7 (4Kバイト)

* Don't care

H'FEE0 : メモリアドレスレジスタ 0AH MAR0AH : DMAC
 H'FEE2 : メモリアドレスレジスタ 0AL MAR0AL : DMAC

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MAR0AH	-	-	-	-	-	-	-	-								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MAR0AL																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定
 フルアドレスモード時 : 転送元アドレスを指定

H'FEE4 : I/O アドレスレジスタ 0A IOAR0A : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IOAR0A																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定
 フルアドレスモード時 : 未使用

H'FEE6 : 転送カウントレジスタ 0A ETCR0A : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ETCR0A																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

シーケンシャルモード _____ 転送カウンタ _____ *: 不定
 アイドルモード _____
 ノーマルモード _____

リピートモード _____ 転送回数保持 _____ 転送カウンタ _____
 ブロック転送モード _____ ブロックサイズ保持 _____ ブロックサイズカウンタ _____

H'FEE8 : メモリアドレスレジスタ 0BH MAR0BH : DMAC
 H'FEEA : メモリアドレスレジスタ 0BL MAR0BL : DMAC

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MAR0BH	-	-	-	-	-	-	-	-								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MAR0BL																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定
 フルアドレスモード時 : 転送先アドレスを指定

H'FEEC : I/O アドレスレジスタ 0B IOAR0B : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IOAR0B																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定
 フルアドレスモード時 : 未使用

H'FEEE : 転送カウントレジスタ 0B ETCR0B : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ETCR0B																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W
シーケンシャルモード およびアイドルモード	転送カウンタ															
リピートモード	転送回数保持								転送カウンタ							
ブロック転送モード	ブロック転送カウンタ															

*: 不定

【注】 ノーマルモードでは使用しません。

H'FEF0 : メモリアドレスレジスタ 1AH MAR1AH : DMAC

H'FEF2 : メモリアドレスレジスタ 1AL MAR1AL : DMAC

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MAR1AH	-	-	-	-	-	-	-	-								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MAR1AL																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

* : 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定

フルアドレスモード時 : 転送元アドレスを指定

H'FEF4 : I/O アドレスレジスタ 1A IOAR1A : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IOAR1A																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

* : 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定

フルアドレスモード時 : 未使用

H'FEF6 : 転送カウントレジスタ 1A ETCR1A : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ETCR1A																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

シーケンシャルモード

アイドルモード

転送カウンタ

* : 不定

ノーマルモード

リピートモード

転送回数保持

転送カウンタ

ブロック転送モード

ブロックサイズ保持

ブロックサイズカウンタ

H'FEF8 : メモリアドレスレジスタ 1BH MAR1BH : DMAC

H'FEFA : メモリアドレスレジスタ 1BL MAR1BL : DMAC

ビット	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
MAR1BH	-	-	-	-	-	-	-	-								
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	-	-	-	-	-	-	-	-	R/W							

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
MAR1BL																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定

フルアドレスモード時 : 転送先アドレスを指定

H'FEFC : I/O アドレスレジスタ 1B IOAR1B : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
IOAR1B																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

*: 不定

ショートアドレスモード時 : 転送先 / 転送元アドレスを指定

フルアドレスモード時 : 未使用

H'FEFE : 転送カウントレジスタ 1B ETCR1B : DMAC

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ETCR1B																
初期値	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

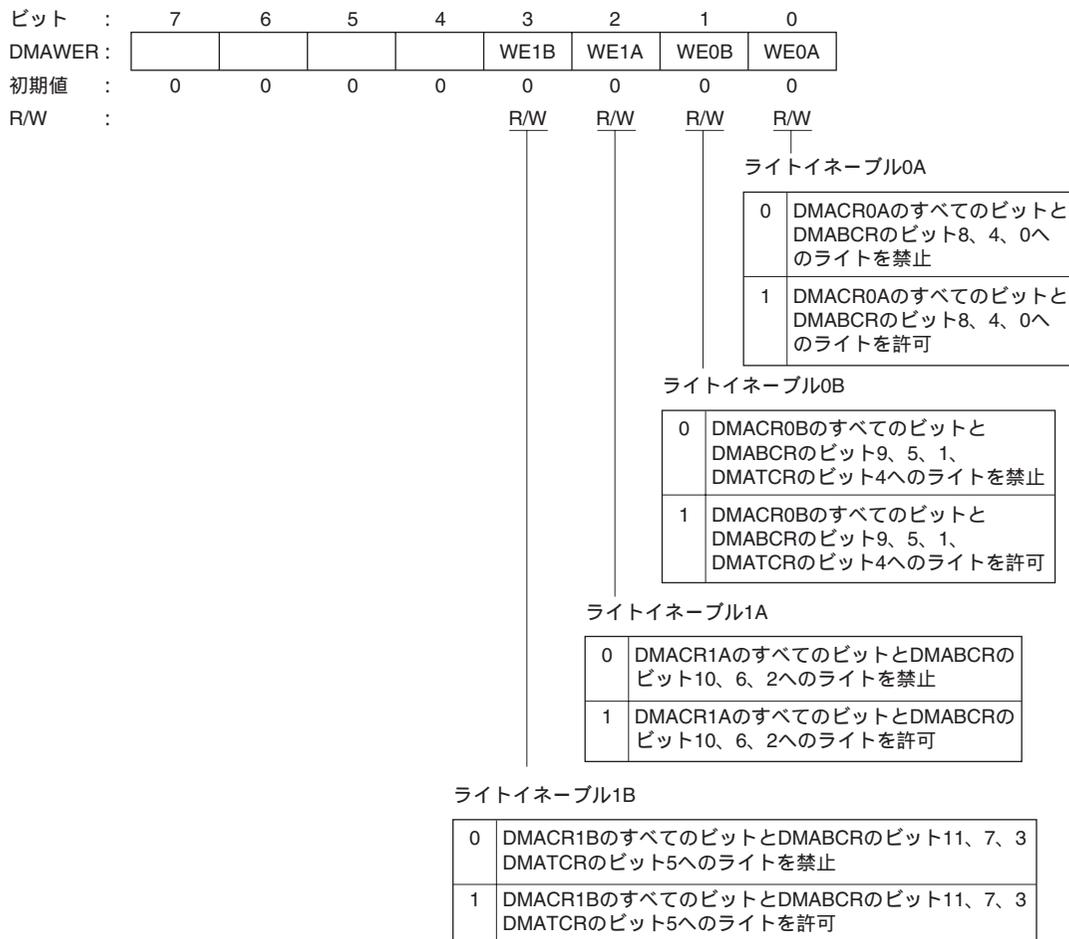
シーケンシャルモード _____ 転送カウンタ _____ *: 不定
 およびアイドルモード _____

リピートモード _____ 転送回数保持 _____ 転送カウンタ _____

ブロック転送モード _____ ブロック転送カウンタ _____

【注】 ノーマルモードでは使用しません。

H'FF00 : DMA ライトイネーブルレジスタ DMAWER : DMAC



H'FF01 : DMA ターミナルコントロールレジスタ DMATCR : DMAC

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
DMATCR			TEE1	TEE0				
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W			R/W	R/W				

TEND0端子イネーブル

0	TEND0端子出力を禁止
1	TEND0端子出力を許可

TEND1端子イネーブル

0	TEND1端子出力を禁止
1	TEND1端子出力を許可

H'FF02 : DMA コントロールレジスタ 0A DMACR0A : DMAC
 H'FF04 : DMA コントロールレジスタ 1A DMACR1A : DMAC
 H'FF03 : DMA コントロールレジスタ 0B DMACR0B : DMAC
 H'FF05 : DMA コントロールレジスタ 1B DMACR1B : DMAC

フルアドレスモード時

DMACRA

ビット :	15	14	13	12	11	10	9	8
DMACRA :	DTSZ	SAID	SAIDE	BLKDIR	BLKE			
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

転送モード/ブロックエリア設定 リザーブビット0をライト

0	0	ノーマルモードで転送
	1	ブロック転送モードで転送、ブロックエリアはデスティネーション側
1	0	ノーマルモードで転送
	1	ブロック転送モードで転送、ブロックエリアはソース側

ソースアドレス設定

0	0	MARA固定
	1	データ転送後、MARAをインクリメント
1	0	MARA固定
	1	データ転送後、MARAをデクリメント

データ転送サイズ

0	バイトサイズ転送
1	ワードサイズ転送

DMACRB

ビット : 7 6 5 4 3 2 1 0

DMACRB :

	DAID	DAIDE		DTF3	DTF2	DTF1	DTF0
--	------	-------	--	------	------	------	------

初期値 : 0 0 0 0 0 0 0 0

R/W : R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W R/W

リザーブビット
0をライト

リザーブビット
0をライト

データトランスファファクタ

				ブロック転送モード		ノーマルモード	
DTF3	DTF2	DTF1	DTF0				
0	0	0	0	-	-		
			1	A/D変換器の変換終了割り込み	-		
	1	0	0	DREQ端子の立ち下がりエッジ入力	DREQ端子の立ち下がりエッジ入力		
			1	DREQ端子のLowレベル入力	DREQ端子のLowレベル入力		
1	0	0	0	SCIチャンネル0の送信データエンpty割り込み	-		
			1	SCIチャンネル0の受信データフル割り込み	-		
	1	0	0	SCIチャンネル1の送信データエンpty割り込み	オートリクエスト (サイクルスチール)		
			1	SCIチャンネル1の受信データフル割り込み	オートリクエスト (バースト)		
1	0	0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
			1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
	1	0	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
			1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
1	0	0	0	TPUチャンネル4のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
			1	TPUチャンネル5のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込み	-		
	1	0	0	-	-		
			1	-	-		

デスティネーションアドレスインクリメント/デクリメント

0	0	MARB固定
	1	データ転送後、MARBをインクリメント
1	0	MARB固定
	1	データ転送後、MARBをデクリメント

ショートアドレスモード時

ビット : 7 6 5 4 3 2 1 0

DMACR :	DTSZ	DTID	RPE	DTDIR	DTF3	DTF2	DTF1	DTF0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

データトランスファファクタ

				チャンネルA	チャンネルB	
0	0	0	0	-		
			1	A/D変換器の変換終了割り込みで起動		
		1	0	-	DREQの端子の立ち下がりエッジ入力で起動	
			1	-	DREQの端子のLowレベル入力で起動	
	1	0	0	0	SCIチャンネル0の送信完了割り込みで起動	
				1	SCIチャンネル0の受信完了割り込みで起動	
1			0	SCIチャンネル1の送信完了割り込みで起動		
			1	SCIチャンネル1の受信完了割り込みで起動		
1		0	0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動	
				1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動	
	1		0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動		
			1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動		
	1	0	0	TPUチャンネル4のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動		
			1	TPUチャンネル5のコンペアマッチ / インพุットキャプチャA割り込みで起動		
1		0	-			
		1	-			

データトランスファディレクション

0	デュアルアドレスモード時： MARをソースアドレス、IOARを デスティネーションアドレスとして転送 シングルアドレスモード時： MARをソースアドレス、DACK端子を ライトストロープとして転送
1	デュアルアドレスモード時： IOARをソースアドレス、MARを デスティネーションアドレスとして転送 シングルアドレスモード時： DACK端子をリードストロープ、MARを デスティネーションアドレスとして転送

リピートイネーブル

0	シーケンシャルモード
1	リピートモードもしくはアイドルモード

データトランスインクリメント/デクリメント

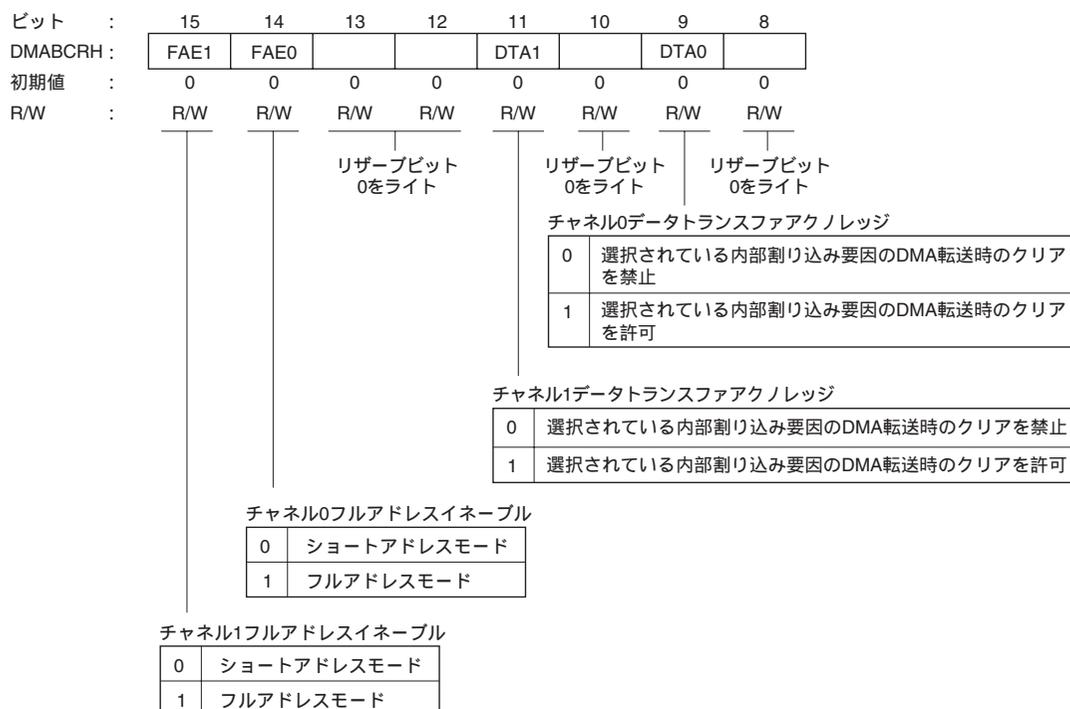
0	データ転送後MARをインクリメント
1	データ転送後MARをデクリメント

データトランスファサイズ

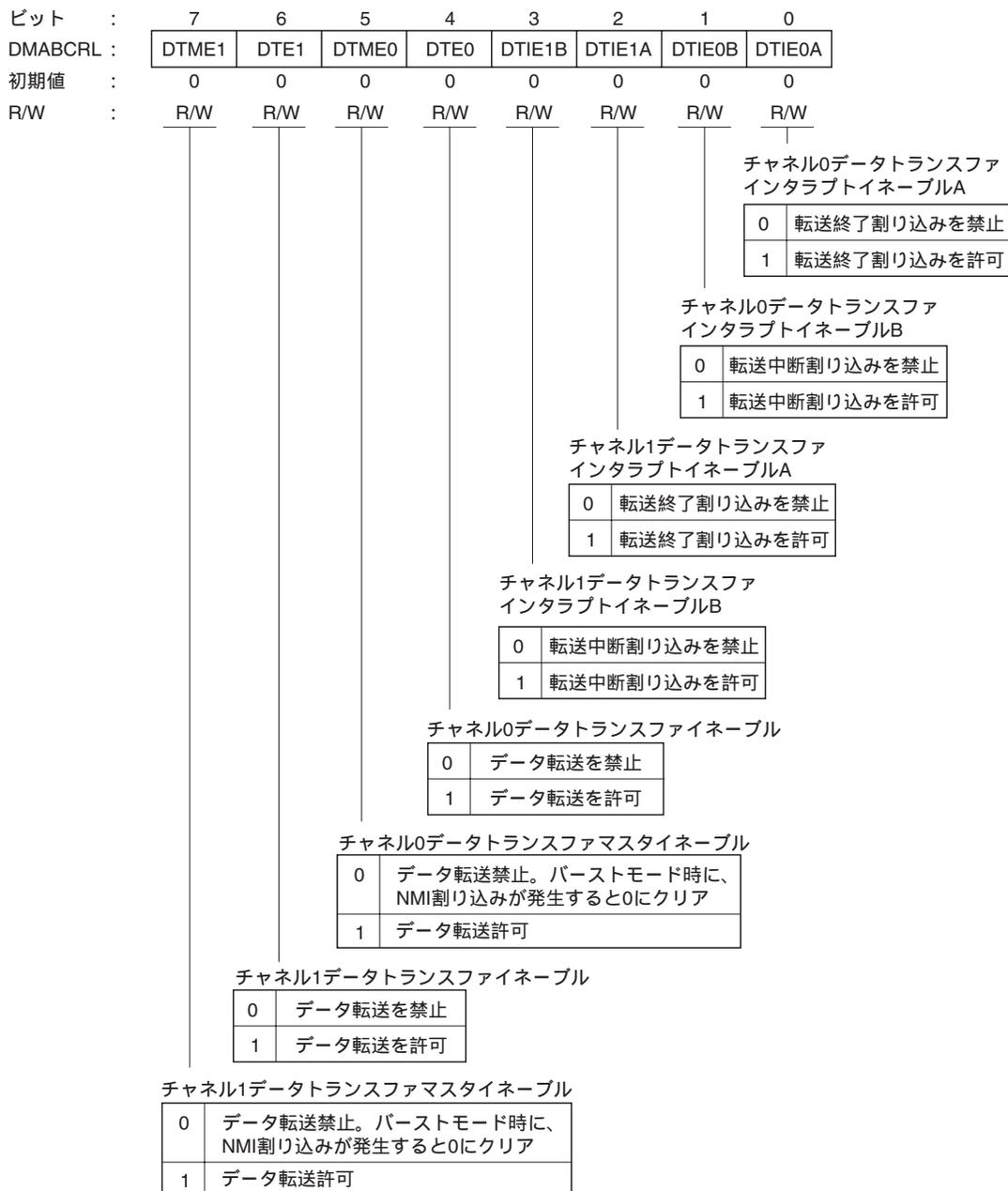
0	バイトサイズ転送
1	ワードサイズ転送

H'FF06 : DMA バンドコントロールレジスタ DMABCRH : DMAC
H'FF07 : DMA バンドコントロールレジスタ DMABCRH : DMAC

フルアドレスモード時



フルアドレスモード時



ショートアドレスモード時

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8
DMABCRH	FAE1	FAE0	SAE1	SAE0	DTA1B	DTA1A	DTA0B	DTA0A
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネル0Aデータ転送ファックノレッジ	
0	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを禁止
1	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを許可

チャンネル0Bデータ転送ファックノレッジ	
0	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを禁止
1	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを許可

チャンネル1Aデータ転送ファックノレッジ	
0	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを禁止
1	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを許可

チャンネル1Bデータ転送ファックノレッジ	
0	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを禁止
1	選択されている内部割り込み要因のDMA転送時のクリアを許可

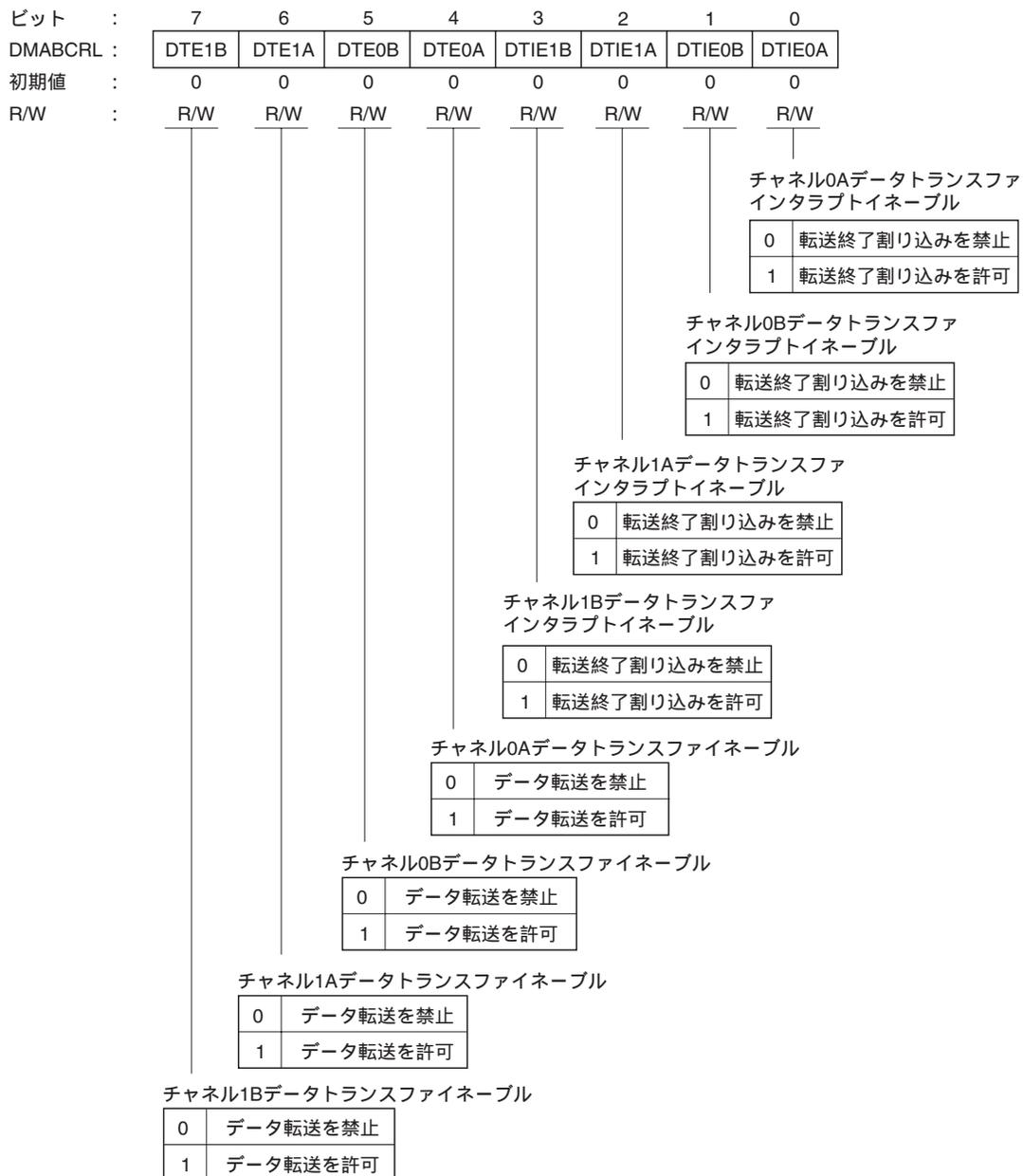
チャンネル0Bシングルアドレスイネーブル	
0	デュアルアドレスモードで転送
1	シングルアドレスモードで転送

チャンネル1Bシングルアドレスイネーブル	
0	デュアルアドレスモードで転送
1	シングルアドレスモードで転送

チャンネル0フルアドレスイネーブル	
0	ショートアドレスモード
1	フルアドレスモード

チャンネル1フルアドレスイネーブル	
0	ショートアドレスモード
1	フルアドレスモード

ショートアドレスモード時



H'FF2C : IRQ センスコントロールレジスタ H ISCRH : 割り込みコントローラ
H'FF2D : IRQ センスコントロールレジスタ L ISCR L : 割り込みコントローラ

ISCRH

ビット :	15	14	13	12	11	10	9	8
	IRQ7SCB	IRQ7SCA	IRQ6SCB	IRQ6SCA	IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

IRQ7 ~ IRQ4センスコントロール

ISCR L

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

IRQ3 ~ IRQ0センスコントロール

IRQnSCB	IRQnSCA	割り込み要求の発生
0	0	$\overline{\text{IRQn}}$ 入力の Low レベル
	1	$\overline{\text{IRQn}}$ 入力の 立ち下がりエッジ
1	0	$\overline{\text{IRQn}}$ 入力の 立ち上がりエッジ
	1	$\overline{\text{IRQn}}$ 入力の 立ち下がり、立ち上がり両エッジ

(n = 7 ~ 0)

H'FF2E : IRQ イネーブルレジスタ IER : 割り込みコントローラ

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ7E	IRQ6E	IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

IRQnイネーブル

0	IRQn割り込みを禁止
1	IRQn割り込みを許可

(n = 7 ~ 0)

H'FF2F : IRQ ステータスレジスタ ISR : 割り込みコントローラ

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	IRQ7F	IRQ6F	IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

IRQ7 ~ IRQ0 割り込み要求のステータス表示

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF30 ~ H'FF35 : DTC イネーブルレジスタ DTCE : DTC

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	DTCE7	DTCE6	DTCE5	DTCE4	DTCE3	DTCE2	DTCE1	DTCE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

DTC起動イネーブル

0	割り込みによるDTC起動を禁止 [クリア条件] ・ DISELビットが1でデータ転送を終了したとき ・ 指定した回数の転送が終了したとき
1	割り込みによるDTC起動を許可 [保持条件] DISELビットが0で、指定した回数の転送が終了していないとき

割り込み要因と DTCE の対応

レジスタ	ビット							
	7	6	5	4	3	2	1	0
DTCERA	IRQ0	IRQ1	IRQ2	IRQ3	IRQ4	IRQ5	IRQ6	IRQ7
DTCERB		ADI	TGI0A	TGI0B	TGI0C	TGI0D	TGI1A	TGI1B
DTCERC	TGI2A	TGI2B	TGI3A	TGI3B	TGI3C	TGI3D	TGI4A	TGI4B
DTCERD			TGI5A	TGI5B	CMIA0	CMIB0	CMIA1	CMIB1
DTCERE	DMTEND0A	DMTEND0B	DMTEND1A	DMTEND1B	RXI0	TXI0	RXI1	TXI1
DTCERF	RXI2	TXI2						

【注】 DTCE ビットの設定は、必ず BSET、BCLR などビット操作命令を使ってリード/ライトしてください。
ただし、初期設定に限り、複数の起動要因を一度に設定するときには、割り込みを禁止して、当該レジスタのダミーリードを行ってからライトすることができます。

H'FF37 : DTC ベクタレジスタ DTVECR : DTC

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	SWDTE	DTVEC6	DTVEC5	DTVEC4	DTVEC3	DTVEC2	DTVEC1	DTVEC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/(W)	R/(W)*						

DTCソフトウェア起動のベクタ番号を設定

DTCソフトウェア起動イネーブル

0	<p>DTCソフトウェア起動を禁止</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DIESELビットが0で、指定した回数の転送が終了していないとき ・ CPUに対し、ソフトウェア起動データ転送終了割り込み (SWDTEND) が要求されたあと0をライトしたとき
1	<p>DTCソフトウェア起動を許可</p> <p>[保持条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ DIESELビットが1でデータ転送を終了したとき ・ 指定した回数の転送が終了したとき ・ ソフトウェア起動によるデータ転送中

【注】 * DTVEC6 ~ DTVEC0ビットは、SWDTE = 0のときライト可能です。

H'FF38 : スタンバイコントロールレジスタ SBYCR : 低消費電力

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	SSBY	STS2	STS1	STS0	OPE	-	-	IRQ37S
初期値 :	0	0	0	0	1	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-	R/W

IRQ37ソフトウェアスタンバイ解除セレクト

0	IRQ3～IRQ7をソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用できない
1	IRQ3～IRQ7をソフトウェアスタンバイモードの解除要因として使用できる

出力ポートイネーブル

0	ソフトウェアスタンバイモード時、アドレスバス、バス制御信号はハイインピーダンス
1	ソフトウェアスタンバイモード時、アドレスバス、バス制御信号は出力状態を保持

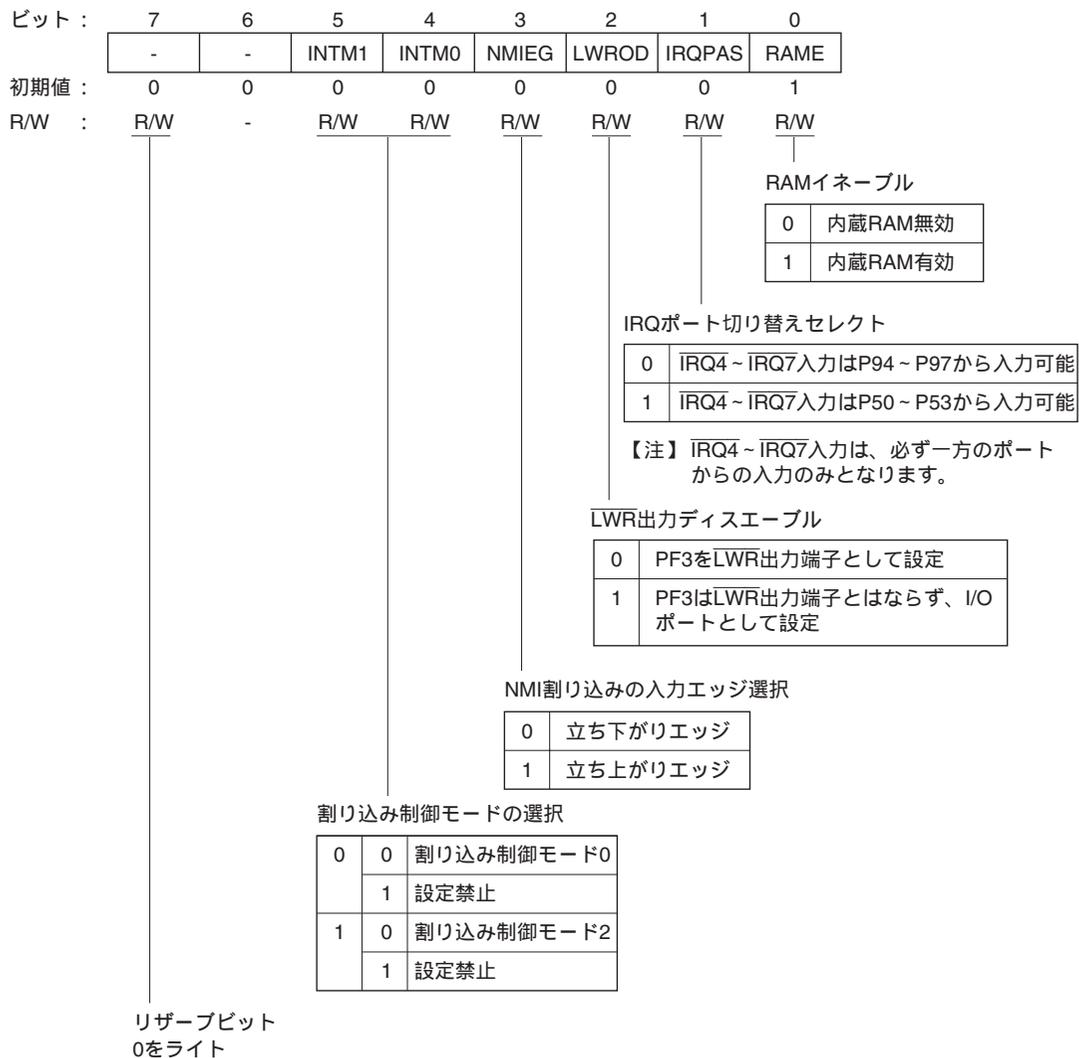
スタンバイタイムセレクト

0	0	0	待機時間 = 8192 ステート
		1	待機時間 = 16384 ステート
	1	0	待機時間 = 32768 ステート
		1	待機時間 = 65536 ステート
1	0	0	待機時間 = 131072 ステート
		1	待機時間 = 262144 ステート
	1	0	リザーブ
		1	待機時間 = 16 ステート

ソフトウェアスタンバイ

0	SLEEP命令実行後、スリープモードに遷移
1	SLEEP命令実行後、ソフトウェアスタンバイモードに遷移

H'FF39 : システムコントロールレジスタ SYSCR : MCU



H'FF3A : システムクロックコントロールレジスタ SCKCR : クロック発振器

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	PSTOP	-	DIV	-	-	SCK2	SCK1	SCK0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W

分周比セレクト

リザーブビット
0をライト

システムクロックセレクト

SCK2	SCK1	SCK0	DIV=0	DIV=1
0	0	0	パスマスタは高速モード	パスマスタは高速モード
		1	中速クロックは $\phi/2$	LSI全体に供給されるクロックは $\phi/2$
	1	0	中速クロックは $\phi/4$	LSI全体に供給されるクロックは $\phi/4$
		1	中速クロックは $\phi/8$	LSI全体に供給されるクロックは $\phi/8$
1	0	0	中速クロックは $\phi/16$	
		1	中速クロックは $\phi/32$	
	1			

 ϕ クロック出力制御

PSTOP	通常動作状態	スリープモード	ソフトウェア スタンバイモード	ハードウェア スタンバイモード
0	ϕ 出力	ϕ 出力	Highレベル固定	ハイインピーダンス
1	Highレベル固定	Highレベル固定	Highレベル固定	ハイインピーダンス

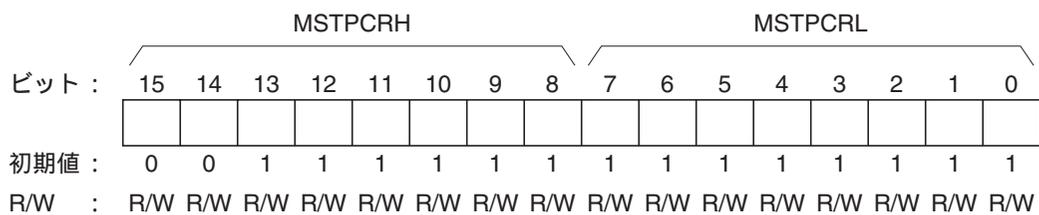
H'FF3B : モードコントロールレジスタ MDCCR : MCU

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	MDS2	MDS1	MDS0
初期値	1	0	0	0	0	- *	- *	- *
R/W	-	-	-	-	-	R	R	R

モード端子の現在の動作モード

【注】 * MD2-MD0 端子により決定されます。

H'FF3C : モジュールストップコントロールレジスタ H MSTPCRH : 低消費電力
 H'FF3D : モジュールストップコントロールレジスタ L MSTPCRL : 低消費電力



モジュールストップモードを指定

0	モジュールストップモード解除
1	モジュールストップモード設定

MSTPビットと内蔵周辺機能の対応

レジスタ	ビット	モジュール
MSTPCRH	MSTP15	DMAC
	MSTP14	DTC
	MSTP13	TPU
	MSTP12	8ビットタイマ
	MSTP11	PPG
	MSTP10	DA0、 1
	MSTP9	A/D
	MSTP8	-
MSTPCRL	MSTP7	SCI2
	MSTP6	SCI1
	MSTP5	SCI0
	MSTP4	DA2、 3
	MSTP3	-
	MSTP2	-
	MSTP1	-
	MSTP0	-

H'FF42 : システムコントロールレジスタ 2 SYSCR2 : MCU
(F-ZTAT 版のみ有効)

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	FLSHE	-	-	-
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	-	-	R/W

フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル

H8S/2339のみR/W
0をライト

0	アドレスH'FFFFFFC8 ~ H'FFFFFFCBのエリアは制御レジスタを非選択状態
1	アドレスH'FFFFFFC8 ~ H'FFFFFFCBのエリアは制御レジスタを選択状態

H'FF44 : リザーブレジスタ

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	-	-	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	-	-	-	-	-

リザーブビット
0をライト

H'FF45 : ポートファクションコントロールレジスタ 1 PFCR1 : ポート

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	A23E	A22E	A21E	A20E
初期値 :	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

アドレス20出力イネーブル*

0	PA4DDR = 1で PA4DRを出力
1	PA4DDR = 1で A20を出力

アドレス21出力イネーブル*

0	PA5DDR = 1でPA5DRを出力
1	PA5DDR = 1でA21を出力

アドレス22出力イネーブル*

0	PA6DDR = 1でPA6DRを出力
1	PA6DDR = 1でA22を出力

アドレス23出力イネーブル*

0	PA7DDR = 1でPA7DRを出力
1	PA7DDR = 1でA23を出力

【注】* モード4~6のとき有効となります。

リザーブビット
0をライト

H'FF46 : PPG 出力コントロールレジスタ PCR : PPG

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	G3CMS1	G3CMS0	G2CMS1	G2CMS0	G1CMS1	G1CMS0	G0CMS1	G0CMS0
初期値 :	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W :	R/W							

パルス出力グループ0の出力トリガ選択

0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ
1	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ

パルス出力グループ1の出力トリガ選択

0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ
1	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ

パルス出力グループ2の出力トリガ選択

0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ
1	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ

パルス出力グループ3の出力トリガ選択

0	0	TPUチャンネル0のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル1のコンペアマッチ
1	0	TPUチャンネル2のコンペアマッチ
	1	TPUチャンネル3のコンペアマッチ

H'FF47 : PPG 出力モードレジスタ PMR : PPG

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	G3INV	G2INV	G1INV	G0INV	G3NOV	G2NOV	G1NOV	G0NOV
初期値 :	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W :	R/W							

パルス出力グループnの通常 / ノンオーバーラップ動作選択

0	パルス出力グループnは、通常動作（選択されたTPUのコンペアマッチAで出力値を更新）
1	パルス出力グループnは、ノンオーバーラップ動作（選択されたTPUのコンペアマッチA、Bにより、1出力、0出力を独立に出力可能）

n = 3 ~ 0

パルス出力グループnの直接 / 反転出力

0	パルス出力グループnは、反転出力（PODRHの内容1に対して、端子にLowレベルを出力）
1	パルス出力グループnは、直接出力（PODRHの内容1に対して、端子にHighレベルを出力）

n = 3 ~ 0

H'FF48 : ネクストデータインーブルレジスタ H NDERH : PPG
 H'FF49 : ネクストデータインーブルレジスタ L NDERL : PPG

NDERH

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDER15	NDER14	NDER13	NDER12	NDER11	NDER10	NDER9	NDER8
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

パルス出力の許可 / 禁止を選択

0	パルス出力PO15 ~ PO8を禁止
1	パルス出力PO15 ~ PO8を許可

NDERL

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDER7	NDER6	NDER5	NDER4	NDER3	NDER2	NDER1	NDER0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

パルス出力の許可 / 禁止を選択

0	パルス出力PO7 ~ PO0を禁止
1	パルス出力PO7 ~ PO0を許可

H'FF4A : アウトプットデータレジスタ H PODRH : PPG
 H'FF4B : アウトプットデータレジスタ L PODRL : PPG

PODRH

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	POD15	POD14	POD13	POD12	POD11	POD10	POD9	POD8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

パルス出力を使用する場合の出力データを格納

PODRL

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	POD7	POD6	POD5	POD4	POD3	POD2	POD1	POD0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/(W)*							

パルス出力を使用する場合の出力データを格納

【注】 * NDER により、パルス出力に設定されたビットはリード専用となります。

H'FF4C(FF4E) : ネクストデータレジスタ H NDRH : PPG

(1) パルス出力グループの出力トリガが同一の場合

(a) アドレス : H'FF4C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR15	NDR14	NDR13	NDR12	NDR11	NDR10	NDR9	NDR8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

|
パルス出力グループ 3、2 の次のデータを格納

(b) アドレス : H'FF4E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

(2) パルス出力グループの出力トリガが異なる場合

(a) アドレス : H'FF4C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR15	NDR14	NDR13	NDR12				
初期値	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W				

|
パルス出力グループ 3 の次のデータを格納

(b) アドレス : H'FF4E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
					NDR11	NDR10	NDR9	NDR8
初期値	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W					R/W	R/W	R/W	R/W

|
パルス出力グループ 2 の次のデータを格納

H'FF4D(FF4F) : ネクストデータレジスタ L NDRL : PPG

(1) パルス出力グループの出力トリガが同一の場合

(a) アドレス : H'FF4D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR7	NDR6	NDR5	NDR4	NDR3	NDR2	NDR1	NDR0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

パルス出力グループ 1、0 の次のデータを格納

(b) アドレス : H'FF4F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

(2) パルス出力グループの出力トリガが異なる場合

(a) アドレス : H'FF4D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	NDR7	NDR6	NDR5	NDR4				
初期値	0	0	0	0	1	1	1	1
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W				

パルス出力グループ 1 の次のデータを格納

(b) アドレス : H'FF4F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
					NDR3	NDR2	NDR1	NDR0
初期値	1	1	1	1	0	0	0	0
R/W					R/W	R/W	R/W	R/W

パルス出力グループ 0 の次のデータを格納

H'FF50 : ポート 1 レジスタ PORT1 : ポート 1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート 1 の各端子の状態

【注】 * P17 ~ P10 端子の状態により決定されます。

H'FF51 : ポート 2 レジスタ PORT2 : ポート 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート 2 の各端子の状態

【注】 * P27 ~ P20 端子の状態により決定されます。

H'FF52 : ポート 3 レジスタ PORT3 : ポート 3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35	P34	P33	P32	P31	P30
初期値	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	R	R	R	R	R	R

ポート 3 の各端子の状態

【注】 * P35 ~ P30 端子の状態により決定されます。

H'FF53 : ポート 4 レジスタ PORT4 : ポート 4

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P47	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート 4 の各端子の状態

【注】 * P47 ~ P40 端子の状態により決定されます。

H'FF54 : ポート 5 レジスタ PORT5 : ポート 5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート 5 の各端子の状態

【注】 * P57 ~ P50 端子の状態により決定されます。

H'FF55 : ポート 6 レジスタ PORT6 : ポート 6

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67	P66	P65	P64	P63	P62	P61	P60
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート 6 の各端子の状態

【注】 * P67 ~ P60 端子の状態により決定されます。

H'FF56 : ポート 7 レジスタ PORT7 : ポート 7

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75	P74	P73	P72	P71	P70
初期値	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	R	R	R	R	R	R

ポート 7 の各端子の状態

【注】 * P75 ~ P70 端子の状態により決定されます。

H'FF57 : ポート 8 レジスタ PORT8 : ポート 8

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86	P85	P84	P83	P82	P81	P80
初期値	不定	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	R	R	R	R	R	R	R

ポート 8 各端子の状態

【注】 * P86 ~ P80 端子の状態により決定されます。

H'FF58 : ポート 9 レジスタ PORT9 : ポート 9

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97	P96	P95	P94	P93	P92	-	-
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	不定	不定
R/W	R	R	R	R	R	R	-	-

ポート 9 の各端子の入出力を指定

【注】 * P97 ~ P92 端子の状態により決定されます。

H'FF59 : ポート A レジスタ PORTA : ポート A

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7	PA6	PA5	PA4	PA3	PA2	PA1	PA0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート A の各端子の状態

【注】 * PA7 ~ PA0 端子の状態により決定されます。

H'FF5A : ポート B レジスタ PORTB : ポート B

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート B の各端子の状態

【注】 * PB7 ~ PB0 端子の状態により決定されます。

H'FF5B : ポート C レジスタ PORTC : ポート C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート C の各端子の状態

【注】 * PC7 ~ PC0 端子の状態により決定されます。

H'FF5C : ポート D レジスタ PORTD : ポート D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート D の各端子の状態

【注】 * PD7 ~ PD0 端子の状態により決定されます。

H'FF5D : ポート E レジスタ PORTE : ポート E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート E の各端子の状態

【注】 * PE7 ~ PE0 端子の状態により決定されます。

H'FF5E : ポート F レジスタ PORTF : ポート F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7	PF6	PF5	PF4	PF3	PF2	PF1	PF0
初期値	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

ポート F の各端子の状態

【注】 * PF7 ~ PF0 端子の状態により決定されます。

H'FF5F : ポート G レジスタ PORTG : ポート G

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4	PG3	PG2	PG1	PG0
初期値	不定	不定	不定	- *	- *	- *	- *	- *
R/W	-	-	-	R	R	R	R	R

ポート G の各端子の状態

【注】 * PG4 ~ PG0 端子の状態により決定されます。

H'FF60 : ポート 1 データレジスタ P1DR : ポート 1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 1 の各端子 (P17 ~ P10) の出力データを格納

H'FF61 : ポート 2 データレジスタ P2DR : ポート 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P27DR	P26DR	P25DR	P24DR	P23DR	P22DR	P21DR	P20DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 2 の各端子 (P27 ~ P20) の出力データを格納

H'FF62 : ポート 3 データレジスタ P3DR : ポート 3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35DR	P34DR	P33DR	P32DR	P31DR	P30DR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 3 の各端子 (P35 ~ P30) のデータを格納

H'FF64 : ポート 5 データレジスタ P5DR : ポート 5

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	P53DR	P52DR	P51DR	P50DR
初期値	不定	不定	不定	不定	0	0	0	0
R/W	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 5 の各端子 (P53 ~ P50) の出力データを格納

H'FF65 : ポート 6 データレジスタ P6DR : ポート 6

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P67DR	P66DR	P65DR	P64DR	P63DR	P62DR	P61DR	P60DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 6 の各端子 (P67 ~ P60) の出力データを格納

H'FF66 : ポート 7 データレジスタ P7DR : ポート 7

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P75DR	P74DR	P73DR	P72DR	P71DR	P70DR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 7 の各端子 (P75 ~ P70) の出力データを格納

H'FF67 : ポート 8 データレジスタ P8DR : ポート 8

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	P86DR	P85DR	P84DR	P83DR	P82DR	P81DR	P80DR
初期値	不定	0	0	0	0	0	0	0
R/W	-	R/W						

ポート 8 の各端子 (P86 ~ P80) の出力データを格納

H'FF68 : ポート 9 データレジスタ P9DR : ポート 9

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	P97DR	P96DR	P95DR	P94DR	P93DR	P92DR	-	-
初期値	0	0	0	0	0	0	不定	不定
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	-	-

ポート 9 の各端子 (P97 ~ P92) の出力データを格納

H'FF69 : ポート A データレジスタ PADR : ポート A

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7DR	PA6DR	PA5DR	PA4DR	PA3DR	PA2DR	PA1DR	PA0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート A の各端子 (PA7 ~ PA0) の出力データを格納

H'FF6A : ポート B データレジスタ PBDR : ポート B

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7DR	PB6DR	PB5DR	PB4DR	PB3DR	PB2DR	PB1DR	PB0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート B の各端子 (PB7 ~ PB0) の出力データを格納

H'FF6B : ポート C データレジスタ PCDR : ポート C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7DR	PC6DR	PC5DR	PC4DR	PC3DR	PC2DR	PC1DR	PC0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート C の各端子 (PC7 ~ PC0) の出力データを格納

H'FF6C : ポート D データレジスタ PDDR : ポート D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7DR	PD6DR	PD5DR	PD4DR	PD3DR	PD2DR	PD1DR	PD0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート D の各端子 (PD7 ~ PD0) の出力データを格納

H'FF6D : ポート E データレジスタ PEDR : ポート E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7DR	PE6DR	PE5DR	PE4DR	PE3DR	PE2DR	PE1DR	PE0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート E の各端子 (PE7 ~ PE0) の出力データを格納

H'FF6E : ポート F データレジスタ PFDR : ポート F

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PF7DR	PF6DR	PF5DR	PF4DR	PF3DR	PF2DR	PF1DR	PF0DR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート F の各端子 (PF7 ~ PF0) の出力データを格納

H'FF6F : ポート G データレジスタ PGDR : ポート G

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	PG4DR	PG3DR	PG2DR	PG1DR	PG0DR
初期値	不定	不定	不定	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート G の各端子 (PG4 ~ PG0) の出力データを格納

H'FF70 : ポート A プルアップ MOS コントロールレジスタ PAPCR : ポート A

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7PCR	PA6PCR	PA5PCR	PA4PCR	PA3PCR	PA2PCR	PA1PCR	PA0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート A に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御

H'FF71 : ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ PBPCR : ポート B

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PB7PCR	PB6PCR	PB5PCR	PB4PCR	PB3PCR	PB2PCR	PB1PCR	PB0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート B に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御

H'FF72 : ポート C プルアップ MOS コントロールレジスタ PCPCR : ポート C

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PC7PCR	PC6PCR	PC5PCR	PC4PCR	PC3PCR	PC2PCR	PC1PCR	PC0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート C に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御

H'FF73 : ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ PDPCR : ポート D

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PD7PCR	PD6PCR	PD5PCR	PD4PCR	PD3PCR	PD2PCR	PD1PCR	PD0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート D に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御

H'FF74 : ポート E プルアップ MOS コントロールレジスタ PEPCR : ポート E

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PE7PCR	PE6PCR	PE5PCR	PE4PCR	PE3PCR	PE2PCR	PE1PCR	PE0PCR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート E に内蔵された入力プルアップ MOS をビットごとに制御

H'FF76 : ポート 3 オープンドレインコントロールレジスタ P3ODR : ポート 3

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	P35ODR	P34ODR	P33ODR	P32ODR	P31ODR	P30ODR
初期値	不定	不定	0	0	0	0	0	0
R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート 3 の各端子 (P35 ~ P30) の PMOS のオン / オフを制御

H'FF77 : ポート A オープンドレインコントロールレジスタ PAODR : ポート A

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7ODR	PA6ODR	PA5ODR	PA4ODR	PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ポート A の各端子 (PA7 ~ PA0) の PMOS のオン / オフを制御

H'FF78 : シリアルモードレジスタ 0 SMR0 : SCIO

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	C/ \bar{A}	CHR	PE	O/ \bar{E}	STOP	MP	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト

0	0	ϕ クロック
	1	ϕ /4クロック
1	0	ϕ /16クロック
	1	ϕ /64クロック

マルチプロセッサモード

0	マルチプロセッサ機能の禁止
1	マルチプロセッサフォーマットを選択

ストップビットレングス

0	1ストップビット
1	2ストップビット

パリティモード

0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

パリティイネーブル

0	パリティビットの付加、およびチェックを禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

キャラクタレングス

0	8ビットデータ
1	7ビットデータ*

【注】* 7ビットデータを選択した場合、
TDRのMSB(ビット7)は送信されません。

調歩同期式モード/クロック同期式モード選択

0	調歩同期式モード
1	クロック同期式モード

H'FF78 : シリアルモードレジスタ 0 SMR0 : スマートカードインタフェース 0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	GM	BLK	PE	O/E	BCP1	BCP0	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト

0	0	φクロック
	1	φ / 4クロック
1	0	φ / 16クロック
	1	φ / 64クロック

基本クロックパルス

BCP1	BCP0	基本クロックパルス
0	0	32クロック
	1	64クロック
1	0	372クロック
	1	256クロック

パリティモード

0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

パリティイネーブル

スマートカードインタフェースを使用する場合は、1をセットしてください

0	設定禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

ブロック転送モード選択

0	通常スマートカードインタフェースモード
1	ブロック転送モード

GSMモード

0	通常スマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から12.5etu (ブロック転送モードのときは11.5etu) のタイミングで発生 (2) クロック出力のON / OFF制御のみ
1	GSMモードスマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から11.0etuのタイミングで発生 (2) クロック出力のON / OFF制御のほか、High / Low固定制御可能 (SCRで設定)

【注】 etu : Elementary time unit (1ビットの転送期間)

H'FF79 : ビットレートレジスタ 0 BRR0 : SCI0、 スマートカードインタフェース 0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアル送信 / 受信のビットレートを設定

【注】 詳細は「14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。

H'FF7A : シリアルコントロールレジスタ 0 SCR0 : SCIO

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

0	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子は入出力ポート
	1	クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期クロック出力
1	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子はクロック出力*1
	1	クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期クロック出力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK端子はクロック入力*2
	1	クロック同期式モード	外部クロック / SCK端子は同期クロック入力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK端子はクロック入力*2
	1	クロック同期式モード	外部クロック / SCK端子は同期クロック入力

【注】*1 ビットレートと同じ周波数のクロックを出力
*2 ビットレートの16倍の周波数のクロックを入力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、およびSSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF7A : シリアルコントロールレジスタ 0 SCR0 : スマートカードインタフェース 0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

SCMR	SMR	SCRの設定		SCK端子機能の説明
SMIF	GM	CKE1	CKE0	
0				SCI指定参照
1	0	0	0	ポート入出力端子として動作
1	0	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	0	0	SCK出力端子としてLow出力固定
1	1	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	1	0	SCK出力端子としてHigh出力固定
1	1	1	1	SCK出力端子としてクロック出力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、およびSSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンプティ割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンプティ割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF7B : トランスミットデータレジスタ 0 TDR0 : SCI0、
スマートカードインタフェース 0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアルを送信するデータを格納

H'FF7C : シリアルステータスレジスタ 0 SSR0 : SCIO

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	FER	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値 :	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

マルチプロセッサビットトランスファ	
0	マルチプロセッサビットが0のデータを送信
1	マルチプロセッサビットが1のデータを送信

マルチプロセッサビット	
0	[クリア条件] マルチプロセッサビットが0のデータを受信したとき
1	[セット条件] マルチプロセッサビットが1のデータを受信したとき

トランスミットエンド	
0	[クリア条件] (1)TDRE = 1の状態をリードしたあと、TDREフラグに0をライトしたとき (2)TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータを書き込んだとき
1	[セット条件] (1)SCRのTEビットが0のとき (2)1バイトのシリアル送信キャラクタの最後尾ビットの送信時にTDRE = 1であったとき

パリティエラー	
0	[クリア条件] PER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] 受信時の受信データとパリティビットを合わせた1の数が、SMRのO/Eビットで指定した偶数パリティ / 奇数パリティの設定と一致しなかったとき

フレーミングエラー	
0	[クリア条件] FER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] SCIが受信終了時に受信データの最後尾のストップビットをチェックし、ストップビットが0であったとき

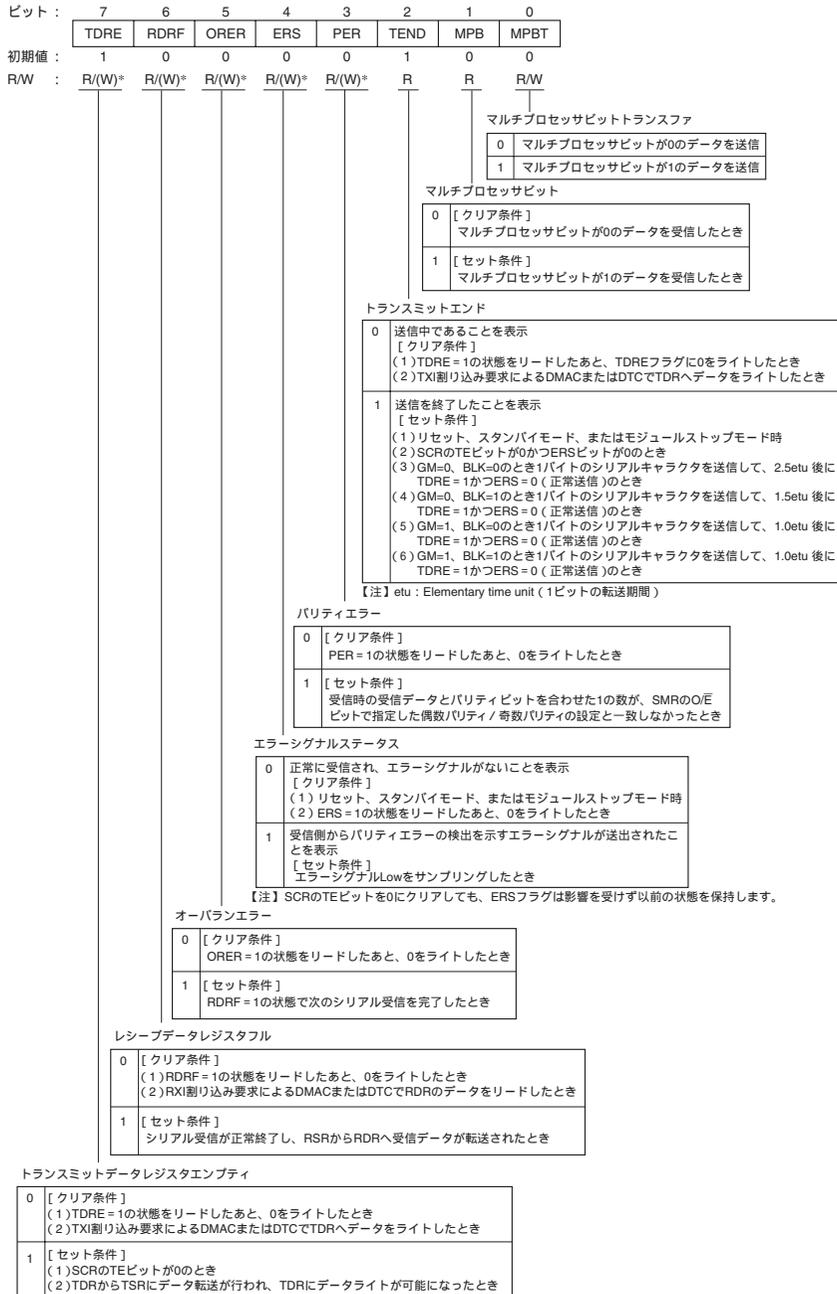
オーバランエラー	
0	[クリア条件] ORER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] RDRF = 1の状態でのシリアル受信を完了したとき

レシーブデータレジスタフル	
0	[クリア条件] (1)RDRF = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2)RXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでRDRのデータをリードしたとき
1	[セット条件] シリアル受信が正常終了し、RSRからRDRへ受信データが転送されたとき

トランスミットデータレジスタエンプティ	
0	[クリア条件] (1)TDRE = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2)TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータを書き込んだとき
1	[セット条件] (1)SCRのTEビットが0のとき (2)TDRからTSRにデータ転送が行われ、TDRにデータライトが可能になったとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF7C : シリアルステータスレジスタ 0 SSR0 : スマートカードインタフェース 0



H'FF7D : レシーブデータレジスタ 0 RDR0 : SCI0、 スマートカードインタフェース 0

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

受信したシリアルデータを格納

H'FF7E : スマートカードモードレジスタ 0 SCMR0 : SCI0、 スマートカードインタフェース 0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF
初期値 :	1	1	1	1	0	0	1	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	-	R/W

スマートカード
インタフェースモード選択

0	スマートカードインタフェース機能を禁止
1	スマートカードインタフェース機能を許可

データのロジックレベルの反転を指定

0	TDRの内容をそのまま送信 受信データをそのままRDRに格納
1	TDRの内容を反転してデータを 送信 受信データを反転してRDRに 格納

シリアル/パラレル変換フォーマット選択

0	TDRの内容をLSBファーストで送信 受信データをLSBファーストとしてRDRに格納
1	TDRの内容をMSBファーストで送信 受信データをMSBファーストとしてRDRに格納

H'FF80 : シリアルモードレジスタ 1 SMR1 : SCI1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	C/ \bar{A}	CHR	PE	O/ \bar{E}	STOP	MP	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

0	0	ϕ クロック
	1	ϕ /4クロック
1	0	ϕ /16クロック
	1	ϕ /64クロック

0	マルチプロセッサ機能の禁止
1	マルチプロセッサフォーマットを選択

0	1ストップビット
1	2ストップビット

0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

0	パリティビットの付加、およびチェックを禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

0	8ビットデータ
1	7ビットデータ*

【注】* 7ビットデータを選択した場合、TDRのMSB (ビット7) は送信されません。

0	調歩同期式モード
1	クロック同期式モード

H'FF80 : シリアルモードレジスタ 1 SMR1 : スマートカードインタフェース 1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	GM	BLK	PE	O/ \bar{E}	BCP1	BCP0	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト

0	0	ϕ クロック
	1	$\phi/4$ クロック
1	0	$\phi/16$ クロック
	1	$\phi/64$ クロック

基本クロックパルス

BCP1	BCP0	基本クロックパルス
0	0	32クロック
	1	64クロック
1	0	372クロック
	1	256クロック

パリティモード

(スマートカードインタフェースを使用する場合は、1をセットしてください)

0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

パリティイネーブル

0	設定禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

ブロック転送モード選択

0	通常スマートカードインタフェースモード
1	ブロック転送モード

GSMモード

0	通常スマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から12.5etu (ブロック転送モードのときは11.5etu) のタイミングで発生 (2) クロック出力のON/OFF制御のみ
1	GSMモードスマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から11.0etuのタイミングで発生 (2) クロック出力のON/OFF制御のほか、High/Low固定制御可能 (SCRで設定)

【注】 etu : Elementary time unit (1ビットの転送期間)

H'FF81 : ビットレートレジスタ1 BRR1 : SCI1、
スマートカードインタフェース1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアル送信/受信のビットレートを設定

【注】詳細は「14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。

H'FF82 : シリアルコントロールレジスタ 1 SCR1 : SCI1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

0	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子は入出力ポート
		クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期 クロック出力
1	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子はクロック出力*1
		クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期 クロック出力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK端子はクロック入力*2
		クロック同期式モード	外部クロック / SCK端子は同期 クロック入力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK端子はクロック入力*2
		クロック同期式モード	外部クロック / SCK端子は同期 クロック入力

【注】*1 ビットレートと同じ周波数のクロックを出力
*2 ビットレートの16倍の周波数のクロックを入力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル 割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、および SSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および 受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および 受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF82 : シリアルコントロールレジスタ 1 SCR1 : スマートカードインタフェース 1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

SCMR	SMR	SCRの設定		SCK端子機能の説明
SMIF	GM	CKE1	CKE0	
0				SCI指定参照
1	0	0	0	ポート入出力端子として動作
1	0	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	0	0	SCK出力端子としてLow出力固定
1	1	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	1	0	SCK出力端子としてHigh出力固定
1	1	1	1	SCK出力端子としてクロック出力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、およびSSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF83 : トランスミットデータレジスタ 1 TDR1 : SCI1、 スマートカードインタフェース 1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアル送信するデータを格納

H'FF84 : シリアルステータスレジスタ 1 SSR1 : SCI1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	FER	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値 :	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

マルチプロセッサビット転送	
0	マルチプロセッサビットが0のデータを送信
1	マルチプロセッサビットが1のデータを送信

マルチプロセッサビット	
0	[クリア条件] マルチプロセッサビットが0のデータを受信したとき
1	[セット条件] マルチプロセッサビットが1のデータを受信したとき

トランスミットエンド	
0	[クリア条件] (1) TDRE = 1の状態をリードしたあと、TDREフラグに0をライトしたとき (2) TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータを書き込んだとき
1	[セット条件] (1) SCRのTEビットが0のとき (2) 1バイトのシリアル送信キャラクタの最後尾ビットの送信時にTDRE = 1であったとき

パリティエラー	
0	[クリア条件] PER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] 受信時の受信データとパリティビットを合わせた1の数が、SMRのOEビットで指定した偶数パリティ / 奇数パリティの設定と一致しなかったとき

フレーミングエラー	
0	[クリア条件] FER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] SCIが受信終了時に受信データの最後尾のストップビットをチェックし、ストップビットが0であったとき

オーバーランエラー	
0	[クリア条件] ORER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] RDRF = 1の状態での次のシリアル受信を完了したとき

レシーブデータレジスタフル	
0	[クリア条件] (1) RDRF = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2) RXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでRDRのデータをリードしたとき
1	[セット条件] シリアル受信が正常終了し、RSRからRDRへ受信データが転送されたとき

トランスミットデータレジスタエンpty	
0	[クリア条件] (1) TDRE = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2) TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータを書き込んだとき
1	[セット条件] (1) SCRのTEビットが0のとき (2) TDRからTSRにデータ転送が行われ、TDRにデータライトが可能になったとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF84 : シリアルステータスレジスタ 1 SSR1 : スマートカードインタフェース 1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	ERS	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値 :	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

マルチプロセスビットトランスファ	
0	マルチプロセスビットが0のデータを送信
1	マルチプロセスビットが1のデータを送信

マルチプロセスビット	
0	[クリア条件] マルチプロセスビットが0のデータを受信したとき
1	[セット条件] マルチプロセスビットが1のデータを受信したとき

トランスミットエンド	
0	送信中であることを表示 [クリア条件] (1) TDRE = 1の状態をリードしたあと、TDREフラグに0をライトしたとき (2) TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータをライトしたとき
1	送信を終了したことを表示 [セット条件] (1) リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時 (2) SCRのTEビットが0かつERSビットが0のとき (3) GM=0、BLK=0のとき1バイトのシリアルキャラクタを送信して、2.5etu 後に TDRE = 1かつERS = 0 (正常送信)のとき (4) GM=0、BLK=1のとき1バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.5etu 後に TDRE = 1かつERS = 0 (正常送信)のとき (5) GM=1、BLK=0のとき1バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.0etu 後に TDRE = 1かつERS = 0 (正常送信)のとき (6) GM=1、BLK=1のとき1バイトのシリアルキャラクタを送信して、1.0etu 後に TDRE = 1かつERS = 0 (正常送信)のとき 【注】 etu : Elementary time unit (1ビットの転送期間)

パリティエラー	
0	[クリア条件] PER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] 受信時の受信データとパリティビットを合わせた1の数が、SMRのOEビットで指定した偶数パリティ / 奇数パリティの設定と一致しなかったとき

エラーシグナルステータス	
0	正常に受信され、エラーシグナルがないことを表示 [クリア条件] (1) リセット、スタンバイモード、またはモジュールストップモード時 (2) ERS = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	受信側からパリティエラーの検出を示すエラーシグナルが送出されたことを表示 [セット条件] エラーシグナルLowをサンプリングしたとき 【注】 SCRのTEビットを0にクリアしても、ERSフラグは影響を受けず以前の状態を保持します。

オーバランエラー	
0	[クリア条件] ORER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] RDRF = 1の状態が次のシリアル受信を完了したとき

レシーブデータレジスタフル	
0	[クリア条件] (1) RDRF = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2) RXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでRDRのデータをリードしたとき
1	[セット条件] シリアル受信が正常終了し、RSRからRDRへ受信データが転送されたとき

トランスミットデータレジスタエンブティ	
0	[クリア条件] (1) TDRE = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2) TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータをライトしたとき
1	[セット条件] (1) SCRのTEビットが0のとき (2) TDRからTSRにデータ転送が行われ、TDRにデータライトが可能になったとき

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF85 : レシーブデータレジスタ 1 RDR1 : SCI1、
スマートカードインタフェース 1

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

受信したシリアルデータを格納

H'FF86 : スマートカードモードレジスタ 1 SCMR1 : SCI1、
スマートカードインタフェース 1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値 :	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	-	R/W

スマートカード
インタフェースモード選択

0	スマートカードインタフェース機能を禁止
1	スマートカードインタフェース機能を許可

データのロジックレベルの反転を指定

0	TDRの内容をそのまま送信 受信データをそのままRDRに格納
1	TDRの内容を反転してデータを 送信 受信データを反転してRDRに 格納

シリアル/パラレル変換フォーマット選択

0	TDRの内容をLSBファーストで送信 受信データをLSBファーストとしてRDRに格納
1	TDRの内容をMSBファーストで送信 受信データをMSBファーストとしてRDRに格納

H'FF88 : シリアルモードレジスタ 2 SMR2 : SCI2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	C/ \bar{A}	CHR	PE	O/ \bar{E}	STOP	MP	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト		
0	0	ϕ クロック
	1	ϕ /4クロック
1	0	ϕ /16クロック
	1	ϕ /64クロック

マルチプロセッサモード	
0	マルチプロセッサ機能の禁止
1	マルチプロセッサフォーマットを選択

ストップビットレングス	
0	1ストップビット
1	2ストップビット

パリティモード	
0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

パリティイネーブル	
0	パリティビットの付加、およびチェックを禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

キャラクタレングス	
0	8ビットデータ
1	7ビットデータ*

【注】* 7ビットデータを選択した場合、TDRのMSB (ビット7) は送信されません。

調歩同期式モード/クロック同期式モード選択	
0	調歩同期式モード
1	クロック同期式モード

H'FF88 : シリアルモードレジスタ 2 SMR2 : スマートカードインタフェース 2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	GM	BLK	PE	O/E	BCP1	BCP0	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

0	0	φクロック
	1	φ / 4クロック
1	0	φ / 16クロック
	1	φ / 64クロック

BCP1	BCP0	基本クロックパルス
0	0	32クロック
	1	64クロック
1	0	372クロック
	1	256クロック

パリティモード
(スマートカードインタフェースを使用する場合は、1をセットしてください。)

0	偶数パリティ
1	奇数パリティ

パリティイネーブル

0	設定禁止
1	パリティビットの付加、およびチェックを許可

ブロック転送モード選択

0	通常のスマートカードインタフェースモード
1	ブロック転送モード

GSMモード

0	通常のスマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から12.5etu (ブロック転送モードのときは11.5etu) のタイミングで発生 (2) クロック出力のON / OFF制御のみ
1	GSMモードのスマートカードインタフェースモードの動作 (1) TENDフラグが開始ビットの先頭から11.0etuのタイミングで発生 (2) クロック出力のON / OFF制御のほか、High / Low固定制御可能 (SCRで設定)

【注】 etu : Elementary time unit (1ビットの転送期間)

H'FF89 : ビットレートレジスタ 2 BRR2 : SCI2、 スマートカードインタフェース 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアル送信 / 受信のビットレートを設定

【注】 詳細は「14.2.8 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。

H'FF8A : シリアルコントロールレジスタ 2 SCR2 : SCI2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

0	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子は入出力ポート
	1	クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期クロック出力
1	0	調歩同期式モード	内部クロック / SCK端子はクロック出力*1
	1	クロック同期式モード	内部クロック / SCK端子は同期クロック出力
1	0	調歩同期式モード	外部クロック / SCK端子はクロック入力*2
	1	クロック同期式モード	外部クロック / SCK端子は同期クロック入力

【注】*1 ビットレートと同じ周波数のクロックを出力
*2 ビットレートの16倍の周波数のクロックを入力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、およびSSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF8A : シリアルコントロールレジスタ 2 SCR2 : スマートカードインタフェース 2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックイネーブル

SMCR	SMR	SCRの設定		SCK端子機能の説明
SMIF	GM	CKE1	CKE0	
0				SCI指定参照
1	0	0	0	ポート入出力端子として動作
1	0	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	0	0	SCK出力端子としてLow出力固定
1	1	0	1	SCK出力端子としてクロック出力
1	1	1	0	SCK出力端子としてHigh出力固定
1	1	1	1	SCK出力端子としてクロック出力

トランスミットエンドインタラプトイネーブル

0	送信終了割り込み (TEI) 要求を禁止
1	送信終了割り込み (TEI) 要求を許可

マルチプロセッサインタラプトイネーブル

0	マルチプロセッサ割り込み禁止状態 [クリア条件] (1) MPIEビットを0にクリア (2) MPB = 1のデータを受信したとき
1	マルチプロセッサ割り込み許可状態 マルチプロセッサビットが1のデータを受け取るまで受信データフル割り込み (RXI) 要求、受信エラー割り込み (ERI) 要求、およびSSRのRDRF、FER、ORERの各フラグのセットを禁止します。

レシーブイネーブル

0	受信動作を禁止
1	受信動作を許可

トランスミットイネーブル

0	送信動作を禁止
1	送信動作を許可

レシーブインタラプトイネーブル

0	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を禁止
1	受信データフル割り込み (RXI) 要求、および受信エラー割り込み (ERI) 要求を許可

トランスミットインタラプトイネーブル

0	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の禁止
1	送信データエンpty割り込み (TXI) 要求の許可

H'FF8B : トランスミットデータレジスタ 2 TDR2 : SCI2、
スマートカードインタフェース 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W								

シリアル送信するデータを格納

H'FF8C : シリアルステータスレジスタ 2 SSR2 : SCI2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TDRE	RDRF	ORER	FER	PER	TEND	MPB	MPBT
初期値 :	1	0	0	0	0	1	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R	R	R/W

マルチプロセッサビットトランスファ	
0	マルチプロセッサビットが0のデータを送信
1	マルチプロセッサビットが1のデータを送信

マルチプロセッサビット	
0	[クリア条件] マルチプロセッサビットが0のデータを受信したとき
1	[セット条件] マルチプロセッサビットが1のデータを受信したとき

トランスミットエンド	
0	送信中であることを表示 [クリア条件] (1)TDRE = 1の状態をリードしたあと、TDREフラグに0をライトしたとき (2)TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータをライトしたとき
1	送信を終了したことを表示 [セット条件] (1)SCRのTEビットが0のとき (2)1バイトのシリアル送信キャラクタの最後尾ビットの送信時にTDRE = 1であったとき

パリティエラー	
0	[クリア条件] PER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] 受信時の受信データとパリティビットを合わせた1の数が、SMRのO/Eビットで指定した偶数パリティ/奇数パリティの設定と一致しなかったとき

フレーミングエラー	
0	[クリア条件] FER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] SCIが受信終了時に受信データの最後尾のストップビットをチェックし、ストップビットが0であったとき

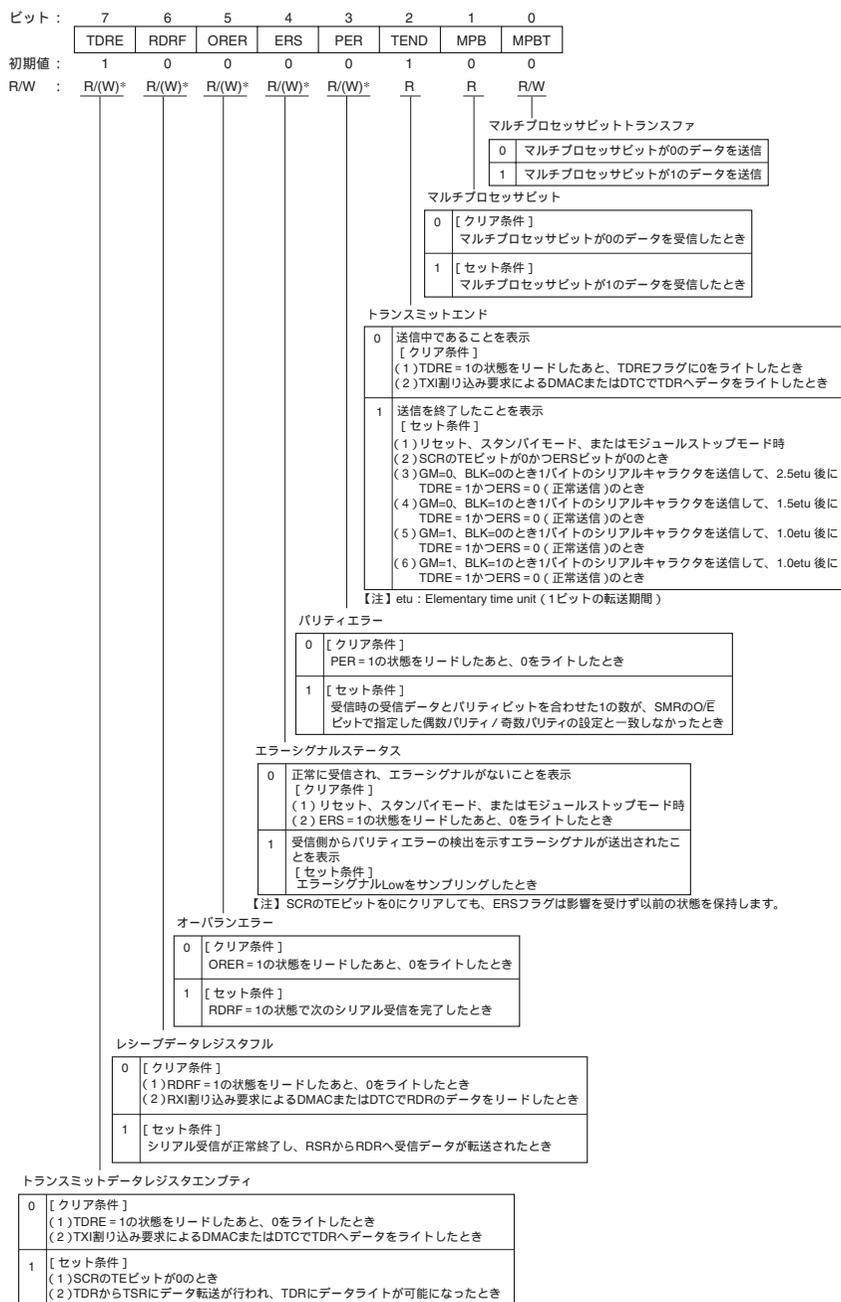
オーバーランエラー	
0	[クリア条件] ORER = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき
1	[セット条件] RDRF = 1の状態での次のシリアル受信を完了したとき

レシーブデータレジスタフル	
0	[クリア条件] (1)RDRF = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2)RXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでRDRのデータをリードしたとき
1	[セット条件] シリアル受信が正常終了し、RSRからRDRへ受信データが転送されたとき

トランスミットデータレジスタエンpty	
0	[クリア条件] (1)TDRE = 1の状態をリードしたあと、0をライトしたとき (2)TXI割り込み要求によるDMACまたはDTCでTDRへデータをライトしたとき
1	[セット条件] (1)SCRのTEビットが0のとき (2)TDRからTSRにデータ転送が行われ、TDRにデータライトが可能になったとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF8C : シリアルステータスレジスタ 2 SSR2 : スマートカードインタフェース 2



H'FF8D : レシーブデータレジスタ 2 RDR2 : SCI2、 スマートカードインタフェース 2

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R	R	R	R	R	R	R	R

受信したシリアルデータを格納

H'FF8E : スマートカードモードレジスタ 2 SCMR2 : SCI2、 スマートカードインタフェース 2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値 :	-	-	-	-	SDIR	SINV	-	SMIF
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	-	R/W

スマートカード
インタフェースモード選択

0	スマートカードインタフェース機能を禁止
1	スマートカードインタフェース機能を許可

データのロジックレベルの反転を指定

0	TDRの内容をそのまま送信 受信データをそのままRDRに格納
1	TDRの内容を反転してデータを 送信 受信データを反転してRDRに 格納

シリアル/パラレル変換フォーマット選択

0	TDRの内容をLSBファーストで送信 受信データをLSBファーストとしてRDRに格納
1	TDRの内容をMSBファーストで送信 受信データをMSBファーストとしてRDRに格納

H'FF90 : A/D データレジスタ AH ADDR AH : A/D 変換器
 H'FF91 : A/D データレジスタ AL ADDR AL : A/D 変換器
 H'FF92 : A/D データレジスタ BH ADDR BH : A/D 変換器
 H'FF93 : A/D データレジスタ BL ADDR BL : A/D 変換器
 H'FF94 : A/D データレジスタ CH ADDR CH : A/D 変換器
 H'FF95 : A/D データレジスタ CL ADDR CL : A/D 変換器
 H'FF96 : A/D データレジスタ DH ADDR DH : A/D 変換器
 H'FF97 : A/D データレジスタ DL ADDR DL : A/D 変換器

ビット :

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R

A/D変換された結果を格納

アナログ入力チャンネル				A/Dデータレジスタ
チャンネルセット0 (CH3=1)		チャンネルセット1 (CH3=0)		
グループ0	グループ1	グループ0	グループ1	
AN0	AN4	設定禁止	AN12	ADDRA
AN1	AN5	設定禁止	AN13	ADDRB
AN2	AN6	設定禁止	AN14	ADDRC
AN3	AN7	設定禁止	AN15	ADDRD

H'FF98 : A/D コントロール / ステータスレジスタ ADCSR : A/D 変換器

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	ADF	ADIE	ADST	SCAN	CKS	CH2	CH1	CH0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/(W)*	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

チャンネルセレクト

【注】 ADCRのCH3ビット、SCANビットとともにアナログ入力チャンネルを選択します。
H'FF99 : A/Dコントロールレジスタ (ADCR) を参照してください。

クロックセレクト

【注】 CKSは、ADCRのビット3のCKS1と組み合わせて使用します。
H'FF99 : A/Dコントロールレジスタ (ADCR) を参照してください。

スキャンモード

0	シングルモード
1	スキャンモード

A/Dスタート

0	A/D変換停止
1	(1) シングルモード : A/D変換を開始し変換が終了すると、自動的に0にクリア (2) スキャンモード : A/D変換を開始し、ソフトウェア、リセット、スタンバイモードまたはモジュールストップモードによって0にクリアされるまで、選択されたチャンネルを順次連続変換

A/Dインタラプトイネーブル

0	A/D変換終了による割り込み要求を禁止
1	A/D変換終了による割り込み要求を許可

A/Dエンドフラグ

0	[クリア条件] (1) ADF = 1の状態ADFフラグをリードしたあと、ADFフラグに0をライトしたとき (2) ADI割り込みによりDMACまたはDTCが起動されADDRをリードしたとき
1	[セット条件] (1) シングルモード : A/D変換が終了したとき (2) スキャンモード : 設定されたすべてのチャンネルのA/D変換が終了したとき

チャンネルセレクト

【注】 ADCRのCH3ビット、SCANビットとともにアナログ入力チャンネルを選択します。
H'FF99 : A/Dコントロールレジスタ (ADCR) を参照してください。

クロックセレクト

【注】 CKSは、ADCRのビット3のCKS1と組み合わせて使用します。
H'FF99 : A/Dコントロールレジスタ (ADCR) を参照してください。

スキャンモード

0	シングルモード
1	スキャンモード

A/Dスタート

0	A/D変換停止
1	(1) シングルモード : A/D変換を開始し変換が終了すると、自動的に0にクリア (2) スキャンモード : A/D変換を開始し、ソフトウェア、リセット、スタンバイモードまたはモジュールストップモードによって0にクリアされるまで、選択されたチャンネルを順次連続変換

A/Dインタラプトイネーブル

0	A/D変換終了による割り込み要求を禁止
1	A/D変換終了による割り込み要求を許可

A/Dエンドフラグ

0	[クリア条件] (1) ADF = 1の状態ADFフラグをリードしたあと、ADFフラグに0をライトしたとき (2) ADI割り込みによりDMACまたはDTCが起動されADDRをリードしたとき
1	[セット条件] (1) シングルモード : A/D変換が終了したとき (2) スキャンモード : 設定されたすべてのチャンネルのA/D変換が終了したとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FF99 : A/D コントロールレジスタ ADCR : A/D 変換器

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TRGS1	TRGS0	-	-	CKS1	CH3	-	-
初期値 :	0	0	1	1	1	1	1	1
R/W :	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	-	-

チャンネルセレクト

アナログ入力チャンネルを選択します。入力チャンネルの設定は変換停止中 (ADST=0) に行ってください。

チャンネル選択				説明	
CH3	CH2*	CH1*	CH0*	シングルモード (SCAN=0)	スキャンモード (SCAN=1)
0	0	0	0	設定禁止	設定禁止
			1	設定禁止	設定禁止
		1	0	設定禁止	設定禁止
			1	設定禁止	設定禁止
	1	0	0	AN12	AN12
			1	AN13	AN12、AN13
		1	0	AN14	AN12 ~ AN14
			1	AN15	AN12 ~ AN15
1	0	0	0	AN0 (初期値)	AN0
			1	AN1	AN0、AN1
		1	0	AN2	AN0 ~ AN2
			1	AN3	AN0 ~ AN3
	1	0	0	AN4	AN4
			1	AN5	AN4、AN5
		1	0	AN6	AN4 ~ AN6
			1	AN7	AN4 ~ AN7

【注】* CH2、CH1、CH0は、ADCSRのビットです。

クロックセレクト

ビット3	ADCSRビット3	説明
CKS1	CKS	
0	0	変換時間 = 530ステート (max)
	1	変換時間 = 68ステート (max)
1	0	変換時間 = 266ステート (max) (初期値)
	1	変換時間 = 134ステート (max)

タイマトリガセレクト

TRGS1	TRGS0	説明
0	0	外部トリガによるA/D変換の開始を禁止
	1	外部トリガ (TPU) によるA/D変換の開始を許可
1	0	外部トリガ (8ビットタイマ) によるA/D変換の開始を許可
	1	外部トリガ端子 (ADTRG) によるA/D変換の開始を許可

H'FFA4 : D/A データレジスタ 0 DADR0 : D/A 変換器
 H'FFA5 : D/A データレジスタ 1 DADR1 : D/A 変換器

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

D/A 変換を行うデータを格納

H'FFA6 : D/A コントロールレジスタ 01 DACR01 : D/A 変換器

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	DAOE1	DAOE0	DAE	-	-	-	-	-
初期値 :	0	0	0	1	1	1	1	1
R/W :	R/W	R/W	R/W	-	-	-	-	-

D/Aアウトプットイネーブル0

0	アナログ出力DA0を禁止
1	チャンネル0のD/A変換を許可。アナログ出力DA0を許可

D/Aアウトプットイネーブル1

0	アナログ出力DA1を禁止
1	チャンネル1のD/A変換を許可。アナログ出力DA1を許可

D/A変換制御

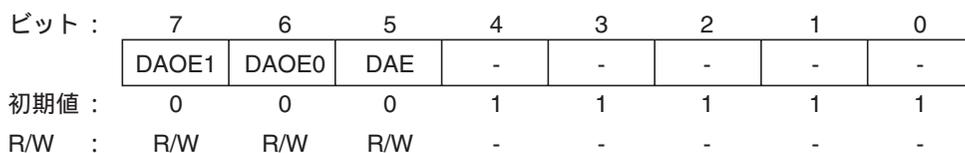
DAOE1	DAOE0	DAE	説明
0	0	*	チャンネル0、1のD/A変換を禁止
		1	チャンネル0のD/A変換を許可 チャンネル1のD/A変換を禁止
	1	チャンネル0、1のD/A変換を許可	
1	0	0	チャンネル0のD/A変換を禁止 チャンネル1のD/A変換を許可
		1	チャンネル0、1のD/A変換を許可
	1	*	チャンネル0、1のD/A変換を許可

* : Don't care

H'FFA8 : D/A データレジスタ 2 DADR2 : D/A 変換器
 H'FFA9 : D/A データレジスタ 3 DADR3 : D/A 変換器



H'FFAA : D/A コントロールレジスタ 23 DACR23 : D/A 変換器



D/Aアウトプットイネーブル0

0	アナログ出力DA2を禁止
1	チャンネル2のD/A変換を許可。アナログ出力DA2を許可

D/Aアウトプットイネーブル1

0	アナログ出力DA3を禁止
1	チャンネル3のD/A変換を許可。アナログ出力DA3を許可

D/A変換制御

DAOE1	DAOE0	DAE	説明
0	0	*	チャンネル2、3のD/A変換を禁止
		0	チャンネル2のD/A変換を許可 チャンネル3のD/A変換を禁止
		1	チャンネル2、3のD/A変換を許可
1	0	0	チャンネル2のD/A変換を禁止 チャンネル3のD/A変換を許可
		1	チャンネル2、3のD/A変換を許可
		1	チャンネル2、3のD/A変換を許可

* : Don't care

H'FFAC : ポートファンクションコントロールレジスタ2 PFCR2 : ポート

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	WAITPS	BREQOPS	CS167E	CS25E	ASOD	-	-	-
初期値 :	0	0	1	1	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R	R

AS出力ディスエーブル

0	PF6をAS出力端子として設定
1	PF6はAS出力端子とはならずI/Oポートとして設定

【注】 モード4～6のとき有効となります。

CS25イネーブル

0	CS2、CS3、CS4、CS5の出力禁止 (I/Oポートとして使用可能)
1	CS2、CS3、CS4、CS5の出力許可

【注】 DDRを0にクリアしてCS25Eを切り替えてください。

CS167イネーブル

0	CS1、CS6、CS7の出力禁止 (I/Oポートとして使用可能)
1	CS1、CS6、CS7の出力許可

【注】 DDRを0にクリアしてCS167Eを切り替えてください。

BREQOピンセレクト

0	BREQO出力はPF2端子
1	BREQO出力はP53端子

【注】 BCRLのBREQOEビットを1にセットする前にBREQOPSを設定してください。

WAITピンセレクト

0	WAIT入力はP86端子
1	WAIT入力はP53端子

【注】 BCRLのWAITEビットを1にセットする前にWAITPSを設定してください。

H'FFB0 : タイマコントロールレジスタ 0 TCR0 :
 8ビットタイマチャンネル 0
 H'FFB1 : タイマコントロールレジスタ 1 TCR1 :
 8ビットタイマチャンネル 1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト

0	0	0	クロック入力を禁止
		1	内部クロック : φ / 8立ち下がりエッジでカウント
1	0	0	内部クロック : φ / 64立ち下がりエッジでカウント
		1	内部クロック : φ / 8192立ち下がりエッジでカウント
1	0	0	チャンネル0の場合 : TCNT1のオーバーフロー信号でカウント* チャンネル1の場合 : TCNT0のコンペアマッチAでカウント*
		1	外部クロック : 立ち上がりエッジでカウント
	1	0	外部クロック : 立ち下がりエッジでカウント
		1	外部クロック : 立ち上がり / 立ち下がり両エッジでカウント

【注】* チャンネル0のクロック入力をTCNT1のオーバーフロー信号とし、チャンネル1のクロック入力をTCNT0のコンペアマッチ信号とすると、カウントアップクロックが発生しません。この設定は行わないでください。

カウンタクリア

0	0	クリアを禁止
	1	コンペアマッチAによりクリア
1	0	コンペアマッチBによりクリア
	1	外部リセット入力の立ち上がりエッジによりクリア

タイマオーバーフローインタラプトイネーブル

0	OVFによる割り込み要求 (OVI) を禁止
1	OVFによる割り込み要求 (OVI) を許可

コンペアマッチインタラプトイネーブルA

0	CMFAによる割り込み要求 (CMIA) を禁止
1	CMFAによる割り込み要求 (CMIA) を許可

コンペアマッチインタラプトイネーブルB

0	CMFBによる割り込み要求 (CMIB) を禁止
1	CMFBによる割り込み要求 (CMIB) を許可

H'FFB2 : タイマコントロール/ステータスレジスタ0 TCSR0 :
8ビットタイマチャネル0
H'FFB3 : タイマコントロール/ステータスレジスタ1 TCSR1 :
8ビットタイマチャネル1

TCSR0 ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMFB	CMFA	OVF	ADTE	OS3	OS2	OS1	OS0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TCSR1 ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	CMFB	CMFA	OVF		OS3	OS2	OS1	OS0
初期値 :	0	0	0	1	0	0	0	0
R/W :	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*		R/W	R/W	R/W	R/W

アウトプットセレクト

0	0	コンペアマッチAで変化しない
	1	コンペアマッチAで0出力
1	0	コンペアマッチAで1出力
	1	コンペアマッチAごとに反転出力 (トグル出力)

アウトプットセレクト

0	0	コンペアマッチBで変化しない
	1	コンペアマッチBで0出力
1	0	コンペアマッチBで1出力
	1	コンペアマッチBごとに反転出力 (トグル出力)

A/Dトリガインエーブル (TCSR0のみ)

0	コンペアマッチAによるA/D変換開始要求を禁止
1	コンペアマッチAによるA/D変換開始要求を許可

タイマオーバフローフラグ

0	[クリア条件] OVF = 1の状態、OVFをリードしたあと、OVFに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTがH'FF H'00になったとき

コンペアマッチフラグA

0	[クリア条件] (1) CMFA = 1の状態、CMFAをリードしたあと、CMFAに0をライトしたとき (2) CMIA割り込みにより、DTCが起動され、DTCのMRBのDISELのビットが0のとき
1	[セット条件] TCNT = TCORAになったとき

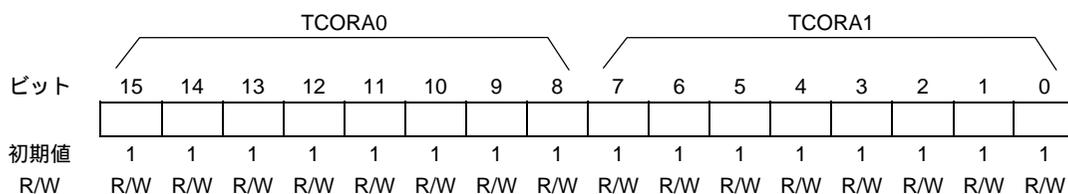
コンペアマッチフラグB

0	[クリア条件] (1) CMFB = 1の状態、CMFBをリードしたあと、CMFBに0をライトしたとき (2) CMIB割り込みにより、DTCが起動され、DTCのMRBのDISELのビットが0のとき
1	[セット条件] TCNT = TCORBになったとき

【注】* ビット7~5は、フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

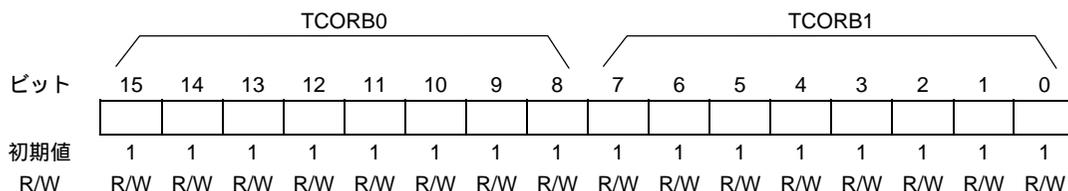
H'FFB4 : タイムコンスタントレジスタ A0 TCORA0 :
8 ビットタイマチャンネル 0

H'FFB5 : タイムコンスタントレジスタ A1 TCORA1 :
8 ビットタイマチャンネル 1



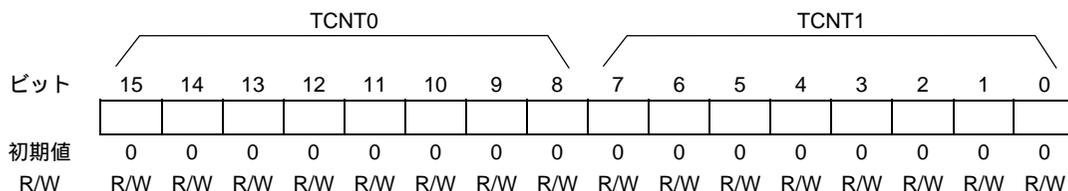
H'FFB6 : タイムコンスタントレジスタ B1 TCORB0 :
8 ビットタイマチャンネル 0

H'FFB7 : タイムコンスタントレジスタ B1 TCORB1 :
8 ビットタイマチャンネル 1



H'FFB8 : タイマカウンタ 0 TCNT0 : 8 ビットタイマチャンネル 0

H'FFB9 : タイマカウンタ 1 TCNT1 : 8 ビットタイマチャンネル 1



H'FFBC(W)、H'FFBC(R) : タイマコントロール/ステータスレジスタ TCSR : WDT

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	OVF	WT/ \overline{IT}	TME	-	-	CKS2	CKS1	CKS0
初期値 :	0	0	0	1	1	0	0	0
R/W*1 :	R/(W)*2	R/W	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W

クロックセレクト

CKS2	CKS1	CKS0	クロック	オーバーフロー周期* ($\phi = 20\text{MHz}$ の場合)
0	0	0	$\phi / 2$ (初期値)	25.6 μs
		1	$\phi / 64$	819.2 μs
	1	0	$\phi / 128$	1.6ms
		1	$\phi / 512$	6.6ms
1	0	0	$\phi / 2048$	26.2ms
		1	$\phi / 8192$	104.9ms
	1	0	$\phi / 32768$	419.4ms
		1	$\phi / 131072$	1.68s

【注】* オーバーフロー周期は、TCNTがH'00からカウントアップを開始し、オーバーフローするまでの時間です。

タイマイネーブル

0	TCNTをH'00に初期化し、カウント動作を停止
1	TCNTはカウント動作

タイマモードセレクト

0	インターバルタイマモード： TCNTがオーバーフローしたときCPUへインターバルタイマ割り込み (WOVI) を要求
1	ウォッチドッグタイマモード： TCNTがオーバーフローしたときWDTOVF信号*1を外部へ出力*2

【注】*1 F-ZTAT版では、WDTOVF端子機能は使用できません。

*2 ウォッチドッグタイマモードのとき、TCNTがオーバーフローした場合についての詳細は、「13.2.3 リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)」を参照してください。

オーバーフローフラグ

0	[クリア条件] OVF = 1の状態、TCSRをリード後、OVFに0をライトしたとき
1	[セット条件] インターバルタイマモードで、TCNTがオーバーフロー (H'FF H'00) したとき

【注】*1 TCSRは容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なります。詳細は、「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

*2 フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FFBC(W)、H'FFBD(R) : タイマカウンタ TCNT : WDT

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W								

H'FFBE(W)、H'FFBF(R) : リセットコントロール/ステータスレジスタ RSTCSR : WDT

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	WOVF	RSTE	-	-	-	-	-	-
初期値 :	0	0	0	1	1	1	1	1
R/W :	R/(W)*	R/W	R/W	-	-	-	-	-

リザーブビット
0をライトしてください。

リセットイネーブル

0	TCNTがオーバーフローしたとき、内部リセットしない*
1	TCNTがオーバーフローしたとき内部リセットする

【注】* 本LSI内部はリセットされませんが、WDT内のTCNT、TCSRはリセットされます。

ウォッチドッグタイマオーバーフローフラグ

0	[クリア条件] WOVF = 1の状態ではRSTCSRをリードしたあと、WOVFに0をライトしたとき
1	[セット条件] ウォッチドッグタイマモードでTCNTがオーバーフロー (H'FF H'00) したとき

【注】 RSTCSRは容易に書き換えられないように、書き込み方法が一般のレジスタと異なっています。

詳細は「13.2.4 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FFC0 : タイマスタートレジスタ TSTR : TPU

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	CST5	CST4	CST3	CST2	CST1	CST0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

カウンタスタート

0	TCNTnのカウンタ動作は停止
1	TCNTnのカウンタ動作

(n=5~0)

【注】 TIOC端子を出力状態で動作中に、CSTビットに0をライトするとカウンタは停止しますが、TIOC端子のアウトプットコンペア出力レベルは保持されます。CSTビットが0の状態ではTIORへのライトを行うと、設定した初期出力値に端子の出力レベルが更新されます。

H'FFC1 : タイマシンクロレジスタ TSYR : TPU

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	SYNC5	SYNC4	SYNC3	SYNC2	SYNC1	SYNC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

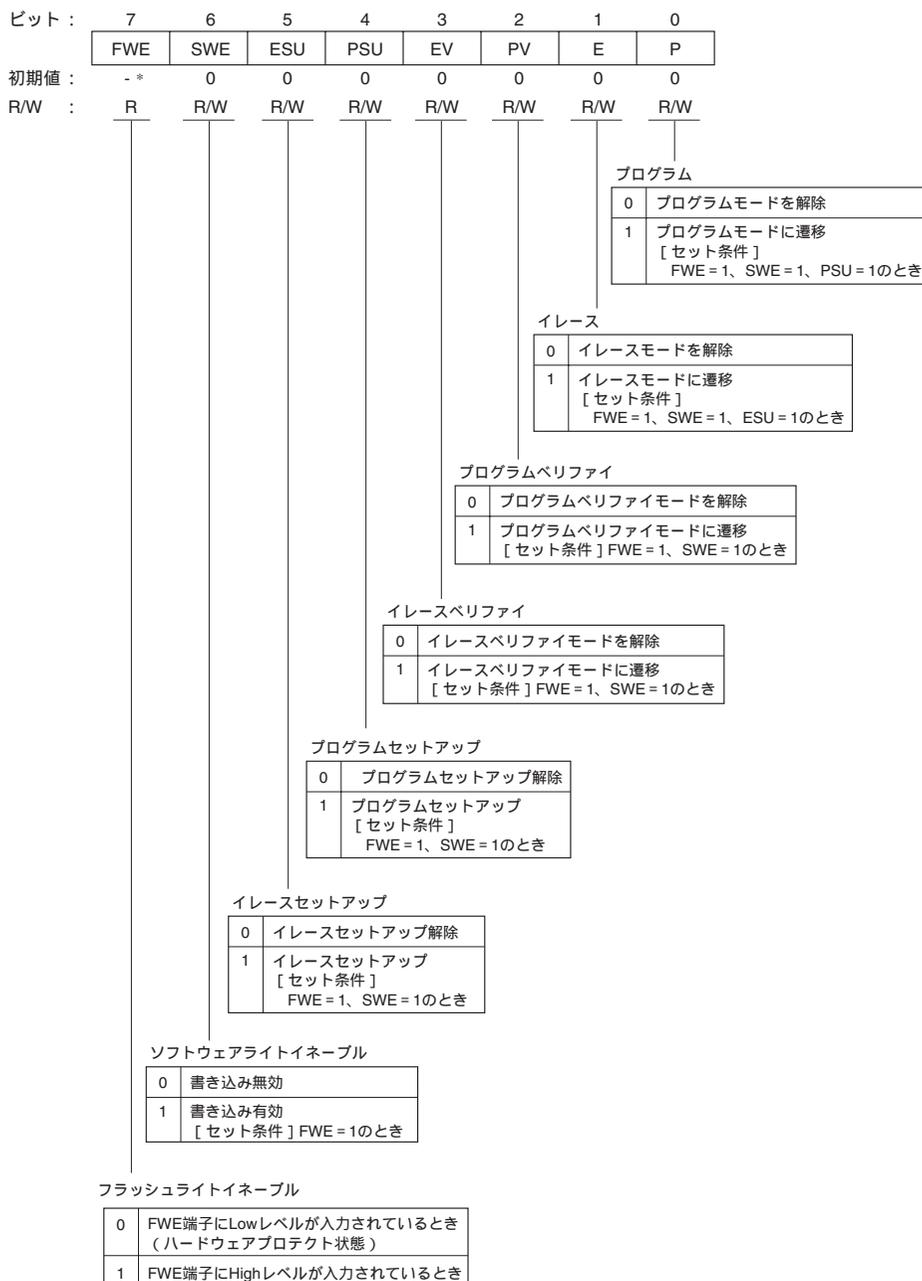
タイマ同期

0	TCNTnは独立動作 (TCNTのプリセット/クリアは他チャンネルと無関係)
1	TCNTnは同期動作 TCNTの同期プリセット/同期クリアが可能

(n=5~0)

- 【注】
1. 同期動作の設定には、最低2チャンネルのSYNCビットを1にセットする必要があります。
 2. 同期クリアの設定には、SYNCビットのほかにTCRのCCLR2~CCLR0ビットで、TCNTのクリア要因を設定する必要があります。

H'FFC8 : フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 FLMCR1 : FLASH (F-ZTAT 版のみ有効)



【注】* FWE端子の状態により決定されます (H8S/2338 F-ZTAT)。
H8S/2339 F-ZTATではFWEビットは1に固定されます。

H'FFC9 : フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 FLMCR2 : FLASH (F-ZTAT 版のみ有効)

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	FLER	-	-	-	-	-	-	-
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	-	-	-	-	-	-	-

フラッシュメモリエラー

0	フラッシュメモリは正常に動作しています。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト (エラープロテクト) が無効 [クリア条件] リセットまたはハードウェアスタンバイモードのとき
1	フラッシュメモリへの書き込み / 消去中にエラーが発生したことを示します。 フラッシュメモリへの書き込み / 消去プロテクト (エラープロテクト) が有効 [セット条件] 「19.8.3 エラープロテクト」(H8S/2339 F-ZTAT)、「19.17.3 エラープロテクト」(H8S/2338 F-ZTAT) 参照

H'FFCA : 消去ブロック指定レジスタ 1 EBR1 : FLASH

H'FFCB : 消去ブロック指定レジスタ 2 EBR2 : FLASH

(F-ZTAT 版のみ有効)

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
EBR2			EB13*	EB12*	EB11	EB10	EB9	EB8
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W			(R/W)*	(R/W)*	R/W	R/W	R/W	R/W

【注】 * H8S/2339 F-ZTAT のみ有効。

H'FFD0 : タイマコントロールレジスタ 0 TCR0 : TPU0

ビット :

	7	6	5	4	3	2	1	0
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

タイマプリスケアラ

0	0	0	内部クロック : ϕ / 1でカウント
			内部クロック : ϕ / 4でカウント
1	0	0	内部クロック : ϕ / 16でカウント
		1	内部クロック : ϕ / 64でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA端子入力でカウント
		1	外部クロック : TCLKB端子入力でカウント
1	1	0	外部クロック : TCLKC端子入力でカウント
		1	外部クロック : TCLKD端子入力でカウント

入力クロックのエッジを選択

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

カウンタクリア

0	0	0	TCNTのクリア禁止
		1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
1	0	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
		1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*1
1	1	0	TCNTのクリア禁止
		1	TGRCのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア*2
1	0	0	TGRDのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア*2
		1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*1

【注】*1 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

*2 TGRCまたはTGRDをバッファレジスタとして使用している場合は、バッファレジスタの設定が優先され、コンペアマッチ / インพุットキャプチャが発生しないため、TCNTはクリアされません。

H'FFD1 : タイマモードレジスタ 0 TMDR0 : TPU0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

モード

0	0	0	0	通常動作		
		1		リザーブ		
		1	0	PWMモード1		
		1		PWMモード2		
	1	0	0	0	位相計数モード1	
			1		位相計数モード2	
		1	0	0	0	位相計数モード3
			1		0	0
1	*	*	*	-		

* : Don't care

- 【注】 1. MD3はリザーブビットです。
ライト時には常に0を書き込んでください。
2. チャンネル0、3では、位相計数モードの設定はできません。
MD2には常に0をライトしてください。

バッファ動作設定A

0	TGRAは通常動作
1	TGRAとTGRCはバッファ動作

バッファ動作設定B

0	TGRBは通常動作
1	TGRBとTGRDはバッファ動作

H'FFD2 : タイマ I/O コントロールレジスタ 0H TIOR0H : TPU0

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W						

TGR0A I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR0Aは	出力禁止			
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力			
			0	コンペア	コンペアマッチで1出力			
		1	0	1	レジスタ	コンペアマッチでトグル出力		
				0	出力禁止			
				1	初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力			
	1	0	0	0	TGR0Aは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1	インプット	TIOCA0端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ		
		1	*	*	レジスタ	キャプチャ入力元は	TCNT1のカウントアップ/ チャネルi / カウントクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ

TGR0B I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR0Bは	出力禁止			
			1	アウトプット	初期出力は0出力 コンペアマッチで0出力			
			0	コンペア	コンペアマッチで1出力			
		1	0	1	レジスタ	コンペアマッチでトグル出力		
				0	出力禁止			
				1	初期出力は1出力 コンペアマッチで0出力			
	1	0	0	0	TGR0Bは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
				1	インプット	TIOCB0端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ	
				*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ		
		1	*	*	レジスタ	キャプチャ入力元は	TCNT1のカウントアップ/ チャネルi / カウントクロック	カウントダウンでインプットキャプチャ*1

* : Don't care

* : Don't care

【注】*1 TCR1のTPSC2 ~ TPSC0ビットをB'000とし、TCNT1のカウントクロックにφ / 1を使用した場合、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

H'FFD3 : タイマ I/O コントロールレジスタ 0L TIOR0L : TPU0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W							

TGR0C I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR0Cは	出力禁止			
				1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				1	0	コンペア	コンペアマッチで1出力	
					1	レジスタ	コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	TGR0Cは	出力禁止			
				1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
				1	0	コンペアマッチで1出力		
					1	コンペアマッチでトグル出力		
1	0	0	TGR0Cは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ			
			1	インプット	TIOCC0端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
			1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ		
				*	レジスタ	キャプチャ入力元は	TCNT1のカウンタアップ/ チャンネル/カウントクロック	

* : Don't care

【注】 TMDR0のBFAビットを1にセットしてTGR0Cをバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

TGR0D I/Oコントロール

0	0	0	0	TGR0Dは	出力禁止			
				1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
				1	0	コンペア	コンペアマッチで1出力	
					1	レジスタ*2	コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	TGR0Dは	出力禁止			
				1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力	
				1	0	コンペアマッチで1出力		
					1	コンペアマッチでトグル出力		
1	0	0	TGR0Dは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ			
			1	インプット	TIOCD0端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ		
			1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ		
				*	レジスタ*2	キャプチャ入力元は	TCNT1のカウンタアップ/ チャンネル/カウントクロック	

* : Don't care

【注】*1 TCR1のTPSC2 ~ TPSC0ビットをB'000とし、TCNT1のカウントクロックにφ/1を使用した場合、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

*2 TMDR0のBFBビットを1にセットしてTGR0Dをバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

【注】 TGRC、またはTGRDをバッファ動作に設定した場合は、本設定は無効となり、バッファレジスタとして動作します。

H'FFD4 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 0 TIER0 : TPU0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TTGE	-	-	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA
初期値 :	0	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

TGRインタラプトイネーブルA	
0	TGFAビットによる割り込み要求 (TGIA) を禁止
1	TGFAビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可

TGRインタラプトイネーブルB	
0	TGFBビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止
1	TGFBビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可

TGRインタラプトイネーブルC	
0	TGFCビットによる割り込み要求 (TGIC) を禁止
1	TGFCビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可

TGRインタラプトイネーブルD	
0	TGFDビットによる割り込み要求 (TGID) を禁止
1	TGFDビットによる割り込み要求 (TGID) を許可

オーバーフローインタラプトイネーブル	
0	TCFVによる割り込み要求 (TCIV) を禁止
1	TCFVによる割り込み要求 (TCIV) を許可

A/D変換開始要求イネーブル	
0	A/D変換開始要求の発生を禁止
1	A/D変換開始要求の発生を許可

H'FFD5 : タイマステータスレジスタ 0 TSR0 : TPU0

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*	R/(W)*

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグA

0	[クリア条件] (1) TGIA割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGIA割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグB

0	[クリア条件] (1) TGB割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグC

0	[クリア条件] (1) TGIC割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFC = 1の状態ではTGFCをリード後、TGFCに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRCがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRCになったとき (2) TGRCがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRCに転送されたとき

TGRインプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグD

0	[クリア条件] (1) TGID割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFD = 1の状態ではTGFDをリード後、TGFDに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRDがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRDになったとき (2) TGRDがインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRDに転送されたとき

オーバーフローフラグ

0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FFD6 : タイマカウンタ 0 TCNT0 : TPU0

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

↑
アップカウンタ

H'FFD8 : タイマジェネラルレジスタ 0A TGR0A : TPU0

H'FFDA : タイマジェネラルレジスタ 0B TGR0B : TPU0

H'FFDC : タイマジェネラルレジスタ 0C TGR0C : TPU0

H'FFDE : タイマジェネラルレジスタ 0D TGR0D : TPU0

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

H'FFE0 : タイマコントロールレジスタ 1 TCR1 : TPU1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	R/W						

タイマプリスケラ

0	0	0	内部クロック : $\phi / 1$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 16$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 64$ でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA端子入力でカウント
		1	外部クロック : TCLKB端子入力でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 256$ でカウント
		1	TCNT2のオーバフロー / アンダフローでカウント

【注】 チャンネル1が位相計数モード時、この設定は無効になります。

入力クロックのエッジを選択*

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

【注】 チャンネル1が位相計数モード時、この設定は無効になります。

カウンタクリア

0	0	TCNTのクリア禁止
	1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
1	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
	1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*

【注】 * 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

H'FFE1 : タイマモードレジスタ 1 TMDR1 : TPU1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

モード

0	0	0	0	通常動作		
			1	リザーブ		
		1	0	0	PWMモード1	
				1	PWMモード2	
	1	0	0	0	位相計数モード1	
				1	位相計数モード2	
		1	0	1	0	位相計数モード3
					1	位相計数モード4
1	*	*	*	-		

* : Don't care

【注】 MD3はリザーブビットです。
 ライト時には常に0を書き込んでください。

H'FFE2 : タイマ I/O コントロールレジスタ 1 TIOR1 : TPU1

ビット :

7	6	5	4	3	2	1	0
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	R/W						

TGR1A I/Oコントロール

0	0	0	0	0	TGR1Aは	出力禁止			
					1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
					1	コンペア		コンペアマッチで1出力	
					1	レジスタ		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	0	TGR1Aは	出力禁止		
						1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
						1		コンペアマッチで1出力	
						1		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	0	TGR1Aは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
						1	インプット	TIOCA1端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
						1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
						1	*	レジスタ	キャプチャ入力元は

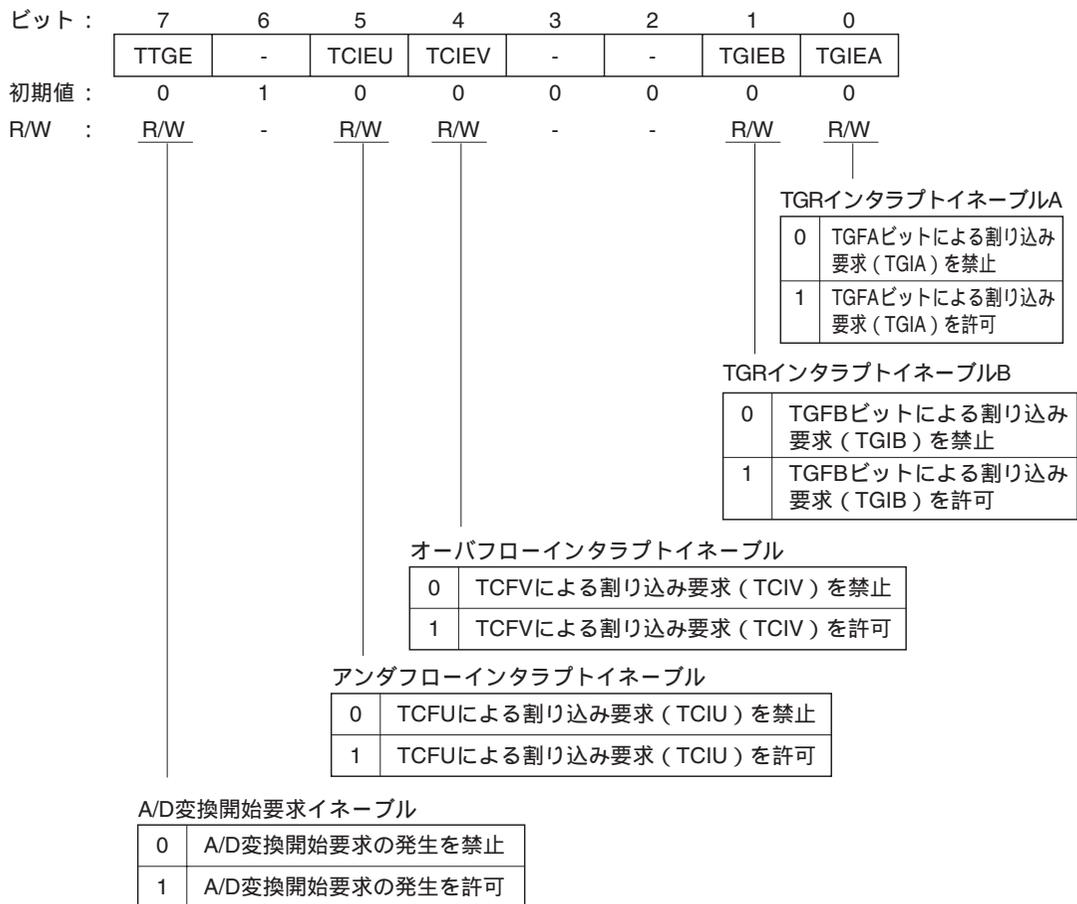
* : Don't care

TGR1B I/Oコントロール

0	0	0	0	0	TGR1Bは	出力禁止			
					1	アウトプット	初期出力は0出力	コンペアマッチで0出力	
					1	コンペア		コンペアマッチで1出力	
					1	レジスタ		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	0	TGR1Bは	出力禁止		
						1		初期出力は1出力	コンペアマッチで0出力
						1		コンペアマッチで1出力	
						1		コンペアマッチでトグル出力	
	1	0	0	0	0	TGR1Bは	キャプチャ入力元は	立ち上がりエッジでインプットキャプチャ	
						1	インプット	TIOCB1端子	立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
						1	*	キャプチャ	両エッジでインプットキャプチャ
						1	*	レジスタ	キャプチャ入力元は

* : Don't care

H'FFE4 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 1 TIER1 : TPU1



H'FFE5 : タイマステータスレジスタ 1 TSR1 : TPU1

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	-	R/(W)*	R/(W)*	-	-	R/(W)*	R/(W)*

TGRインพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグA

0	[クリア条件] (1) TGI A割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGI A割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインพุットキャプチャとして機能している場合、インพุットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインพุットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグB

0	[クリア条件] (1) TGI B割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインพุットキャプチャとして機能している場合、インพุットキャプチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

オーバーフローフラグ

0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

アンダフローフラグ

0	[クリア条件] TCFU = 1の状態ではTCFUをリード後、TCFUに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がアンダフロー (H'0000 H'FFFF) したとき

カウント方向フラグ

0	TCNTはダウンカウント
1	TCNTはアップカウント

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FFE6 : タイマカウンタ 1 TCNT1 : TPU1

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

アップ/ダウンカウンタ*

【注】 * 位相計数モード、他のチャンネルのオーバーフロー/アンダフローのカウント時のみアップ/ダウンカウンタとして使用できます。それ以外の場合はアップカウンタになります。

H'FFE8 : タイマジェネラルレジスタ 1A TGR1A : TPU1

H'FFEA : タイマジェネラルレジスタ 1B TGR1B : TPU1

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

H'FFF0 : タイマコントロールレジスタ 2 TCR2 : TPU2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0
初期値 :	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	R/W						

タイムプリスケラ

0	0	0	内部クロック : $\phi / 1$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 4$ でカウント
	1	0	内部クロック : $\phi / 16$ でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 64$ でカウント
1	0	0	外部クロック : TCLKA 端子入力 でカウント
		1	外部クロック : TCLKB 端子入力 でカウント
	1	0	外部クロック : TCLKC 端子入力 でカウント
		1	内部クロック : $\phi / 1024$ でカウント

【注】 チャンネル2が位相計数モード時、この設定は無効になります。

入力クロックのエッジを選択*

0	0	立ち上がりエッジでカウント
	1	立ち下がりエッジでカウント
1	-	両エッジでカウント

【注】 チャンネル2が位相計数モード時、この設定は無効になります。

カウンタクリア

0	0	TCNTのクリア禁止
	1	TGRAのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
1	0	TGRBのコンペアマッチ / インพุットキャプチャでTCNTクリア
	1	同期クリア / 同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアでTCNTをクリア*

【注】 * 同期動作の設定は、TSYRのSYNCビットを1にすることにより行います。

H'FFF1 : タイマモードレジスタ 2 TMDR2 : TPU2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	-	-	-	-	MD3	MD2	MD1	MD0
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	-	-	-	-	R/W	R/W	R/W	R/W

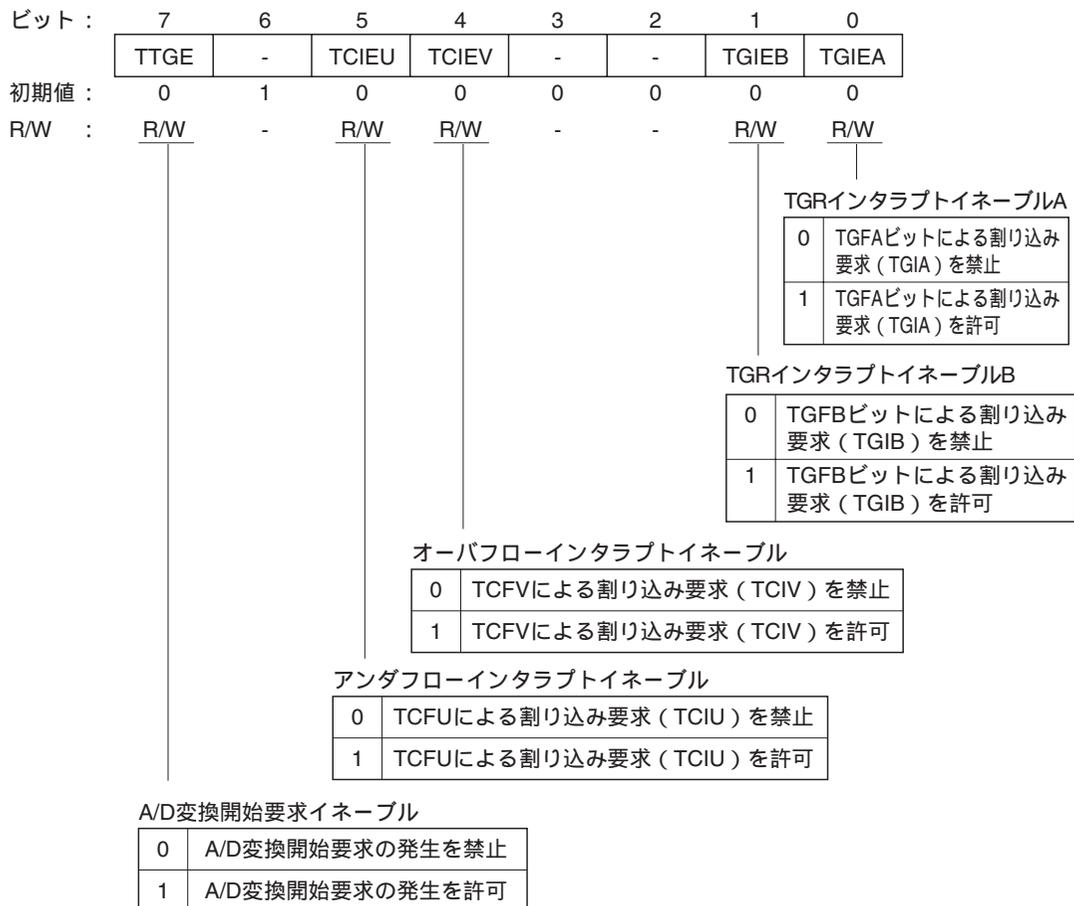
モード

0	0	0	0	通常動作		
		1	0	リザーブ		
		1	0	PWMモード1		
		1	0	PWMモード2		
	1	0	0	0	位相計数モード1	
			1	0	位相計数モード2	
		1	0	0	0	位相計数モード3
				1	0	位相計数モード4
1	*	*	*	-		

* : Don't care

【注】 MD3はリザーブビットです。
 ライト時には常に0を書き込んでください。

H'FFF4 : タイマインタラプトイネーブルレジスタ 2 TIER2 : TPU2



H'FFF5 : タイマステータスレジスタ 2 TSR2 : TPU2

ビット :	7	6	5	4	3	2	1	0
	TCFD	-	TCFU	TCFV	-	-	TGFB	TGFA
初期値 :	1	1	0	0	0	0	0	0
R/W :	R	-	R/(W)*	R/(W)*	-	-	R/(W)*	R/(W)*

TGRインพุットキャブチャ/アウトプットコンペアフラグA	
0	[クリア条件] (1) TGIA割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGIA割り込みによりDMACが起動され、DMACのDMABCRのDTAビットが1のとき (3) TGFA = 1の状態ではTGFAをリード後、TGFAに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRAがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRAになったとき (2) TGRAがインพุットキャブチャとして機能している場合、インพุットキャブチャ信号によりTCNTの値がTGRAに転送されたとき

TGRインพุットキャブチャ/アウトプットコンペアフラグB	
0	[クリア条件] (1) TGB割り込みによりDTCが起動され、DTCのMRBのDISELビットが0のとき (2) TGFB = 1の状態ではTGFBをリード後、TGFBに0をライトしたとき
1	[セット条件] (1) TGRBがアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRBになったとき (2) TGRBがインพุットキャブチャとして機能している場合、インพุットキャブチャ信号によりTCNTの値がTGRBに転送されたとき

オーバーフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFV = 1の状態ではTCFVをリード後、TCFVに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がオーバーフロー (H'FFFF H'0000) したとき

アンダフローフラグ	
0	[クリア条件] TCFU = 1の状態ではTCFUをリード後、TCFUに0をライトしたとき
1	[セット条件] TCNTの値がアンダフロー (H'0000 H'FFFF) したとき

カウント方向フラグ	
0	TCNTはダウンカウント
1	TCNTはアップカウント

【注】* フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

H'FFF6 : タイマカウンタ 2 TCNT2 : TPU2

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R/W																

アップ/ダウンカウンタ*

【注】 * 位相計数モード、他のチャンネルのオーバーフロー/アンダフローのカウント時のみアップ/ダウンカウンタとして使用できます。それ以外の場合はアップカウンタになります。

H'FFF8 : タイマジェネラルレジスタ 2A TGR2A : TPU2

H'FFFA : タイマジェネラルレジスタ 2B TGR2B : TPU2

ビット	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
初期値	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R/W																

C. I/Oポートブロック図

C.1 ポート1

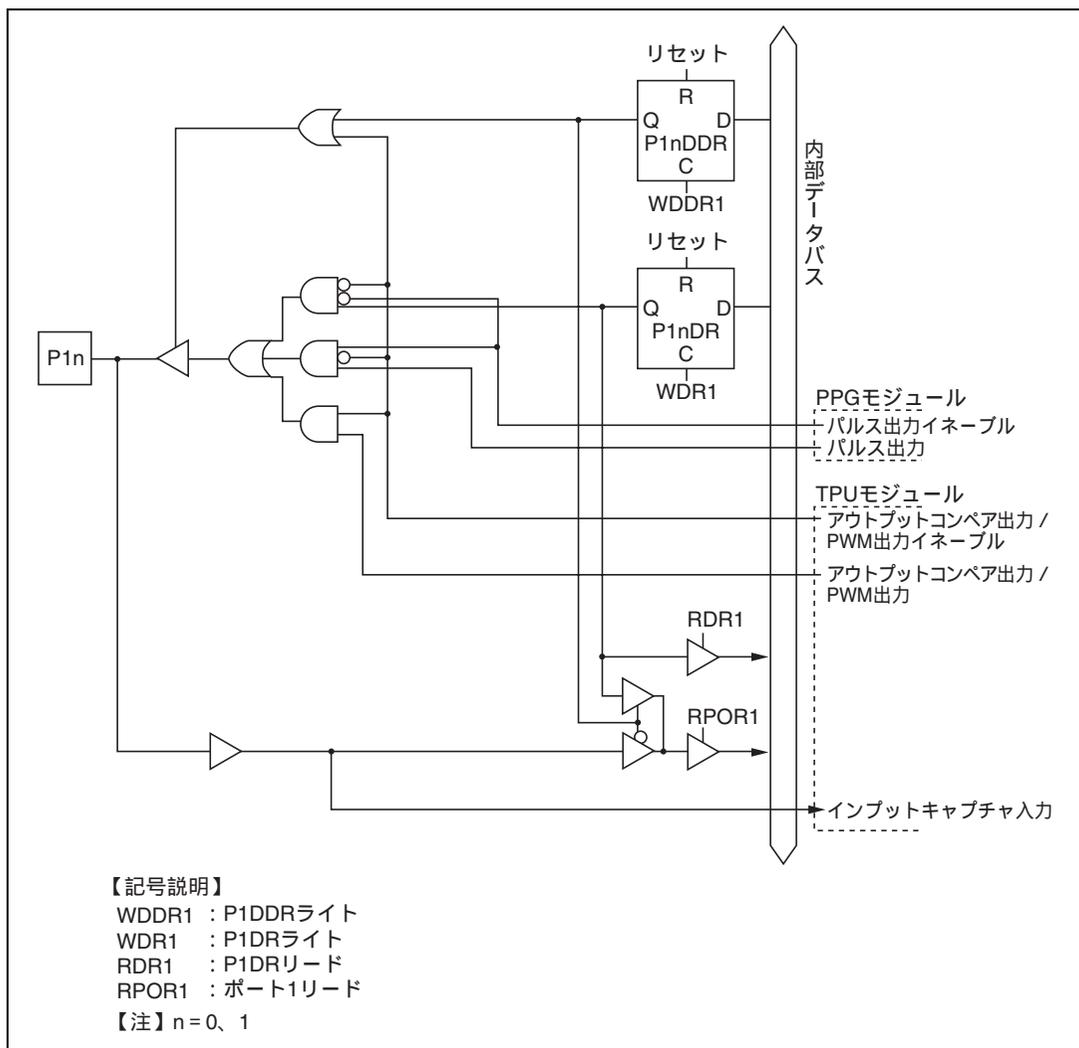


図 C.1 (a) ポート1 ブロック図 (P10、P11 端子)

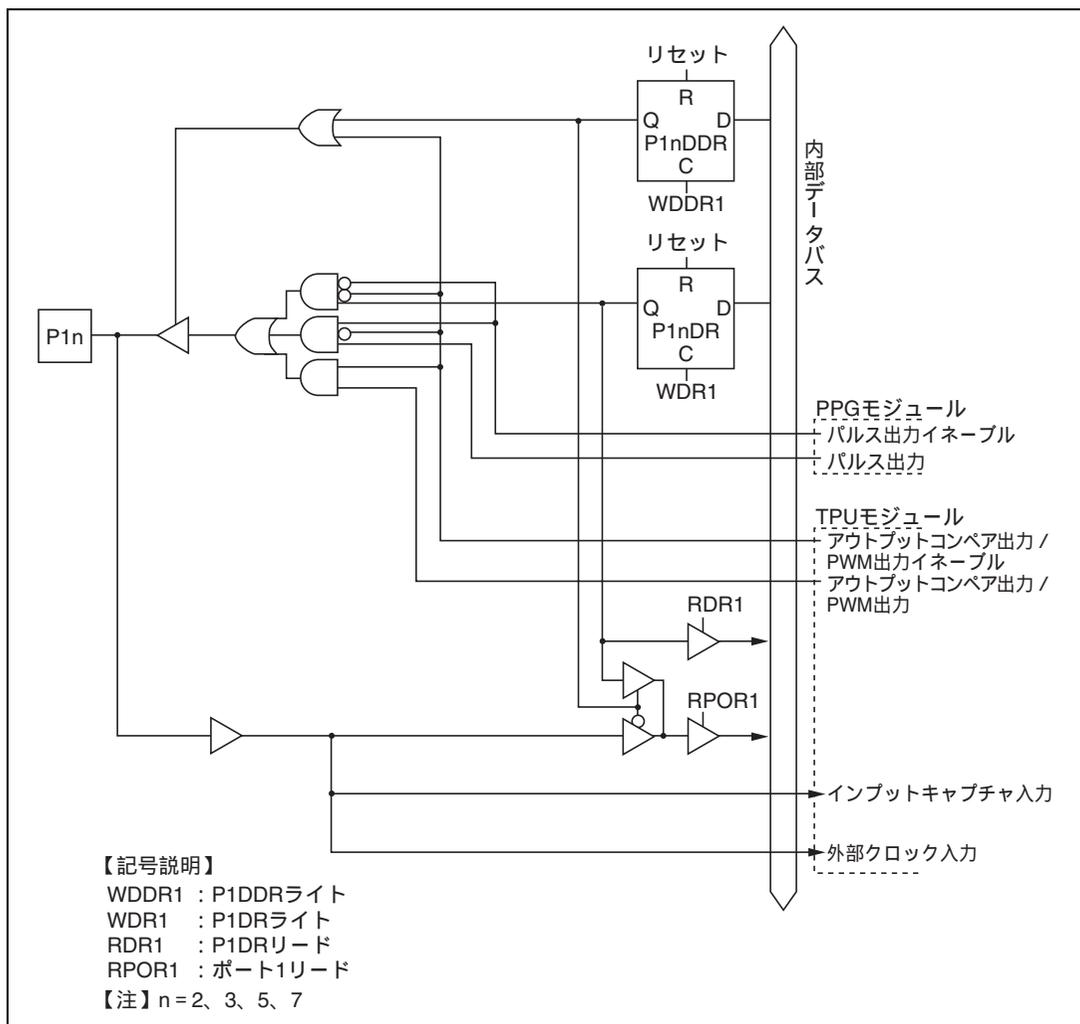


図 C.1 (b) ポート1ブロック図 (P12、P13、P15、P17 端子)

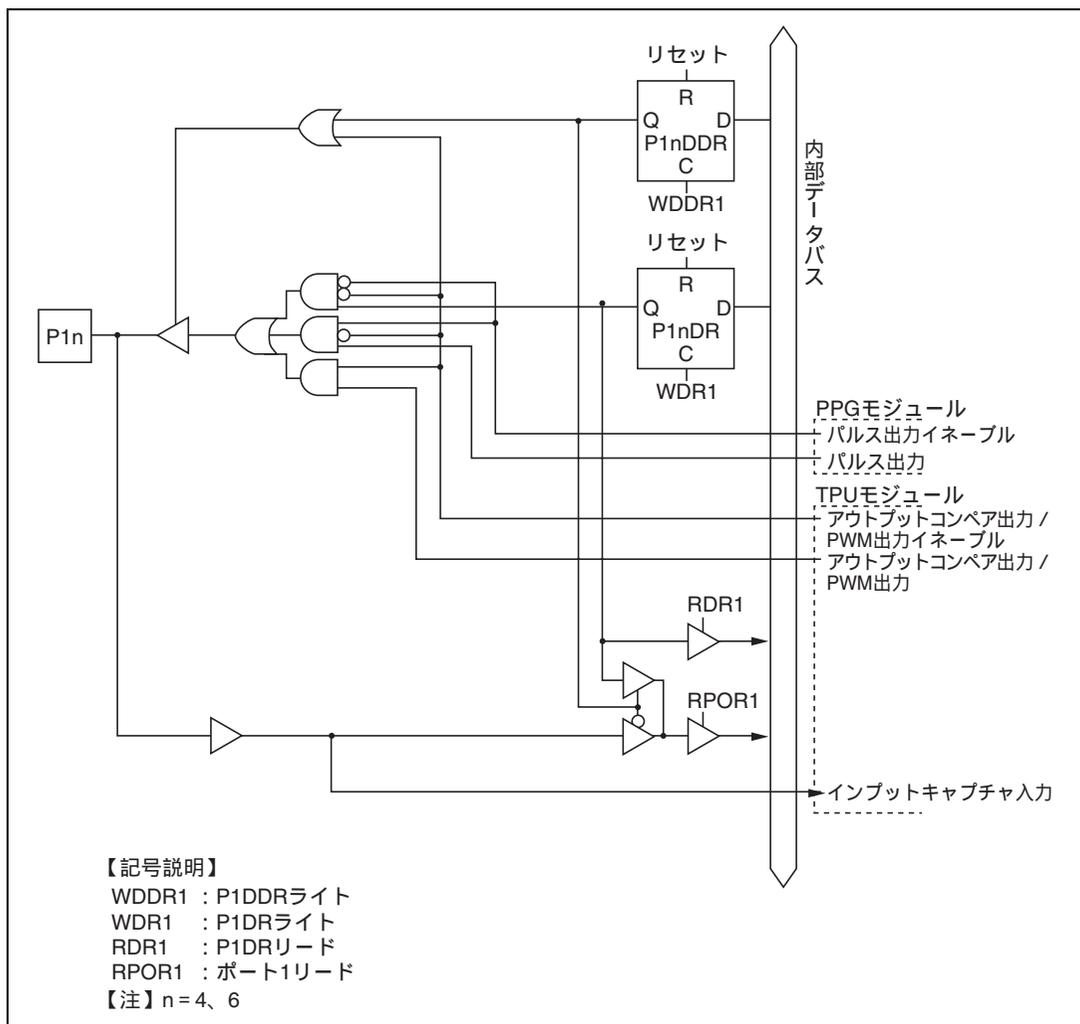


図 C.1 (c) ポート 1 ブロック図 (P14、P16 端子)

C.2 ポート 2

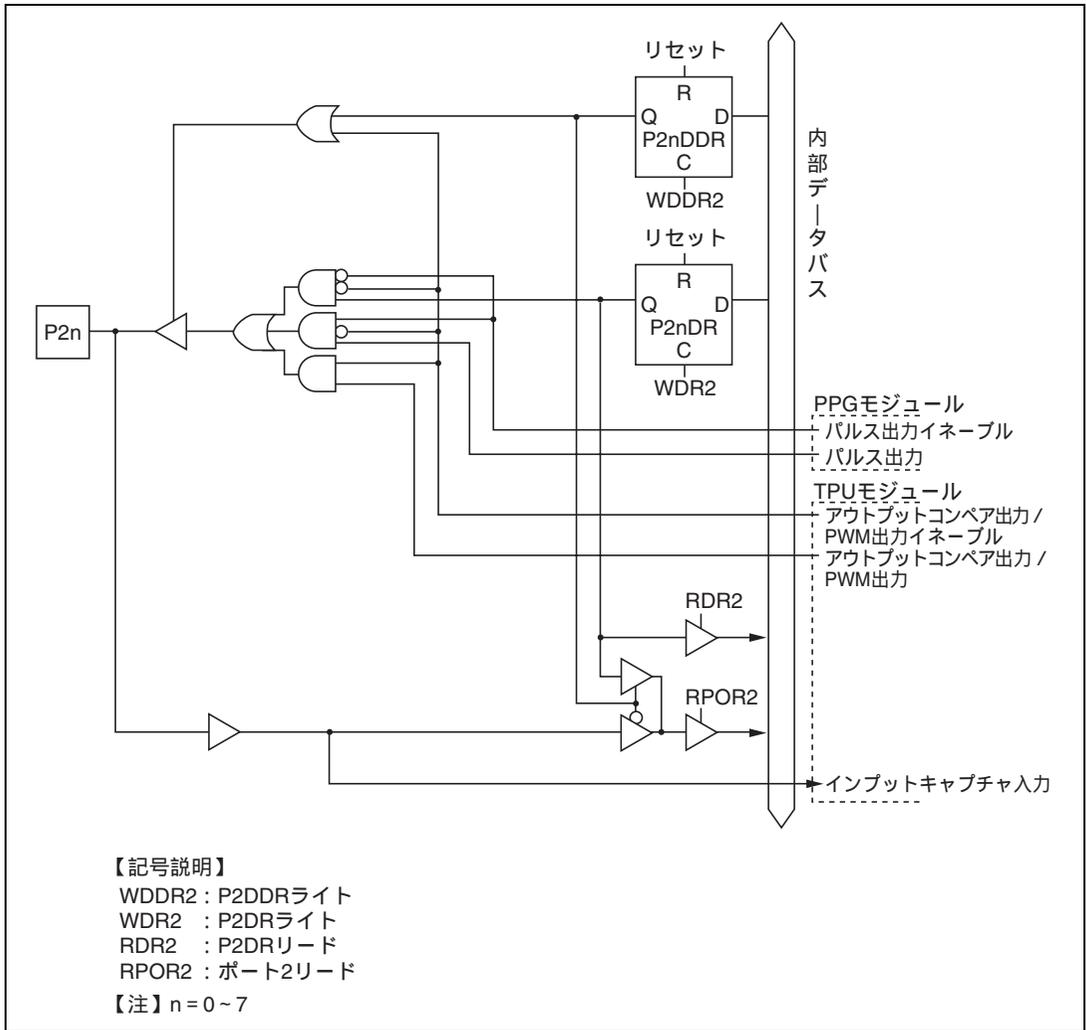


図 C.2 ポート 2 ブロック図 (P20 ~ P27 端子)

C.3 ポート 3

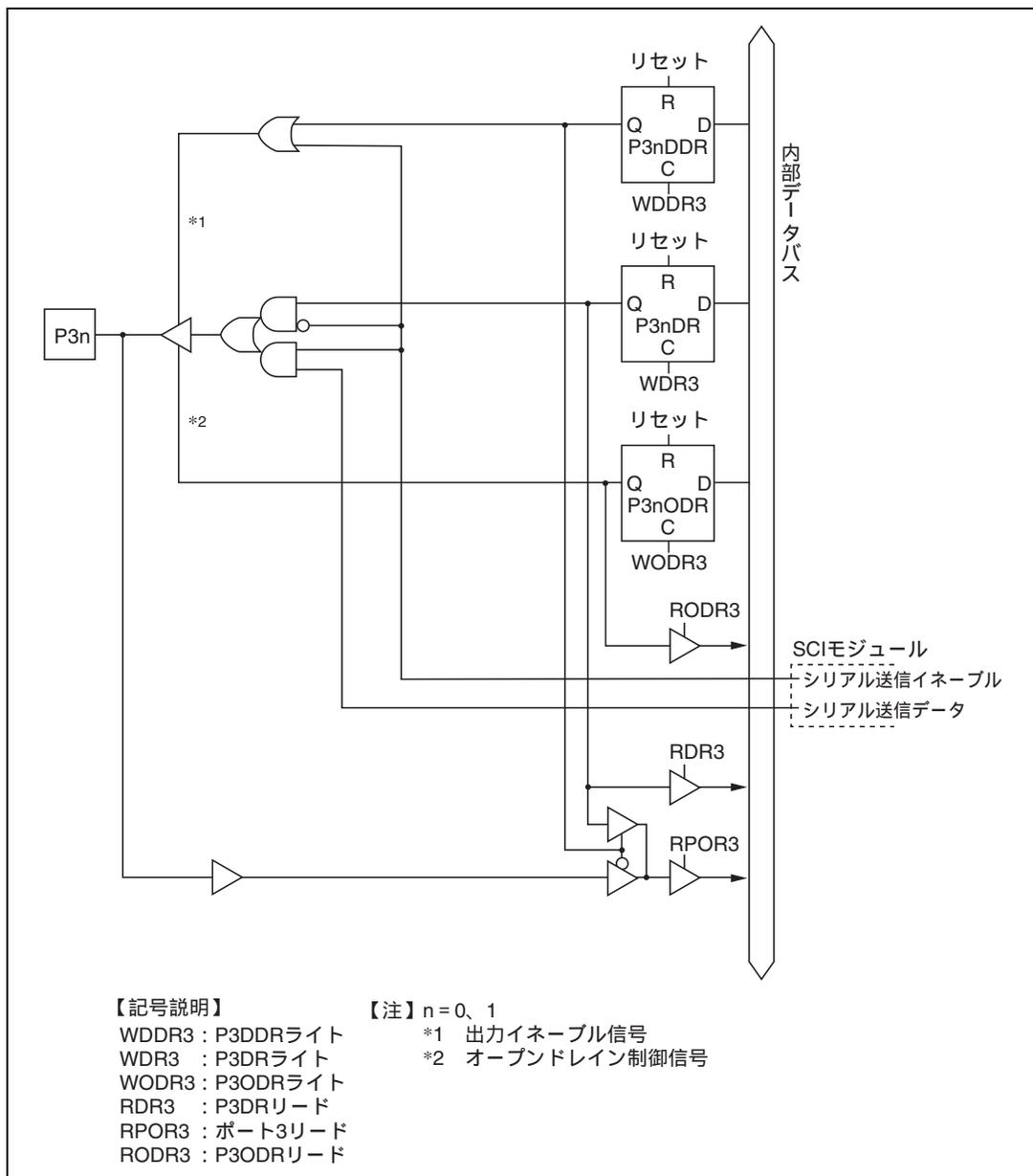


図 C.3 (a) ポート 3 ブロック図 (P30、P31 端子)

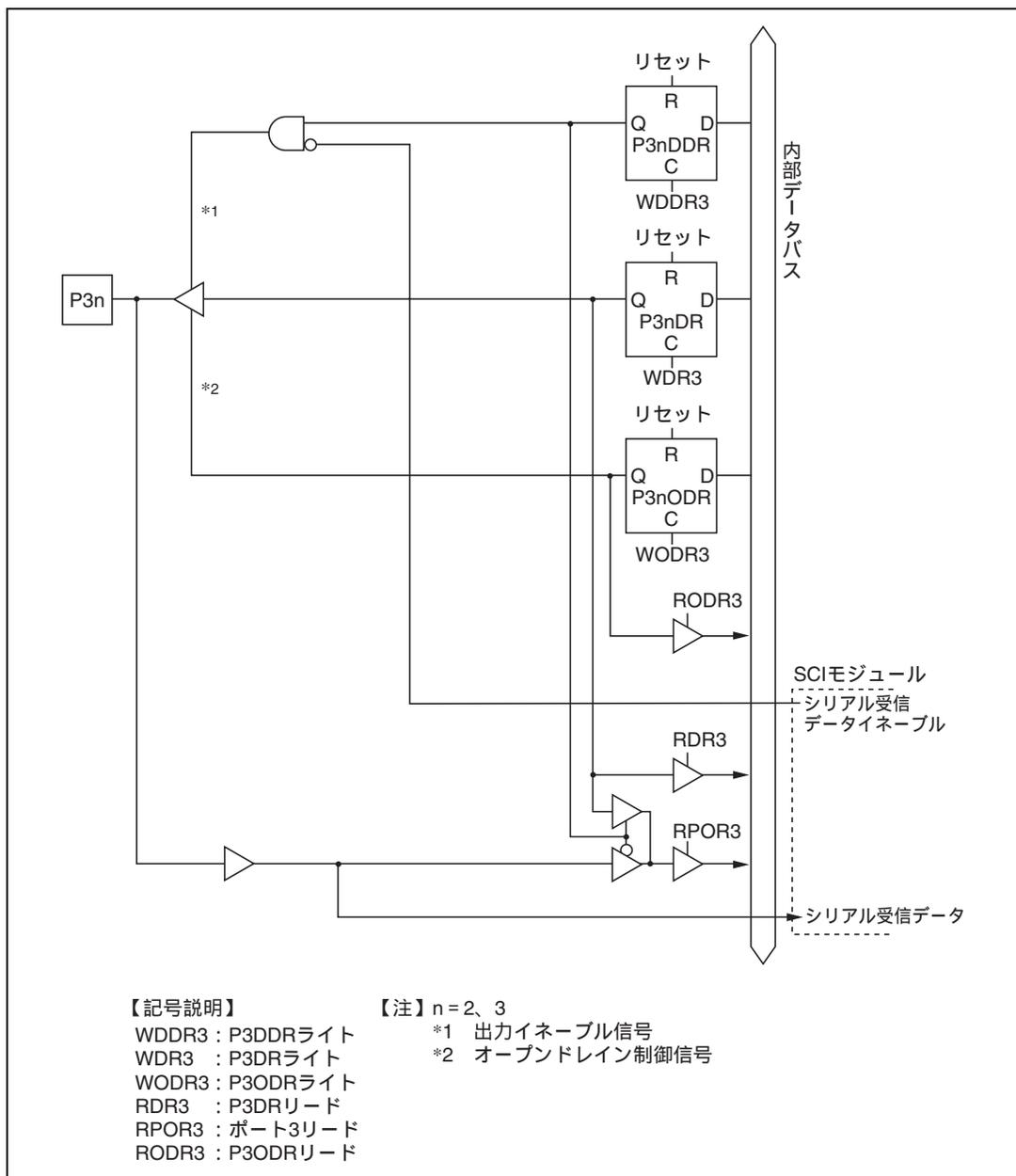


図 C.3 (b) ポート 3 ブロック図 (P32、P33 端子)

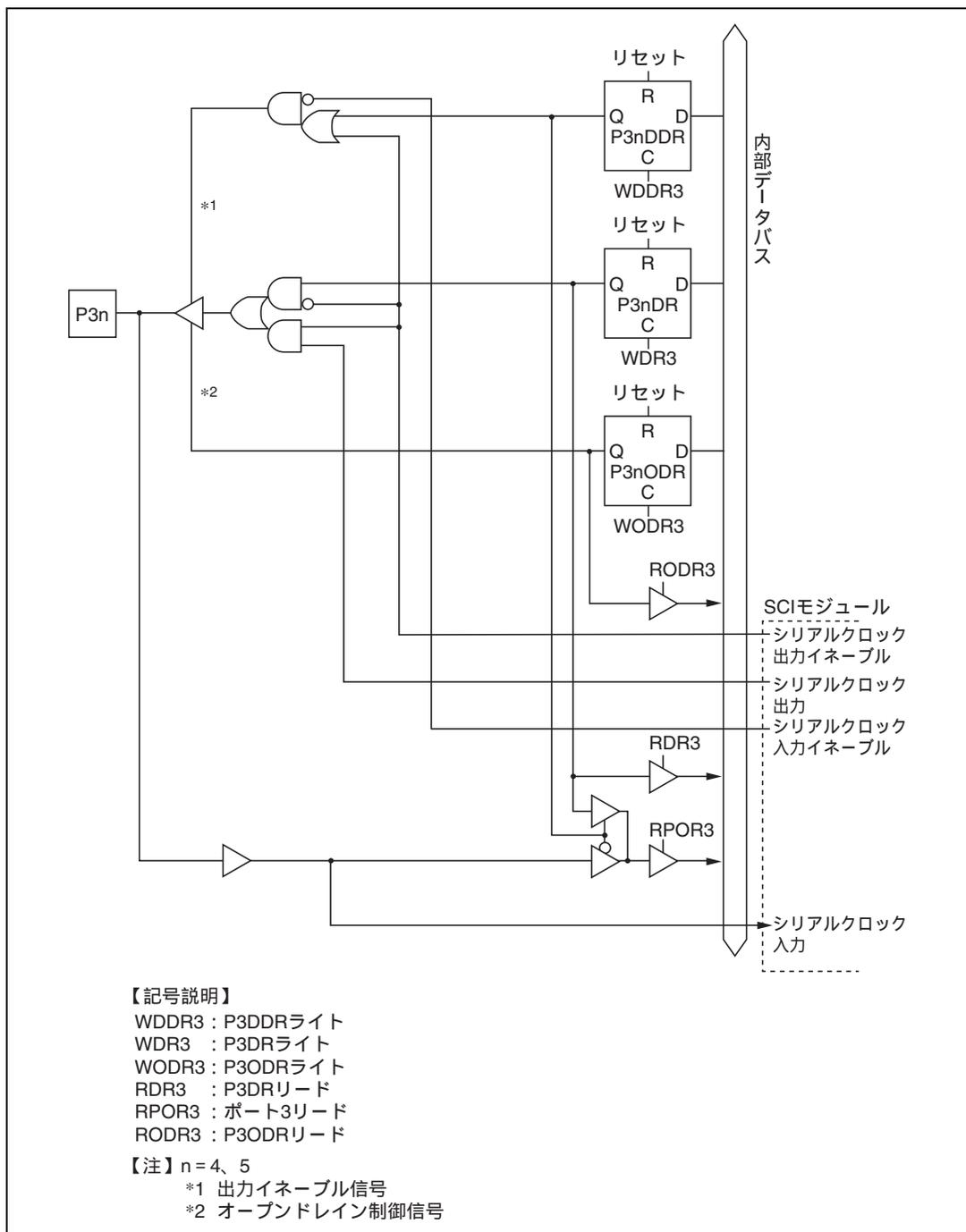


図 C.3 (c) ポート 3 ブロック図 (P34、P35 端子)

C.4 ポート4

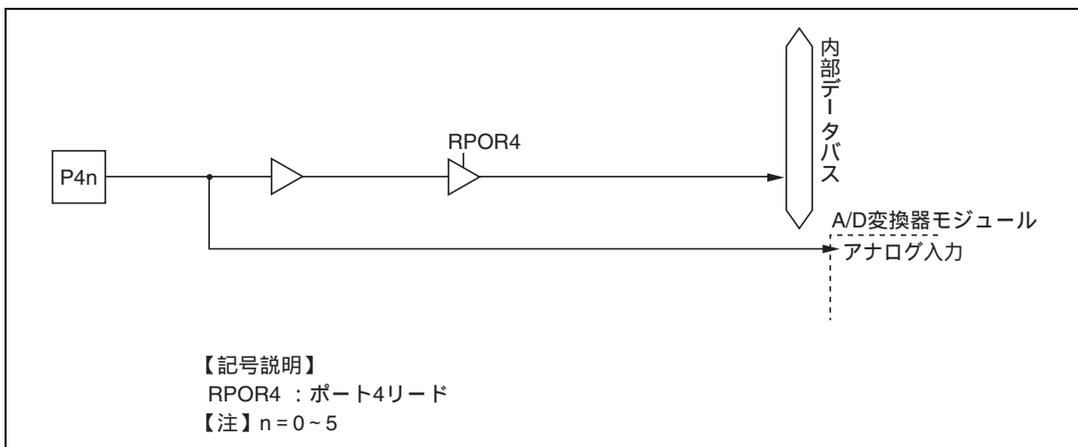


図 C.4 (a) ポート4ブロック図 (P40~P45 端子)

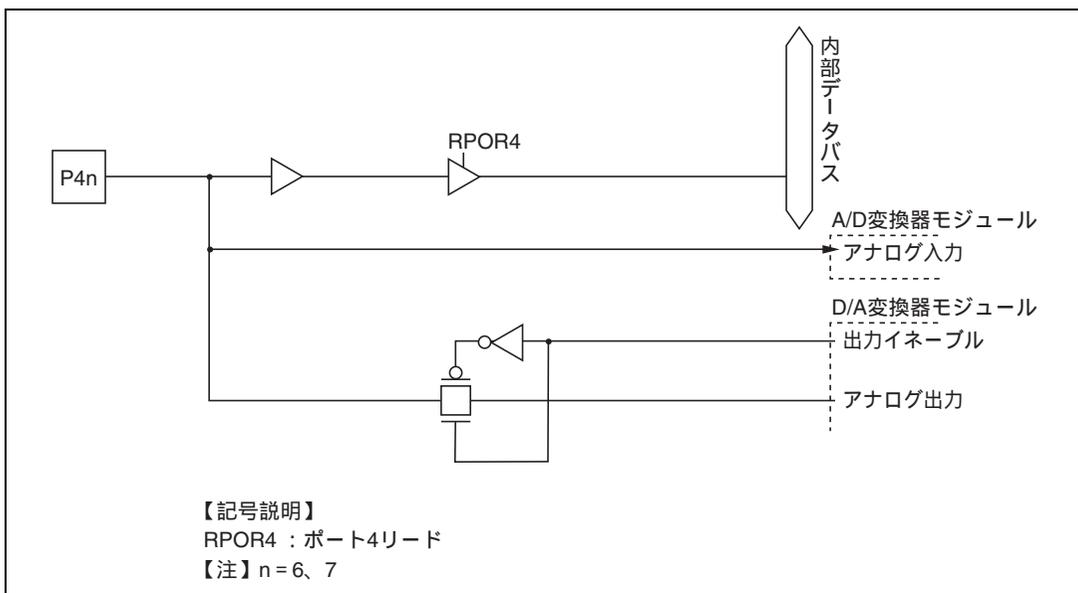


図 C.4 (b) ポート4ブロック図 (P46、P47 端子)

C.5 ポート5

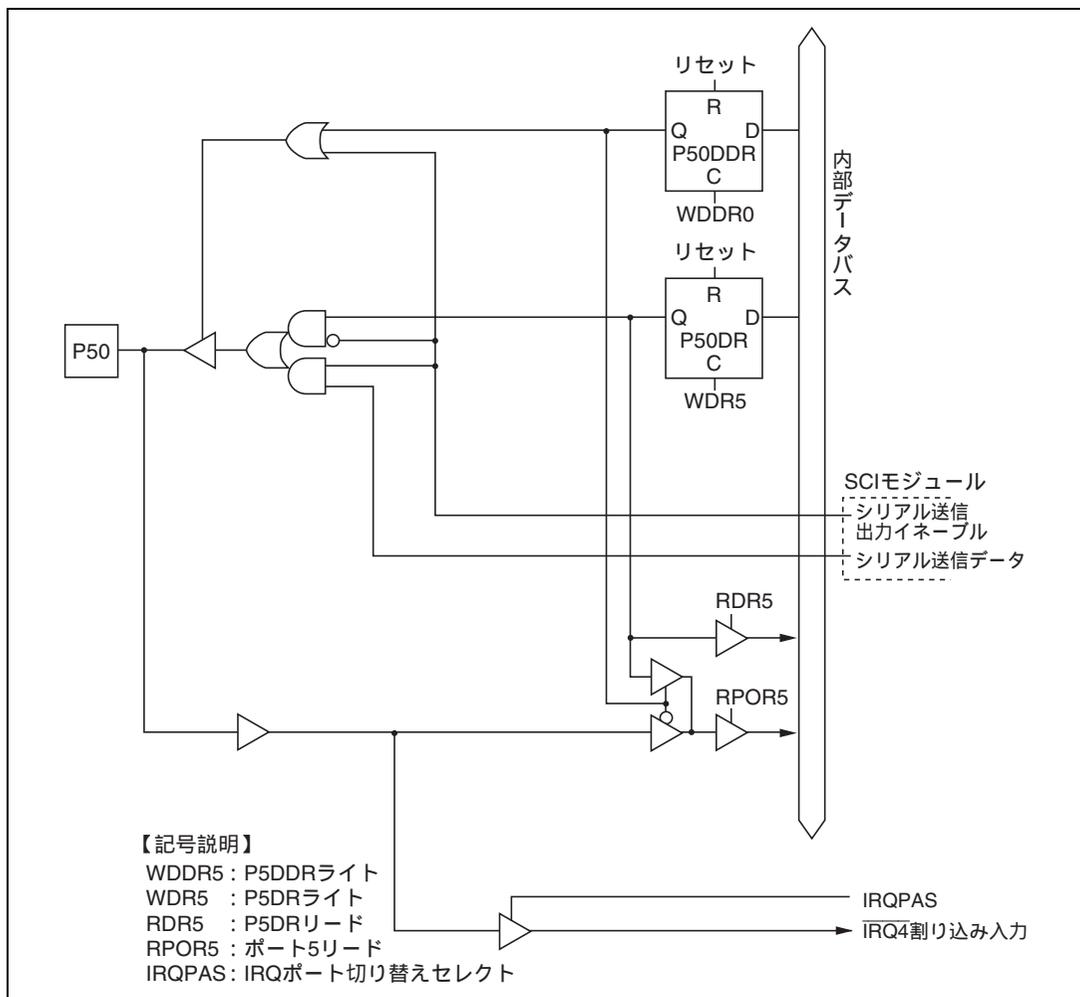


図 C.5 (a) ポート5ブロック図 (P50 端子)

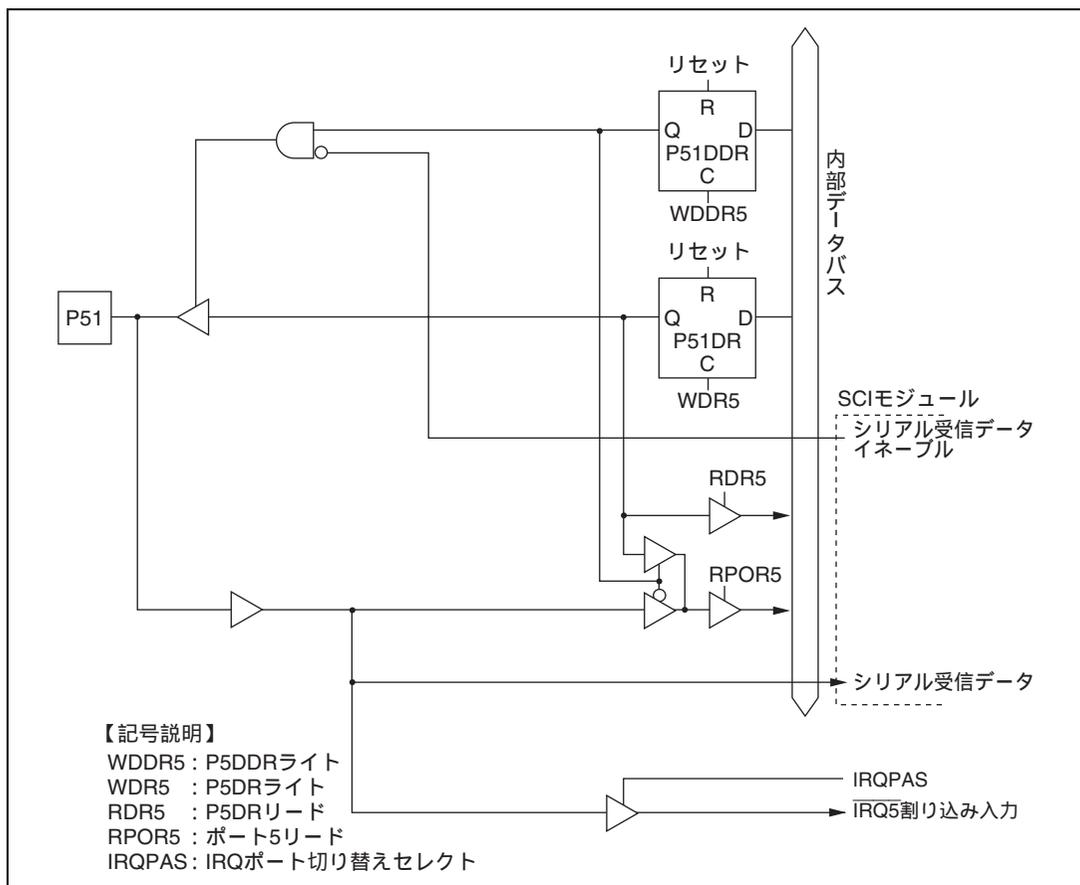


図 C.5 (b) ポート5ブロック図 (P51 端子)

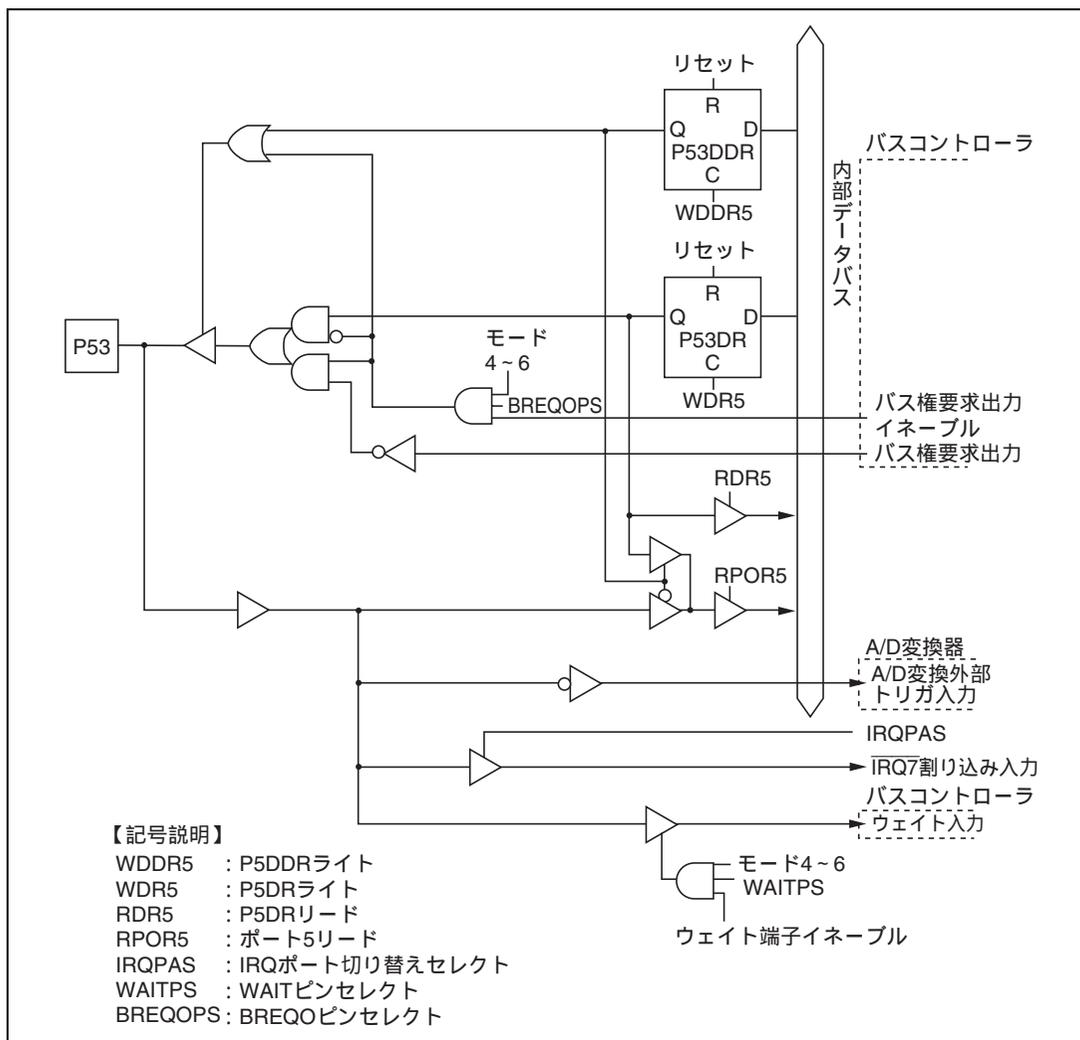


図 C.5 (d) ポート5ブロック図 (P53 端子)

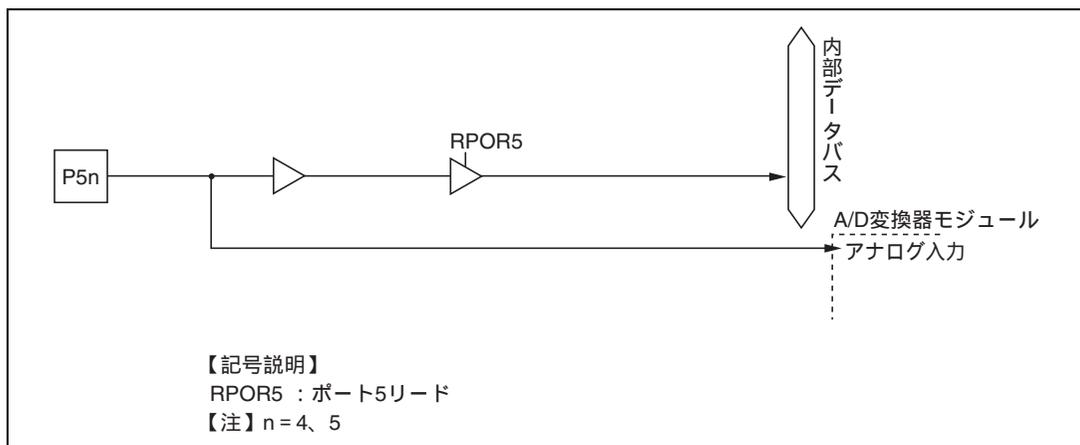


図 C.5 (e) ポート5ブロック図 (P54、P55 端子)

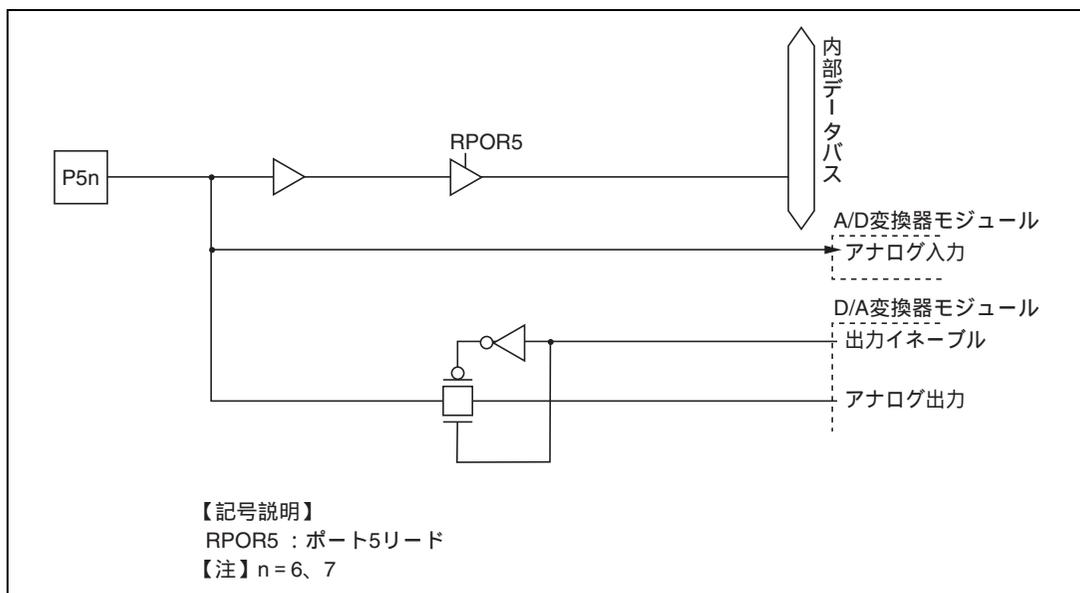


図 C.5 (f) ポート5ブロック図 (P56、P57 端子)

C.6 ポート 6

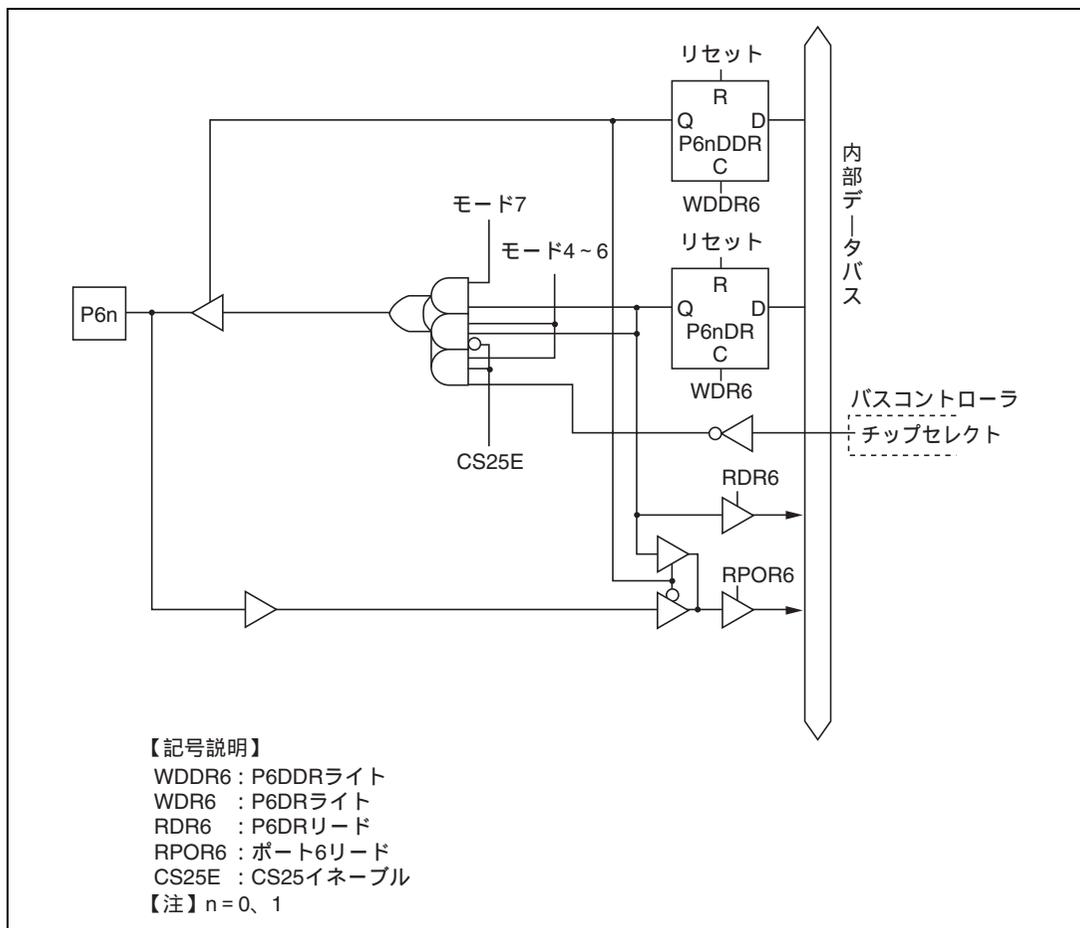


図 C.6 (a) ポート 6 ブロック図 (P60、P61 端子)

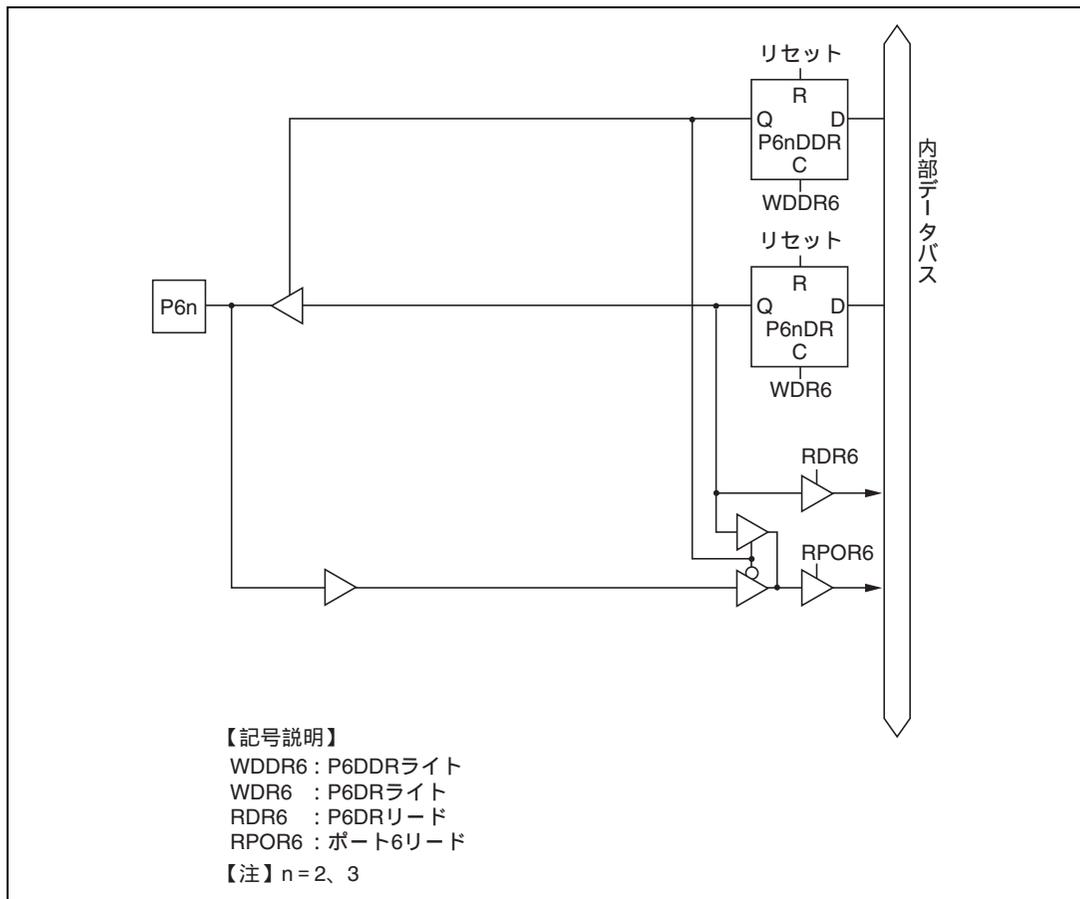


図 C.6 (b) ポート 6 ブロック図 (P62、P63 端子)

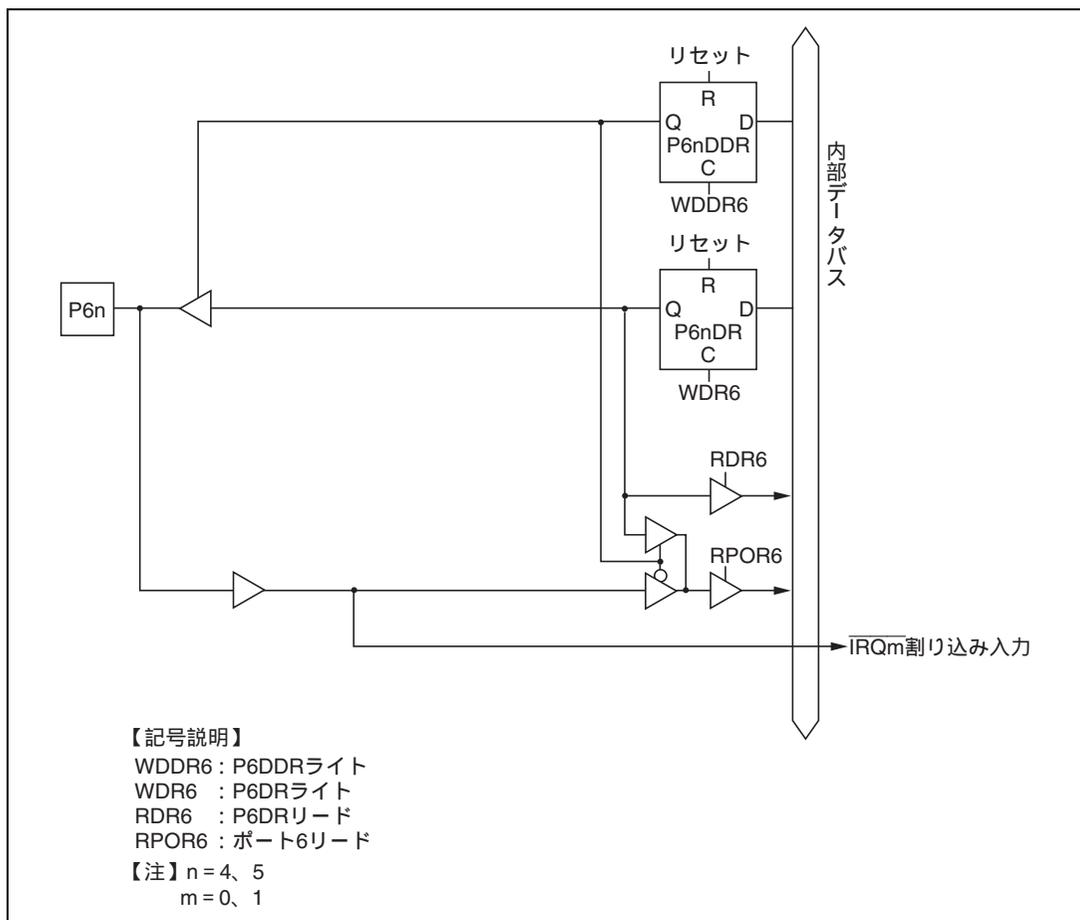


図 C.6 (c) ポート 6 ブロック図 (P64、P65 端子)

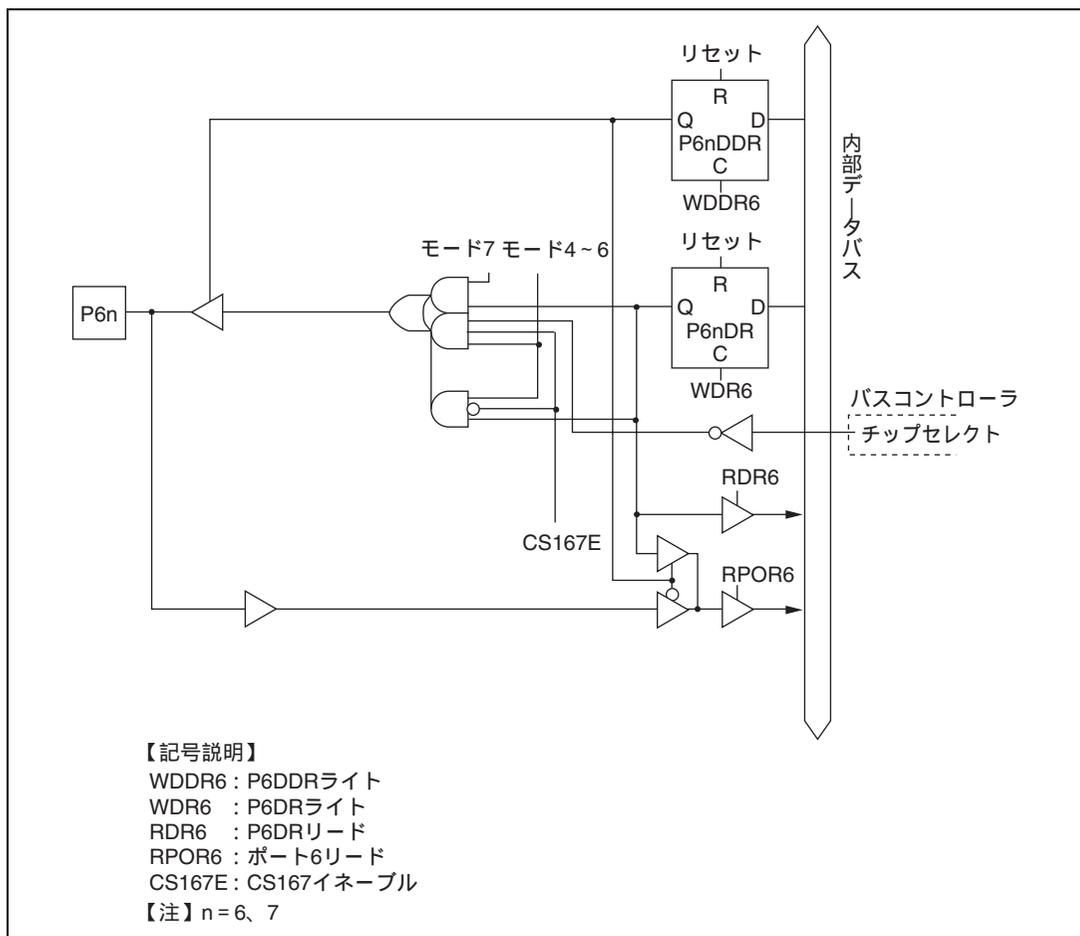


図 C.6 (d) ポート 6 ブロック図 (P66、P67 端子)

C.7 ポート7

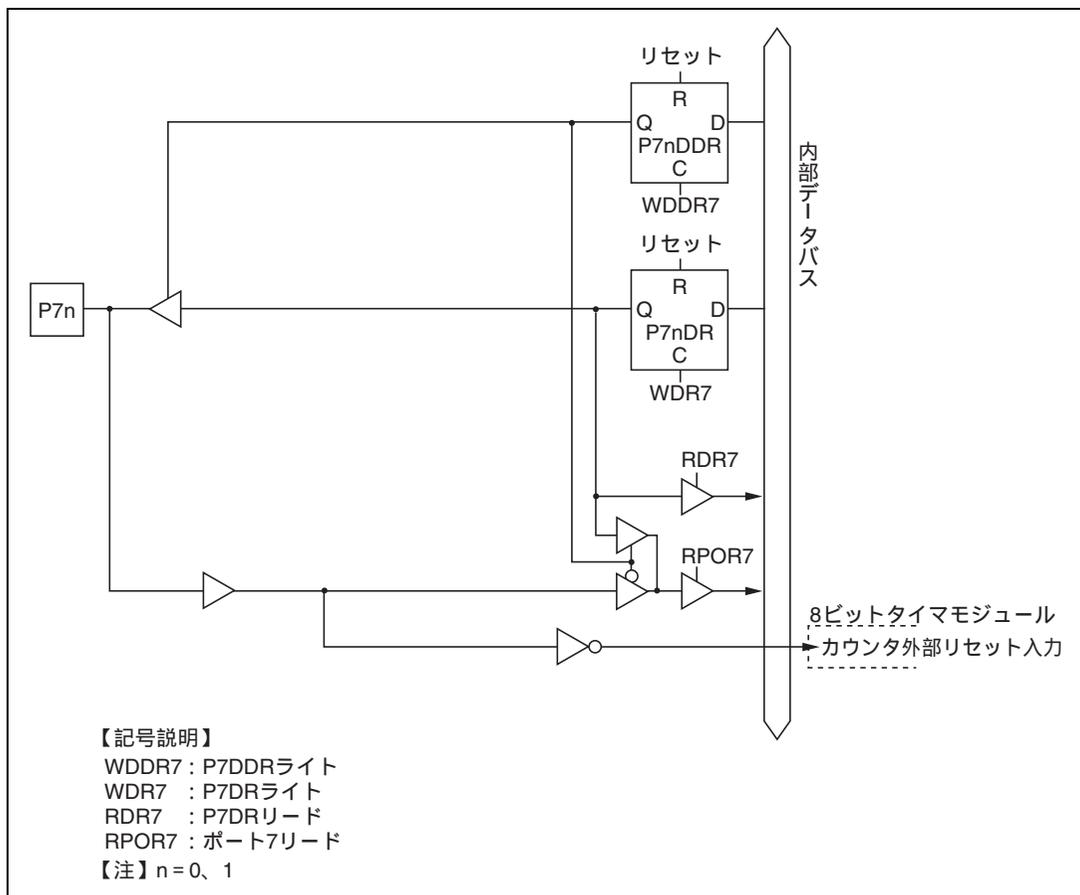


図 C.7 (a) ポート7 ブロック図 (P70、P71 端子)

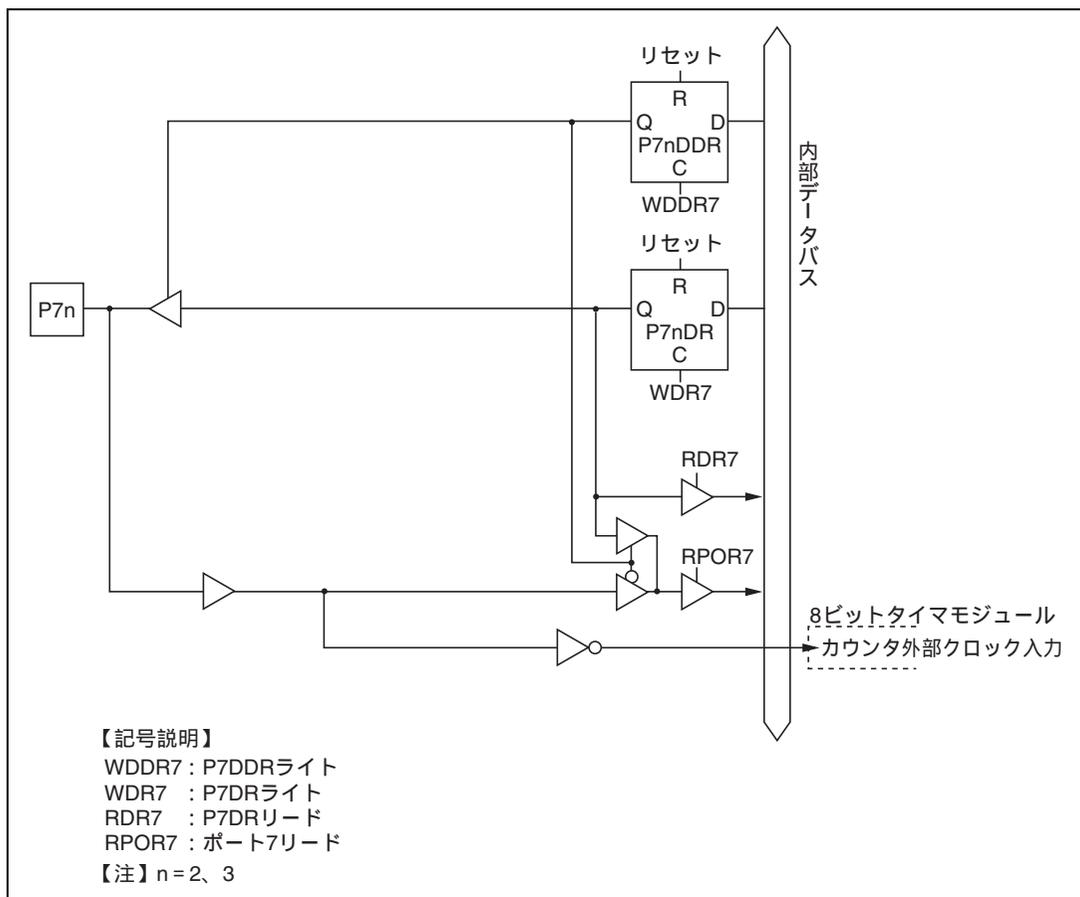


図 C.7 (b) ポート7 ブロック図 (P72、P73 端子)

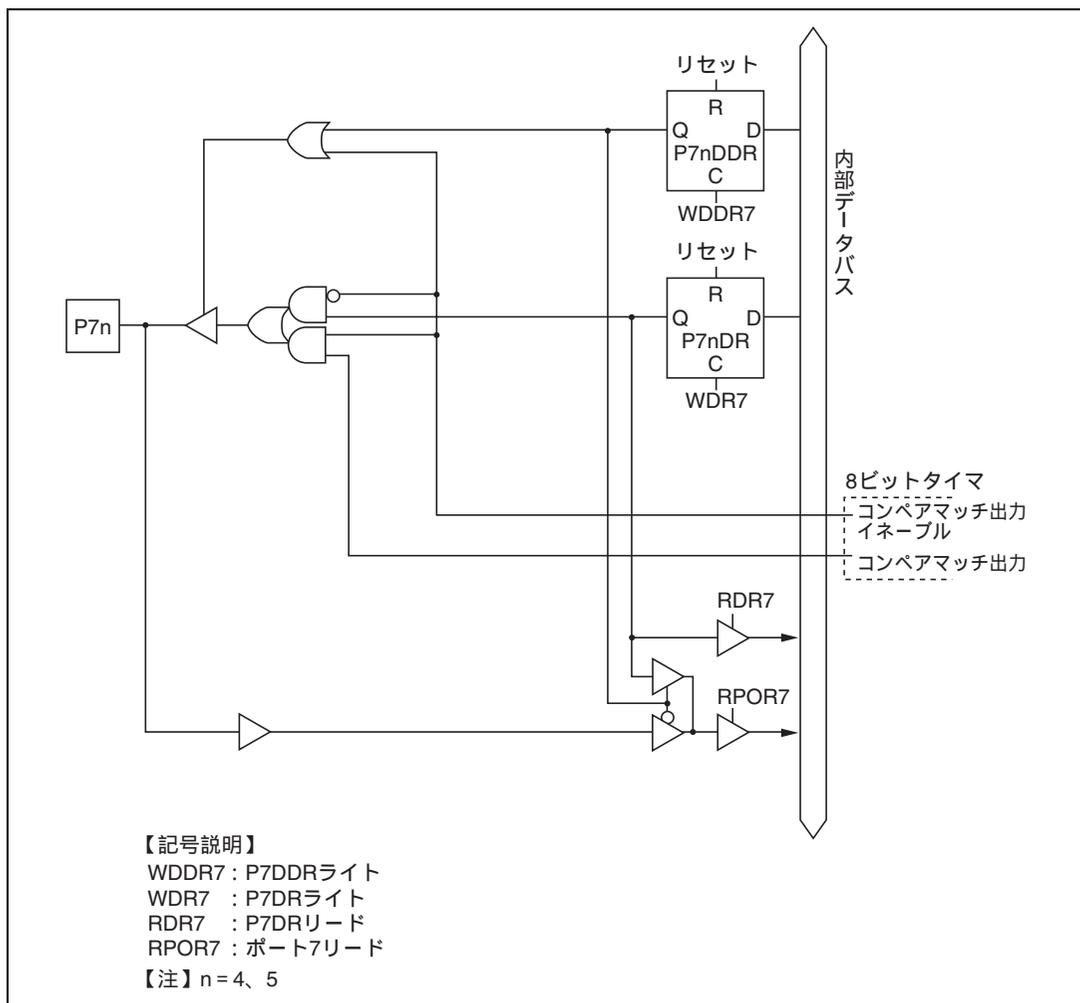


図 C.7 (c) ポート7ブロック図 (P74、P75 端子)

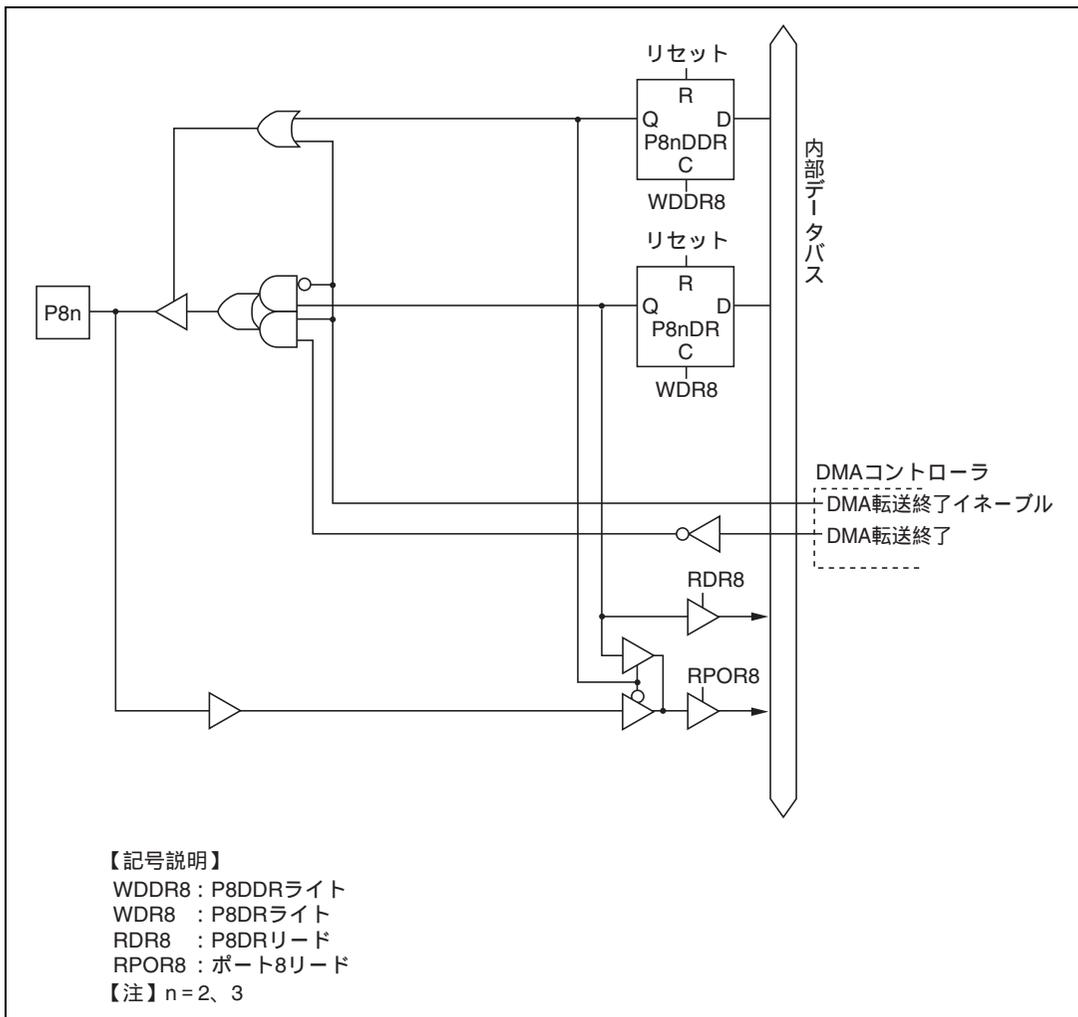


図 C.8 (b) ポート 8 ブロック図 (P82、P83 端子)

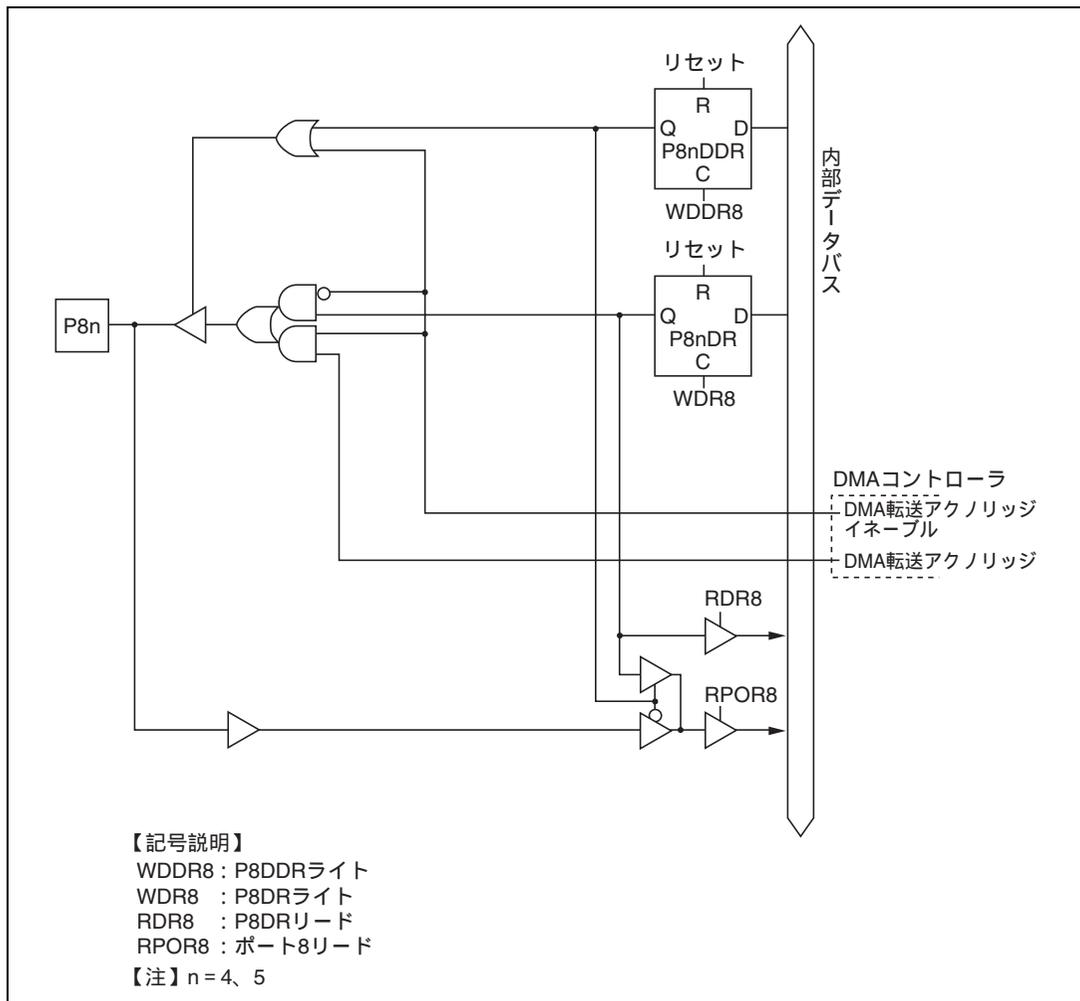


図 C.8 (c) ポート 8 ブロック図 (P84、P85 端子)

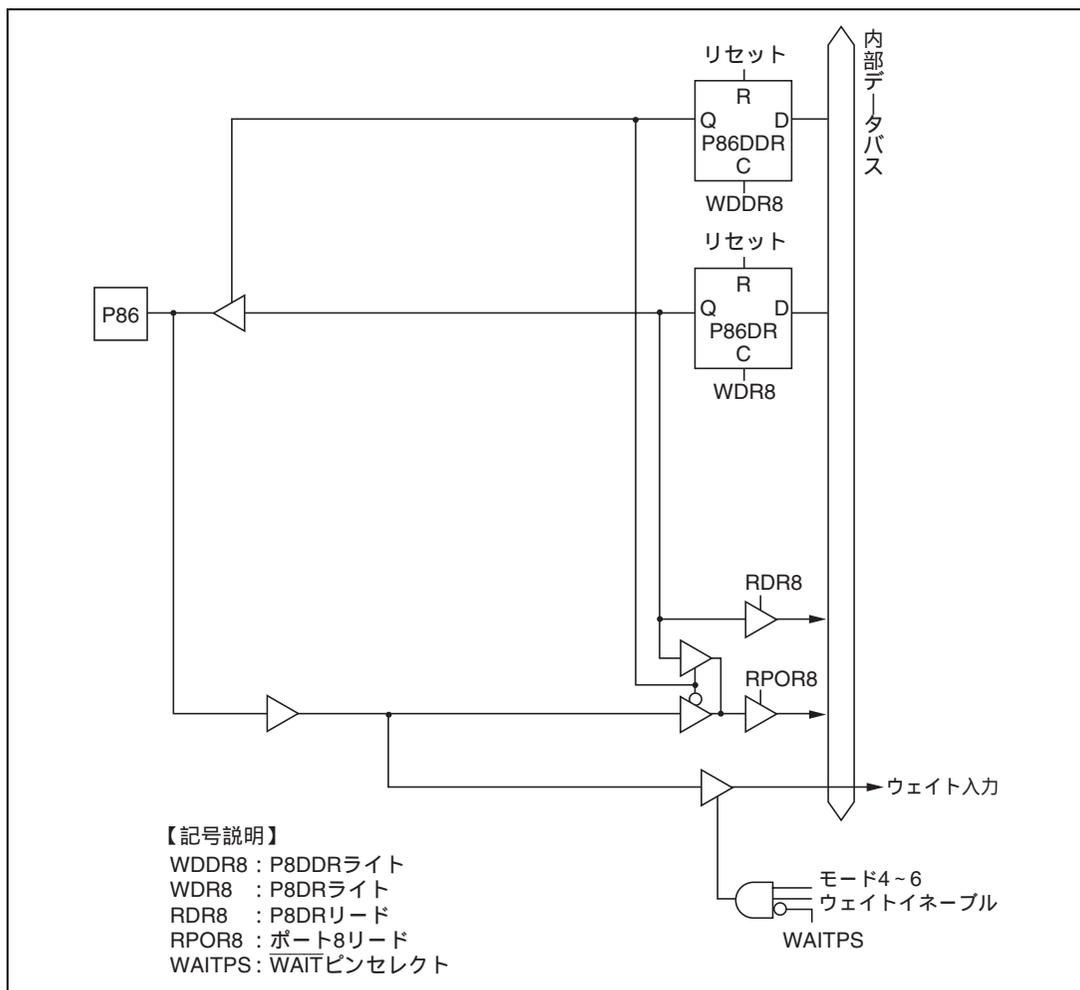


図 C.8 (d) ポート 8 ブロック図 (P86 端子)

C.9 ポート 9

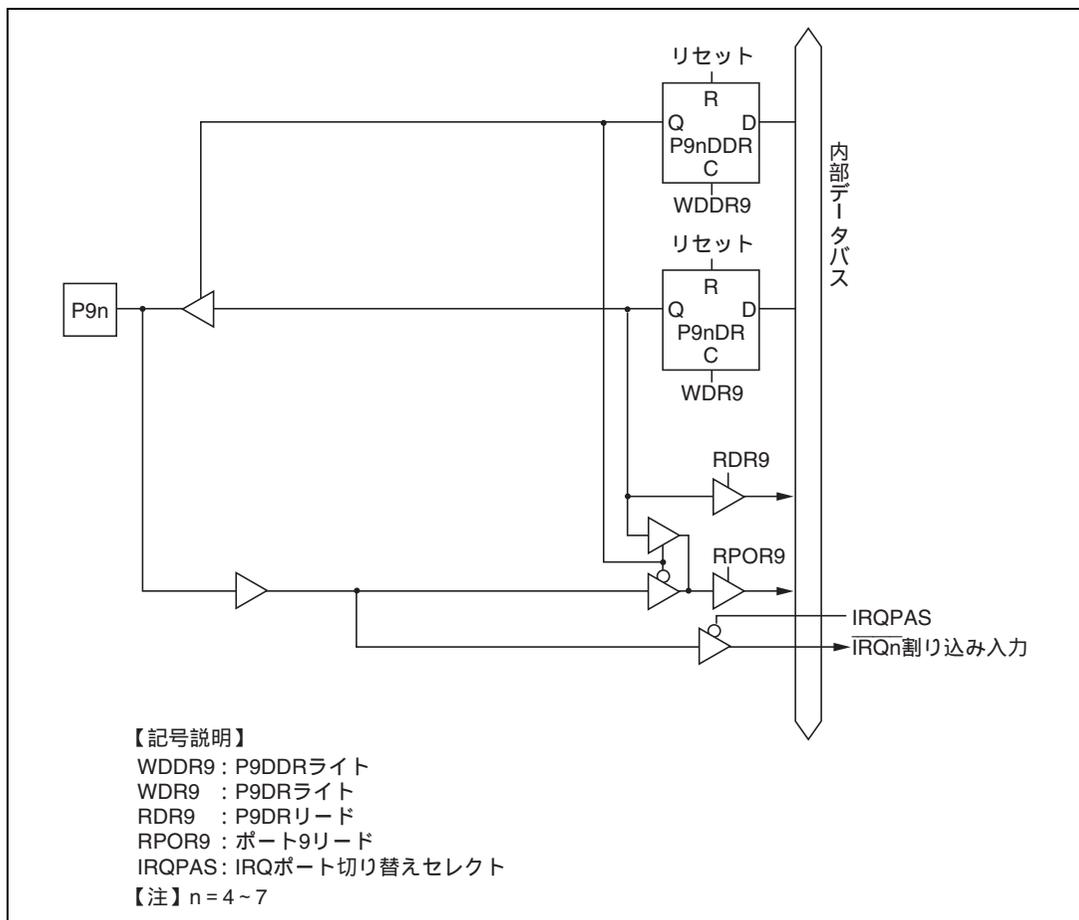


図 C.9 (a) ポート 9 ブロック図 (P94 ~ P97 端子)

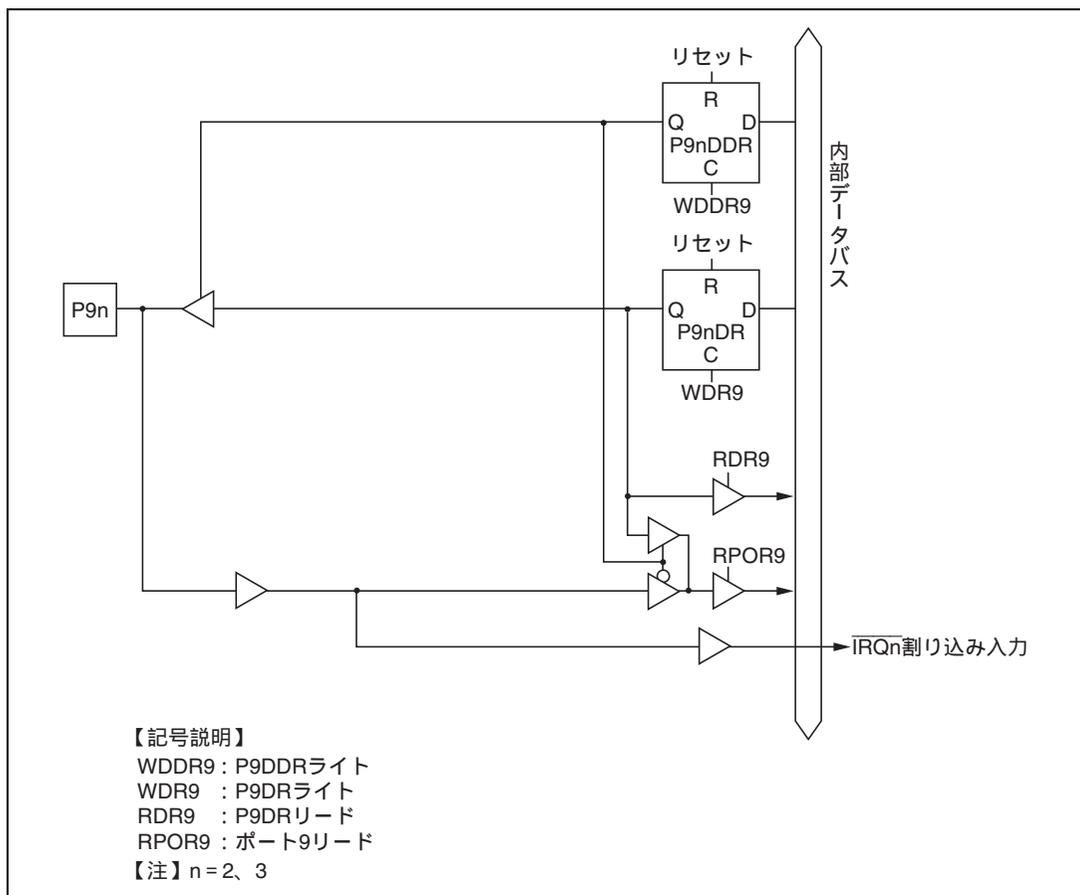


図 C.9 (b) ポート9 ブロック図 (P92、P93 端子)

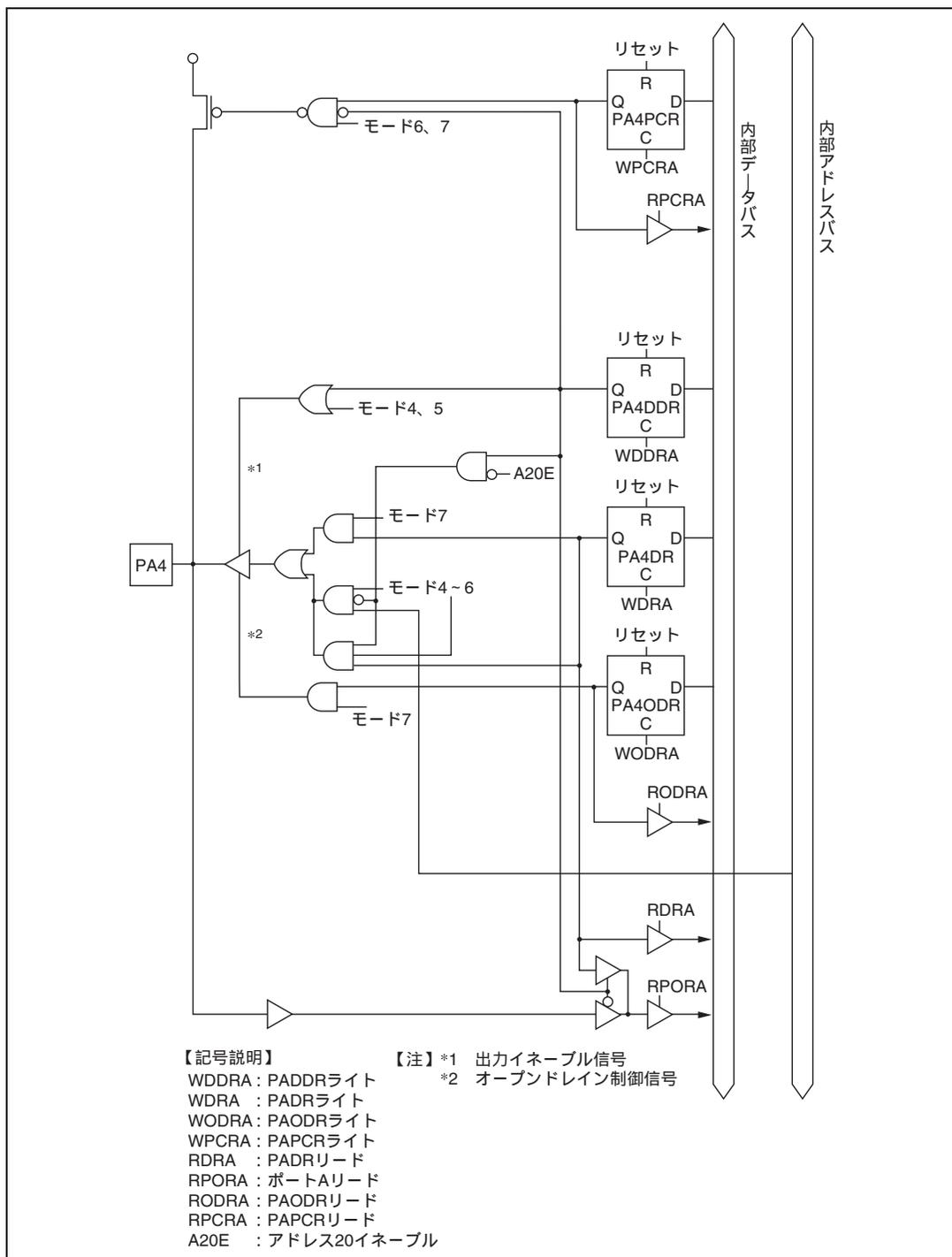


図 C.10 (b) ポート A ブロック図 (PA4 端子)

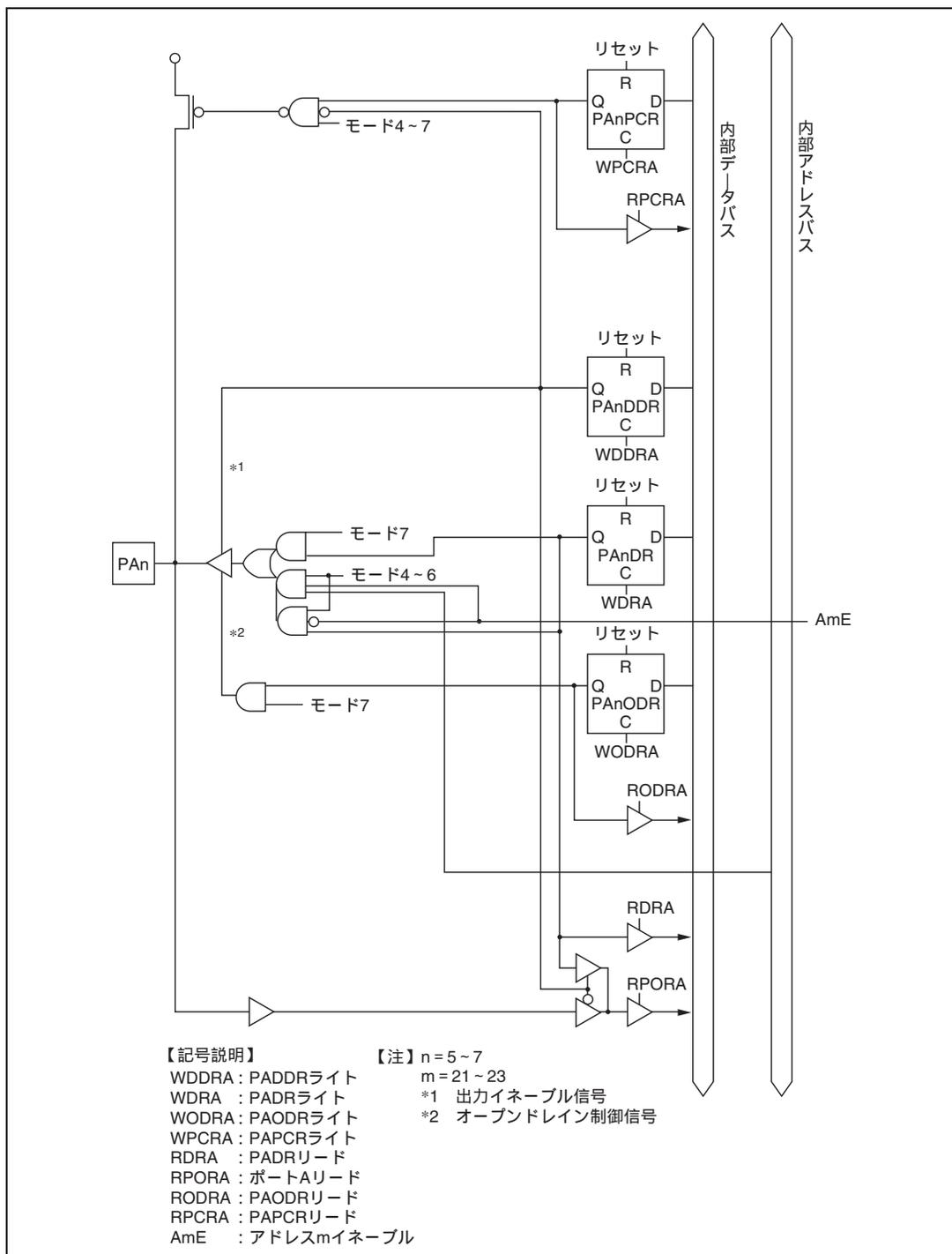


図 C.10 (c) ポート A ブロック図 (PA5~PA7 端子)

C.11 ポート B

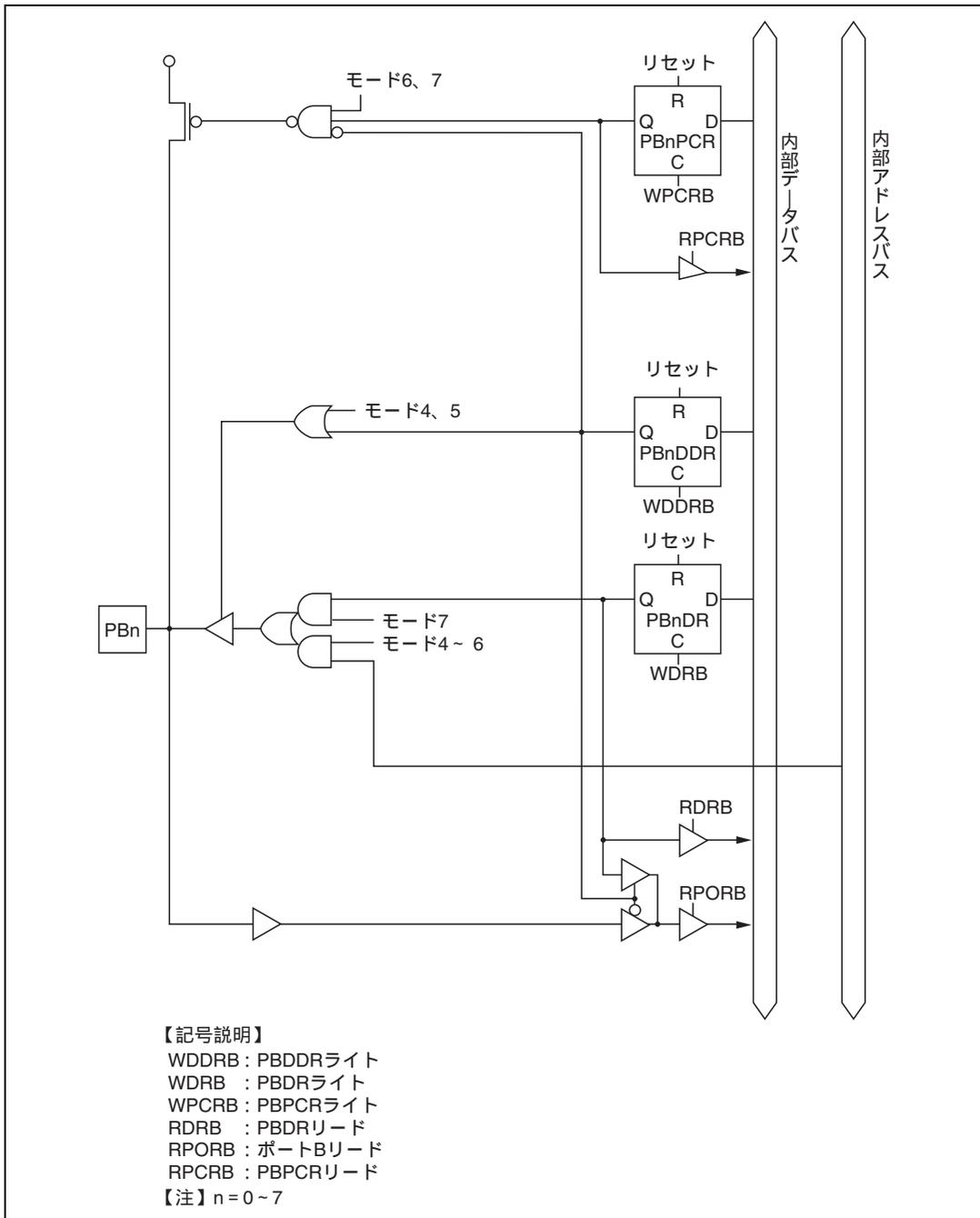


図 C.11 ポート B ブロック図 (PB0~PB7 端子)

C.12 ポート C

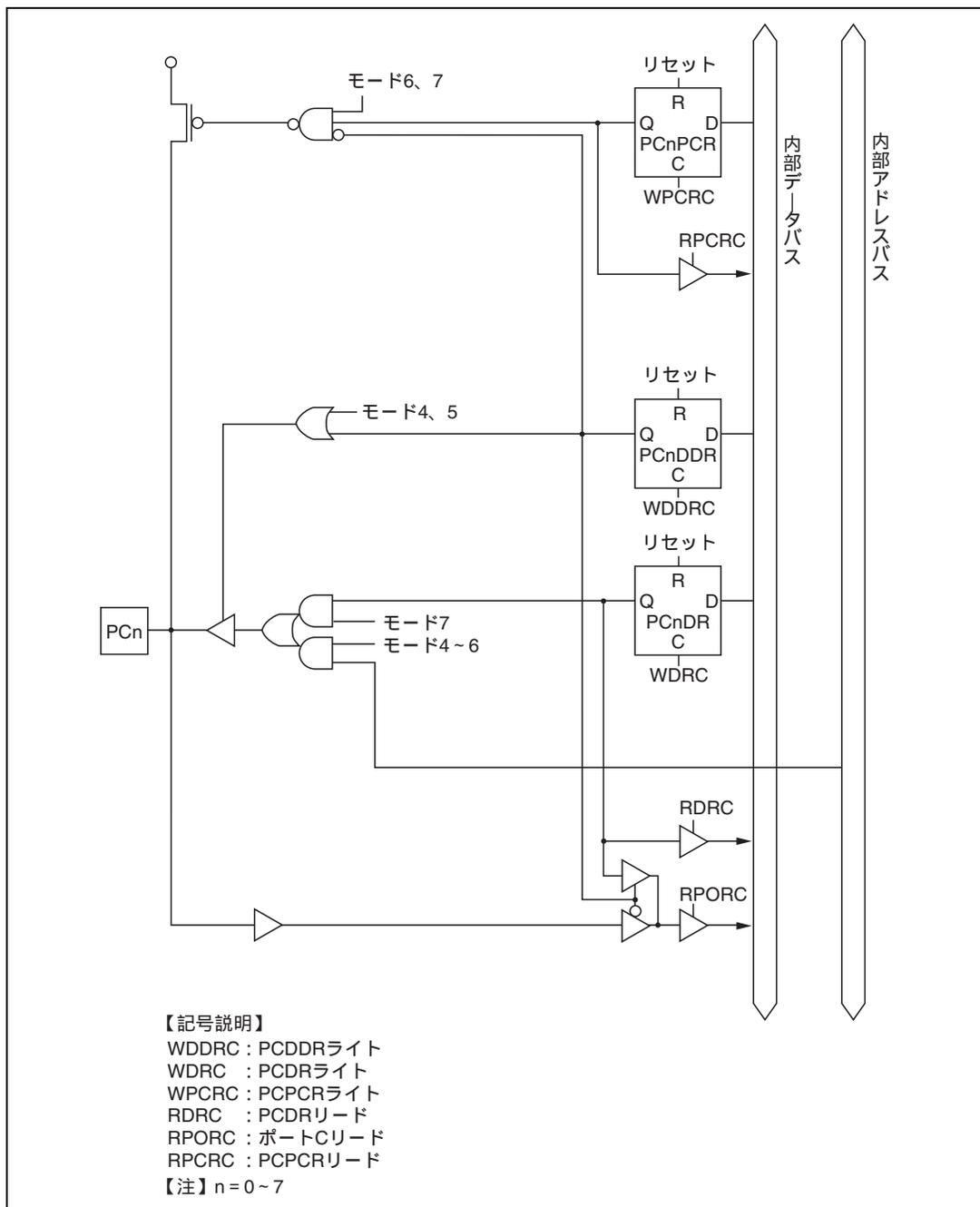


図 C.12 ポート C ブロック図 (PC0 ~ PC7 端子)

C.14 ポート E

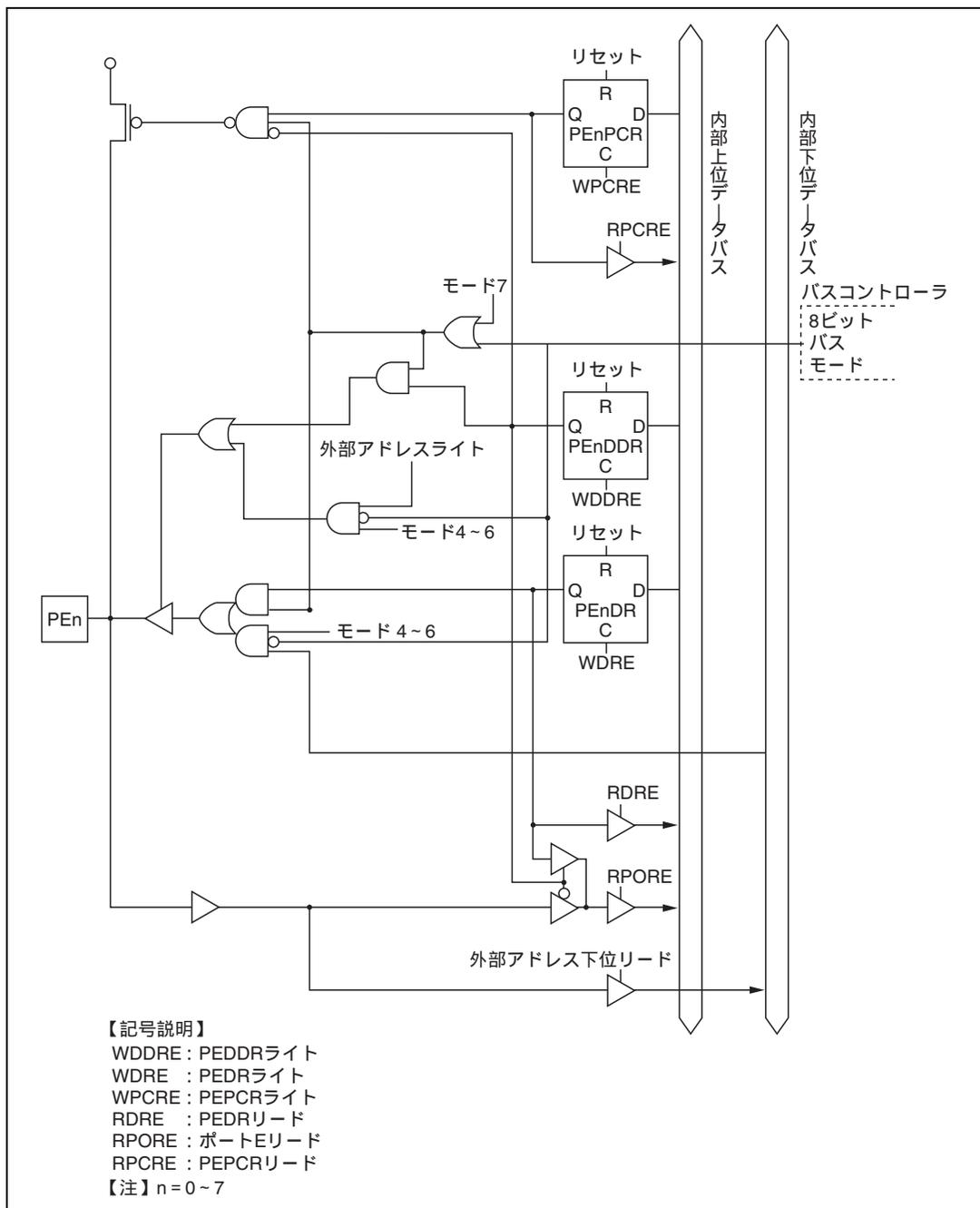


図 C.14 ポート E ブロック図 (PE0~PE7 端子)

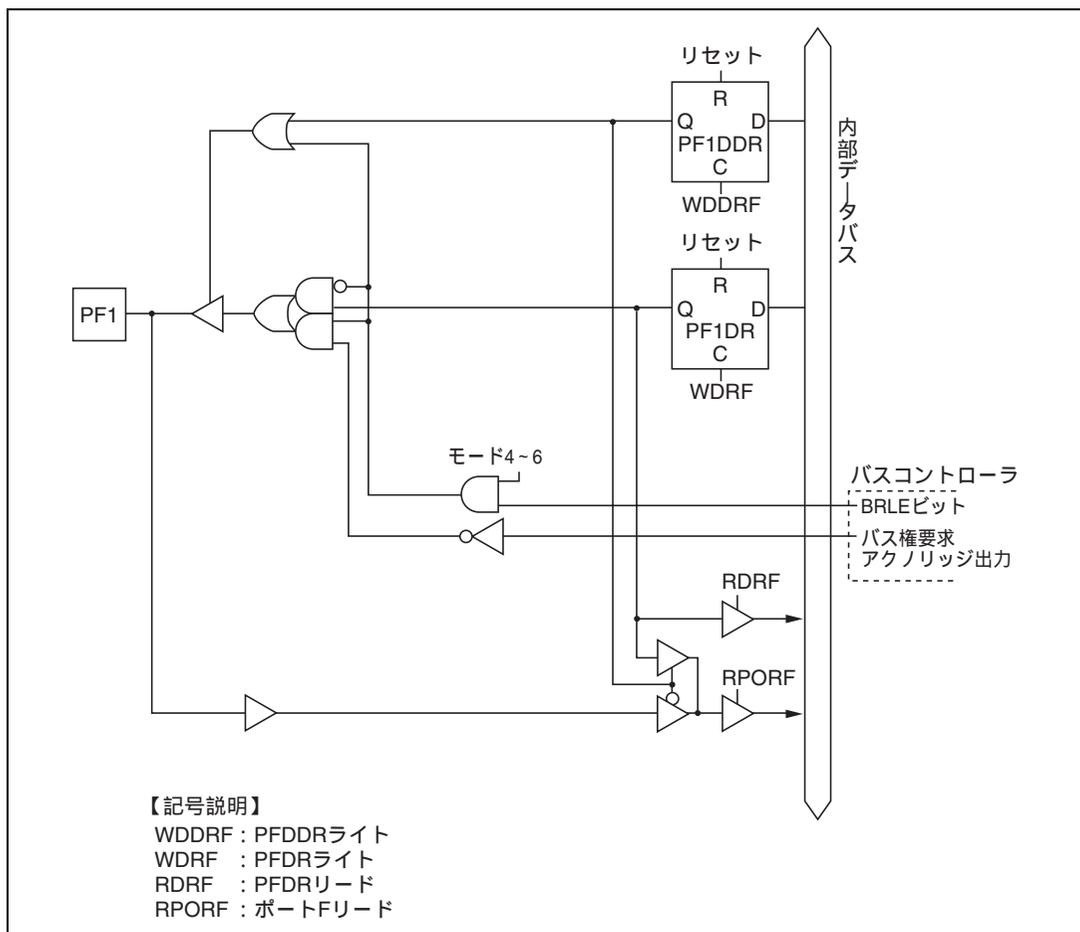


図 C.15 (b) ポート F ブロック図 (PF1 端子)

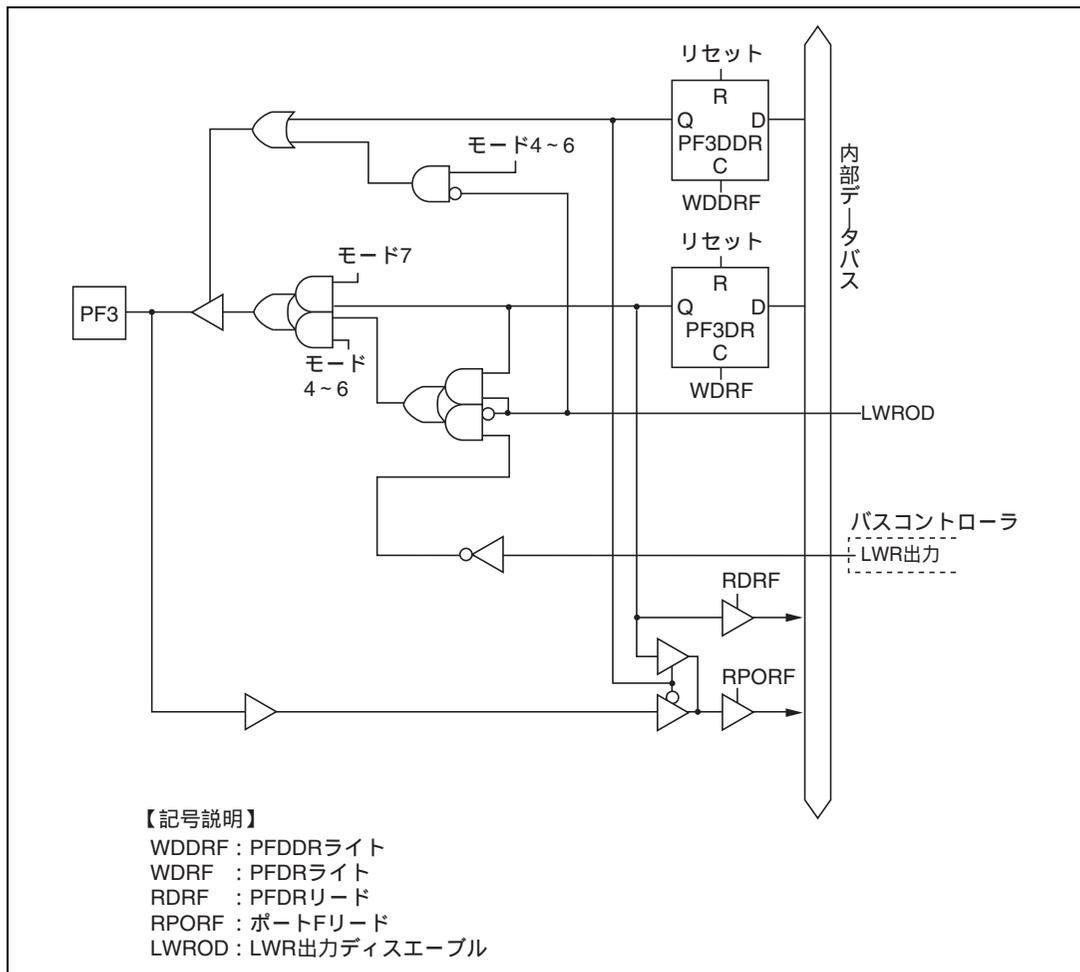


図 C.15 (d) ポートFブロック図 (PF3 端子)

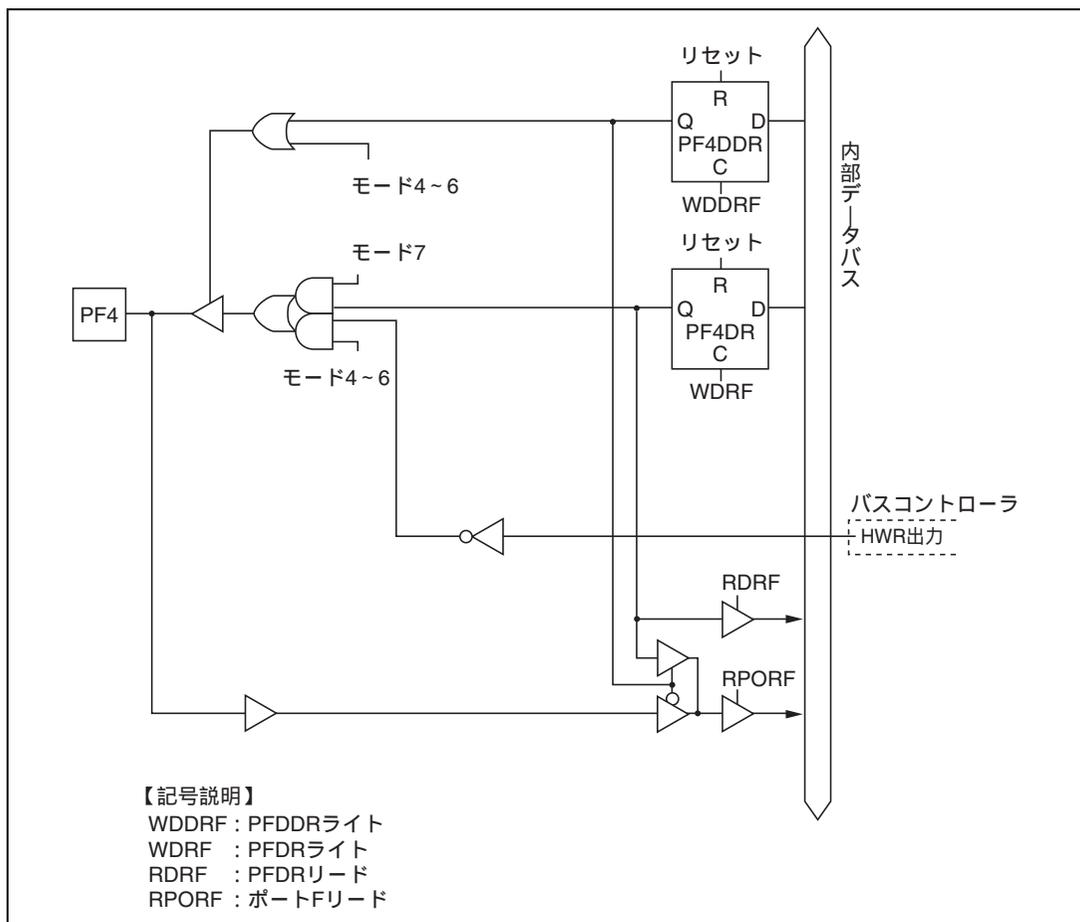


図 C.15 (e) ポートF ブロック図 (PF4 端子)

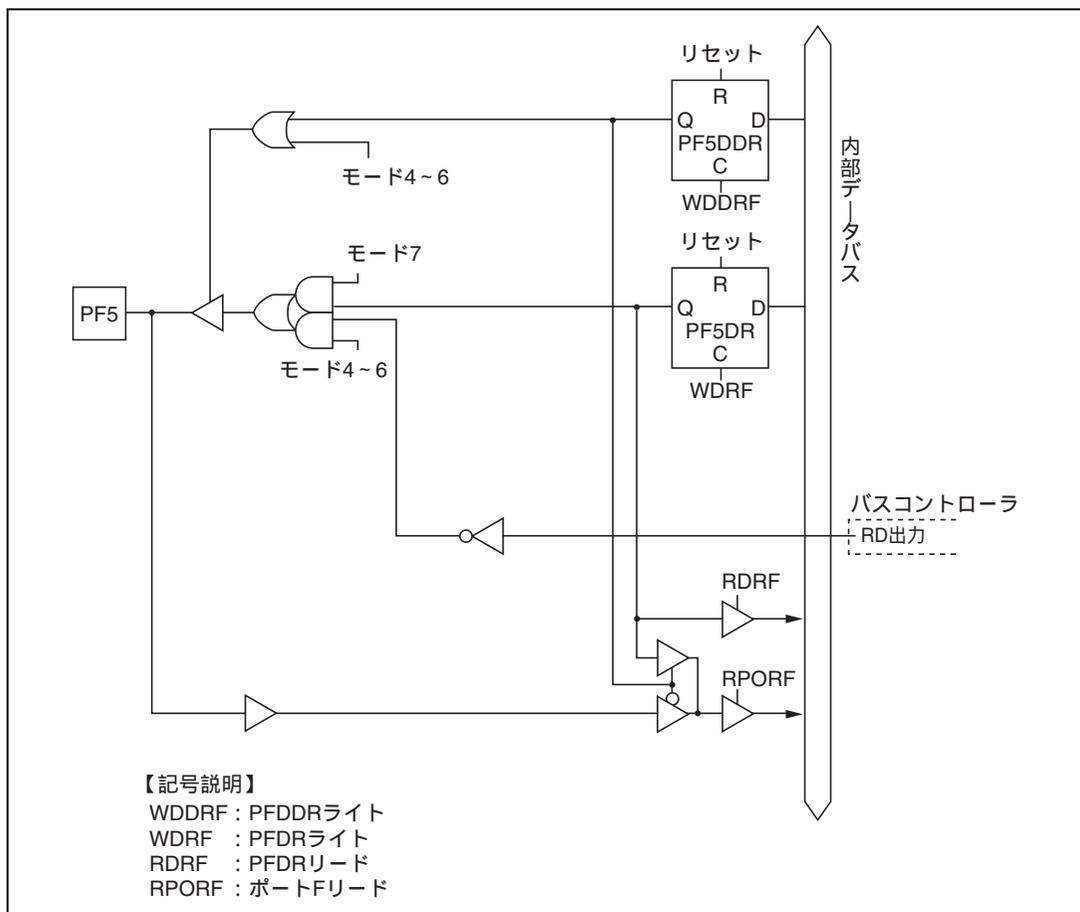


図 C.15 (f) ポートF ブロック図 (PF5 端子)

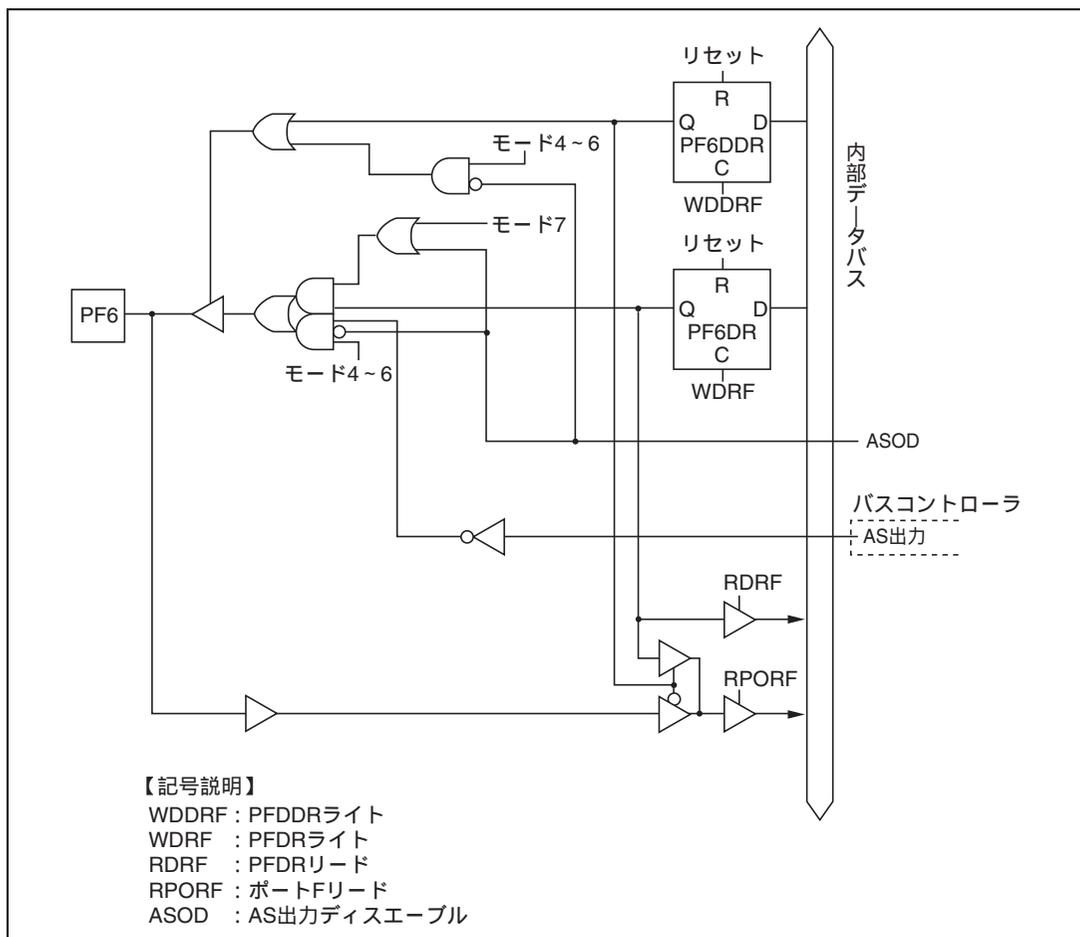


図 C.15 (g) ポート F ブロック図 (PF6 端子)

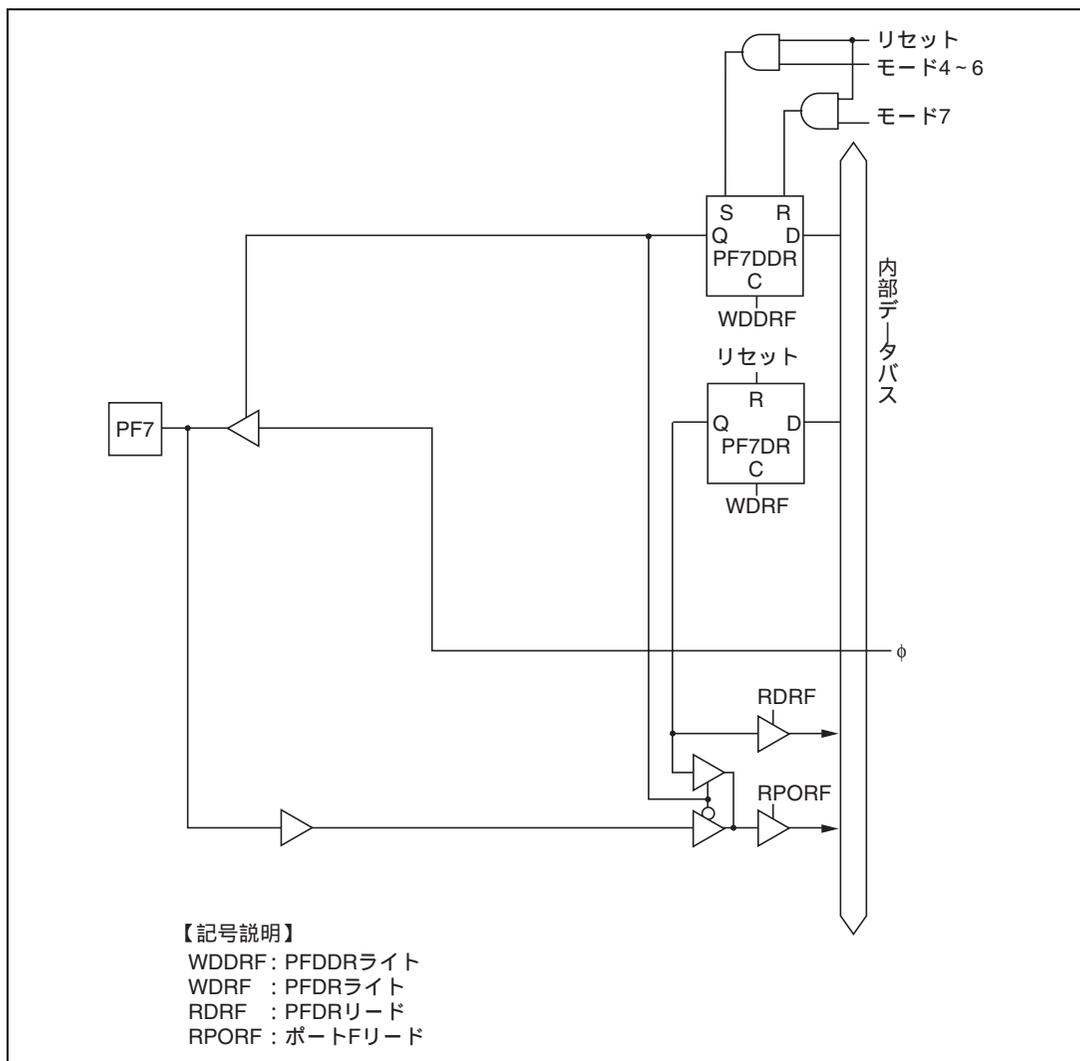


図 C.15 (h) ポートFブロック図 (PF7 端子)

C.16 ポート G

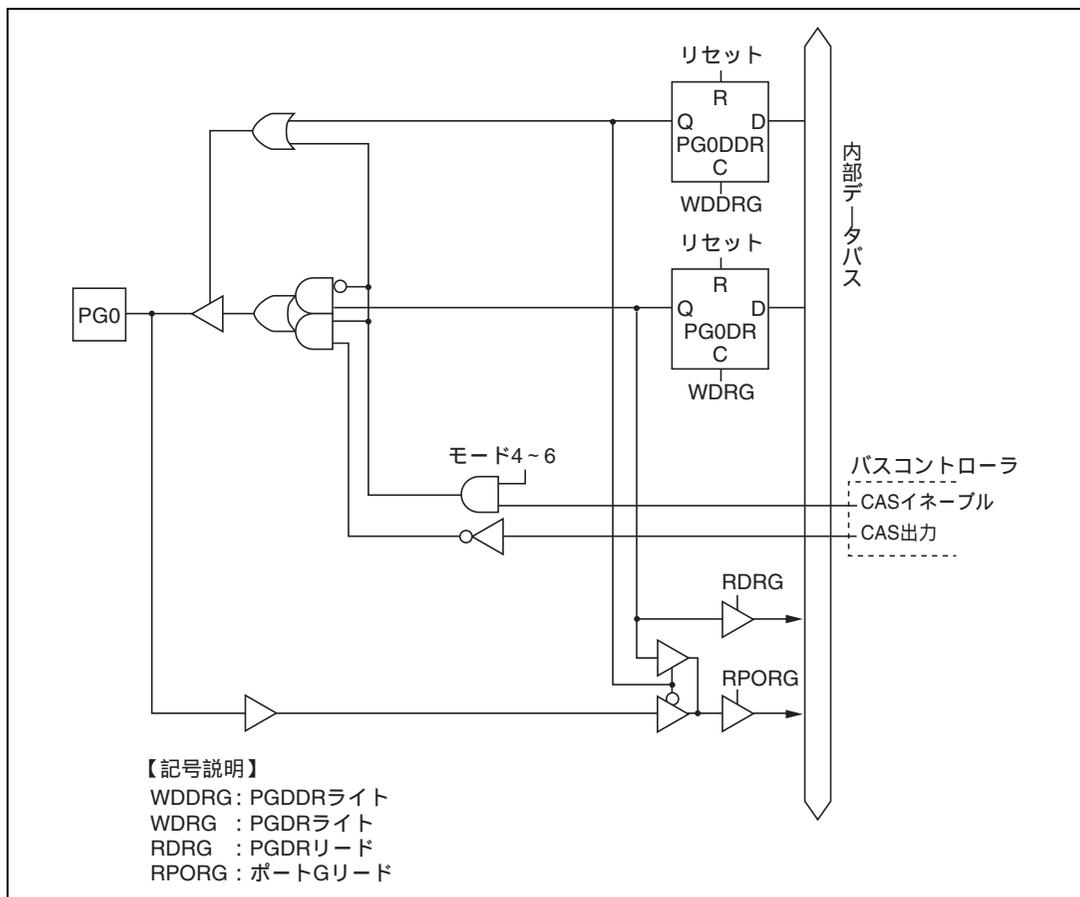


図 C.16 (a) ポート G ブロック図 (PG0 端子)

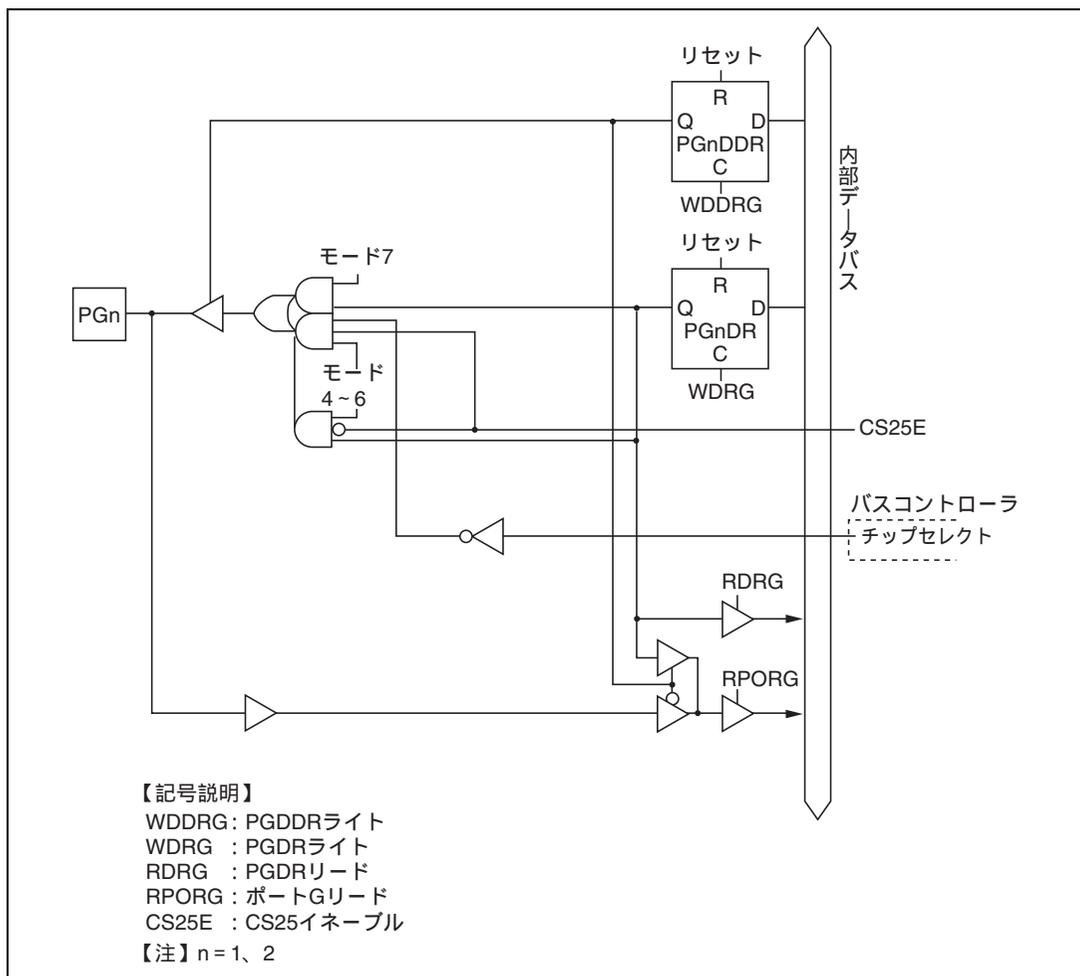


図 C.16 (b) ポート G ブロック図 (PG1、PG2 端子)

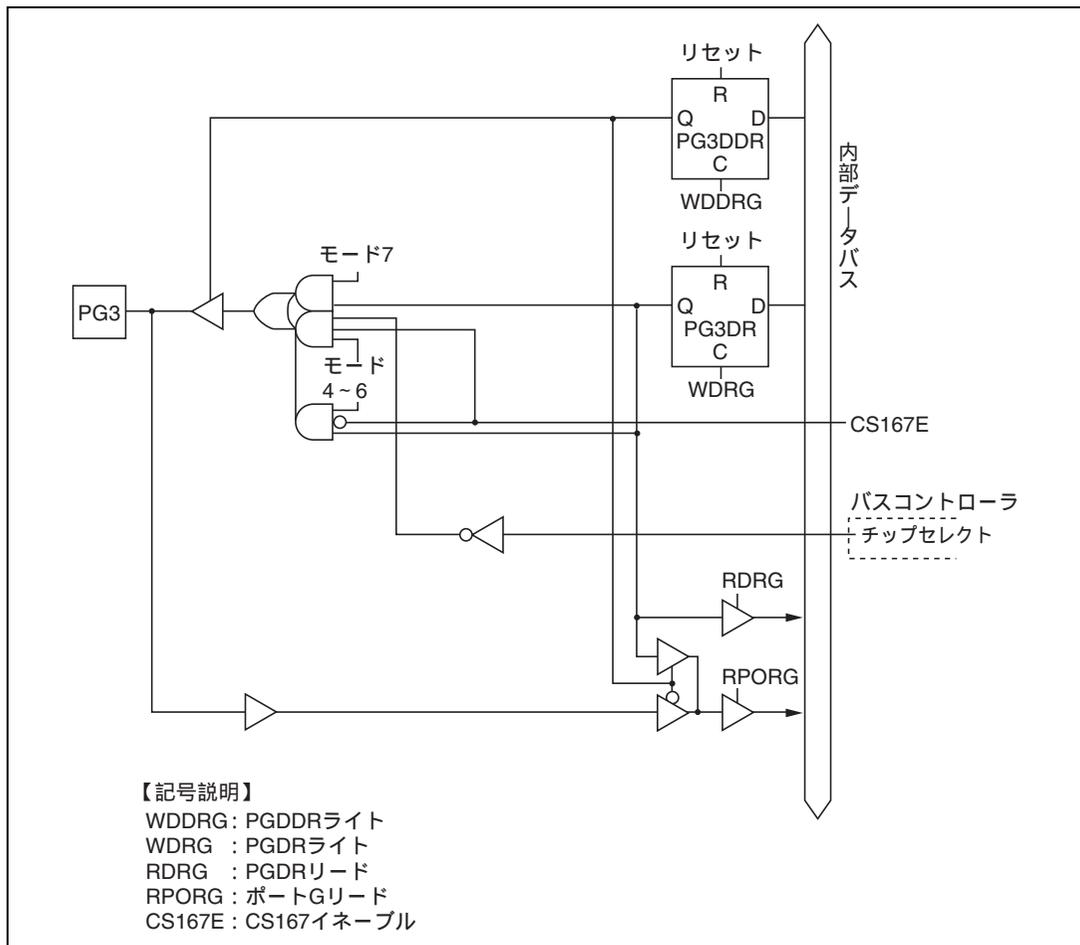


図 C.16 (c) ポート G ブロック図 (PG3 端子)

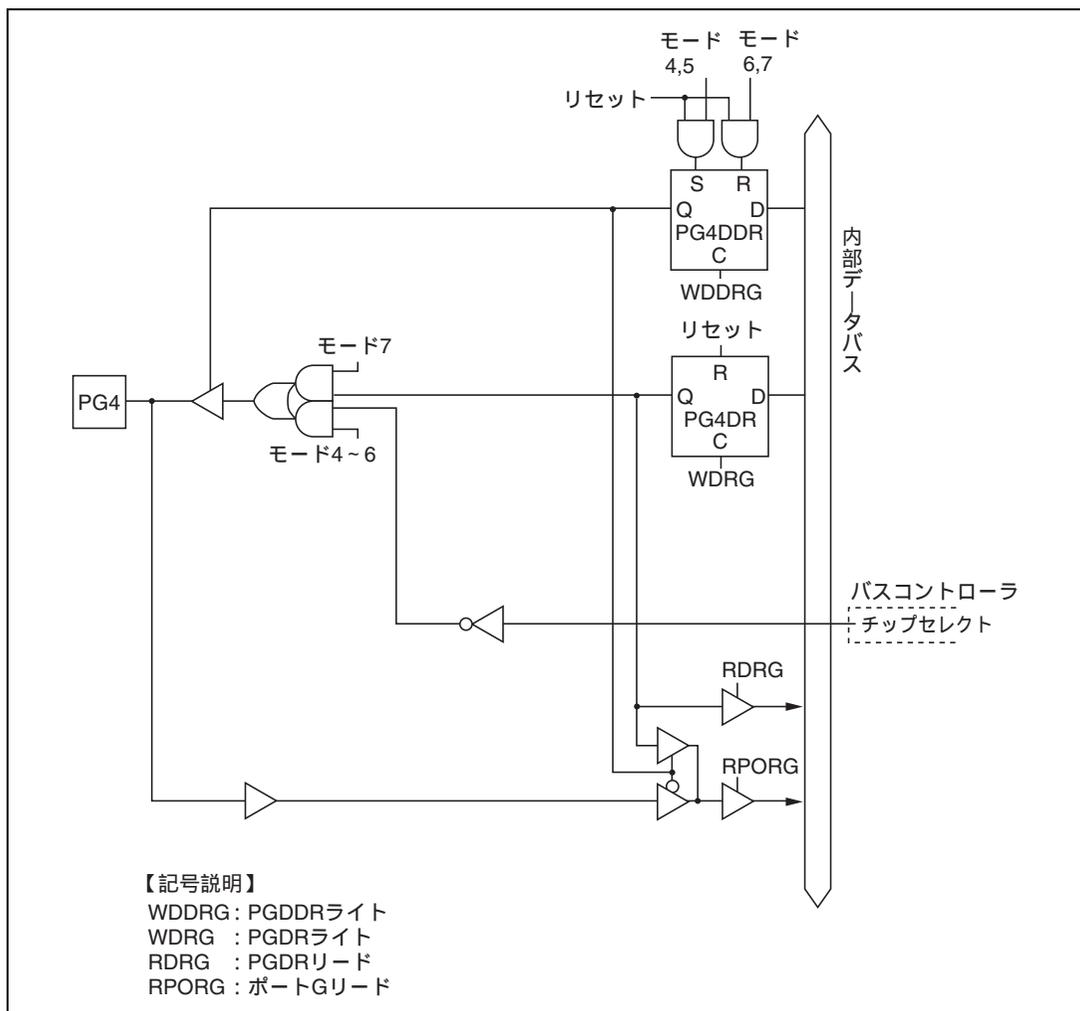


図 C.16 (d) ポート G ブロック図 (PG4 端子)

D. 端子状態

D.1 各処理状態におけるポートの状態

表 D.1 各処理状態における I/O ポートの状態

ポート名 端子名	MCU 動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
ポート 1	4 ~ 7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート 2	4 ~ 7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート 3	4 ~ 7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P47/DA1	4 ~ 7	T	T	[DAOE1 = 1] keep [DAOE1 = 0] T	keep	入出力ポート
P46/DA0	4 ~ 7	T	T	[DAOE0 = 1] keep [DAOE0 = 0] T	keep	入出力ポート
P45 ~ P40	4 ~ 7	T	T	T	T	入力ポート
P57/DA3	4 ~ 7	T	T	[DAOE3 = 1] keep [DAOE3 = 0] T	keep	入出力ポート
P56/DA2	4 ~ 7	T	T	[DAOE2 = 1] keep [DAOE2 = 0] T	keep	入出力ポート
P55、P54	4 ~ 7	T	T	T	T	入力ポート
P53/WAIT/ BREQO	4 ~ 6	T	T	[BREQOE · BREQOPS +WAITE · WAITPS = 0] keep [BREQOE · BREQOPS = 1] keep [BREQOE · BREQOPS = 0] かつ [WAITE · WAITPS · DDR = 1] T	[BREQOE · BREQOPS +WAITE · WAITPS = 0] keep [BREQOE · BREQOPS = 1] BREQO [BREQOE · BREQOPS = 0] かつ [WAITE · WAITPS · DDR = 1] T	[BREQOE · BREQOPS +WAITE · WAITPS = 0] 入出力ポート [BREQOE · BREQOPS = 1] BREQO [BREQOE · BREQOPS = 0] かつ [WAITE · WAITPS · DDR = 1] WAIT
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P52 ~ P50	4 ~ 7	T	T	keep	keep	入出力ポート

ポート名 端子名	MCU 動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
P67/CS7 P66/CS6	4~6	T	T	[CS167E = 0] , [CS167E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] keep [CS167E · DDR · OPE = 1] T [CS167E · DDR · OPE = 1] H	[CS167E = 0] keep [CS167E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] keep [CS167E · DDR = 1] T	[CS167E = 0] 入出力ポート [CS167E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] 入力ポート [CS167E · DDR = 1] $\overline{\text{CS7}}$ 、 $\overline{\text{CS6}}$
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P65 ~ P62	4~7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P61/CS5 P60/CS4	4~6	T	T	[CS25E · DDR · $\overline{\text{OPE}} = 1$] T [CS25E · DDR · OPE = 1] H [CS25E = 0] , [CS25E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] keep	[CS25E = 0] keep [CS25E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] keep [CS25E · DDR = 1] T	[CS25E = 0] 入出力ポート [CS25E · $\overline{\text{DDR}} = 1$] 入力ポート [CS25E · DDR = 1] $\overline{\text{CS5}}$ 、 $\overline{\text{CS4}}$
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート 7	4~7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P86/WAIT	4~6	T	T	[WAITE · WAITPS · $\overline{\text{DDR}} = 1$] T [WAITE · WAITPS = 0] Keep	[WAITE · WAITPS · $\overline{\text{DDR}} = 1$] T [WAITE · WAITPS = 0] Keep	[WAITE · WAITPS · $\overline{\text{DDR}} = 1$] WAIT [WAITE · WAITPS = 0] 入出力ポート
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
P85 ~ P80	4~7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート 9	4~7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PA7/A23 PA6/A22 PA5/A21	4~6	T	T	[AnE = 0] keep [AnE · $\overline{\text{DDR}} = 1$] T [AnE · DDR · $\overline{\text{OPE}} = 1$] T [AnE · DDR · OPE = 1] keep	[AnE = 0] keep [AnE · $\overline{\text{DDR}} = 1$] T [AnE · DDR = 1] T	[AnE = 0] 入出力ポート [AnE · $\overline{\text{DDR}} = 1$] 入力ポート [AnE · DDR = 1] アドレス出力
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート

付録

ポート名 端子名	MCU 動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
PA4/A20	4、5	L	T	[A20E · DDR = 1] keep [A20E · OPE = 1] T [A20E · OPE = 1] keep	[A20E · DDR = 1] keep [A20E+A20E · DDR = 1] T	[A20E · DDR = 1] 出力ポート [A20E+A20E · DDR = 1] アドレス出力
	6	T	T	[A20E = 0], [A20E · DDR = 1] keep [A20E · DDR · OPE = 1] T [A20E · DDR · OPE = 1] keep	[A20E = 0], [A20E · DDR = 1] keep [A20E · DDR = 1] T	[A20E = 0] 入出力ポート [A20E · DDR = 1] 入力ポート [A20E · DDR = 1] アドレス出力
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PA3/A19 PA2/A18 PA1/A17 PA0/A16	4、5	L	T	[OPE = 0] T [OPE = 1] keep	T	アドレス出力
	6	T	T	[DDR · OPE = 0] T [DDR · OPE = 1] keep	T	[DDR = 0] 入力ポート [DDR = 1] アドレス出力
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート B	4、5	L	T	[OPE = 0] T [OPE = 1] keep	T	アドレス出力
	6	T	T	[DDR · OPE = 0] T [DDR · OPE = 1] keep	T	[DDR = 0] 入力ポート [DDR = 1] アドレス出力
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
ポート C	4、5	L	T	[OPE = 0] T [OPE = 1] Keep	T	アドレス出力
	6	T	T	[DDR · OPE = 0] T [DDR · OPE = 1] Keep	T	[DDR = 0] 入力ポート [DDR = 1] アドレス出力
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート

ポート名 端子名	MCU動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
ポートD	4-6	T	T	T	T	データバス
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
ポートE	4	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
	6					
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
PF7/ ϕ	4-6	クロック 出力	T	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] H	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] クロック出力	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] クロック 出力
	7	T	T	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] H	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] クロック出力	[DDR=0] 入力ポート [DDR=1] クロック出力
PF6/ \overline{AS}	4-6	H	T	[ASOD=1] keep [$\overline{ASOD} \cdot \overline{OPE} = 1$] T [$\overline{ASOD} \cdot OPE = 1$] H	[ASOD=1] keep [ASOD=0] T	[ASOD=1] 入出力ポート [ASOD=0] \overline{AS}
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PF5/ \overline{RD} PF4/HWR	4-6	H	T	[OPE=0] T [OPE=1] H	T	\overline{RD} , HWR
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PF3/LWR	4-6	H	T	[LWROD=1] keep [$\overline{LWROD} \cdot \overline{OPE} = 1$] T [$\overline{LWROD} \cdot OPE = 1$] H	[LWROD=1] keep [LWROD=0] T	[LWROD=1] 入出力ポート [LWROD=0] \overline{LWR}
	7	T	T	Keep	keep	入出力ポート

付録

ポート名 端子名	MCU 動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
PF2/LCAS BREQO	4~6	T	T	[BREQOE · BREQOPS +LCASE = 0] keep [BREQOE · BREQOPS = 1] keep [LCASE = 1 , OPE = 0] T [LCASE = 1 , OPE = 1] H	[BREQOE · BREQOPS +LCASE = 0] keep [BREQOE · BREQOPS = 1] BREQO [LCASE = 1] T	[BREQOE · BREQOPS +LCASE = 0] 入出力ポート [BREQOE · BREQOPS = 1] BREQO [LCASE = 1] LCAS
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PF1/BACK	4~6	T	T	[BRLE=0] keep [BRLE=1] BACK	L	[BRLE = 0] 入出力ポート [BRLE = 1] BACK
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PF0/BREQ	4~6	T	T	[BRLE=0] keep [BRLE=1] T	T	[BRLE = 0] 入出力ポート [BRLE = 1] BREQ
	7	T	T	keep	keep	入出力ポート
PG4/CS0	4, 5	H	T	[DDR · OPE = 0] T [DDR · OPE = 1] H	T	[DDR = 0] 入力ポート [DDR = 1] CS0
	6	T				
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
PG3/CS1	4~6	T	T	[CS167E = 0] Keep [CS167E · DDR = 1] T [CS167E · DDR · OPE = 1] T [CS167E · DDR · OPE = 1] H	[CS167E = 0] Keep [CS167E = 1] T	[CS167E = 0] 入出力ポート [CS167E · DDR = 1] 入力ポート [CS167E · DDR = 1] CS1
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート

ポート名 端子名	MCU 動作 モード	リセット	ハードウェア スタンバイ モード	ソフトウェア スタンバイ モード	バス権 解放状態	プログラム 実行状態 スリープモード
PG2/ $\overline{CS2}$ PG1/ $\overline{CS3}$	4~6	T	T	[CS25E = 0] Keep [CS25E · \overline{DDR} = 1] T [CS25E · DDR · \overline{OPE} = 1] T [CS25E · DDR · OPE = 1] H	[CS25E = 0] Keep [CS25E = 1] T	[CS25E = 0] 入出力ポート [CS25E · \overline{DDR} = 1] 入力ポート [CS25E · DDR = 1] $\overline{CS2}$ - $\overline{CS3}$
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
PG0/ \overline{CAS}	4~6	T	T	[DRAME = 0] Keep [DRAME · \overline{OPE} = 1] T [DRAME · OPE = 1] \overline{CAS}	T	[DRAME = 0] 入力ポート [DRAME = 1] \overline{CAS}
	7	T	T	Keep	Keep	入出力ポート
\overline{WDTOVF}	4~7	H	H	H	H	H*

【注】 * WT/IT = 1 の状態で WDT がオーバフローした場合、Low 出力されず。

【記号説明】

L	: Low レベル	H	: High レベル
Keep	: 入力ポートはハイインピーダンス、 出力ポートは保持	T	: ハイインピーダンス
OPE	: 出力ポートイネーブル	DDR	: データディレクションレジスタ
BRLE	: バスリリースイネーブル	WAITE	: ウェイト入力イネーブル
DRAME	: DRAM 空間設定	BREQOE	: BREQO 端子イネーブル
AnE	: アドレス n イネーブル (n = 23 ~ 21)	LCASE	: DRAM 空間設定、 16 ビットバスモード設定
BREQOPS	: BREQO ピンセレクト	A20E	: アドレス 20 イネーブル
WAITPS	: WAIT ピンセレクト	ASOD	: AS 出力ディスエーブル
CS25E	: CS25 イネーブル	CS167E	: CS167 イネーブル
		LWROD	: LWR 出力ディスエーブル

E. ROM 発注手順

E.1 ROM 書き換え品開発の流れ（発注手順）

マイコン応用システムプログラムの開発終了後、ROM データ（2組以上）、注文仕様書、オプションリストおよびマーク仕様を一緒に提出していただきます。これにより、弊社では図 E.1 の流れ図に沿って ROM 書き換え品の開発を行います。

表 E.1 に ROM 発注時に必要な提出物を示します。なお、詳細については、弊社担当営業へお問い合わせください。

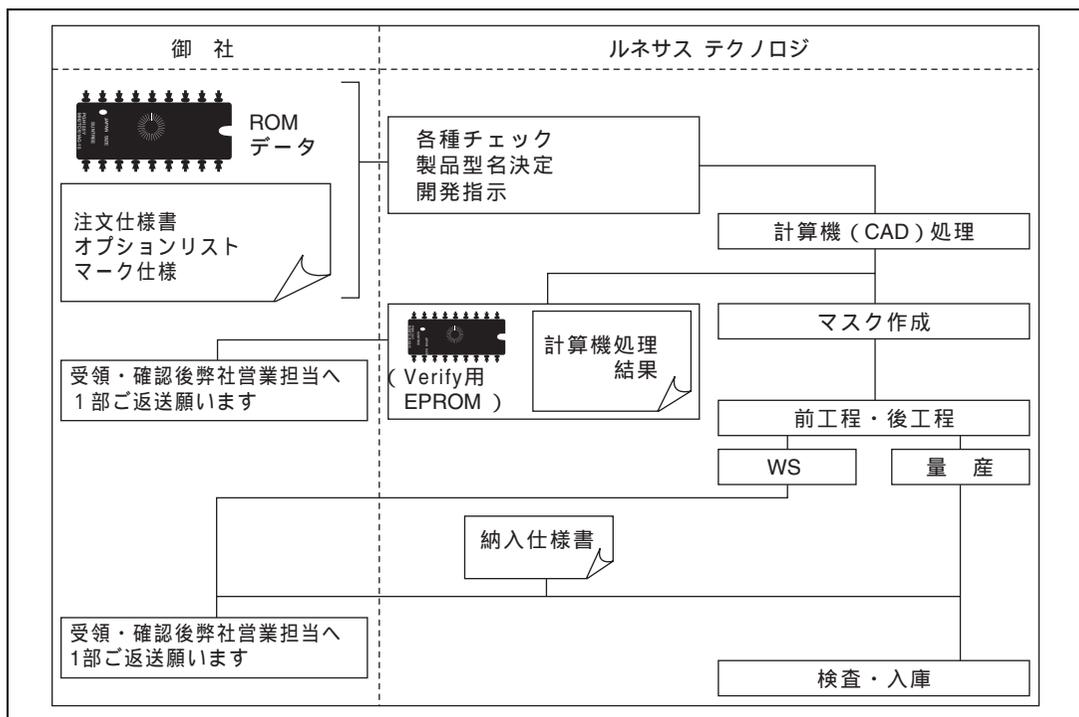


図 E.1 ROM 書き換え品開発の流れ

表 E.1 ROM 発注時に必要な提出物

発注媒体	EPROM、または F-ZTAT マイコン
提出物	ROM データ
	注文仕様書
	オプションリスト*1
	マーク仕様例*2

【注】 *1 製品グループにより必要ないものがあります。また、内容も異なります。

*2 特別仕様の場合には、提出してください。

E.2 ROM 発注時の注意事項

提出していただく ROM データは、次の注意事項に従って、EPROM、または F-ZTAT マイコンで提出してください。なお、EPROM、または F-ZTAT マイコン以外の媒体（フロッピーディスクなど）では対応できませんのでご注意ください。

- (1) EPROMにROMデータを書き込む際は、事前にデータを十分消去し、中途半端なレベルが出力されないことを確認してから使用してください。
- (2) 発注用EPROMにおいて、ROMデータの未使用（NOT USED）領域またはリザーブ領域には、必ず'FF'を書き込んでください。
- (3) 提出していただくEPROMには遮光ラベルを貼り、御社の品番などを記入してください。
- (4) EPROMに書き込みを行ったあとは、静電気による素子の破壊、紫外線や放射線による書き込みデータの損失を招かないようにするとともに、運搬の際は導伝性のシートに梱包するなど取り扱いに十分注意してください（アルミ箔、発泡スチロールなどは不可）。なお、これらによるデータの読み取りエラーに備え、同一内容のEPROMを2組以上提出してください。

F. 型名一覧

表 F.1 H8S/2339 グループ型名一覧

製品分類		製品型名	マーク型名	パッケージ (パッケージコード)
H8S/2339	F-ZTAT 版	HD64F2339	HD64F2339VFC	144 ピン FP (FP-144G)
		HD64F2339E*	HD64F2339EVFC	144 ピン FP (FP-144G)
H8S/2338	マスク ROM 版	HD6432338	HD6432338FC	144 ピン FP (FP-144G)
	F-ZTAT 版	HD64F2338	HD64F2338VFC	144 ピン FP (FP-144G)
H8S/2337	マスク ROM 版	HD6432337	HD6432337FC	144 ピン FP (FP-144G)
H8S/2332	ROM なし版	HD6412332	HD6412332VFC	144 ピン FP (FP-144G)

【注】 * E10-A エミュレータにて、オンチップデバッグ機能を使用することができます (E10-A 対応版)。
ただし、オンチップデバッグ機能使用時は、一部の機能モジュール、および端子機能が使用できなくなりますので、図 1.3 のピン配置図を参照してください。

G. 外形寸法図

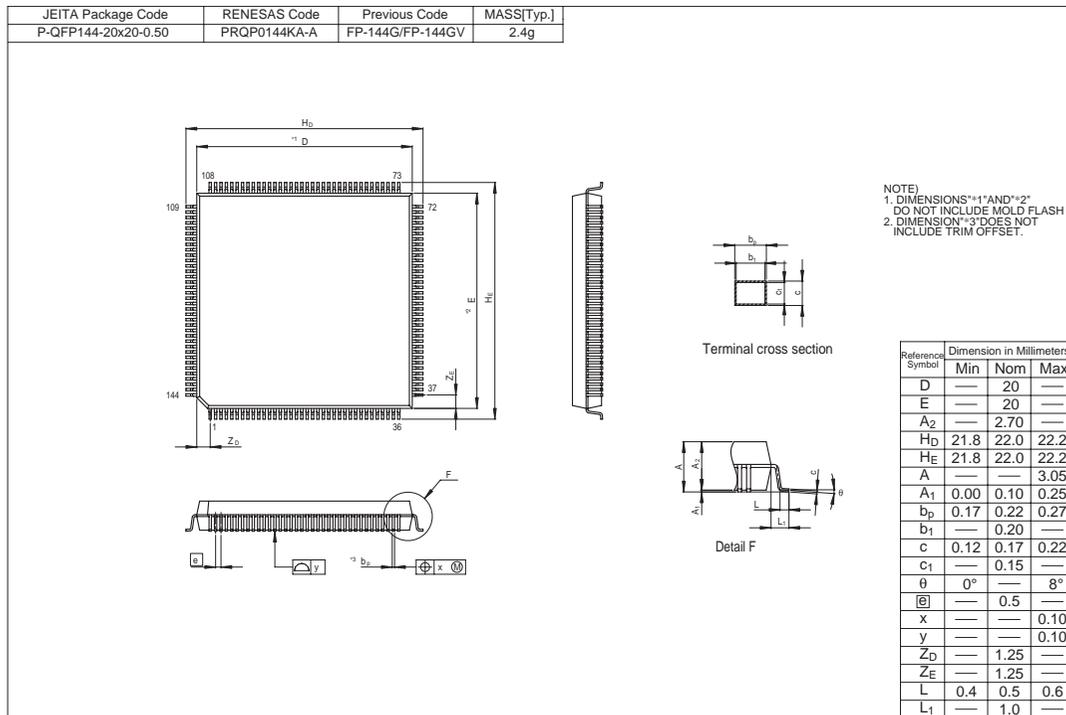


図 G.1 FP-144G 外形寸法図

ルネサス16ビットシングルチップマイクロコンピュータ
ハードウェアマニュアル
H8S/2339グループ

発行年月日 1999年3月 第1版
2007年9月6日 Rev.4.00
発行 株式会社ルネサス テクノロジ 営業統括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-2
編集 株式会社ルネサスソリューションズ
グローバルストラテジックコミュニケーション本部
カスタマサポート部

株式会社ルネサス テクノロジ 営業統括部 〒100-0004 東京都千代田区大手町2-6-2 日本ビル

営業お問合せ窓口
株式会社ルネサス販売



<http://www.renesas.com>

本			社	〒100-0004	千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)	(03) 5201-5350
京	浜	支	社	〒212-0058	川崎市幸区鹿島田890-12 (新川崎三井ビル)	(044) 549-1662
西	東	京	支	〒190-0023	立川市柴崎町2-2-23 (第二高島ビル2F)	(042) 524-8701
東	北	支	社	〒980-0013	仙台市青葉区花京院1-1-20 (花京院スクエア13F)	(022) 221-1351
い	わ	き	支	〒970-8026	いわき市平小太郎町4-9 (平小太郎ビル)	(0246) 22-3222
茨	城	支	店	〒312-0034	ひたちなか市堀口832-2 (日立システムプラザ勝田1F)	(029) 271-9411
新	潟	支	店	〒950-0087	新潟市東大通1-4-2 (新潟三井物産ビル3F)	(025) 241-4361
松	本	支	社	〒390-0815	松本市深志1-2-11 (昭和ビル7F)	(0263) 33-6622
中	部	支	社	〒460-0008	名古屋市中区栄4-2-29 (名古屋広小路プレイス)	(052) 249-3330
関	西	支	社	〒541-0044	大阪市中央区伏見町4-1-1 (明治安田生命大阪御堂筋ビル)	(06) 6233-9500
北	陸	支	社	〒920-0031	金沢市広岡3-1-1 (金沢パークビル8F)	(076) 233-5980
広	島	支	店	〒730-0036	広島市中区袋町5-25 (広島袋町ビルディング8F)	(082) 244-2570
島	取	支	店	〒680-0822	鳥取市今町2-251 (日本生命鳥取駅前ビル)	(0857) 21-1915
九	州	支	社	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前2-17-1 (博多プレステージ5F)	(092) 481-7695

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：コンタクトセンター E-Mail: csc@renesas.com

H8S/2339 グループ ハードウェアマニュアル



ルネサス エレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部1753 〒211-8668

RJJ09B0267-0400