

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。

H8/36109 グループ

ユーザーズマニュアル ハードウェア編

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
H8 ファミリ / H8/300H Tiny シリーズ

H8/36109F

HD64F36109
HD64F36109G

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業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、海底中継機器、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が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。

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ください。

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。

本書の構成

本書は、以下の構成で制作しています。

1. 製品ご使用上の注意事項
2. 本書の構成
3. はじめに
4. 目次
5. 概要
6. 各機能モジュールの説明
 - ・ CPU およびシステム制御系
 - ・ 内蔵周辺モジュール

各モジュールの機能説明の構成は、モジュール毎に異なりますが、一般的には、特長、 入出力端子、 レジスタの説明、 動作説明、 使用上の注意事項、等の節で構成されています。

本 LSI を用いた応用システムを設計する際、注意事項を十分確認の上設計してください。各章の本文中には説明に対する注意事項と、各章の最後には使用上の注意事項があります。必ずお読みください。（使用上の注意事項は必要により記載されます。）

7. レジスタ一覧
8. 電気的特性
9. 付録
10. 本版で改訂された箇所（改訂版のみ適用）

改訂来歴は、前版の記載内容について訂正・追加された主な箇所についてまとめたものです。改訂内容の全てについて記載したものではありませんので、詳細については、本書の本文上でご確認ください。

11. 索引

はじめに

H8/36109 グループは、高速 H8/300H CPU をコアにして、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。H8/300H CPU は、H8/300 CPU と互換性のある命令体系を備えています。

対象者 このマニュアルは、H8/36109 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、H8/36109 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にしています。
なお、実行命令の詳細については、「H8/300H シリーズ プログラミングマニュアル」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。
目次にしたが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「H8/300Hシリーズ プログラミングマニュアル」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。
本書の後ろに、「索引」があります。索引からページ番号を検索してください。
「第22章 レジスタ一覧」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

- レジスタ表記** : シリアルコミュニケーションインタフェースなど、同一または類似した機能が複数チャンネルに存在する場合に次の表記を使用します。
XXX_N (XXXは基本レジスタ名称、Nはチャンネル番号)
- ビット表記順** : 左側が上位ビット、右側が下位ビット
- 数字の表記** : 2進数はB'xxxx、16進数はH'xxxx、10進数はxxxx
- 信号の表記** : ローアクティブの信号にはオーバーバーを付けます。 $\overline{\text{xxxx}}$

ご注意

オンチップエミュレータ (E7、E8、E8a) を使用して H8/36109 のプログラム開発、デバッグを行う場合、以下の制限事項がありますのでご注意ください。

1. $\overline{\text{NMI}}$ 端子はE7、E8、E8aで占有するため使用できません。
2. P85、P86、P87端子も使用できません。使用する場合はユーザ基板上に追加ハードウェアが必要となります。
3. アドレスH'01F000 ~ H'01FFFF領域はE7、E8、E8aで使用するためユーザはこの領域は使用できません。
4. アドレスHF780 ~ HF7BF領域は絶対にアクセスしないでください。
5. E7、E8、E8aを使用する場合、アドレスブレークをE7、E8、E8aが使用するか、ユーザに開放するか設定可能になっています。E7、E8、E8aがアドレスブレークを使用する場合、ユーザはアドレスブレークの制御レジスタをアクセスしないでください。
6. E7、E8、E8a使用時、 $\overline{\text{NMI}}$ 端子は入出力 (出力時はオープンドレイン)、P85端子およびP87端子は入力、P86端子は出力になります。
7. ブートモードによるオンポートプログラミングモードでは、SCI3のチャンネル1 (P21/RXD、P22/TXD) を使用します。

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/>)

• H8/36109グループに関するユーザズマニュアル

資料名	資料番号
H8/36109 グループ ハードウェアマニュアル	本マニュアル
H8/300H シリーズ プログラミングマニュアル	RJJ09B0141

• 開発ツール関連ユーザズマニュアル

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 ユーザズマニュアル	RJJ10J2552
H8S、H8/300 シリーズ シミュレータ・デバッグユーザズマニュアル	RJJ10B0219
High-Performance Embedded Workshop ユーザズマニュアル	R20UT0372JJ0100

• 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
単一電源版 F-ZTAT マイコンオンボード書き込み	ADJ - 502 - 069

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

1.	概要	1-1
1.1	特長	1-1
1.2	内部ブロック図	1-3
1.3	ピン配置図	1-4
1.4	端子機能	1-6
2.	CPU	2-1
2.1	アドレス空間とメモリマップ	2-2
2.2	レジスタ構成	2-3
2.2.1	汎用レジスタ	2-3
2.2.2	プログラムカウンタ (PC)	2-4
2.2.3	コンディションコードレジスタ (CCR)	2-5
2.3	データ形式	2-6
2.3.1	汎用レジスタのデータ形式	2-6
2.3.2	メモリ上のデータ形式	2-7
2.4	命令セット	2-8
2.4.1	命令の機能別一覧	2-8
2.4.2	命令の基本フォーマット	2-16
2.5	アドレッシングモードと実効アドレス	2-17
2.5.1	アドレッシングモード	2-17
2.5.2	実効アドレスの計算方法	2-19
2.6	基本バスサイクル	2-22
2.6.1	内蔵メモリ (RAM、ROM)	2-22
2.6.2	内蔵周辺モジュール	2-23
2.7	CPUの状態	2-24
2.8	使用上の注意事項	2-25
2.8.1	空きエリアへのデータアクセス	2-25
2.8.2	EEPMOV 命令	2-25
2.8.3	ビット操作命令	2-25
3.	例外処理	3-1
3.1	例外処理要因とベクタアドレス	3-2
3.2	レジスタの説明	3-4
3.2.1	割り込みエッジセレクトレジスタ 1 (IEGR1)	3-4

3.2.2	割り込みエッジセレクトレジスタ 2 (IEGR2)	3-5
3.2.3	割り込みイネーブルレジスタ 1 (IENR1)	3-6
3.2.4	割り込みイネーブルレジスタ 2 (IENR2)	3-7
3.2.5	割り込みフラグレジスタ 1 (IRR1)	3-8
3.2.6	割り込みフラグレジスタ 2 (IRR2)	3-9
3.2.7	ウェイクアップ割り込みフラグレジスタ (IWPR)	3-10
3.2.8	割り込みコントロールレジスタ A~D (ICRA~ICRD)	3-11
3.3	リセット例外処理	3-11
3.4	割り込み例外処理	3-12
3.4.1	外部割り込み要求	3-12
3.4.2	内部割り込み要求	3-14
3.4.3	割り込み処理シーケンス	3-14
3.4.4	割り込み応答時間	3-18
3.5	使用上の注意事項	3-19
3.5.1	リセット直後の割り込み要求	3-19
3.5.2	スタック領域のアクセス	3-19
3.5.3	ポートモードレジスタを書き換える際の注意事項	3-19
4.	アドレスブレイク	4-1
4.1	レジスタの説明	4-2
4.1.1	アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)	4-2
4.1.2	アドレスブレイクステータスレジスタ (ABRKSR)	4-3
4.1.3	ブレイクアドレスレジスタ E、H、L (BARE、BARH、BARL)	4-3
4.1.4	ブレイクデータレジスタ H、L (BDRH、BDRL)	4-4
4.2	動作説明	4-4
5.	クロック発振器	5-1
5.1	特長	5-2
5.2	レジスタの説明	5-2
5.2.1	RC コントロールレジスタ (RCCR)	5-2
5.2.2	RC トリミングデータプロテクトレジスタ (RCTRMDPR)	5-3
5.2.3	RC トリミングデータレジスタ (RCTRMDR)	5-4
5.2.4	クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)	5-5
5.3	システムクロック発振器	5-6
5.3.1	システムクロック状態遷移	5-6
5.3.2	システムクロック切り替えフロー	5-7
5.3.3	クロック切り替えタイミング	5-9
5.4	オンチップオシレータのトリミング	5-11
5.5	外部発振器	5-13
5.5.1	水晶発振子を接続する方法	5-13

5.5.2	セラミック発振子を接続する方法	5-14
5.5.3	外部クロックを入力する方法	5-14
5.6	サブクロック発振器	5-15
5.6.1	32.768kHz 水晶発振子を接続する方法	5-15
5.6.2	サブクロックを使用しない場合の端子処理	5-16
5.7	プリスケアラ	5-16
5.7.1	プリスケアラ S	5-16
5.7.2	プリスケアラ W	5-16
5.8	使用上の注意事項	5-17
5.8.1	発振子に関する注意事項	5-17
5.8.2	ボード設計上の注意事項	5-17
6.	低消費電力モード	6-1
6.1	レジスタの説明	6-2
6.1.1	システムコントロールレジスタ 1 (SYSCR1)	6-2
6.1.2	システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)	6-4
6.1.3	システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)	6-4
6.1.4	モジュールスタンバイコントロールレジスタ 1 (MSTCR1)	6-5
6.1.5	モジュールスタンバイコントロールレジスタ 2 (MSTCR2)	6-5
6.1.6	モジュールスタンバイコントロールレジスタ 4 (MSTCR4)	6-6
6.2	モード間遷移とLSIの状態	6-7
6.2.1	スリープモード	6-9
6.2.2	スタンバイモード	6-9
6.2.3	サブスリープモード	6-10
6.2.4	サブアクティブモード	6-10
6.3	アクティブモードの動作周波数	6-10
6.4	直接遷移	6-11
6.4.1	アクティブモードからサブアクティブモードへの直接遷移時間	6-11
6.4.2	サブアクティブモードからアクティブモードへの直接遷移時間	6-12
6.5	モジュールスタンバイ機能	6-12
7.	ROM	7-1
7.1	ブロック構成	7-2
7.2	レジスタの説明	7-3
7.2.1	フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)	7-3
7.2.2	フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)	7-4
7.2.3	ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)	7-4
7.2.4	フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)	7-4
7.2.5	フラッシュメモリイネーブルレジスタ (FENR)	7-5
7.3	オンボードプログラミング	7-5

7.3.1	ブートモード	7-6
7.3.2	ユーザモードでの書き込み / 消去	7-8
7.4	書き込み / 消去プログラム	7-9
7.4.1	プログラム / プログラムベリファイ	7-9
7.4.2	イレース / イレースベリファイ	7-12
7.4.3	フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み	7-12
7.5	書き込み / 消去プロテクト	7-14
7.5.1	ハードウェアプロテクト	7-14
7.5.2	ソフトウェアプロテクト	7-14
7.5.3	エラープロテクト	7-14
7.6	ライターモード	7-15
7.7	フラッシュメモリの低消費電力動作	7-15
8.	RAM	8-1
9.	I/O ポート	9-1
9.1	ポート1	9-1
9.1.1	ポートモードレジスタ 1 (PMR1)	9-2
9.1.2	ポートコントロールレジスタ 1 (PCR1)	9-3
9.1.3	ポートデータレジスタ 1 (PDR1)	9-3
9.1.4	ポートプルアップコントロールレジスタ 1 (PUCR1)	9-3
9.1.5	端子機能	9-4
9.2	ポート2	9-5
9.2.1	ポートコントロールレジスタ 2 (PCR2)	9-6
9.2.2	ポートデータレジスタ 2 (PDR2)	9-6
9.2.3	ポートモードレジスタ 3 (PMR3)	9-6
9.2.4	端子機能	9-7
9.3	ポート3	9-9
9.3.1	ポートコントロールレジスタ 3 (PCR3)	9-9
9.3.2	ポートデータレジスタ 3 (PDR3)	9-10
9.3.3	端子機能	9-10
9.4	ポート5	9-12
9.4.1	ポートモードレジスタ 5 (PMR5)	9-12
9.4.2	ポートコントロールレジスタ 5 (PCR5)	9-13
9.4.3	ポートデータレジスタ 5 (PDR5)	9-13
9.4.4	ポートプルアップコントロールレジスタ 5 (PUCR5)	9-14
9.4.5	端子機能	9-14
9.5	ポート7	9-16
9.5.1	ポートコントロールレジスタ 7 (PCR7)	9-16
9.5.2	ポートデータレジスタ 7 (PDR7)	9-17

9.5.3	端子機能	9-17
9.6	ポート8	9-19
9.6.1	ポートコントロールレジスタ 8 (PCR8)	9-19
9.6.2	ポートデータレジスタ 8 (PDR8)	9-19
9.6.3	端子機能	9-20
9.7	ポートC	9-20
9.7.1	ポートコントロールレジスタ C (PCRC)	9-21
9.7.2	ポートデータレジスタ C (PDRC)	9-21
9.7.3	端子機能	9-21
9.8	ポートD	9-22
9.8.1	ポートコントロールレジスタ D (PCRD)	9-23
9.8.2	ポートデータレジスタ D (PDRD)	9-23
9.8.3	端子機能	9-24
9.9	ポートE	9-28
9.9.1	ポートコントロールレジスタ E (PCRE)	9-28
9.9.2	ポートデータレジスタ E (PDRE)	9-29
9.9.3	端子機能	9-29
9.10	ポートF	9-33
9.10.1	ポートデータレジスタ F (PDRF)	9-34
9.10.2	ポートモードレジスタ F (PMRF)	9-34
9.10.3	端子機能	9-34
9.11	ポートG	9-36
9.11.1	ポートコントロールレジスタ G (PCRG)	9-37
9.11.2	ポートデータレジスタ G (PDRG)	9-37
9.11.3	ポートモードレジスタ G (PMRG)	9-38
9.11.4	端子機能	9-38
9.12	ポートH	9-41
9.12.1	ポートコントロールレジスタ H (PCRH)	9-41
9.12.2	ポートデータレジスタ H (PDRH)	9-42
9.12.3	端子機能	9-42
9.13	ポートJ	9-45
9.13.1	ポートコントロールレジスタ J (PCRJ)	9-45
9.13.2	ポートデータレジスタ J (PDRJ)	9-46
9.13.3	端子機能	9-46
10.	リアルタイムクロック (RTC)	10-1
10.1	特長	10-1
10.2	入出力端子	10-2
10.3	レジスタの説明	10-2
10.3.1	秒データレジスタ / フリーランカウンタデータレジスタ (RSECDR)	10-2

10.3.2	分データレジスタ (RMINDR)	10-3
10.3.3	時データレジスタ (RHRDR)	10-3
10.3.4	曜日データレジスタ (RWKDR)	10-4
10.3.5	RTC コントロールレジスタ 1 (RTCCR1)	10-5
10.3.6	RTC コントロールレジスタ 2 (RTCCR2)	10-6
10.3.7	クロックソースセレクトレジスタ (RTCCSR)	10-7
10.4	RTCの動作	10-8
10.4.1	電源投入後のレジスタの初期設定	10-8
10.4.2	初期設定手順	10-8
10.4.3	時刻読み出し手順	10-9
10.5	割り込み要因	10-10
11.	タイマ B1	11-1
11.1	特長	11-1
11.2	入出力端子	11-2
11.3	レジスタの説明	11-2
11.3.1	タイマモードレジスタ B1 (TMB1)	11-2
11.3.2	タイマカウンタ B1 (TCB1)	11-3
11.3.3	タイマロードレジスタ B1 (TLB1)	11-3
11.4	動作説明	11-3
11.4.1	インターバルタイマの動作	11-3
11.4.2	オートリロードタイマの動作	11-3
11.4.3	イベントカウンタ	11-4
11.5	タイマB1の動作モード	11-4
12.	タイマ V	12-1
12.1	特長	12-1
12.2	入出力端子	12-3
12.3	レジスタの説明	12-3
12.3.1	タイマカウンタ V (TCNTV)	12-3
12.3.2	タイムコンスタントレジスタ A、B (TCORA、TCORB)	12-3
12.3.3	タイマコントロールレジスタ V0 (TCRV0)	12-4
12.3.4	タイマコントロール/ステータスレジスタ V (TCSR V)	12-5
12.3.5	タイマコントロールレジスタ V1 (TCRV1)	12-6
12.4	動作説明	12-7
12.4.1	タイマ V の動作	12-7
12.5	タイマVの使用例	12-10
12.5.1	任意のデューティパルス出力	12-10
12.5.2	TRGV 入力から任意の遅延時間と任意のパルス幅のパルス出力	12-11
12.6	使用上の注意事項	12-12

13.	タイマ RC	13-1
13.1	特長	13-1
13.2	入出力端子	13-4
13.3	レジスタの説明	13-4
13.3.1	タイマ RC モードレジスタ (TRCMR)	13-5
13.3.2	タイマ RC コントロールレジスタ 1 (TRCCR1)	13-6
13.3.3	タイマ RC コントロールレジスタ 2 (TRCCR2)	13-7
13.3.4	タイマ RC インタラプトイネーブルレジスタ (TRCIER)	13-8
13.3.5	タイマ RC ステータスレジスタ (TRCSR)	13-8
13.3.6	タイマ RC I/O コントロールレジスタ 0 (TRCIOR0)	13-10
13.3.7	タイマ RC I/O コントロールレジスタ 1 (TRCIOR1)	13-11
13.3.8	タイマ RC アウトプットイネーブルレジスタ (TRCOER)	13-12
13.3.9	タイマ RC デジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)	13-13
13.3.10	タイマ RC カウンタ (TRCCNT)	13-13
13.3.11	ジェネラルレジスタ A、B、C、D (GRA、GRB、GRC、GRD)	13-14
13.4	動作説明	13-15
13.4.1	タイマモード動作	13-16
13.4.2	PWM モード動作	13-20
13.4.3	PWM2 モード動作	13-25
13.4.4	インプットキャプチャ入力デジタルフィルタ機能	13-30
13.5	動作タイミング	13-31
13.5.1	TRCCNT のカウントタイミング	13-31
13.5.2	アウトプットコンペア出力タイミング	13-32
13.5.3	インプットキャプチャタイミング	13-33
13.5.4	コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング	13-33
13.5.5	バッファ動作タイミング	13-34
13.5.6	コンペアマッチ時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング	13-35
13.5.7	インプットキャプチャ時のフラグセットタイミング	13-36
13.5.8	ステータスフラグのクリアタイミング	13-36
13.6	使用上の注意事項	13-37
14.	タイマ RD	14-1
14.1	特長	14-1
14.2	入出力端子	14-7
14.3	レジスタの説明	14-7
14.3.1	タイマ RD スタートレジスタ (TRDSTR)	14-9
14.3.2	タイマ RD モードレジスタ (TRDMDR)	14-12
14.3.3	タイマ RD PWM モードレジスタ (TRDPMR)	14-13
14.3.4	タイマ RD ファンクションコントロールレジスタ (TRDFCR)	14-14
14.3.5	タイマ RD アウトプットマスタイネーブルレジスタ 1 (TRDOER1)	14-15

14.3.6	タイマ RD アウトプットマスタイネーブルレジスタ 2 (TRDOER2)	14-16
14.3.7	タイマ RD アウトプットコントロールレジスタ (TRDOCR)	14-17
14.3.8	タイマ RD カウンタ (TRDCNT)	14-18
14.3.9	ジェネラルレジスタ A、B、C、D (GRA、GRB、GRC、GRD)	14-18
14.3.10	タイマ RD コントロールレジスタ (TRDCR)	14-19
14.3.11	タイマ RD I/O コントロールレジスタ (TRDIORA、TRDIORC)	14-20
14.3.12	タイマ RD ステータスレジスタ (TRDSR)	14-23
14.3.13	タイマ RD インタラプトイネーブルレジスタ (TRDIER)	14-25
14.3.14	PWM モードアウトプットレベルコントロールレジスタ (POCR)	14-25
14.3.15	タイマ RD デジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRDDF)	14-26
14.3.16	CPU とのインタフェース	14-27
14.4	動作説明	14-28
14.4.1	カウンタの動作	14-31
14.4.2	コンペアマッチによる波形出力機能	14-34
14.4.3	インプットキャプチャ機能	14-37
14.4.4	同期動作	14-40
14.4.5	PWM モード	14-41
14.4.6	リセット同期 PWM モード	14-47
14.4.7	相補 PWM モード	14-51
14.4.8	PWM3 モード	14-57
14.4.9	バッファ動作	14-60
14.4.10	タイマ RD 出力タイミング	14-68
14.4.11	インプットキャプチャ入力デジタルフィルタ機能	14-71
14.4.12	GR 対象出力端子可変機能	14-72
14.5	割り込み要求	14-74
14.5.1	ステータスフラグのセットタイミング	14-74
14.5.2	ステータスフラグのクリアタイミング	14-76
14.6	使用上の注意事項	14-77
15.	ウォッチドッグタイマ	15-1
15.1	特長	15-1
15.2	レジスタの説明	15-1
15.2.1	タイマコントロール/ステータスレジスタ WD (TCSRWD)	15-2
15.2.2	タイマカウンタ WD (TCWD)	15-3
15.2.3	タイマモードレジスタ WD (TMWD)	15-3
15.3	動作説明	15-4
16.	14 ビット PWM	16-1
16.1	特長	16-1
16.2	入出力端子	16-2

16.3	レジスタの説明	16-2
16.3.1	PWM コントロールレジスタ (PWCR)	16-2
16.3.2	PWM データレジスタ U、L (PWDRU、PWDRL)	16-3
16.4	動作説明	16-3
17.	シリアルコミュニケーションインタフェース 3 (SCI3)	17-1
17.1	特長	17-1
17.2	入出力端子	17-4
17.3	レジスタの説明	17-5
17.3.1	レシーブシフトレジスタ (RSR)	17-5
17.3.2	レシーブデータレジスタ (RDR)	17-5
17.3.3	トランスミットシフトレジスタ (TSR)	17-5
17.3.4	トランスミットデータレジスタ (TDR)	17-5
17.3.5	シリアルモードレジスタ (SMR)	17-6
17.3.6	シリアルコントロールレジスタ 3 (SCR3)	17-7
17.3.7	シリアルステータスレジスタ (SSR)	17-8
17.3.8	ビットレートレジスタ (BRR)	17-9
17.4	調歩同期式モードの動作説明	17-13
17.4.1	クロック	17-13
17.4.2	SCI3 の初期化	17-14
17.4.3	データ送信	17-15
17.4.4	データ受信	17-17
17.5	クロック同期式モードの動作説明	17-20
17.5.1	クロック	17-20
17.5.2	SCI3 の初期化	17-20
17.5.3	データ送信	17-21
17.5.4	データ受信	17-23
17.5.5	データ送受信同時動作	17-25
17.6	マルチプロセッサ通信機能	17-26
17.6.1	マルチプロセッサデータ送信	17-27
17.6.2	マルチプロセッサデータ受信	17-28
17.7	割り込み要求	17-30
17.8	使用上の注意事項	17-31
17.8.1	ブレークの検出と処理について	17-31
17.8.2	マーク状態とブレークの送出	17-31
17.8.3	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)	17-31
17.8.4	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	17-32
18.	I ² C バスインタフェース 2 (IIC2)	18-1
18.1	特長	18-1

18.2	入出力端子	18-3
18.3	レジスタの説明	18-3
18.3.1	I ² C バスコントロールレジスタ 1 (ICCR1)	18-4
18.3.2	I ² C バスコントロールレジスタ 2 (ICCR2)	18-5
18.3.3	I ² C バスモードレジスタ (ICMR)	18-7
18.3.4	I ² C バスインタラプトイネーブルレジスタ (ICIER)	18-8
18.3.5	I ² C バスステータスレジスタ (ICSR)	18-10
18.3.6	スレーブアドレスレジスタ (SAR)	18-12
18.3.7	I ² C バス送信データレジスタ (ICDRT)	18-12
18.3.8	I ² C バス受信データレジスタ (ICDRR)	18-12
18.3.9	I ² C バスシフトレジスタ (ICDRS)	18-12
18.4	動作説明	18-13
18.4.1	I ² C バスフォーマット	18-13
18.4.2	マスタ送信動作	18-14
18.4.3	マスタ受信動作	18-16
18.4.4	スレーブ送信動作	18-18
18.4.5	スレーブ受信動作	18-20
18.4.6	クロック同期式シリアルフォーマット	18-22
18.4.7	ノイズ除去回路	18-24
18.4.8	使用例	18-25
18.5	割り込み要求	18-29
18.6	ビット同期回路	18-30
18.7	使用上の注意事項	18-31
18.7.1	マルチマスタで使用時の転送レート設定値の制限について	18-31
18.7.2	マルチマスタで使用時の MST、TRS 設定時のビット操作命令使用制限について	18-31
18.7.3	マスタ受信モードの注意事項について	18-31
18.7.4	I ² C バスインタフェースモードのマスタ受信モード時の注意事項	18-31
18.7.5	I ² C バス動作中における ICE および IICRST のアクセス	18-32
18.7.6	マスタ送信モードで停止条件を発行する際の注意事項	18-33
19.	A/D 変換器	19-1
19.1	特長	19-1
19.2	入出力端子	19-3
19.3	レジスタの説明	19-3
19.3.1	A/D データレジスタ A ~ D (ADDRA ~ ADDRD)	19-4
19.3.2	A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)	19-4
19.3.3	A/D コントロールレジスタ (ADCR)	19-6
19.4	動作説明	19-7
19.4.1	単一モード	19-7
19.4.2	スキャンモード	19-7

19.4.3	入力サンプリングと A/D 変換時間	19-8
19.4.4	外部トリガ入力タイミング	19-9
19.5	A/D変換精度の定義	19-9
19.6	使用上の注意事項	19-11
19.6.1	許容信号源インピーダンスについて	19-11
19.6.2	絶対精度への影響について	19-11
19.6.3	アナログ端子についての注意	19-11
20.	バンドギャップ回路【標準】、パワーオンリセット&低電圧検出回路【オプション】	20-1
20.1	特長	20-1
20.2	レジスタの説明	20-3
20.2.1	低電圧検出コントロールレジスタ (LVDCR)	20-3
20.2.2	低電圧検出ステータスレジスタ (LVDSR)	20-4
20.3	動作説明	20-5
20.3.1	パワーオンリセット回路	20-5
20.3.2	低電圧検出回路	20-6
21.	電源回路	21-1
21.1	内部電源降圧回路を使用する場合	21-1
21.2	内部電源降圧回路を使用しない場合	21-2
22.	レジスタ一覧	22-1
22.1	レジスタアドレス一覧 (アドレス順)	22-2
22.2	レジスタビット一覧	22-11
22.3	各動作モードにおけるレジスタの状態	22-18
23.	電気的特性	23-1
23.1	絶対最大定格	23-1
23.2	電気的特性 (F-ZTAT™版)	23-2
23.2.1	電源電圧と動作範囲	23-2
23.2.2	DC 特性	23-4
23.2.3	AC 特性	23-10
23.2.4	A/D 変換特性	23-14
23.2.5	ウォッチドッグタイマ特性	23-15
23.2.6	フラッシュメモリ特性	23-16
23.2.7	電源電圧検出回路特性 【オプション】	23-17
23.2.8	パワーオンリセット特性 【オプション】	23-17
23.3	タイミング図	23-18
23.4	出力負荷条件	23-20

付録	付録-1
A. 命令	付録-1
A.1 命令一覧	付録-1
A.2 オペレーションコードマップ	付録-16
A.3 命令実行ステート数	付録-19
A.4 命令とアドレッシングモードの組み合わせ	付録-28
B. I/Oポート	付録-29
B.1 I/Oポートブロック図	付録-29
C. 型名一覧	付録-48
D. 外形寸法図	付録-49
本版で改訂された箇所	改訂-1
索引	索引-1

図目次

1. 概要	
図 1.1 内部ブロック図	1-3
図 1.2 ピン配置図 (FP-100A)	1-4
図 1.3 ピン配置図 (FP-100U)	1-5
2. CPU	
図 2.1 メモリマップ	2-2
図 2.2 CPU 内部レジスタ構成	2-3
図 2.3 汎用レジスタの使用法	2-4
図 2.4 スタックポインタとスタック領域の関係	2-4
図 2.5 汎用レジスタのデータ形式 (1)	2-6
図 2.5 汎用レジスタのデータ形式 (2)	2-6
図 2.6 メモリ上でのデータ形式	2-7
図 2.7 命令フォーマット	2-16
図 2.8 メモリ間接による分岐アドレスの指定	2-19
図 2.9 内蔵メモリアクセスサイクル	2-22
図 2.10 内蔵周辺モジュールアクセスサイクル (3 ステートアクセスの場合)	2-23
図 2.11 CPU の状態の分類	2-24
図 2.12 状態遷移図	2-24
図 2.13 同一アドレスに割付けられた 2 つのレジスタを持つタイマの構成例	2-26
3. 例外処理	
図 3.1 リセット例外処理シーケンス	3-13
図 3.2 割り込み受け付けフロー	3-15
図 3.3 割り込み例外処理終了後のスタック状態	3-16
図 3.4 割り込み要求シーケンス	3-17
図 3.5 ポートモードレジスタ操作と割り込み要求フラグのクリア手順	3-19
4. アドレスブレーク	
図 4.1 アドレスブレークブロック図	4-1
図 4.2 アドレスブレーク割り込み動作例 (1)	4-4
図 4.2 アドレスブレーク割り込み動作例 (2)	4-5
5. クロック発振器	
図 5.1 クロック発生回路のブロック図	5-1
図 5.2 LSI のシステムクロック状態遷移図	5-6
図 5.3 オンチップオシレータクロックから外部クロックへの切り替えフロー	5-7
図 5.4 外部クロックからオンチップオシレータクロックへの切り替えフロー	5-8
図 5.5 オンチップオシレータクロックから外部クロックへ切り替えのタイミング	5-9
図 5.6 外部クロックからオンチップオシレータクロックへ切り替えのタイミング	5-10
図 5.7 オンチップオシレータトリミングフロー例	5-11
図 5.8 オンチップオシレータトリミングタイミングチャート	5-12
図 5.9 外部発振器のブロック図	5-13

図 5.10	水晶発振子の接続例	5-13
図 5.11	水晶発振子の等価回路	5-13
図 5.12	セラミック発振子の接続例	5-14
図 5.13	外部クロックを入力する場合の接続例	5-14
図 5.14	サブクロック発振器ブロック図	5-15
図 5.15	32.768kHz 水晶発振子の接続例	5-15
図 5.16	32.768kHz 水晶発振子の等価回路	5-15
図 5.17	サブクロックを必要としない場合の端子処理	5-16
図 5.18	発振回路のボード設計に関する注意事項	5-17
6.	低消費電力モード	
図 6.1	モード遷移図	6-7
7.	ROM	
図 7.1	フラッシュメモリのブロック構成	7-2
図 7.2	ユーザモードにおける書き込み / 消去例	7-8
図 7.3	プログラム / プログラムベリファイフロー	7-10
図 7.4	イレース / イレースベリファイフロー	7-13
9.	I/O ポート	
図 9.1	ポート 1 の端子構成	9-1
図 9.2	ポート 2 の端子構成	9-5
図 9.3	ポート 3 の端子構成	9-9
図 9.4	ポート 5 の端子構成	9-12
図 9.5	ポート 7 の端子構成	9-16
図 9.6	ポート 8 の端子構成	9-19
図 9.7	ポート C の端子構成	9-20
図 9.8	ポート D の端子構成	9-22
図 9.9	ポート E の端子構成	9-28
図 9.10	ポート F の端子構成	9-33
図 9.11	ポート G の端子構成	9-36
図 9.12	ポート H の端子構成	9-41
図 9.13	ポート J の端子構成	9-45
10.	リアルタイムクロック (RTC)	
図 10.1	RTC のブロック図	10-1
図 10.2	時間表現の定義	10-5
図 10.3	初期設定手順	10-8
図 10.4	正しい時刻を得られない場合の例	10-9
11.	タイマ B1	
図 11.1	タイマ B1 ブロック図	11-1
12.	タイマ V	
図 12.1	タイマ V のブロック図	12-2
図 12.2	内部クロック動作時のカウントタイミング	12-7
図 12.3	外部クロック動作時のカウントタイミング	12-8
図 12.4	OVF のセットタイミング	12-8
図 12.5	CMFA と CMFB のセットタイミング	12-8

図 12.6	TMOV 出力タイミング	12-9
図 12.7	コンペアマッチによるクリアタイミング	12-9
図 12.8	TMRIV 入力によるクリアタイミング	12-9
図 12.9	パルス出力例	12-10
図 12.10	TRGV 入力に同期したパルス出力例	12-11
図 12.11	TCNTV のライトとクリアの競合	12-12
図 12.12	TCORA へのライトとコンペアマッチの競合	12-13
図 12.13	内部クロックの切り替えと TCNTV 動作	12-13

13. タイマ RC

図 13.1	タイマ RC のブロック図	13-3
図 13.2	フリーランニングカウンタの動作	13-16
図 13.3	周期カウンタの動作	13-17
図 13.4	0 出力、1 出力の動作例 (TOA = 0、TOB = 1 の場合)	13-17
図 13.5	トグル出力の動作例 (TOA = 0、TOB = 1 の場合)	13-18
図 13.6	トグル出力の動作例 (TOA = 0、TOB = 1 の場合)	13-18
図 13.7	インプットキャプチャ動作例	13-19
図 13.8	バッファ動作例 (インプットキャプチャの場合)	13-20
図 13.9	PWM モード動作例 (1)	13-21
図 13.10	PWM モード動作例 (2)	13-21
図 13.11	バッファ動作例 (アウトプットコンペアの場合)	13-22
図 13.12	PWM モード動作例 (TOB、TOC、TOD = 0、初期出力 0 の場合)	13-23
図 13.13	PWM モード動作例 (TOB、TOC、TOD = 1、初期出力 1 の場合)	13-24
図 13.14	PWM2 モードのブロック図	13-25
図 13.15	PWM2 モードを使用したときの GRD、GRB バッファ動作タイミング (1)	13-26
図 13.16	PWM2 モードを使用したときの GRD、GRB バッファ動作タイミング (2)	13-26
図 13.17	TRGC 入力に同期した PWM2 モード動作例 (1)	13-27
図 13.18	TRGC 入力に同期した PWM2 モード動作例 (2)	13-28
図 13.19	PWM2 モード時のカウンタ停止動作例	13-28
図 13.20	PWM2 モード時ワンショットパルス波形出力動作例 (1)	13-29
図 13.21	PWM2 モード時ワンショットパルス波形出力動作例 (2)	13-29
図 13.22	デジタルフィルタ回路のブロック図	13-30
図 13.23	内部クロック動作時のカウントタイミング	13-31
図 13.24	外部クロック動作時のカウントタイミング	13-31
図 13.25	アウトプットコンペア出力タイミング	13-32
図 13.26	インプットキャプチャ入力信号タイミング	13-33
図 13.27	コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング	13-33
図 13.28	バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)	13-34
図 13.29	バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)	13-34
図 13.30	コンペアマッチ時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング	13-35
図 13.31	インプットキャプチャ発生時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング	13-36
図 13.32	CPU によるステータスフラグのクリアタイミング	13-36
図 13.33	TRCCNT のライトとクリアの競合	13-37
図 13.34	内部クロックの切り替えと TRCCNT 動作	13-38
図 13.35	コンペアマッチと TRCCR1 へのビット操作命令が競合した場合の例	13-39

14. タイマ RD

図 14.1	タイマ RD のブロック図	14-4
--------	---------------	------

図 14.2	タイマ RD (チャンネル 0) のブロック図	14-5
図 14.3	タイマ RD (チャンネル 1) のブロック図	14-6
図 14.4	カウンタ停止動作例 (1) (PWM3 モード時)	14-10
図 14.5	カウンタ停止動作例 (2) (PWM3 モード時)	14-10
図 14.6	カウンタ開始・停止例 (PWM3 モード時)	14-11
図 14.7	リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードの出力例	14-15
図 14.8	16 ビットレジスタのアクセス動作 (CPU TRDCNT (16 ビット))	14-27
図 14.9	8 ビットレジスタのアクセス動作 (CPU TRDSTR (8 ビット))	14-27
図 14.10	カウンタ動作の設定手順例	14-31
図 14.11	フリーランニングカウンタの動作	14-32
図 14.12	周期カウンタの動作	14-33
図 14.13	内部クロック動作時のカウントタイミング	14-33
図 14.14	外部クロック動作時のカウントタイミング (両エッジ検出の場合)	14-34
図 14.15	コンペアマッチによる波形出力動作例	14-34
図 14.16	0 出力、1 出力の動作例	14-35
図 14.17	トグル出力の動作例	14-35
図 14.18	アウトプットコンペア出力タイミング	14-36
図 14.19	インプットキャプチャ動作の設定手順例	14-37
図 14.20	インプットキャプチャ動作例	14-38
図 14.21	インプットキャプチャ信号タイミング	14-39
図 14.22	同期モードの設定手順例	14-40
図 14.23	同期動作例	14-41
図 14.24	PWM モードの設定手順例	14-42
図 14.25	PWM モードの動作例 (1)	14-43
図 14.26	PWM モードの動作例 (2)	14-44
図 14.27	PWM モードの動作例 (3)	14-45
図 14.28	PWM モードの動作例 (4)	14-46
図 14.29	リセット PWM モードの設定手順例	14-48
図 14.30	リセット同期 PWM モードの動作例 (OLS0 = OLS1 = 1 の場合)	14-49
図 14.31	リセット同期 PWM モードの動作例 (OLS0 = OLS1 = 0 の場合)	14-50
図 14.32	相補 PWM モードの設定手順例	14-52
図 14.33	相補 PWM モードの解除手順	14-53
図 14.34	相補 PWM モードの動作例 (1)	14-54
図 14.35	相補 PWM モードの動作例 (2)	14-55
図 14.36	オーバシュート時のタイミング	14-56
図 14.37	アンダシュート時のタイミング	14-56
図 14.38	PWM3 モードブロック図	14-58
図 14.39	PWM3 モードの設定手順例	14-59
図 14.40	ノンオーバーラップパルス出力例	14-60
図 14.41	コンペアバッファ動作	14-60
図 14.42	インプットキャプチャバッファ動作	14-61
図 14.43	バッファ動作の設定手順例	14-62
図 14.44	バッファ動作例 (1) (アウトプットコンペアレジスタに対するバッファ動作)	14-63
図 14.45	バッファ動作時のコンペアマッチタイミング例	14-64
図 14.46	バッファ動作例 (2) (インプットキャプチャレジスタに対するバッファ動作)	14-65
図 14.47	バッファ動作時のインプットキャプチャタイミング	14-65
図 14.48	バッファ動作例 (3) (相補 PWM モード時のバッファ動作 CMD1 = CMD0 = 1)	14-66
図 14.49	バッファ動作例 (4) (相補 PWM モード時のバッファ動作 CMD1 = 1、CMD0 = 0)	14-67

図 14.50	TRDOER1 へのライトによるタイマ RD 出力禁止タイミングの例	14-68
図 14.51	外部トリガによるタイマ RD 出力禁止タイミングの例	14-69
図 14.52	TRDFCR へのライトによるタイマ RD 出力レベル反転タイミングの例	14-69
図 14.53	POCR へのライトによるタイマ RD 出力レベル反転タイミングの例	14-70
図 14.54	デジタルフィルタ回路のブロック図	14-71
図 14.55	GR 対象出力端子可変機能ブロック図	14-72
図 14.56	FTIOA0、FTIOB0 端子からノンオーバーラップパルスを出力した例 (TRDCNT_0 を使用)	14-73
図 14.57	FTIOA1、FTIOB1 端子からノンオーバーラップパルスを出力した例 (TRDCNT_1 を使用)	14-73
図 14.58	コンペアマッチ時の IMF フラグのセットタイミング	14-74
図 14.59	インプットキャプチャ時の IMF フラグのセットタイミング	14-75
図 14.60	OVF フラグのセットタイミング	14-75
図 14.61	ステータスフラグのクリアタイミング	14-76
図 14.62	TRDCNT のライトとクリアの競合	14-77
図 14.63	TRDCNT のライトとカウンタアップの競合	14-78
図 14.64	GR のライトとコンペアマッチの競合	14-79
図 14.65	TRDCNT のライトとオーバフローの競合	14-80
図 14.66	GR のリードとインプットキャプチャの競合	14-81
図 14.67	インプットキャプチャによるカウントクリアとカウントアップの競合	14-82
図 14.68	GR のライトとインプットキャプチャの競合	14-83
図 14.69	コンペアマッチと TRDOCR へのビット操作命令が競合した場合の例	14-84
15. ウォッチドッグタイマ		
図 15.1	ウォッチドッグタイマのブロック図	15-1
図 15.2	ウォッチドッグタイマの動作例	15-4
16. 14 ビット PWM		
図 16.1	14 ビット PWM のブロック図	16-1
図 16.2	14 ビット PWM 出力波形	16-3
17. シリアルコミュニケーションインタフェース 3 (SCI3)		
図 17.1	SCI3 のブロック図	17-4
図 17.2	調歩同期式通信のデータフォーマット	17-13
図 17.3	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) (8 ビットデータ/パリティあり/2 ストップビットの例)	17-13
図 17.4	SCI3 を初期化するときのフローチャートの例	17-14
図 17.5	調歩同期式モードの送信時の動作例 (8 ビットデータ/パリティあり/1 ストップビットの例)	17-15
図 17.6	データ送信のフローチャートの例 (調歩同期式モード)	17-16
図 17.7	調歩同期式モードの受信時の動作例 (8 ビットデータ/パリティあり/1 ストップビットの例)	17-17
図 17.8	データ受信のフローチャートの例 (調歩同期式モード)	17-19
図 17.9	クロック同期式通信のデータフォーマット	17-20
図 17.10	クロック同期式モードの送信時の動作例	17-21
図 17.11	データ送信のフローチャートの例 (クロック同期式モード)	17-22
図 17.12	クロック同期式モードの受信時の動作例	17-23
図 17.13	データ受信フローチャートの例 (クロック同期式モード)	17-24

図 17.14	データ送受信同時動作のフローチャートの例(クロック同期モード)	17-25
図 17.15	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)	17-26
図 17.16	マルチプロセッサデータ送信のフローチャートの例	17-27
図 17.17	マルチプロセッサデータ受信のフローチャートの例	17-28
図 17.18	マルチプロセッサフォーマットの受信時の動作例 (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)	17-29
図 17.19	調歩同期モードの受信データサンプリングタイミング	17-32
18. I ² C バスインタフェース 2 (IIC2)		
図 18.1	I ² C バスインタフェース 2 のブロック図	18-2
図 18.2	入出力端子の外部回路接続例	18-3
図 18.3	I ² C バスフォーマット	18-13
図 18.4	I ² C バスタイミング	18-13
図 18.5	マスタ送信モード動作タイミング (1)	18-15
図 18.6	マスタ送信モード動作タイミング (2)	18-15
図 18.7	マスタ受信モード動作タイミング (1)	18-17
図 18.8	マスタ受信モード動作タイミング (2)	18-17
図 18.9	スレーブ送信モード動作タイミング (1)	18-19
図 18.10	スレーブ送信モード動作タイミング (2)	18-20
図 18.11	スレーブ受信モード動作タイミング (1)	18-21
図 18.12	スレーブ受信モード動作タイミング (2)	18-21
図 18.13	クロック同期式シリアル転送フォーマット	18-22
図 18.14	送信モード動作タイミング	18-23
図 18.15	受信モード動作タイミング	18-24
図 18.16	ノイズ除去回路のブロック図	18-24
図 18.17	マスタ送信モードのフローチャート例	18-25
図 18.18	マスタ受信モードのフローチャート例	18-26
図 18.19	スレーブ送信モードフローチャート例	18-27
図 18.20	スレーブ受信モードフローチャート例	18-28
図 18.21	ビット同期回路のタイミング	18-30
19. A/D 変換器		
図 19.1	A/D 変換器のブロック図	19-2
図 19.2	A/D 変換タイミング	19-8
図 19.3	外部トリガ入力タイミング	19-9
図 19.4	A/D 変換精度の定義 (1)	19-10
図 19.4	A/D 変換精度の定義 (2)	19-10
図 19.5	アナログ入力回路の例	19-11
20. バンドギャップ回路【標準】、パワーオンリセット&低電圧検出回路【オプション】		
図 20.1	BGR 位置付けブロック図	20-2
図 20.2	パワーオンリセット回路および低電圧検出回路ブロック図	20-2
図 20.3	パワーオンリセット回路動作タイミング	20-5
図 20.4	低電圧検出しリセット回路動作タイミング	20-6
図 20.5	低電圧検出割り込み回路動作タイミング	20-7

21. 電源回路

図 21.1 内部電源降圧回路を使用する場合の電源接続図	21-1
図 21.2 内部電源降圧回路を使用しない場合の電源接続図	21-2

23. 電気的特性

図 23.1 システムクロック入力タイミング	23-18
図 23.2 $\overline{\text{RES}}$ 端子 Low レベル幅タイミング	23-18
図 23.3 入力タイミング	23-18
図 23.4 I ² C バスインタフェース入出力タイミング	23-19
図 23.5 SCK3 入力クロックタイミング	23-19
図 23.6 SCI クロック同期式モード入出力タイミング	23-20
図 23.7 出力負荷回路	23-20

付録

図 B.1 ポート 1 ブロック図 (P17)	付録-29
図 B.2 ポート 1 ブロック図 (P16、P14)	付録-30
図 B.3 ポート 1 ブロック図 (P15)	付録-30
図 B.4 ポート 1 ブロック図 (P12)	付録-31
図 B.5 ポート 1 ブロック図 (P11)	付録-31
図 B.6 ポート 1 ブロック図 (P10)	付録-32
図 B.7 ポート 2 ブロック図 (P27、P26、P25、P24、P23)	付録-32
図 B.8 ポート 2 ブロック図 (P22)	付録-33
図 B.9 ポート 2 ブロック図 (P21)	付録-33
図 B.10 ポート 2 ブロック図 (P20)	付録-34
図 B.11 ポート 3 ブロック図 (P37、P36、P35、P34、P33、P32、P31、P30)	付録-34
図 B.12 ポート 5 ブロック図 (P57、P56)	付録-35
図 B.13 ポート 5 ブロック図 (P55、P54、P53、P52、P51、P50)	付録-35
図 B.14 ポート 7 ブロック図 (P77)	付録-36
図 B.15 ポート 7 ブロック図 (P76)	付録-36
図 B.16 ポート 7 ブロック図 (P75)	付録-37
図 B.17 ポート 7 ブロック図 (P74)	付録-37
図 B.18 ポート 7 ブロック図 (P72)	付録-38
図 B.19 ポート 7 ブロック図 (P71)	付録-38
図 B.20 ポート 7 ブロック図 (P70)	付録-39
図 B.21 ポート 8 ブロック図 (P87、P86、P85)	付録-39
図 B.22 ポート C ブロック図 (PC3、PC2、PC1、PC0)	付録-40
図 B.23 ポート D ブロック図 (PD7、PD6、PD5、PD4、PD3、PD2、PD1、PD0)	付録-40
図 B.24 ポート E ブロック図 (PE7、PE6、PE5、PE4、PE3、PE2、PE1、PE0)	付録-41
図 B.25 ポート F ブロック図 (PF7、PF6、PF5、PF4、PF3、PF2、PF1、PF0)	付録-41
図 B.26 ポート G ブロック図 (PG7、PG6、PG5)	付録-42
図 B.27 ポート G ブロック図 (PG4、PG3、PG2、PG1、PG0)	付録-42
図 B.28 ポート H ブロック図 (PH7、PH6、PH5、PH4)	付録-43
図 B.29 ポート H ブロック図 (PH3)	付録-43
図 B.30 ポート H ブロック図 (PH2)	付録-44
図 B.31 ポート H ブロック図 (PH1)	付録-44
図 B.32 ポート H ブロック図 (PH0)	付録-45
図 B.33 ポート J ブロック図 (PJ1)	付録-45

図 B.34	ポート J ブロック図 (PJ0)	付録-46
図 D.1	FP-100A 寸法図.....	付録-49
図 D.2	FP-100U 寸法図.....	付録-50

表目次

1. 概要	
表 1.1 端子機能	1-6
2. CPU	
表 2.1 オペレーションの記号	2-8
表 2.2 データ転送命令	2-9
表 2.3 算術演算命令	2-10
表 2.4 論理演算命令	2-11
表 2.5 シフト命令	2-11
表 2.6 ビット操作命令	2-12
表 2.7 分岐命令	2-14
表 2.8 システム制御命令	2-15
表 2.9 ブロック転送命令	2-15
表 2.10 アドレッシングモード一覧表	2-17
表 2.11 絶対アドレスのアクセス範囲	2-18
表 2.12 実効アドレスの計算方法 (1)	2-20
表 2.12 実効アドレスの計算方法 (2)	2-21
3. 例外処理	
表 3.1 例外処理要因とベクタアドレス	3-2
表 3.2 各割り込み要求と ICR の対応	3-11
表 3.3 割り込み要求待ちステート数	3-18
4. アドレスブレーク	
表 4.1 使用するデータバス	4-3
5. クロック発振器	
表 5.1 水晶発振子のパラメータ	5-14
6. 低消費電力モード	
表 6.1 動作周波数と待機時間	6-3
表 6.2 SLEEP 命令実行後の状態と割り込みによる復帰先	6-8
表 6.3 各動作モードでの LSI の状態	6-8
7. ROM	
表 7.1 プログラミングモード選択方法	7-5
表 7.2 ブートモードの動作	7-7
表 7.3 ビットレート自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数	7-7
表 7.4 再書き込みデータ演算表	7-11
表 7.5 追加書き込みデータ演算表	7-11
表 7.6 書き込み時間	7-11
表 7.7 フラッシュメモリの動作状態	7-15

10.	リアルタイムクロック (RTC)	
表 10.1	端子構成	10-2
表 10.2	割り込み要因	10-10
11.	タイマ B1	
表 11.1	端子構成	11-2
表 11.2	タイマ B1 の動作モード	11-4
12.	タイマ V	
表 12.1	端子構成	12-3
表 12.2	TCNTV に入力するクロックとカウント条件	12-4
13.	タイマ RC	
表 13.1	タイマ RC 機能一覧	13-2
表 13.2	端子構成	13-4
表 13.3	PWM2 モードの端子機能と GR の組み合わせ	13-25
14.	タイマ RD	
表 14.1	タイマ RD の機能一覧	14-2
表 14.2	タイマ RD のチャンネル構成	14-3
表 14.3	端子構成	14-7
表 14.4	FTIOB0 端子の初期出力レベル	14-42
表 14.5	リセット同期 PWM モード時の出力端子	14-47
表 14.6	リセット同期 PWM モード時のレジスタ設定	14-47
表 14.7	相補 PWM モード時の出力端子	14-51
表 14.8	相補 PWM モード時のレジスタ設定	14-51
表 14.9	PWM3 モードの端子機能と GR の組み合わせ	14-58
表 14.10	バッファ動作のレジスタの組み合わせ	14-60
16.	14 ビット PWM	
表 16.1	端子構成	16-2
17.	シリアルコミュニケーションインタフェース 3 (SCI3)	
表 17.1	SCI3 のチャンネル構成	17-2
表 17.2	端子構成	17-4
表 17.3	ビットレートに対する BRR の設定例 [調歩同期式モード]	17-10
表 17.4	各周波数における最大ビットレート [調歩同期式モード]	17-12
表 17.5	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]	17-12
表 17.6	SSR のステータスフラグの状態と受信データの転送	17-18
表 17.7	SCI3 の割り込み要求	17-30
18.	I ² C バスインタフェース 2 (IIC2)	
表 18.1	端子構成	18-3
表 18.2	転送レート	18-5
表 18.3	割り込み要求一覧	18-29
表 18.4	SCL をモニタする時間	18-30
19.	A/D 変換器	
表 19.1	端子構成	19-3

表 19.2	アナログ入力チャンネルと A/D データレジスタの対応.....	19-4
表 19.3	A/D 変換時間 (単一モード)	19-8
20.	バンドギャップ回路【標準】、パワーオンリセット&低電圧検出回路【オプション】	
表 20.1	LVDCCR の設定と選択機能.....	20-4
23.	電気的特性	
表 23.1	絶対最大定格	23-1
表 23.2	DC 特性 (1)	23-4
表 23.2	DC 特性 (2)	23-9
表 23.3	AC 特性	23-10
表 23.4	I ² C バスインタフェースタイミング	23-13
表 23.5	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) タイミング	23-13
表 23.6	A/D 変換器特性	23-14
表 23.7	ウォッチドッグタイマ特性.....	23-15
表 23.8	フラッシュメモリ特性	23-16
表 23.9	電源電圧検出回路特性	23-17
表 23.10	パワーオンリセット特性.....	23-17
付録		
表 A.1	命令セット一覧	付録-3
表 A.2	オペレーションコードマップ (1)	付録-16
表 A.2	オペレーションコードマップ (2)	付録-17
表 A.2	オペレーションコードマップ (3)	付録-18
表 A.3	実行状態 (サイクル) に要するステート数	付録-19
表 A.4	命令の実行状態 (サイクル数)	付録-20
表 A.5	命令とアドレッシングモードの組み合わせ	付録-28
表 B.2	各処理状態におけるポートの状態	付録-47

1. 概要

1.1 特長

- 16ビット高速H8/300H CPU
H8/300CPUとオブジェクトレベルで上位互換
汎用レジスタ：16ビット×16本
基本命令：62種類
- 豊富な周辺機能
RTC（フリーランカウンタとしても使用可能）
タイマB1（8ビットタイマ）
タイマV（8ビットタイマ）
タイマRC（16ビットタイマ）
タイマRD（16ビットタイマ）
14ビットPWM
ウォッチドッグタイマ
SCI3（調歩同期式またはクロック同期式シリアルコミュニケーションインタフェース）
I²Cバスインタフェース2（フィリップス社が提唱するI²Cバスインタフェース方式に準拠）
10ビットA/D変換器
POR/LVD（パワーオンリセット&低電圧検出回路）【オプション】
- 内蔵メモリ

製品分類		製品型名		ROM	RAM	備考
		標準品	パワーオンリセット&低電圧検出回路内蔵版			
フラッシュメモリ版 (F-ZTAT™版)	H8/36109F	HD64F36109	HD64F36109G	128K バイト	5K バイト	

【注】 F-ZTAT™は（株）ルネサス エレクトロニクスの商標です。

- 汎用入出力ポート
入出力ポート : 79本。このうち大電流ポート20本 ($I_{OL}=20\text{mA}$ @ $V_{OL}=1.5\text{V}$)
入力ポート : 8本 (アナログ入力端子兼用)
- 各種低消費電力モードをサポート
- 小型パッケージ

パッケージ	コード	ボディサイズ	ピンピッチ
QFP-100	FP-100A	20.0 × 14.0mm	0.65mm
LQFP-100	FP-100U	14.0 × 14.0mm	0.5mm

1.2 内部ブロック図

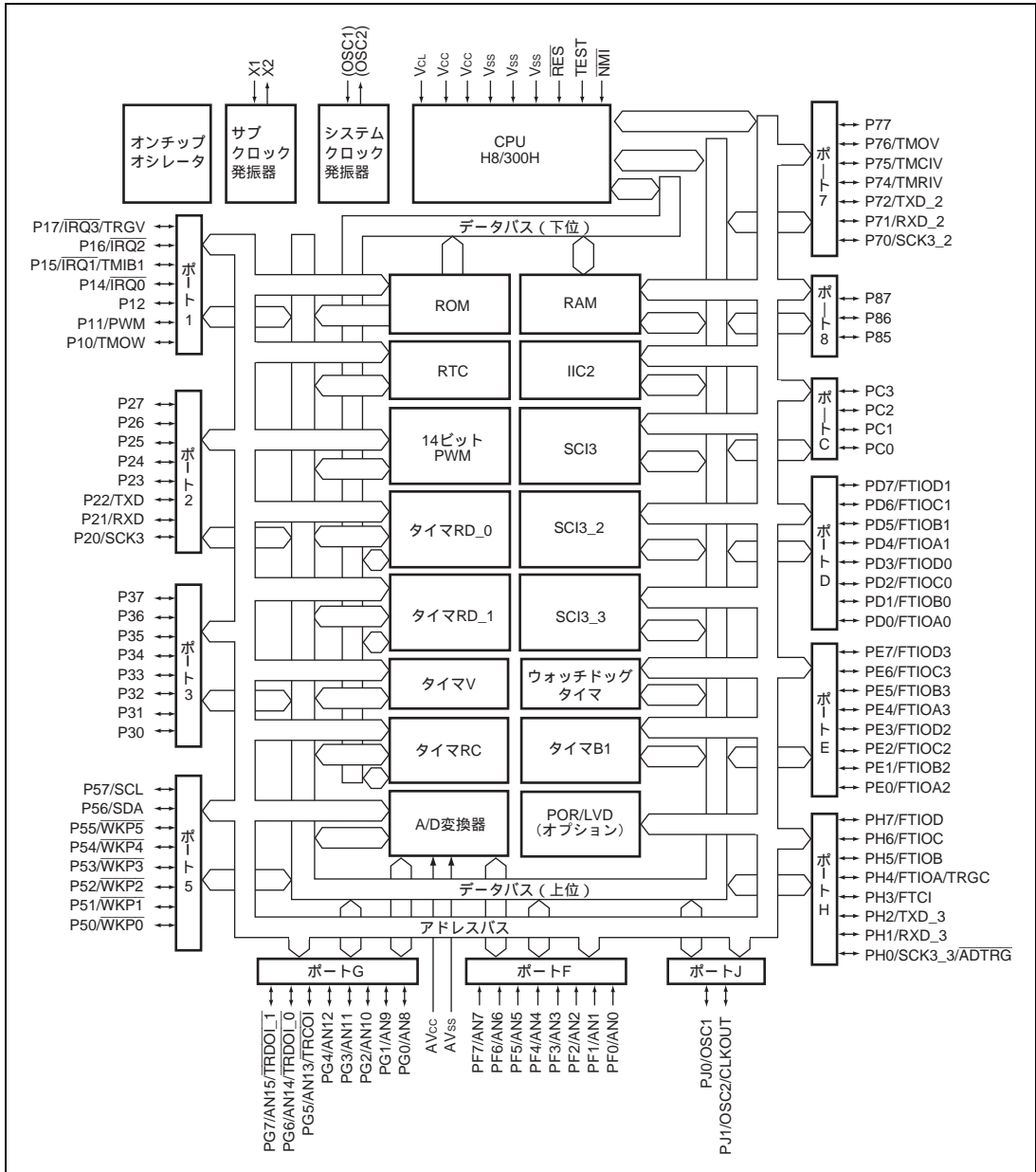


図 1.1 内部ブロック図

1.3 ピン配置図

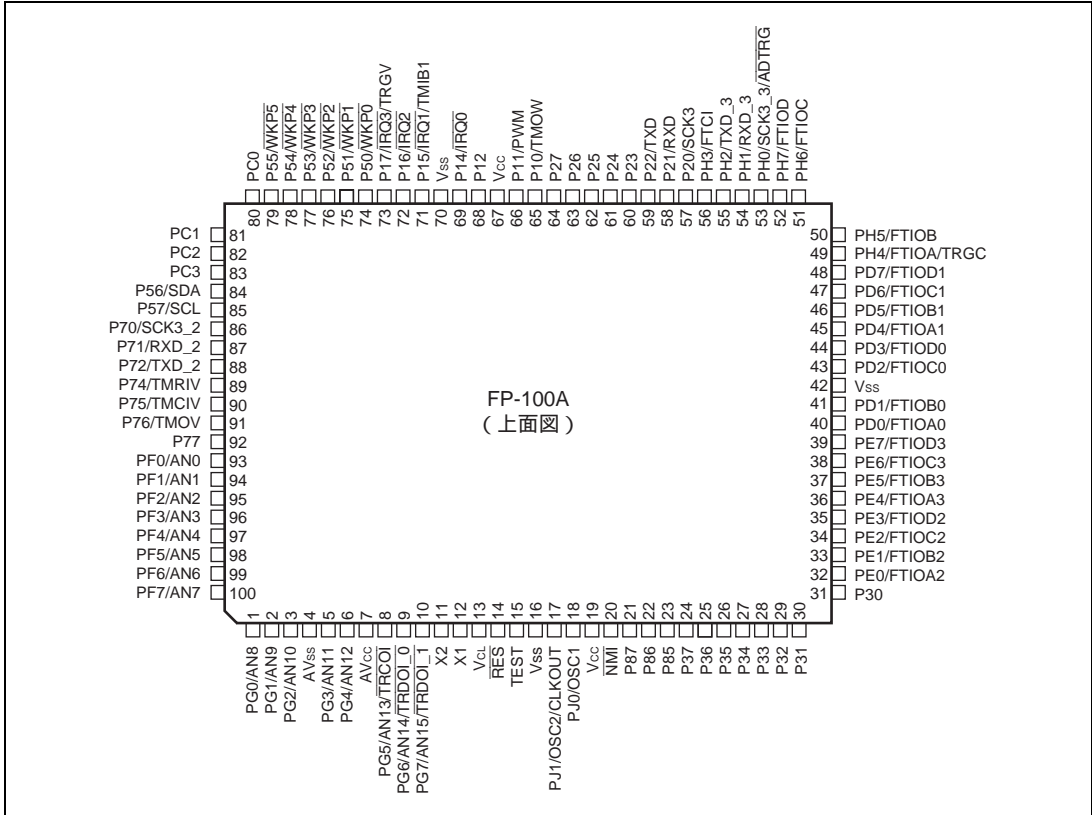


図 1.2 ピン配置図 (FP-100A)

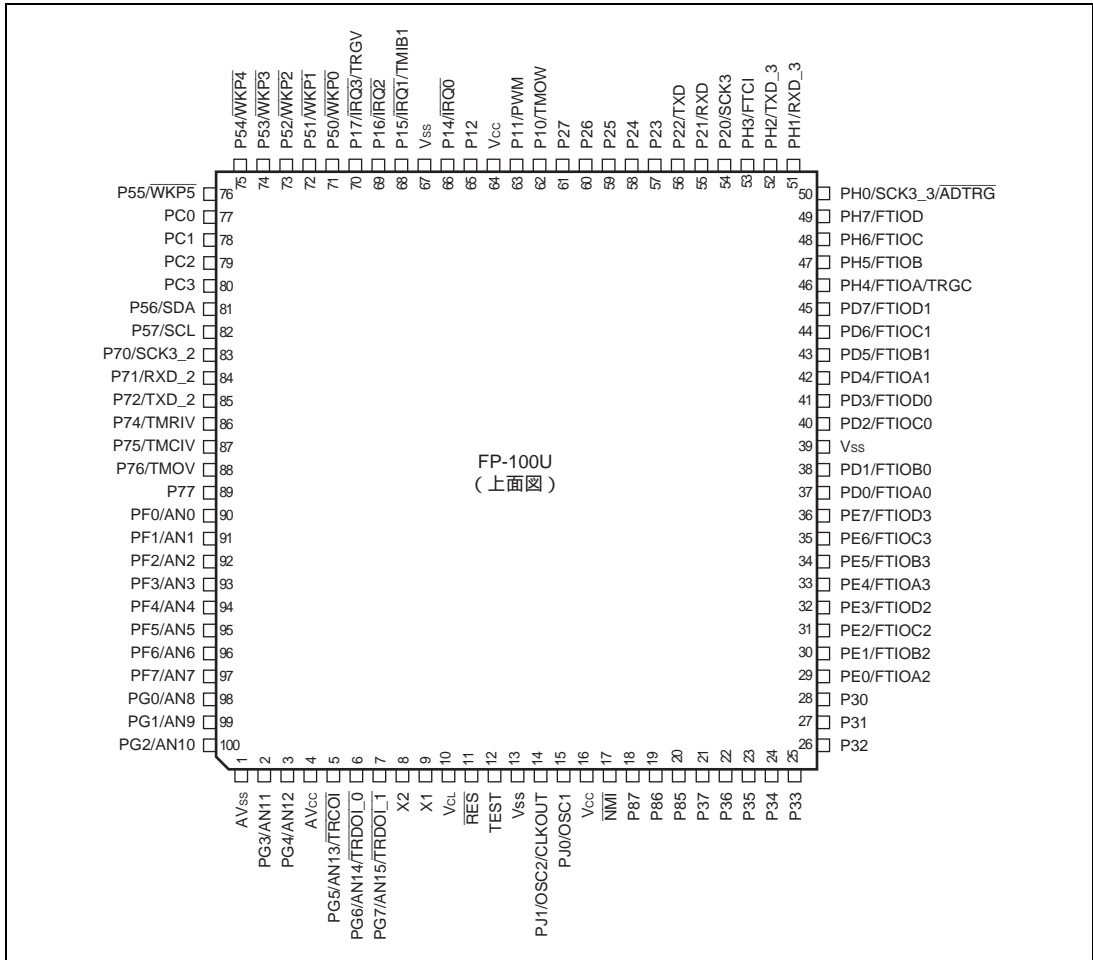


図 1.3 ピン配置図 (FP-100U)

1.4 端子機能

表 1.1 端子機能

分類	記号	ピン番号		入出力	機能
		FP-100A	FP-100U		
電源	Vcc	19、67	16、64	入力	電源端子です。全端子必ずシステムの電源に接続してください。
	Vss	16、42、70	13、39、67	入力	グランド端子です。全端子必ずシステムの電源(0V)に接続してください。
	AVcc	7	4	入力	A/D変換用アナログ電源端子です。A/D変換器を使用しない場合はシステムの電源に接続してください。
	AVss	4	1	入力	A/D変換用アナロググランド端子です。システムの電源(0V)に接続してください。
	VcL	13	10	入力	内部降圧電源端子です。安定化のため、この端子とVss端子との間に0.1 μ F程度の容量を挿入してください。
クロック	OSC1	18	15	入力	システムクロック用水晶発振子またはセラミック発振子接続端子です。外部クロックを入力することもできます。オンチップオシレータを使用する場合は、OSC2端子からシステムクロックを出力できます。接続例は「第5章 クロック発振器」を参照してください。
	OSC2/ CLKOUT	17	14	出力	
	X1	12	9	入力	サブクロック用32.768kHz水晶発振子接続端子です。接続例は「第5章 クロック発振器」を参照してください。
	X2	11	8	出力	
システム制御	RES	14	11	入力	リセット端子です。プルアップ抵抗 (typ.150k Ω) を内蔵しています。この端子をLowレベルにすると、リセット状態になります。
	TEST	15	12	入力	テスト端子です。V _{ss} 電位に接地してください。
外部割り込み	NMI	20	17	入力	ノンマスクابل割り込み要求入力端子です。必ず抵抗でプルアップしてください。
	IRQ0~ IRQ3	69、71、 72、73	66、68、 69、70	入力	外部割り込み要求入力端子です。立ち上がりエッジセンス/立ち下がりエッジセンスを選択できます。
	WKP0~ WKP5	74~79	71~76	入力	外部割り込み要求入力端子です。立ち上がりエッジセンス/立ち下がりエッジセンスを選択できます。
RTC	TMOW	65	62	出力	分周クロック出力端子です。
タイマB1	TMIB1	71	68	入力	外部イベント入力端子です。
タイマV	TMOV	91	88	出力	アウトプットコンペア機能による波形出力端子です。
	TMCIIV	90	87	入力	外部イベント入力端子です。
	TMRIV	89	86	入力	カウンタリセット入力端子です。
	TRGV	73	70	入力	カウント開始トリガ入力端子です。

分類	記号	ピン番号		入出力	機能
		FP-100A	FP-100U		
タイマ RC	FTCI	56	53	入力	外部イベント入力端子です。
	FTIOA ~ FTIOD	49 ~ 52	46 ~ 49	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
	TRGC	49	46	入力	外部トリガ入力端子です。
	TRCOI	8	5	入力	タイマ出力禁止 / 許可制御入力端子です。
タイマ RD_0	FTIOA0	40	37	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / 外部クロック入力兼用端子です。
	FTIOB0	41	38	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
	FTIOC0	43	40	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 同期出力兼用端子です (リセット、相補 PWM モード時)。
	FTIOD0	44	41	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
	FTIOA1	45	42	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です (リセット、相補 PWM モード時)。
	FTIOB1 ~ FTIOD1	46 ~ 48	43 ~ 45	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
	TRDOI_0	9	6	入力	タイマ出力禁止 / 許可制御入力端子です。
	タイマ RD_1	FTIOA2	32	29	入出力
FTIOB2		33	30	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
FTIOC2		34	31	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 同期出力兼用端子です (リセット、相補 PWM モード時)。
FTIOD2		35	32	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
FTIOA3		36	33	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です (リセット、相補 PWM モード時)。
FTIOB3 ~ FTIOD3		37 ~ 39	34 ~ 36	入出力	アウトプットコンペア出力 / インพุットキャブチャ入力 / PWM 出力兼用端子です。
TRDOI_1		10	7	入力	タイマ出力禁止 / 許可制御入力端子です。
I ² C バスインタフェース 2 (IIC2)		SDA	84	81	入出力

分類	記号	ピン番号		入出力	機能
		FP-100A	FP-100U		
I ² C バスインタフェース 2 (IIC2)	SCL	85	82	入出力	I ² C のクロック入出力端子です。NMOS オープンドレイン出力でバスを直接駆動できます。使用時は外部にプルアップ抵抗が必要です。
シリアル コミュニケーション インタフェース 3 (SCI3)	TXD	59	56	出力	送信データ出力端子です。
	TXD_2	88	85		
	TXD_3	55	52		
	RXD	58	55	入力	受信データ入力端子です。
	RXD_2	87	84		
	RXD_3	54	51		
SCK3	57	54	入出力	クロック入出力端子です。	
SCK3_2	86	83			
SCK3_3	53	50			
14 ビット PWM	PWM	66	63	出力	14 ビット PWM の方形波出力端子です。
A/D 変換器	AN15 ~ AN0	10 ~ 8、6、5、3 ~ 1、100 ~ 93	7 ~ 5、3、2、100 ~ 90	入力	アナログ入力端子です。
	ADTRG	53	50	入力	変換開始トリガ入力端子です。
I/O ポート	PF7 ~ PF0	100 ~ 93	97 ~ 90	入力	8 ビットの入力ポートです。
	P17 ~ P14 P12 ~ P10	73 ~ 71、69、68、66、65	70 ~ 68、66、65、63、62	入出力	7 ビットの入出力ポートです。
	P27 ~ P20	64 ~ 57	61 ~ 54	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	P37 ~ P30	24 ~ 31	21 ~ 28	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	P57 ~ P50	85、84、79 ~ 74	82、81、76 ~ 71	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	P77 ~ P74 P72 ~ P70	92 ~ 89、88 ~ 86	89 ~ 86、85 ~ 83	入出力	7 ビットの入出力ポートです。
	P87 ~ P85	21 ~ 23	18 ~ 20	入出力	3 ビットの入出力ポートです。
	PC3 ~ PC0	83 ~ 80	80 ~ 77	入出力	4 ビットの入出力ポートです。
	PD7 ~ PD0	48 ~ 43、41、40	45 ~ 40、38、37	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	PE7 ~ PE0	39 ~ 32	36 ~ 29	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	PG7 ~ PG0	10 ~ 8、6、5、3 ~ 1	7 ~ 5、3、2、100 ~ 98	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	PH7 ~ PH0	52 ~ 49、56 ~ 53	49 ~ 46、53 ~ 50	入出力	8 ビットの入出力ポートです。
	PJ1、PJ0	17、18	14、15	入出力	2 ビットの入出力ポートです。

2. CPU

H8/36109グループのCPUはH8/300 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H8/300H CPUで、16Mバイトのアドレス空間を持つアドバンスモードのみサポートします。

- H8/300 CPU上位互換
 - H8/300シリーズのオブジェクトプログラムを実行可能
 - 16ビット×8本の拡張レジスタを追加
 - 32ビット転送、演算命令を追加
 - 符号付き乗除算命令などを追加
- 汎用レジスタ：16ビット×16本
 - 8ビット×16本+16ビット×8本、32ビット×8本としても使用可能
- 基本命令：62種類
 - 8 / 16 / 32ビット転送、演算命令
 - 乗除算命令
 - 強力なビット操作命令
- アドレッシングモード：8種類
 - レジスタ直接 (Rn)
 - レジスタ間接 (@Ern)
 - ディスプレイメント付レジスタ間接 (@ (d:16, Ern) , @ (d:24, 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)
 - 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)
- アドレス空間：16Mバイト
- 高速動作
 - 頻出命令をすべて2~4ステートで実行
 - 8 / 16 / 32ビットレジスタ間加減算：2ステート
 - 8×8ビットレジスタ間乗算：14ステート
 - 16÷8ビットレジスタ間除算：14ステート
 - 16×16ビットレジスタ間乗算：22ステート
 - 32÷16ビットレジスタ間除算：22ステート
- 低消費電力動作
 - SLEEP命令により低消費電力状態に遷移

2.1 アドレス空間とメモリマップ

H8/36109 グループのアドレス空間はプログラム領域とデータ領域合わせて 16M バイトです。メモリマップを図 2.1 に示します。

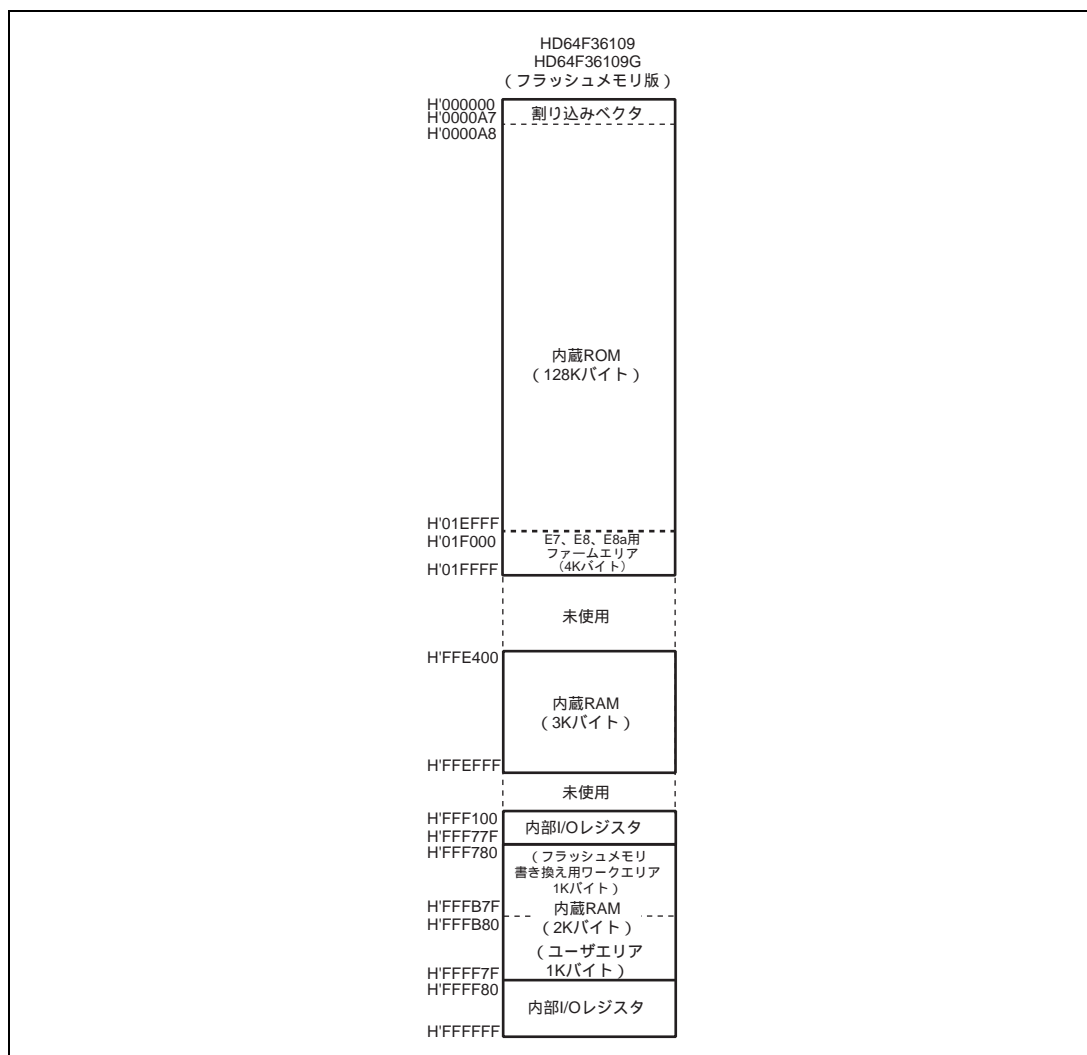


図 2.1 メモリマップ

2.2 レジスタ構成

H8/300H CPU の内部レジスタ構成を図 2.2 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 つに分類されます。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) と 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。

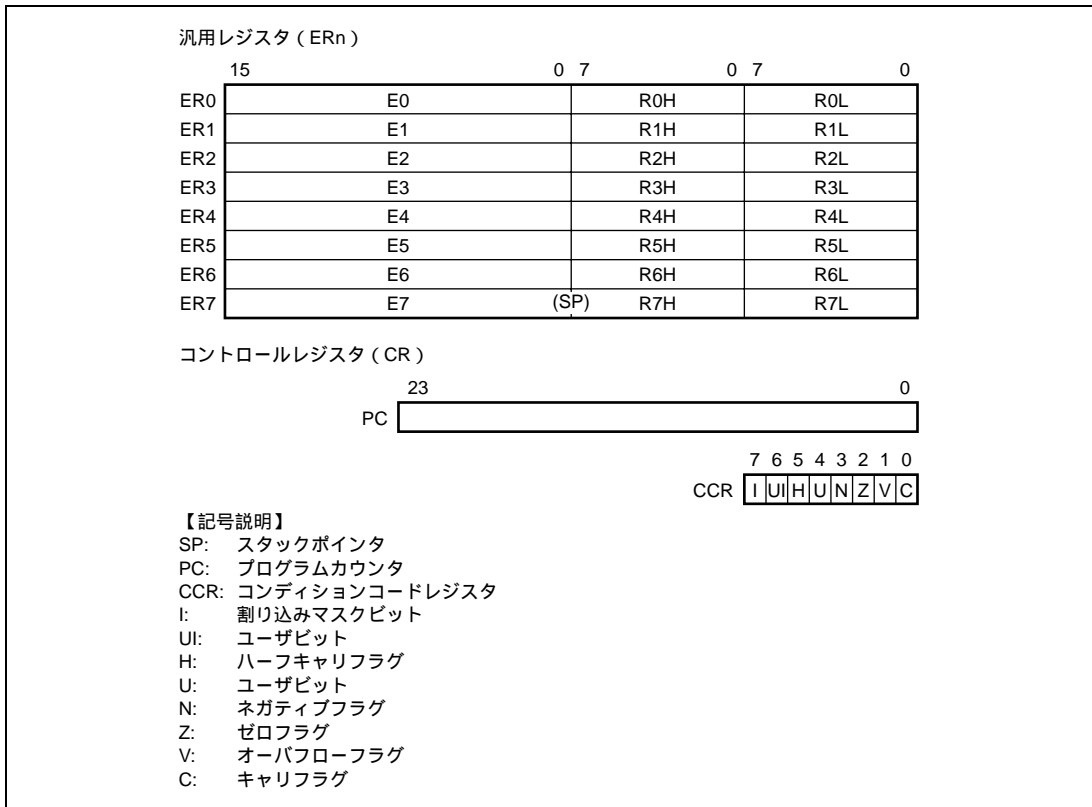


図 2.2 CPU 内部レジスタ構成

2.2.1 汎用レジスタ

H8/300H 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 ビットまたは 8 ビットレジスタとして使用できます。汎用レジスタの使用方法を図 2.3 に示します。

アドレスレジスタおよび 32 ビットデータレジスタとして使用する場合は、一括して汎用レジスタ ER (ER0 ~ ER7) として指定します。

16 ビットデータレジスタとして使用する場合は、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) として指定します。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呼ぶ場合があります。

8 ビットデータレジスタとして使用する場合は、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) として指定します。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 本使用することができます。各レジスタは使用方法を独立に指定することができます。

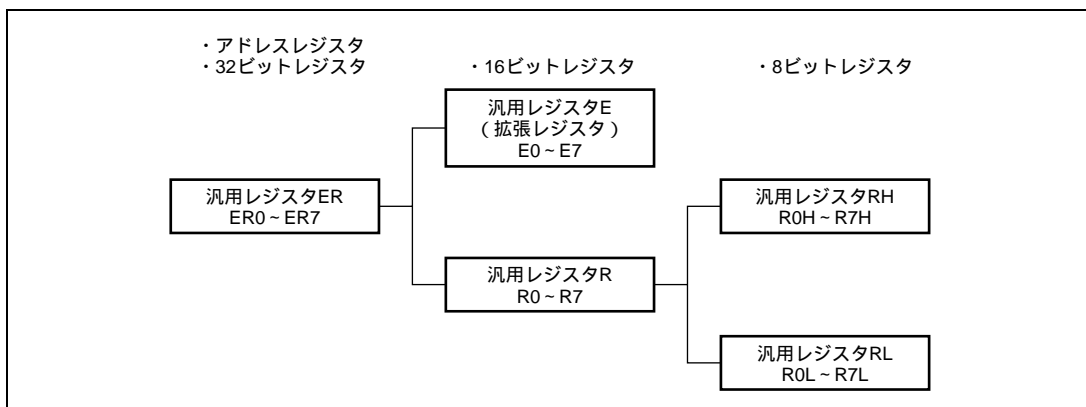


図 2.3 汎用レジスタの使用方法

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コールなどで暗黙的に使用されます。スタックポインタとスタック領域の関係を図 2.4 に示します。

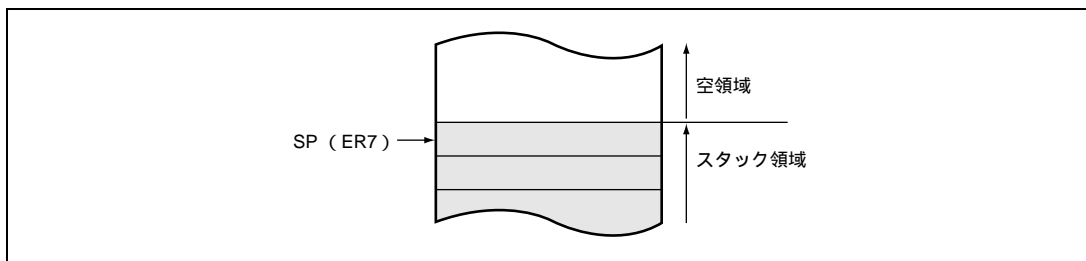


図 2.4 スタックポインタとスタック領域の関係

2.2.2 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指します。CPU の命令はすべて偶数番地から始まる 2 バイト (ワード) を単位としているため、PC の最下位ビットは命令コードを読み出すときは 0 とみなされます。PC はリセット例外処理の過程で生成されるベクタアドレスによってスタートアドレスをロードすることにより初期化されます。

2.2.3 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 の内部状態を示します。割り込みマスクビット (I)、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。I ビットはリセット例外処理によって 1 に初期化されますが、他のビットは初期化されません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	I	1	R/W	割り込みマスクビット このビットが 1 にセットされると、割り込み要求がマスクされます。ただし、NMI は I ビットに関係なく受け付けられます。I ビットは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。
6	UI	不定	R/W	ユーザビット ソフトウェア (LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令) でリード/ライトできます。
5	H	不定	R/W	ハーフキャリフラグ 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。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、または 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
4	U	不定	R/W	ユーザビット ソフトウェア (LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令) でリード/ライトできます。
3	N	不定	R/W	ネガティブフラグ 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。
2	Z	不定	R/W	ゼロフラグ 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。
1	V	不定	R/W	オーバフローフラグ 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。
0	C	不定	R/W	キャリフラグ 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。 加算結果のキャリ 減算結果のボロー 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。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。各命令ごとのフラグの変化については、「付録 A.1 命令一覧」を参照してください。

2.3 データ形式

H8/300H 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 ($n=0, 1, 2, \dots, 7$) という形式でアクセスされます。10 進補正命令 DAA、DAS 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。

2.3.1 汎用レジスタのデータ形式

汎用レジスタのデータ形式を図 2.5 に示します。

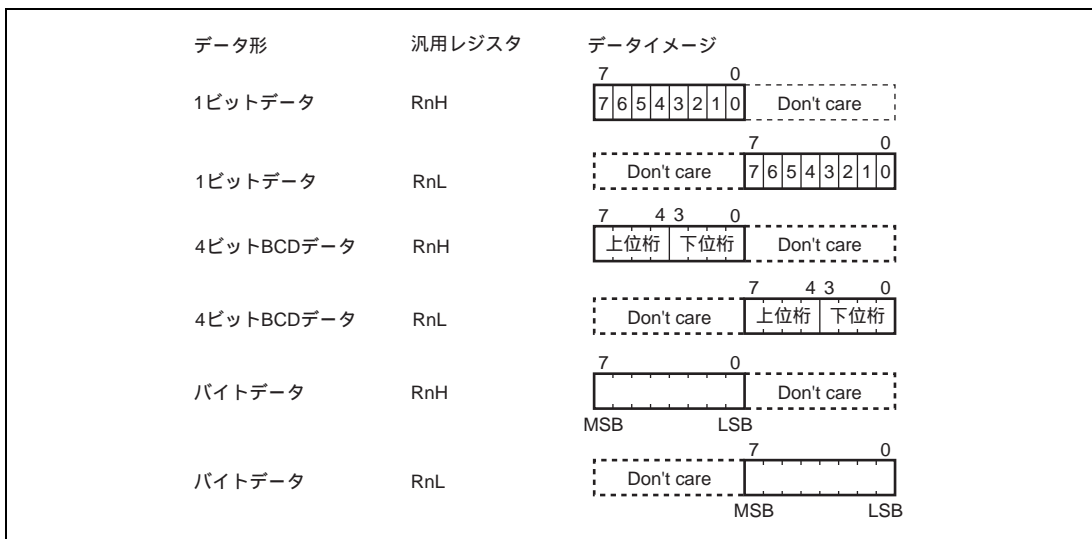


図 2.5 汎用レジスタのデータ形式 (1)

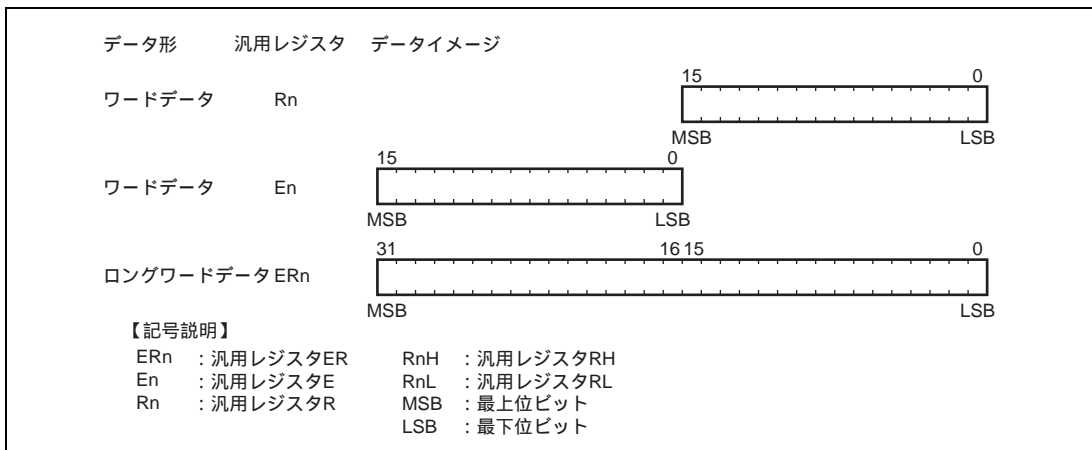


図 2.5 汎用レジスタのデータ形式 (2)

2.3.2 メモリ上のデータ形式

メモリ上のデータ形式を図 2.6 に示します。

H8/300H 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。

ER7 (SP) をアドレスレジスタとしてスタック領域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。

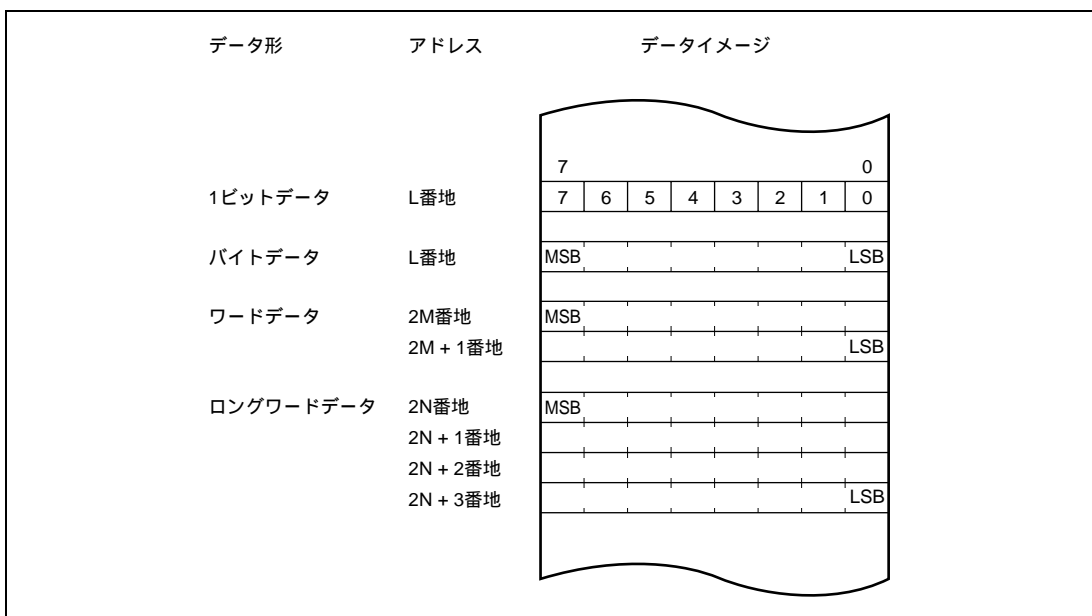


図 2.6 メモリ上でのデータ形式

2.4 命令セット

2.4.1 命令の機能別一覧

H8/300H CPU の命令は合計 62 種類あります。各命令の機能別一覧を表 2.2～表 2.9 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。

表 2.1 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 / アドレスレジスタ)
(EAd)	デスティネーションオペランド
(EAs)	ソースオペランド
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 (オーバーフロー) 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
	転送
~	反転論理 (論理的補数)
: 3 / : 8 / : 16 / : 24	3 / 8 / 16 / 24 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 / アドレスレジスタ (ER0～ER7) です。

表 2.2 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	(EAs) Rd 本 LSI では使用できません。
MOVTPPE	B	Rs (EAs) 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。

【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 2.3 算術演算命令

命 令	サイズ	機 能
ADD SUB	B/W/L	$Rd \pm Rs$ Rd , $Rd \pm \#IMM$ 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	$Rd \pm Rs \pm C$ Rd , $Rd \pm \#IMM \pm C$ 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加減算を行います。
INC DEC	B/W/L	$Rd \pm 1$ Rd , $Rd \pm 2$ Rd 汎用レジスタに 1 または 2 を加減算します (バイトサイズの演算では 1 の加減算のみ可能です)。
ADDS SUBS	L	$Rd \pm 1$ Rd , $Rd \pm 2$ Rd , $Rd \pm 4$ 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	$Rd \times Rs$ 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 \times 8 ビット 16 ビット、16 ビット \times 16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
MULXS	B/W	$Rd \times Rs$ 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 \times 8 ビット 16 ビット、16 ビット \times 16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
DIVXU	B/W	$Rd \div Rs$ 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 \div 8 ビット 商 8 ビット 余り 8 ビット、32 ビット \div 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	$Rd \div Rs$ 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 \div 8 ビット 商 8 ビット 余り 8 ビット、32 ビット \div 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。

表 2.4 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 汎用レジスタ間の排他的論理和、または汎用レジスタとイミディエイトデータ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 2.5 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。
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。
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。
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。

【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 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 ビットで指定します。
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 ビットで指定します。
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、キャリフラグに結果を格納します。
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、キャリフラグに結果を格納します。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定します。
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、キャリフラグに結果を格納します。
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、キャリフラグに結果を格納します。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定します。
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、キャリフラグに結果を格納します。
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、キャリフラグに結果を格納します。ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定します。

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します。
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、反転されたキャリフラグの内容を転送します。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 2.7 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。																																																			

【注】 * Bcc 命令は条件分岐命令の総称です。

表 2.8 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 ソースオペランドを CCR に転送します。CCR はバイトサイズですが、メモリからの転送のときデータのリードはワードサイズで行われます。
STC	B/W	CCR (EAd) CCR の内容をデスティネーションのロケーションに転送します。CCR はバイトサイズですが、メモリへの転送のときデータのライトはワードサイズで行われます。
ANDC	B	CCR #IMM CCR CCR 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 CCR 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 CCR 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 2.9 ブロック転送命令

命 令	サイズ	機 能
EPEMOV.B	-	if R4L 0 then Repeat @ER5+ @ER6+, R4L - 1 R4L Until R4L = 0 else next;
EPEMOV.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。

2.4.2 命令の基本フォーマット

H8/300H CPU の命令は 2 バイト (ワード) を単位としています。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 2.7 に命令フォーマットの例を示します。

(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や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イメントを指定します。8ビット、16ビット、32ビットです。24ビットアドレスおよびディスプレイメントは上位8ビットをすべて0 (H'00) とした32ビットデータとして扱われます。

(4) コンディションフィールド

条件分岐命令の分岐条件を指定します。

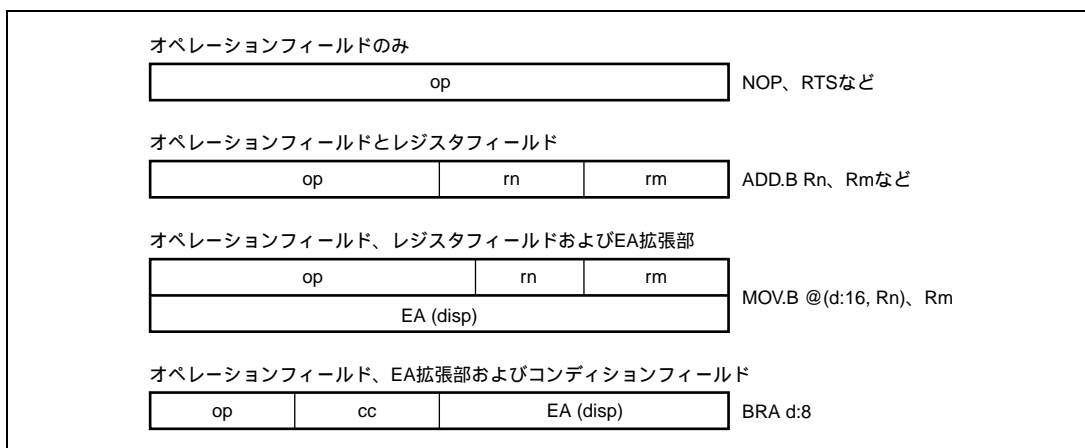


図 2.7 命令フォーマット

2.5 アドレッシングモードと実効アドレス

2.5.1 アドレッシングモード

H8/300H CPU は、表 2.10 の 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が異なります。詳細は「付録 A.4 命令とアドレッシングモードの組み合わせ」を参照してください。

演算命令ではレジスタ直接、およびイミディエイトを使用できます。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を使用できます。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 (@aa:8) を使用できます。さらに、オペランド中のビット番号の指定にレジスタ直接 (BSET、BCLR、BNOT、BTST の各命令)、およびイミディエイト (3 ビット) を使用できます。

表 2.10 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	ディスプレイメント付きレジスタ間接	@ (d:16, ERn) / @ (d:24, 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
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) の下位24ビットをアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。

(3) ディスプレースメント付きレジスタ間接 @ (d:16, ERn) / @ (d:24, 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24ビットディスプレースメントを加算した内容の下位24ビット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

- 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) の内容の下位24ビット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 (32ビット) 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、ロングワードサイズのときはレジスタの内容が偶数となるようにしてください。

- 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を減算した内容の下位24ビットをアドレスとして、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、ロングワードサイズのときは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。

(5) 絶対アドレス @aa:8 / @aa:16 / @aa:24

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)、または24ビット (@aa:24) です。

8ビット絶対アドレスの場合、上位16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8ビットは符号拡張されます。

24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。

H8/36109グループでは、絶対アドレスのアクセス範囲は表2.11のようになります。

表 2.11 絶対アドレスのアクセス範囲

絶対アドレス	アクセス範囲
8 ビット (@aa:8)	H'FFFF00 ~ H'FFFFFF
16 ビット (@aa:16)	H'000000 ~ H'007FFF H'FF8000 ~ H'FFFFFF
24 ビット (@aa:24)	H'000000 ~ H'FFFFFF

(6) イミディエイト #xx:8 / #xx:16 / #xx:32

命令コードの中に含まれる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)

条件分岐命令、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ビットディスプレイメントを加算して、24ビットの分岐アドレスを生成します。加算に際して、ディスプレイメントは24ビットに符号拡張されます。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。命令コードの中に含まれる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。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1バイトは無視され、24ビット長の分岐アドレスを生成します。図2.8にメモリ間接による分岐アドレスの指定方法を示します。

絶対アドレスの上位ビットはすべて0となります。このため分岐アドレスを格納できるのは0 ~ 255 (H'0000 ~ H'00FF) 番地です。ただし、このうち先頭領域は例外処理ベクタ領域と共通になっているので注意してください。

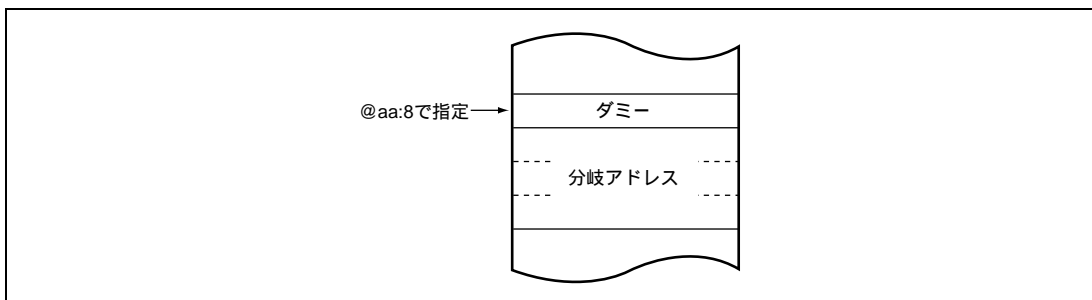


図 2.8 メモリ間接による分岐アドレスの指定

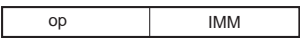
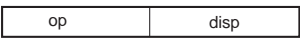
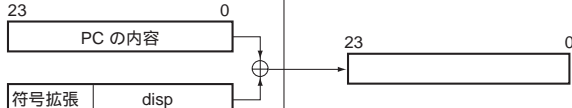
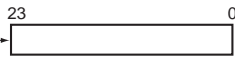
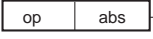
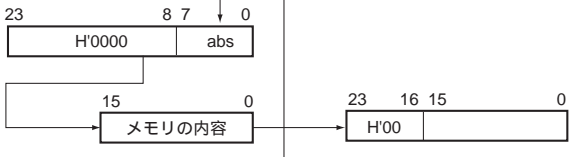
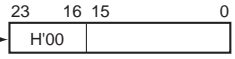
2.5.2 実効アドレスの計算方法

各アドレッシングモードにおける実効アドレス (EA: Effective Address) の計算方法を表 2.12 に示します。H8/36109 グループでは計算結果で、24 ビットの実効アドレスを生成します。

表 2.12 実効アドレスの計算方法 (1)

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)
(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)	ディスプレイメント付きレジスタ間接 @ (d : 16, ERn) / @ (d : 24, 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 ・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 		
(5)	絶対アドレス @ aa : 8 @ aa : 16 @ aa : 24 		

表 2.12 実効アドレスの計算方法 (2)

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)
(6)	イミディエイト #xx : 8/ #xx : 16/ #xx : 32 		オペランドは、 イミディエイトデータです。
(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 		

【記号説明】

r、rm、rn : レジスタフィールド
op : オペレーションフィールド
disp : ディスプレースメント
IMM : イミディエイトデータ
abs : 絶対アドレス

2.6 基本バスサイクル

CPU は、システムクロック () またはサブクロック (SUB) を基準に動作します。 または SUB の立ち上がりから次の立ち上がりまでを 1 ステートと呼びます。バスサイクルは 2 ステートまたは 3 ステートで構成され、内蔵メモリ、内蔵周辺モジュールによって異なるアクセスを行います。

2.6.1 内蔵メモリ (RAM、ROM)

内蔵メモリのアクセスは 2 ステートで行われます。データバス幅は 16 ビットで、バイトおよびワードアクセスが可能です。内蔵メモリアクセスサイクルを図 2.9 に示します。

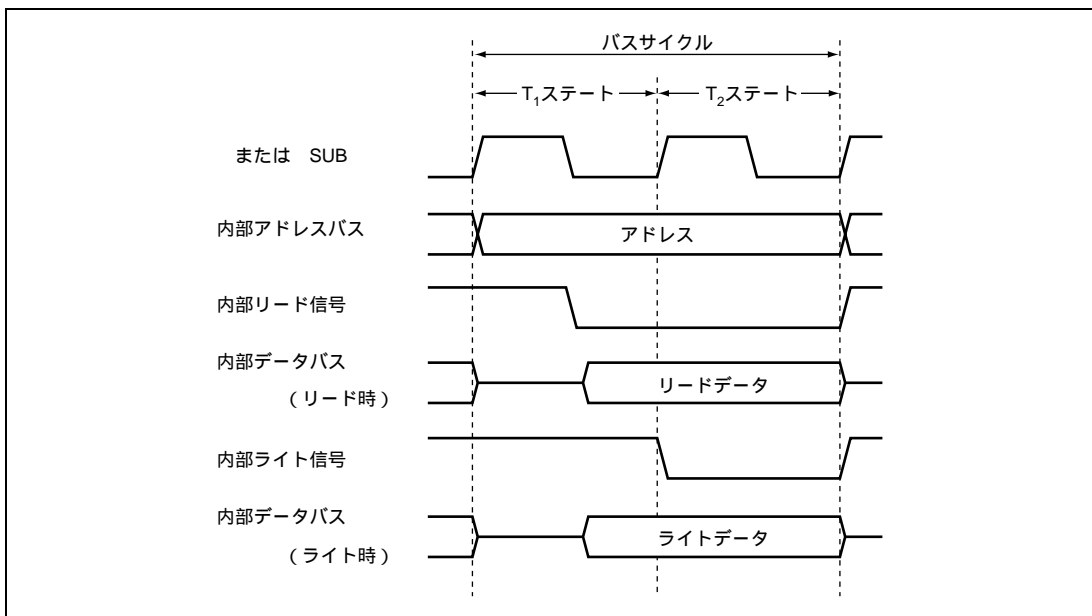


図 2.9 内蔵メモリアクセスサイクル

2.6.2 内蔵周辺モジュール

内蔵周辺モジュールのアクセスは、2 ステート、3 ステートまたは4 ステートで行われます。データバス幅は8 ビットまたは16 ビットで、レジスタにより異なります。各レジスタのデータバス幅とアクセスステート数は「第22章 レジスタ一覧」を参照してください。データバス幅が16 ビットのレジスタはワードアクセスのみ可能です。データバス幅が8 ビットのレジスタはバイトおよびワードアクセスが可能です。データバス幅が8 ビットのレジスタをワードアクセスするとバスサイクルが2 回発生します。2 ステートアクセスの場合の動作タイミングは内蔵メモリと同一です。3 ステートアクセスの場合の動作タイミングを図 2.10 に示します。4 ステートアクセスの場合、 T_2 ステートと T_3 ステートの間にウェイトが入ったタイミングとなります。

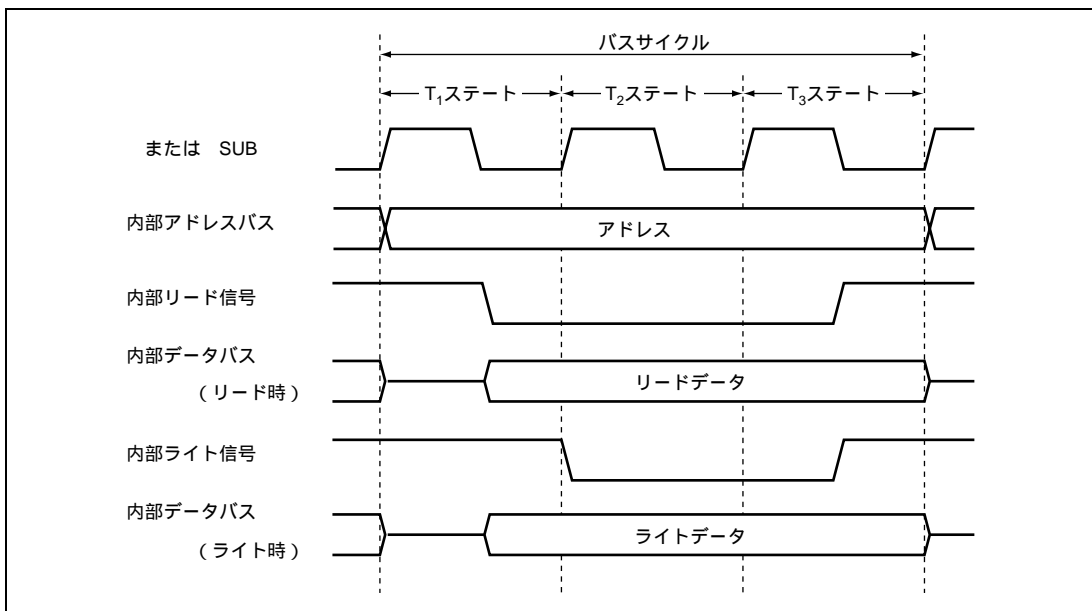


図 2.10 内蔵周辺モジュールアクセスサイクル (3 ステートアクセスの場合)

2.7 CPUの状態

CPUの状態は、リセット状態、プログラム実行状態、プログラム停止状態、例外処理状態の4種類あります。プログラム実行状態には、アクティブモード、サブアクティブモードがあり、プログラム停止状態には、スリープモード、スタンバイモード、サブスリープモードがあります。各状態の分類を図2.11に、各状態間の遷移条件を図2.12に示します。プログラム実行状態およびプログラム停止状態の詳細は「第6章 低消費電力モード」を参照してください。例外処理の詳細は「第3章 例外処理」を参照してください。

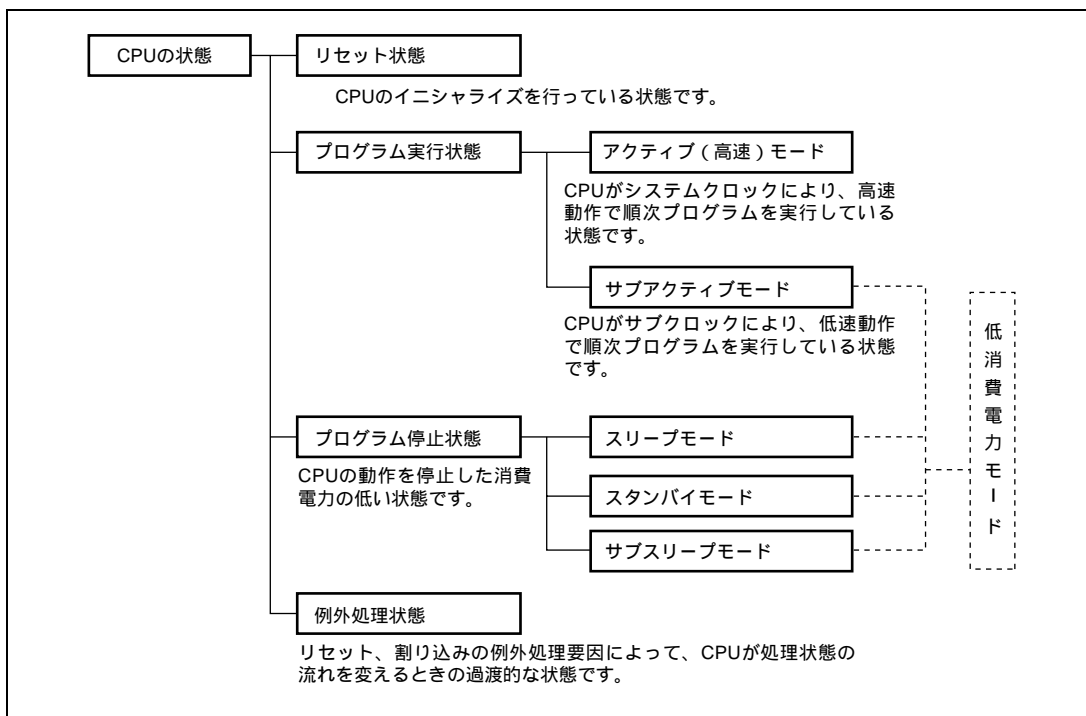


図 2.11 CPUの状態の分類

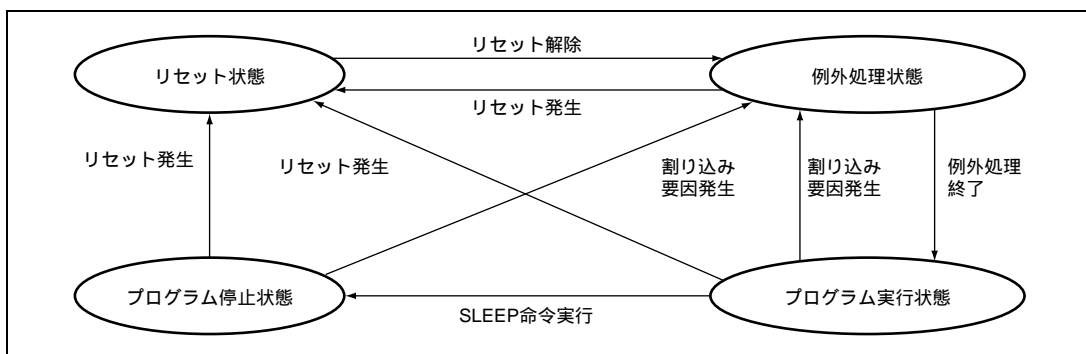


図 2.12 状態遷移図

2.8 使用上の注意事項

2.8.1 空きエリアへのデータアクセス

本 LSI のアドレス空間にはユーザに開放された ROM、RAM、内蔵 I/O レジスタの領域以外に空きエリアがあります。CPU から空きエリアへデータを転送すると転送データは失われます。また、CPU の誤動作の原因となる可能性があります。空きエリアから CPU への転送データの内容は保証されません。

2.8.2 EEPMOV 命令

EEPMOV 命令はブロック転送命令で、ER5 で示されるアドレスから始まる R4 または R4L で示されるバイト数のデータを、ER6 で示されるアドレスへ転送します。転送先の最終アドレス (ER6 + R4 または ER6 + R4L の値) が H'FFFFFF を超えないように (実行途中で ER6 の値が H'FFFFFF H'000000 とならないように) R4 または R4L、ER6 を設定してください。

2.8.3 ビット操作命令

BSET、BCLR、BNOT、BST、BIST 命令は、指定されたアドレスのデータをバイト単位でリードし、対象となる 1 ビットを操作した後、同一アドレスにバイト単位でライトします。したがって、同一アドレスに 2 つのレジスタが割付けられている場合や、ライト専用ビットを含むレジスタ、またはポートに対して直接ビット操作命令を使用すると、ビット操作対象以外のビットのデータが書き変わる可能性がありますので注意してください。

(1) 同一アドレスに割付けられた2つのレジスタのビット操作

- 例1: タイマロードレジスタとタイマカウンタへのビット操作

(H8/36109 グループではタイマ B1 に適用します。)

図 2.13 に同一アドレスに割付けられた2つのレジスタを持つタイマの構成例を示します。リロードタイマのタイマロードレジスタとタイマカウンタにビット操作命令を実行すると、タイマロードレジスタとタイマカウンタはアドレスを共有しているため次のように動作します。

1. タイマカウンタのデータをバイト単位でリードします。
2. CPUはビット操作命令で対象となる1ビットをセットまたはリセットします。
3. ライトしたデータをバイト単位でタイマロードレジスタにライトします。

タイマカウンタはカウントを続けているので、リードしたデータがタイマロードレジスタのデータとは必ずしも等しくありません。そのためタイマカウンタの操作の対象となったビット以外のデータが書き変わって、タイマロードレジスタへライトされます。

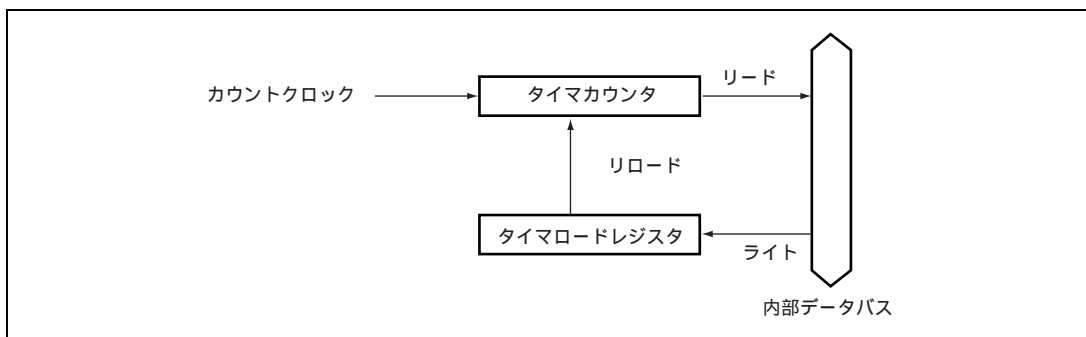


図 2.13 同一アドレスに割付けられた2つのレジスタを持つタイマの構成例

- 例2：ポート5にBSET命令を実行した場合

P57、P56 は入力端子でそれぞれ Low レベル、High レベル入力状態とし、P55～P50 は出力端子でそれぞれ Low レベル出力状態とします。以下に、BSET 命令で P50 に High レベル出力を行う例を示します。

【BSET命令実行前】

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

【BSET命令実行】

BSET	#0, @PDR5
------	-----------

ポート5に対してBSET命令を実行します。

【BSET命令実行後】

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	High レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	0	1	0	0	0	0	0	1

【動作説明】

1. BSET命令を実行すると、CPUはポート5をリードします。P57、P56は入力端子で、CPUは端子の状態（Lowレベル、Highレベル入力）をリードします。P55～P50は出力端子で、CPUはPDR5の値をリードします。したがって、例ではPDR5はH'80ですが、CPUがリードしたデータはH'40となります。
2. CPUはリードしたデータのビット0を1にセットして、データをH'41に変更します。
3. H'41をPDR5に書込んで、BSET命令を終了します。

その結果、PDR5のビット0が1になり、P50はHighレベル出力になります。しかし、PDR5のビット7、6が変化してしまいます。そのため、PDR5と同じデータをメモリ上のワークエリアに格納し、ワークエリア上のデータに対しビット操作を行った後、このデータをPDR5にライトしてください。

【BSET命令実行前】

MOV.B	#80.	R0L
MOV.B	R0L.	@RAM0
MOV.B	R0L.	@PDR5

PDR5 に書込む値 (H'80) をあらかじめメモリ上のワークエリア (RAM0) と PDR5 にライトします。

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

RAM0	1	0	0	0	0	0	0	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

【BSET命令実行】

BSET	#0 ,	@RAM0
------	------	-------

PDR5 のワークエリア (RAM0) に対して BSET 命令を実行します。

【BSET命令実行後】

MOV.B	@RAM0, R0L
MOV.B	R0L. @PDR5

ワークエリア (RAM0) の値を PDR5 にライトします。

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	High レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	1

RAM0	1	0	0	0	0	0	0	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---

(2) ライト専用ビットを含むレジスタのビット操作

- 例3：ポート5のPCR5にBCLR命令を実行した場合

P57、P56 は入力端子でそれぞれ Low レベル、High レベル入力状態とし、P55～P50 は出力端子でそれぞれ Low レベル出力状態とします。以下に、BCLR 命令で P50 を入力端子に設定する例を示します。入力端子に設定された P50 は High レベル入力状態とします。

【BCLR命令実行前】

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

【BCLR命令実行】

```
BCLR    #0 , @PCR5
```

PCR5 に対して BCLR 命令を実行します。

【BCLR命令実行後】

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	出力	出力	出力	出力	出力	出力	出力	入力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	High レベル
PCR5	1	1	1	1	1	1	1	0
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

【動作説明】

- BCLR命令を実行すると、CPUはPCR5をリードします。PCR5はライト専用レジスタで、CPUはH'FFをリードします。したがって、例ではPCR5はH'3Fですが、CPUがリードしたデータはH'FFとなります。
- CPUはリードしたデータのビット0を0にクリアして、データをH'FEに変更します。
- H'FEをPCR5に書込んで、BCLR命令を終了します。

その結果、PCR5のビット0が0になり、P50は入力端子になります。しかし、PCR5のビット7、6が1になり、P57、P56は出力端子に変化してしまいます。そのため、PCR5と同じデータをメモリ上のワークエリアに格納し、ワークエリア上のデータに対しビット操作を行った後、このデータをPCR5にライトしてください。

【BCLR命令実行前】

MOV.B	#3F.	R0L
MOV.B	R0L.	@RAM0
MOV.B	R0L.	@PCR5

PCR5 に書込む値 (H'3F) をあらかじめメモリ上のワークエリア (RAM0) と PCR5 にライトします。

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	1
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

RAM0	0	0	1	1	1	1	1	1
------	---	---	---	---	---	---	---	---

【BCLR命令実行】

BCLR	#0	, @RAM0
------	----	---------

PCR5 のワークエリア (RAM0) に対して BCLR 命令を実行します。

【BCLR命令実行後】

MOV.B	@RAM0,R0L	
MOV.B	R0L.	@PCR5

ワークエリア (RAM0) の値を PCR5 にライトします。

	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50
入出力	入力	入力	出力	出力	出力	出力	出力	出力
端子状態	Low レベル	High レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	Low レベル	High レベル
PCR5	0	0	1	1	1	1	1	0
PDR5	1	0	0	0	0	0	0	0

RAM0	0	0	1	1	1	1	1	0
------	---	---	---	---	---	---	---	---

3. 例外処理

例外処理にはリセット、トラップ命令、割り込みによるものがあります。

- リセット

リセットは最も優先度の高い例外処理です。 $\overline{\text{RES}}$ 端子によってリセットが解除されると例外処理を開始します。ウォッチドッグタイマのオーバフローによってもリセットされ、例外処理を開始します。例外処理は $\overline{\text{RES}}$ 端子による例外処理と同一です。

- トラップ命令による例外処理

TRAP命令の実行により開始されます。TRAP命令は命令コード中で指定した0~3のベクタ番号により異なるベクタアドレスを生成します。トラップ命令による例外処理はCCRのIビットにかかわらずプログラム実行状態で常に受け付けられます。

- 割り込み例外処理

NMIを除く外部割り込み要求とアドレスブレークを除く内部割り込み要求はCCRのIビットによりマスクされ、Iビットが1の間保留されます。割り込み要求が発生すると、命令の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。

- ICRにより、プライオリティレベルを設定可能



割り込みコントロールレジスタ (ICR) により、NMIとアドレスブレーク以外の割り込み要求にはモジュールごとにプライオリティレベルを設定できます。

3.1 例外処理要因とベクタアドレス

各例外処理要因のベクタアドレスと優先度は表 3.1 のとおりです。複数の割り込み要求が発生したときは優先度の高い方から処理されます。ICR のビットが割り当てられている要因は、割り込みプライオリティレベルを設定できます。NMI、アドレスブレーク以外の割り込み要求に対して、ICR によりプライオリティレベル 1 (優先) に設定された要因は、プライオリティレベル 0 (非優先) に設定された要因より優先して処理できます。

表 3.1 例外処理要因とベクタアドレス

発生元	例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス	ICR	優先度
RES 端子 ウォッチドッグタイマ	リセット	0	H'000000 ~ H'000003		高   低
-	システム予約	1 ~ 6	H'000004 ~ H'00001B		
外部割り込み端子	NMI	7	H'00001C ~ H'00001F		
CPU	トラップ命令 #0	8	H'000020 ~ H'000023		
	トラップ命令 #1	9	H'000024 ~ H'000027		
	トラップ命令 #2	10	H'000028 ~ H'00002B		
	トラップ命令 #3	11	H'00002C ~ H'00002F		
アドレスブレーク	ブレーク条件成立	12	H'000030 ~ H'000033		
CPU	スリープ命令の実行による直接遷移	13	H'000034 ~ H'000037	ICRA7	
外部割り込み端子	IRQ0 低電圧検出割り込み*	14	H'000038 ~ H'00003B	ICRA6	
	IRQ1	15	H'00003C ~ H'00003F	ICRA5	
	IRQ2	16	H'000040 ~ H'000043	ICRA4	
	IRQ3	17	H'000044 ~ H'000047	ICRA3	
	WKP	18	H'000048 ~ H'00004B	ICRA2	
RTC	オーバフロー	19	H'00004C ~ H'00004F	ICRA1	
-	システム予約	20, 21	H'000050 ~ H'000057		
タイマ V	コンペアマッチ A コンペアマッチ B オーバフロー	22	H'000058 ~ H'00005B	ICRB6	
SCI3	受信データフル 送信データエンプティ 送信終了 受信エラー	23	H'00005C ~ H'00005F	ICRB5	
IIC2	送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、アービトレーションロスト / オーバランエラー、NACK 検出、停止条件検出	24	H'000060 ~ H'000063	ICRB4	
-	システム予約	25 ~ 28	H'000064 ~ H'000073		
タイマ B1	オーバフロー	29	H'000074 ~ H'000077	ICRC7	

発生元	例外処理要因	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先度
-	システム予約	30、31	H'000078 ~ H'00007F		高   低
SCI3_2	受信データフル 送信データエンプティ 送信終了 受信エラー	32	H'000080 ~ H'000083	ICRC4	
-	システム予約	33	H'000084 ~ H'000087		
SCI3_3	受信データフル 送信データエンプティ 送信終了 受信エラー	34	H'000088 ~ H'00008B	ICRC2	
タイマ RC	インプットキャプチャ A / コンペアマッチ A インプットキャプチャ B / コンペアマッチ B インプットキャプチャ C / コンペアマッチ C インプットキャプチャ D / コンペアマッチ D オーバーフロー	35	H'00008C ~ H'00008F	ICRC1	
A/D 変換器	A/D 変換終了	36	H'000090 ~ H'000093	ICRC0	
タイマ RD_0	コンペアマッチ / インプットキャプチャ A0 ~ D0、オーバーフロー	37	H'000094 ~ H'000097	ICRD7	
タイマ RD_1	コンペアマッチ / インプットキャプチャ A1 ~ D1、オーバーフロー	38	H'000098 ~ H'00009B	ICRD6	
タイマ RD_2	コンペアマッチ / インプットキャプチャ A2 ~ D2、オーバーフロー	39	H'00009C ~ H'00009F	ICRD5	
タイマ RD_3	コンペアマッチ / インプットキャプチャ A3 ~ D3、オーバーフロー	40	H'0000A0 ~ H'0000A3	ICRD4	
クロック切り替え	システムクロックが外部から内部に 切り替えたとき	41	H'0000A4 ~ H'0000A7	ICRD3	

【注】 * 低電圧検出割り込みは、パワーオンリセット & 低電圧検出回路内蔵版のみ有効です。

3.2 レジスタの説明

割り込みを制御するには以下のレジスタがあります。

- 割り込みエッジセレクトレジスタ1 (IEGR1)
- 割り込みエッジセレクトレジスタ2 (IEGR2)
- 割り込みイネーブルレジスタ1 (IENR1)
- 割り込みイネーブルレジスタ2 (IENR2)
- 割り込みフラグレジスタ1 (IRR1)
- 割り込みフラグレジスタ2 (IRR2)
- ウェイクアップ割り込みフラグレジスタ (IWPR)
- 割り込みコントロールレジスタA~D (ICRA~ICRD)

3.2.1 割り込みエッジセレクトレジスタ 1 (IEGR1)

IEGR1 は $\overline{\text{NMI}}$ 、 $\overline{\text{IRQ3}}$ ~ $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子の割り込み要求を発生させるエッジの方向を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	NMIEG	0	R/W	NMI エッジセレクト 0: $\overline{\text{NMI}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{NMI}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
6~4	-	すべて 1	-	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。
3	IEG3	0	R/W	IRQ3 エッジセレクト 0: $\overline{\text{IRQ3}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{IRQ3}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
2	IEG2	0	R/W	IRQ2 エッジセレクト 0: $\overline{\text{IRQ2}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{IRQ2}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
1	IEG1	0	R/W	IRQ1 エッジセレクト 0: $\overline{\text{IRQ1}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{IRQ1}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
0	IEG0	0	R/W	IRQ0 エッジセレクト 0: $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出

3.2.2 割り込みエッジセレクトレジスタ 2 (IEGR2)

IEGR2 は $\overline{\text{WKP5}}$ ~ $\overline{\text{WKP0}}$ 端子の割り込み要求を発生させるエッジの方向を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7、6	-	すべて1	-	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。
5	WPEG5	0	R/W	WKP5 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP5}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP5}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
4	WPEG4	0	R/W	WKP4 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP4}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP4}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
3	WPEG3	0	R/W	WKP3 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP3}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP3}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
2	WPEG2	0	R/W	WKP2 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP2}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP2}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
1	WPEG1	0	R/W	WKP1 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP1}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP1}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出
0	WPEG0	0	R/W	WKP0 エッジセレクト 0: $\overline{\text{WKP0}}$ 端子入力の立ち下がりエッジを検出 1: $\overline{\text{WKP0}}$ 端子入力の立ち上がりエッジを検出

3.2.3 割り込みイネーブルレジスタ 1 (IENR1)

IENR1 は直接遷移割り込み、RTC 割り込みおよび外部端子割り込みをイネーブルにします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IENDT	0	R/W	直接遷移割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると直接遷移割り込み要求がイネーブルになります。
6	IENTA	0	R/W	RTC 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると RTC 割り込み要求がイネーブルになります。
5	IENWP	0	R/W	ウェイクアップ割り込み要求イネーブル このビットは WKP5 ~ WKP0 端子共通のイネーブルビットで、1 にセットすると割り込み要求がイネーブルになります。
4	-	1	-	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。
3	IEN3	0	R/W	IRQ3 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ3}}$ 端子の割り込み要求がイネーブルになります。
2	IEN2	0	R/W	IRQ2 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ2}}$ 端子の割り込み要求がイネーブルになります。
1	IEN1	0	R/W	IRQ1 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ1}}$ 端子の割り込み要求がイネーブルになります。
0	IEN0	0	R/W	IRQ0 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子の割り込み要求がイネーブルになります。

割り込みイネーブルレジスタをクリアすることにより割り込み要求をディスエーブルにする場合、または割り込みフラグレジスタをクリアする場合は、割り込み要求をマスクした状態 (I = 1) で行ってください。I = 0 の状態で上記の操作を行うと、命令の実行と当該割り込み要求の発生が競合した場合には、当該操作命令の実行終了時に発生した割り込み要求に対応する例外処理を実行します。

3.2.4 割り込みイネーブルレジスタ 2 (IENR2)

IENR2 はタイマ B1 のオーバーフロー割り込みをイネーブルにします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7、6	-	すべて 0	-	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。
5	IENRB1	0	R/W	タイマ B1 割り込み要求イネーブル このビットを 1 にセットするとタイマ B1 のオーバーフロー割り込み要求がイネーブルになります。
4~0	-	すべて 1	-	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。

割り込みイネーブルレジスタをクリアすることにより割り込み要求をディスエーブルにする場合、または割り込みフラグレジスタをクリアする場合は、割り込み要求をマスクした状態 (I = 1)で行ってください。I = 0 の状態で上記の操作を行うと、命令の実行と当該割り込み要求の発生が競合した場合には、当該操作命令の実行終了時に発生した割り込み要求に対応する例外処理を実行します。

3.2.5 割り込みフラグレジスタ 1 (IRR1)

IRR1 は直接遷移割り込み、RTC 割り込み、IRQ3~IRQ0 割り込み要求ステータスフラグレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRRDT	0	R/W	直接遷移割り込み要求フラグ [セット条件] SYSCR2 の DTON に 1 をセットした状態でスリープ命令を実行し直接遷移したとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
6	IRRTA	-	R/W	RTC 割り込み要求フラグ [セット条件] RTC がオーバーフローしたとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
5、4	-	すべて 1	-	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。
3	IRRI3	0	R/W	IRQ3 割り込み要求フラグ [セット条件] IRQ3 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
2	IRRI2	0	R/W	IRQ2 割り込み要求フラグ [セット条件] IRQ2 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
1	IRRI1	0	R/W	IRQ1 割り込み要求フラグ [セット条件] IRQ1 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
0	IRRI0	0	R/W	IRQ0 割り込み要求フラグ [セット条件] IRQ0 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0 をライトしたとき

3.2.6 割り込みフラグレジスタ 2 (IRR2)

IRR2 はタイマ B1 割り込み要求ステータスフラグレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7、6	-	すべて 0	-	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。
5	IRRTB1	0	R/W	タイマ B1 割り込み要求フラグ [セット条件] タイマ B1 がオーバーフローしたとき [クリア条件] 0 をライトしたとき
4~0	-	すべて 1	-	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。

3.2.7 ウェイクアップ割り込みフラグレジスタ (IWPR)

IWPR は $\overline{\text{WKP5}}$ ~ $\overline{\text{WKP0}}$ 端子の割り込み要求ステータスフラグレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7、6	-	すべて1	-	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。
5	IWPF5	0	R/W	WKP5 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP5}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき
4	IWPF4	0	R/W	WKP4 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP4}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき
3	IWPF3	0	R/W	WKP3 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP3}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき
2	IWPF2	0	R/W	WKP2 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP2}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき
1	IWPF1	0	R/W	WKP1 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP1}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき
0	IWPF0	0	R/W	WKP0 割り込み要求フラグ [セット条件] $\overline{\text{WKP0}}$ 端子が割り込み入力に設定され、指定されたエッジを検出したとき [クリア条件] 0をライトしたとき

3.2.8 割り込みコントロールレジスタ A~D (ICRA~ICRD)

ICR は、NMI とアドレスブレークを除く割り込みのプライオリティレベルを設定します。各割り込み要求と ICRA~ICRD の対応を表 3.2 に示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~0	ICRn7 ~ ICRn0	すべて 0*	R/W	割り込みプライオリティレベル 0: 対応する割り込み要求は割り込みプライオリティレベル 0 (非優先) 1: 対応する割り込み要求は割り込みプライオリティレベル 1 (優先)

【注】 n: A~D

* リザーブビットの初期値も含まれます。

表 3.2 各割り込み要求と ICR の対応

ビット	ビット名	レジスタ			
		ICRA	ICRB	ICRC	ICRD
7	ICRn7	直接遷移	-	タイマ B1	タイマ RD_0
6	ICRn6	IQR0、低電圧検出	タイマ V	-	タイマ RD_1
5	ICRn5	IQR1	SCI3	-	タイマ RD_2
4	ICRn4	IQR2	IIC2	SCI3_2	タイマ RD_3
3	ICRn3	IQR3	-	-	クロック切り替え
2	ICRn2	WKP	-	SCI3_3	-
1	ICRn1	RTC	-	タイマ RC	-
0	ICRn0	-	-	A/D 変換器	-

【注】 n: A~D

- : 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。

3.3 リセット例外処理

$\overline{\text{RES}}$ 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、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。電源投入時は本 LSI を確実にリセットするため、クロック発振器の発振が安定するまで $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。動作中にリセットする場合は規定の時間 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。 $\overline{\text{RES}}$ 端子が一定期間 Low レベルの後 High レベルになるとリセット例外処理を開始します。リセット例外処理シーケンスを図 3.1 に示します。リセット例外処理のシーケンスは以下のとおりです。ただし、パワーオンリセット内蔵版のリセットシーケンスは、「第 20 章 バンドギャップ回路【標準】、パワーオンリセット&低電圧検出回路【オプション】」を参照してください。

1. コンディションコードレジスタ (CCR) の I ビットをセットします。
2. CPU はリセット例外処理ベクタアドレス (H'000000 ~ H'000003) を生成し、そのアドレスのデータをスタートアドレスとしてプログラムカウンタ (PC) に転送してプログラムの実行を開始します。

3.4 割り込み例外処理

3.4.1 外部割り込み要求

外部割り込み要求には、NMI、IRQ3～IRQ0、WKP 割り込み要求があります。

(1) NMI 割り込み要求

NMI割り込み要求は $\overline{\text{NMI}}$ 端子の入力エッジにより発生します。検出するエッジの方向はIEGR1のNMIEGにより選択できます。NMI割り込み要求は最優先の割り込み要求で、CCRのIピットの値にかかわらず常に受け付けられます。

(2) IRQ3～IRQ0 割り込み要求

IRQ3～IRQ0割り込み要求は $\overline{\text{IRQ3}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 端子の入力エッジにより発生します。これらの割り込み要求には異なる割り込みベクタが割り当てられています。検出するエッジの方向はIEGR1のIEG3～IEG0によって各端子独立に選択できます。 $\overline{\text{IRQ3}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$ 端子がPMR1によって割り込み要求入力に設定された状態で指定されたエッジを検出すると、IRR1の対応するビットが1にセットされCPUに対して割り込みを要求します。これらの割り込み要求はIENR1のIEN3～IEN0により禁止できます。

(3) WKP 割り込み要求

WKP割り込み要求は $\overline{\text{WKP5}} \sim \overline{\text{WKP0}}$ 端子の入力エッジにより発生します。これらの割り込み要求のベクタアドレスは同一です。検出するエッジの方向はIEGR2のWPEG5～WPEG0によって各端子独立に選択できます。 $\overline{\text{WKP5}} \sim \overline{\text{WKP0}}$ 端子がPMR5によって割り込み要求入力に設定された状態で指定されたエッジを検出するとIWPRの対応するビットが1にセットされCPUに対して割り込みを要求します。これらの割り込み要求はIENR1のIENWPにより禁止できます。

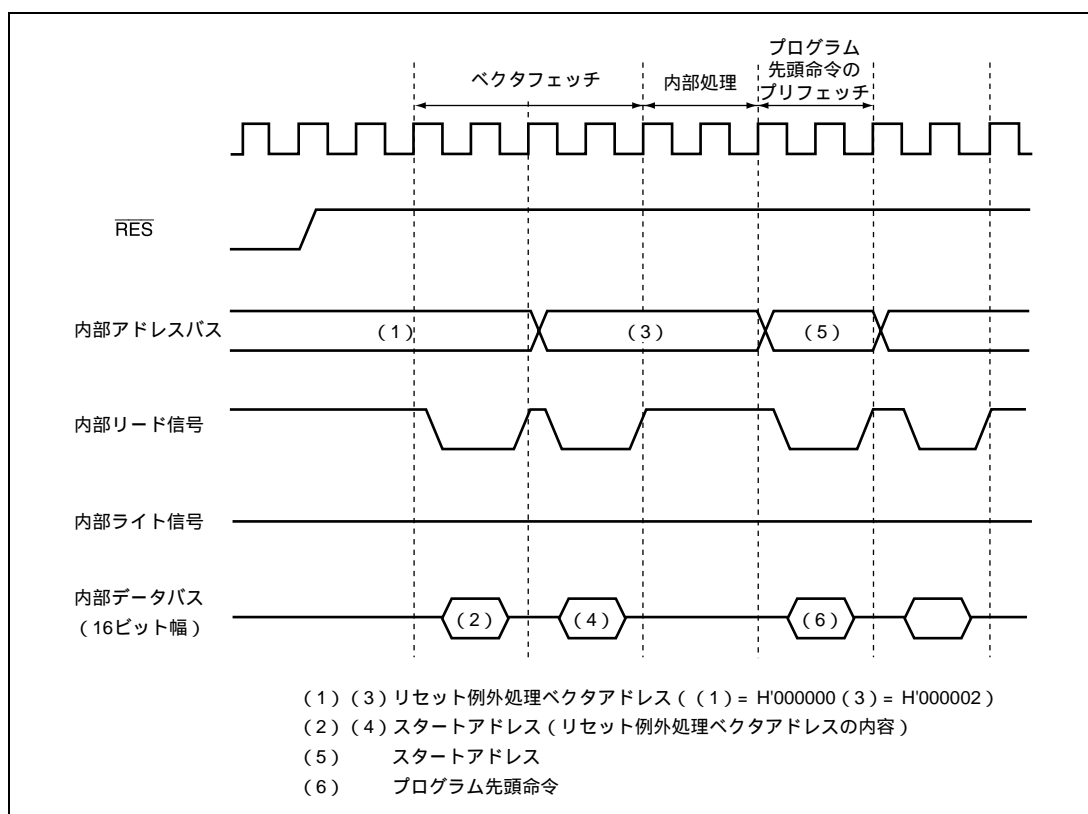


図 3.1 リセット例外処理シーケンス

3.4.2 内部割り込み要求

各内蔵周辺モジュールには割り込み要求ステータスフラグとこれらの割り込みイネーブルビットがあります。RTC 割り込み要求と SLEEP 命令実行によって発生する直接遷移割り込み、タイマ B1 割り込み要求についてはこの機能は IRR1、IRR2、IENR1、IENR2 に含まれています。内蔵周辺モジュールからの割り込み要求が発生すると対応する割り込み要求ステータスフラグが 1 にセットされ CPU に対して割り込みを要求します。これらの割り込み要求は対応するイネーブルビットを 0 にクリアすることにより禁止できます。

3.4.3 割り込み処理シーケンス

割り込み要求は割り込みコントローラによって制御されます。割り込み動作は以下のとおりです。

1. NMIあるいは割り込みイネーブルビットが1にセットされている割り込み要因が発生すると、割り込みコントローラに対して割り込み要求信号が送られます。
2. 複数の割り込み要求が発生している場合、割り込みコントローラはCPUに対してICRに設定されたその時点で最も優先度の高い割り込み処理を要求します。その他は保留となります。プライオリティレベルが同一の場合は表3.1に示すデフォルトの優先順位にしたがって割り込み要求を選択します。
3. CPUは割り込み要求がNMIまたはアドレスブレークであれば1ビットにかかわらず受け付けます。それ以外の割り込み要求はCCRのIビットがクリアされていれば受け付けますが、Iビットがセットされている間は保留します。
4. CPUが割り込み要求を受け付けると、実行中の命令を実行した後、割り込み例外処理を開始します。まず、PCとCCRの値をスタック領域にスタックします。このときのスタックの状態を図3.3に示します。スタックされるPCの値はリターン後に実行する最初の命令のアドレスです。
5. 次にCCRのIビットを1にセットします。これにより、NMIとアドレスブレークを除く割り込み要求がマスクされます。なお、Iビットの値はリターン時のアンスタックによりCCRの他のビットと共に例外処理開始前の値に戻ります。
6. この後CPUは受け付けた割り込み要求に対応するベクタアドレスを生成し、そのアドレスのデータを割り込み処理ルーチンのスタートアドレスとしてPCに転送して割り込み処理を開始します。

割り込み受け付けフローを図 3.2 に、プログラム領域を内蔵 ROM に、スタック領域を内蔵 RAM にとった場合の割り込み要求シーケンスを図 3.4 に示します。

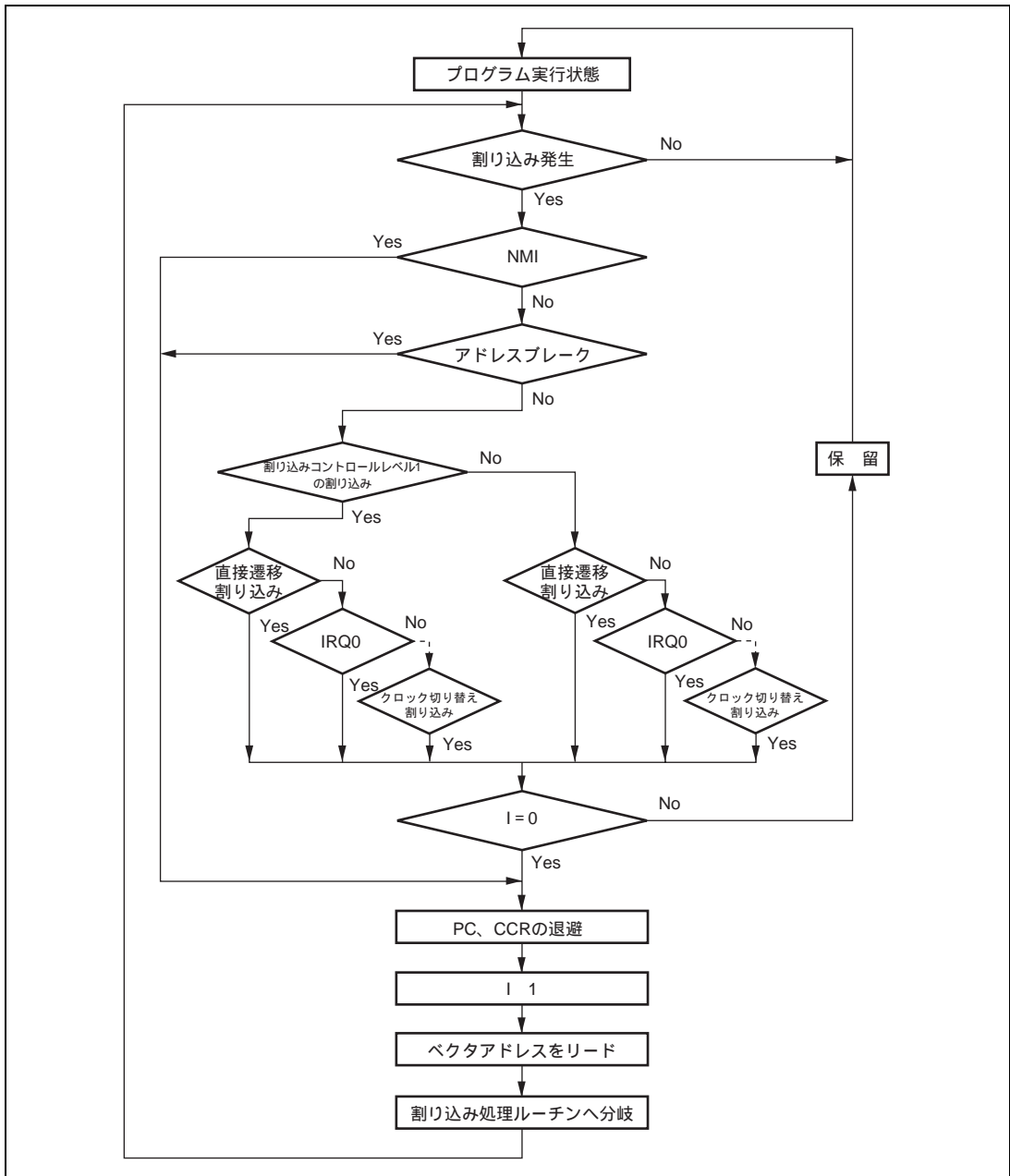


図 3.2 割り込み受け付けフロー

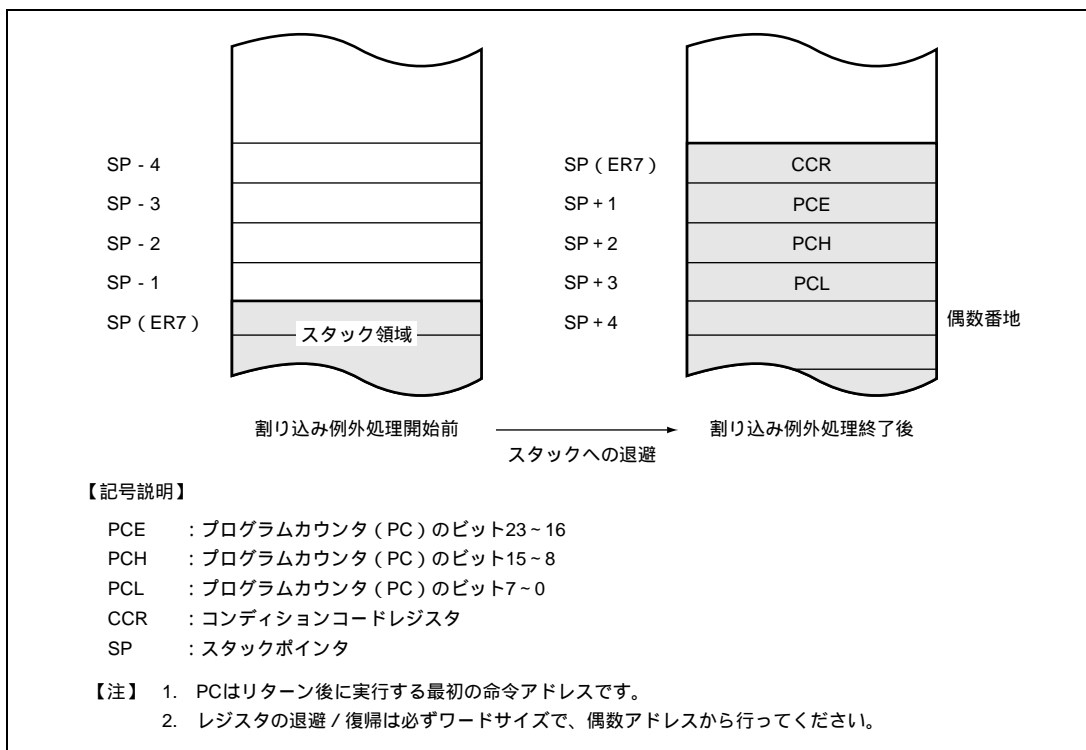


図 3.3 割り込み例外処理終了後のスタック状態

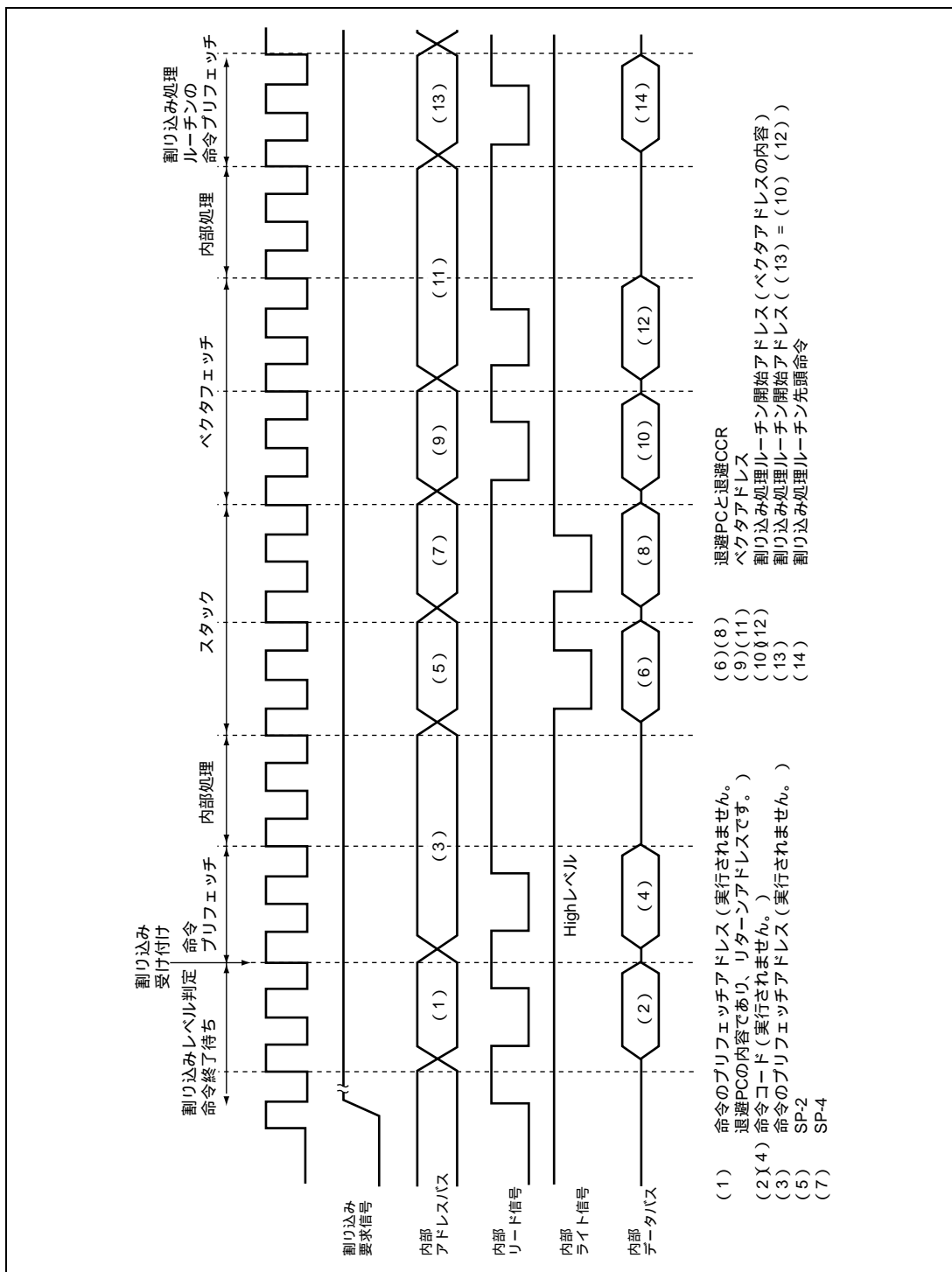


図 3.4 割り込み要求シーケンス

3.4.4 割り込み応答時間

割り込み要求フラグがセットされた後、割り込み要求処理ルーチンの先頭命令を実行するまでの待ち状態数を表 3.3 に示します。

表 3.3 割り込み要求待ち状態数

項 目	状態数	合計
割り込み優先順位判定	2* ¹	19 ~ 41
実行中の命令終了時の待ち時間* ²	1 ~ 23	
PC、CCR のスタック	4	
ベクタフェッチ	4	
命令フェッチ	4	
内部処理	4	

【注】 *1 内部割り込みの場合は 1 状態となります。

*2 EEPMOV 命令は除きます。

3.5 使用上の注意事項

3.5.1 リセット直後の割り込み要求

リセット直後、スタックポインタ (SP) を初期化する前に CPU が割り込み要求を受け付けると、PC と CCR の退避が正常に行われずプログラムの暴走の原因となります。これを防ぐため、リセット例外処理直後は NMI を含むすべての割り込み要求が禁止されプログラムの先頭 1 命令を必ず実行するようになっていますので、プログラムの先頭で SP を初期化してください (例: MOV.L #xx:32, SP)。

3.5.2 スタック領域のアクセス

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。スタック領域のアクセスは、スタックポインタ (SP:ER7) が奇数ならないよう常にワードサイズで行ってください。(例: 「PUSH Rn (MOV.W Rn, @-SP)」または「POP Rn (MOV.W @SP+, Rn)」)

3.5.3 ポートモードレジスタを書き換える際の注意事項

ポートモードレジスタを書き換えて外部割り込み要求端子 $\overline{IRQ3} \sim \overline{IRQ0}$ 、 $\overline{WKP5} \sim \overline{WKP0}$ の機能を変更するとき割り込み要求フラグが 1 にセットされることがあります。端子機能を切り替える場合は、割り込み要求を禁止した状態でポートモードレジスタを書き換え、少なくとも 1 命令 (NOP 命令で可) 実行してから、割り込み要求フラグをクリアしてください。ポートモードレジスタの操作と割り込み要求フラグのクリアの手順を図 3.5 に示します。

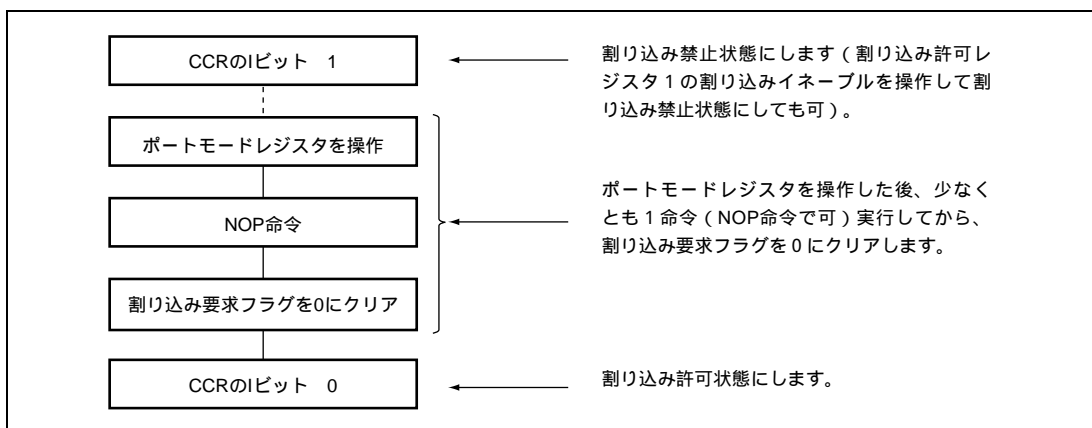


図 3.5 ポートモードレジスタ操作と割り込み要求フラグのクリア手順

4. アドレスブ레이크

アドレスブ레이크はオンボードによるプログラムデバッグを容易にする機能を提供します。アドレスブ레이크は、設定されたブ레이크条件が成立するとアドレスブ레이크割り込み要求を発生します。この割り込み要求はCCRのIビットの影響を受けません。設定できるブ레이크条件には特定アドレスの命令実行、特定アドレスのアクセスとデータの組み合わせ等があります。また、アドレスブ레이크機能により、プログラム上のバグの箇所の実行開始を検出し修正プログラムへ分岐するなどの応用が可能です。アドレスブ레이크のブロック図を図4.1に示します。

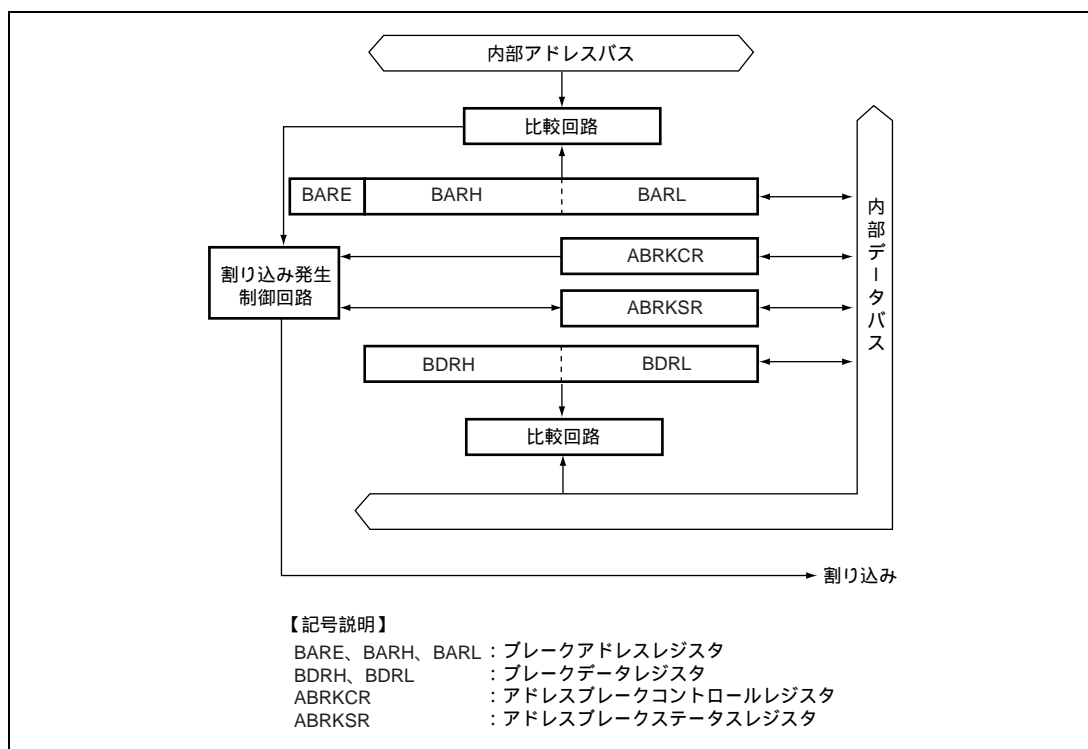


図 4.1 アドレスブ레이크ブロック図

4.1 レジスタの説明

アドレスブレイクには以下のレジスタがあります。

- アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)
- アドレスブレイクステータスレジスタ (ABRKSR)
- ブレイクアドレスレジスタ (BARE、BARH、BARL)
- ブレイクデータレジスタ (BDRH、BDRL)

4.1.1 アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)

アドレスブレイクの条件設定を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	RTINTE	1	R/W	RTE 割り込みイネーブル 0 のとき RTE 命令実行直後の割り込みをマスクし、必ず 1 命令実行します。 1 のときは割り込みはマスクされません。
6	CSEL1	0	R/W	コンディションセレクト 1、0 アドレスブレイクの条件を設定します。 00 : 命令実行サイクル 01 : CPU データリードサイクル 10 : CPU データライトサイクル 11 : CPU データリード/ライトサイクル
5	CSEL0	0	R/W	
4	ACMP2	0	R/W	アドレスコンペア 2~0 BAR と内部アドレスバスの比較条件を設定します。 000 : 24 ビット比較します。 001 : 上位 20 ビット比較します。 010 : 上位 16 ビット比較します。 011 : 上位 12 ビット比較します。 1XX : 予約
3	ACMP1	0	R/W	
2	ACMP0	0	R/W	
1	DCMP1	0	R/W	データコンペア 1、0 BDR と内部データバスの比較条件を設定します。 00 : データを比較しません。 01 : BDRL とデータバス下位 8 ビットを比較します。 10 : BDRH とデータバス上位 8 ビットを比較します。 11 : BDR とデータバス 16 ビットを比較します。
0	DCMP0	0	R/W	

【注】 X : Don't care

なお、データリードサイクルまたはデータライトサイクルでアドレスブレイクを設定する場合、アクセスサイズとデータバス幅の組み合わせにより使用するデータバスが異なりますので注意してください。表 4.1 にそれぞれのアクセスと使用するデータバスの対応を示します。データバス幅 8 ビットの I/O レジスタ空間をワードアクセスした場合、バイトアクセスを 2 回発生します。各レジスタのデータバス幅については「22.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）」を参照してください。

表 4.1 使用するデータバス

	ワードアクセス		バイトアクセス	
	偶数アドレス	奇数アドレス	偶数アドレス	奇数アドレス
ROM 空間	上位 8 ビット	下位 8 ビット	上位 8 ビット	上位 8 ビット
RAM 空間	上位 8 ビット	下位 8 ビット	上位 8 ビット	上位 8 ビット
データバス幅 8 ビットの I/O レジスタ	上位 8 ビット	上位 8 ビット	上位 8 ビット	上位 8 ビット
データバス幅 16 ビットの I/O レジスタ	上位 8 ビット	下位 8 ビット	-	-

4.1.2 アドレスブレイクステータスレジスタ (ABRKSR)

ABRKSR はアドレスブレイクの割り込み要求フラグとそのイネーブルビットで構成されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	ABIF	0	R/W	アドレスブレイク割り込みフラグ [セット条件] ABRKCR で設定された条件が成立した場合。 [クリア条件] 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき。
6	ABIE	0	R/W	アドレスブレイク割り込みイネーブル 1 のときアドレスブレイク割り込み要求をイネーブルにします。
5~0	-	すべて 1	-	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。

4.1.3 ブレイクアドレスレジスタ E、H、L (BARE、BARH、BARL)

BAR (BARE、BARH、BARL) はアドレスブレイク割り込みを発生させるためのアドレスを設定する 24 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。初期値は H'FFFFFF です。アドレスブレイクの条件を命令実行サイクルに設定する場合は命令の第 1 バイトのアドレスを設定してください。

4.1.4 ブレイクデータレジスタ H、L (BDRH、BDRL)

BDR (BDRH、BDRL) はアドレスブレイク割り込みを発生させるためのデータを設定する 16 ビットのリード / ライト可能なレジスタです。BDRH は上位 8 ビットのデータバスと比較されます。BDRL は下位 8 ビットのデータバスと比較されます。メモリまたはレジスタをバイトアクセスする時は偶数アドレス、奇数アドレスともにデータ転送に上位 8 ビットのデータバスが使用されます。したがって、バイトアクセスでは比較データは常に BDRH に設定してください。また、ワードアクセスでは、アドレスによって使用されるデータバスが異なります。詳細は「4.1.1 アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)」を参照してください。なお、このレジスタの初期値は不定です。

4.2 動作説明

アドレスブレイク機能は、BAR に設定されたアドレス、BDR に設定されたデータ、および ABRKCR に設定された条件の組み合わせで ABRKSR の ABIF が 1 にセットされ、ABRKSR の ABIE が 1 のとき CPU に対して割り込み要求を発生します。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が終了した後、割り込み例外処理を起動します。なお、アドレスブレイク割り込みは CPU の CCR の I ビットによってマスクされません。

アドレスブレイク割り込みの設定による動作例を図 4.2 に示します。

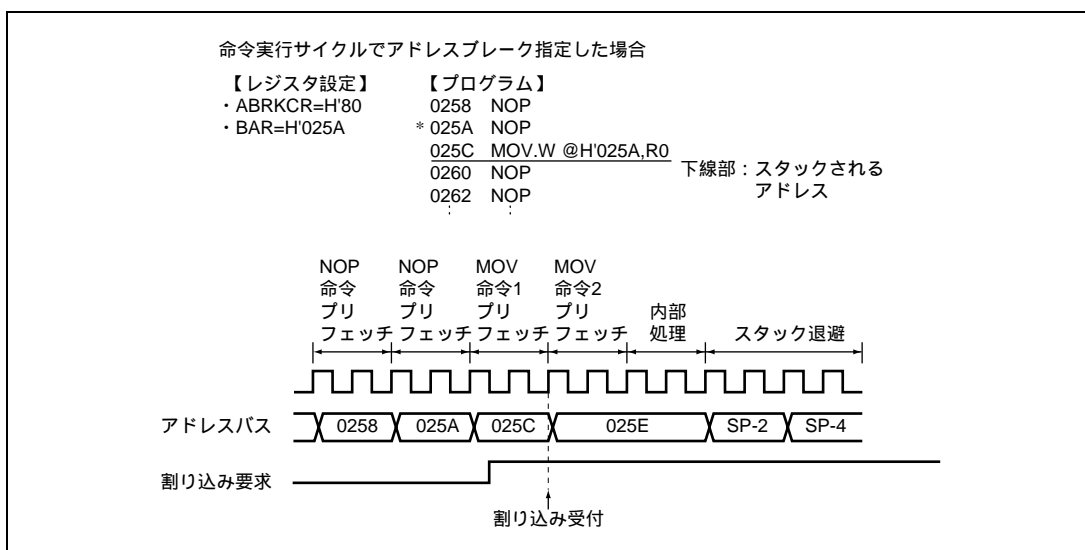


図 4.2 アドレスブレイク割り込み動作例 (1)

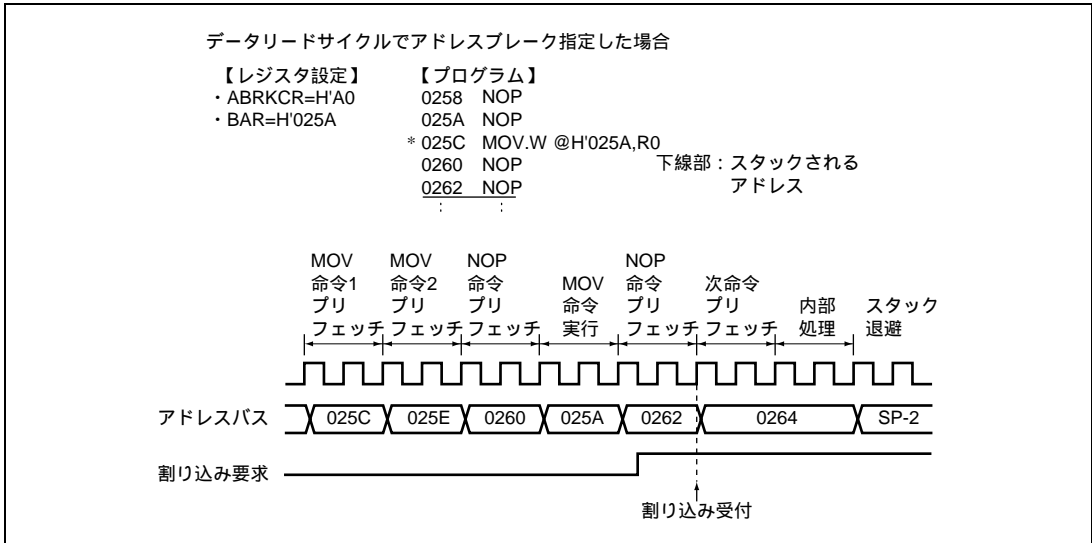


図 4.2 アドレスブレーク割り込み動作例 (2)

5. クロック発振器

クロック発生回路は、システムクロック発振器、デューティ補正回路、システムクロック分周器、オンチップオシレータ、オンチップオシレータ分周器からなるシステムクロック発生回路と、サブクロック発振器、サブクロック分周器からなるサブクロック発生回路で構成されています。図 5.1 にクロック発生回路のブロック図を示します。

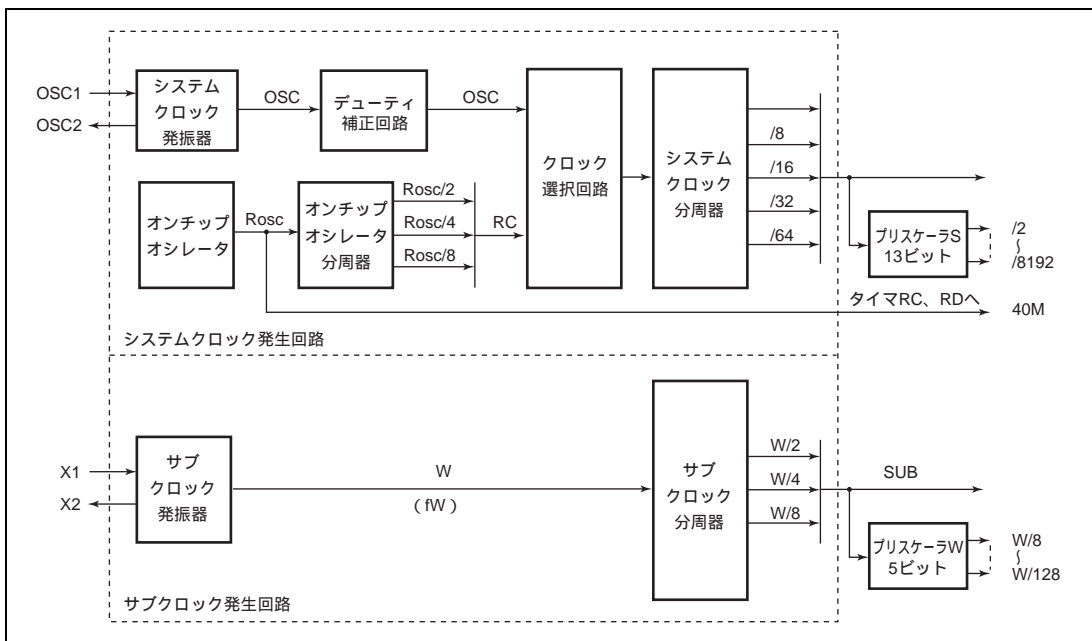


図 5.1 クロック発生回路のブロック図

システムクロック、サブクロック_{SUB}は、CPU および周辺機能を動作させるための基準クロックです。システムクロックはプリスケールSによって $1/8192 \sim 1/2$ に分周され、サブクロックWはプリスケールWによって $W/128 \sim W/8$ に分周され、それぞれ各周辺モジュールに供給されます。またオンチップオシレータは $1/2 \sim 1/8$ に分周されたシステムクロックRCとタイマRC、タイマRDへ供給される40Mを発生させることができます。

5.1 特長

- 2種類のクロックソースを選択可能
オンチップオシレータクロック
外部発振クロック
- 2種類のオンチップオシレータ発振周波数をユーザソフトで選択可能
40MHz
32MHz
1/2～1/8に分周されたシステムクロックとして使用可能です。また、タイマRC、タイマRDのクロックソースとしても使用可能です。
- オンチップオシレータ発振周波数のトリミング
オンチップオシレータは初期状態でトリミング済ですが、ユーザ使用条件に合わせてトリミングすることも可能です。
- システムクロックが外部クロックからオンチップオシレータクロックに切り替わったとき、CPUへ割り込み可能

5.2 レジスタの説明

クロック発振器に関連するレジスタには以下のレジスタがあります。

- RCコントロールレジスタ (RCCR)
- RCトリミングデータプロテクトレジスタ (RCTRMDPR)
- RCトリミングデータレジスタ (RCTRMDR)
- クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)

5.2.1 RC コントロールレジスタ (RCCR)

RCCR は、オンチップオシレータの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	RCSTP	0	R/W	オンチップオシレータスタンバイ このビットが1のときオンチップオシレータはスタンバイ状態になります。
6	FSEL	1	R/W	オンチップオシレータの発振周波数の選択 システムクロックとして使用する場合は本周波数を分周したクロックになります。タイマRCおよびタイマRDの動作クロック 40Mとして使用する場合は本周波数のクロックが供給されます。 0 : 32MHz 1 : 40MHz

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
5	VCLSEL	0	R/W	オンチップオシレータの電源の選択 0 : VBGR を選択 1 : VCL を選択 VCL を選択した場合は、オンチップオシレータ発振周波数精度を保証しません。
4~2	-	すべて 0	-	リザーブビットです。 読み出すと常に 0 が読み出されます。
1 0	RCPSC1 RCPSC0	1 0	R/W R/W	オンチップオシレータの分周比の選択 オンチップオシレータ動作時、アクティブモードおよびスリープモードの動作クロック周波数を選択します。本ビット設定後、Rosc の分周比が変化します。 CKCSR の CKSTA = 0 のときのみライト可能です。 0X : Rosc/2 10 : Rosc/4 11 : Rosc/8

【注】 X : Don't care

5.2.2 RC トリミングデータプロテクトレジスタ (RCTRMDPR)

RCTRMDPR は RCTRMDPR 自身と RCTRMDR の書き込み制御を行うレジスタです。本レジスタの書き換えは MOV 命令で行ってください。ビット操作命令では設定値の変更ができません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WRI	1	W	書き込み禁止 このビットの書き込み値が 0 のときだけ、このレジスタに対する書き込みが有効になります。読み出すと常に 1 が読み出されます。
6	PRWE	0	R/W	プロテクト情報書き込み許可 このビットが 1 のとき、このレジスタのビット 5 とビット 4 が書き込み可能になります。 [セット条件] • WRI に 0、PRWE に 1 をライトしたとき [クリア条件] • リセット • WRI に 0、PRWE に 0 をライトしたとき
5	LOCKDW	0	R/W	トリミングデータレジスタロックダウン このビットが 1 のとき、RC トリミングデータレジスタ (RCTRMDR) はライト不可となります。このビットを一回 1 に設定すると、その後 0 をライトしてもリセットがかからない限り RCTRMDR はライト不可となります。 [セット条件] • PRWE が 1 の状態で WRI に 0、LOCKDW に 1 をライトしたとき [クリア条件] • リセット

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	TRMDRWE	0	R/W	トリミングデータレジスタライト許可 LOCKDW が 0、TRMDRWE が 1 のとき RCTRMDR に対する書き込みが有効となります。 [セット条件] • PRWE が 1 の状態で WRI に 0、TRMDRWE に 1 をライトしたとき [クリア条件] • リセット • PRWE が 1 の状態で WRI に 0、TRMDRWE に 0 をライトしたとき
3~0	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。

5.2.3 RC トリミングデータレジスタ (RCTRMDR)

RCTRMDR は、オンチップオシレータの周波数のトリミングデータを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TRMD7	(0)*	R/W	トリミングデータ
6	TRMD6	(0)*	R/W	LSI はリセット直後にトリミングデータがロードされ、このレジスタに書き込まれます。これらのビットをリードすると、不定値が読み出されます。 これらのビットを書き換えることで、オンチップオシレータをトリミングできます。これらのビットを書き換えた直後、オンチップオシレータの発振周波数が変わります。初期値は H'00 です。 周波数の変化は、TRMD7 が符号ビットで、 (周波数最小) H'80 H'FF H'00 H'01 H'7F (周波数最大) になります。
5	TRMD5	(0)*	R/W	
4	TRMD4	(0)*	R/W	
3	TRMD3	(0)*	R/W	
2	TRMD2	(0)*	R/W	
1	TRMD1	(0)*	R/W	
0	TRMD0	(0)*	R/W	

【注】 * トリミングデータロード中に初期化します。

5.2.4 クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)

CKCSR は、OSC 端子の機能選択やシステムクロックの切り替え制御、システムクロックの状態の表示などを行います。本レジスタを書き換えるときは必ずアクティブモードで行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明																				
7	PMRJ1	0	R/W	OSC 端子機能選択ビット 1、0 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>PMRJ1</th> <th>PMRJ0</th> <th>OSC2</th> <th>OSC1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>I/O</td> <td>I/O</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>CLKOUT</td> <td>I/O</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>(オープン)</td> <td>OSC1 (外部クロック入力)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>OSC2</td> <td>OSC1</td> </tr> </tbody> </table>	PMRJ1	PMRJ0	OSC2	OSC1	0	0	I/O	I/O	1	0	CLKOUT	I/O	0	1	(オープン)	OSC1 (外部クロック入力)	1	1	OSC2	OSC1
PMRJ1	PMRJ0	OSC2	OSC1																					
0	0	I/O	I/O																					
1	0	CLKOUT	I/O																					
0	1	(オープン)	OSC1 (外部クロック入力)																					
1	1	OSC2	OSC1																					
6	PMRJ0	0	R/W																					
5	-	0	-	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。																				
4	OSCSSEL	0	R/W	LSI 動作クロックセレクト このビットは LSI のシステムクロックを選択するビットです。 0 : オンチップオシレータをシステムクロックとして選択 1 : 外部クロックをシステムクロックとして選択 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • CKSWIF ビットが 0 の状態で 1 をライトしたとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 0 をライトしたとき 【注】 オンチップオシレータがスタンバイ状態 (RCCR の RCSTP = 1) で本ビットに 1 をライトしないでください。本ビットに 1 をライトする場合は、必ずオンチップオシレータが動作している状態で行ってください。																				
3	CKSWIE	0	R/W	クロック切り替えインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると、クロック切り替え割り込み要求がイネーブルになります。																				
2	CKSWIF	0	R/W	クロック切り替え割り込み要求フラグ [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • 動作クロックが外部クロックからオンチップオシレータクロックに切り替わったとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき 																				
1	-	1	-	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。																				
0	CKSTA	0	R	LSI 動作クロックステータス 0 : LSI がオンチップオシレータクロックで動作 1 : LSI が外部クロックで動作																				

5.3 システムクロック発振器

5.3.1 システムクロック状態遷移

本 LSI のシステムクロックはリセット後、オンチップオシレータクロックで動作します。ユーザはソフトウェアでシステムクロックをオンチップオシレータクロックから外部クロックに、または外部クロックからオンチップオシレータクロックに切り替えることができます。

図 5.2 に LSI のシステムクロック状態間遷移を示します。

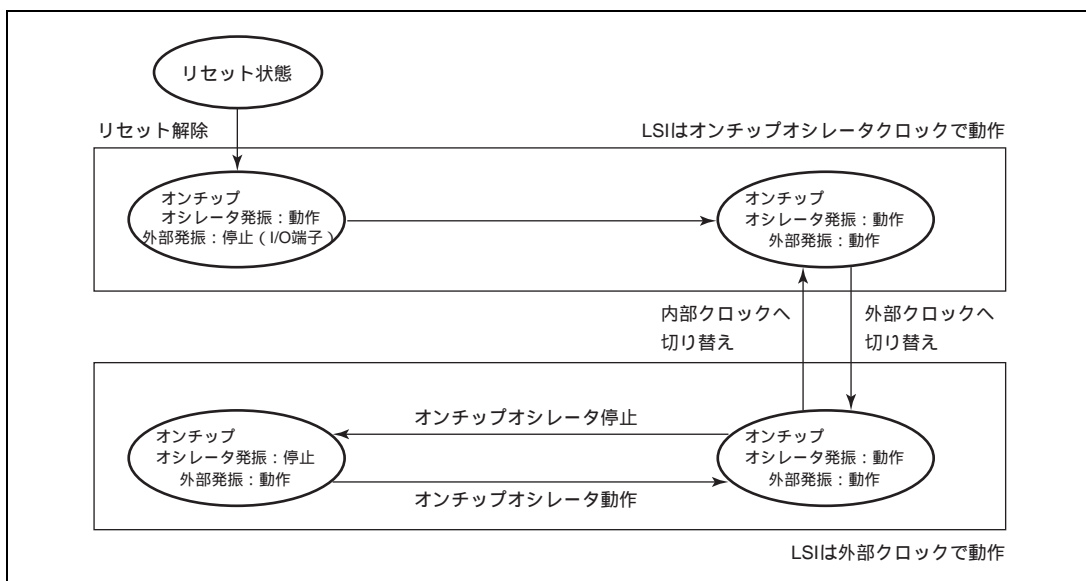


図 5.2 LSI のシステムクロック状態遷移図

5.3.2 システムクロック切り替えフロー

図 5.3 にオンチップオシレータクロックから外部クロックへの切り替えフロー、図 5.4 に外部クロックからオンチップオシレータクロックへの切り替えのフローを示します。

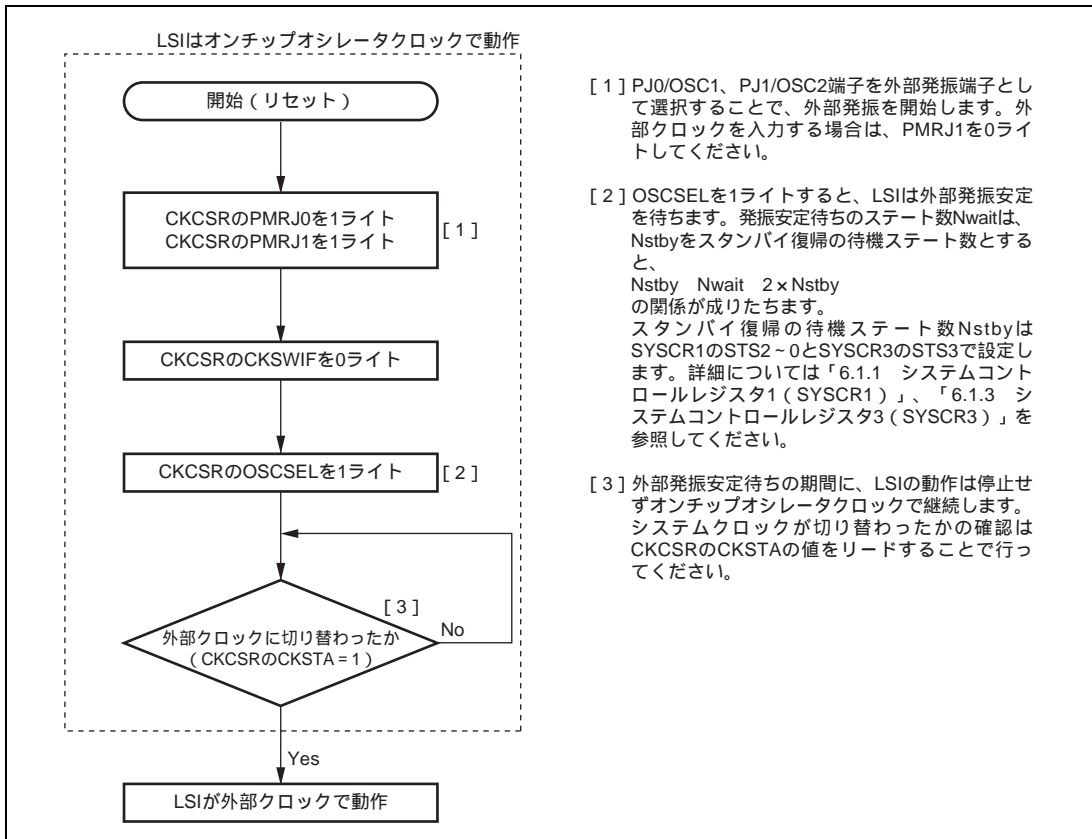


図 5.3 オンチップオシレータクロックから外部クロックへの切り替えフロー

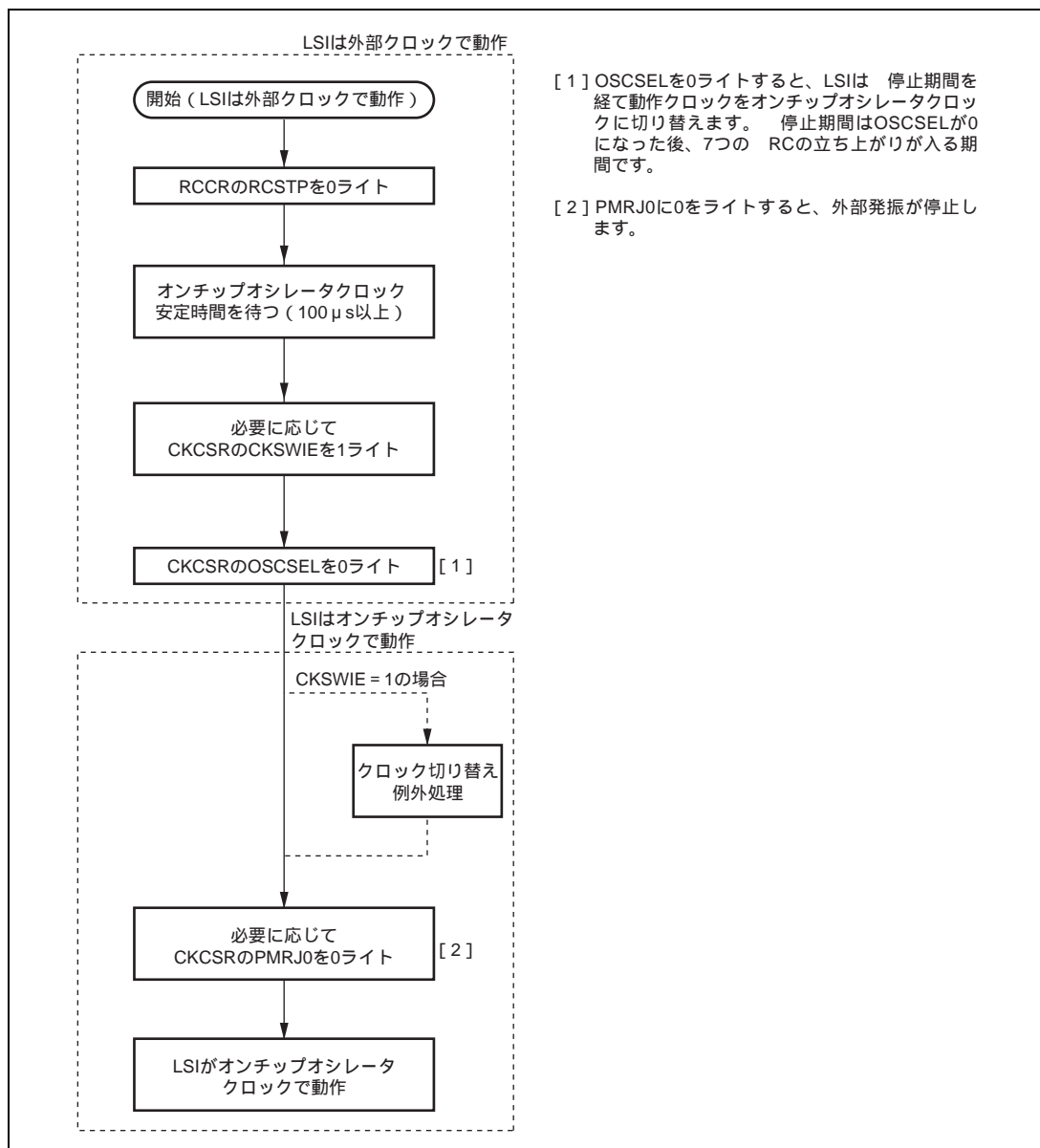


図 5.4 外部クロックからオンチップオシレータクロックへの切り替えフロー

5.3.3 クロック切り替えタイミング

クロック切り替えのタイミングを図 5.5、図 5.6 に示します。

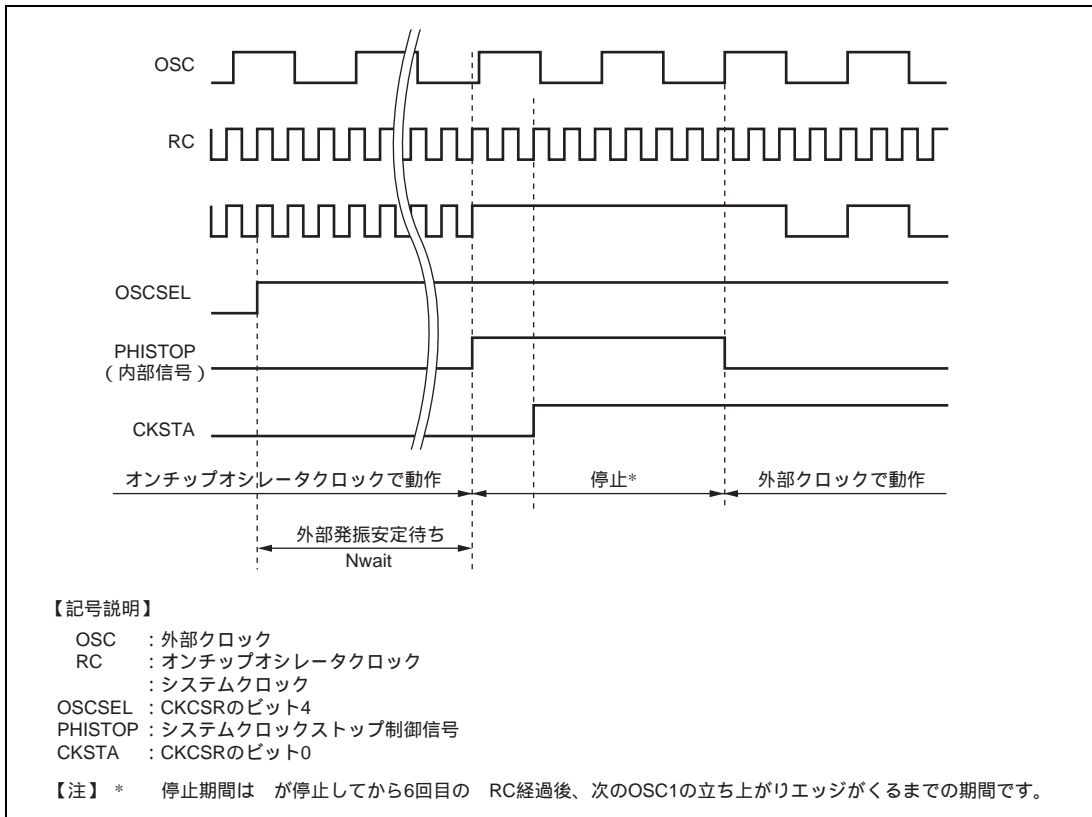


図 5.5 オンチップオシレータクロックから外部クロックへ切り替えのタイミング

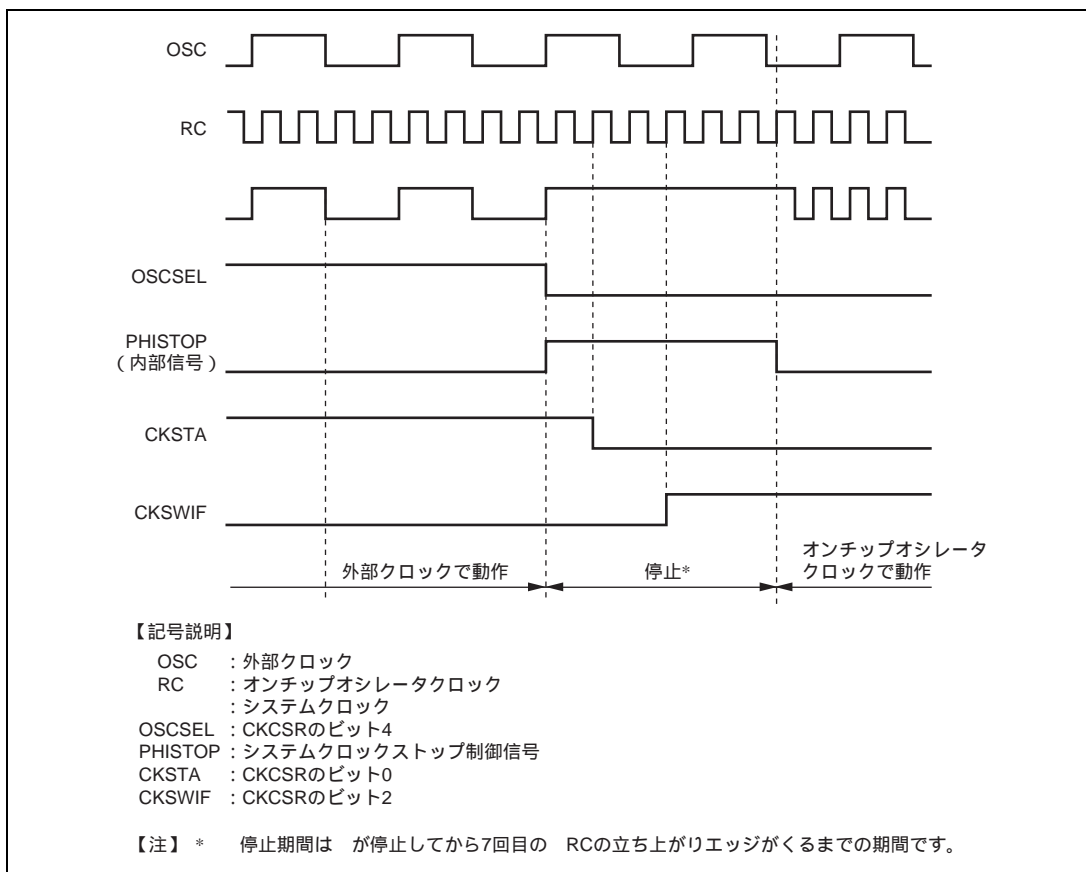


図 5.6 外部クロックからオンチップオシレータクロックへ切り替えのタイミング

5.4 オンチップオシレータのトリミング

ユーザは内蔵のタイマ RC、またはタイマ RD の入力キャプチャ機能を用いて外部から基準パルスを与えることで、オンチップオシレータをトリミングすることができます。図 5.7 にタイマ RC を使用したトリミングフロー例を、図 5.8 にタイミングチャートを示します。RCTRMDR はリセットにより初期値に戻るため、ユーザ自身がトリミングした場合、リセット後は再トリミング、または本 LSI 外部にトリミング値を保存しておきリロードする等の操作が必要になります。

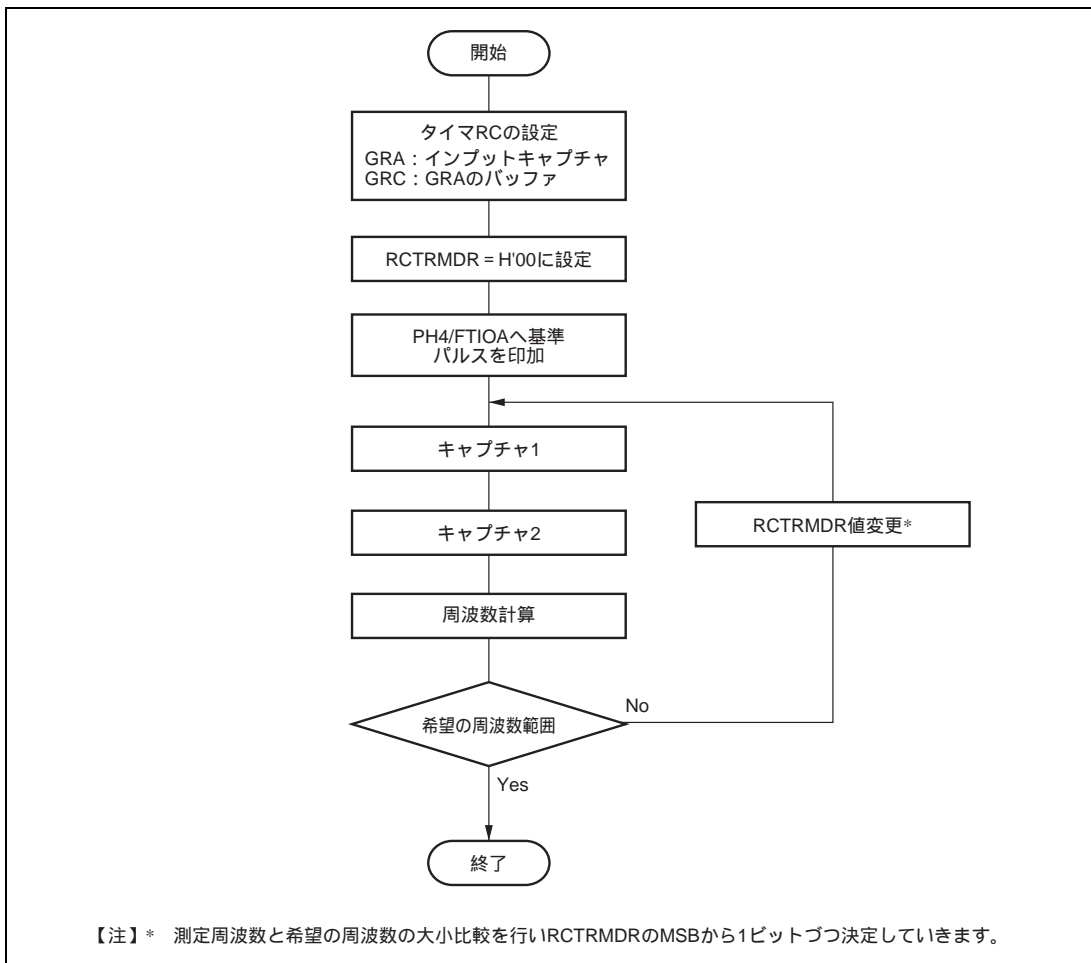


図 5.7 オンチップオシレータトリミングフロー例

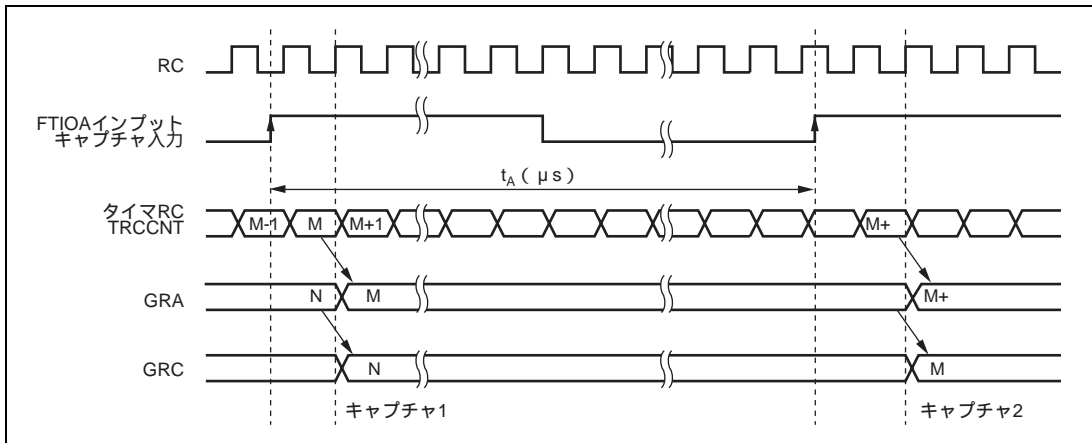


図 5.8 オンチップオシレータトリミングタイミングチャート

オンチップオシレータの発振周波数は以下の式にて求められます。入力キャプチャ入力は RC でサンプリングしているため、計算値には±1クロック (RC) 以内のサンプリング誤差が含まれます。

$$RC = \frac{(M+1) - M}{t_A} \text{ (MHz)}$$

RC : 分周後のオンチップオシレータの発振周波数 (MHz)

t_A : 基準クロックの周期 (μ s)

M : タイマ RC カウンタ値

5.5 外部発振器

外部発振クロックを供給する方法には水晶発振子またはセラミック発振子を接続する方法と、外部クロックを入力する方法があります。発振端子 PJ0/OSC1、PJ1/OSC2/CLKOUT を水晶発振子または外部クロック入力端子に設定する方法については「5.3.2 システムクロック切り替えフロー」を参照してください。システムクロック発振器のブロック図を図 5.9 に示します。

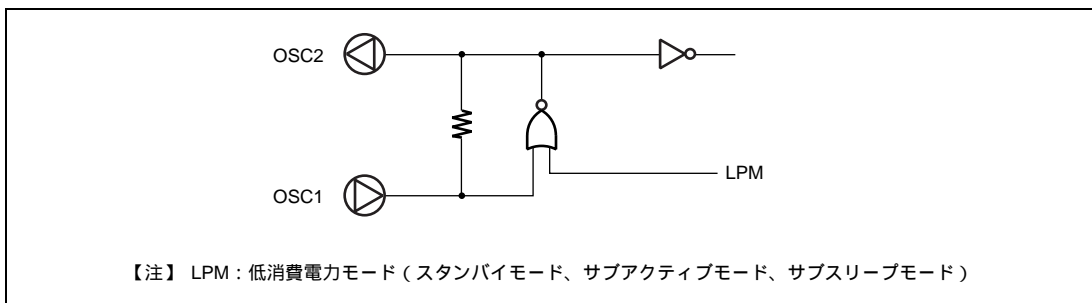


図 5.9 外部発振器のブロック図

5.5.1 水晶発振子を接続する方法

水晶発振子の接続例を図 5.10 に示します。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 5.11 に水晶発振子の等価回路を示します。発振子は表 5.1 に示す特性のものを使用してください。

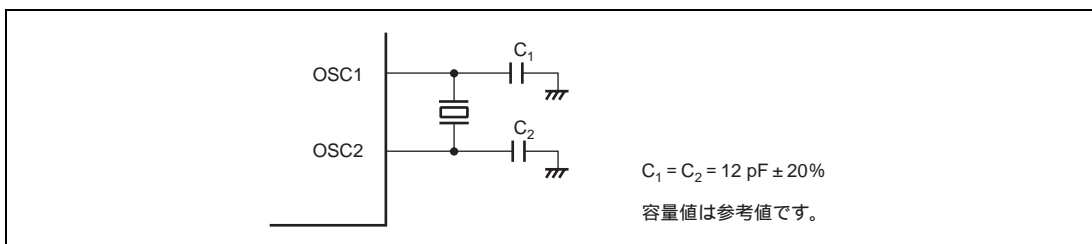


図 5.10 水晶発振子の接続例

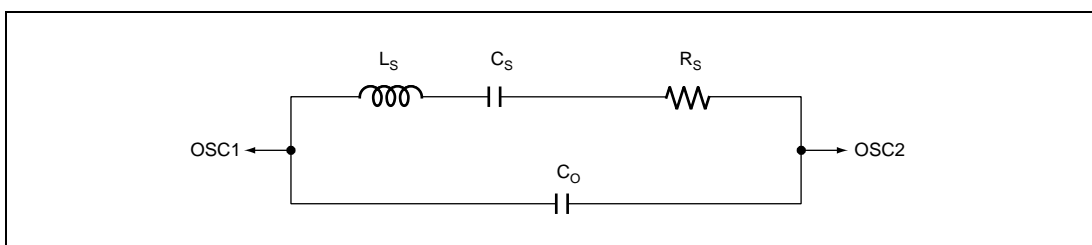


図 5.11 水晶発振子の等価回路

表 5.1 水晶発振子のパラメータ

周波数 (MHz)	4	8	10	16	20
Rs (max)	120	80	60	50	40
Co (max)	7pF				

5.5.2 セラミック発振子を接続する方法

セラミック発振子の接続例を図 5.12 に示します。

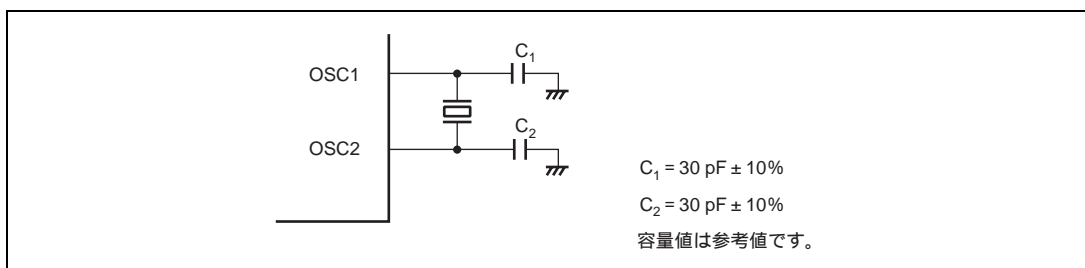


図 5.12 セラミック発振子の接続例

5.5.3 外部クロックを入力する方法

外部クロックを OSC1 端子に入力し、OSC2 端子をオープン状態にします。接続例を図 5.13 に示します。外部クロックのデューティは 45% ~ 55% としてください。

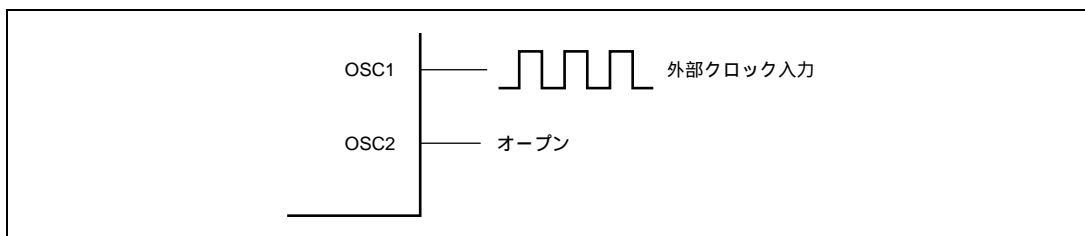


図 5.13 外部クロックを入力する場合の接続例

5.6 サブクロック発振器

サブクロック発振器のブロック図を図 5.14 に示します。

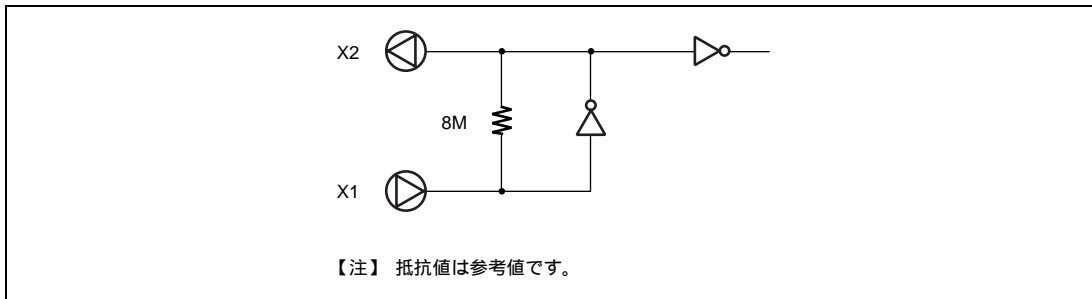


図 5.14 サブクロック発振器ブロック図

5.6.1 32.768kHz 水晶発振子を接続する方法

サブクロック分周器へクロックを供給するには、図 5.15 に示すように 32.768kHz の水晶発振子を接続します。図 5.16 に 32.768kHz 水晶発振子の等価回路を示します。

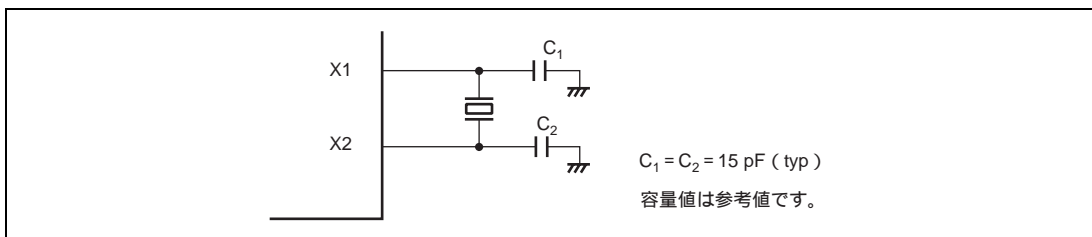


図 5.15 32.768kHz 水晶発振子の接続例

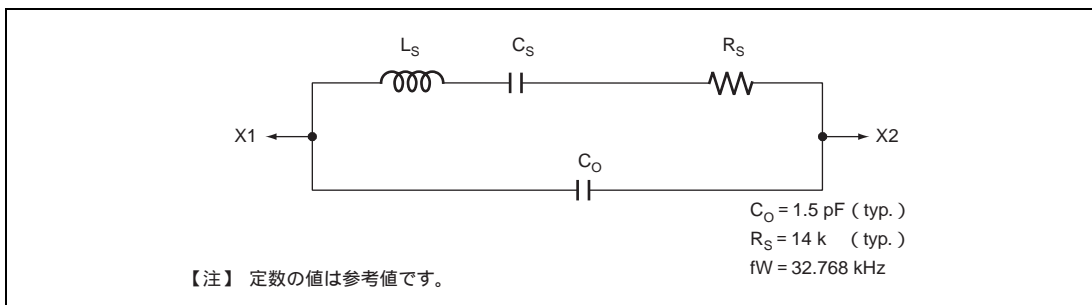


図 5.16 32.768kHz 水晶発振子の等価回路

5.6.2 サブクロックを使用しない場合の端子処理

サブクロックを必要としない場合には、図 5.17 に示すように X1 端子を V_{CL} または V_{SS} に接続し、X2 端子をオープンとしてください。

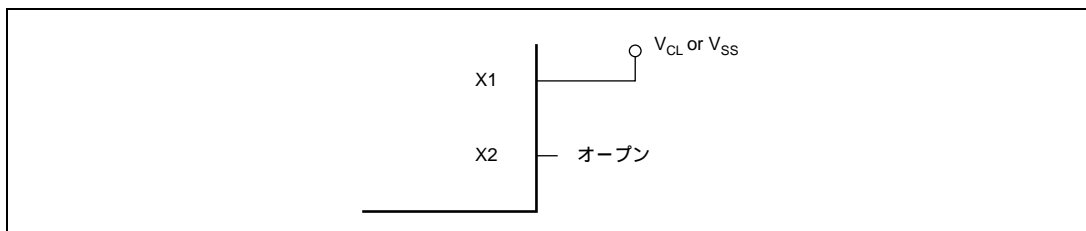


図 5.17 サブクロックを必要としない場合の端子処理

5.7 プリスケーラ

5.7.1 プリスケーラ S

プリスケーラ S は、システムクロック () を入力クロックとする 13 ビットのカウンタで、分周した出力を内蔵周辺モジュールの内部クロックとして使用します。リセット時、プリスケーラ S は H'0000 にイニシャライズされ、リセット解除後、カウントアップを開始します。スタンバイモード、サブアクティブモード、およびサブスリープモードでは、システムクロック発振器が停止するためプリスケーラ S の動作も停止します。このとき、プリスケーラ S は H'0000 にイニシャライズされます。CPU からはアクセスできません。

プリスケーラ S の出力は、各種内蔵周辺機能で共用しており、分周比は各内蔵周辺機能で独立に設定できます。なお、アクティブモードおよびスリープモードではプリスケーラ S のクロック入力は SYSCR2 の MA2 ~ MA0 で設定した分周比のシステムクロックとなります。

5.7.2 プリスケーラ W

プリスケーラ W は 32.768kHz を 4 分周したクロックを入力とする 5 ビットのカウンタで、分周した出力は RTC の時計用タイムベース動作に使用します。リセット時、プリスケーラ W は H'00 にイニシャライズされ、リセット解除後カウントアップを開始し、スタンバイモード、サブアクティブモード、サブスリープモードでも動作を継続します。

5.8 使用上の注意事項

5.8.1 発振子に関する注意事項

発振子に関する諸特性は、ユーザのボード設計に密接に関係しますので本章で案内する発振子の接続例を参考に、ユーザ側での十分な評価を実施してご使用願います。発振回路の回路定数は発振子、実装回路の浮遊容量などにより異なるため、発振子メーカーと充分ご相談の上決定してください。発振端子に印加される電圧が最大定格を超えないような設計を行ってください。

5.8.2 ボード設計上の注意事項

水晶発振子（セラミック発振子）を使用する場合は、発振子および負荷容量をできるだけ OSC1、OSC2 端子の近くに配置してください。また、発振回路の近くには他の信号線を通過させないでください（図 5.18）。誘導により正しい発振ができなくなる場合があります。

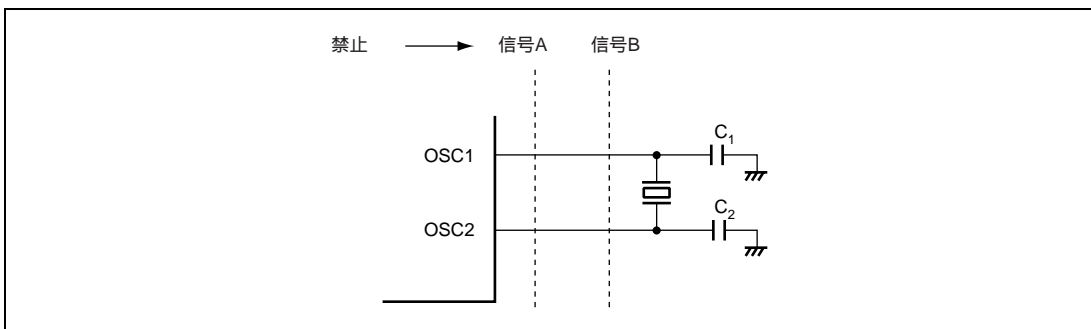


図 5.18 発振回路のボード設計に関する注意事項

6. 低消費電力モード

リセット解除後の動作モードには、通常のアクティブモードの他に消費電力を著しく低下させる4種類の低消費電力モードがあります。このほか、内蔵モジュールの機能を選択的に停止させて消費電力を低減させるモジュールスタンバイ機能があります。

- アクティブモード

CPUおよび内蔵周辺モジュールがシステムクロックで動作します。システムクロックソースは osc 、 $Rosc/2$ 、 $Rosc/4$ 、または $Rosc/8$ を選択できます。システムクロックの周波数はギア機能により $/8$ 、 $/16$ 、 $/32$ 、または $/64$ の中から選択できます。

- サブアクティブモード

CPUおよび内蔵周辺モジュールがサブクロックで動作します。サブクロックの周波数は $w/2$ 、 $w/4$ 、 $w/8$ の中から選択できます。

- スリープモード

CPUが動作を停止し、内蔵周辺モジュールがシステムクロックで動作します。

- サブスリープモード

CPUが動作を停止し、内蔵周辺モジュールがサブクロックで動作します。

- スタンバイモード

CPUおよびすべての内蔵周辺モジュールが動作を停止します。ただし、RTCは時計用タイムベースの機能が選択されているときは動作します。

- モジュールスタンバイ機能

上記動作モードとは独立に、使用しない内蔵周辺モジュールの動作をモジュール単位で停止させることにより消費電力を低減させることができます。

6.1 レジスタの説明

低消費電力モードに関連するレジスタには以下のレジスタがあります。なお、シリアルモードコントロールレジスタ (SCI3_3 モジュールスタンバイ) の詳細については「17.1 特長」を参照してください。

- システムコントロールレジスタ1 (SYSCR1)
- システムコントロールレジスタ2 (SYSCR2)
- システムコントロールレジスタ3 (SYSCR3)
- モジュールスタンバイコントロールレジスタ1 (MSTCR1)
- モジュールスタンバイコントロールレジスタ2 (MSTCR2)
- モジュールスタンバイコントロールレジスタ4 (MSTCR4)
- シリアルモードコントロールレジスタ (SMCR)

6.1.1 システムコントロールレジスタ1 (SYSCR1)

SYSCR1 は SYSCR2 および SYSCR3 とともに低消費電力モードの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	SSBY	0	R/W	ソフトウェアスタンバイ SLEEP 命令実行後の遷移先を選択します。 0: スリープモードあるいはサブスリープモードに遷移 1: スタンバイモードに遷移 詳細は表 6.2 を参照してください。
6	STS2	0	R/W	スタンバイタイムセレクト 2~0 スタンバイモード、サブアクティブモード、サブスリープモードからアクティブモード、スリープモードに遷移する際、システムクロック発振器が発振を開始してからクロックを供給するまでの待機状態数を設定します。遷移後のシステムクロックが外部発振器の場合は、動作周波数に応じて待機時間が 6.5ms 以上となるように設定してください。遷移後のシステムクロックがオンチップオシレータの場合は、動作周波数に応じて待機時間が 100 μs 以上となるように設定してください。設定値と待機状態数の関係は表 6.1 のとおりです。なお待機状態のカウントは、SYSCR2 の MA2~MA0 の設定にかかわらず、分周なしで行います。すなわち遷移後のシステムクロックが外部発振器の場合 osc で、オンチップオシレータの場合は RC で行います。 STS2~STS0 はユーザソフトでシステムクロックをオンチップオシレータから外部クロックに切り替えたとき、外部発振安定待ちのステート数も設定します。上記のスタンバイ復帰の待機状態数との関係は以下の式に示します。外部発振安定待ちのステート数の場合は $Nstby \times$ 外部発振周期の値が 6.5ms 以上となるように設定してください。この場合の Nstby のカウントは Rc を SYSCR2 の MA2~MA0 で設定した分周クロックでカウントします。 $Nstby \quad Nwait \quad 2 \times Nstby$ Nwait : 発振安定待ちのステート数 Nstby : スタンバイ復帰の待機状態数
5	STS1	0	R/W	
4	STS0	0	R/W	

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	NESEL	0	R/W	ノイズ除去サンプリング周波数選択 サブクロック発振器により生成されたウォッチクロック w をシステムクロック発振器により生成された OSC クロック osc または オンチップオシレータにより生成された RC でサンプリングする周波数を選択します。 osc または $RC = 4 \sim 20\text{MHz}$ のときは、0 を設定してください。 0: osc または RC の 16 分周クロックでサンプリング 1: osc または RC の 4 分周クロックでサンプリング
2~0	-	すべて 0	-	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。

表 6.1 動作周波数と待機時間

ビット				待機ステート数	動作周波数								
STS3	STS2	STS1	STS0		20MHz	16MHz	10MHz	8MHz	4MHz	2MHz	1MHz	0.5MHz	
X	0	0	0	8,192 ステート	0.4	0.5	0.8	1.0	2.0	4.1	8.1	16.4	
X	0	0	1	16,384 ステート	0.8	1.0	1.6	2.0	4.1	8.2	16.4	32.8	
X	0	1	0	32,768 ステート	1.6	2.0	3.3	4.1	8.2	16.4	32.8	65.5	
X	0	1	1	65,536 ステート	3.3	4.1	6.6	8.2	16.4	32.8	65.5	131.1	
X	1	0	0	131,072 ステート	6.6	8.2	13.1	16.4	32.8	65.5	131.1	262.1	
1	1	0	1	1,024 ステート	0.05	0.06	0.10	0.13	0.26	0.51	1.02	2.05	
1	1	1	0	128 ステート	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.13	0.26	
1	1	1	1	16 ステート	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	
0	1	0	1	4,096 ステート	0.20	0.25	0.40	0.51	1.02	2.05	4.01	8.19	
0	1	1	0	2,048 ステート	0.10	0.13	0.20	0.26	0.51	1.02	2.05	4.01	
0	1	1	1	512 ステート	0.02	0.03	0.05	0.06	0.13	0.26	0.51	1.02	

- 【注】 1. 時間の単位は ms です。
2. X : Don't care

6.1.2 システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2)

SYSCR2 は SYSCR1 とともに低消費電力モードの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	SMSEL	0	R/W	スリープモード選択
6	LSON	0	R/W	ロースピードオンフラグ
5	DTON	0	R/W	ダイレクトトランスファオンフラグ
これらのビットはSYSCR1のSSBYとともにSLEEP命令実行後の遷移先を選択します。詳細は表 6.2 を参照してください。				
4	MA2	0	R/W	アクティブモードクロックセレクト 2~0
3	MA1	0	R/W	アクティブモードおよびスリープモードの動作クロック周波数を選択します。
2	MA0	0	R/W	クロックはSLEEP命令実行後、設定した周波数に切り替わります。システムクロックがオンチップオシレータに選択されているときは、オンチップオシレータで分周された周波数をさらに分周します。
0XX : osc または Rc				
100 : osc/8 または Rc/8				
101 : osc/16 または Rc/16				
110 : osc/32 または Rc/32				
111 : osc/64 または Rc/64				
1	SA1	0	R/W	サブアクティブモードクロックセレクト 1、0
0	SA0	0	R/W	サブアクティブモードおよびサブスリープモードの動作クロック周波数を選択します。クロックはSLEEP命令実行後、設定した周波数に切り替わります。
00 : w/8				
01 : w/4				
1X : w/2				

【注】 X : Don't care

6.1.3 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)

SYSCR3 は SYSCR1 とともに待機時間の設定を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	-	すべて1	-	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。
0	STS3	1	R/W	スタンバイタイムセレクト 3
SYSCR1のSTS2~STS0とともに待機時間の設定を行います。設定値と待機ステート数の関係は表 6.1 のとおりです。				

6.1.4 モジュールスタンバイコントロールレジスタ 1 (MSTCR1)

MSTCR1 は内蔵周辺モジュールをモジュール単位でスタンバイ状態にします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	0	-	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。
6	MSTIIC	0	R/W	IIC2 モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき IIC2 はスタンバイ状態になります。
5	MSTS3	0	R/W	SCI3 モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき SCI3 はスタンバイ状態になります。
4	-	0	-	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。
3	MSTWD	0	R/W	ウォッチドッグタイムモジュールスタンバイ このビットが 1 のときウォッチドッグタイムはスタンバイ状態になります (ただし、ウォッチドッグタイムのカウントクロックに内部発振器を選択した場合は、このビットの設定にかかわらずウォッチドッグタイムは動作します)。
2	-	0	-	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。
1	MSTTV	0	R/W	タイマ V モジュールスタンバイ このビットが 1 のときタイマ V はスタンバイ状態になります。
0	MSTTA	0	R/W	RTC モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき RTC はスタンバイ状態になります。

6.1.5 モジュールスタンバイコントロールレジスタ 2 (MSTCR2)

MSTCR2 は内蔵周辺モジュールをモジュール単位でスタンバイ状態にします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MSTS3_2	0	R/W	SCI3_2 モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき SCI3_2 はスタンバイ状態になります。
6、5	-	すべて 0	-	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。
4	MSTTB1	0	R/W	タイマ B1 モジュールスタンバイ このビットが 1 のときタイマ B1 はスタンバイ状態になります。
3~1	-	すべて 0	-	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。
0	MSTPWM	0	R/W	PWM モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき PWM はスタンバイ状態になります。

6.1.6 モジュールスタンバイコントロールレジスタ 4 (MSTCR4)

MSTCR4 は内蔵周辺モジュールをモジュール単位でスタンバイ状態にします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MSTTRC	0	R/W	タイマ RC モジュールスタンバイ このビットが 1 のときタイマ RC はスタンバイ状態になります。
6	MSTAD	0	R/W	A/D 変換器モジュールスタンバイ このビットが 1 のとき A/D 変換器はスタンバイ状態になります。
5	MSTTRD0	0	R/W	タイマ RD_0 モジュールスタンバイ このビットが 1 のときタイマ RD_0 はスタンバイ状態になります。
4	MSTTRD1	0	R/W	タイマ RD_1 モジュールスタンバイ このビットが 1 のときタイマ RD_1 はスタンバイ状態になります。
3~0	-	すべて 0	-	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。

6.2 モード間遷移と LSI の状態

図 6.1 に可能なモード間遷移を示します。プログラム実行状態からプログラム停止状態へは SLEEP 命令の実行によって遷移します。プログラム停止状態からプログラム実行状態へは割り込みによって復帰します。プログラム実行状態であるアクティブモードとサブアクティブモードの間ではプログラムの実行を停止することなく直接遷移することもできます。また、アクティブモードからアクティブモード、サブアクティブモードからサブアクティブモードへ直接遷移することにより、同一モードで動作周波数を変更することができます。RES 入力によりすべてのモードからリセット状態に遷移します。表 6.2 に SLEEP 命令実行時の各モードへの遷移条件と割り込みによる復帰先を、表 6.3 に各動作モードでの LSI の内部状態を示します。

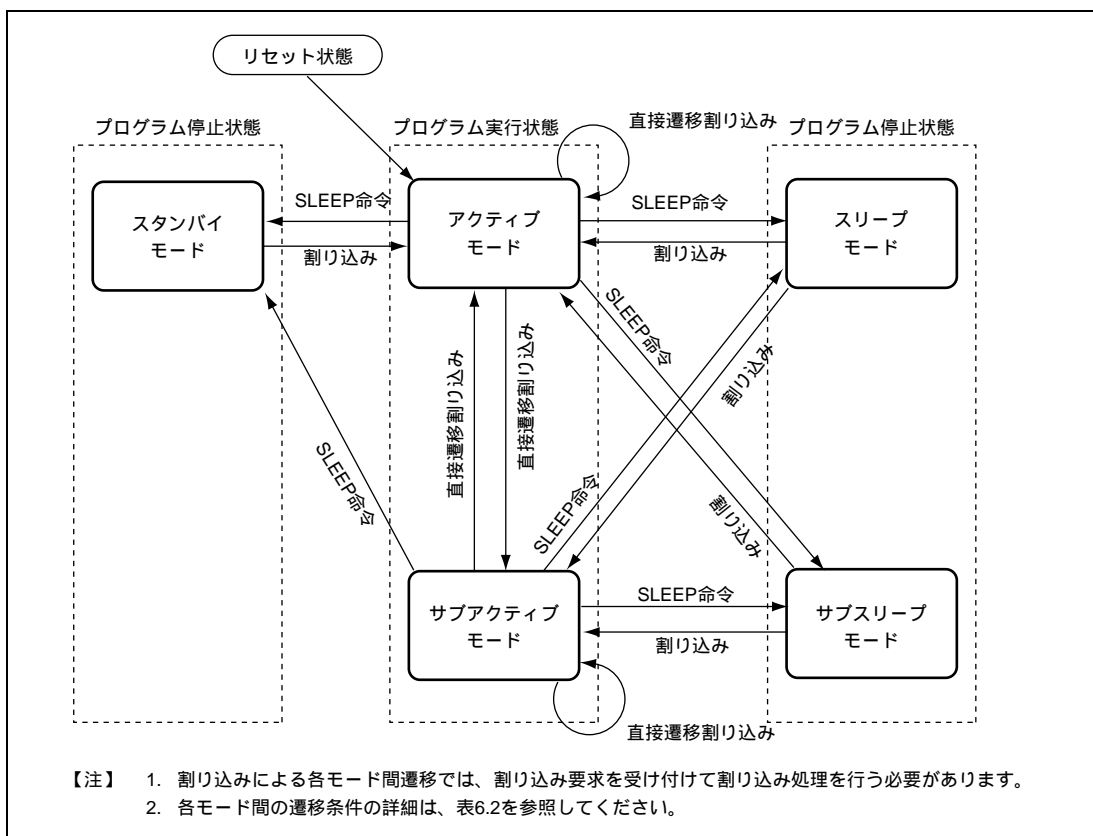


図 6.1 モード遷移図

表 6.2 SLEEP 命令実行後の状態と割り込みによる復帰先

DTON	SSBY	SMSSEL	LSON	SLEEP 命令実行後の状態	割り込みによる復帰先
0	0	0	0	スリープモード	アクティブモード
0	0	0	1	スリープモード	サブアクティブモード
0	0	1	0	サブスリープモード	アクティブモード
0	0	1	1	サブスリープモード	サブアクティブモード
0	1	X	X	スタンバイモード	アクティブモード
1	X	0*	0	アクティブモード (直接遷移)	X
1	X	X	1	サブアクティブモード (直接遷移)	

【注】 X : Don't care

- * SMSSEL=1 で状態遷移を行った場合、タイマ V、SCI3、SCI3_2、SCI3_3、A/D 変換器はリセットされ、各レジスタの値は初期値に戻ります。アクティブモード遷移後に、これらの機能を使用する場合は、各レジスタの再設定が必要です。

表 6.3 各動作モードでの LSI の状態

機 能		アクティブ	スリープ	サブアクティブ	サブスリープ	スタンバイ
システムクロック発振器		動作	動作	停止	停止	停止
サブクロック発振器		動作	動作	動作	動作	動作
CPU	命令実行	動作	停止	動作	停止	停止
	レジスタ	動作	保持	動作	保持	保持
RAM		動作	保持	動作	保持	保持
I/O ポート		動作	保持	動作	保持	レジスタは保持、出力はハイインピーダンス
外部割り込み	IRQ3 ~ IRQ0	動作	動作	動作	動作	動作
	WKP5 ~ WKP0	動作	動作	動作	動作	動作
周辺モジュール	RTC	動作	動作	時計用タイムベース機能選択時は動作、インターバルタイム選択時は保持		
	タイマ V	動作	動作	リセット	リセット	リセット
	ウォッチドッグタイマ	動作	動作	保持 (カウンタクロックに内部発振器を選択した場合は動作しません。*)		
	SCI3、SCI3_2、SCI3_3	動作	動作	リセット	リセット	リセット
	IIC2	動作	動作	保持*	保持	保持
	タイマ B1	動作	動作	保持*	保持	保持
	タイマ RD	動作	動作	保持 (カウンタクロックに内部クロックを選択した場合、カウンタはサブクロックでカウントアップします。*)		保持

機能		アクティブ	スリープ	サブアクティブ	サブスリープ	スタンバイ
周辺モジュール	タイマ RC	動作	動作	保持 (カウントクロックに内部クロックを選択した場合、カウンタはサブクロックでカウントアップします。*)		保持
	14 ビット PWM	動作	動作	保持*	保持	保持
	A/D 変換器	動作	動作	リセット	リセット	リセット

【注】 * サブアクティブモードではレジスタのリード/ライトが可能です。

6.2.1 スリープモード

スリープモードでは CPU の動作は停止しますが、内蔵周辺モジュールは SYSCR2 の MA2、MA1、MA0 で設定した周波数のクロックで動作します。CPU のレジスタの内容は保持されます。割り込み要求が発生するとスリープモードは解除され、割り込み例外処理を開始します。CCR の I ビットが 1 のとき、または割り込みイネーブルビットにより割り込みがマスクされているとスリープモードは解除できません。解除後のモードは SYSCR2 の LSON によって決まり、アクティブモードまたはサブアクティブモードへ遷移します。スリープモード中 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにするとスリープモードは解除されリセット状態に遷移します。

6.2.2 スタンバイモード

スタンバイモードではシステムクロック発振器が停止し、CPU および内蔵周辺モジュールが停止します。規定の電圧が与えられているかぎり、CPU のレジスタと一部の内蔵周辺モジュールの内部レジスタ、内蔵 RAM のデータは保持されます。また、RAM データ保持電圧で規定された電圧が供給されているかぎり、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となります。

スタンバイモードは割り込みによって解除されます。割り込み要求が発生するとシステムクロック発振器が発振を開始します。SYSCR1 の STS2 ~ STS0、SYSCR3 の STS3 で設定された時間が経過するとスタンバイモードが解除されて割り込み例外処理を開始します。CCR の I ビットが 1 の場合、または割り込みイネーブルビットにより割り込みがマスクされているとスタンバイモードは解除できません。

スタンバイモードで $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにするとオンチップオシレータが発振を開始します。オンチップオシレータの発振開始と同時に LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ず規定の時間 Low レベルを保持してください。規定の時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

6.2.3 サブスリープモード

サブスリープモードでは CPU は停止し、RTC 以外の内蔵周辺モジュールも停止します。規定の電圧が与えられている限り、CPU と一部の内蔵周辺モジュールの内部レジスタ、内蔵 RAM の内容は保持され、I/O ポートは遷移前の状態を保持します。

サブスリープモードは割り込みによって解除されます。割り込み要求が発生するとサブスリープモードは解除され、割り込み例外処理を開始します。なお、CCR の I ビットが 1 の場合、あるいは割り込み許可レジスタにより当該割り込みの受け付けが禁止されている場合は、サブスリープモードは解除されません。解除後のモードは SYSCR2 の LSON によって決まり、アクティブモードまたはサブアクティブモードへ遷移します。アクティブモードへ遷移する場合は SYSCR1 の STS2~STS0、SYSCR3 の STS3 で設定された発振安定待ち時間を経て遷移します。

サブスリープモードで $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、オンチップオシレータが発振を開始します。オンチップオシレータの発振開始と同時に LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ず規定の時間 Low レベルを保持してください。規定の時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

6.2.4 サブアクティブモード

サブアクティブモードの動作周波数は、SYSCR2 の SA1、SA0 により、ウォッチクロック (w) の 2 分周、4 分周、8 分周から選択できます。動作周波数は SLEEP 命令実行後、SLEEP 命令実行前に設定した周波数に切り替わります。

サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行すると、SYSCR1、SYSCR2 の組み合わせによりスリープモード、サブスリープモード、スタンバイモード、アクティブモード、サブアクティブモードへ遷移します。

また、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにするとオンチップオシレータが発振を開始します。オンチップオシレータの発振開始と同時に LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ず規定の時間 Low レベルを保持してください。規定の時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

6.3 アクティブモードの動作周波数

アクティブモードは SYSCR2 の MA2、MA1、MA0 で設定した周波数のクロックによって動作します。動作周波数は SLEEP 命令実行後に設定した周波数に切り替わります。

6.4 直接遷移

CPU がプログラムを実行している動作モードにはアクティブモードとサブアクティブモードがあります。直接遷移はこの 2 つの動作モード間でプログラムの実行を停止する事なく遷移します。SYSCR2 の DTON を 1 にセットして SLEEP 命令を実行すると直接遷移します。アクティブモード、サブアクティブモードで動作周波数を変更する場合にも有効です。遷移後は直接遷移割り込み例外処理を開始します。割り込みイネーブルレジスタ 1 により直接遷移割り込みが禁止されている場合は直接遷移せず、スリープモードまたはサブスリープモードへ遷移します。CCR の I ビットを 1 の状態で直接遷移を行うとスリープモードまたはサブスリープモードに遷移した後、割り込みによる解除ができませんので注意してください。

6.4.1 アクティブモードからサブアクティブモードへの直接遷移時間

SLEEP 命令実行から割り込み例外処理が終わるまでの時間（直接遷移時間）は (1) の計算式で表されます。

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} = & \{ (\text{SLEEP 命令実行ステート数}) + (\text{内部処理ステート数}) \} \\ & \times (\text{遷移前の } t_{\text{cyc}}) + (\text{割り込み例外処理実行ステート数}) \\ & \times (\text{遷移後の } t_{\text{subcyc}}) \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

〔例 1〕 CPU 動作クロック： $\text{osc} \quad \text{w}/8$ を選択した場合

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} &= (2 + 1) \times t_{\text{osc}} + 16 \times 8t_{\text{w}} \\ &= 3 t_{\text{osc}} + 128t_{\text{w}} \end{aligned}$$

〔例 2〕 CPU 動作クロック： $\text{Rosc}/4$ 、システムクロック分周 $16/ \quad \text{w}/2$ を選択した場合

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} &= (2 + 1) \times 4t_{\text{ROSC}} \times 16 + 16 \times 2t_{\text{w}} \\ &= 192 t_{\text{ROSC}} + 32t_{\text{w}} \end{aligned}$$

<記号説明>

t_{osc} : OSC クロックサイクル時間
 t_{ROSC} : オンチップオシレータ発振周期
 t_{w} : ウォッチクロックサイクル時間
 t_{cyc} : システムクロック () サイクル時間
 t_{subcyc} : サブクロック (SUB) サイクル時間

6.4.2 サブアクティブモードからアクティブモードへの直接遷移時間

SLEEP 命令実行から割り込み例外処理が終わるまでの時間（直接遷移時間）は（2）の計算式で表されます。

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} = & \{ (\text{SLEEP 命令実行ステート数}) + (\text{内部処理ステート数}) \} \\ & \times (\text{遷移前の } t_{\text{subcyc}}) + \{ (\text{STS3} \sim \text{STS0} \text{ で設定した待機時間}) \\ & + (\text{割り込み例外処理実行ステート数}) \} \times (\text{遷移後の } t_{\text{cyc}}) \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

〔例1〕CPU 動作クロック： $w/8$ $_{\text{osc}}$ 、待機時間：32768 ステートを選択した場合

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} &= (2 + 1) \times 8t_w + (32768 + 16) \times t_{\text{osc}} \\ &= 24t_w + 32784t_{\text{osc}} \end{aligned}$$

〔例2〕CPU 動作クロック： $w/4$ $_{\text{Rosc}/2}$ 、待機時間：4096 ステートを選択した場合

$$\begin{aligned} \text{直接遷移時間} &= (2 + 1) \times 4t_w + (4096 + 16) \times 2t_{\text{Rosc}} \\ &= 12t_w + 8224t_{\text{osc}} \end{aligned}$$

<記号説明>

- t_{osc} : OSC クロックサイクル時間
- t_{Rosc} : オンチップオシレータ発振周期
- t_w : ウォッチクロックサイクル時間
- t_{cyc} : システムクロック () サイクル時間
- t_{subcyc} : サブクロック ($_{\text{SUB}}$) サイクル時間

6.5 モジュールスタンバイ機能

モジュールスタンバイ機能はすべての周辺モジュールに対して設定可能です。モジュールスタンバイ状態に設定されたモジュールはクロックの供給が停止して低消費電力状態となります。MSTCR1、MSTCR2、MSTCR4 および SMCR の各モジュールに対応したビットを 1 にセットするとそのモジュールはモジュールスタンバイ状態となり、クリアすると解除されます。

7. ROM

H8/36109F に内蔵されている 128K バイトのフラッシュメモリの特長は以下のとおりです。

- 書き込み / 消去方式
書き込みは128バイト単位の同時書き込み方式です。消去はブロック単位で行います。フラッシュメモリは、1Kバイト×4ブロック、28Kバイト×1ブロック、32Kバイト×3ブロックに分割されています。全面消去を行う場合も1ブロックずつ消去してください。
- 書き換え回数
1000回まで書き換え可能です。
- オンボードプログラミング
内蔵ブートプログラムを起動して全面消去、書き込みを行うブートモードにより、オンボードでの書き込み / 消去ができます。この他、通常のユーザモードでもオンボードで任意のブロックを消去し、書き換えることが可能です。
- ライタモード
オンボードプログラミングの他にPROMライタを用いて書き込み / 消去を行うライタモードがあります。
- 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のビットレートを自動的に合わせ込みます。
- 書き込み / 消去プロテクト
ソフトウェアによりフラッシュメモリの書き込み / 消去に対するプロテクトを設定できます。
- 低消費電力モード
サブアクティブモードでは電源回路の一部の動作を停止させることができます。これによりフラッシュメモリを低消費電力で読み出すことができます。

7.1 ブロック構成

図 7.1 にフラッシュメモリのブロック構成を示します。太線枠は消去ブロックを表します。細線枠は書き込みの単位を表し、枠内の数値はアドレスを示します。128K バイトのフラッシュメモリは 1K バイト×4 ブロック、28K バイト×1 ブロック、32K バイト×3 ブロックに分割されていて、消去はこの単位で行います。書き込みは下位アドレスが H'00 または H'80 で始まる 128 バイト単位で行います。

消去単位1Kバイト	H'000000	H'000001	H'000002	書き込み単位 128バイト	H'00007F
	H'000380	H'000381	H'000382		H'0003FF
消去単位1Kバイト	H'000400	H'000401	H'000402	書き込み単位 128バイト	H'00047F
	H'000780	H'000781	H'000782		H'0007FF
消去単位1Kバイト	H'000800	H'000801	H'000802	書き込み単位 128バイト	H'00087F
	H'000B80	H'000B81	H'000B82		H'000BFF
消去単位1Kバイト	H'000C00	H'000C01	H'000C02	書き込み単位 128バイト	H'000C7F
	H'000F80	H'000F81	H'000F82		H'000FFF
消去単位28Kバイト	H'001000	H'001001	H'001002	書き込み単位 128バイト	H'00107F
	H'007F80	H'007F81	H'007F82		H'007FFF
消去単位32Kバイト	H'008000	H'008001	H'008002	書き込み単位 128バイト	H'00807F
	H'00FF80	H'00FF81	H'00FF82		H'00FFFF
消去単位32Kバイト	H'010000	H'010001	H'010002	書き込み単位 128バイト	H'01007F
	H'017F80	H'017F81	H'017F82		H'017FFF
消去単位32Kバイト	H'018000	H'018001	H'018002	書き込み単位 128バイト	H'01807F
	H'01FF80	H'01FF81	H'01FF82		H'01FFFF

図 7.1 フラッシュメモリのブロック構成

7.2 レジスタの説明

フラッシュメモリには以下のレジスタがあります。

- 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)
- ブロック指定レジスタ1 (EBR1)
- フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)
- フラッシュメモリイネーブルレジスタ (FENR)

7.2.1 フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)

FLMCR1 はフラッシュメモリをプログラムモード、プログラムベリファイモード、イレースモード、イレースベリファイモードに遷移させます。具体的な設定方法については「7.4 書き込み / 消去プログラム」を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	0	-	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。
6	SWE	0	R/W	ソフトウェアライトイネーブル このビットが1のときフラッシュメモリの書き込み / 消去が可能となります。0のときこのレジスタの他のビットと EBR1 の各ビットはセットできません。
5	ESU	0	R/W	イレースセットアップ 1にセットするとイレースセットアップ状態となり、クリアするとセットアップ状態を解除します。FLMCR1 の E ビットを 1 にセットする前にセットしてください。
4	PSU	0	R/W	プログラムセットアップ 1にセットするとプログラムセットアップ状態となり、クリアするとセットアップ状態を解除します。FLMCR1 の P ビットを 1 にセットする前にセットしてください。
3	EV	0	R/W	イレースベリファイ 1にセットするとイレースベリファイモードへ遷移し、クリアするとイレースベリファイモードを解除します。
2	PV	0	R/W	プログラムベリファイ 1にセットするとプログラムベリファイモードへ遷移し、クリアするとプログラムベリファイモードを解除します。
1	E	0	R/W	イレース SWE = 1、ESU = 1 の状態でこのビットを 1 にセットするとイレースモードへ遷移し、クリアするとイレースモードを解除します。
0	P	0	R/W	プログラム SWE = 1、PSU = 1 の状態でこのビットを 1 にセットするとプログラムモードへ遷移し、クリアするとプログラムモードを解除します。

7.2.2 フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)

FLMCR2 はフラッシュメモリの書き込み / 消去の状態を表示します。FLMCR2 は読み出し専用レジスタです。書き込みはしないでください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	FLER	0	R	このビットはフラッシュメモリへの書き込み / 消去中にエラーを検出し、エラープロテクト状態となったときセットされます。 詳細は「7.5.3 エラープロテクト」を参照してください。
6~0	-	すべて0	-	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。

7.2.3 ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)

EBR1 はフラッシュメモリの消去ブロックを指定するレジスタです。FLMCR1 のSWE ビットが0のときはEBR1 はH'00 に初期化されます。このレジスタは2ビット以上同時に1に設定しないでください。設定するとEBR1 は0にオートクリアされます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	EB7	0	R/W	このビットが1のとき H'018000 ~ H'01FFFF の32K バイトが消去対象となります。
6	EB6	0	R/W	このビットが1のとき H'010000 ~ H'017FFF の32K バイトが消去対象となります。
5	EB5	0	R/W	このビットが1のとき H'008000 ~ H'00FFFF の32K バイトが消去対象となります。
4	EB4	0	R/W	このビットが1のとき H'001000 ~ H'007FFF の28K バイトが消去対象となります。
3	EB3	0	R/W	このビットが1のとき H'000C00 ~ H'000FFF の1K バイトが消去対象となります。
2	EB2	0	R/W	このビットが1のとき H'000800 ~ H'000BFF の1K バイトが消去対象となります。
1	EB1	0	R/W	このビットが1のとき H'000400 ~ H'0007FF の1K バイトが消去対象となります。
0	EB0	0	R/W	このビットが1のとき H'000000 ~ H'0003FF の1K バイトが消去対象となります。

7.2.4 フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)

FLPWCR はLSI がサブアクティブモードに遷移するときフラッシュメモリを低消費電力モードにするかどうかを選択します。低消費電力モードでフラッシュメモリの電源回路の一部の動作を停止し、フラッシュメモリの読み出しができるモードと、サブアクティブモード動作に移行しても、フラッシュメモリの電源回路の動作は保持しフラッシュメモリの読み出しを可能にするモードがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PDWND	0	R/W	パワーダウンディスエーブル このビットが0のときサブアクティブモードに遷移するとフラッシュメモリは低消費電力モードとなります。 このビットが1のときはサブアクティブモードに遷移してもフラッシュメモリは通常モードで動作します。
6~0	-	すべて0	-	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。

7.2.5 フラッシュメモリイネーブルレジスタ (FENR)

FENR のビット 7 (FLSHE) は、CPU からフラッシュメモリの制御レジスタ FLMCR1、FLMCR2、EBR1、FLPWCR をアクセスする場合のアクセス許可 / 禁止を設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	FLSHE	0	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 このビットを 1 にセットすると、フラッシュメモリ制御レジスタがアクセス可能となります。0 のときは制御レジスタはアクセスできません。
6	-	0	R/W	リザーブビットです。リード / ライト可能ですが、1 に設定しないでください。
5~0	-	すべて 0	-	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。

7.3 オンボードプログラミング

フラッシュメモリの書き込み / 消去を行うためのモードとしてオンボードで書き込み / 消去ができるブートモードと PROM ライタで書き込み / 消去を行うライタモードが用意されています。このほかユーザモードでもオンボードで書き込み / 消去を行うことが可能です。リセット状態からリセットスタートすると本 LSI は TEST 端子、NMI 端子およびポートの入力レベルによって表 7.1 のように異なるモードへ遷移します。各端子の入力レベルは少なくともリセット解除の 4 ステート前に確定させる必要があります。

ブートモードに遷移すると、LSI 内部に組み込まれているブートプログラムが起動します。ブートプログラムは SCI3 を経由して外部に接続されたホストから書き込み制御プログラムを内蔵 RAM に転送し、フラッシュメモリを全面消去したうえで書き込み制御プログラムを実行します。オンボード状態での初期書き込みや、ユーザモードで書き込み / 消去ができなくなった場合の強制復帰等に使用できます。ユーザモードではユーザが用意した書き込み / 消去プログラムに分岐することで任意のブロックを消去し書き換えることができます。

表 7.1 プログラミングモード選択方法

TEST	NMI	P85	PC0	PC1	PC2	リセット解除後の LSI の状態
0	1	X	X	X	X	ユーザモード
0	0	1	X	X	X	ブートモード
1	X	X	0	0	0	ライタモード

【注】 X : Don't care

7.3.1 ブートモード

ブートモードにおけるリセット解除から書き込み制御プログラムに分岐するまでの動作を表 7.2 に示します。

1. ブートモードで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側に準備しておく必要があります。書き込み制御プログラムは「7.4 書き込み / 消去プログラム」に沿ったものを用意してください。
2. SCI3は調歩同期式モードに設定され、送受信フォーマットは「8ビットデータ、1ストップビット、パリティなし」です。
3. ブートプログラムが起動すると、ホストから連続送信される調歩同期式シリアル通信データH'00のLow期間を測定してビットレートを計算し、SCI3のビットレートをホストのビットレートに合わせ込みます。リセット解除はRXD端子がHighの状態で行ってください。必要に応じてRXD端子およびTXD端子は、ボード上でLowアップしてください。リセット解除からLow期間を測定できるまで約100ステートかかります。
4. ビットレートの合わせ込みが終了すると調整終了の合図としてH'00を1バイト送信しますので、ホストは調整終了の合図を正常に受信したらH'55を1バイト送信してください。正常に受信できなかった場合はリセットによりブートモードを再起動してください。ホスト側のビットレートと本LSIのシステムクロック周波数の組み合わせによっては許容範囲内にビットレートを合わせ込めない場合が生じます。このため、ホストの転送ビットレートと本LSIのシステムクロック周波数を表7.3の範囲としてください。
5. ブートモードでは内蔵RAMの一部をブートプログラムで使用します。ホスト側から送信される書き込み制御プログラムを格納できるエリアはH'FFF780 ~ H'FFFEF番地です。プログラムの実行が書き込み制御プログラムへ移行するまでブートプログラムエリアは使用できません。
6. 書き込み制御プログラムに分岐するときSCI3は送受信動作を終了 (SCR3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は保持されるので、引き続き書き込み制御プログラムでホストとの間の書き込みデータやペリファイデータの送受信に使用できます。TXD端子はHighレベル出力状態 (PCR22 = 1、P22 = 1) となっています。書き込み制御プログラムへ分岐直後のCPUの汎用レジスタは不定です。特にスタックポインタはサブルーチンコールなどで暗黙的に使用されるため、書き込み制御プログラムの冒頭で初期化してください。
7. ブートモードはリセットにより解除されます。リセット端子をLowレベルにして最低20ステート経過後、 $\overline{\text{NMI}}$ 端子を設定してリセットを解除してください。WDTのオーバーフローリセットが発生した場合もブートモードは解除されます。
8. ブートモードの途中でTEST端子、 $\overline{\text{NMI}}$ 端子の入力レベルを変化させないでください。

表 7.2 ブートモードの動作

項目	ホストの動作	通信内容	本LSIの動作
	処理内容		処理内容
ブートモード起動			リセットスタート後 ブートプログラムへ分岐 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 2px; display: inline-block;">ブートプログラム起動</div>
ビットレートの合わせ込み	所定のビットレートでH'00を連続送信 H'00を正常に受信したらH'55送信	H'00,H'00・・・H'00 H'00 H'55	・受信データH'00のLow期間を測定 ・ビットレートを計算し、SCI3のBRRを設定 ・ビットレート合わせ込み終了後、ホストへH'00を送信 H'55送信
フラッシュメモリ消去	ブートプログラム消去エラー H'AA受信	H'FF H'AA	フラッシュメモリのデータをチェックし、書き込まれている場合は全ブロックを消去してホストへH'AAを送信。 (消去できなかった場合はH'FFを送信して、動作を停止)
書き込み制御プログラムの転送	転送する書き込み制御プログラムのバイト数(N)を上位バイト、下位バイトの順に2バイト送信 書き込み制御プログラムを1バイト毎に送信(N回繰り返し) H'AA受信	上位バイト、下位バイト エコーバック H'XX エコーバック H'AA	受信した2バイトデータをホストへエコーバック 受信したデータをホストへエコーバックするとともにRAMへ転送(N回繰り返し) ホストへH'AAを送信
			内蔵RAMに転送された書き込み制御プログラムへ分岐し実行を開始

表 7.3 ビットレート自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数

ホストのビットレート	LSIのシステムクロック周波数範囲
9600bps	オンチップオシレータ (10MHz)
4800bps	
2400bps	

7.3.2 ユーザモードでの書き込み / 消去

ユーザモードでもユーザが用意した書き込み / 消去プログラムに分岐することで任意のブロックをオンボードで消去し書き換えることができます。分岐のための条件設定やオンボードでの書き換えデータ供給手段をユーザ側で用意する必要があります。また、必要に応じてフラッシュメモリの一部に書き込み / 消去プログラムを書き込んでおくか、書き込み / 消去プログラムを外部から供給するためのプログラムを書き込んでおく必要があります。書き込み / 消去中はフラッシュメモリを読み出せないため、ブートモードと同様書き込み / 消去プログラムは内蔵 RAM に転送して実行してください。図 7.2 にユーザモードでの書き込み / 消去手順の例を示します。書き込み / 消去プログラムは「7.4 書き込み / 消去プログラム」に沿ったものを用意してください。

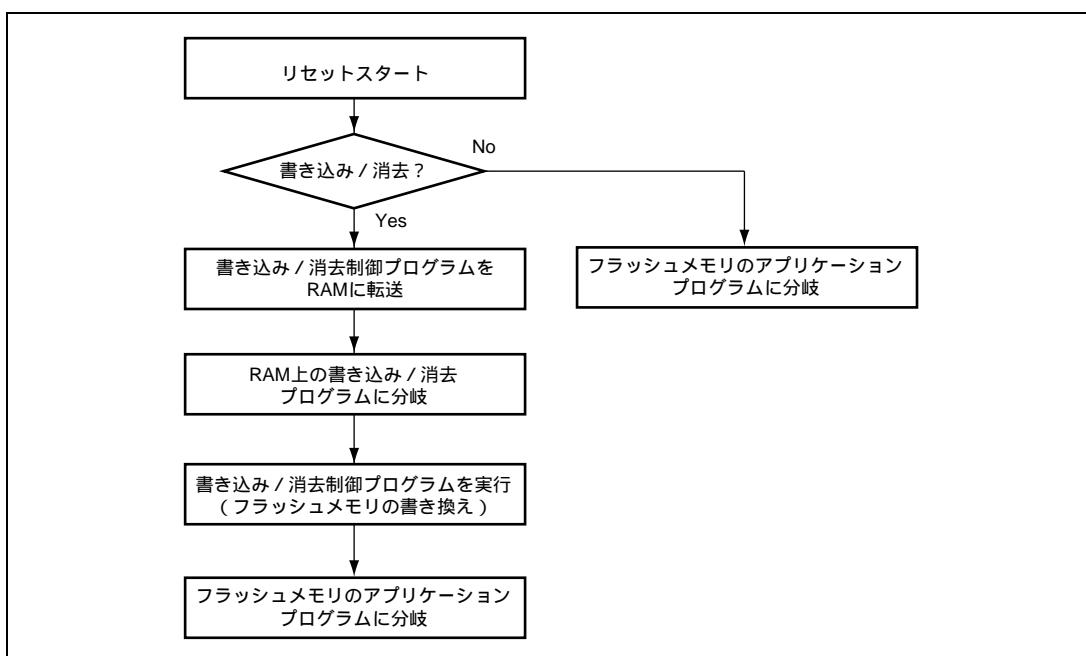


図 7.2 ユーザモードにおける書き込み / 消去例

7.4 書き込み / 消去プログラム

オンボ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で行う方式を採用しています。フラッシュメモリはFLMCR1の設定によってプログラムモード、プログラムベリファイモード、イレースモード、イレースベリファイモードに遷移します。ブートモードでの書き込み制御プログラム、ユーザモードでの書き込み / 消去プログラムではこれらのモードを組み合わせで書き込み / 消去を行います。フラッシュメモリへの書き込みは「7.4.1 プログラム / プログラムベリファイ」に沿って、また、フラッシュメモリの消去は「7.4.2 イレース / イレースベリファイ」に沿って行ってください。

7.4.1 プログラム / プログラムベリファイ

フラッシュメモリへの書き込みは、図7.3に示すプログラム / プログラムベリファイフローに従ってください。このフロー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データの信頼性を損なうことなく書き込みを行うことができます。

1. 書き込みは消去状態で行い、既に書き込まれたアドレスへの再書き込みは行わないでください。
2. 1回の書き込みは128バイト単位です。128バイトに満たないデータを書き込む場合もフラッシュメモリに128バイトのデータを転送する必要があります。書き込む必要のないアドレスのデータはH'FFにして書き込んでください。
3. RAM上に書き込みデータエリア128バイト、再書き込みデータエリア128バイト、追加書き込みデータエリア128バイトの領域を確保して下さい。再書き込みデータの演算は表7.4に、追加書き込みデータの演算は表7.5にしたがってください。
4. 再書き込みデータエリアあるいは追加書き込みデータエリアからフラッシュメモリへはバイト単位で128バイト連続転送してください。プログラムアドレスと128バイトのデータがフラッシュメモリ内にラッチされず。転送先のフラッシュメモリの先頭アドレスは下位8ビットをH'00またはH'80としてください。
5. Pビットがセットされている時間が書き込み時間となります。書き込み時間は表7.6にしたがってください。
6. ウォッチドックタイマの設定はプログラムの暴走等による過剰書き込みを避けるためのものです。オーバフロー周期は6.6ms程度としてください。
7. ベリファイアドレスへのダミーライトは、下位2ビットがb'00のアドレスにH'FFを1バイト書き込んでください。ベリファイデータはダミーライトを行った番地からワードもしくはロングワードで読み出せます。
8. 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、1,000回を超えないようにしてください。

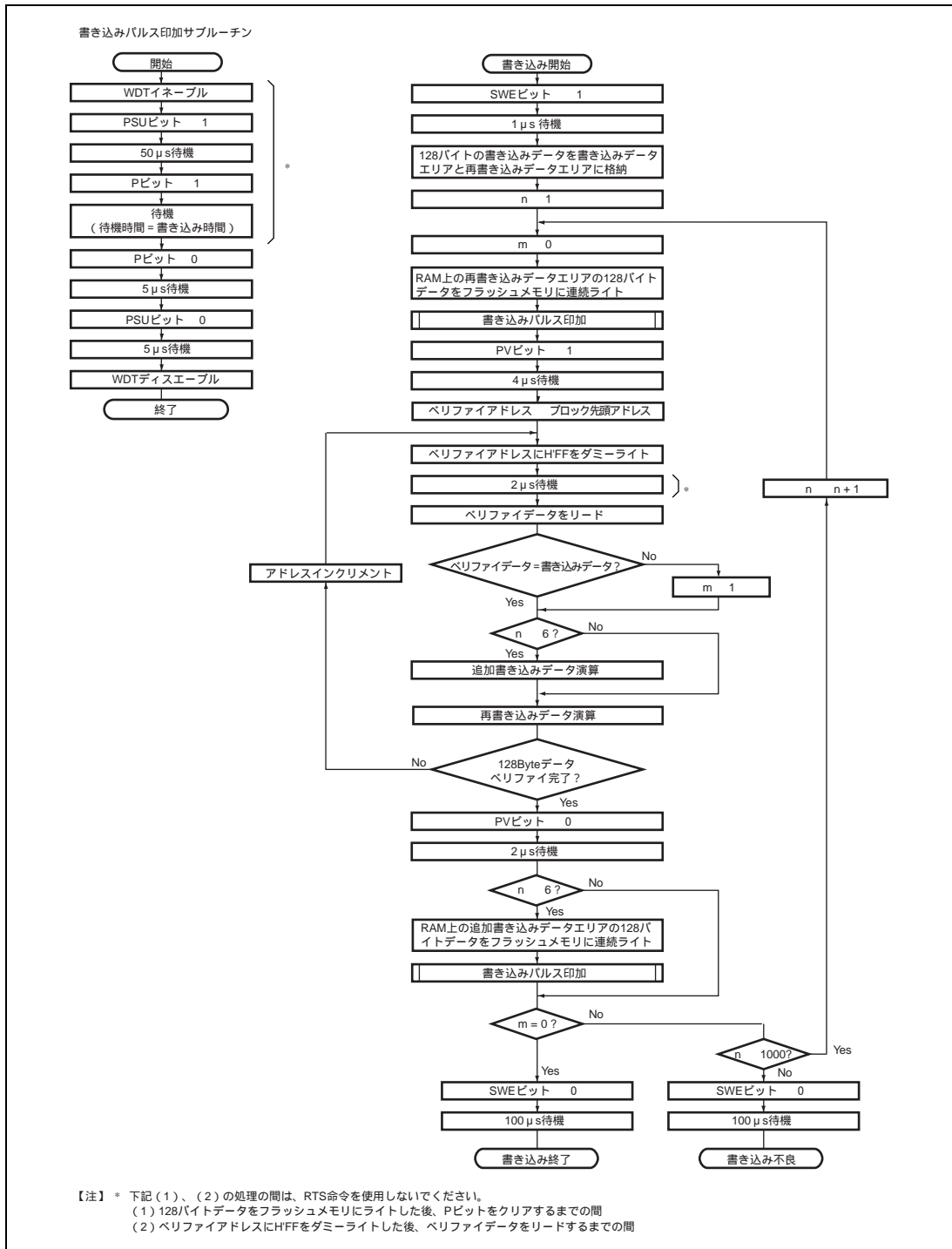


図 7.3 プログラム/プログラムペリファイフロー

表 7.4 再書き込みデータ演算表

書き込みデータ	バリファイデータ	再書き込みデータ	備 考
0	0	1	書き込み完了ビット
0	1	0	再書き込みビット
1	0	1	
1	1	1	消去状態のまま

表 7.5 追加書き込みデータ演算表

再書き込みデータ	バリファイデータ	追加書き込みデータ	備 考
0	0	0	追加書き込みビット
0	1	1	追加書き込みは実施しない
1	0	1	追加書き込みは実施しない
1	1	1	追加書き込みは実施しない

表 7.6 書き込み時間

n (書き込み回数)	書き込み時	追加書き込み時	備 考
1~6	30	10	
7~1,000	200		

【注】 時間の単位は μ s です。

7.4.2 イレース / イレースベリファイ

消去は図 7.4 のイレース / イレースベリファイフローチャートに従って行ってください。

1. 消去の前にプレライト（消去するメモリの全データをすべて0にする）を行う必要はありません。
2. 消去はブロック単位で行います。ブロック指定レジスタ1 (EBR1) により消去するブロックを1ブロックだけ選択してください。複数のブロックを消去する場合も1ブロックずつ順次消去してください。
3. Eビットが設定されている時間が消去時間となります。
4. ウォッチドックタイマの設定はプログラムの暴走等による過剰書き込みを避けるためのものです。オーバーフロー周期は19.8ms程度としてください。
5. ベリファイアドレスへのダミーライトは、下位2ビットがB'00のアドレスにH'FFを1バイト書き込んでください。ベリファイデータはダミーライトを行った番地からロングワードで読み出せます。
6. 読み出したデータが未消去の場合は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100回を超えないようにしてください。

7.4.3 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み

フラッシュメモリへの書き込み / 消去中またはブートプログラム実行中は以下の理由から NMI を含むすべての割り込み要求を禁止してください。

1. 書き込み / 消去中に割り込みが発生すると、正常な書き込み / 消去アルゴリズムに沿った動作が保証できなくなる。
2. ベクタアドレスが書き込まれる前、または書き込み / 消去中に割り込み例外処理を開始すると、正常なベクタフェッチができずCPUが暴走する。
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を実行できなくなる。

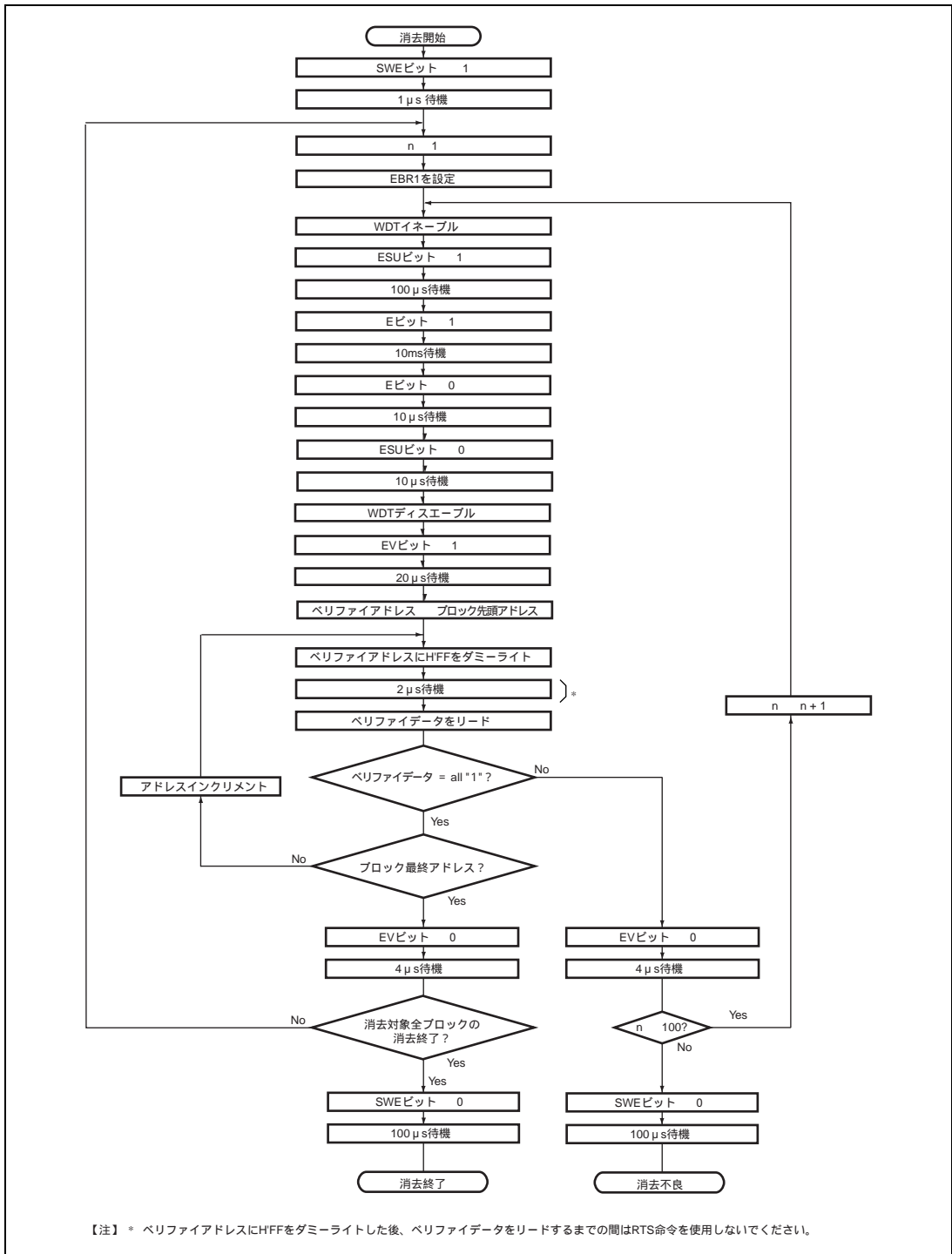


図 7.4 イレース/イレースベリファイフロー

7.5 書き込み / 消去プロテクト

フラッシュメモリに対する書き込み / 消去プロテクト状態にはハードウェアプロテクトによるもの、ソフトウェアプロテクトによるものとエラープロテクトによるものの3種類あります。

7.5.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトは、リセットまたはサブアクティブモード、サブスリープモードおよびスタンバイモードへの状態遷移により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、中断された状態をいいます。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)、ブロック指定レジスタ 1 (EBR1) が初期化されます。 $\overline{\text{RES}}$ 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 $\overline{\text{RES}}$ 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 AC 特性に規定した $\overline{\text{RES}}$ パルス幅の間 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。

7.5.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアで FLMCR1 の SWE ビットをクリアすることで全ブロック書き込み / 消去プロテクト状態になります。この状態で 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。また、ブロック指定レジスタ 1 (EBR1) の設定により、ブロック毎に消去プロテクトが可能です。EBR1 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。

7.5.3 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 / 消去中に CPU 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検出し、強制的に書き込み / 消去動作を中断した状態です。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 / 消去中に以下のエラーを検出すると、FLMCR2 の FLER ビットが 1 にセットされ、エラープロテクト状態となります。

- 書き込み / 消去中のフラッシュメモリ読み出し (ベクタリードおよび命令フェッチを含む)
- 書き込み / 消去中のリセットを除く例外処理開始
- 書き込み / 消去中の SLEEP 命令実行

このとき、FLMCR1、FLMCR2、EBR1 の内容は保持されますが、エラーを検出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 ビットをセットしてもプログラムモードやイレースモードへは遷移しません。ただし、PV ビット、EV ビットは保持され、ペリファイモードへの遷移は可能です。エラープロテクト状態は、リセットによってのみ解除できます。

7.6 ライタモード

ライタモードでは、ソケットアダプタを介して単体のフラッシュメモリと同様に PROM ライタで書き込み / 消去を行うことができます。PROM ライタはルネサス エレクトロニクス 128K バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプをサポートしているライタを使用してください。

7.7 フラッシュメモリの低消費電力動作

ユーザモードではフラッシュメモリは次のいずれかの状態になります。

- 通常動作状態

高速でフラッシュメモリの読み出しが可能です。
- 低消費電力動作状態

フラッシュメモリの電源回路の一部を停止させることができます。これにより、フラッシュメモリを低消費電力で読み出すことができます。
- スタンバイ状態

フラッシュメモリのすべての回路が停止します。

表 7.7 に LSI の動作モードとフラッシュメモリの状態の関係を示します。サブアクティブモードでは FLPWCR の PDWND ビットによりフラッシュメモリを低消費電力動作に設定することができます。フラッシュメモリが低消費電力動作状態またはスタンバイ状態から通常動作状態へ復帰する時は、停止した電源回路の動作安定化時間が必要となります。外部クロックを使用する場合も含めて、通常動作モードへ復帰するときの待機時間が 100 μ s 以上になるよう SYSCR1 の STS2 ~ STS0 および SYSCR3 の STS3 を設定してください。

表 7.7 フラッシュメモリの動作状態

LSI の動作モード	フラッシュメモリの状態	
	PDWND = 0 の時 (初期値)	PDWND = 1 の時
アクティブモード	通常動作状態	通常動作状態
サブアクティブモード	低消費電力動作状態	通常動作状態
スリープモード	通常動作状態	通常動作状態
サブスリープモード	スタンバイ状態	スタンバイ状態
スタンバイモード	スタンバイ状態	スタンバイ状態

8. RAM

H8/36109 グループは、高速スタティック RAM を内蔵しています。RAM は 16 ビット幅のデータバスで CPU と接続されており、バイトデータおよびワードデータとも 2 ステートでアクセスします。

製品分類		RAM 容量	RAM アドレス
フラッシュメモリ版	H8/36109F	5K バイト	H'FFE400 ~ H'FFEFFF、H'FFF780 ~ H'FFF7F*

【注】 * E7 使用時は、H'FFF780 ~ H'FFFB7F 領域は絶対にアクセスしないでください。

9. I/O ポート

H8/36109 グループは汎用入出力ポートを 79 本、汎用入力ポートを 8 本備えています。このうち 20 本は大電流ポートで Low レベル出力時 20mA (@ $V_{OL}=1.5V$) 駆動できます。いずれも内蔵周辺モジュールの入出力端子や外部割り込み入力端子と兼用になっていてリセット直後は入力ポートになっていますが、レジスタの設定により機能が切り替わります。これら機能を選択するためのレジスタは I/O ポートに含まれるものと、各内蔵周辺モジュールに含まれるものがあります。汎用入出力ポートは入出力を制御するポートコントロールレジスタと出力データを格納するポートデータレジスタから構成され、ビット単位で入出力を選択できます。

各ポートの機能については「付録 B.1 I/O ポートブロック図」をあわせて参照してください。また、ポートコントロールレジスタ、ポートデータレジスタに対するビット操作命令の実行については「2.8.3 ビット操作命令」を参照してください。

9.1 ポート 1

ポート 1 は IRQ 割り込み入力端子、RTC 出力端子、14 ビット PWM 出力端子、タイマ B1 入力端子、タイマ V 入力端子と兼用の入出力ポートです。ポート 1 の各端子は図 9.1 に示す構成になっています。

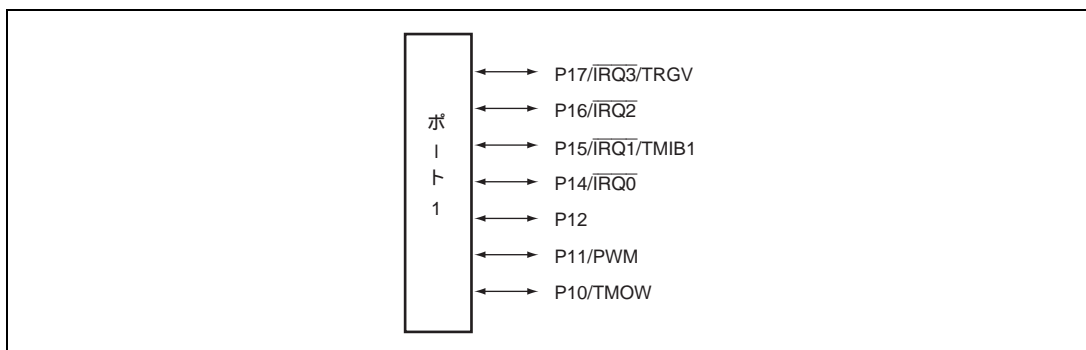


図 9.1 ポート 1 の端子構成

ポート 1 には以下のレジスタがあります。

- ポートモードレジスタ 1 (PMR1)
- ポートコントロールレジスタ 1 (PCR1)
- ポートデータレジスタ 1 (PDR1)
- ポートプルアップコントロールレジスタ 1 (PUCR1)

9.1.1 ポートモードレジスタ 1 (PMR1)

PMR1 はポート 1 とポート 2 の端子の機能を切り替えます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ3	0	R/W	P17/ $\overline{\text{IRQ3}}$ /TRGV 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: $\overline{\text{IRQ3}}$ および TRGV 入力端子
6	IRQ2	0	R/W	P16/ $\overline{\text{IRQ2}}$ 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: $\overline{\text{IRQ2}}$ 入力端子
5	IRQ1	0	R/W	P15/ $\overline{\text{IRQ1}}$ /TMIB1 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: $\overline{\text{IRQ1}}$ および TMIB1 入力端子
4	IRQ0	0	R/W	P14/ $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: $\overline{\text{IRQ0}}$ 入力端子
3	TXD2	0	R/W	P72/TXD_2 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: TXD_2 出力端子
2	PWM	0	R/W	P11/PWM 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: PWM 出力端子
1	TXD	0	R/W	P22/TXD 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: TXD 出力端子
0	TMOW	0	R/W	P10/TMOW 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: TMOW 出力端子

9.1.2 ポートコントロールレジスタ 1 (PCR1)

PCR1 はポート 1 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR17	0	W	PMR1 により汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。 ビット 3 はリザーブビットです。
6	PCR16	0	W	
5	PCR15	0	W	
4	PCR14	0	W	
3	-	-	-	
2	PCR12	0	W	
1	PCR11	0	W	
0	PCR10	0	W	

9.1.3 ポートデータレジスタ 1 (PDR1)

PDR1 はポート 1 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P17	0	R/W	PDR1 はポート 1 の出力値を格納するレジスタです。 このレジスタをリードすると、PCR1 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR1 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。 ビット 3 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。
6	P16	0	R/W	
5	P15	0	R/W	
4	P14	0	R/W	
3	-	1	-	
2	P12	0	R/W	
1	P11	0	R/W	
0	P10	0	R/W	

9.1.4 ポートプルアップコントロールレジスタ 1 (PUCR1)

PUCR1 は入力ポートに設定された端子のプルアップ MOS をビットごとに制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PUCR17	0	R/W	PCR1 がクリアされているビットのみ有効。 1 をセットすると対応する P17 ~ P14、P12 ~ P10 端子のプルアップ MOS がオン状態となり、0 にクリアするとオフします。 ビット 3 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。
6	PUCR16	0	R/W	
5	PUCR15	0	R/W	
4	PUCR14	0	R/W	
3	-	1	-	
2	PUCR12	0	R/W	
1	PUCR11	0	R/W	
0	PUCR10	0	R/W	

9.1.5 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P17/ $\overline{\text{IRQ3}}$ /TRGV端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	IRQ3	PCR17	
設定値	0	0	P17 入力端子
		1	P17 出力端子
	1	X	$\overline{\text{IRQ3}}$ 入力/TRGV 入力端子

【注】X : Don't care

- P16/ $\overline{\text{IRQ2}}$ 端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	IRQ2	PCR16	
設定値	0	0	P16 入力端子
		1	P16 出力端子
	1	X	$\overline{\text{IRQ2}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P15/ $\overline{\text{IRQ1}}$ /TMIB1 端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	IRQ1	PCR15	
設定値	0	0	P15 入力端子
		1	P15 出力端子
	1	X	$\overline{\text{IRQ1}}$ 入力/TMIB1 入力端子

【注】X : Don't care

- P14/ $\overline{\text{IRQ0}}$ 端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	IRQ0	PCR14	
設定値	0	0	P14 入力端子
		1	P14 出力端子
	1	X	$\overline{\text{IRQ0}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P12端子

レジスタ名	PCR1	機 能
ビット名	PCR12	
設定値	0	P12 入力端子
	1	P12 出力端子

- P11/PWM端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	PWM	PCR11	
設定値	0	0	P11 入力端子
		1	P11 出力端子
	1	X	PWM 出力端子

【注】 X : Don't care

- P10/TMOW端子

レジスタ名	PMR1	PCR1	機 能
ビット名	TMOW	PCR10	
設定値	0	0	P10 入力端子
		1	P10 出力端子
	1	X	TMOW 出力端子

【注】 X : Don't care

9.2 ポート 2

ポート 2 は SCI3 の入出力端子と兼用の入出力ポートです。ポート 2 の各端子は図 9.2 に示す構成になっています。兼用端子の機能は PMR1、SCI3 のレジスタの設定が優先されます。

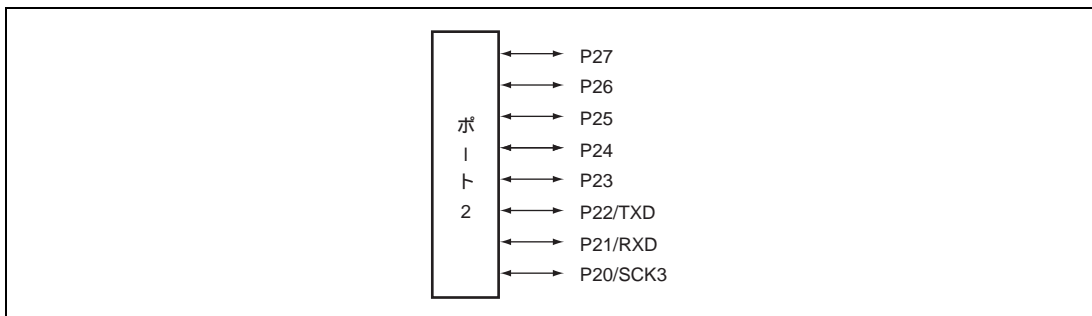


図 9.2 ポート 2 の端子構成

ポート 2 には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ 2 (PCR2)
- ポートデータレジスタ 2 (PDR2)
- ポートモードレジスタ 3 (PMR3)

9.2.1 ポートコントロールレジスタ 2 (PCR2)

PCR2 はポート 2 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR27	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCR26	0	W	
5	PCR25	0	W	
4	PCR24	0	W	
3	PCR23	0	W	
2	PCR22	0	W	
1	PCR21	0	W	
0	PCR20	0	W	

9.2.2 ポートデータレジスタ 2 (PDR2)

PDR2 はポート 2 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P27	0	R/W	ポート 2 の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCR2 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR2 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	P26	0	R/W	
5	P25	0	R/W	
4	P24	0	R/W	
3	P23	0	R/W	
2	P22	0	R/W	
1	P21	0	R/W	
0	P20	0	R/W	

9.2.3 ポートモードレジスタ 3 (PMR3)

PMR3 はポート 2 を CMOS 出力とするか NMOS オープンドレイン出力とするかを設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	POF27	0	R/W	このビットを 1 にセットすると対応する端子は PMOS がカットオフし 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。
6	POF26	0	R/W	
5	POF25	0	R/W	
4	POF24	0	R/W	
3	POF23	0	R/W	
2~0	-	1	-	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。

9.2.4 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P27端子

レジスタ名	PCR2	機 能
ビット名	PCR27	
設定値	0	P27 入力端子
	1	P27 出力端子

- P26端子

レジスタ名	PCR2	機 能
ビット名	PCR26	
設定値	0	P26 入力端子
	1	P26 出力端子

- P25端子

レジスタ名	PCR2	機 能
ビット名	PCR25	
設定値	0	P25 入力端子
	1	P25 出力端子

- P24端子

レジスタ名	PCR2	機 能
ビット名	PCR24	
設定値	0	P24 入力端子
	1	P24 出力端子

- P23端子

レジスタ名	PCR2	機 能
ビット名	PCR23	
設定値	0	P23 入力端子
	1	P23 出力端子

- P22/TXD端子

レジスタ名	PMR1	PCR2	機 能
ビット名	TXD	PCR22	
設定値	0	0	P22 入力端子
		1	P22 出力端子
	1	X	TXD 出力端子

【注】X : Don't care

- P21/RXD端子

レジスタ名	SCR3	PCR2	機 能
ビット名	RE	PCR21	
設定値	0	0	P21 入力端子
		1	P21 出力端子
	1	X	RXD 入力端子

【注】X : Don't care

- P20/SCK3端子

レジスタ名	SCR3		SMR	PCR2	機 能
ビット名	CKE1	CKE0	COM	PCR20	
設定値	0	0	0	0	P20 入力端子
				1	P20 出力端子
	0	0	1	X	SCK3 出力端子
	0	1	X	X	SCK3 出力端子
	1	X	X	X	SCK3 入力端子

【注】X : Don't care

9.3 ポート 3

ポート 3 は汎用入出力ポートです。ポート 3 の各端子は図 9.3 に示す構成になっています。

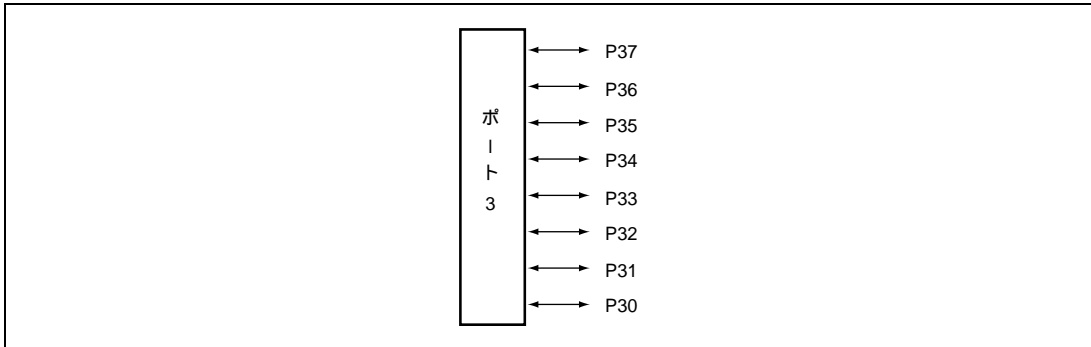


図 9.3 ポート 3 の端子構成

ポート 3 には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ3 (PCR3)
- ポートデータレジスタ3 (PDR3)

9.3.1 ポートコントロールレジスタ 3 (PCR3)

PCR3 はポート 3 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR37	0	W	このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCR36	0	W	
5	PCR35	0	W	
4	PCR34	0	W	
3	PCR33	0	W	
2	PCR32	0	W	
1	PCR31	0	W	
0	PCR30	0	W	

9.3.2 ポートデータレジスタ 3 (PDR3)

PDR3 はポート 3 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P37	0	R/W	ポート 3 の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCR3 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR3 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	P36	0	R/W	
5	P35	0	R/W	
4	P34	0	R/W	
3	P33	0	R/W	
2	P32	0	R/W	
1	P31	0	R/W	
0	P30	0	R/W	

9.3.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P37端子

レジスタ名	PCR3	機能
ビット名	PCR37	
設定値	0	P37 入力端子
	1	P37 出力端子

- P36端子

レジスタ名	PCR3	機能
ビット名	PCR36	
設定値	0	P36 入力端子
	1	P36 出力端子

- P35端子

レジスタ名	PCR3	機能
ビット名	PCR35	
設定値	0	P35 入力端子
	1	P35 出力端子

- P34端子

レジスタ名	PCR3	機能
ビット名	PCR34	
設定値	0	P34 入力端子
	1	P34 出力端子

- P33端子

レジスタ名	PCR3	機 能
ビット名	PCR33	
設定値	0	P33 入力端子
	1	P33 出力端子

- P32端子

レジスタ名	PCR3	機 能
ビット名	PCR32	
設定値	0	P32 入力端子
	1	P32 出力端子

- P31端子

レジスタ名	PCR3	機 能
ビット名	PCR31	
設定値	0	P31 入力端子
	1	P31 出力端子

- P30端子

レジスタ名	PCR3	機 能
ビット名	PCR30	
設定値	0	P30 入力端子
	1	P30 出力端子

9.4 ポート 5

ポート 5 は I²C バスインタフェース入出力端子、ウェイクアップ割り込み入力端子と兼用の入出力ポートです。ポート 5 の各端子は図 9.4 に示す構成になっています。P57/SCL、P56/SDA 端子の機能は I²C バスインタフェースのレジスタの設定が優先されます。P56、P57 の出力バッファは NMOS プッシュプル構造になっていますので、CMOS 構造の出力バッファとは High レベル出力特性が違います(「第 23 章 電気的特性」を参照してください)。

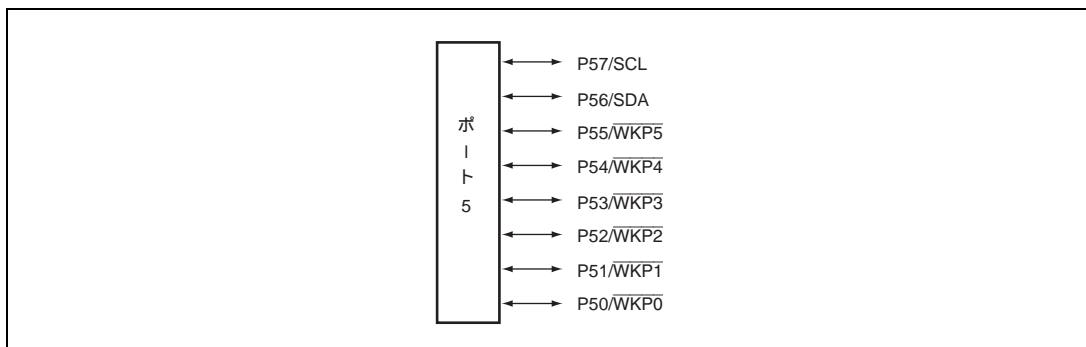


図 9.4 ポート 5 の端子構成

ポート 5 には以下のレジスタがあります。

- ポートモードレジスタ 5 (PMR5)
- ポートコントロールレジスタ 5 (PCR5)
- ポートデータレジスタ 5 (PDR5)
- ポートプルアップコントロールレジスタ 5 (PUCR5)

9.4.1 ポートモードレジスタ 5 (PMR5)

PMR5 はポート 5 の端子の機能を切り替えます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	POF57	0	R/W	このビットを 1 にセットすると対応する端子は NMOS オープンドレイン出力となり、0 にクリアすると NMOS プッシュプル出力となります。
6	POF56	0	R/W	
5	WKP5	0	R/W	P55/WKP5 端子の機能を選択します。 0 : 汎用入出力ポート 1 : WKP5 入力端子
4	WKP4	0	R/W	P54/WKP4 端子の機能を選択します。 0 : 汎用入出力ポート 1 : WKP4 入力端子

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	WKP3	0	R/W	P53/WKP3 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: WKP3 入力端子
2	WKP2	0	R/W	P52/WKP2 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: WKP2 入力端子
1	WKP1	0	R/W	P51/WKP1 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: WKP1 入力端子
0	WKP0	0	R/W	P50/WKP0 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: WKP0 入力端子

9.4.2 ポートコントロールレジスタ 5 (PCR5)

PCR5 はポート 5 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR57	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCR56	0	W	
5	PCR55	0	W	
4	PCR54	0	W	
3	PCR53	0	W	
2	PCR52	0	W	
1	PCR51	0	W	
0	PCR50	0	W	

9.4.3 ポートデータレジスタ 5 (PDR5)

PDR5 はポート 5 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P57	0	R/W	PDR5 はポート 5 の出力値を格納するレジスタです。 このレジスタをリードすると、PCR5 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR5 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	P56	0	R/W	
5	P55	0	R/W	
4	P54	0	R/W	
3	P53	0	R/W	
2	P52	0	R/W	
1	P51	0	R/W	
0	P50	0	R/W	

9.4.4 ポートプルアップコントロールレジスタ 5 (PUCR5)

PUCR5 は入力ポートに設定された端子のプルアップ MOS をビットごとに制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7, 6	-	すべて 0	-	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。
5	PUCR55	0	R/W	PCR5 がクリアされているビットのみ有効。 1 をセットすると対応する端子のプルアップ MOS が ON 状態となり、0 にクリアすると OFF します。
4	PUCR54	0	R/W	
3	PUCR53	0	R/W	
2	PUCR52	0	R/W	
1	PUCR51	0	R/W	
0	PUCR50	0	R/W	

9.4.5 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P57/SCL端子

レジスタ名	ICCR1	PCR5	機能
ビット名	ICE	PCR57	
設定値	0	0	P57 入力端子
		1	P57 出力端子
	1	X	SCL 入出力端子

【注】 X : Don't care

なお、SCL の出力形態は NMOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

- P56/SDA端子

レジスタ名	ICCR1	PCR5	機能
ビット名	ICE	PCR56	
設定値	0	0	P56 入力端子
		1	P56 出力端子
	1	X	SDA 入出力端子

【注】 X : Don't care

なお、SDA の出力形態は NMOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

- P55/ $\overline{\text{WKP5}}$ 端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP5	PCR55	
設定値	0	0	P55 入力端子
		1	P55 出力端子
	1	X	$\overline{\text{WKP5}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P54/ $\overline{\text{WKP4}}$ 端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP4	PCR54	
設定値	0	0	P54 入力端子
		1	P54 出力端子
	1	X	$\overline{\text{WKP4}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P53/ $\overline{\text{WKP3}}$ 端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP3	PCR53	
設定値	0	0	P53 入力端子
		1	P53 出力端子
	1	X	$\overline{\text{WKP3}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P52/ $\overline{\text{WKP2}}$ 端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP2	PCR52	
設定値	0	0	P52 入力端子
		1	P52 出力端子
	1	X	$\overline{\text{WKP2}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P51/ $\overline{\text{WKP1}}$ 端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP1	PCR51	
設定値	0	0	P51 入力端子
		1	P51 出力端子
	1	X	$\overline{\text{WKP1}}$ 入力端子

【注】X : Don't care

- P50/WKP0端子

レジスタ名	PMR5	PCR5	機 能
ビット名	WKP0	PCR50	
設定値	0	0	P50 入力端子
		1	P50 出力端子
	1	X	WKP0 入力端子

【注】X : Don't care

9.5 ポート 7

ポート7はタイマ V、SCI3_2 の入出力端子と兼用の入出力ポートです。ポート7の各端子は、図 9.5 に示す構成になっています。兼用端子の機能はタイマ V および SCI3_2 の設定が優先されます。

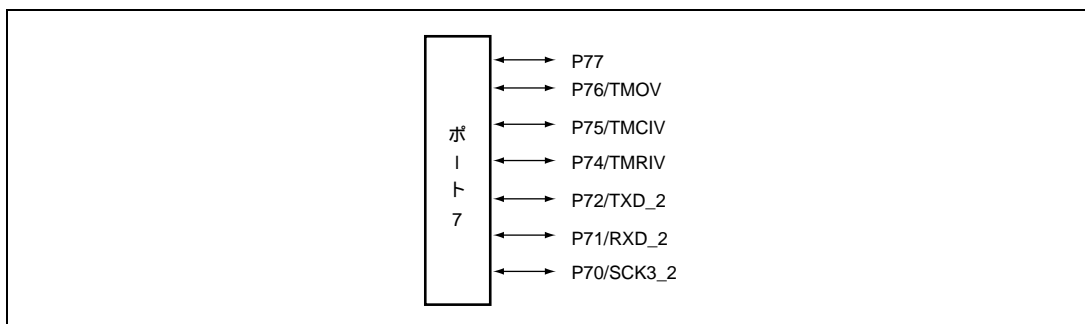


図 9.5 ポート 7 の端子構成

ポート7には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ7 (PCR7)
- ポートデータレジスタ7 (PDR7)

9.5.1 ポートコントロールレジスタ7 (PCR7)

PCR7 はポート7の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PCR77	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを1にセットすると対応する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。ビット3はリザーブビットです。
6	PCR76	0	W	
5	PCR75	0	W	
4	PCR74	0	W	
3	-	-	-	
2	PCR72	0	W	
1	PCR71	0	W	
0	PCR70	0	W	

9.5.2 ポートデータレジスタ 7 (PDR7)

PDR7 はポート 7 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P77	0	R/W	汎用出力ポートの出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCR7 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR7 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。 ビット 3 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。
6	P76	0	R/W	
5	P75	0	R/W	
4	P74	0	R/W	
3	-	1	-	
2	P72	0	R/W	
1	P71	0	R/W	
0	P70	0	R/W	

9.5.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P77端子

レジスタ名	PCR7	機能	
ビット名	PCR77		
設定値	0	P77 入力端子	
	1	P77 出力端子	

- P76/TMOV端子

レジスタ名	TCSR7	PCR7	機能
ビット名	OS3 ~ OS0	PCR76	
設定値	0000	0	P76 入力端子
		1	P76 出力端子
	上記以外	X	TMOV 出力端子

【注】 X : Don't care

- P75/TMCIV端子

レジスタ名	PCR7	機能	
ビット名	PCR75		
設定値	0	P75 入力/TMCIV 入力端子	
	1	P75 出力/TMCIV 入力端子	

- P74/TMRIV端子

レジスタ名	PCR7	機 能	
ビット名	PCR74		
設定値	0	P74 入力/TMRIV 入力端子	
	1	P74 出力/TMRIV 入力端子	

- P72/TXD_2端子

レジスタ名	PMR1	PCR7	機 能	
ビット名	TXD2	PCR72		
設定値	0	0	P72 入力端子	
		1	P72 出力端子	
	1	X	TXD_2 出力端子	

【注】X : Don't care

- P71/RXD_2端子

レジスタ名	SCR3_2	PCR7	機 能	
ビット名	RE	PCR71		
設定値	0	0	P71 入力端子	
		1	P71 出力端子	
	1	X	RXD_2 入力端子	

【注】X : Don't care

- P70/SCK3_2端子

レジスタ名	SCR3_2		SMR_2	PCR7	機 能	
ビット名	CKE1	CKE0	COM	PCR70		
設定値	0	0	0	0	P70 入力端子	
				1	P70 出力端子	
	0	0	1	X	SCK3_2 出力端子	
	0	1	X	X	SCK3_2 出力端子	
	1	X	X	X	SCK3_2 入力端子	

【注】X : Don't care

9.6 ポート 8

ポート 8 は汎用入出力ポートです。ポート 8 の各端子は、図 9.6 に示す構成になっています。

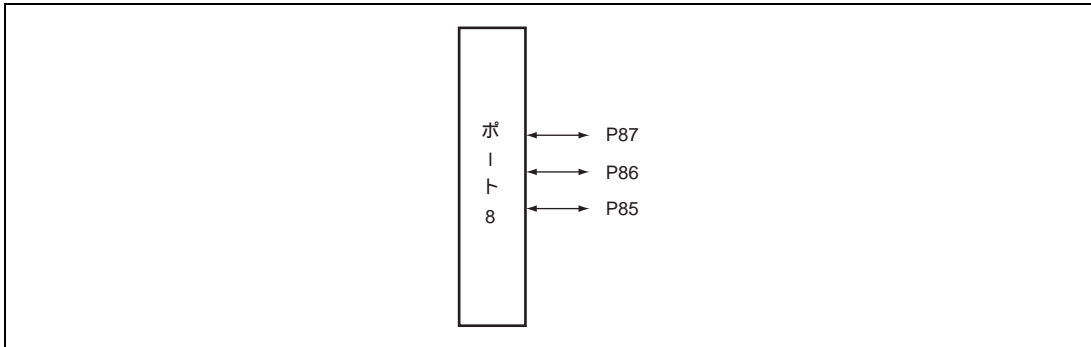


図 9.6 ポート 8 の端子構成

ポート 8 には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ 8 (PCR8)
- ポートデータレジスタ 8 (PDR8)

9.6.1 ポートコントロールレジスタ 8 (PCR8)

PCR8 はポート 8 の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCR87	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCR86	0	W	
5	PCR85	0	W	
4~0	-	-	-	リザーブビットです。

9.6.2 ポートデータレジスタ 8 (PDR8)

PDR8 はポート 8 の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P87	0	R/W	汎用出力ポートの出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCR8 がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCR8 がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	P86	0	R/W	
5	P85	0	R/W	
4~0	-	すべて 1	-	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。

9.6.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- P87端子

レジスタ名	PCR8	機 能
ビット名	PCR87	
設定値	0	P87 入力端子
	1	P87 出力端子

- P86端子

レジスタ名	PCR8	機 能
ビット名	PCR86	
設定値	0	P86 入力端子
	1	P86 出力端子

- P85端子

レジスタ名	PCR8	機 能
ビット名	PCR85	
設定値	0	P85 入力端子
	1	P85 出力端子

9.7 ポート C

ポート C は汎用入出力ポートです。ポート C の各端子は図 9.7 に示す構成になっています。

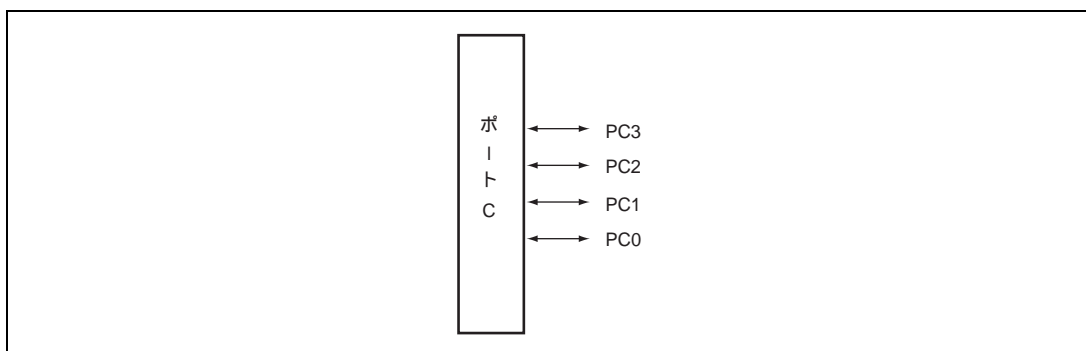


図 9.7 ポート C の端子構成

ポート C には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ C (PCRC)
- ポートデータレジスタ C (PDRC)

9.7.1 ポートコントロールレジスタ C (PCRC)

PCRC はポート C の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~4	-	-	-	リザーブビットです。
3	PCRC3	0	W	このビットを 1 にセットすると対応する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	PCRC2	0	W	
1	PCRC1	0	W	
0	PCRC0	0	W	

9.7.2 ポートデータレジスタ C (PDRC)

PDRC はポート C の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~4	-	すべて 1	-	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。
3	PC3	0	R/W	ポート C の出力値を格納します。
2	PC2	0	R/W	このレジスタをリードすると、PCRC がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRC がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
1	PC1	0	R/W	
0	PC0	0	R/W	

9.7.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

• PC3端子

レジスタ名	PCRC	機 能
ビット名	PCRC3	
設定値	0	PC3 入力端子
	1	PC3 出力端子

• PC2端子

レジスタ名	PCRC	機 能
ビット名	PCRC2	
設定値	0	PC2 入力端子
	1	PC2 出力端子

- PC1端子

レジスタ名	PCRC	機 能
ビット名	PCRC1	
設定値	0	PC1 入力端子
	1	PC1 出力端子

- PC0端子

レジスタ名	PCRC	機 能
ビット名	PCRC0	
設定値	0	PC0 入力端子
	1	PC0 出力端子

9.8 ポート D

ポート D はタイマ RD_0 の入出力端子と兼用の入出力ポートです。ポート D の各端子は図 9.8 に示す構成になっています。兼用端子の機能はタイマ RD_0 のレジスタの設定が優先されます。

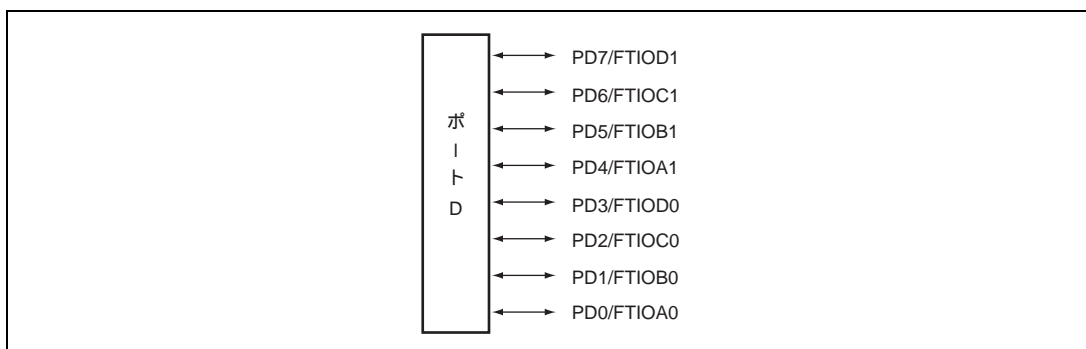


図 9.8 ポート D の端子構成

ポート D には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ D (PCRD)
- ポートデータレジスタ D (PDRD)

9.8.1 ポートコントロールレジスタ D (PCRD)

PCRD はポート D の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCRD7	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCRD6	0	W	
5	PCRD5	0	W	
4	PCRD4	0	W	
3	PCRD3	0	W	
2	PCRD2	0	W	
1	PCRD1	0	W	
0	PCRD0	0	W	

9.8.2 ポートデータレジスタ D (PDRD)

PDRD はポート D の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7	0	R/W	ポート D の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCRD がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRD がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	PD6	0	R/W	
5	PD5	0	R/W	
4	PD4	0	R/W	
3	PD3	0	R/W	
2	PD2	0	R/W	
1	PD1	0	R/W	
0	PD0	0	R/W	

9.8.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

• PD7/FTIOD1端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORC_1	PCRD	機能		
ビット名	ED1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMD1	IOD3 ~ IOD0	PCRD7			
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PD7 入力/FTIOD1 入力端子		
						1	PD7 出力端子		
	0	00	0	0	X	XXXX	0	PD7 入力/FTIOD1 入力端子	
							1	PD7 出力端子	
					1	1	XXXX	X	FTIOD1 出力端子
								0	0XXX
				1	PD7 出力端子				
				101X、1001	X	FTIOD1 出力端子			
				11XX、1000	0	PD7 入力/FTIOD1 入力端子			
				1	PD7 出力端子				
	00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOD1 出力端子			

【注】X : Don't care

• PD6/FTIOC1端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORC_1	PCRD	機能		
ビット名	EC1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMC1	IOC3 ~ IOC0	PCRD6			
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PD6 入力/FTIOC1 入力端子		
						1	PD6 出力端子		
	0	00	0	0	X	XXXX	0	PD6 入力/FTIOC1 入力端子	
							1	PD6 出力端子	
					1	1	XXXX	X	FTIOC1 出力端子
								0	0XXX
				1	PD6 出力端子				
				101X、1001	X	FTIOC1 出力端子			
				11XX、1000	0	PD6 入力/FTIOC1 入力端子			
				1	PD6 出力端子				
	00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOC1 出力端子			

【注】X : Don't care

- PD5/FTIOB1端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORA_1	PCRD	機能
ビット名	EB1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMB1	IOB2 ~ IOB0	PCRD5	
設定値	1	XX	X	X	XXX	0	PD5 入力/FTIOB1 入力端子
						1	PD5 出力端子
	0	00	0	X	XXX	0	PD5 入力/FTIOB1 入力端子
						1	PD5 出力端子
			1	1	XXX	X	FTIOB1 出力端子
				0	01X、001	X	FTIOB1 出力端子
			1XX、000	0	PD5 入力/FTIOB1 入力端子		
				1	PD5 出力端子		
00 以外	X	X	XXX	X	FTIOB1 出力端子		

【注】 X : Don't care

- PD4/FTIOA1端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDIORA_1	PCRD	機能
ビット名	EA1	CMD1、CMD0	PWM3	IOA2 ~ IOA0	PCRD4	
設定値	1	XX	X	XXX	0	PD4 入力/FTIOA1 入力端子
					1	PD4 出力端子
	0	00	0	XXX	0	PD4 入力/FTIOA1 入力端子
					1	PD4 出力端子
			1	01X、001	X	FTIOA1 出力端子
				1XX、000	0	PD4 入力/FTIOA1 入力端子
			1	PD4 出力端子		
				00 以外	X	XXX

【注】 X : Don't care

• PD3/FTIOD0端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORC_0	PCRD	機能	
ビット名	ED0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMD0	IOD3 ~ IOD0	PCRD3		
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子	
						1	PD3 出力端子	
	0	00	0	X	0	XXXX	0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子
							1	PD3 出力端子
				1	1	XXXX	X	FTIOD0 出力端子
							0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子
			101X、1001	0	0XXX	0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子	
						1	PD3 出力端子	
			11XX、1000	0	101X、1001	X	FTIOD0 出力端子	
						0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子	
1	0	11XX、1000	0	PD3 入力/FTIOD0 入力端子				
			1	PD3 出力端子				
00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOD0 出力端子			

【注】X : Don't care

• PD2/FTIOC0端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORC_0	PCRD	機能	
ビット名	EC0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMC0	IOC3 ~ IOC0	PCRD2		
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子	
						1	PD2 出力端子	
	0	00	0	X	0	XXXX	0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子
							1	PD2 出力端子
				1	1	XXXX	X	FTIOC0 出力端子
							0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子
			101X、1001	0	0XXX	0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子	
						1	PD2 出力端子	
			11XX、1000	0	101X、1001	X	FTIOC0 出力端子	
						0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子	
1	0	11XX、1000	0	PD2 入力/FTIOC0 入力端子				
			1	PD2 出力端子				
00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOC0 出力端子			

【注】X : Don't care

- PD1/FTIOB0端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01		TRDPMR_01	TRDIORA_0	PCRD	機能	
ビット名	EB0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMB0	IOB2 ~ IOB0	PCRD1		
設定値	1	XX	X	X	XXX	0	PD1 入力/FTIOB0 入力端子	
						1	PD1 出力端子	
	0	00	0	0	X	XXX	X	FTIOB0 出力端子
							1	1
			0	01X、001	X	FTIOB0 出力端子		
				1XX、000	0	PD1 入力/FTIOB0 入力端子		
			1		PD1 出力端子			
			00 以外	X	X	XXX	X	FTIOB0 出力端子

【注】X : Don't care

- PD0/FTIOA0端子

レジスタ名	TRDOER1_01	TRDFCR_01			TRDIORA_0	PCRD	機能	
ビット名	EA0	STCLK	CMD1、 CMD0	PWM3	IOA2 ~ IOA0	PCRD0		
設定値	1	X	XX	X	XXX	0	PD0 入力/FTIOA0 入力端子	
						1	PD0 出力端子	
	0	1	XX	X	XXX	0	PD0 入力/FTIOA0 入力端子	
						1	PD0 出力端子	
		0	00	0	0	XXX	X	FTIOA0 出力端子
							1	01X、001
		1XX、000	0	PD0 入力/FTIOA0 入力端子				
			1	PD0 出力端子				
		00 以外	X	XXX	0	PD0 入力/FTIOA0 入力端子		
		1	PD0 出力端子					

【注】X : Don't care

9.9 ポート E

ポート E はタイマ RD_1 の入出力端子と兼用の入出力ポートです。ポート E の各端子は図 9.9 に示す構成になっています。兼用端子の機能はタイマ RD_1 のレジスタの設定が優先されます。

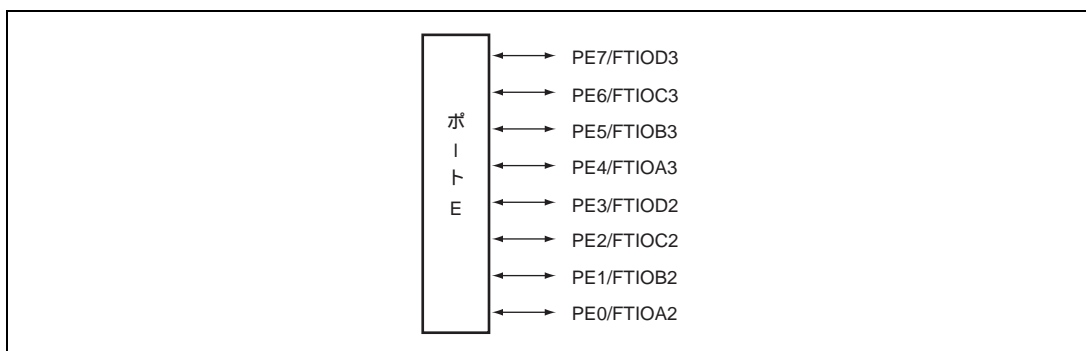


図 9.9 ポート E の端子構成

ポート E には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ E (PCRE)
- ポートデータレジスタ E (PDRE)

9.9.1 ポートコントロールレジスタ E (PCRE)

PCRE はポート E の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCRE7	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCRE6	0	W	
5	PCRE5	0	W	
4	PCRE4	0	W	
3	PCRE3	0	W	
2	PCRE2	0	W	
1	PCRE1	0	W	
0	PCRE0	0	W	

9.9.2 ポートデータレジスタ E (PDRE)

PDRE はポート E の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PE7	0	R/W	ポート E の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCRE がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRE がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	PE6	0	R/W	
5	PE5	0	R/W	
4	PE4	0	R/W	
3	PE3	0	R/W	
2	PE2	0	R/W	
1	PE1	0	R/W	
0	PE0	0	R/W	

9.9.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- PE7/FTIOD3端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORC_3	PCRE	機 能		
ビット名	ED1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMD1	IOD3 ~ IOD0	PCRE7			
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PE7 入力/FTIOD3 入力端子		
						1	PE7 出力端子		
	0	00	0	1	1	XXXX	X	FTIOD3 出力端子	
					0	0XXX	0	PE7 入力/FTIOD3 入力端子	
				1	0	101X、1001	X	FTIOD3 出力端子	
					0	11XX、1000	0	PE7 入力/FTIOD3 入力端子	
			00 以外	X	X	XXXX	X	1	PE7 出力端子
								X	FTIOD3 出力端子

【注】 X : Don't care

- PE6/FTIOC3端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORC_3	PCRE	機能	
ビット名	EC1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMC1	IOC3 ~ IOC0	PCRE6		
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PE6 入力/FTIOC3 入力端子	
						1	PE6 出力端子	
	0	00	0	1	X	XXXX	0	PE6 入力/FTIOC3 入力端子
							1	PE6 出力端子
					0	XXXX	X	FTIOC3 出力端子
							0	PE6 入力/FTIOC3 入力端子
			101X、1001	0XXX	0	PE6 出力端子		
					X	FTIOC3 出力端子		
			11XX、1000	0	0	PE6 入力/FTIOC3 入力端子		
					1	PE6 出力端子		
00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOC3 出力端子			

【注】 X : Don't care

- PE5/FTIOB3端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORA_3	PCRE	機能	
ビット名	EB1	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMB1	IOB2 ~ IOB0	PCRE5		
設定値	1	XX	X	X	XXX	0	PE5 入力/FTIOB3 入力端子	
						1	PE5 出力端子	
	0	00	0	1	X	XXX	0	PE5 入力/FTIOB3 入力端子
							1	PE5 出力端子
					1	XXX	X	FTIOB3 出力端子
							0	FTIOB3 出力端子
			01X、001	1XX、000	0	PE5 入力/FTIOB3 入力端子		
					1	PE5 出力端子		
			00 以外	X	X	XXX	X	FTIOB3 出力端子

【注】 X : Don't care

- PE4/FTIOA3端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDIORA_3	PCRE	機能	
ビット名	EA1	CMD1、 CMD0	PWM3	IOA2 ~ IOA0	PCRE4		
設定値	1	XX	X	XXX	0	PE4 入力/FTIOA3 入力端子	
					1	PE4 出力端子	
	0	00	0	XXX	0	PE4 入力/FTIOA3 入力端子	
					1	PE4 出力端子	
			1	01X、001	X	FTIOA3 出力端子	
				1XX、000	0	PE4 入力/FTIOA3 入力端子	
			00 以外	X	XXX	0	PE4 出力端子
						X	FTIOA3 出力端子

【注】 X : Don't care

- PE3/FTIOD2端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORC_2	PCRE	機能
ビット名	ED0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMD0	IOD3 ~ IOD0	PCRE3	
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PE3 入力/FTIOD2 入力端子
						1	PE3 出力端子
	0	00	0	XXXX	0	PE3 入力/FTIOD2 入力端子	
					1	PE3 出力端子	
			1	1	XXXX	X	FTIOD2 出力端子
				0	0XXX	0	PE3 入力/FTIOD2 入力端子
			101X、1001	X	FTIOD2 出力端子	0	PE3 出力端子
						1	PE3 出力端子
			11XX、1000	0	PE3 入力/FTIOD2 入力端子	0	PE3 入力/FTIOD2 入力端子
						1	PE3 出力端子
	00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOD2 出力端子	

【注】 X : Don't care

• PE2/FTIOC2端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORC_2	PCRE	機能	
ビット名	EC0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMC0	IOC3 ~ IOC0	PCRE2		
設定値	1	XX	X	X	XXXX	0	PE2 入力/FTIOC2 入力端子	
						1	PE2 出力端子	
	0	00	0	0	X	XXXX	0	PE2 入力/FTIOC2 入力端子
							1	PE2 出力端子
			1	1	XXXX	X	FTIOC2 出力端子	
								0
			1	0	0XXX	0	PE2 出力端子	
								1
			101X、1001	X	FTIOC2 出力端子			
						11XX、1000	0	PE2 入力/FTIOC2 入力端子
1	PE2 出力端子							
		00 以外	X	X	XXXX	X	FTIOC2 出力端子	

【注】 X : Don't care

• PE1/FTIOB2端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23		TRDPMR_23	TRDIORA_2	PCRE	機能	
ビット名	EB0	CMD1、 CMD0	PWM3	PWMB0	IOB2 ~ IOB0	PCRE1		
設定値	1	XX	X	X	XXX	0	PE1 入力/FTIOB2 入力端子	
						1	PE1 出力端子	
	0	00	0	0	X	XXX	X	FTIOB2 出力端子
							1	1
			0	01X、001	X	FTIOB2 出力端子		
							1XX、000	0
			1	PE1 出力端子				
					00 以外	X	X	XXX

【注】 X : Don't care

- PE0/FTIOA2端子

レジスタ名	TRDOER1_23	TRDFCR_23			TRDIORA_2	PCRE	機能		
ビット名	EA0	STCLK	CMD1、 CMD0	PWM3	IOA2 ~ IOA0	PCRE0			
設定値	1	X	XX	X	XXX	0	PE0 入力/FTIOA2 入力端子		
						1	PE0 出力端子		
	0	1	XX	X	XXX	0	PE0 入力/FTIOA2 入力端子		
						1	PE0 出力端子		
		0	00	0	0	XXX	X	FTIOA2 出力端子	
					1	01X、001	X	FTIOA2 出力端子	
				00 以外	X	XXX	X	0	PE0 入力/FTIOA2 入力端子
								1	PE0 出力端子
X	FTIOA2 出力端子								

【注】 X : Don't care

9.10 ポート F

ポート F は A/D 変換器のアナログ入力端子と兼用の入力ポートです。ポート F の各端子は図 9.10 に示す構成になっています。

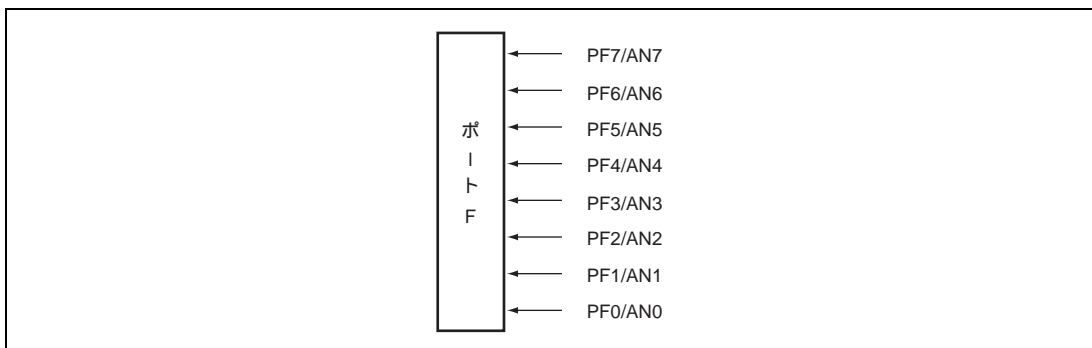


図 9.10 ポート F の端子構成

ポート F には以下のレジスタがあります。

- ポートデータレジスタ F (PDRF)
- ポートモードレジスタ F (PMRF)

9.10.1 ポートデータレジスタ F (PDRF)

PDRF はポート F の汎用入力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PF7	-	R	このレジスタをリードすると各端子の入力値が読み出されます。 ただし、A/D 変換器の ADCSR によりアナログ入力チャンネルに指定されている端子はリードすると 0 が読み出されます。
6	PF6	-	R	
5	PF5	-	R	
4	PF4	-	R	
3	PF3	-	R	
2	PF2	-	R	
1	PF1	-	R	
0	PF0	-	R	

9.10.2 ポートモードレジスタ F (PMRF)

PMRF はポート F の端子機能を切り替えます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~1	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
0	PMRF0	0	R/W	PF0/AN0 端子の機能を選択します。 0 : AN0 入力端子 1 : 汎用入力ポート

9.10.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

• PF7/AN7端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	X	1	1	1	AN7 入力端子
	上記以外					PF7 入力端子

【注】 X : Don't care

• PF6/AN6端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	1	1	0	AN6 入力端子
		1	1	1	X	
上記以外					PF6 入力端子	

【注】 X : Don't care

- PF5/AN5端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	1	0	1	AN5 入力端子
		1	1	1	X	
				0	1	
		上記以外				PF5 入力端子

【注】X : Don't care

- PF4/AN4端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	1	0	0	AN4 入力端子
		1	1	X	X	
				上記以外		
		上記以外				PF4 入力端子

【注】X : Don't care

- PF3/AN3端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	X	0	1	1	AN3 入力端子
			上記以外			

【注】X : Don't care

- PF2/AN2端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	0	1	0	AN2 入力端子
		1	0	1	X	
			上記以外			
		上記以外				PF2 入力端子

【注】X : Don't care

- PF1/AN1端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	0	0	1	AN1 入力端子
		1	0	1	X	
				0	1	
		上記以外				PF1 入力端子

【注】X : Don't care

- PF0/AN0端子

レジスタ名	PMRF	ADCR	ADCSR				機 能
ビット名	PF0	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	
設定値	0	0	0	0	0	0	AN0 入力端子
			1	0	X	X	
上記以外							PF0 入力端子

【注】X : Don't care

9.11 ポート G

ポート G は A/D 変換器アナログ入力端子、タイマ RC 入力端子、タイマ RD 入力端子と兼用の汎用入出力ポートです。ポート G の各端子は図 9.11 に示す構成になっています。

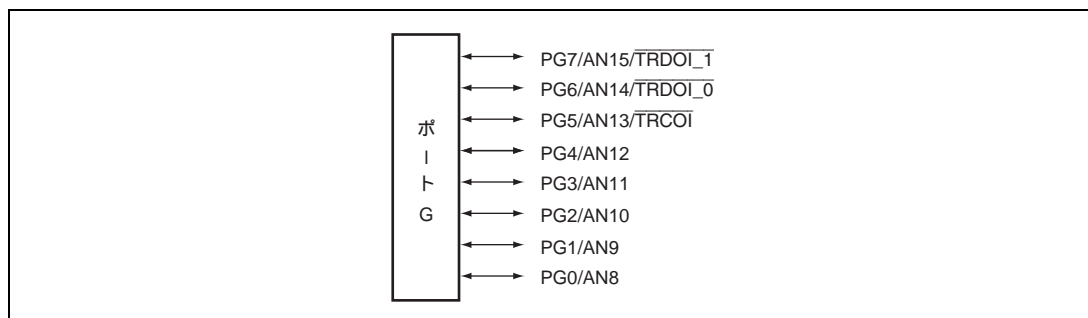


図 9.11 ポート G の端子構成

ポート G には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ G (PCRG)
- ポートデータレジスタ G (PDRG)
- ポートモードレジスタ G (PMRG)

9.11.1 ポートコントロールレジスタ G (PCRG)

PCRG はポート G の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCRG7	0	W	このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCRG6	0	W	
5	PCRG5	0	W	
4	PCRG4	0	W	
3	PCRG3	0	W	
2	PCRG2	0	W	
1	PCRG1	0	W	
0	PCRG0	0	W	

9.11.2 ポートデータレジスタ G (PDRG)

PDRG はポート G の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PG7	0	R/W	ポート G の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCRG がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRG がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。ただし、A/D 変換器の ADCSR、ADCR によりアナログ入力チャンネルに指定されている端子は対応する PCRG ビットがクリアされていてもリードすると 0 が読み出されます。
6	PG6	0	R/W	
5	PG5	0	R/W	
4	PG4	0	R/W	
3	PG3	0	R/W	
2	PG2	0	R/W	
1	PG1	0	R/W	
0	PG0	0	R/W	

9.11.3 ポートモードレジスタ G (PMRG)

PMRG はポート G の端子の機能を切り替えます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PMRG7	0	R/W	PG7/AN15/TRDOI_1 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: AN15 および TRDOI_1 入力端子
6	PMRG6	0	R/W	PG6/AN14/TRDOI_0 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: AN14 および TRDOI_0 入力端子
5	PMRG5	0	R/W	PG5/AN13/TRCOI 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: AN13 および TRCOI 入力端子
4	-	1	-	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。
3 2	PMRG3 PMRG2	0 0	R/W R/W	A/D 変換器のトリガソースを選択します。 00: ADTRG 端子によるトリガを選択 01: タイマ RD_0 によるトリガを選択 10: タイマ RD_1 によるトリガを選択 11: リザーブ
1	PMRG1	0	R/W	ADTRG 端子のエッジ方向を選択します。 0: ADTRG 端子入力の立ち下がりエッジを選択 1: ADTRG 端子入力の立ち上がりエッジを選択
0	PMRG0	0	R/W	PH0/SCK3_3/ADTRG 端子の機能を選択します。 0: 汎用入出力ポート 1: ADTRG 入力

9.11.4 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- PG7/AN15/TRDOI_1 端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PMRG	PCRG	機能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PMRG7	PCRG7	
設定値	1	X	1	1	1	X	X	AN15 入力端子
	上記以外					1	X	TRDOI_1 入力端子
						0	0	PG7 入力端子
							1	PG7 出力端子

【注】 X : Don't care

- PG6/AN14/TRDOI_0端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PMRG	PCRG	機 能	
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PMRG6	PCRG6		
設定値	1	X	1	1	0	X	X	AN14 入力端子	
	1	1	1	1	1	X	X		
	上記以外						1	X	TRDOI_0 入力端子
	上記以外						0	0	PG6 入力端子
上記以外						0	1	PG6 出力端子	

【注】X : Don't care

- PG5/AN13/TRCOI端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PMRG	PCRG	機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PMRG5	PCRG5	
設定値	1	X	1	0	1	X	X	AN13 入力端子
	1	1	1	1	0	X	X	
	1	1	1	1	1	X	X	
	上記以外						1	X
上記以外						0	0	PG5 入力端子
上記以外						0	1	PG5 出力端子

【注】X : Don't care

- PG4/AN12端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PCRG	機 能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PCRG4	
設定値	1	X	1	0	0	X	AN12 入力端子
	1	1	1	X	X	X	
	上記以外						0
上記以外						1	PG4 出力端子

【注】X : Don't care

- PG3/AN11端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PCRG	機 能	
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PCRG3		
設定値	1	X	0	1	1	X	AN11 入力端子	
	上記以外						0	PG3 入力端子
	上記以外						1	PG3 出力端子

【注】X : Don't care

- PG2/AN10端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PCRG	機能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PCRG2	
設定値	1	X	0	1	0	X	AN10 入力端子
	1	1	0	1	1	X	
	上記以外						0
						1	PG2 出力端子

【注】X : Don't care

- PG1/AN9端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PCRG	機能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PCRG1	
設定値	1	X	0	0	1	X	AN9 入力端子
	1	1	0	1	0	X	
	1	1	0	1	1	X	
上記以外						0	PG1 入力端子
						1	PG1 出力端子

【注】X : Don't care

- PG0/AN8端子

レジスタ名	ADCR	ADCSR				PCRG	機能
ビット名	CH3	SCAN	CH2	CH1	CH0	PCRG0	
設定値	1	X	0	0	0	X	AN8 入力端子
	1	1	0	X	X	X	
	上記以外						0
						1	PG0 出力端子

【注】X : Don't care

9.12 ポート H

ポート H は SCI3_3 の入出力端子、タイマ RC 入出力端子、A/D 変換器入力端子と兼用の入出力ポートです。ポート H の各端子は図 9.12 に示す構成になっています。兼用端子の機能は SCI3_3 レジスタおよびタイマ RC レジスタの設定が優先されます。

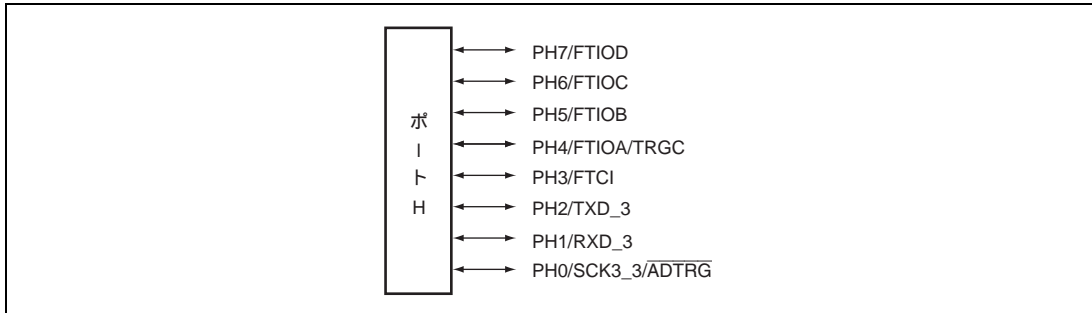


図 9.12 ポート H の端子構成

ポート H には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ H (PCRH)
- ポートデータレジスタ H (PDRH)

9.12.1 ポートコントロールレジスタ H (PCRH)

PCRH はポート H の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PCRH7	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
6	PCRH6	0	W	
5	PCRH5	0	W	
4	PCRH4	0	W	
3	PCRH3	0	W	
2	PCRH2	0	W	
1	PCRH1	0	W	
0	PCRH0	0	W	

9.12.2 ポートデータレジスタ H (PDRH)

PDRH はポート H の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PH7	0	R/W	ポート H の出力値を格納します。 このレジスタをリードすると、PCRH がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRH がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。
6	PH6	0	R/W	
5	PH5	0	R/W	
4	PH4	0	R/W	
3	PH3	0	R/W	
2	PH2	0	R/W	
1	PH1	0	R/W	
0	PH0	0	R/W	

9.12.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

- PH7/FTIOD端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1			PCRH	機 能		
	ビット名	ED	PWM2	PWMD	IOD2	IOD1	IOD0		PCRH7	
設定値	1	X	X	X	X	X	X	0	PH7 入力/FTIOD 入力端子	
								1	PH7 出力端子	
	0	0	0	X	X	X	X	0	PH7 入力/FTIOD 入力端子	
								1	PH7 出力端子	
		1	1	1	X	X	X	X	X	FTIOD (PWM) 出力端子
									0	FTIOD 出力端子
		0	0	0	0	1	X	X	X	FTIOD 出力端子
									0	FTIOD 出力端子
	1	1	1	X	X	X	X	0	PH7 入力/FTIOD 入力端子	
								1	PH7 出力端子	
	0	0	0	0	1	X	X	0	PH7 入力/FTIOD 入力端子	
								1	PH7 出力端子	

【注】 X : Don't care

- PH6/FTIOC端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1			PCRH	機 能	
ビット名	EC	PWM2	PWMC	IOC2	IOC1	IOC0	PCRH6		
設定値	1	X	X	X	X	X	0	PH6 入力/FTIOC 入力端子	
							1	PH6 出力端子	
	0	0	X	X	X	X	X	0	PH6 入力/FTIOC 入力端子
								1	PH6 出力端子
		1	1	X	X	X	X	X	FTIOC (PWM) 出力端子
									0
			0	0	0	1	X	X	FTIOC 出力端子
									0
			0	0	0	1	X	X	PH6 出力端子
									0
	1	X	X	X	X	X	0	PH6 入力/FTIOC 入力端子	
							1	PH6 出力端子	

【注】 X : Don't care

- PH5/FTIOB端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR0			PCRH	機 能		
ビット名	EB	PWM2	PWMB	IOB2	IOB1	IOB0	PCRH5			
設定値	1	X	X	X	X	X	0	PH5 入力/FTIOB 入力端子		
							1	PH5 出力		
	0	0	X	X	X	X	X	X	FTIOB (PWM2) 出力端子	
									1	1
		0	0	1	X	X	X	FTIOB 出力端子		
									0	1
			0	0	0	1	X			
									1	X
			1	X	X	X	X			
								1	PH5 出力	

【注】 X : Don't care

- PH4/FTIOA/TRGC端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR	TRCIOR0			PCRH	機 能
ビット名	EA	PWM2	IOA2	IOA1	IOA0	PCRH4	
設定値	1	X	X	X	X	0	PH4 入力/FTIOA/TRGC 入力端子
						1	PH4 出力端子
	0	0	X	X	X	0	PH4 入力/FTIOA/TRGC 入力端子
						1	PH4 出力端子
		1	0	1	1	X	FTIOA 出力端子
						0	X
					0	0	PH4 入力/FTIOA/TRGC 入力端子
						1	PH4 出力端子
		1	X	X	X	0	PH4 入力/FTIOA/TRGC 入力端子
						1	PH4 出力端子

【注】 X : Don't care

- PH3/FTCI端子

レジスタ名	PCRH	機 能
ビット名	PCRH3	
設定値	0	PH3 入力 / FTCI 入力端子
	1	PH3 出力 / FTCI 入力端子

【注】 X : Don't care

- PH2/TXD_3端子

レジスタ名	SMCR	PCRH	機 能
ビット名	TXD_3	PCRH2	
設定値	0	0	PH2 入力端子
		1	PH2 出力端子
	1	X	TXD_3 出力端子

【注】 X : Don't care

- PH1/RXD_3端子

レジスタ名	SCR3_3	PCRH	機 能
ビット名	RE	PCRH1	
設定値	0	0	PH1 入力端子
		1	PH1 出力端子
	1	X	RXD_3 入力端子

【注】 X : Don't care

- PH0/SCK3_3/ADTRG端子

レジスタ名	SCR3_3		SMR3_3	PMRG	PCRH	機 能
	ビット名	CKE1	CKE0	COM	PMRG0	
設定値	0	0	0	0	0	PH0 入力端子
					1	PH0 出力端子
					X	ADTRG 入力端子
	0	0	1	X	X	SCK3_3 出力端子
	0	1	X	X	X	SCK3_3 出力端子
	1	X	X	X	X	SCK3_3 入力端子

【注】X : Don't care

9.13 ポート J

ポート J は外部発振端子、クロック出力端子と兼用の入出力ポートです。ポート J の各端子は図 9.13 に示す構成になっています。兼用端子の機能は CKCSR レジスタの設定が優先されます。

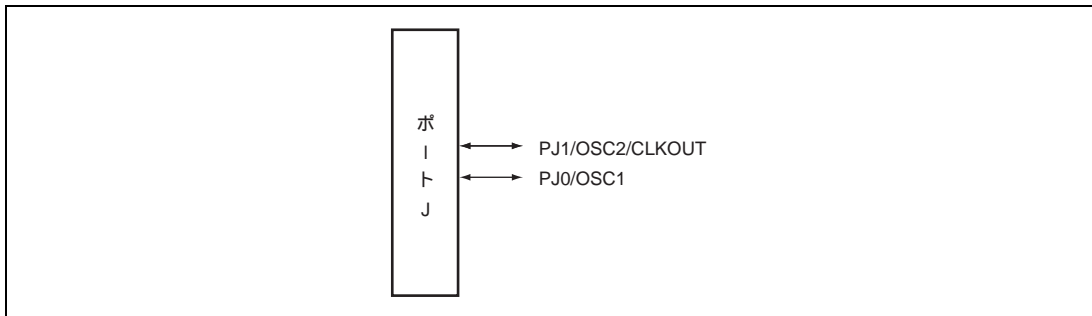


図 9.13 ポート J の端子構成

ポート J には以下のレジスタがあります。

- ポートコントロールレジスタ J (PCRJ)
- ポートデータレジスタ J (PDRJ)

9.13.1 ポートコントロールレジスタ J (PCRJ)

PCRJ はポート J の汎用入出力ポートとして使用する端子の入出力をビットごとに選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~2	-	-	-	リザーブビット
1	PCRJ1	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると対応する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。
0	PCRJ0	0	W	

9.13.2 ポートデータレジスタ J (PDRJ)

PDRJ はポート J の汎用入出力ポートデータレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~2	-	-	-	リザーブビット
1	PJ1	0	R/W	ポート J の出力値を格納します。
0	PJ0	0	R/W	このレジスタをリードすると、PCRJ がセットされているビットはこのレジスタの値が読み出されます。PCRJ がクリアされているビットはこのレジスタの値にかかわらず端子の状態が読み出されます。

9.13.3 端子機能

レジスタの設定値とポートの端子機能の関係は以下のとおりです。

• PJ1/OSC2/CLKOUT 端子

レジスタ名	CKCSR		PCRJ	機 能
	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ1	
設定値	0	0	0	PJ1 入力端子
			1	PJ1 出力端子
		1	X	オープン
	1	0	X	CLKOUT 出力端子
1		X	OSC2 出力端子	

【注】 X : Don't care

• PJ0/OSC1 端子

レジスタ名	CKCSR		PCRJ	機 能
	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ0	
設定値	X	0	0	PJ0 入力端子
			1	PJ0 出力端子
	0	1	X	OSC1 (クロック入力)
	1	1	X	OSC1 発振端子

【注】 1. X : Don't care

2. 外部クロック入力については「5.2.4 クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)」も参照ください。

10. リアルタイムクロック (RTC)

リアルタイムクロック (RTC : Real Time Clock) は、1 秒から 1 週間までの時間をカウントできるタイマです。RTC のブロック図を図 10.1 に示します。

10.1 特長

秒、分、時、および曜日をカウント

スタート/ストップ機能

リセット機能

BCDコードによるリード/ライト可能な秒、分、時、および曜日カウンタ

周期 (秒、分、時、日、週) 割り込み

8ビットフリーランニングカウンタ

クロックソースの選択

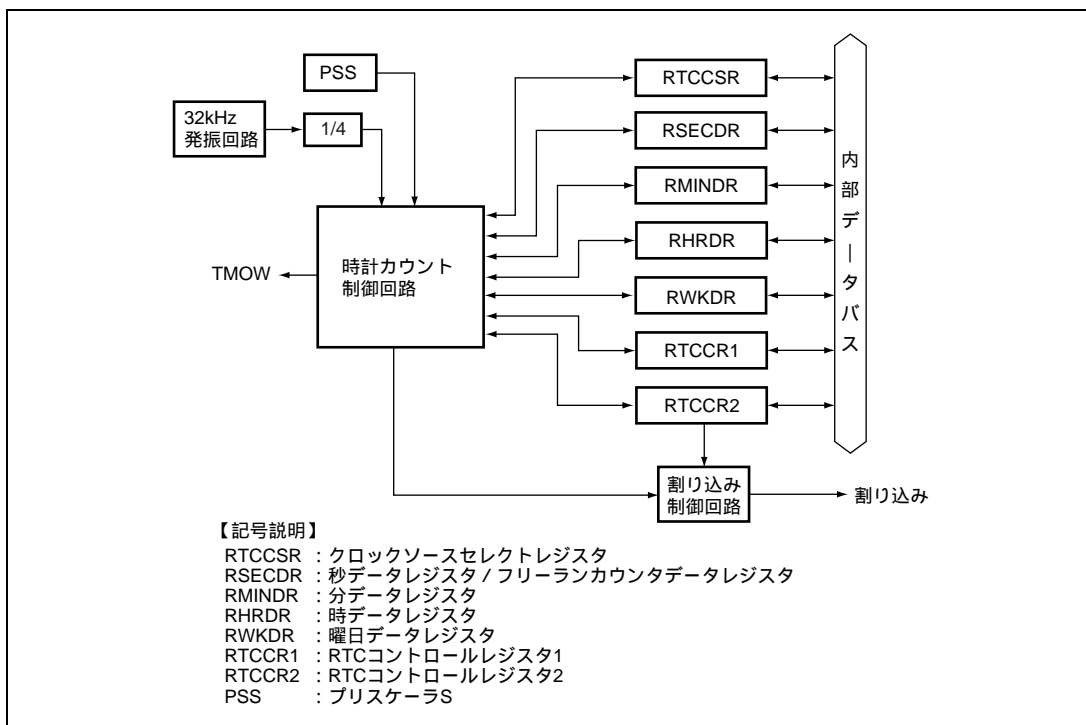


図 10.1 RTC のブロック図

10.2 入出力端子

RTC の入出力端子を表 10.1 に示します。

表 10.1 端子構成

名称	略称	入出力	機能
クロック出力	TMOW	出力	RTC 分周クロック出力端子

10.3 レジスタの説明

RTC には以下のレジスタがあります。

- 秒データレジスタ / フリーランカウンタデータレジスタ (RSECDR)
- 分データレジスタ (RMINDR)
- 時データレジスタ (RHRDR)
- 曜日データレジスタ (RWKDR)
- RTCコントロールレジスタ1 (RTCCR1)
- RTCコントロールレジスタ2 (RTCCR2)
- クロックソースセレクトレジスタ (RTCCSR)

10.3.1 秒データレジスタ / フリーランカウンタデータレジスタ (RSECDR)

RSECDR は秒のカウントを行います。RSECDR は BCD コードで表され、0 から 59 までのカウントを行います。またフリーランカウンタとして動作しているとき、8 ビットのカウンタデータの読み出しレジスタとなります。秒、分、時、および曜日の読み取りについては「10.4.3 時刻読み出し手順」を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	BSY	-	R	RTC ビジー 秒、分、時、および曜日データレジスタの値を RTC が更新中 (演算中) のとき、このビットは 1 にセットされます。このビットが 0 のときに秒、分、時および曜日データレジスタの値を採用してください。
6	SC12	-	R/W	秒十位カウント 秒十位は 0 から 5 をカウントして、60 秒のカウントを行います。
5	SC11	-	R/W	
4	SC10	-	R/W	
3	SC03	-	R/W	秒一位カウント 秒一位は 1 秒ごとに 0 から 9 をカウントします。桁上がりが発生すると、秒十位が +1 されます。
2	SC02	-	R/W	
1	SC01	-	R/W	
0	SC00	-	R/W	

10.3.2 分データレジスタ (RMINDR)

RMINDR は RSECDR の桁上がりがあると、分のカウントを行います。RMINDR は BCD コードで表され、0 から 59 までのカウントを行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	BSY	-	R	RTC ビジー 秒、分、時、および曜日データレジスタの値を RTC が更新中 (演算中) のとき、このビットは 1 にセットされます。このビットが 0 のときに秒、分、時および曜日データレジスタの値を採用してください。
6	MN12	-	R/W	分十位カウント 分十位は 0 から 5 をカウントして、60 分のカウントを行います。
5	MN11	-	R/W	
4	MN10	-	R/W	
3	MN03	-	R/W	分一位カウント 分一位は 1 分ごとに 0 から 9 をカウントします。桁上がりが発生すると、分十位が +1 されます。
2	MN02	-	R/W	
1	MN01	-	R/W	
0	MN00	-	R/W	

10.3.3 時データレジスタ (RHRDR)

RHRDR は RMINDR の桁上がりがあると、時間のカウントを行います。RHRDR は BCD コードで表され、RTCCRI の 12/24 ビットの選択によって 0 から 11 までのカウント、または 0 から 23 までのカウントを行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	BSY	-	R	RTC ビジー 秒、分、時、および曜日データレジスタの値を RTC が更新中 (演算中) のとき、このビットは 1 にセットされます。このビットが 0 のときに秒、分、時および曜日データレジスタの値を採用してください。
6	-	0	-	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。
5	HR11	-	R/W	時十位カウント 時十位は 0 から 2 をカウントします。
4	HR10	-	R/W	
3	HR03	-	R/W	時一位カウント 時一位は 1 時間ごとに 0 から 9 をカウントします。桁上がりが発生すると、時十位が +1 されます。
2	HR02	-	R/W	
1	HR01	-	R/W	
0	HR00	-	R/W	

10.3.4 曜日データレジスタ (RWKDR)

RWKDR は RHRDR の桁上がりがあると、曜日のカウントを行います。WK2 ~ WK0 ビットにより 0 から 6 のバイナリコードで曜日を表します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	BSY	-	R	RTC ビジー 秒、分、時、および曜日データレジスタの値を RTC が更新中 (演算中) のとき、1 にセットされます。このビットが 0 のときに秒、分、時および曜日データレジスタの値を採用してください。
6~3	-	すべて 0	-	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。
2	WK2	-	R/W	曜日カウント バイナリコードで曜日を表します。 000 : 日 001 : 月 010 : 火 011 : 水 100 : 木 101 : 金 110 : 土 111 : 予約 (設定しないでください。)
1	WK1	-	R/W	
0	WK0	-	R/W	

10.3.5 RTC コントロールレジスタ 1 (RTCCR1)

RTCCR1 は、時計タイマの動作開始 / 動作停止およびリセットを制御します。時間表現の定義は、図 10.2 を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	RUN	-	R/W	RTC 動作開始 0: RTC は動作停止 1: RTC は動作開始
6	12/24	-	R/W	動作モード 0: RTC は 12 時間モードで動作します。RHRDR は 0~11 のカウントを行います。 1: RTC は 24 時間モードで動作します。RHRDR は 0~23 のカウントを行います。
5	PM	-	R/W	午前/午後 0: RTC が 12 時間モードのとき有効であり、午前を表します。 1: RTC が 12 時間モードのとき有効であり、午後を表します。
4	RST	0	R/W	リセット 0: 通常動作 1: RTCCSR およびこのビットを除く全レジスタ、制御回路をリセットします。なお 1 にセットした後は、必ずこのビットを 0 にクリアしてください。
3	INT	-	R/W	割り込み発生タイミング 0: RTC ビジー期間中に秒、分、時および曜日の周期割り込みが発生します。 1: RTC ビジー完了直後に秒、分、時および曜日の周期割り込みが発生します。
2~0	-	すべて 0	-	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。

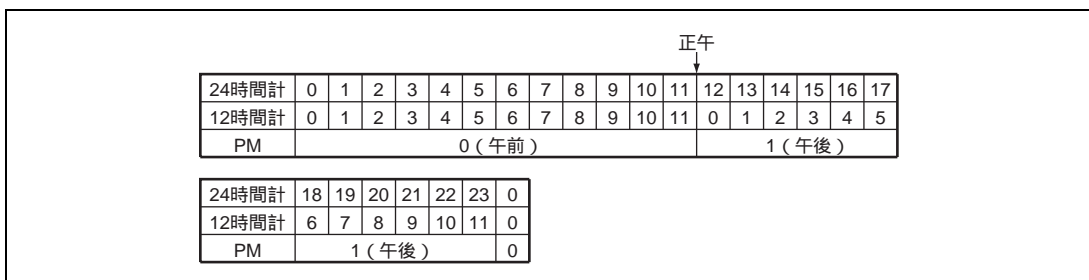


図 10.2 時間表現の定義

10.3.6 RTC コントロールレジスタ 2 (RTCCR2)

RTCCR2 は週、日、時、分、および秒の RTC 周期割り込みを制御します。週、日、時、分、および秒の各割り込みを許可すると、割り込みが発生した場合、割り込みフラグレジスタ 1 (IRR1) の IRRTA フラグが 1 にセットされます。また RTC がフリーランカウンタとして動作しているとき、フリーランカウンタのオーバフロー割り込みを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7, 6	-	すべて 0	-	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。
5	FOIE	-	R/W	フリーランカウンタオーバフロー割り込み許可 0: オーバフロー割り込みを禁止 1: オーバフロー割り込みを許可
4	WKIE	-	R/W	週周期割り込み許可 0: 週周期割り込みを禁止 1: 週周期割り込みを許可
3	DYIE	-	R/W	日周期割り込み許可 0: 日周期割り込みを禁止 1: 日周期割り込みを許可
2	HRIE	-	R/W	時周期割り込み許可 0: 時周期割り込みを禁止 1: 時周期割り込みを許可
1	MNIE	-	R/W	分周期割り込み許可 0: 分周期割り込みを禁止 1: 分周期割り込みを許可
0	SEIE	-	R/W	秒周期割り込み許可 0: 秒周期割り込みを禁止 1: 秒周期割り込みを許可

10.3.7 クロックソースセレクトレジスタ (RTCCSR)

RTCCSR はクロックソースの選択を行います。フリーランカウンタは、RTCCR1 の RUN ビットでカウンタの動作開始 / 動作停止を制御します。32.768kHz 以外のクロックを選択すると RTC は無効となり、8 ビットのフリーランカウンタとして動作します。フリーランカウンタとして動作しているとき、RSECDR によってカウンタの値を読み込むことが可能です。また RTCCR2 の FOIE ビットを 1 にセットすると、フリーランカウンタのオーバフロー割り込みを許可することで割り込みを発生できます。システムクロックを 32、16、8、4 分周したクロックは、アクティブモード、スリープモードで出力されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	0	-	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。
6	RCS6	0	R/W	クロック出力選択
5	RCS5	0	R/W	PMR1 の TMOW を 1 にセットしたときに、TMOW 端子から出力されるクロックを選択します。 00 : /4 01 : /8 10 : /16 11 : /32
4	-	0	-	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。
3	RCS3	1	R/W	クロックソース選択
2	RCS2	0	R/W	0000 : /8 フリーランカウンタ動作
1	RCS1	0	R/W	0001 : /32 フリーランカウンタ動作
0	RCS0	0	R/W	0010 : /128 フリーランカウンタ動作 0011 : /256 フリーランカウンタ動作 0100 : /512 フリーランカウンタ動作 0101 : /2048 フリーランカウンタ動作 0110 : /4096 フリーランカウンタ動作 0111 : /8192 フリーランカウンタ動作 1XXX : 32.768kHz RTC 動作

【注】 X : Don't care

10.4 RTC の動作

10.4.1 電源投入後のレジスタの初期設定

RTC は $\overline{\text{RES}}$ 入力により秒、分、時、曜日の情報を格納しているレジスタはリセットされません。そのため、電源投入後はすべてのレジスタを初期設定してください。その後は $\overline{\text{RES}}$ 入力に関係なく、電源が供給されている限り正確な時間を刻みます。

10.4.2 初期設定手順

RTC を初期設定する手順を図 10.3 に示します。また、再設定を行う場合も図 10.3 に従ってください。

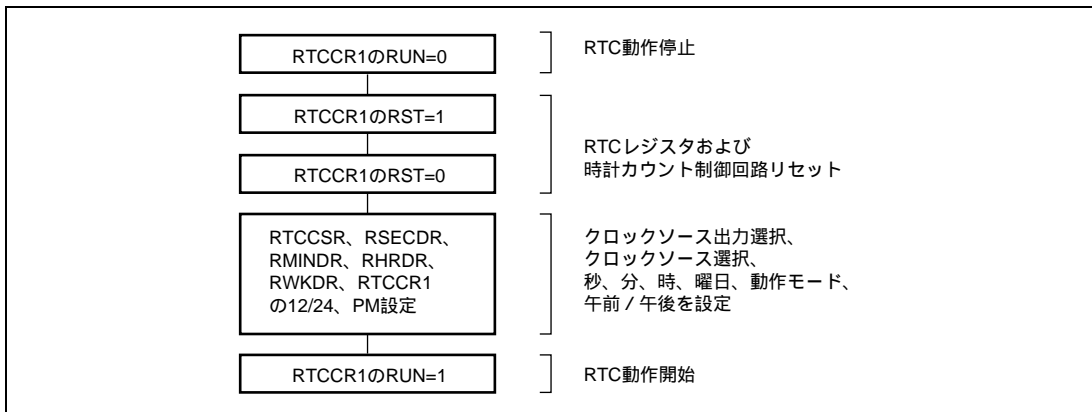


図 10.3 初期設定手順

10.4.3 時刻読み出し手順

時刻読み出し期間中に秒、分、時、曜日データの更新が行なわれると正しい時刻が得られないため、再読み出しする必要があります。正しい時刻を得られない場合の例を図 10.4 に示します。この例では RSECDR のみデータ更新後にリードしているため、約 1 分の矛盾が生じています。

正しい時刻を読み出す方法は 3 つあります。

1. BSYビットを判定し、BSYビットが1から0に変化した後に、秒、分、時、曜日を示すレジスタをリードします。BSYビットが1にセットされてから約62.5ms後にレジスタの更新が行なわれ、BSYビットが0にクリアされます。
2. 割り込みを使用し、IRR1のIRRRTAフラグが1にセットされたら、BSYビットが0であることを確認してから秒、分、時、曜日を示すレジスタをリードします。
3. 秒、分、時、曜日を示すレジスタを連続的に2回リードし、リードしたデータに変化がなければそのデータを採用します。

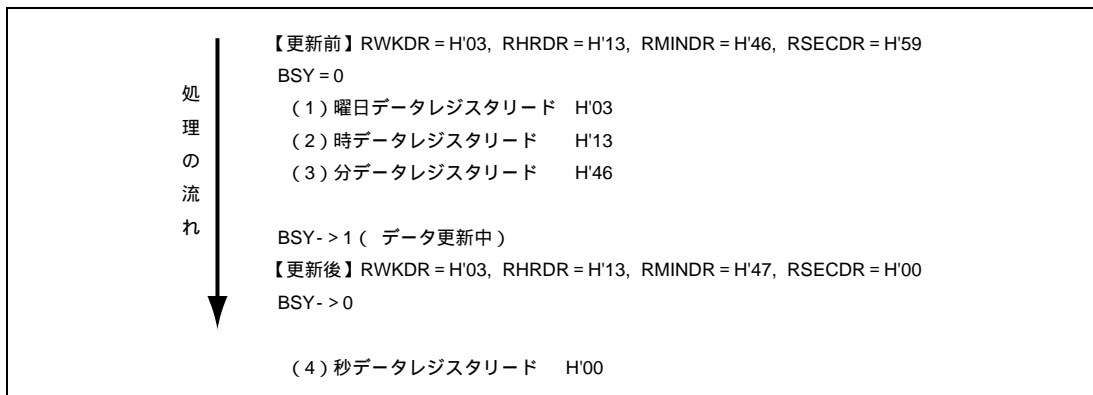


図 10.4 正しい時刻を得られない場合の例

10.5 割り込み要因

RTC の割り込み要因には、週、日、時、分、秒の 5 種類あります。

割り込みを使用する場合、RTC の起動は他のレジスタの設定が終了した後、最後に行ってください。また RTCCR2 の各割り込み許可ビットは、同時に複数のビットを 1 にセットしないでください。

RTC の割り込み要求が発生すると、IRR1 の IRRTA フラグが 1 にセットされます。フラグをクリアする場合は 0 を書き込んでください。

表 10.2 割り込み要因

要因名	割り込み要因	割り込み許可ビット
オーバーフロー割り込み	フリーランカウンタがオーバーフローしたときに発生します。	FOIE
週周期割り込み	曜日データレジスタの値が 0 になったとき、1 週間周期に割り込みを発生します。	WKIE
日周期割り込み	曜日データレジスタがカウントされるたびに、1 日周期に割り込みを発生します。	DYIE
時周期割り込み	時データレジスタがカウントされるたびに、1 時間周期に割り込みを発生します。	HRIE
分周期割り込み	分データレジスタがカウントされるたびに、1 分周期に割り込みを発生します。	MNIE
秒周期割り込み	秒データレジスタがカウントされるたびに、1 秒周期に割り込みを発生します。	SCIE

11. タイマ B1

タイマ B1 は、入力クロックによりカウントアップする 8 ビットのタイマです。タイマ B1 の機能は、インターバル機能、オートリロード機能の 2 種類です。タイマ B1 のブロック図を図 11.1 に示します。

11.1 特長

- クロック選択：8種類

7種類の内部クロック（ $/8192$ 、 $/2048$ 、 $/512$ 、 $/256$ 、 $/64$ 、 $/16$ 、 $/4$ ）と外部クロックの選択が可能（外部イベントのカウントが可能）。

- カウンタのオーバーフローで割り込みを発生

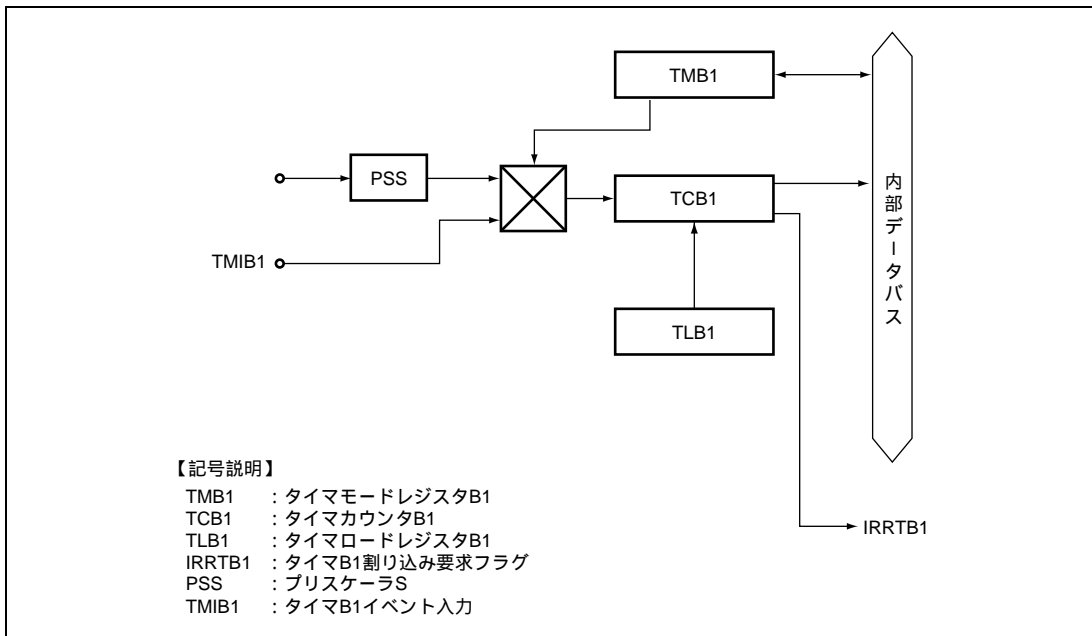


図 11.1 タイマ B1 ブロック図

11.2 入出力端子

タイマ B1 の端子構成を表 11.1 に示します。

表 11.1 端子構成

名称	略称	入出力	機能
タイマ B1 イベント入力	TMB1	入力	TCB1 に入力するイベント入力端子

11.3 レジスタの説明

タイマ B1 には以下のレジスタがあります。

- タイマモードレジスタ B1 (TMB1)
- タイマカウンタ B1 (TCB1)
- タイマロードレジスタ B1 (TLB1)

11.3.1 タイマモードレジスタ B1 (TMB1)

TMB1 はオートリロード機能の選択、および入力クロックの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TMB17	0	R/W	オートリロード機能選択 0: インターバル機能を選択 1: オートリロード機能を選択
6~3	-	すべて 1	-	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。
2	TMB12	0	R/W	クロックセレクト
1	TMB11	0	R/W	000: 内部クロック /8192 でカウント
0	TMB10	0	R/W	001: 内部クロック /2048 でカウント 010: 内部クロック /512 でカウント 011: 内部クロック /256 でカウント 100: 内部クロック /64 でカウント 101: 内部クロック /16 でカウント 110: 内部クロック /4 でカウント 111: 外部イベント (TMB1) の立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジでカウント*
<p>【注】* 外部イベントのエッジ選択は、割り込みエッジセレクトレジスタ 1 (IEGR1) の IEG1 により設定します。詳細は「3.2.1 割り込みエッジセレクトレジスタ 1 (IEGR1)」を参照してください。なお TMB12~TMB10 をそれぞれ 1 にセットする前に、必ずポートモードレジスタ 1 (PMR1) の IRQ1 を 1 にセットしてください。</p>				

11.3.2 タイマカウンタ B1 (TCB1)

TCB1 は 8 ビットのリード可能なアップカウンタで、入力する内部クロックによりカウントアップされます。入力するクロックは、TMB1 の TMB12~TMB10 により選択します。TCB1 の値は、CPU から常にリードできます。TCB1 がオーバーフロー (H'FF H'00 または H'FF TLB1 の設定値) すると、IRR2 の IRRTB1 フラグが 1 にセットされます。TCB1 は、TLB1 と同一のアドレスに割り付けられます。TCB1 の初期値は H'00 です。

11.3.3 タイマロードレジスタ B1 (TLB1)

TLB1 は 8 ビットのライト専用レジスタで、TCB1 のリロード値を設定します。TLB1 にリロード値を設定すると、同時にその値は TCB1 にもロードされ、TCB1 はその値からカウントアップを開始します。またオートリロード動作時に TCB1 がオーバーフローすると、TCB1 に TLB1 の値がロードされます。したがって、オーバーフロー周期を 1~256 入力クロックの範囲で設定することができます。TLB1 は、TCB1 と同一のアドレスに割り付けられています。TLB1 の初期値は H'00 です。

11.4 動作説明

11.4.1 インターバルタイマの動作

TMB1 の TMB17 を 0 にクリアすると、タイマ B1 は 8 ビットのインターバルタイマとして動作します。リセット時、TCB1 は H'00、TMB17 は 0 にクリアされるため、リセット直後はインターバルタイマとして停止することなくカウントアップを続けます。タイマ B1 の動作クロックは TMB1 の TMB12~TMB10 によって、プリスケラ S の出力する 7 種類の内部クロック、TMB1 入力からの外部クロックを選択できます。

TMB1 のカウント値が H'FF になった後にクロックが入力されると、タイマ B1 はオーバーフローして IRR2 の IRRTB1 フラグが 1 にセットされます。このときに IENR2 の IENTB1 が 1 ならば CPU に割り込みを要求します。

オーバーフロー時には TCB1 のカウント値は H'00 に戻り、再びカウントアップを開始します。インターバルタイマ動作時 (TMB17=0) に TLB1 を設定すると、同時に TCB1 にも TLB1 の値をロードします。

11.4.2 オートリロードタイマの動作

TMB1 の TMB17 を 1 にセットすると、タイマ B1 は 8 ビットのオートリロードタイマとして動作します。TLB1 にリロード値を設定すると、同時にその値が TCB1 にロードされ、TCB1 はその値からカウントアップを開始します。TCB1 のカウント値が H'FF になった後にクロックが入力されると、タイマ B1 はオーバーフローし、TLB1 の値が TCB1 にロードされて、その値からカウントアップを続けます。したがって、TLB1 の値によってオーバーフロー周期を 1~256 入力クロックの範囲で設定できます。

オートリロード動作時のクロックおよび割り込みについては、インターバル動作時と同様です。なおオートリロード動作時 (TMB17=1) に TLB1 の値を再設定すると、同時に TCB1 にも TLB1 の値をロードします。

11.4.3 イベントカウンタ

タイマ B1 は、TMIB1 をイベント入力端子とするイベントカウンタとして動作します。TMB1 の TMB12 ~ TMB10 をそれぞれ 1 にセットすると外部イベントが選択され、TCB1 は TMB1 端子入力の立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジでカウントアップします。

外部イベント入力を使用する場合は、PMR1 の IRQ1 を 1 にセットし、かつ IENR1 の IEN1 を 0 にクリアして、IRQ1 割り込み要求を禁止してください。

11.5 タイマ B1 の動作モード

タイマ B1 の動作モードを表 11.2 に示します。

表 11.2 タイマ B1 の動作モード

動作モード		リセット	アクティブ	スリープ	サブアクティブ	サブスリープ	スタンバイ
TCB1	インターバル	リセット	動作	動作	停止	停止	停止
	オートリロード	リセット	動作	動作	停止	停止	停止
TMB1		リセット	動作	保持	保持	保持	保持

12. タイマ V

タイマ V は 8 ビットのカウンタをベースにした 8 ビットタイマです。外部のイベントのカウンタが可能のほか、2 本のレジスタとのコンペアマッチ信号によりカウンタのリセット、割り込み要求、任意のデューティ比のパルス出力などが可能です。また、TRGV 端子からのトリガ入力によるカウント開始機能を備えていますので、トリガ入力から任意時間経過後にトリガと同期したパルスの出力制御が可能です。タイマ V のブロック図を図 12.1 に示します。

12.1 特長

- 7種類のクロックを選択可能

6種類の内部クロック (/128、 /64、 /32、 /16、 /8、 /4) と外部クロックのうちから選択できます。

- カウンタのクリア指定が可能

コンペアマッチA、コンペアマッチB、または外部リセット信号のうちから選択できます。カウント停止機能を選択しているときは、カウンタクリアと同時にカウントが停止します。

- 2つのコンペアマッチ信号の組合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合せによって、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です。

- 割り込み要因

コンペアマッチA、コンペアマッチB、タイマオーバフローの3種類があります。

- トリガ入力によるカウント開始機能

TRGV端子からのトリガ入力によるカウント開始機能を備えています。TRGV端子からのトリガ入力は立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、両エッジからの選択が可能です。

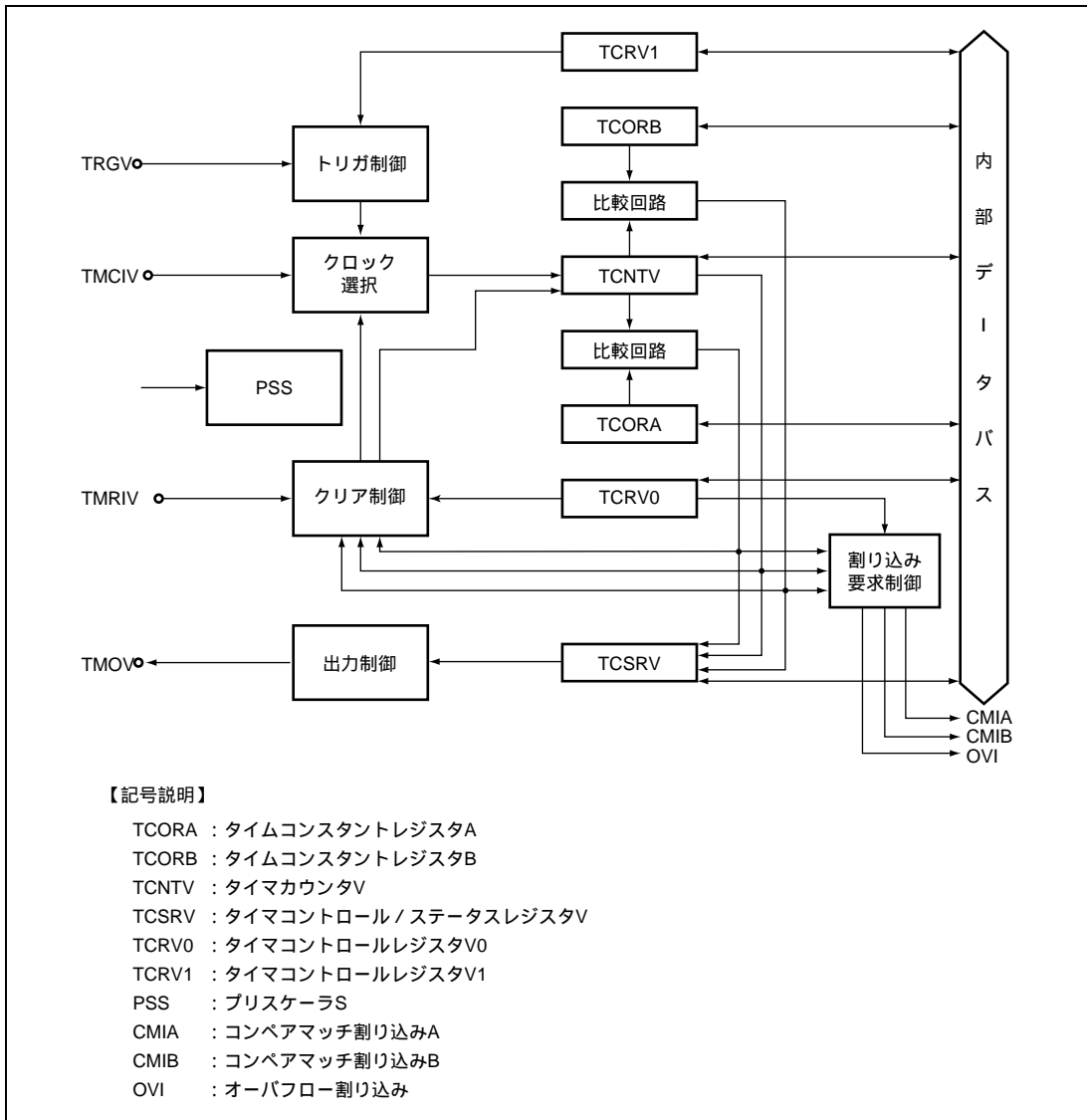


図 12.1 タイマVのブロック図

12.2 入出力端子

タイマ V の端子構成を表 12.1 に示します。

表 12.1 端子構成

名称	略称	入出力	機能
タイマ V 出力	TMOV	出力	タイマ V の波形出力端子
タイマ V クロック入力	TMCIV	入力	TCNTV に入力するクロック入力端子
タイマ V リセット入力	TMRIV	入力	TCNTV をリセットする外部入力端子
トリガ入力	TRGV	入力	カウント開始トリガ入力端子

12.3 レジスタの説明

タイマ V には以下のレジスタがあります。

- タイマカウンタ V (TCNTV)
- タイムコンスタントレジスタ A (TCORA)
- タイムコンスタントレジスタ B (TCORB)
- タイマコントロールレジスタ V0 (TCRV0)
- タイマコントロール / ステータスレジスタ V (TCSR V)
- タイマコントロールレジスタ V1 (TCRV1)

12.3.1 タイマカウンタ V (TCNTV)

TCNTV は、8 ビットのアップカウンタです。クロックは TCRV0 の CKS2 ~ CKS0 により選択します。TCNTV の値は CPU から常にリード / ライトできます。TCNTV は、外部リセット入力信号またはコンペアマッチ信号 A、コンペアマッチ信号 B 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、TCRV0 の CCLR1、CCLR0 により選択します。また、TCNTV がオーバフローすると、TCSR V の OVF が 1 にセットされます。TCNTV の初期値は H'00 です。

12.3.2 タイムコンスタントレジスタ A、B (TCORA、TCORB)

TCORA と TCORB は同一機能をもっています。

TCORA は 8 ビットのリード / ライト可能なレジスタです。TCORA の値は TCNTV と常に比較され、一致すると TCSR V の CMFA が 1 にセットされます。このとき TCRV0 の CMIEA が 1 なら CPU に対して割り込み要求が発生します。ただし、TCORA へのライトサイクルの T3 ステートでの比較は禁止されています。また、この一致信号 (コンペアマッチ A) と TCSR V の OS3 ~ OS0 の設定により、TMOV 端子からのタイマ出力を制御することができます。

TCORA、TCORB の初期値は H'FF です。

12.3.3 タイマコントロールレジスタ V0 (TCRV0)

TCRV0 は TCNTV の入力クロックの選択、TCNTV のクリア条件指定、各割り込み要求の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	CMIEB	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル B 1 のとき TCSR の CMFB による割り込み要求がイネーブルになります。
6	CMIEA	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル A 1 のとき TCSR の CMFA による割り込み要求がイネーブルになります。
5	OVIE	0	R/W	タイマオーバフローインタラプトイネーブル 1 のとき TCSR の OVF による割り込み要求がイネーブルになります。
4	CCLR1	0	R/W	カウンタクリア 1、0 TCNTV のクリア条件を指定します。 00 : クリアされません。 01 : コンペアマッチ A でクリアされます。 10 : コンペアマッチ B でクリアされます。 11 : TMRIV 端子の立ち上がりエッジでクリアされます。 クリア後の TCNTV の動作は TCRV1 の TRGE によって異なります。
3	CCLR0	0	R/W	
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 TCRV1 の ICKS0 との組み合わせで、TCNTV に入力するクロックとカウント条件を選択します。表 12.2 を参照してください。
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

表 12.2 TCNTV に入力するクロックとカウント条件

TCRV0			TCRV1	説明
ビット 2	ビット 1	ビット 0	ビット 0	
CKS2	CKS1	CKS0	ICKS0	
0	0	0	-	クロック入力禁止
0	0	1	0	内部クロック /4 立ち下がりエッジでカウント
0	0	1	1	内部クロック /8 立ち下がりエッジでカウント
0	1	0	0	内部クロック /16 立ち下がりエッジでカウント
0	1	0	1	内部クロック /32 立ち下がりエッジでカウント
0	1	1	0	内部クロック /64 立ち下がりエッジでカウント
0	1	1	1	内部クロック /128 立ち下がりエッジでカウント
1	0	0	-	クロック入力禁止
1	0	1	-	外部クロックの立ち上がりエッジでカウント
1	1	0	-	外部クロックの立ち下がりエッジでカウント
1	1	1	-	外部クロックの立ち上がり / 立ち下がり両エッジでカウント

12.3.4 タイマコントロール / ステータスレジスタ V (TCSR V)

TCSR V はステータスフラグの表示およびコンペアマッチによる出力制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	CMFB	0	R/W	コンペアマッチフラグ B [セット条件] TCNTV の値と TCORB の値が一致したとき [クリア条件] CMFB = 1 の状態で、CMFB をリードした後、CMFB に 0 をライトしたとき
6	CMFA	0	R/W	コンペアマッチフラグ A [セット条件] TCNTV の値と TCORA の値が一致したとき [クリア条件] CMFA = 1 の状態で、CMFA をリードした後、CMFA に 0 をライトしたとき
5	OVF	0	R/W	タイマオーバフローフラグ [セット条件] TCNTV の値が H'FF から H'00 にオーバフローしたとき [クリア条件] OVF = 1 の状態で、OVF をリードした後、OVF に 0 をライトしたとき
4	-	1	-	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。
3	OS3	0	R/W	アウトプットセレクト 3、2
2	OS2	0	R/W	TCORB と TCNTV のコンペアマッチによる TMOV 端子の出力方法を選択します。 00 : 変化しない。 01 : 0 出力 10 : 1 出力 11 : トグル出力
1	OS1	0	R/W	アウトプットセレクト 1、0
0	OS0	0	R/W	TCORA と TCNTV のコンペアマッチによる TMOV 端子の出力方法を選択します。 00 : 変化しない。 01 : 0 出力 10 : 1 出力 11 : トグル出力

OS3 と OS2 はコンペアマッチ B による出力方法を選択し、OS1 と OS0 はコンペアマッチ A による出力方法を選択し、それぞれ独立に設定することができます。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。

12.3.5 タイマコントロールレジスタ V1 (TCRV1)

TCRV1 は TRGV 端子のエッジセレクト、TRGV 入力イネーブル、TCNTV の入力クロックの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~5	-	すべて 1	-	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。
4	TVEG1	0	R/W	TRGV 入力エッジセレクト TRGV 端子の入力エッジを選択します。 00: TRGV からのトリガ入力を禁止 01: 立ち上がりエッジを選択 10: 立ち下がりエッジを選択 11: 立ち上がり / 立ち下がり両エッジを選択
3	TVEG0	0	R/W	
2	TRGE	0	R/W	TVEG1、TVEG0 で選択されたエッジの入力により、TCNTV カウントアップが開始します。 0: TRGV 端子入力による TCNTV カウントアップの開始とコンペアマッチによる TCNTV クリア時の TCNTV カウントアップの停止を禁止 1: TRGV 端子入力による TCNTV カウントアップの開始とコンペアマッチによる TCNTV クリア時の TCNTV カウントアップの停止を許可
1	-	1	-	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。
0	ICKS0	0	R/W	インターナルクロックセレクト 0 TCRV0 の CKS2 ~ CKS0 との組合せで、TCNTV に入力するクロックを選択します。表 12.2 を参照してください。

12.4 動作説明

12.4.1 タイマVの動作

1. タイマVの動作クロックは表12.2により、プリスケールSの出力する6種類の内部クロックまたは外部クロックを選択できます。動作クロックを選択するとTCNTVはカウントアップを開始します。内部クロックを選択した場合のカウントタイミングを図12.2に、外部クロックの両エッジを選択した場合のカウントタイミングを図12.3に示します。
2. TCNTVがH'FFからH'00にオーバーフローすると、TCRV0のOVFがセットされます。このときのタイミングを図12.4に示します。このときTCRV0のOVIEが1なら、CPUに対して割り込み要求を発生します。
3. TCNTVはTCORA、TCORBと常に比較されており、一致するとTCSRのCMFA、CMFBがそれぞれ1にセットされます。コンペアマッチ信号は値が一致した最後の状態で発生します。このタイミングを図12.5に示します。このときTCRV0のCMIEA、CMIEBが1ならCPUに対して割り込み要求を発生します。
4. コンペアマッチAまたはBが発生したとき、TCSRのOS3～OS0で選択された出力値がTMOV端子から出力されます。図12.6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。
5. TCRV0のCCLR1、CCLR0が01または10なら、対応するコンペアマッチでTCNTVがクリアされます。このクリアされるタイミングを図12.7に示します。
6. TCRV0のCCLR1、CCLR0が11なら、TMRIV端子入力の立ち上がりエッジでTCNTVがクリアされます。TMRIV入力のパルス幅は1.5システムクロック以上必要です。このクリアされるタイミングを図12.8に示します。
7. TCRV1のTRGEが1にセットされている状態でカウンタクリア要因が発生すると、TCNTVのクリアと同時にカウントアップも停止します。TRGV端子からTCRV1のTVEG1、TVEG0で選択されたエッジが入力されると、TCNTVのカウントアップを再開します。

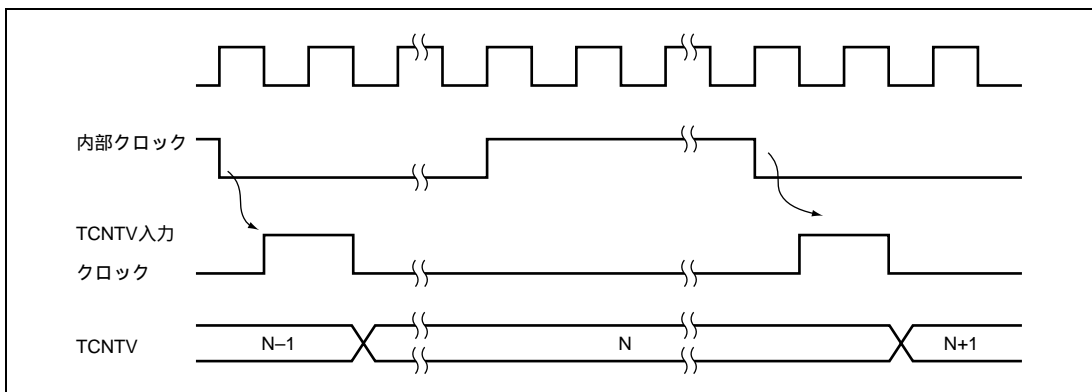


図 12.2 内部クロック動作時のカウントタイミング

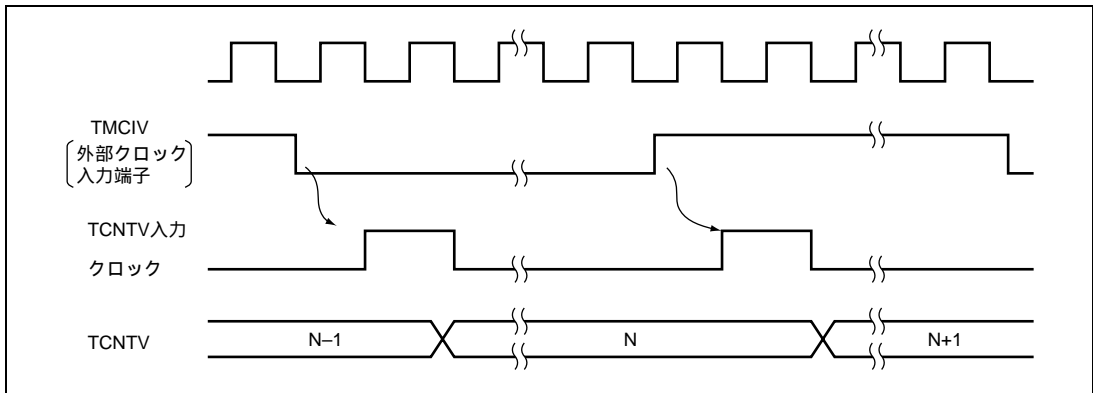


図 12.3 外部クロック動作時のカウントタイミング

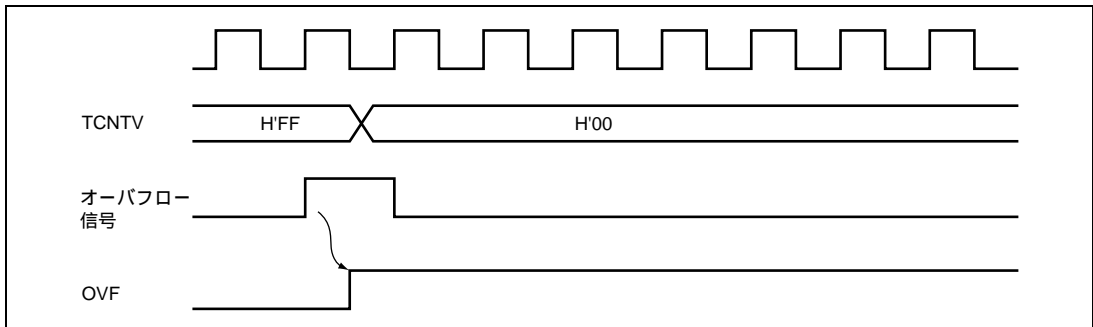


図 12.4 OVF のセットタイミング

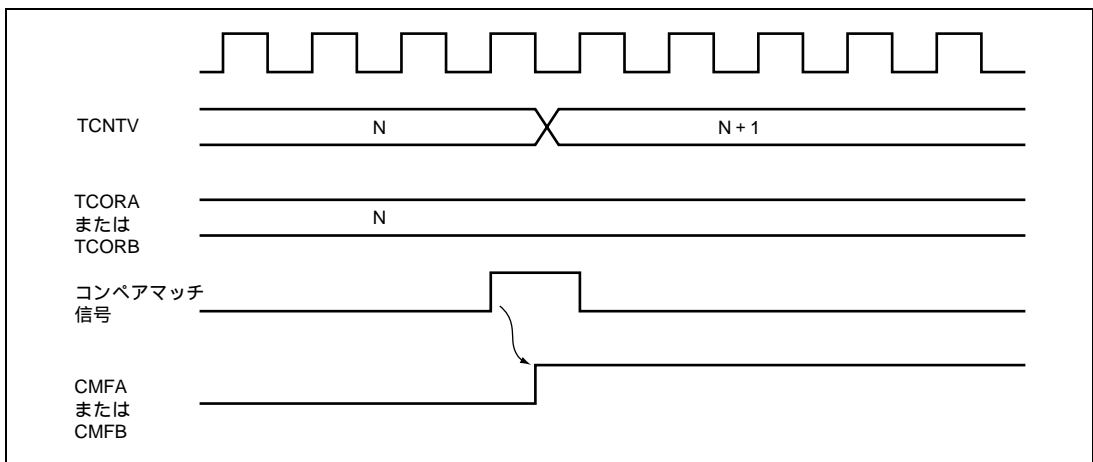


図 12.5 CMFA と CMFB のセットタイミング

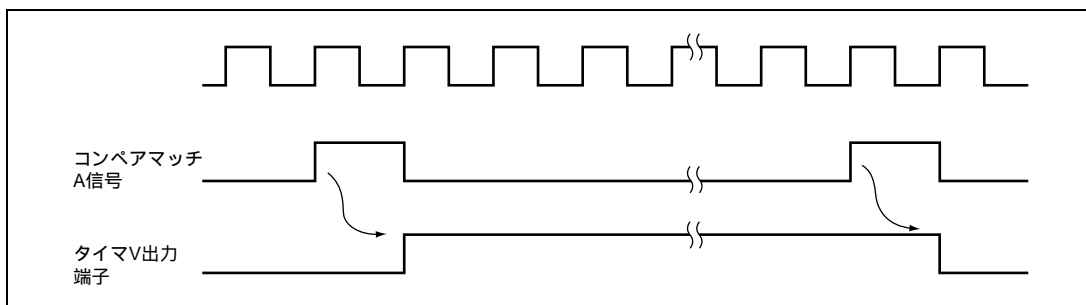


図 12.6 TMOV 出力タイミング

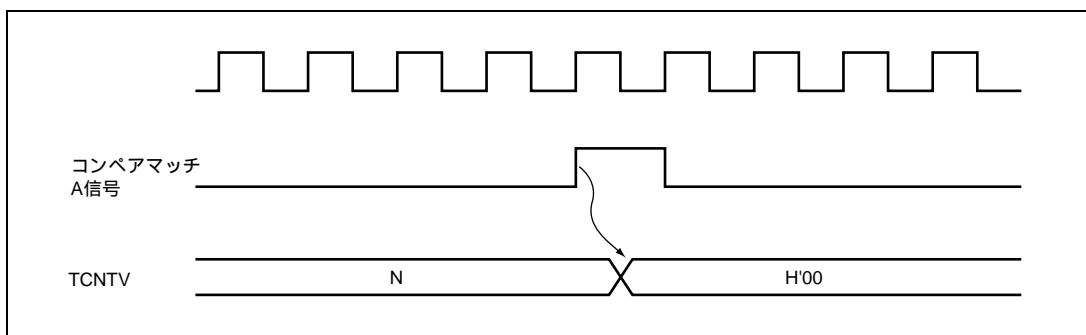


図 12.7 コンペアマッチによるクリアタイミング

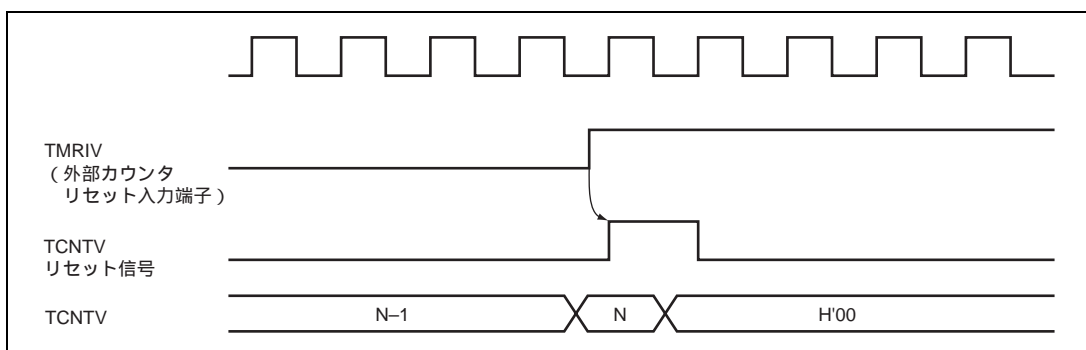


図 12.8 TMRIV 入力によるクリアタイミング

12.5 タイマVの使用例

12.5.1 任意のデューティパルス出力

任意のデューティパルスを出力させる例を図 12.9 に示します。

1. TCORAのコンペアマッチによりTCNTVがクリアされるために、TCRV0のCCLR1とCCLR0を設定します。
2. TCORAのコンペアマッチにより1を出力、TCORBのコンペアマッチにより0を出力するようにTCSRのOS3～OS0を設定します。
3. TCRV0のCKS2～CKS0とTCRV1のICKS0を設定して、所望のクロックソースを選択します。
4. 以上の設定により周期がTCORA、パルス幅がTCORBで決まる波形をソフトウェアの介在なしに出力できます。

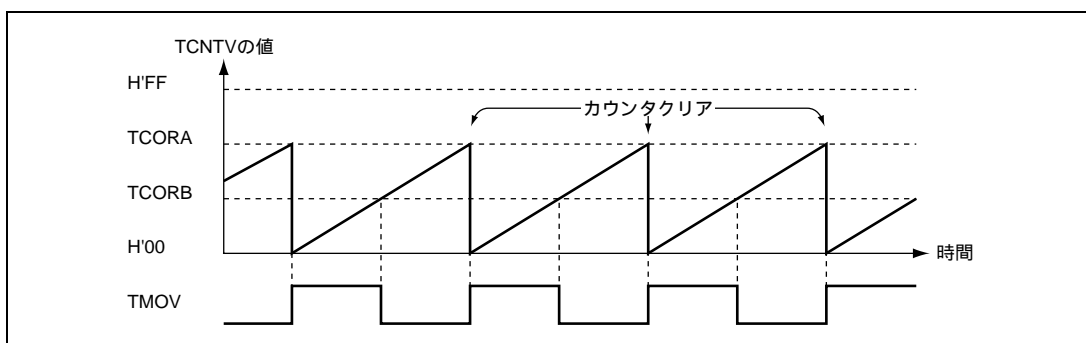


図 12.9 パルス出力例

12.5.2 TRGV 入力から任意の遅延時間と任意のパルス幅のパルス出力

TRGV 入力によるカウントアップ開始機能を用いて、TRGV 入力に対する任意の遅延時間と任意のパルス幅をもつパルスを出力することができます。この出力例を図 12.10 に示します。

1. TCRORBのコンペアマッチによりTCNTVがクリアされるように、TCRV0のCCLR1とCCLR0を設定します。
2. TCORAのコンペアマッチにより1を出力、TCORBのコンペアマッチにより0を出力になるようにTCSRのOS3～OS0を設定します。
3. TRGV入力の立ち下がりエッジが有効となるように、TCRV1のTVEG1～TVEG0とTRGEを設定します。
4. TCRV0のCKS2～CKS0とTCRV1のICKS0を設定して、所望のクロックソースを選択します。
5. 以上の設定により、TRGV入力からの遅延時間がTCORA、パルス幅が(TCORB - TCORA)の波形をソフトウェアの介入なしに出力できます。

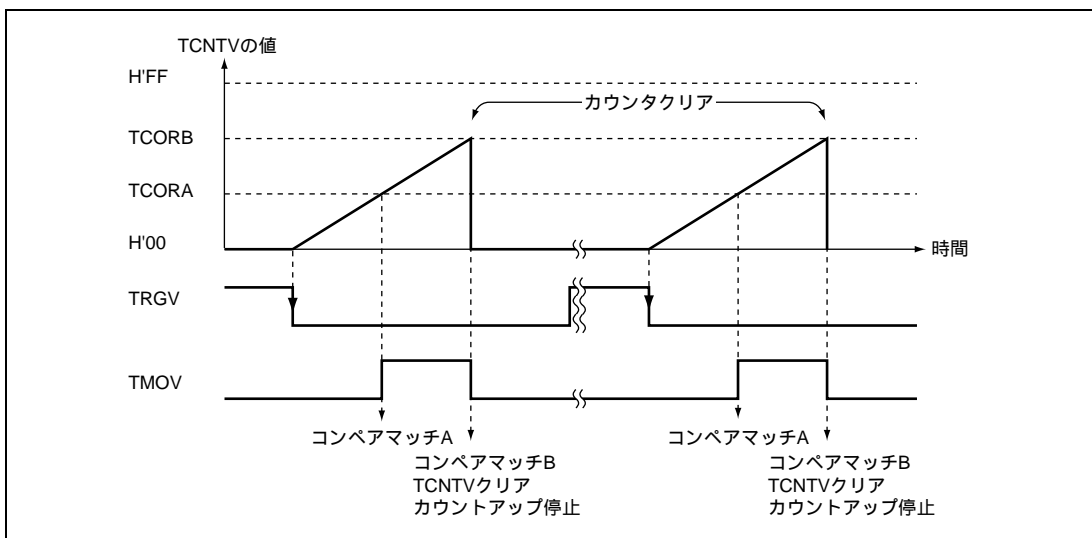


図 12.10 TRGV 入力に同期したパルス出力例

12.6 使用上の注意事項

タイマVの動作中、次のような競合や動作が起こりますので注意してください。

- レジスタへの書き込みはライトサイクル中のT3ステートで行われます。図12.11のようにTCNTVライトサイクル中のT3ステートでTCNTVのクリア信号が発生すると、クリアが優先されカウンタへの書き込みは行われません。TCNTVライトサイクル中のT3ステートでカウントアップが発生した場合は書き込みが優先されます。
- TCORA、TCORBへのライトサイクル中のT3ステートでコンペアマッチが発生した場合、TCORA、TCORBへ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。このタイミングを図12.12に示します。
- コンペアマッチAとコンペアマッチ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と、コンペアマッチBに対して設定されている出力が競合する場合があります。この場合、トグル出力>1出力>0出力の優先順位に従って出力が変化します。
- 内部クロックを切り替えるタイミングによっては、TCNTVがカウントアップされる場合があります。内部クロックを使用する場合、システムクロック()を分周した内部クロックの立ち下がりエッジを検出してカウントクロックを発生しています。そのため図12.13のように切り替え前のクロック"High" 切り替え後のクロック"Low"レベルのようなタイミングでクロックが切り替わると、切り替えタイミングを立ち下がりエッジとみなしてカウントクロックを発生し、TCNTVがカウントアップされます。また、内部クロックと外部クロックを切り替えるときもTCNTVがカウントアップされることがあります。

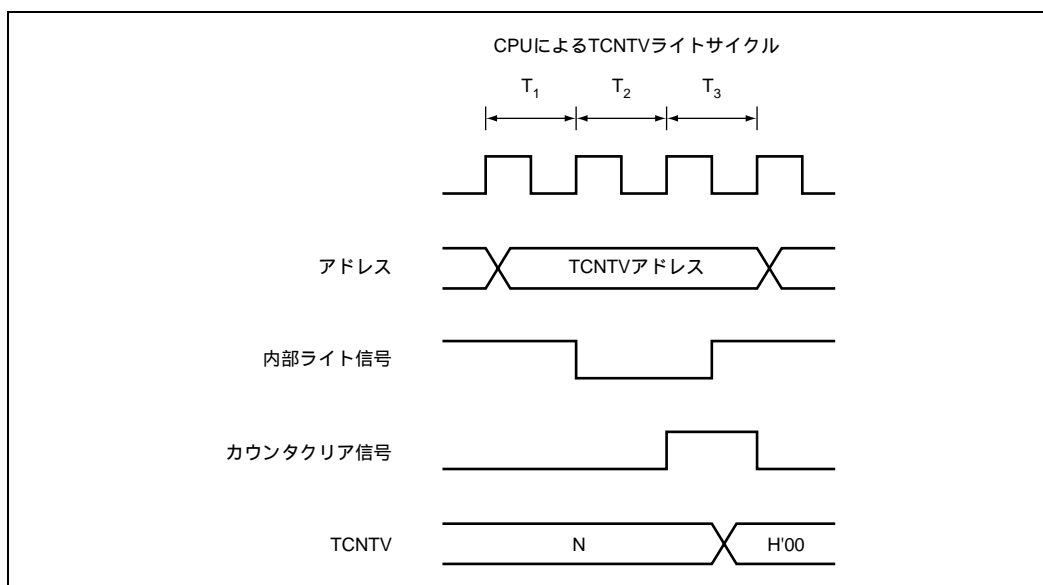


図 12.11 TCNTV のライトとクリアの競合

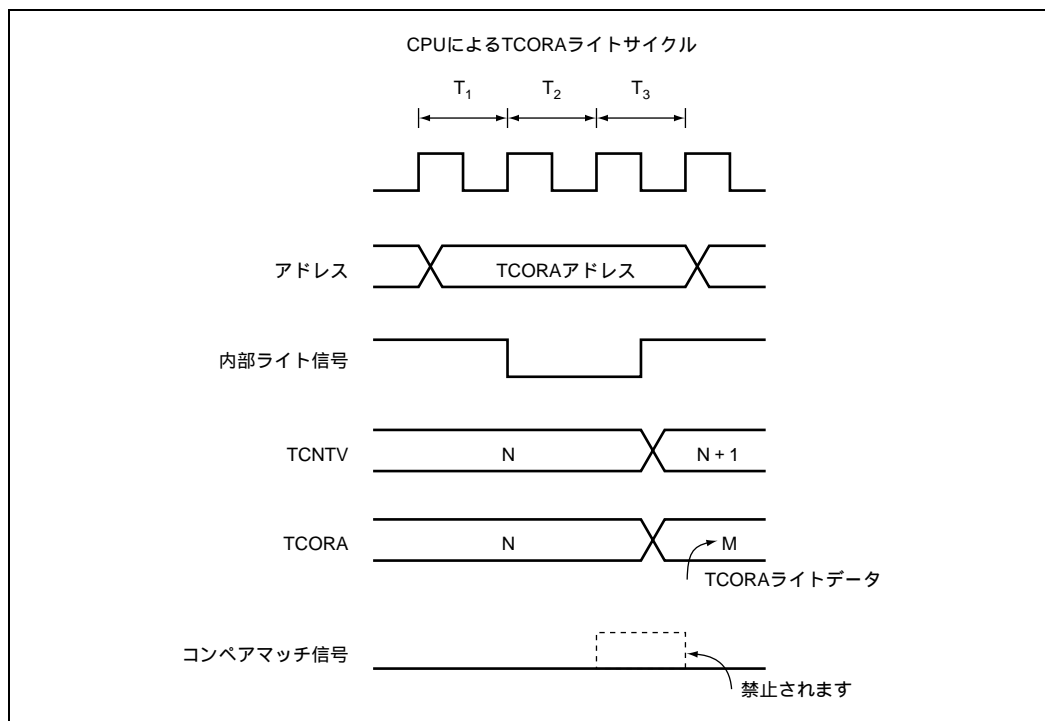


図 12.12 TCORA へのライトとコンペアマッチの競合

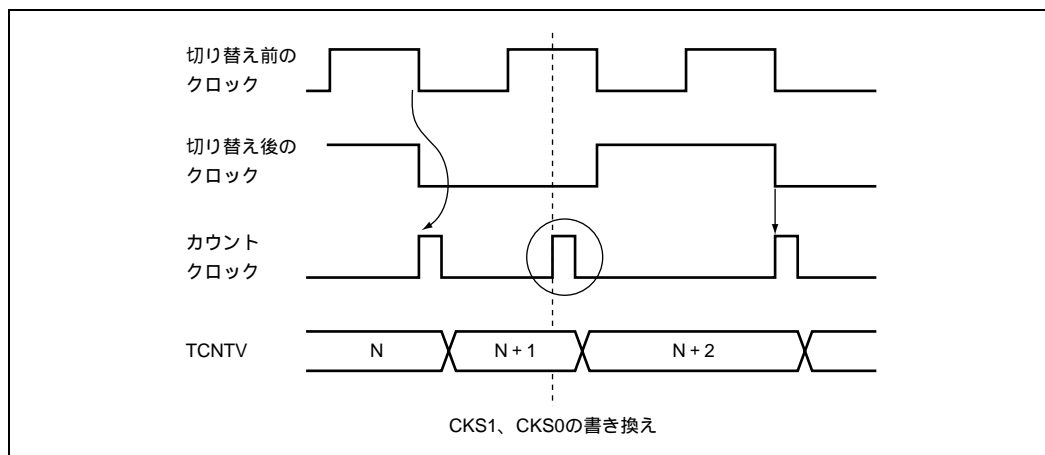


図 12.13 内部クロックの切り替えとTCNTV動作

13. タイマ RC

タイマ RC は、アウトプットコンペア機能、インプットキャプチャ機能を内蔵した 16 ビットのタイマです。外部イベントのカウントが可能のほか、タイマカウンタと 4 本のジェネラルレジスタのコンペアマッチ信号による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。

13.1 特長

- カウンタ入力クロック：7種類
6種類の内部クロック（、 $/2$ 、 $/4$ 、 $/8$ 、 $/32$ 、40M(オンチップオシレータ40MHz/32MHzクロック)）
または外部クロック（外部イベントカウント）
- 最大4本のパルス入出力処理が可能
- ジェネラルレジスタ：4本
独立にアウトプットコンペアレジスタまたはインプットキャプチャレジスタとして設定可能
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バッファレジスタとしても使用可能
- タイマ入出力機能
タイマモード：アウトプットコンペア（0出力/1出力/トグル出力が可能）
インプットキャプチャ（立ち上がりエッジ/立ち下がりエッジ/両エッジを検出）
カウンタクリア機能（カウンタの周期設定が可能）
PWMモード：最大3相のPWM出力が可能
PWM2モード：任意の周期/デューティのパルス出力が可能
- タイマ出力初期値を任意に設定可能
- 5種類の割り込み要因
コンペアマッチ/インプットキャプチャ兼用割り込み×4要因、オーバフロー割り込み

タイマ RC の機能一覧を表 13.1 に、タイマ RC のブロック図を図 13.1 に示します。

表 13.1 タイマ RC 機能一覧

項目	カウンタ	入出力端子			
		FTIOA	FTIOB	FTIOC	FTIOD
カウントクロック	内部クロック： 、 /2、 /4、 /8、 /32、 40M 外部クロック：FTCI				
ジェネラルレジスタ (アウトプットコンペア/ インプットキャプチャ兼用 レジスタ)	周期設定は GRA	GRA	GRB	GRC バッファ動作時 GRAのバッファ レジスタ	GRD バッファ動作時 GRBのバッファ レジスタ
カウンタクリア機能	GRAの コンペアマッチ	GRAの コンペアマッチ	-	-	-
	TGRC入力	-	-	-	-
出力初期値設定機能	-				
バッファ動作	-			-	-
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	-				
PWMモード	-	-			
PWM2モード	-	-		-	-
割り込み要因	オーバフロー	コンペアマッチ /インプット キャプチャ	コンペアマッチ /インプット キャプチャ	コンペアマッチ /インプット キャプチャ	コンペアマッチ /インプット キャプチャ

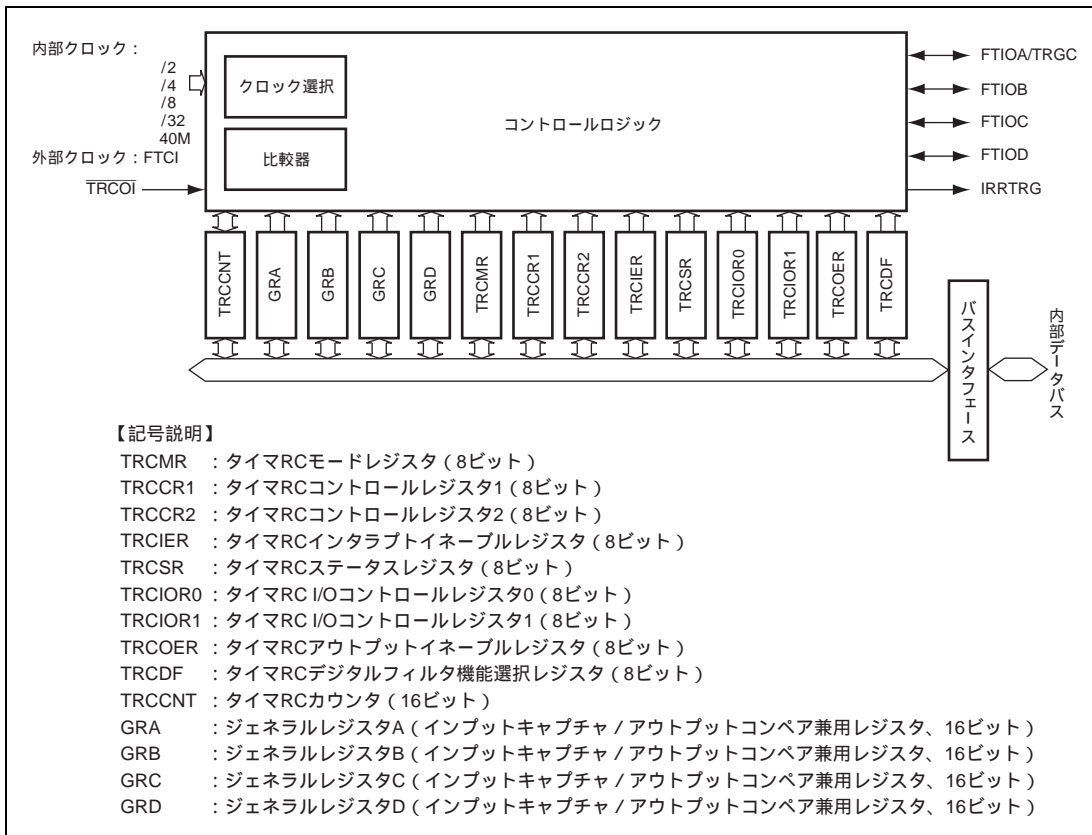


図 13.1 タイマ RC のブロック図

13.2 入出力端子

タイマ RC の端子構成を表 13.2 に示します。

表 13.2 端子構成

名称	略称	入出力	機能
外部クロック入力	FTCI	入力	外部クロック入力端子
インプットキャプチャ/ アウトプットコンペア A	FTIOA/TRGC	入出力	GRA アウトプットコンペア出力/ GRA インプットキャプチャ入力端子/ 外部トリガ入力端子 (TRGC)
インプットキャプチャ/ アウトプットコンペア B	FTIOB	入出力	GRB アウトプットコンペア出力/ GRB インプットキャプチャ入力/ PWM 出力端子 (PWM モード時)
インプットキャプチャ/ アウトプットコンペア C	FTIOC	入出力	GRC アウトプットコンペア出力/ GRC インプットキャプチャ入力/ PWM 出力端子 (PWM モード時)
インプットキャプチャ/ アウトプットコンペア D	FTIOD	入出力	GRD アウトプットコンペア出力/ GRD インプットキャプチャ入力/ PWM 出力端子 (PWM モード時)
タイマ出力制御入力	TRCOI	入力	タイマ出力禁止制御入力端子

13.3 レジスタの説明

タイマ RC には以下のレジスタがあります。

- タイマRCモードレジスタ (TRCMR)
- タイマRCコントロールレジスタ1 (TRCCR1)
- タイマRCコントロールレジスタ2 (TRCCR2)
- タイマRCインタラプトイネーブルレジスタ (TRCIER)
- タイマRCステータスレジスタ (TRCSR)
- タイマRC I/Oコントロールレジスタ0 (TRCIOR0)
- タイマRC I/Oコントロールレジスタ1 (TRCIOR1)
- タイマRCアウトプットイネーブルレジスタ (TRCOER)
- タイマRCデジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)
- タイマRCカウンタ (TRCCNT)
- ジェネラルレジスタA (GRA)
- ジェネラルレジスタB (GRB)
- ジェネラルレジスタC (GRC)
- ジェネラルレジスタD (GRD)

13.3.1 タイマ RC モードレジスタ (TRCMR)

TRCMR はジェネラルレジスタの機能やタイマの出力モードなどを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	CTS	0	R/W	カウンタスタート このビットが0のとき TRCCNT はカウント動作を停止し、1のときカウント動作を行います。 [セット条件] • 1 ライトしたとき [クリア条件] • 0 ライトしたとき • PWM2 モード時、TRCCR2 の CSTP を 1 に設定し、コンペアマッチ信号が発生したとき
6	-	1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
5	BUFEB	0	R/W	バッファ動作 B GRD の機能を選択します。 0 : インพุットキャプチャ / アウトプットコンペアレジスタとして動作 1 : GRB のバッファレジスタとして動作
4	BUFEA	0	R/W	バッファ動作 A GRC の機能を選択します。 0 : インพุットキャプチャ / アウトプットコンペアレジスタとして動作 1 : GRA のバッファレジスタとして動作
3	PWM2	1	R/W	PWM2 モード FTIOB 端子の出力モードを選択します。 0 : PWM2 モードで動作 TRCMR の PWMB、PWMC、PWMD ビットの設定、および TRCIOR0、TRCIOR1 の設定無効 1 : タイマモードまたは PWM モードで動作 TRCMR の PWMB、PWMC、PWMD ビットの設定、および TRCIOR0、TRCIOR1 の設定有効
2	PWMD	0	R/W	PWM モード D FTIOD 端子の出力モードを選択します。 0 : タイマモードで動作 1 : PWM モードで動作
1	PWMC	0	R/W	PWM モード C FTIOC 端子の出力モードを選択します。 0 : タイマモードで動作 1 : PWM モードで動作
0	PWMB	0	R/W	PWM モード B FTIOB 端子の出力モードを選択します。 0 : タイマモードで動作 1 : PWM モードで動作

13.3.2 タイマ RC コントロールレジスタ 1 (TRCCR1)

TRCCR1 は TRCCNT のカウンタクロックの選択、カウンタのクリア条件やタイマの初期出力レベルの設定を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	CCLR	0	R/W	カウンタクリア このビットが1のときコンペアマッチ A によって TRCCNT がクリアされます。 0 のときは TRCCNT はフリーランニングカウンタとして動作します。
6	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 TRCCNT に入力するクロックを選択します。 000: 内部クロック をカウント 001: 内部クロック /2 をカウント 010: 内部クロック /4 をカウント 011: 内部クロック /8 をカウント 100: 内部クロック /32 をカウント 101: 外部イベント (FTCI) の立ち上がりエッジをカウント 110: 内部クロック 40M をカウント 111: リザーブ (設定しないでください) 内部クロック を選択した場合、サブアクティブ、サブスリープモードではサブクロックをカウントします。 【注】内部クロック 40M を選択する場合は、必ずオンチップオシレータが動作している状態で行ってください。 クロックの切り替えを行う場合は、必ずカウンタが停止した状態で行ってください。
5	CKS1	0	R/W	
4	CKS0	0	R/W	
3	TOD	0	R/W	タイマ出力レベルセット D 最初のコンペアマッチ D が発生するまでの FTIOD 端子の出力値を設定します。 また PWM モード時では、FTIOD 端子の出力極性を制御します。 0: 出力値 0* 1: 出力値 1*
2	TOC	0	R/W	タイマ出力レベルセット C 最初のコンペアマッチ C が発生するまでの FTIOC 端子の出力値を設定します。 また PWM モード時では、FTIOC 端子の出力極性を制御します。 0: 出力値 0* 1: 出力値 1*
1	TOB	0	R/W	タイマ出力レベルセット B 最初のコンペアマッチ B が発生するまでの FTIOB 端子の出力値を設定します。 また PWM モード時では、FTIOB 端子の出力極性を制御します。 0: 出力値 0* 1: 出力値 1*

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	TOA	0	R/W	タイマ出力レベルセット A 最初のコンペアマッチ A が発生するまでの FTIOA 端子の出力値を設定します。 0 : 出力値 0* 1 : 出力値 1*

【注】 X : Don't care

* 出力値は変更した時点で反映されます。

13.3.3 タイマ RC コントロールレジスタ 2 (TRCCR2)

TRCCR2 は TRGC 端子のエッジセレクト、入力イネーブルの設定を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TCEG1	0	R/W	TRGC 入力エッジセレクト
6	TCEG0	0	R/W	TRGC 端子の入力エッジを選択します。本機能は TRCMR の PWM2 ビットを 0 に設定したときのみ有効です。 00 : TRGC からのトリガ入力を禁止 01 : 立ち上がりエッジを選択 10 : 立ち下がりエッジを選択 11 : 立ち上がり / 立ち下がり両エッジを選択
5	CSTP	0	R/W	コンペアマッチ A 信号による TRCCNT のカウントアップを停止するか、継続するかを設定します。本機能は TRCMR の PWM2 ビットを 0 に設定したときのみ有効です。 0 : カウントアップ継続 1 : カウントアップ停止
4~0	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。

13.3.4 タイマ RC インタラプトイネーブルレジスタ (TRCIER)

TRCIER はタイマ RC の割り込み要求を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVIE	0	R/W	タイマオーバーフロー割り込みイネーブル このビットが 1 のとき TRCSR の OVF フラグによる割り込み要求 (FOVI) がイネーブルになります。
6~4	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
3	IMIED	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチ割り込みイネーブル D このビットが 1 のとき TRCSR の IMFD による割り込み要求 (IMID) がイネーブルになります。
2	IMIEC	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチ割り込みイネーブル C このビットが 1 のとき TRCSR の IMFC による割り込み要求 (IMIC) がイネーブルになります。
1	IMIEB	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチ割り込みイネーブル B このビットが 1 のとき TRCSR の IMFB による割り込み要求 (IMIB) がイネーブルになります。
0	IMIEA	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチ割り込みイネーブル A このビットが 1 のとき TRCSR の IMFA による割り込み要求 (IMIA) がイネーブルになります。

13.3.5 タイマ RC ステータスレジスタ (TRCSR)

TRCSR は割り込み要求ステータスを表示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OVF	0	R/W	タイマオーバーフロー [セット条件] • TRCCNT が H'FFFF から H'0000 にオーバーフローしたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6~4	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	IMFD	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ D [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> GRD がアウトプットコンペアレジスタとして機能していて、TRCCNT と一致したとき GRD がインพุットキャプチャレジスタとして機能していて、インพุットキャプチャ信号により TRCCNT の値が GRD に転送されたとき TRCMR の PWMD ビットを 1、または PWM2 ビットを 0 に設定していて、GRD と TRCCNT が一致したとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
2	IMFC	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ C [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> GRC がアウトプットコンペアレジスタとして機能していて、TRCCNT と一致したとき GRC がインพุットキャプチャレジスタとして機能していて、インพุットキャプチャ信号により TRCCNT の値が GRC に転送されたとき TRCMR の PWMC ビットを 1、または PWM2 ビットを 0 に設定していて、GRC と TRCCNT が一致したとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
1	IMFB	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ B [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> GRB がアウトプットコンペアレジスタとして機能していて、TRCCNT と一致したとき GRB がインพุットキャプチャレジスタとして機能していて、インพุットキャプチャ信号により TRCCNT の値が GRB に転送されたとき TRCMR の PWMB ビットを 1、または PWM2 ビットを 0 に設定していて、GRB と TRCCNT が一致したとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
0	IMFA	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ A [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> GRA がアウトプットコンペアレジスタとして機能していて、TRCCNT と一致したとき GRA がインพุットキャプチャレジスタとして機能していて、インพุットキャプチャ信号により TRCCNT の値が GRA に転送されたとき TRCMR の PWMD、PWMC、PWMB ビットのいずれかを 1、または PWM2 ビットを 0 に設定していて、GRA と TRCCNT が一致したとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

13.3.6 タイマ RC I/O コントロールレジスタ 0 (TRCIOR0)

TRCIOR0 は GRA、GRB および FTIOA、FTIOB 端子の機能を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
6	IOB2	0	R/W	I/O コントロール B2 GRB の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インพุットキャプチャレジスタとして機能
5	IOB1	0	R/W	I/O コントロール B1、B0 IOB2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 0 出力 10 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 1 出力 11 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へトグル出力 IOB2 = 1 のとき 00 : FTIOB 端子の立ち上がりエッジで GRB ヘインプットキャプチャ 01 : FTIOB 端子の立ち下がりエッジで GRB ヘインプットキャプチャ 1X : FTIOB 端子の両エッジで GRB ヘインプットキャプチャ
4	IOB0	0	R/W	
3	-	1	-	リザーブビットです。ライト時は必ず 1 を書き込んでください。
2	IOA2	0	R/W	I/O コントロール A2 GRA の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インพุットキャプチャレジスタとして機能
1	IOA1	0	R/W	I/O コントロール A1、A0 IOA2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 0 出力 10 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 1 出力 11 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へトグル出力 IOA2 = 1 のとき 00 : FTIOA 端子の立ち上がりエッジで GRA ヘインプットキャプチャ 01 : FTIOA 端子の立ち下がりエッジで GRA ヘインプットキャプチャ 1X : FTIOA 端子の両エッジで GRA ヘインプットキャプチャ
0	IOA0	0	R/W	

【注】 X : Don't care

パッファ動作を行う場合、ペアとなる GR について TRCIOR0 の IOA2、IOB2 ビットと TRCIOR1 の IOC2、IOD2 ビットは同じ設定を行ってください。

13.3.7 タイマ RC I/O コントロールレジスタ 1 (TRCIOR1)

TRCIOR1 は GRC、GRD および FTIOC、FTIOD 端子の機能を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
6	IOD2	0	R/W	I/O コントロール D2 GRD の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インพุットキャプチャレジスタとして機能
5	IOD1	0	R/W	I/O コントロール D1、D0 IOD2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へ 0 出力 10 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へ 1 出力 11 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へトグル出力 IOD2 = 1 のとき 00 : FTIOD 端子の立ち上がりエッジで GRD ヘインプットキャプチャ 01 : FTIOD 端子の立ち下がりエッジで GRD ヘインプットキャプチャ 1X : FTIOD 端子の両エッジで GRD ヘインプットキャプチャ
4	IOD0	0	R/W	
3	-	1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
2	IOC2	0	R/W	I/O コントロール C2 GRC の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インพุットキャプチャレジスタとして機能
1	IOC1	0	R/W	I/O コントロール C1、C0 IOC2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へ 0 出力 10 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へ 1 出力 11 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へトグル出力 IOC2 = 1 のとき 00 : FTIOC 端子の立ち上がりエッジで GRC ヘインプットキャプチャ 01 : FTIOC 端子の立ち下がりエッジで GRC ヘインプットキャプチャ 1X : FTIOC 端子の両エッジで GRC ヘインプットキャプチャ
0	IOC0	0	R/W	

【注】 X : Don't care

パツファ動作を行う場合、ペアとなる GR について TRCIOR0 の IOA2、IOB2 ビットと TRCIOR1 の IOC2、IOD2 ビットは同じ設定を行ってください。

13.3.8 タイマ RC アウトプットイネーブルレジスタ (TRCOER)

TRCOER はタイマの出力を許可 / 禁止します。PTO ビットを 1 に設定し、TRCOI 端子に Low レベルを入力すると ED、EC、EB、EA の各ビットが 1 にセットされ、タイマ RC の出力は禁止されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PTO	0	R/W	タイマ出力禁止モード 0: TRCOI 端子からの Low レベル入力により、ED、EC、EB、EA ビットが 1 にセットされない 1: TRCOI 端子からの Low レベル入力により、ED、EC、EB、EA ビットが 1 にセットされる
6~4	-	すべて 1	-	リザーブビットです。読み出すと常に 1 が読み出されます。
3	ED	1	R/W	マスタイネーブル D 0: TRCMR、TRCIOR1 の設定に従い、FTIOD 端子の出力は許可 1: TRCMR、TRCIOR1 の設定に関わらず、FTIOD 端子の出力は禁止 (TRCIOD 端子は入出力ポートとして動作)
2	EC	1	R/W	マスタイネーブル C 0: TRCMR、TRCIOR1 の設定に従い、FTIOC 端子の出力は許可 1: TRCMR、TRCIOR1 の設定に関わらず、FTIOC 端子の出力は禁止 (TRCIOA 端子は入出力ポートとして動作)
1	EB	1	R/W	マスタイネーブル B 0: TRCMR、TRCIOR0 の設定に従い、FTIOB 端子の出力は許可 1: TRCMR、TRCIOR0 の設定に関わらず、FTIOB 端子の出力は禁止 (TRCIOB 端子は入出力ポートとして動作)
0	EA	1	R/W	マスタイネーブル A 0: TRCIOR0 の設定に従い、FTIOA 端子の出力は許可 1: TRCIOR0 の設定に関わらず、FTIOA 端子の出力は禁止 (TRCIOA 端子は入出力ポートとして動作)

13.3.9 タイマ RC デジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRCDF)

TRCDF は FTIOA ~ FTIOD 端子、TRGC 端子入力のデジタルフィルタ機能を選択します。TRCIOR0、TRCIOR1 の設定で FTIOA ~ FTIOD 端子を入力に設定したとき、TRCCR2 の TCEG1、TCEG0 で TRGC 端子を選択したときに、当該端子における本レジスタの設定は有効になります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	DFCK1	0	R/W	デジタルフィルタ機能で使用するクロックを選択します。
6	DFCK0	0	R/W	00: /32 01: /8 10: 11: TRCCR1 の CKS2 ~ CKS0 で選択したクロック
5	-	0	-	リザーブビットです。読み出すと常に 0 が読み出されます。
4	DFTRG	0	R/W	TRGC 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0: デジタルフィルタ機能なし 1: デジタルフィルタ機能あり
3	DFD	0	R/W	FTIOD 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0: デジタルフィルタ機能なし 1: デジタルフィルタ機能あり
2	DFC	0	R/W	FTIOC 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0: デジタルフィルタ機能なし 1: デジタルフィルタ機能あり
1	DFB	0	R/W	FTIOB 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0: デジタルフィルタ機能なし 1: デジタルフィルタ機能あり
0	DFA	0	R/W	FTIOA 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0: デジタルフィルタ機能なし 1: デジタルフィルタ機能あり

13.3.10 タイマ RC カウンタ (TRCCNT)

TRCCNT は 16 ビットのリード/ライト可能なアップカウンタです。入力クロックは TRCCR1 の CKS2 ~ CKS0 のビットにより選択します。TRCCR1 の CCLR の設定により GRA とのコンペアマッチにより H'0000 にクリアすることができます。TRCCNT が H'FFFF から H'0000 にオーバフローすると、TRCSR の OVF が 1 にセットされます。このとき TRCIER の OVIE がセットされていると割り込み要求を発生します。TRCCNT は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。TRCCNT の初期値は H'0000 です。

13.3.11 ジェネラルレジスタ A、B、C、D (GRA、GRB、GRC、GRD)

ジェネラルレジスタは 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、アウトプットコンペアレジスタとしてもインプットキャプチャレジスタとしても使用できます。機能の切り替えは、TRCIOR0、TRCIOR1 により行います。

アウトプットコンペアレジスタに設定されたジェネラルレジスタの値は TRCCNT の値と常に比較されます。両者が一致 (コンペアマッチ) すると、TRCSR の IMFA ~ IMFD フラグが 1 にセットされます。このとき TRCIER の IMIEA ~ IMIED がセットされていると割り込み要求を発生します。また TRCIOR によりコンペアマッチ出力を設定することができます。

インプットキャプチャレジスタに設定されたジェネラルレジスタは、外部からのインプットキャプチャ信号を検出すると TRCCNT の値が格納され、TRCSR の IMFA ~ IMFD のフラグが 1 にセットされます。このとき TRCIER の IMIEA ~ IMIED がセットされていると割り込み要求を発生します。インプットキャプチャ信号の検出エッジは TRCIOR により選択できます。

また、GRC は GRA のバッファレジスタとして、GRD は GRB のバッファレジスタとしてそれぞれ使用することもできます。この機能は TRCMR の BUFEA、BUFEB により選択できます。

例えば、GRA がアウトプットコンペアレジスタとして、GRC が GRA のバッファレジスタとして設定された場合、コンペアマッチ A が発生するたびにバッファレジスタ GRC の値が GRA に転送されます。

GRA がインプットキャプチャレジスタとして、GRC が GRA のバッファレジスタとして設定された場合、インプットキャプチャが発生すると、TRCCNT の値が GRA に、GRA の値がバッファレジスタ GRC に転送されます。

GRA ~ GRD は 8 ビット単位のアクセスはできません。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。GRA ~ GRD の初期値は H'FFFF です。

13.4 動作説明

タイマ RC には次の動作モードがあります。

- タイマモード動作

TRCIOR0のIOA2～IOA0ビット、IOB2～IOB0ビットの設定、TRCIOR1のIOC2～IOC0ビット、IOD2～IOD0ビットの設定を行うことにより、アウトプットコンペア機能とインプットキャプチャ機能動作を行います。

- PWMモード動作

TRCMRのPWMD、PWMC、PWMBビットの設定を行うことによりPWMモード動作を行います。

- PWM2モード動作

TRMRのPWM2ビットの設定を行うことにより、PWM2モード動作を行います。

FTIOA～FTIOD 端子において、各レジスタ設定によるタイマ出力モードを示します。

- FTIOA端子

レジスタ名	TRCOER	TRCIOR0		機能
ビット名	EA	PWM2	IOA2～IOA0	
設定値	0	1	001、01X	タイマモード波形出力（アウトプットコンペア機能）
	0	1	1XX	タイマモード（インプットキャプチャ機能）
	1			
	上記以外			汎用入出力ポート

【記号説明】 X : Don't care

- FTIOB端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR0	機能
ビット名	EB	PWM2	PWMB	IOB2～IOB0	
設定値	0	0	X	XXX	PWM2 モード波形出力
	0	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	1	0	001、01X	タイマモード波形出力（アウトプットコンペア機能）
	0	1	0	1XX	タイマモード（インプットキャプチャ機能）
	1				
上記以外				汎用入出力ポート	

【記号説明】 X : Don't care

• FTIOC端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1	機 能
ビット名	EC	PWM2	PWMC	IOC2 - IOC0	
設定値	0	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	1	0	1XX	タイマモード (インプットキャプチャ機能)
	1				
	上記以外				

【記号説明】 X : Don't care

• FTIOD端子

レジスタ名	TRCOER	TRCMR		TRCIOR1	機 能
ビット名	ED	PWM2	PWMD	IOD2 - IOD0	
設定値	0	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	1	0	1XX	タイマモード (インプットキャプチャ機能)
	1				
	上記以外				

【記号説明】 X : Don't care

13.4.1 タイマモード動作

TRCCNT はフリーランニングカウンタ動作または周期カウンタ動作します。TRCCNT はリセット直後はフリーランニングカウンタの設定となっており、TRCMR の CTS ビットを 1 にセットするとカウンタ動作を開始します。TRCCNT が H'FFFF から H'0000 にオーバーフローすると TRCSR の OVF フラグが 1 にセットされ、TRCIER の OVIE ビットが 1 であれば割り込み要求を発生します。フリーランニングカウンタの動作を図 13.2 に示します。

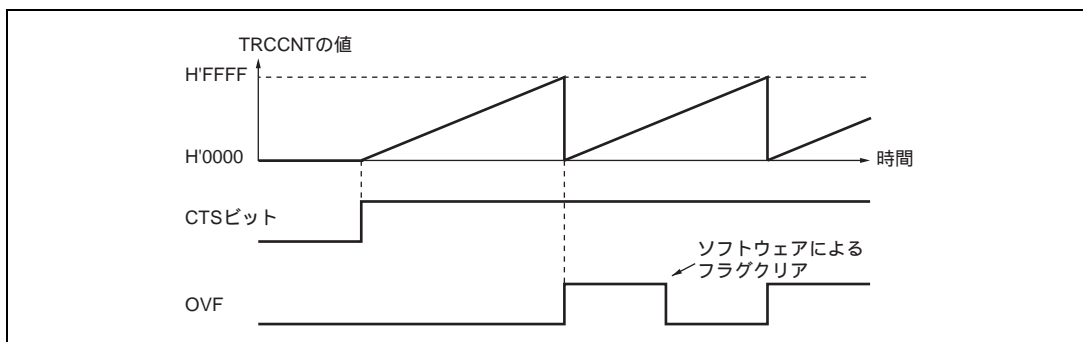


図 13.2 フリーランニングカウンタの動作

周期設定用の GRA をアウトプットコンペアレジスタに設定し、TRCCR1 の CCLR を 1 にセットすると周期カウント動作を行います。カウント値が GRA と一致すると TRCCNT は H'0000 にクリアされ、TRCSR の IMFA ビットが 1 にセットされます。このとき、対応する TRCIER の IMIEA ビットが 1 であれば割り込み要求を発生します。TRCCNT は 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 13.3 に示します。

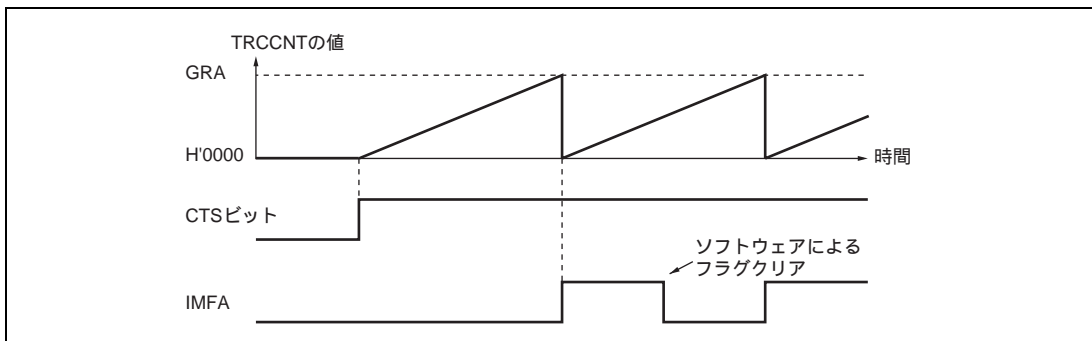


図 13.3 周期カウンタの動作

ジェネラルレジスタをアウトプットコンペアレジスタに設定することにより、コンペアマッチ A~D によって FTIOA、FTIOB、FTIOC、FTIOD 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。TRCCNT をフリーランニング動作させ、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 出力に設定した例を図 13.4 に示します。設定したレベルと端子のレベルが一致した場合は端子のレベルは変化しません。

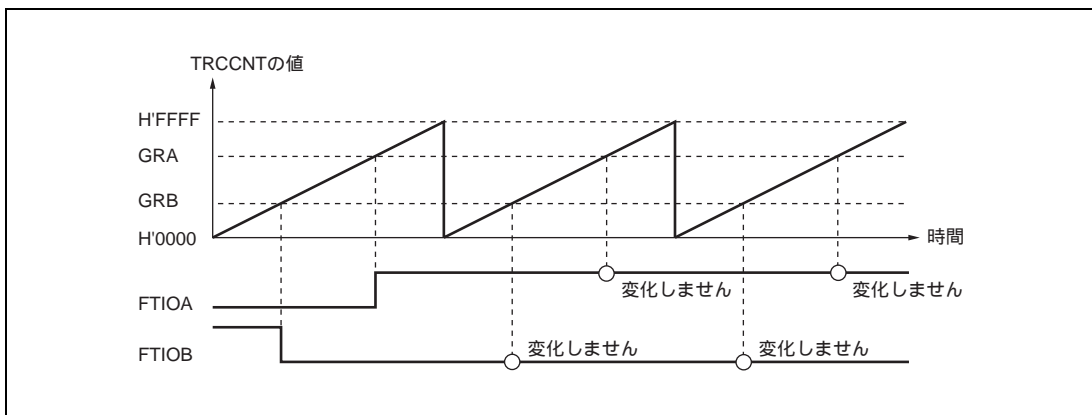


図 13.4 0 出力、1 出力の動作例 (TOA=0、TOB=1 の場合)

TRCCNT をフリーランニング動作させ、コンペアマッチ A、およびコンペアマッチ B によりトグル出力となるように設定した例を図 13.5 に示します。

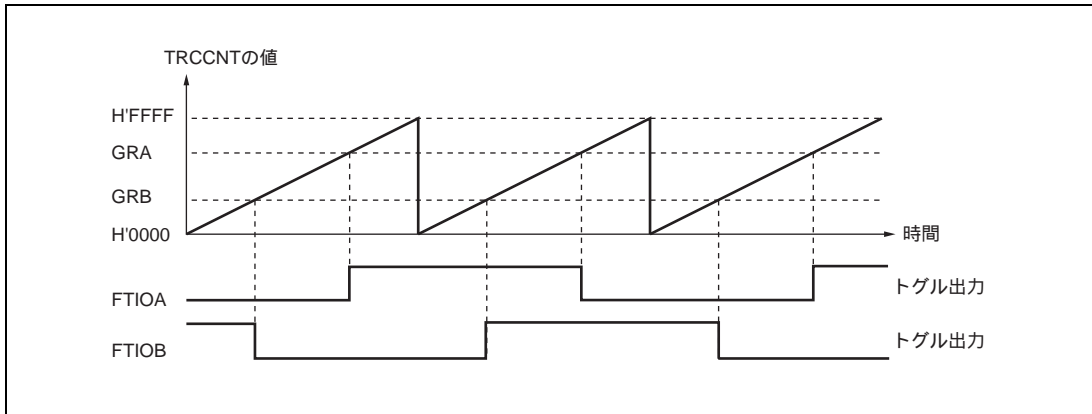


図 13.5 トグル出力の動作例 (TOA = 0、TOB = 1 の場合)

TRCCNT を周期カウント動作、コンペアマッチ A、B ともにトグル出力となるように設定した例を図 13.6 に示します。

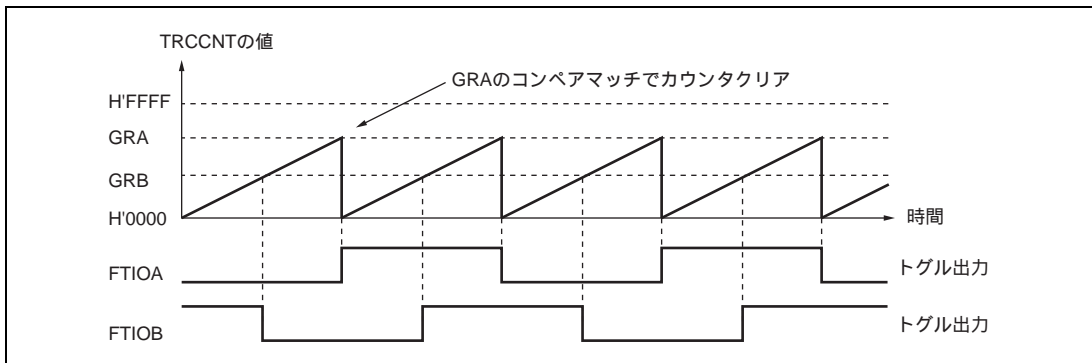


図 13.6 トグル出力の動作例 (TOA = 0、TOB = 1 の場合)

ジェネラルレジスタをインプットキャプチャレジスタに設定することにより、FTIOA～FTIOD 端子の入力エッジを検出して TRCCNT の値を GRA、GRB、GRC、GRD に転送できます。検出エッジは立ち上がり / 立下り / 両エッジから選択できます。インプットキャプチャ機能を利用することで、パルス幅や周期の測定を行うことができます。TRCCNT はフリーランニングカウンタ動作に設定し、FTIOA 端子のインプットキャプチャ入力エッジに両エッジ、FTIOB 端子のインプットキャプチャ入力エッジに立ち下がりエッジを選択した例を図 13.7 に示します。

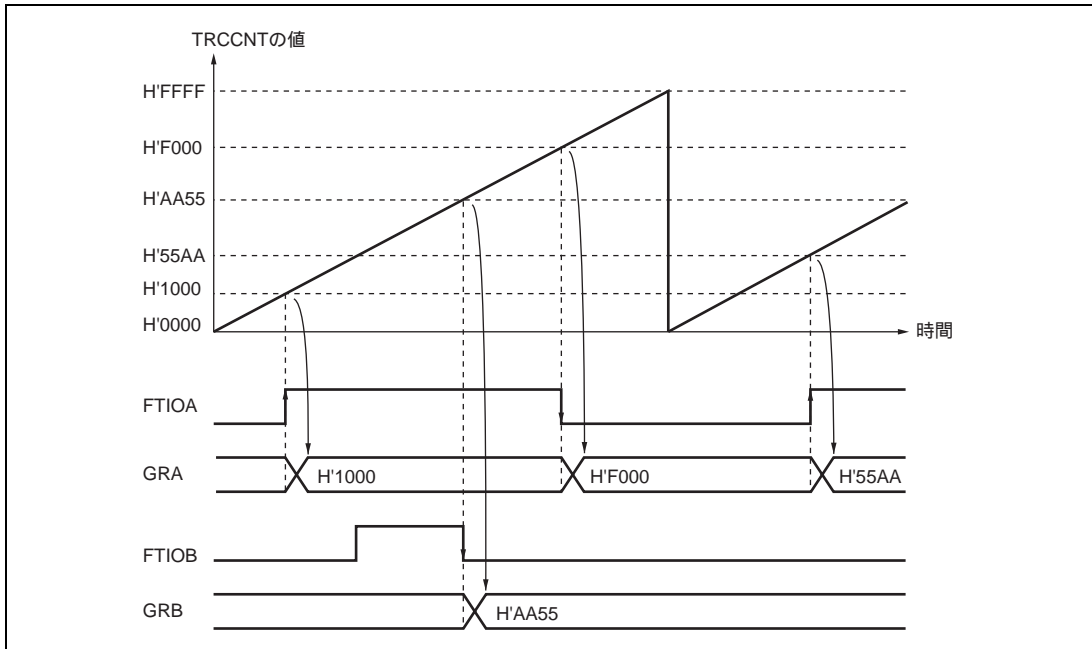


図 13.7 インプットキャプチャ動作例

GRA を入力キャプチャレジスタに設定し、GRC を GRA のバッファレジスタとして設定した場合の動作例を図 13.8 に示します。TRCCNT はフリーランニング動作、FTIOA 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を選択した例です。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 TRCCNT の値が GRA に格納されると同時に、それまで GRA に格納されていた値が GRC に転送されます。

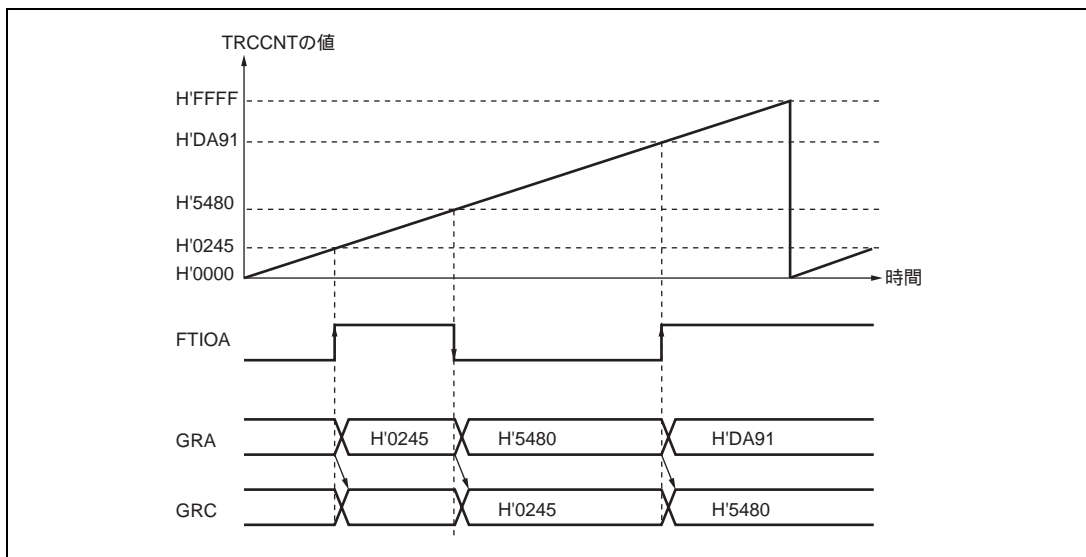


図 13.8 バッファ動作例（入力キャプチャの場合）

13.4.2 PWM モード動作

PWM モードは GRA を周期レジスタ、GRB、GRC、GRD をデューティレジスタとして FTIOB、FTIOC、FTIOD 出力端子よりそれぞれ PWM 波形を出力します。最大 3 相の PWM 出力が可能です。PWM モードではジェネラルレジスタは自動的にアウトプットコンペアレジスタとして機能します。出力レベルは TRCCR1 の TOB ~ TOD で決まります。TOB = 1 のとき、FTIOB 出力端子はコンペアマッチ A により 1 に初期化され、コンペアマッチ B により 0 を出力します。また TOB = 0 のときは FTIOB 出力端子はコンペアマッチ A により 0 に初期化され、コンペアマッチ B により 1 を出力します。PWM モードに設定された出力端子は TRCIOR0、TRCIOR1 の出力の設定は無効となります。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。

コンペアマッチ A で TRCCNT をクリアして 1 を出力 (TOB = TOC = TOD = 1) し、コンペアマッチ B、C、D で 0 を出力する場合の動作例を図 13.9 に示します。

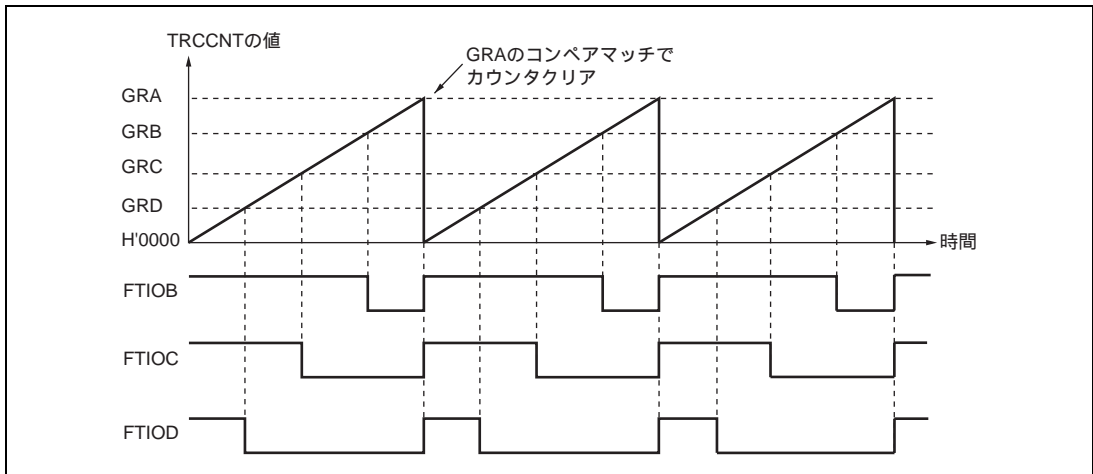


図 13.9 PWM モード動作例 (1)

コンペアマッチ A で TRCCNT をクリアして 0 を出力 ($TOB = TOC = TOD = 0$) し、コンペアマッチ B、C、D で 1 を出力する場合の動作例を図 13.10 に示します。

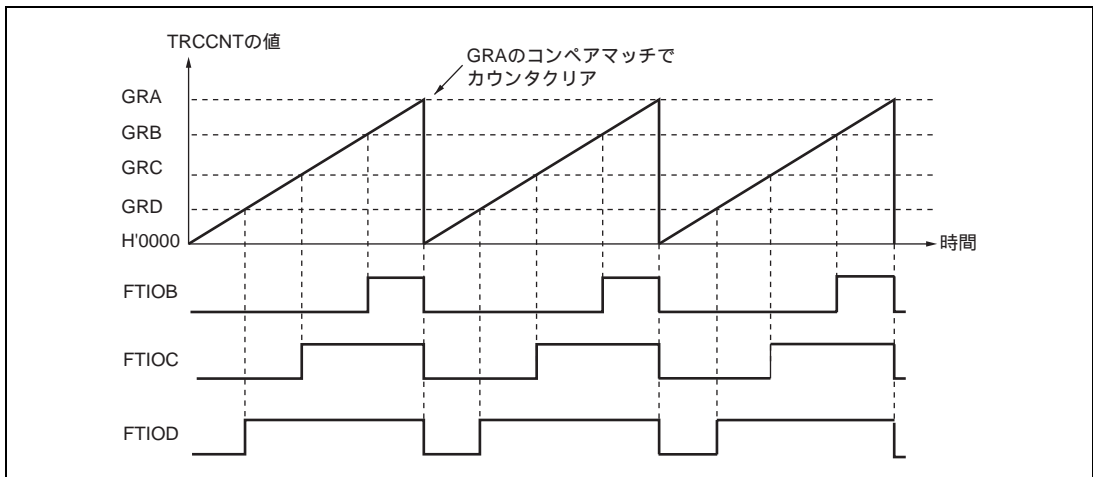


図 13.10 PWM モード動作例 (2)

FTIOB 端子を PWM モードに設定し、GRD を GRB のバッファレジスタとして設定した場合の動作例を図 13.11 に示します。TRCCNT はコンペアマッチ A によりクリア、出力はコンペアマッチ B で 1 出力、コンペアマッチ A 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 B 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 GRD の値が GRB に転送されます。この動作は、コンペアマッチ B が発生する度に繰り返されます。

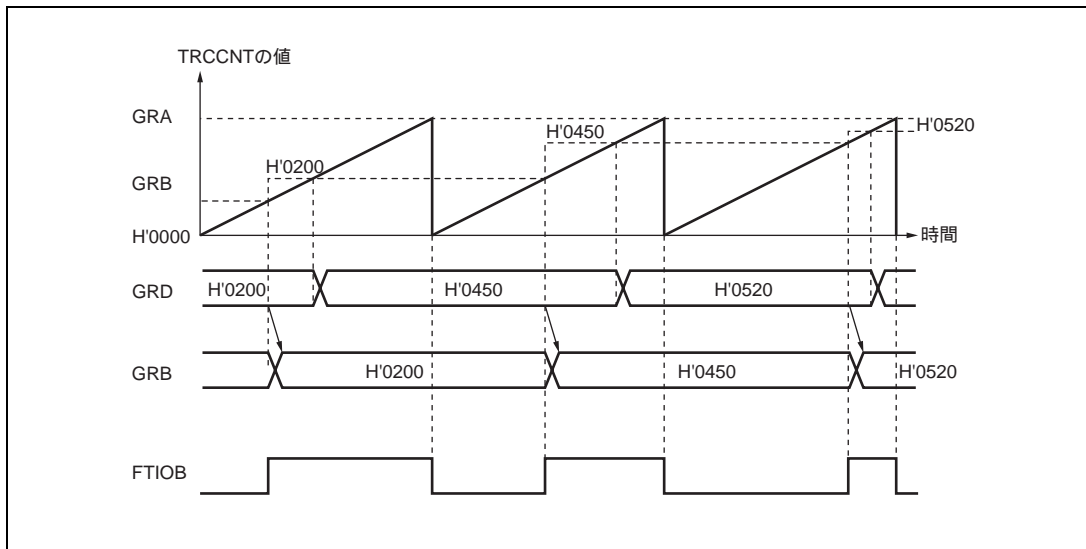
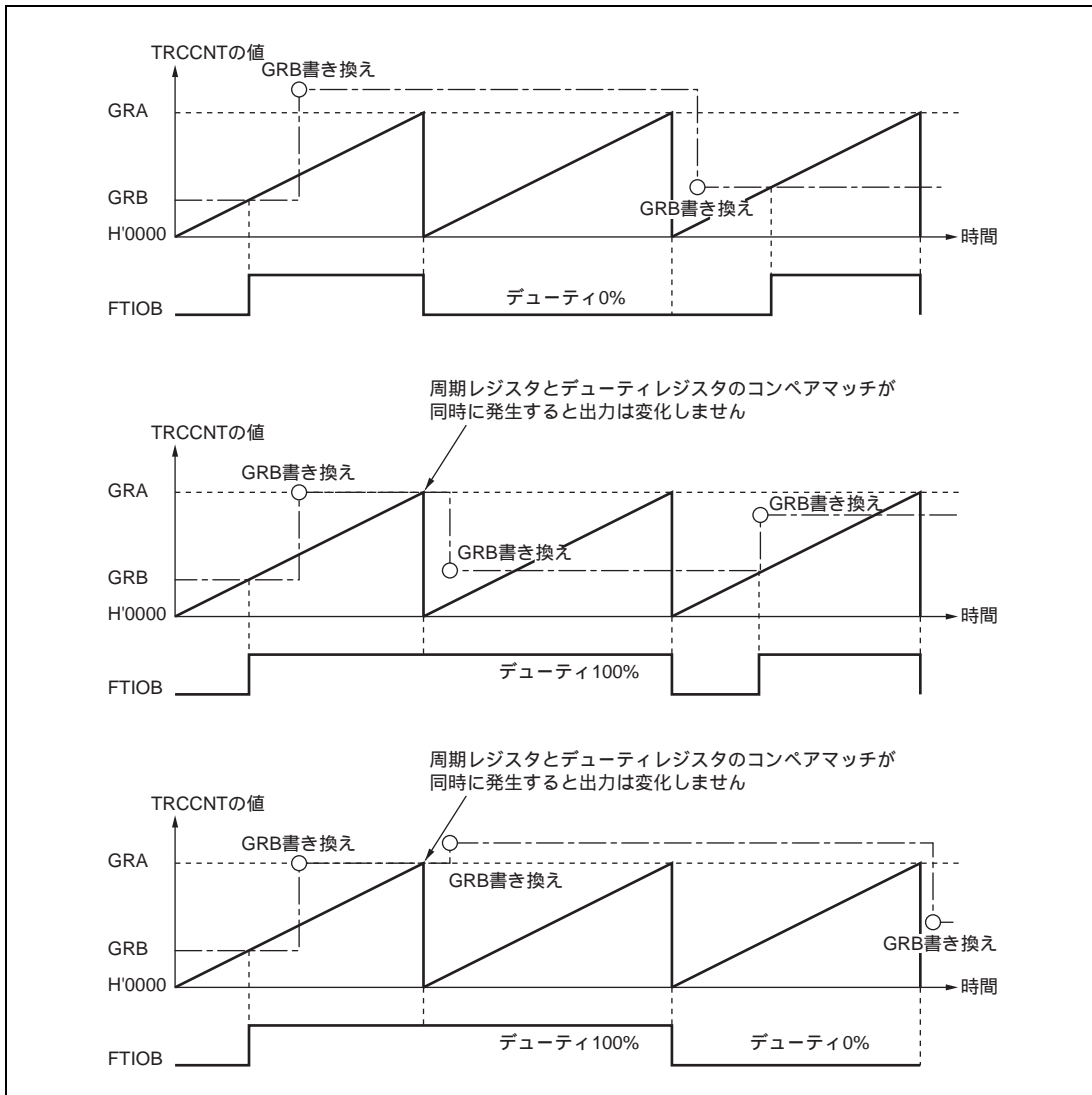


図 13.11 バッファ動作例 (アウトプットコンペアの場合)

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 13.12、図 13.13 に示します。



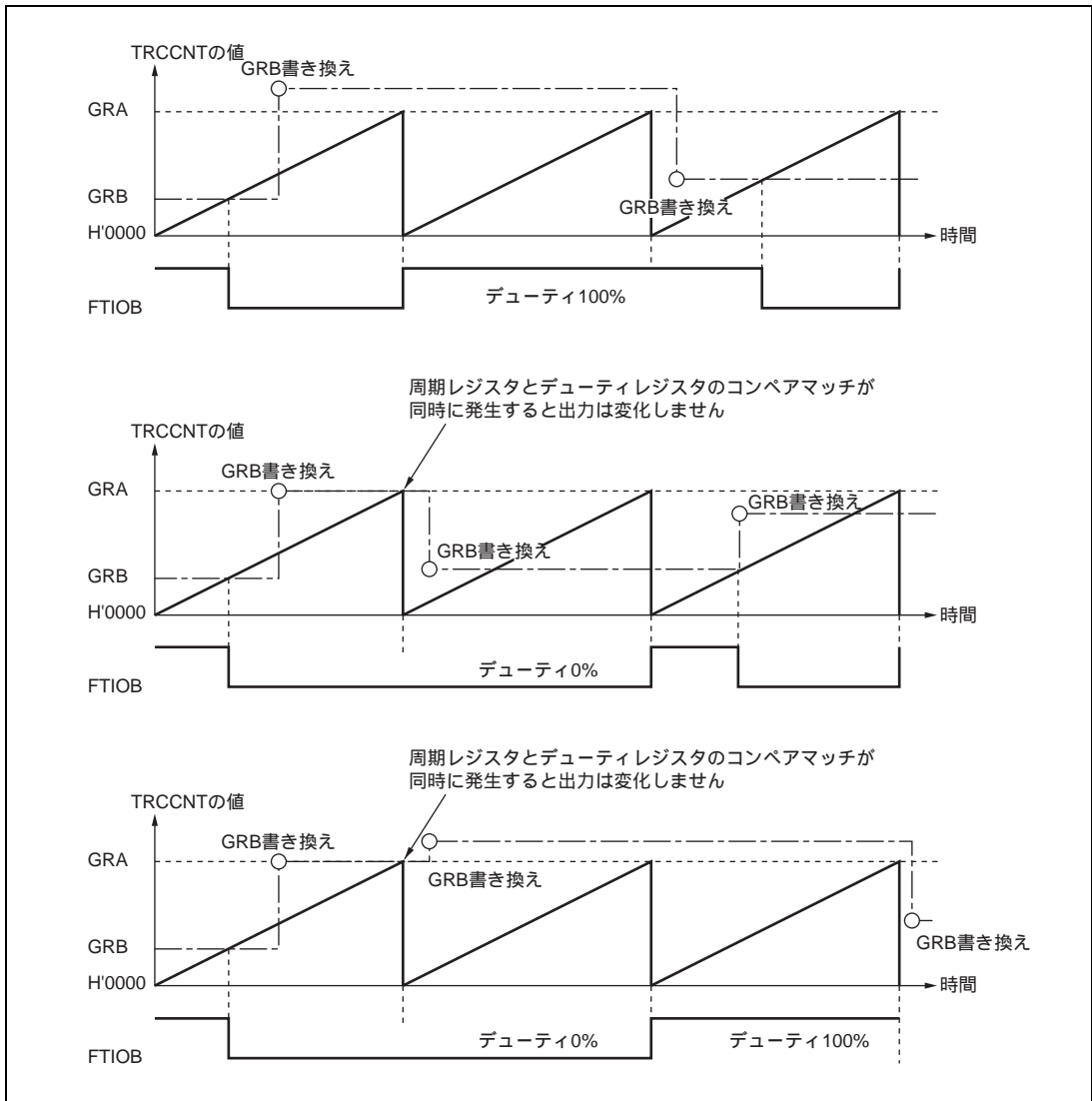


図 13.13 PWM モード動作例 (TOB、TOC、TOD = 1、初期出力 1 の場合)

13.4.3 PWM2 モード動作

PWM2 モードは PWM モードと異なり GRB、GRC とのコンペアマッチにより FTIOB 端子から波形を出力するモードです。GRD は TRCMR の BUFEB ビットを 1 に設定することにより、GRB のバッファレジスタとして機能します。出力レベルは TRCCR1 の TOB ビットの設定値で決まります。TOB = 0 のとき、GRC のコンペアマッチで 1 出力、GRB のコンペアマッチで 0 出力します。また TOB = 1 のとき、GRC のコンペアマッチで 0 出力、GRB のコンペアマッチで 1 出力します。

表 13.3 に PWM2 モードの端子機能と GR の組み合わせを、図 13.14 に PWM2 モードのブロック図を示します。また、図 13.15、図 13.16 に PWM2 モードを使用したときの GRD、GRB バッファ動作タイミングを示します。PWM2 モード時、GRA のコンペアマッチにより GRD の値が GRB に転送され、カウンタがクリアされます。ただし、カウンタがクリアされるのは TRCCR1 の CCLR ビットを 1 に設定したときのみです。また PWM2 モード時、TRCCR2 の TCEG1、TCEG0 ビットによりトリガ入力を有効に設定したとき、トリガ信号により GRD の値が GRB へ転送され、カウンタがクリアされます。PWM2 モードを使用しないタイマの入出力端子は、汎用入出力ポートのみ使用できます。

表 13.3 PWM2 モードの端子機能と GR の組み合わせ

端子名	入出力	コンペアマッチレジスタ	バッファレジスタ
FTIOA	入力 / 出力	ポート機能 / TRGC 入力	
FTIOB	出力	GRB	GRD
		GRC	
FTIOC	入力 / 出力	ポート機能	
FTIOD			

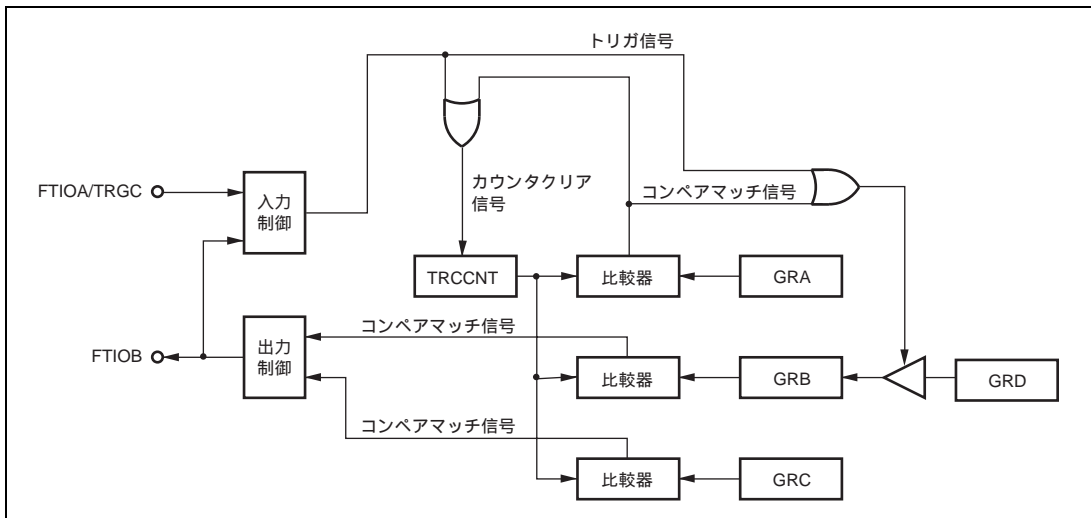


図 13.14 PWM2 モードのブロック図

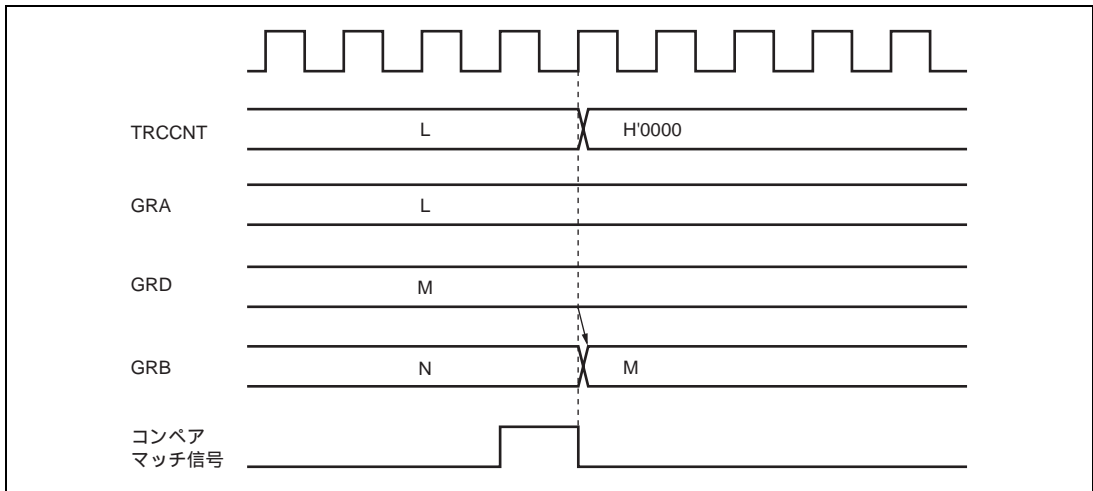


図 13.15 PWM2 モードを使用したときの GRD、GRB バッファ動作タイミング (1)

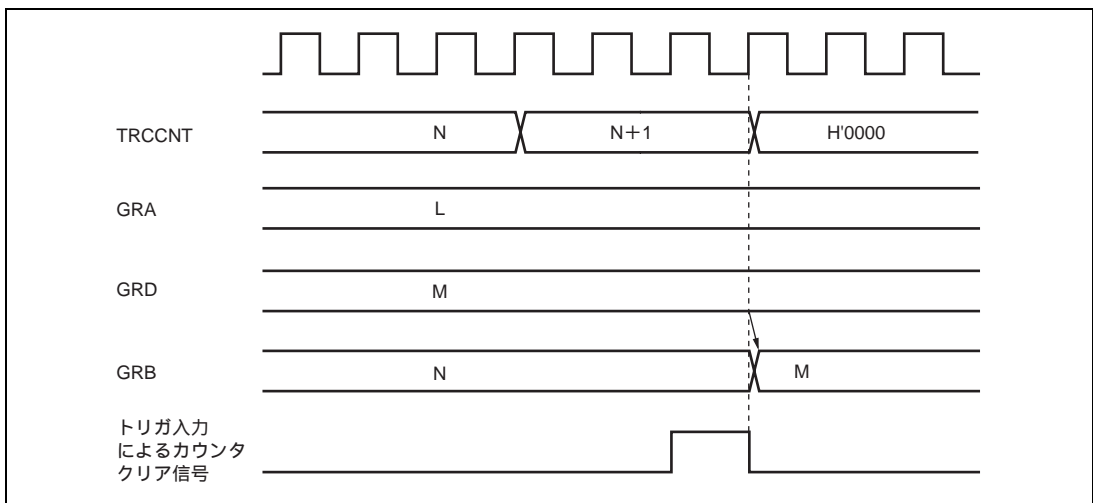


図 13.16 PWM2 モードを使用したときの GRD、GRB バッファ動作タイミング (2)

PWM2 モードは、TRGC 入力に対する任意の遅延時間と任意のパルス幅を持つパルスを FTIOB 端子より出力することができます。

TRGC 入力の立ち下がりエッジを設定 (TRCCR2 の TCEG1 = 1、TCEG0 = 0) し、GRA とのコンペアマッチ A 発生時のカウントアップ継続を設定 (TRCCR2 の CSTP = 0) および GRD をバッファレジスタとして設定 (TRCMR の BUFEB = 1) します。出力レベルの初期値を 0 または 1 に設定 (TRCCR1 の TOB = 0 または TOB = 1) し、コンペアマッチ A で TRCCNT をクリア (TRCCR1 の CCLR = 1) して、FTIOB 端子から波形出力 (TRCMR の PWM2 = 0) する場合は動作例を図 13.17、図 13.18 に示します。

PWM2 モード機能において、TRCCR1 の TOB ビットが 0 のとき、FTIOB 端子より High 出力している期間中、入力エッジはキャンセルされます。また TOB ビットが 1 のときは、FTIOB 端子より Low 出力している期間中、入力エッジはキャンセルされます。GRD から GR の転送は、GRA とのコンペアマッチおよび TRGC 入力が発生したとき行われます。ただし、FTIOB 端子のレベルにより、TRGC 入力がキャンセルされた場合、GRD から GRB の転送は行われません。

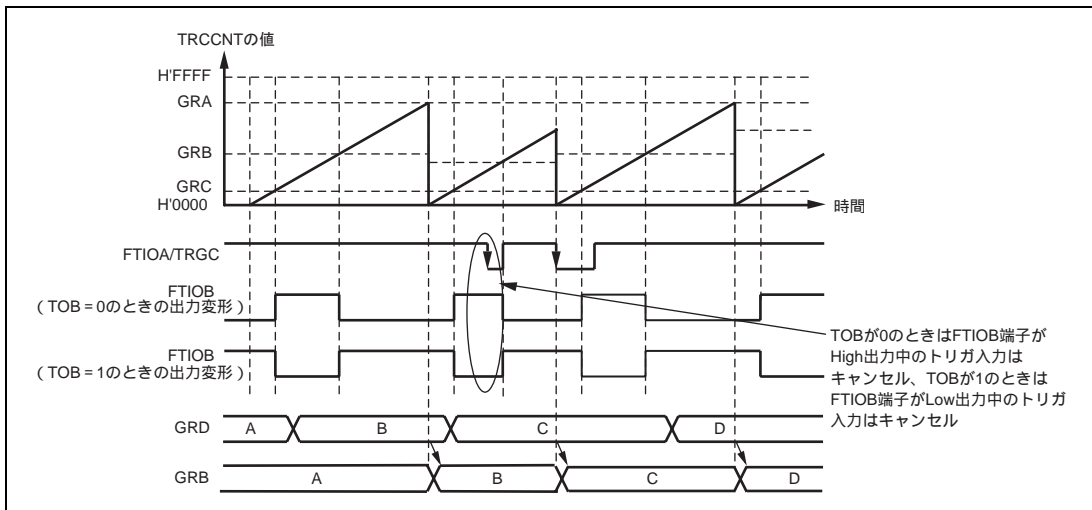


図 13.17 TRGC 入力に同期した PWM2 モード動作例 (1)

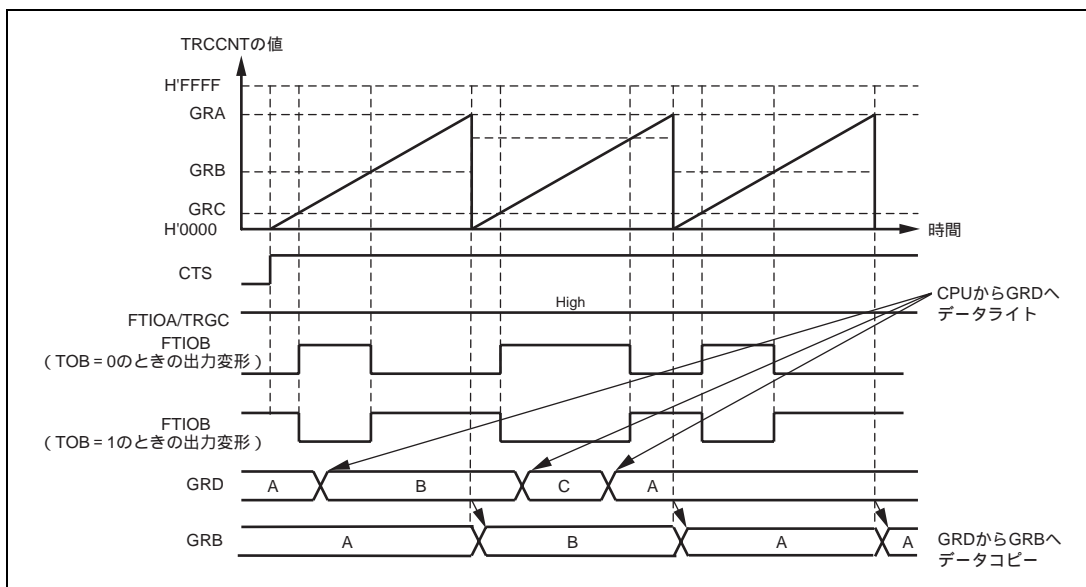


図 13.18 TRGC 入力に同期した PWM2 モード動作例 (2)

PWM2 モード時のカウンタ停止動作を示します。TRCCR2 の CSTP ビットを 1、TRCCR1 の CCLR ビットを 1 に設定すると、TRCCNT は GRA とのコンペアマッチにより H'0000 にクリアされ停止します。また、TRCMR の CTS ビットを 0 にすることにより、強制的にカウンタは停止し、出力レベルは初期レベルになります。TRCCR1 の TOB ビットを 0 に設定した場合および TOB ビットを 1 に設定した場合のカウンタ停止動作例を図 13.19 に示します。

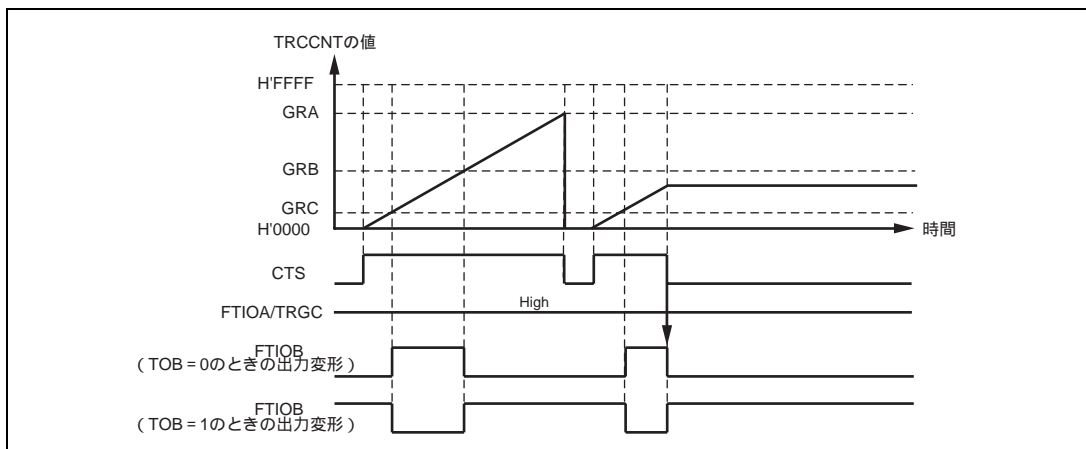


図 13.19 PWM2 モード時のカウンタ停止動作例

PWM2 モード時のワンショット波形出力動作を示します。TRGC 入力禁止設定 (TRCCR2 の TCEG1 = 0、TCEG0 = 0) し、GRA とのコンペアマッチ A 発生時のカウントアップ停止設定 (TRCCR2 の CSTP = 1)、コンペアマッチ A で TRCCNT をクリア設定 (TRCCR1 の CCRL = 1)、出力レベルの初期値を 0 に設定 (TRCCR1 の TOB = 0) した場合、TRCMR の CTS ビットを 1 に設定した時点でカウンタがカウント動作を開始します。その後、GRA とのコンペアマッチによりカウンタが H'0000 にクリアされ、カウント動作が停止し、ワンショット波形出力を行います。この動作例を図 13.20 に示します。

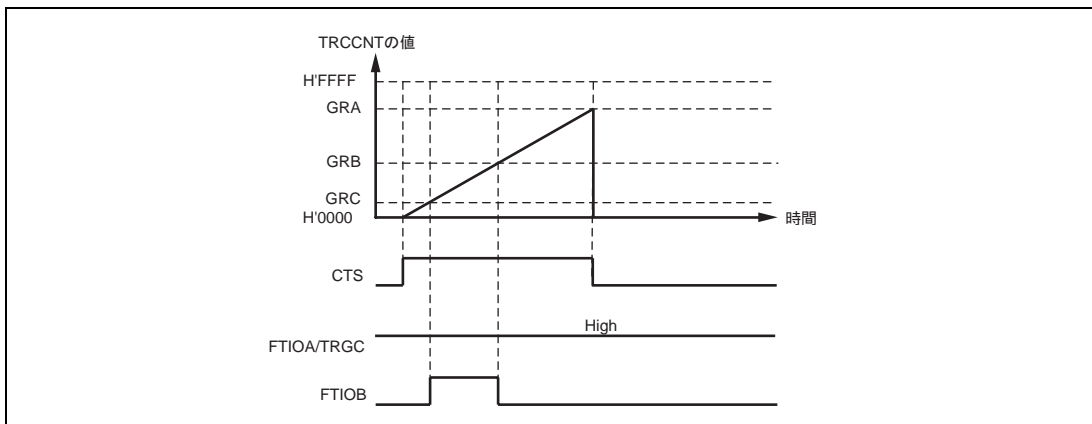


図 13.20 PWM2 モード時ワンショットパルス波形出力動作例 (1)

PWM2 モード時に TRGC 入力によるカウンタ開始を行い、ワンショット波形出力を行う動作を示します。TRGC 入力の立ち下がりエッジを設定 (TRCCR2 の TCEG1 = 0、TCEG0 = 0) し、GRA とのコンペアマッチ A 発生時のカウントアップ停止設定 (TRCCR2 の CSTP = 1)、コンペアマッチ A で TRCCNT をクリア設定 (TRCCR1 の CCRL = 1)、出力レベルの初期値を 0 に設定 (TRCCR1 の TOB = 0) した場合、TRCMR の CTS を 1 に設定した後、FTIOA/TRGC の立ち下がりによりカウンタアップが開始し、GRA とのコンペアマッチにより、カウンタが H'0000 にクリアされ、カウント動作を停止しワンショット波形出力を行います。この動作例を図 13.21 に示します。

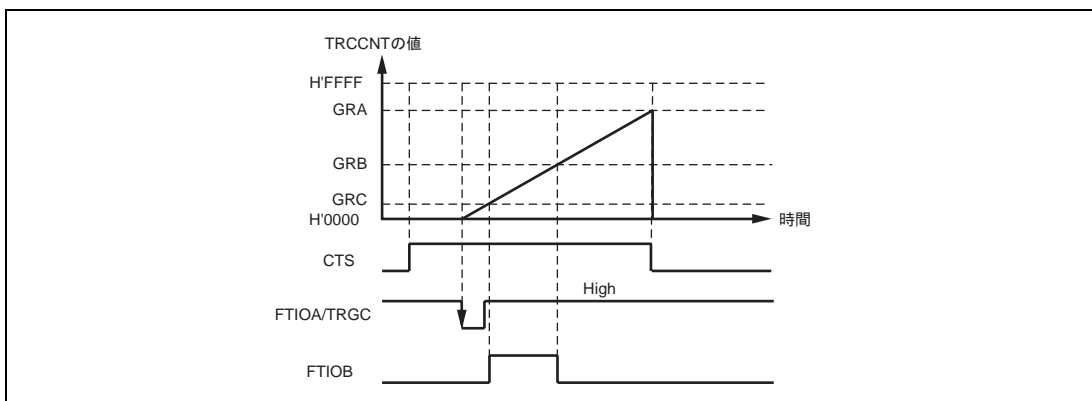


図 13.21 PWM2 モード時ワンショットパルス波形出力動作例 (2)

13.4.4 インプットキャプチャ入力デジタルフィルタ機能

FTIOA ~ FTIOD 端子および TRGC 端子の入力信号は、デジタルフィルタ回路を通して内部に取り込むことができます。デジタルフィルタ回路は、3 段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。FTIOA ~ FTIOD 端子または TRGC 端子入力信号は TRCDF の DFCK1、DFCK0 ビットによって選択されたクロックでサンプリングされ、3 つのラッチ出力が一致すると、後段へそのレベルを伝えます。一致しないときは、前の値を保持します。すなわち、3 サンプルクロック以上の幅のパルス入力には信号として認識しますが、3 サンプルクロック以下の信号変化はノイズとして判断し除去されます。

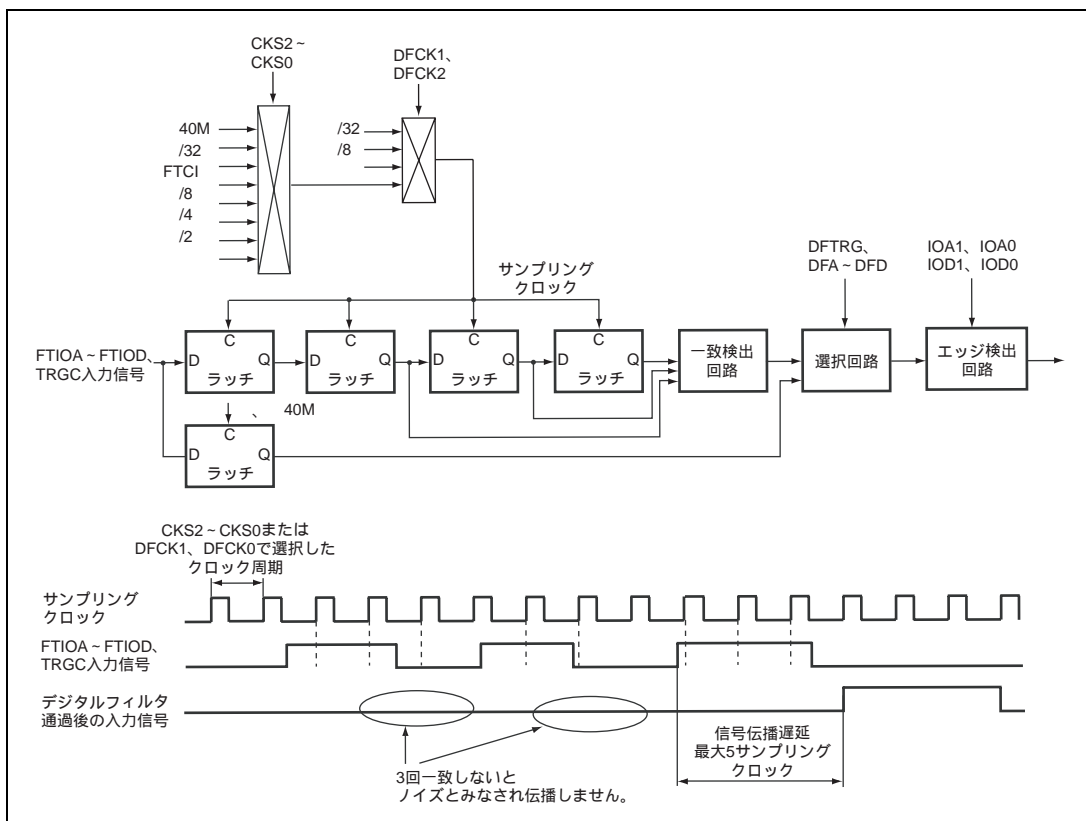


図 13.22 デジタルフィルタ回路のブロック図

13.5 動作タイミング

13.5.1 TRCCNT のカウントタイミング

内部クロック動作の場合の TRCCNT のカウントタイミングを図 13.23 に示します。また、外部クロック動作の場合の TRCCNT のカウントタイミングを図 13.24 に示します。

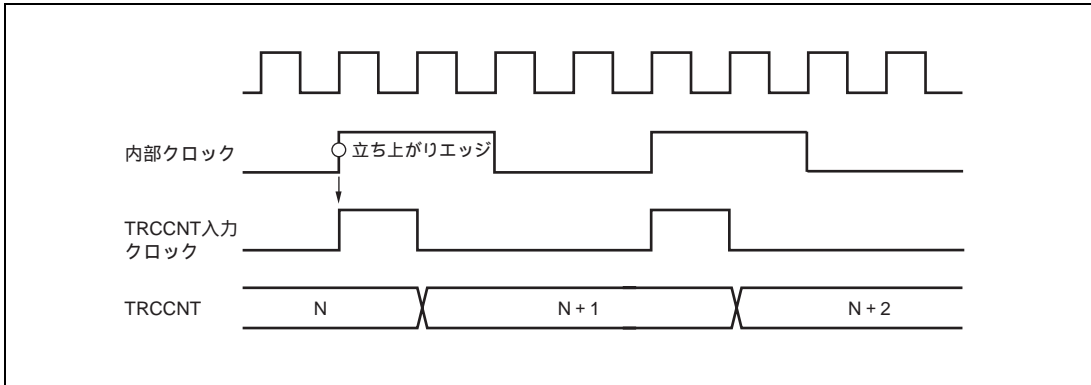


図 13.23 内部クロック動作時のカウントタイミング

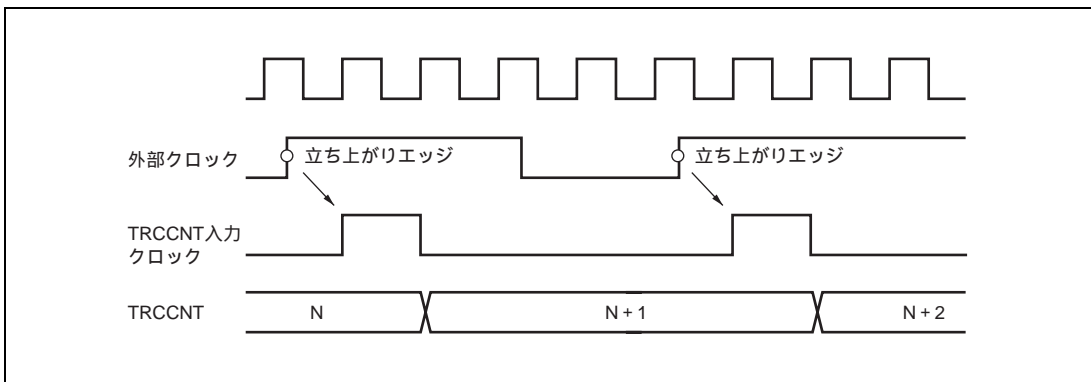


図 13.24 外部クロック動作時のカウントタイミング

13.5.2 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、TRCCNT と GR が一致した最後のステート（TRCCNT 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、TRCIOR で設定される出力値がアウトプットコンペア出力端子（FTIOA、FTIOB、FTIOC、FTIOD）に出力されます。

TRCCNT と GR が一致した後、TRCCNT 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 13.25 に示します。

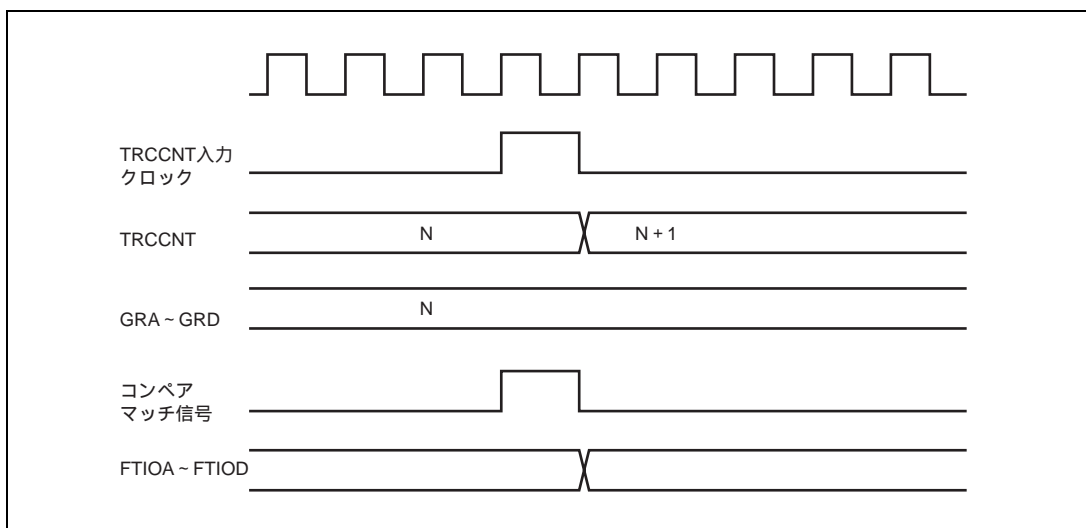


図 13.25 アウトプットコンペア出力タイミング

13.5.3 インพุットキャプチャタイミング

インพุットキャプチャ入力は、TRCIOR0、TRCIOR1 の設定により立ち上がりエッジ / 立ち下がりエッジ / 両エッジの選択ができます。立ち下がりエッジを選択した場合のタイミングを図 13.26 に示します。

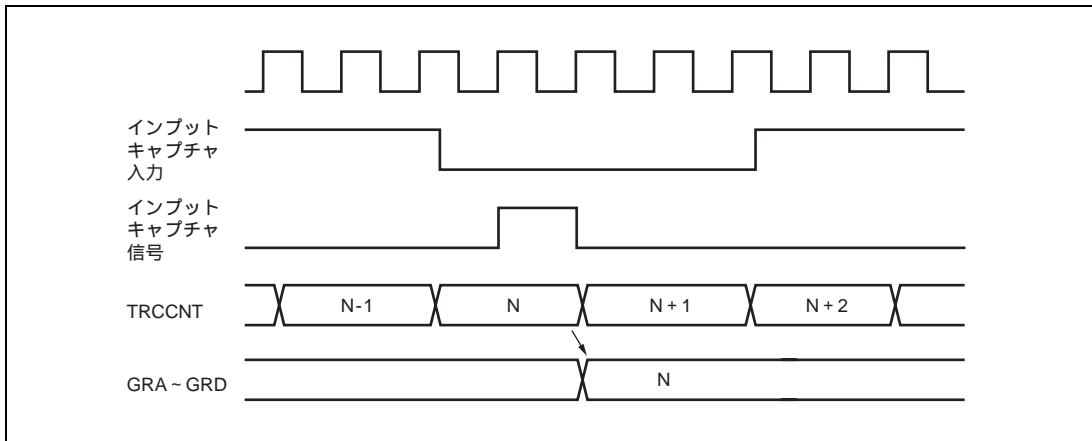


図 13.26 インพุットキャプチャ入力信号タイミング

13.5.4 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

コンペアマッチ A によるカウンタクリアのタイミングを図 13.27 に示します。GRA の値を N とすると、カウンタは 0 から N までカウントし、周期は N+1 となります。

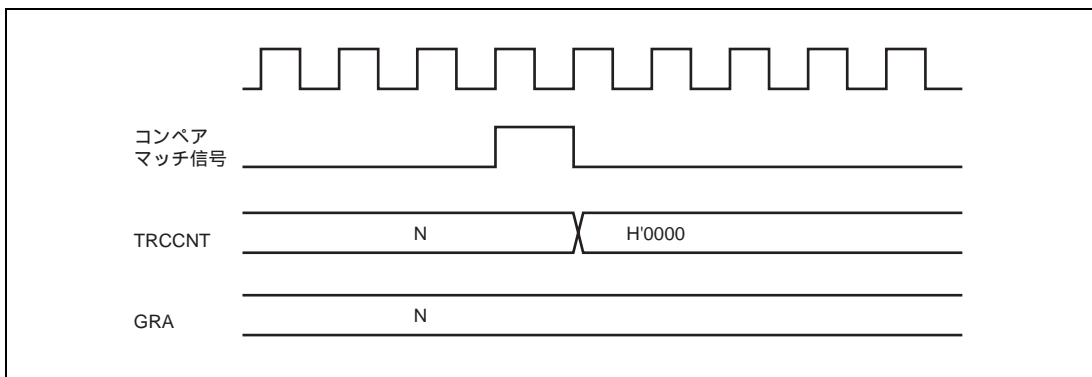


図 13.27 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

13.5.5 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 13.28、図 13.29 に示します。

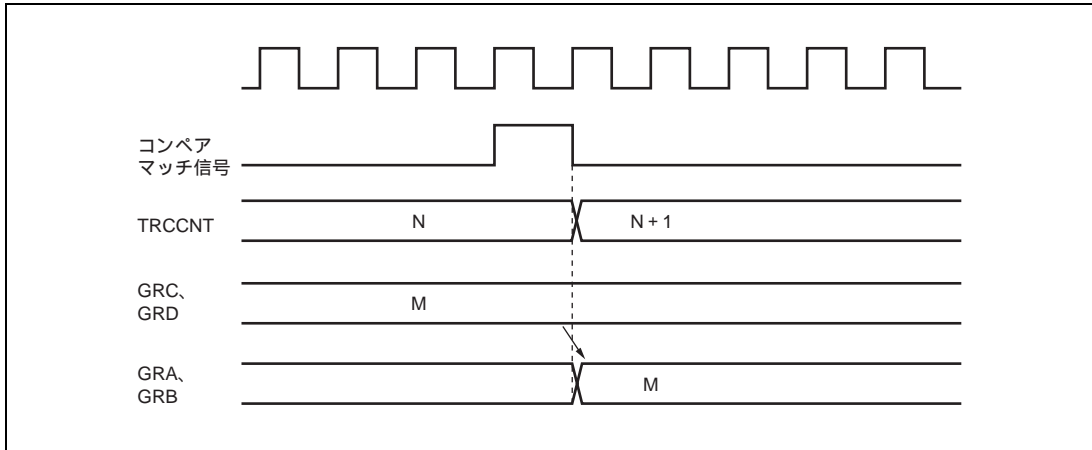


図 13.28 バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)

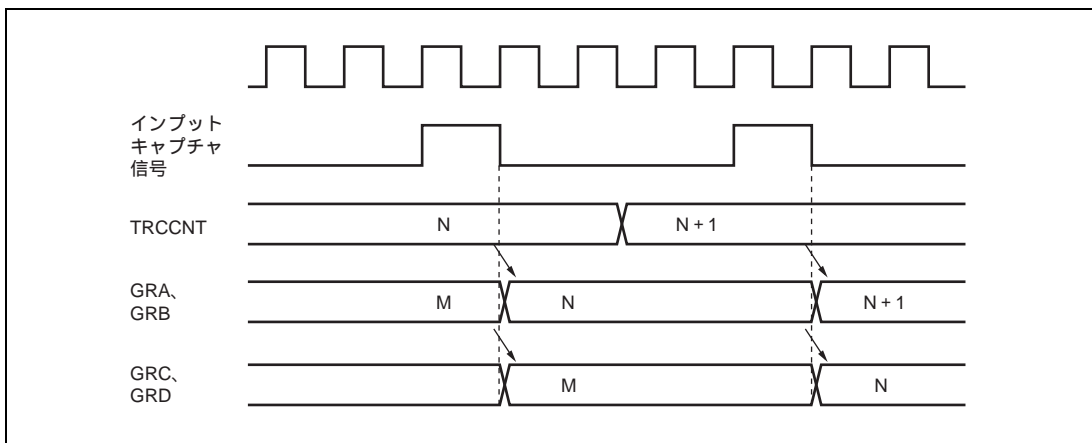


図 13.29 バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)

13.5.6 コンペアマッチ時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング

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の IMFA ~ IMFD フラグは、ジェネラルレジスタ (GRA、GRB、GRC、GRD) と TRCCNT が一致したときに 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 (TRCCNT 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、TRCCNT とジェネラルレジスタ (GRA、GRB、GRC、GRD) が一致した後、TRCCNT 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。

図 13.30 に IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミングを示します。

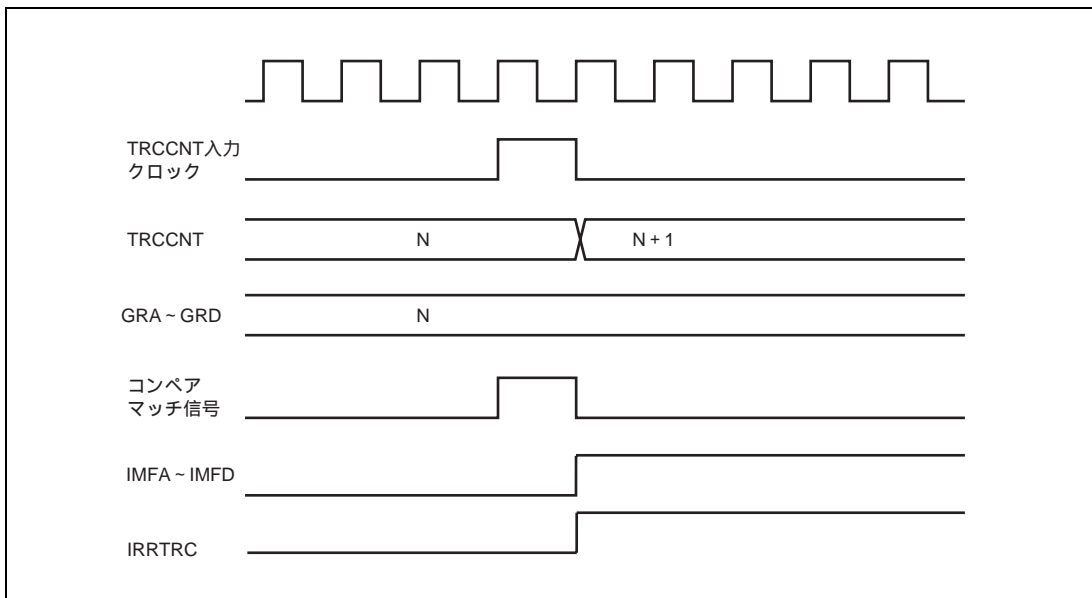


図 13.30 コンペアマッチ時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング

13.5.7 インพุットキャプチャ時のフラグセットタイミング

インพุットキャプチャレジスタとして機能している場合の IMFA ~ IMFD フラグは、インพุットキャプチャの発生により 1 にセットされます。図 13.31 に IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミングを示します。

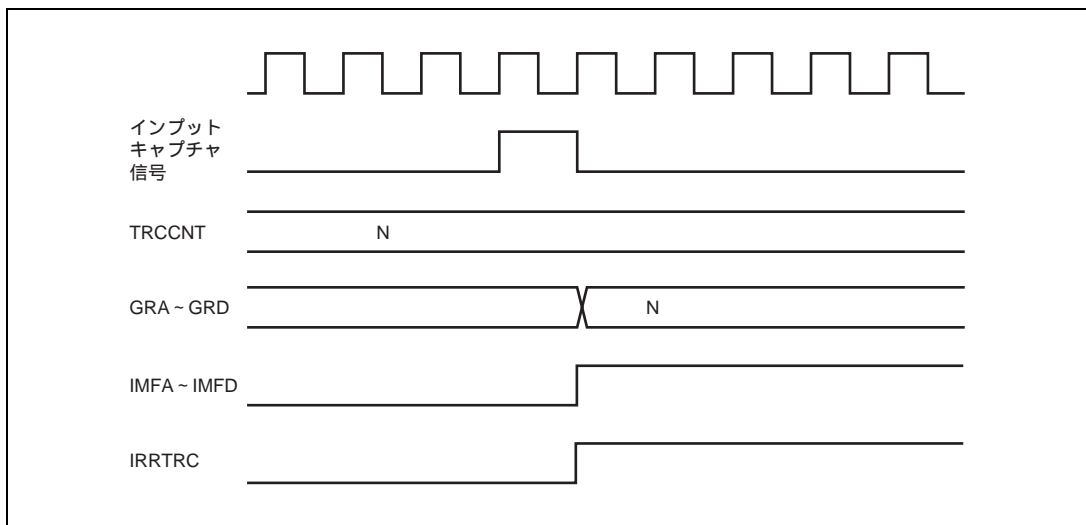


図 13.31 インพุットキャプチャ発生時の IMFA ~ IMFD フラグのセットタイミング

13.5.8 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後、0 をライトするとクリアされます。

CPU によるステータスフラグのクリアのタイミングを図 13.32 に示します。

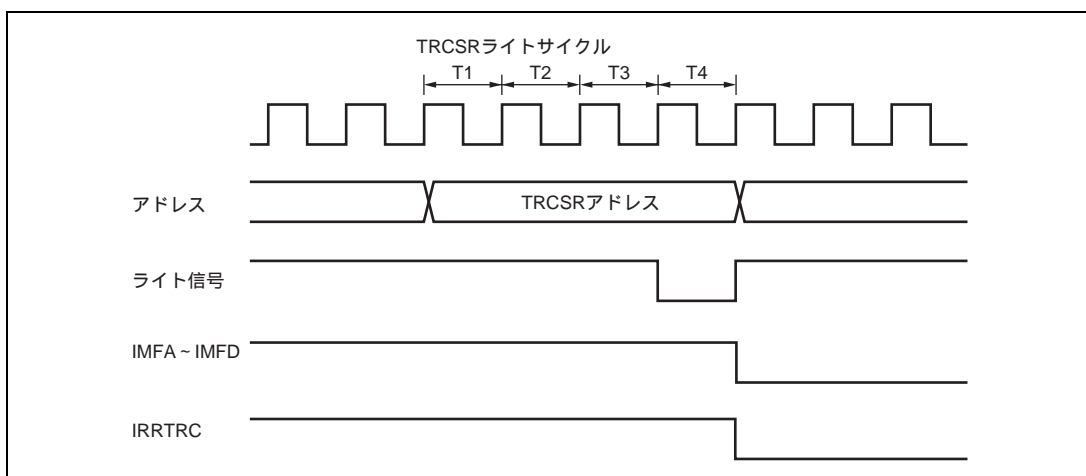


図 13.32 CPU によるステータスフラグのクリアタイミング

13.6 使用上の注意事項

タイマ RC の動作中、次のような競合や動作が起こりますので注意してください。

1. 入力クロックおよびインプットキャプチャのパルス幅はTRCCR1のCKS2～CKS0ビットの設定によりB'0XX、B'10Xを選択したときは3× 周期以上、B'110を選択したときは3× 40M周期以上必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しません。
2. レジスタへの書き込みはライトサイクル中のT4ステートで行われます。図13.33のようにTRCCNTライトサイクル中のT4ステートでカウンタクリア信号が発生すると、TRCCNTのクリアが優先されTRCCNTへの書き込みは行われません。TRCCNTに対する書き込みとTRCCNTのカウンタアップが競合した場合は書き込みが優先されます。
3. 内部クロックを切り替えるタイミングによっては、TRCCNTがカウンタアップされる場合があります。内部クロックを使用する場合、システムクロック () を分周した内部クロックの立ち上がりエッジを検出してカウンタクロックを発生しています。そのため図13.34のように切り替え前のクロック“Low” 切り替え後のクロック“High” レベルのようなタイミングでクロックが切り替わると、切り替えタイミングを立ち上がりエッジとみなしてカウンタクロックを発生し、TRCCNTがカウンタアップされます。
4. 割り込み要求が発生した状態でモジュールスタンバイ状態にすると割り込み要因がクリアできません。事前に割り込みをディスエーブルにしてモジュールスタンバイ状態にしてください。

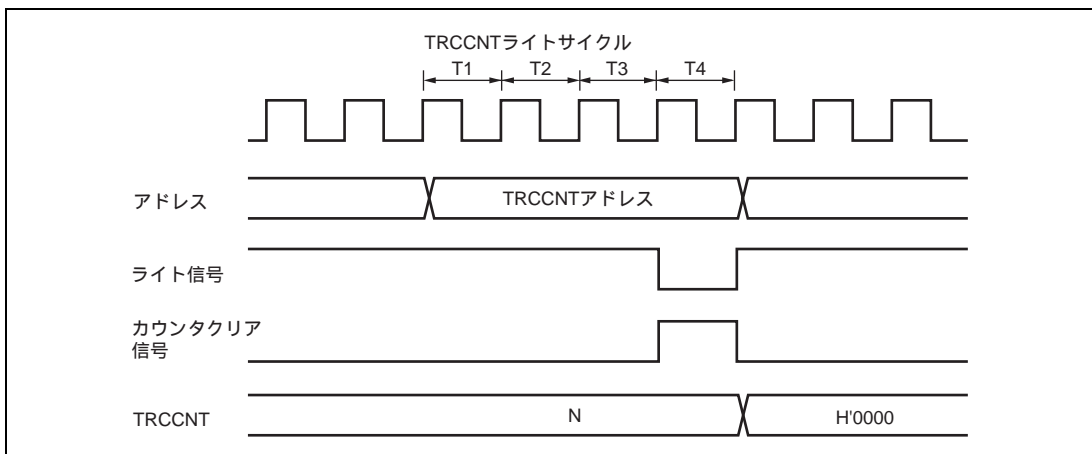


図 13.33 TRCCNT のライトとクリアの競合

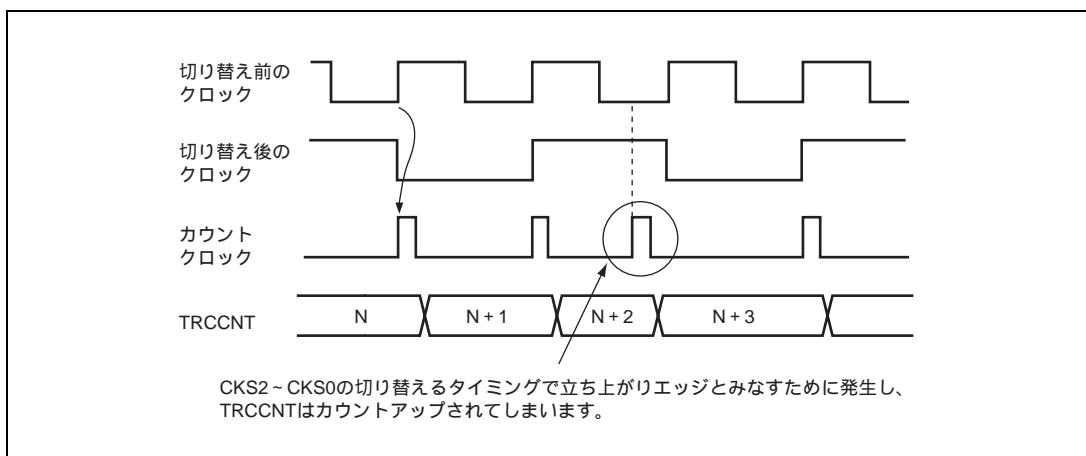


図 13.34 内部クロックの切り替えと TRCCNT 動作

- TRCCR1のTOA～TODビットは最初のコンペアマッチが発生するまでのFTIO端子の出力値を決めるビットです。一度コンペアマッチが発生し、コンペアマッチによりFTIOA～FTIOD出力が変化した場合、FTIOA～FTIOD端子の出力値とTOA～TODビットを読み出した値は一致しないことがあります。また、TRCCR1への書き込みとコンペアマッチA～Dの発生が競合した場合、書き込みが優先されコンペアマッチによる出力の変化はFTIOA～FTIOD端子に反映されません。よってビット操作命令を用いてTRCCR1へ書き込みを行うと、FTIOA～FTIOD端子の出力値が意図しない結果になることがあります。コンペアマッチ動作中にTRCCR1へライトする場合は、TRCCR1アクセス前に一度カウンタを停止させ、ポートHの状態をリードしてFTIOA～FTIODの出力値をTOA～TODに反映してライトを行ってください。その後カウンタを再起動します。コンペアマッチとTRCCR1へのビット操作命令が競合した場合の例を図13.35に示します。

TRCCR1 : H'06に設定。コンペアマッチB、コンペアマッチCを使用。FTIOB端子は1出力状態でコンペアマッチBによりトグル出力または0出力に設定されている。ここでTOCビットをクリア (FTIOC端子をLow出力) するためにBCLR#2、@TRCCR1を実行し、同時に下図のタイミングでコンペアマッチBが発生した場合、TRCCR1へH'02ライトが優先されFTIOB端子はコンペアマッチBによるLow出力にはならずHigh出力のままとなる。

ビット	7	6	5	4	3	2	1	0
TRCCR1	CCLR	CKS2	CKS1	CKS0	TOD	TOC	TOB	TOA
設定値	0	0	0	0	0	1	1	0

BCLR#2、@TRCCR1

- (1) TRCCR1リード動作 : H'06をリード
- (2) モディファイ動作 : H'06をH'02にモディファイ
- (3) TRCCR1へライト動作 : H'02をライト

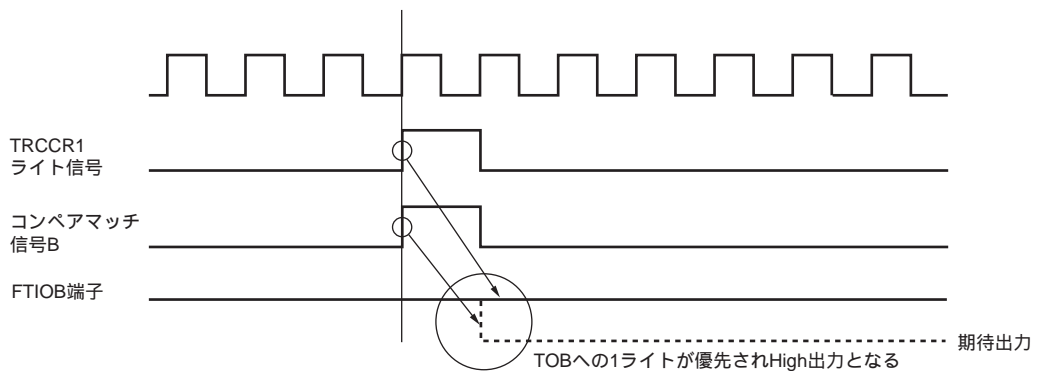


図 13.35 コンペアマッチと TRCCR1 へのビット操作命令が競合した場合の例

14. タイマ RD

タイマ RD は 2 チャンネルの 16 ビットタイマを 2 モジュール (タイマ RD_0、タイマ RD_1) 内蔵しています。タイマ RD の機能を表 14.1 に、タイマ RD のチャンネル構成を表 14.2 に示します。また、タイマ RD のブロック図 (全体図) を図 14.1、チャンネル 0 のブロック図を図 14.2、チャンネル 1 のブロック図を図 14.3 に示します。タイマ RD_0 とタイマ RD_1 の機能は同一です。なお、本文中ではタイマ RD_0、タイマ RD_1 の区別を省略します。

14.1 特長

- 最大 8 種類の入出力処理が可能
- 各チャンネルに 4 本、合計 8 本のジェネラルレジスタ (GR) を持ち、各レジスタは独立にアウトプットコンペア / インプットキャプチャの機能設定が可能
- カウンタ入力クロック : 7 種類
6 種類の内部クロック (、 /2、 /4、 /8、 /32、 40M (オンチップオシレータ 40MHz/32MHz クロック)) と外部クロックのうちから選択可能
- 各チャンネルとも次の動作モードを設定可能
タイマモード : アウトプットコンペア機能 (0 出力 / 1 出力 / トグル出力が可能)
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 / 両エッジを検出)
同期動作 : タイマカウンタ_0、1 (TRDCNT_0、TRDCNT_1) 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
PWM モード : 任意のデューティの PWM 出力が可能
最大 6 相の PWM 出力が可能
PWM3 モード : 正相・逆相がノンオーバーラップの関係にある PWM 波形を 1 相出力可能
リセット同期 PWM モード : 正相・逆相の PWM 波形を 3 相出力可能
相補 PWM モード : 正相・逆相がノンオーバーラップの関係にある PWM 波形を 3 相出力可能
PWM 周期による A/D 変換スタートトリガを設定可能
バッファ動作 : 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
- 内部 16 ビットバスによる高速アクセス
TRDCNT、GR の 16 ビットレジスタに対して、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
- タイマ出力初期値を任意に設定可能
- 外部トリガによるタイマ出力禁止機能

- 割り込み要因：11種類

各チャンネルともコンペアマッチ / インพุットキャプチャ兼用割り込み × 4要因、オーバフロー割り込みが要求可能。またチャンネル1はアンドフロー割り込みが設定可能

表 14.1 タイマ RD の機能一覧

項目	チャンネル 0	チャンネル 1
カウントクロック	内部クロック： 、 /2、 /4、 /8、 /32、 40M 外部クロック： FTIOA0 (TCLK)	
ジェネラルレジスタ (アウトプットコンペア / インพุットキャプチャ兼用 レジスタ)	GRA_0、GRB_0、GRC_0、GRD_0	GRA_1、GRB_1、GRC_1、GRD_1
バッファレジスタ	GRC_0、GRD_0	GRC_1、GRD_1
入出力端子	FTIOA0、FTIOB0、FTIOC0、FTIOD0	FTIOA1、FTIOB1、FTIOC1、FTIOD1
カウンタクリア機能	GRA_0 / GRB_0 / GRC_0 / GRD_0 のコンペアマッチまたはインพุットキャプチャ	GRA_1 / GRB_1 / GRC_1 / GRD_1 のコンペアマッチまたはインพุ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พุットキャプチャ機能		
同期動作		
PWM モード		
PWM3 モード		
リセット同期 PWM モード		
相補 PWM モード		
バッファ動作		
割り込み要因	コンペアマッチ / インพุットキャプチャ A0 ~ D0 オーバフロー	コンペアマッチ / インพุットキャプチャ A1 ~ D1 オーバフロー アンドフロー

表 14.2 タイマ RD のチャンネル構成

略称	チャンネル	端子
タイマ RD_0	0	FTIOA0
		FTIOB0
		FTIOC0
		FTIOD0
	1	FTIOA1
		FTIOB1
		FTIOC1
		FTIOD1
チャンネル 0、1 共通		$\overline{\text{TRDOI}}_0$
タイマ RD_1	2	FTIOA2
		FTIOB2
		FTIOC2
		FTIOD2
	3	FTIOA3
		FTIOB3
		FTIOC3
		FTIOD3
チャンネル 2、3 共通		$\overline{\text{TRDOI}}_1$

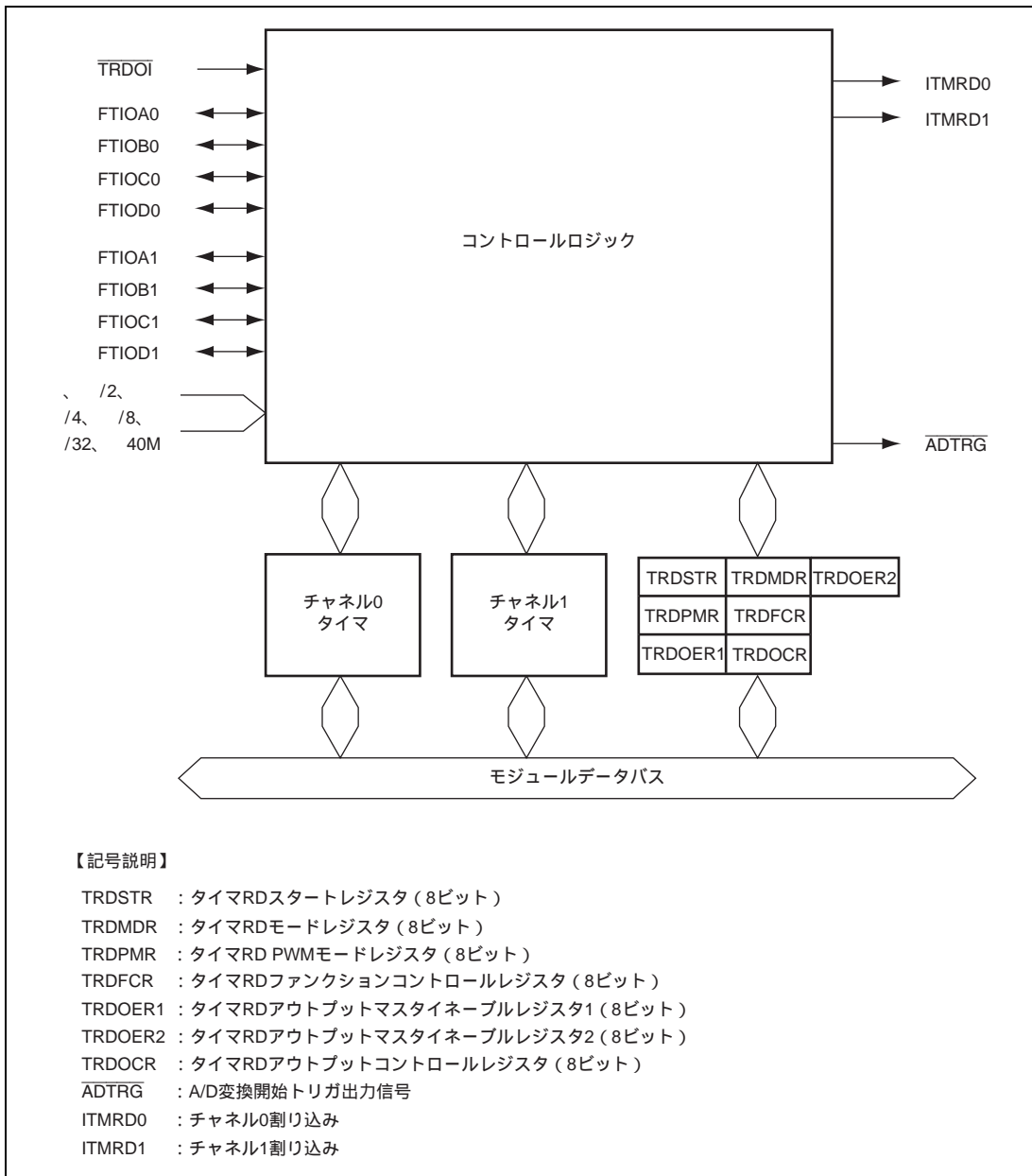


図 14.1 タイマ RD のブロック図

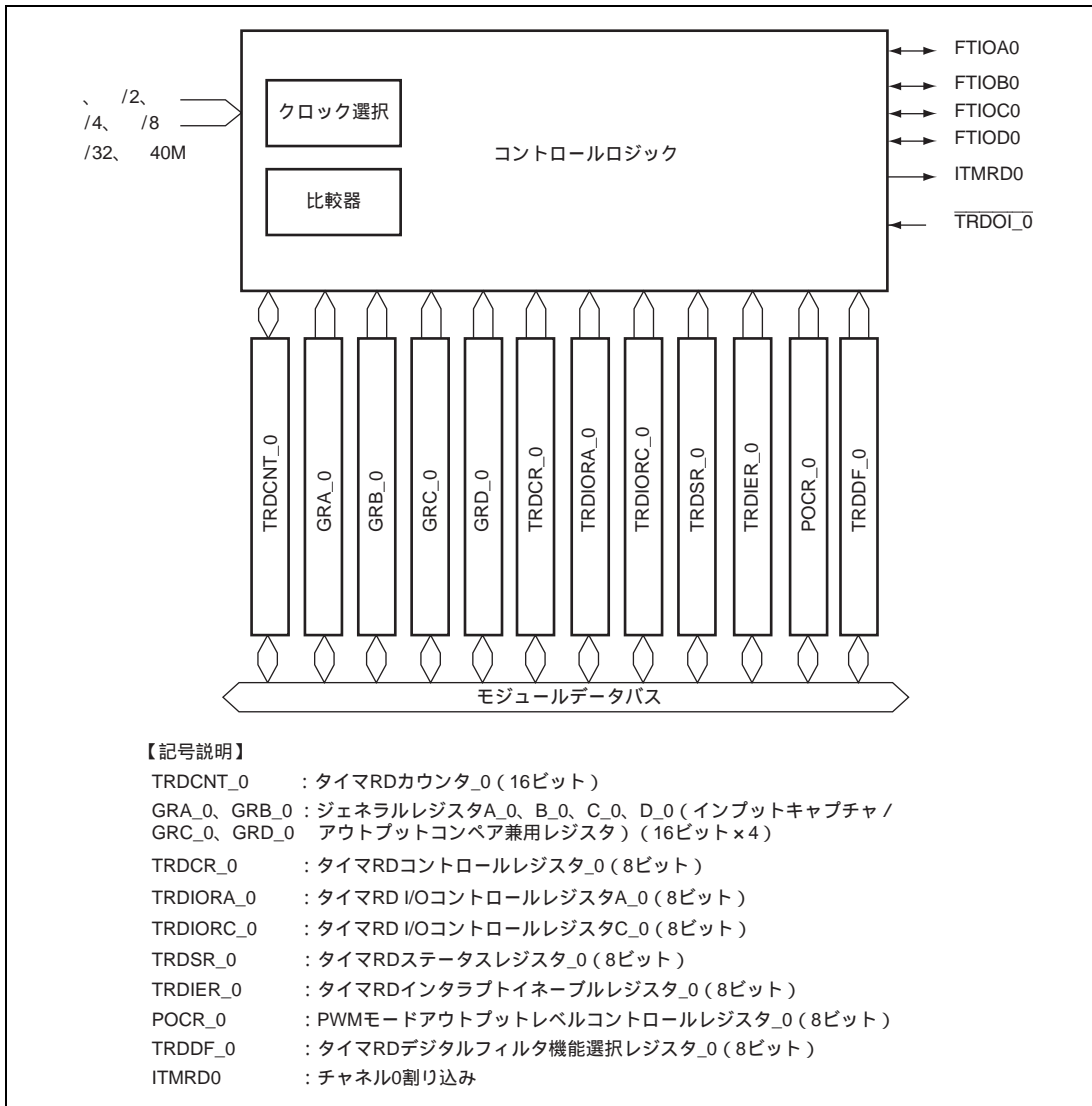


図 14.2 タイマ RD (チャンネル0) のブロック図

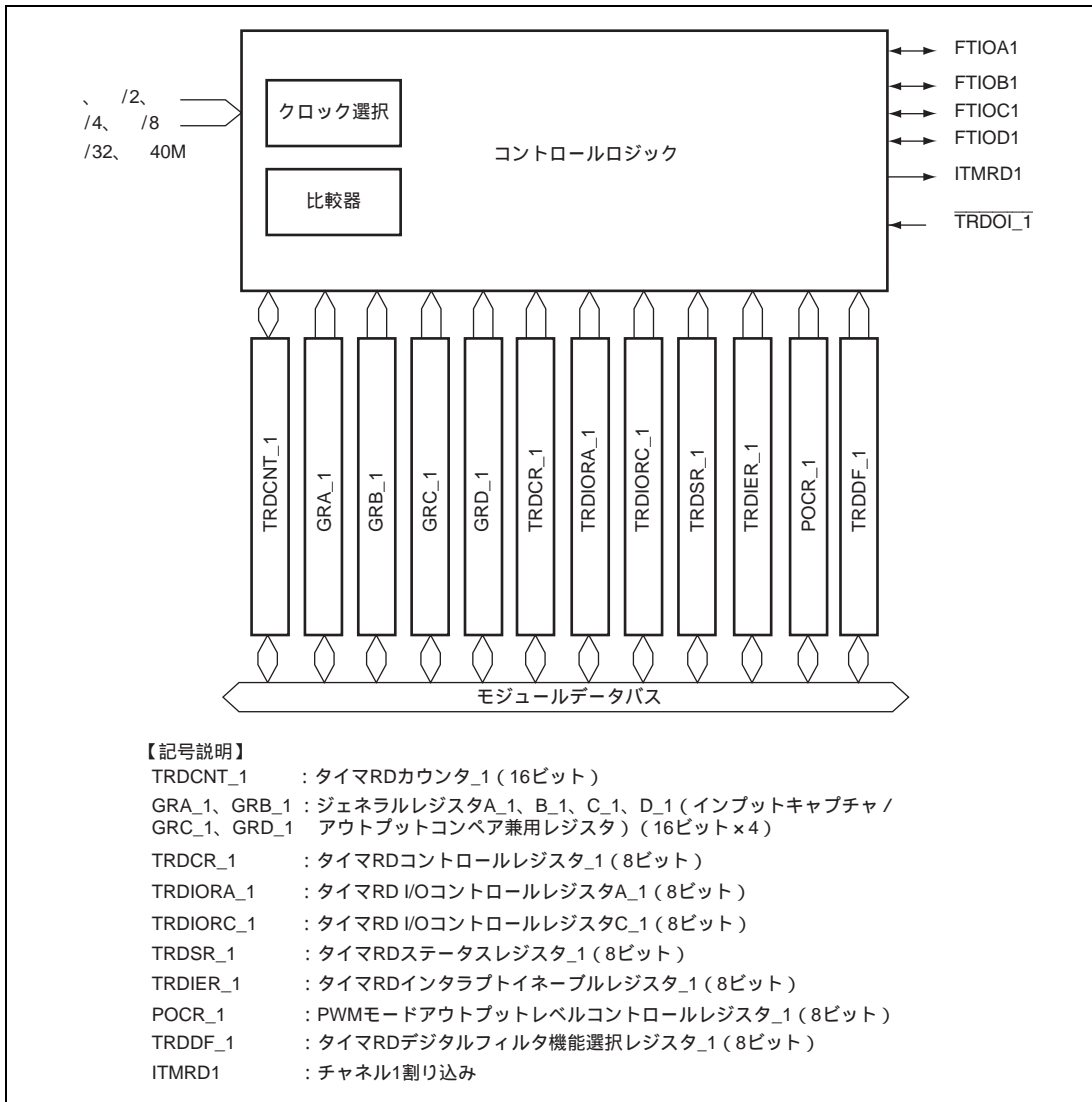


図 14.3 タイマ RD (チャンネル1) のブロック図

14.2 入出力端子

タイマ RD の端子構成を表 14.3 に示します。

表 14.3 端子構成

名称	略称	入出力	機能
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア A0	FTIOA0	入出力	GRA_0 アウトプットコンペア出力 / GRA_0 インプットキャブチャ入力 / 外部クロック入力端子 (TCLK)
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア B0	FTIOB0	入出力	GRB_0 アウトプットコンペア出力 / GRB_0 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア C0	FTIOC0	入出力	GRC_0 アウトプットコンペア出力 / GRC_0 インプットキャブチャ入力 / PWM 同期出力端子 (リセット同期 PWM、相補 PWM モード時)
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア D0	FTIOD0	入出力	GRD_0 アウトプットコンペア出力 / GRD_0 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア A1	FTIOA1	入出力	GRA_1 アウトプットコンペア出力 / GRA_1 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子 (リセット同期 PWM、相補 PWM モード時)
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア B1	FTIOB1	入出力	GRB_1 アウトプットコンペア出力 / GRB_1 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア C1	FTIOC1	入出力	GRC_1 アウトプットコンペア出力 / GRC_1 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子
インプットキャブチャ/ アウトプットコンペア D1	FTIOD1	入出力	GRD_1 アウトプットコンペア出力 / GRD_1 インプットキャブチャ入力 / PWM 出力端子
タイマ出力制御	TRDOI	入力	タイマ出力禁止 / 許可制御入力端子

14.3 レジスタの説明

タイマ RD には以下のレジスタがあります。

共通

- タイマRDスタートレジスタ (TRDSTR)
- タイマRDモードレジスタ (TRDMDR)
- タイマRD PWMモードレジスタ (TRDPMR)
- タイマRDファンクションコントロールレジスタ (TRDFCR)
- タイマRDアウトプットマスタイネーブルレジスタ1 (TRDOER1)
- タイマRDアウトプットマスタイネーブルレジスタ2 (TRDOER2)
- タイマRDアウトプットコントロールレジスタ (TRDOCR)

チャンネル0

- タイマRDコントロールレジスタ_0 (TRDCR_0)
- タイマRD I/OコントロールレジスタA_0 (TRDIORA_0)
- タイマRD I/OコントロールレジスタC_0 (TRDIORC_0)
- タイマRDステータスレジスタ_0 (TRDSR_0)
- タイマRDインタラプトイネーブルレジスタ_0 (TRDIER_0)
- PWMモードアウトプットレベルコントロールレジスタ_0 (POCR_0)
- タイマRDデジタルフィルタ機能選択レジスタ_0 (TRDDF_0)
- タイマRDカウンタ_0 (TRDCNT_0)
- ジェネラルレジスタA_0 (GRA_0)
- ジェネラルレジスタB_0 (GRB_0)
- ジェネラルレジスタC_0 (GRC_0)
- ジェネラルレジスタD_0 (GRD_0)

チャンネル1

- タイマRDコントロールレジスタ_1 (TRDCR_1)
- タイマRD I/OコントロールレジスタA_1 (TRDIORA_1)
- タイマRD I/OコントロールレジスタC_1 (TRDIORC_1)
- タイマRDステータスレジスタ_1 (TRDSR_1)
- タイマRDインタラプトイネーブルレジスタ_1 (TRDIER_1)
- PWMモードアウトプットレベルコントロールレジスタ_1 (POCR_1)
- タイマRDデジタルフィルタ機能選択レジスタ_1 (TRDDF_1)
- タイマRDカウンタ_1 (TRDCNT_1)
- ジェネラルレジスタA_1 (GRA_1)
- ジェネラルレジスタB_1 (GRB_1)
- ジェネラルレジスタC_1 (GRC_1)
- ジェネラルレジスタD_1 (GRD_1)

14.3.1 タイマ RD スタートレジスタ (TRDSTR)

TRDSTR は TRDCNT の動作 / 停止を選択します。本レジスタを書き換える場合は、必ず MOV 命令を使用してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	-	すべて 1	-	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。
3	CSTPN1	1	R/W	チャンネル 1 カウンタストップ 0: TRDCNT_1 と GRA_1 のコンペアマッチが起こったときカウントを停止 1: TRDCNT_1 と GRA_1 のコンペアマッチが起こったときカウントを継続 コンペアマッチによるカウント停止後、カウント再開する際はこのビットを 1 に設定してください。
2	CSTPN0	1	R/W	チャンネル 0 カウンタストップ 0: TRDCNT_0 と GRA_0 のコンペアマッチが起こったときカウントを停止 1: TRDCNT_0 と GRA_0 のコンペアマッチが起こったときカウントを継続 コンペアマッチによるカウント停止後、カウント再開する際はこのビットを 1 に設定してください。
1	STR1	0	R/W	チャンネル 1 カウンタスタート このビットが 0 のとき TRDCNT_1 はカウント動作を停止し、1 のときカウント動作を行います。 [セット条件] • 1 ライトしたとき [クリア条件] • CSTPN1 ビットが 1 に設定されていて、0 ライトしたとき • CSTPN1 ビットが 0 に設定されていて、コンペアマッチ A1 信号が発生したとき
0	STR0	0	R/W	チャンネル 0 カウンタスタート このビットが 0 のとき TRDCNT_0 はカウント動作を停止し、1 のときカウント動作を行います。 [セット条件] • 1 ライトしたとき [クリア条件] • CSTPN0 ビットが 1 に設定されていて、0 ライトしたとき • CSTPN0 ビットが 0 に設定されていて、コンペアマッチ A0 信号が発生したとき

PWM3 モード時に、TRDCR の CCLR2~0 ビットに GRA_0 のコンペアマッチで TRDCNT_0 クリアを設定した場合のカウンタ停止動作例を図 14.4、図 14.5 に示します。PWM3 モードの詳細は「14.4.8 PWM3 モード」を参照してください。

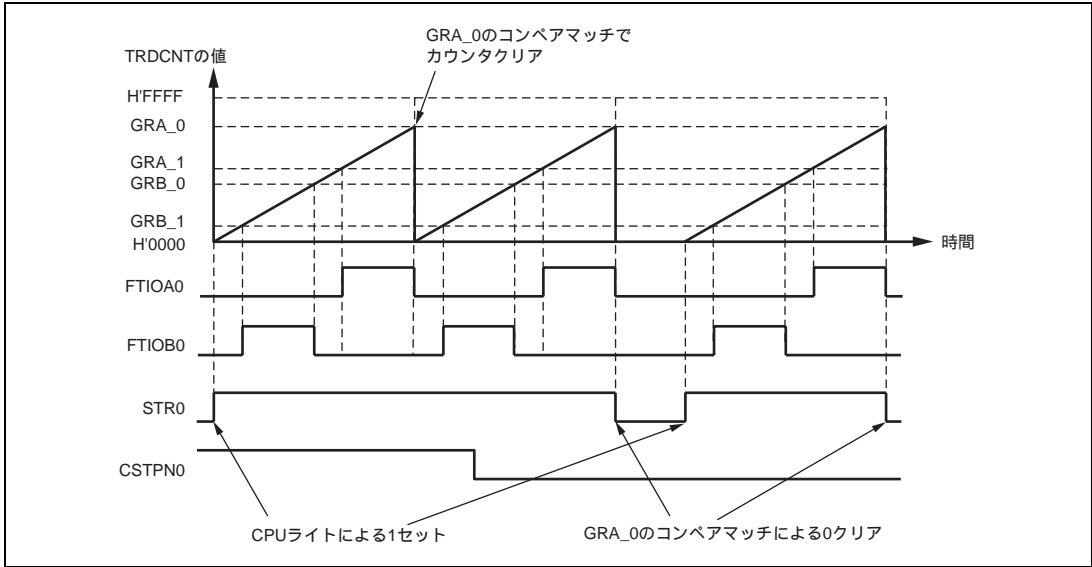


図 14.4 カウンタ停止動作例 (1) (PWM3 モード時)

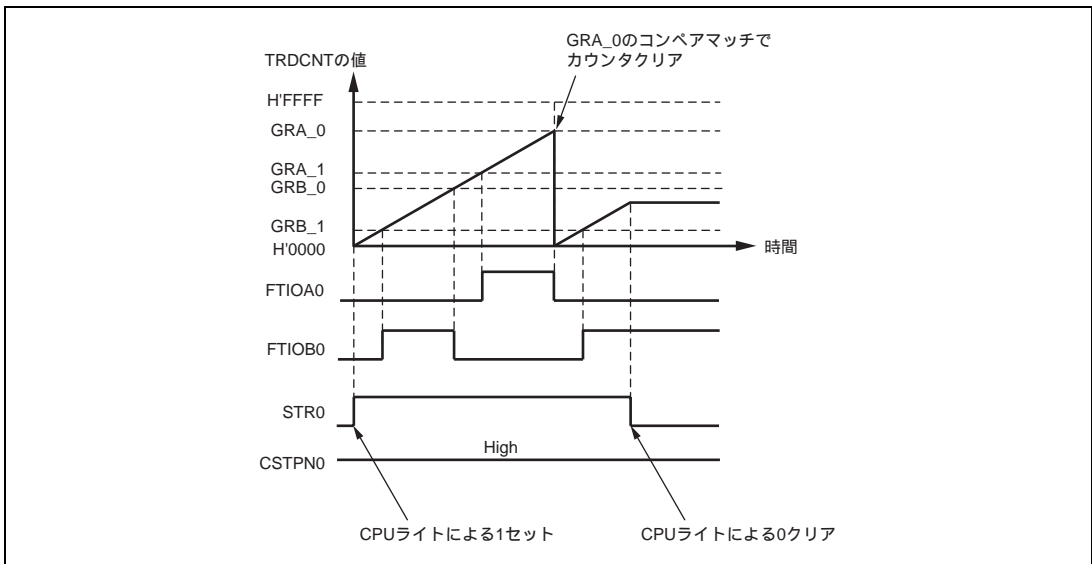


図 14.5 カウンタ停止動作例 (2) (PWM3 モード時)

図 14.6 は PWM3 モード時に TRDCNT_0 を GRA_0 のコンペアマッチでカウンタクリアおよびカウント停止に設定し (CCLR2~0=001、CSTPN0=0)、TRDCNT_1 をフリーランカウンタとして使用した場合のカウンタ開始・停止動作例です。STR0 ビットを 1 に設定して TRDCNT_0 のカウント開始後、STR1 ビットを 1 に設定して TRDCNT_1 のカウント開始を行う場合、STR0 ビットには 0、STR1 ビットには 1 を設定し、MOV 命令を使用してライトしてください。ビット操作命令を使用して STR1 ビットに 1 を設定すると、GRA_0 のコンペアマッチでカウンタ動作停止後、STR0 ビットに 1 がライトされ、再び TRDCNT_0 がカウントを開始する場合があります。

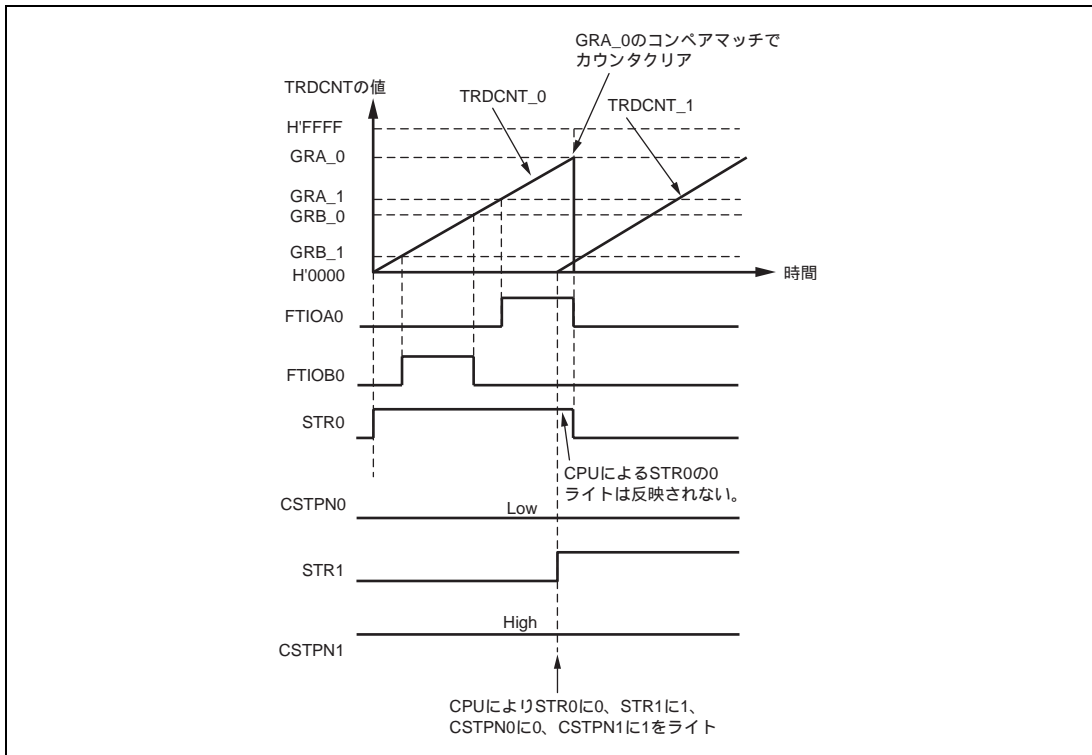


図 14.6 カウンタ開始・停止例 (PWM3 モード時)

14.3.2 タイマ RD モードレジスタ (TRDMDR)

TRDMDR はバッファ動作の設定、同期動作を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	BFD1	0	R/W	バッファ動作 D1 0 : GRD_1 は通常動作 1 : GRB_1 と GRD_1 はバッファ動作
6	BFC1	0	R/W	バッファ動作 C1 0 : GRC_1 は通常動作 1 : GRA_1 と GRC_1 はバッファ動作
5	BFD0	0	R/W	バッファ動作 D0 0 : GRD_0 は通常動作 1 : GRB_0 と GRD_0 はバッファ動作
4	BFC0	0	R/W	バッファ動作 C0 0 : GRC_0 は通常動作 1 : GRA_0 と GRC_0 はバッファ動作
3~1	-	すべて 1	-	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。
0	SYNC	0	R/W	タイマ同期 0 : TRDCNT_1、TRDCNT_0 はそれぞれ別々のタイマとして動作 1 : TRDCNT_1、TRDCNT_0 は同期動作 各チャンネルとも同期プリセット / 同期クリアが可能

14.3.3 タイマ RD PWM モードレジスタ (TRDPMR)

TRDPMR は端子を PWM モードに設定することができます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	-	1	-	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。
6	PWMD1	0	R/W	PWM モード D1 0 : FTIOD1 は通常動作 1 : FTIOD1 は PWM モード
5	PWMC1	0	R/W	PWM モード C1 0 : FTIOC1 は通常動作 1 : FTIOC1 は PWM モード
4	PWMB1	0	R/W	PWM モード B1 0 : FTIOB1 は通常動作 1 : FTIOB1 は PWM モード
3	-	1	-	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。
2	PWMD0	0	R/W	PWM モード D0 0 : FTIOD0 は通常動作 1 : FTIOD0 は PWM モード
1	PWMC0	0	R/W	PWM モード C0 0 : FTIOC0 は通常動作 1 : FTIOC0 は PWM モード
0	PWMB0	0	R/W	PWM モード B0 0 : FTIOB0 は通常動作 1 : FTIOB0 は PWM モード

14.3.4 タイマ RD ファンクションコントロールレジスタ (TRDFCR)

TRDFCR は各動作モードの設定や出力レベルの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PWM3	1	R/W	<p>PWM3 モードセレクト</p> <p>PWM3 モードの選択を行います。</p> <p>0 : PWM3 モードを選択する</p> <p>1 : PWM3 モードを選択しない</p> <p>CMD1=0、CMD0=0 のとき、本設定が有効になります。また、PWM3 モード選択時、TRDPMR、TRDIORA、TRDIORC の設定は無効です。</p>
6	STCLK	0	R/W	<p>外部クロック入力セレクト</p> <p>0 : 外部クロック入力は無効</p> <p>1 : 外部クロック入力は有効</p>
5	ADEG	0	R/W	<p>A/D トリガエッジセレクト</p> <p>A/D モジュールを外部トリガで A/D 変換開始の設定にしてください。</p> <p>0 : 相補 PWM モード時、山で A/D トリガ</p> <p>1 : 相補 PWM モード時、谷で A/D トリガ</p>
4	ADTRG	0	R/W	<p>外部トリガディスエーブル</p> <p>0 : 相補 PWM モード時、PWM 周期の A/D トリガを無効</p> <p>1 : 相補 PWM モード時、PWM 周期の A/D トリガを有効</p>
3	OLS1	0	R/W	<p>出力レベルセレクト 1</p> <p>リセット同期 PWM モード / 相補 PWM モード時に逆相の出力レベルを選択します。</p> <p>0 : 初期出力はハイレベル、アクティブレベルはローレベル</p> <p>1 : 初期出力はローレベル、アクティブレベルはハイレベル</p>
2	OLS0	0	R/W	<p>出力レベルセレクト 0</p> <p>リセット同期 PWM モード / 相補 PWM モード時に、正相の出力レベルを選択します。</p> <p>0 : 初期出力はハイレベル、アクティブレベルはローレベル</p> <p>1 : 初期出力はローレベル、アクティブレベルはハイレベル</p> <p>OLS1=0、OLS0=0 の場合のリセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードの出力例を図 14.7 に示します。</p>
1	CMD1	0	R/W	<p>コンビネーションモード 1、0</p> <p>00 : チャンネル 0、1 は通常動作</p> <p>01 : チャンネル 0、1 を組み合わせ、リセット同期 PWM モードで動作</p> <p>10 : チャンネル 0、1 を組み合わせ、相補 PWM モードで動作 (谷で転送)</p> <p>11 : チャンネル 0、1 を組み合わせ、相補 PWM モードで動作 (山で転送)</p> <p>【注】 これらのビットによりリセット同期 PWM モード、または相補 PWM モードに設定した場合、TRDPMR の各ビットによる PWM モードの設定よりも優先されます。なお、リセット同期 PWM モード、および相補 PWM モードの設定は、TRDCNT_0、TRDCNT_1 を停止させた状態で行ってください。</p>
0	CMD0	0	R/W	

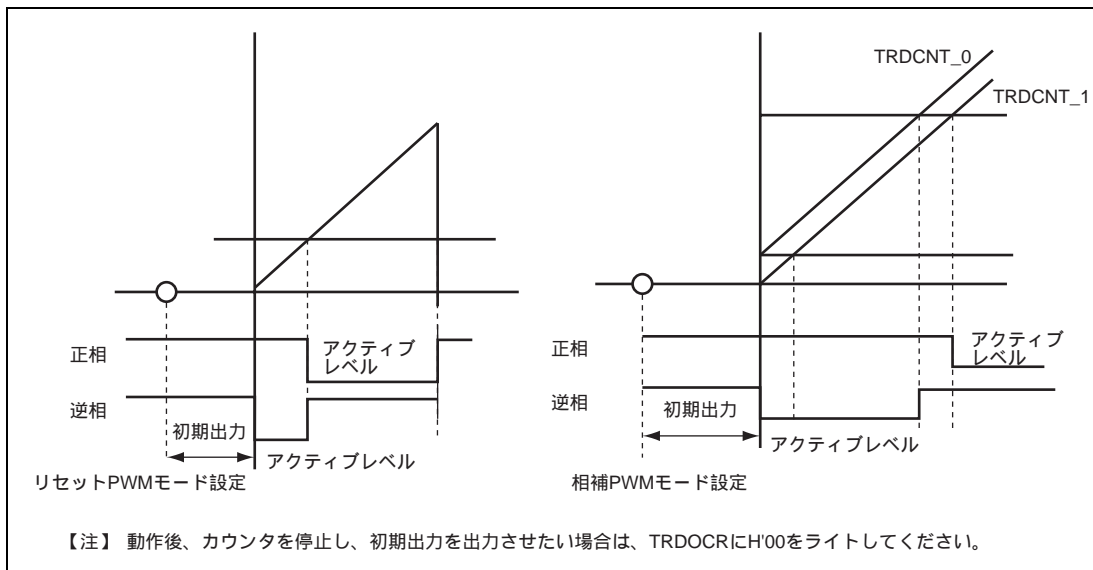


図 14.7 リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードの出力例

14.3.5 タイマ RD アウトプットマスタイネーブルレジスタ 1 (TRDOER1)

TRDOER1 はチャンネル 0、1 の出力を許可 / 禁止します。 $\overline{\text{TRDOI}}$ 端子入力設定時に、 $\overline{\text{TRDOI}}$ 端子に Low レベルを入力すると各ビットが 1 にセットされ、タイマ RD の出力は禁止されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	ED1	1	R/W	マスタイネーブル D1 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_1 の設定に従い、FTIOD1 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_1 の設定にかかわらず FTIOD1 端子の出力は禁止 (FTIOD1 端子は入出力ポートとして動作)
6	EC1	1	R/W	マスタイネーブル C1 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_1 の設定に従い、FTIOC1 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_1 の設定にかかわらず FTIOC1 端子の出力は禁止 (FTIOC1 端子は入出力ポートとして動作)
5	EB1	1	R/W	マスタイネーブル B1 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_1 の設定に従い、FTIOB1 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_1 の設定にかかわらず FTIOB1 端子の出力は禁止 (FTIOB1 端子は入出力ポートとして動作)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
4	EA1	1	R/W	マスタイネーブル A1 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_1 の設定に従い、FTIOA1 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_1 の設定にかかわらず FTIOA1 端子の出力は禁止 (FTIOA1 端子は入出力ポートとして動作)
3	ED0	1	R/W	マスタイネーブル D0 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_0 の設定に従い、FTIOD0 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_0 の設定にかかわらず FTIOD0 端子の出力は禁止 (FTIOD0 端子は入出力ポートとして動作)
2	EC0	1	R/W	マスタイネーブル C0 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_0 の設定に従い、FTIOC0 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORC_0 の設定にかかわらず FTIOC0 端子の出力は禁止 (FTIOC0 端子は入出力ポートとして動作)
1	EB0	1	R/W	マスタイネーブル B0 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_0 の設定に従い、FTIOB0 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_0 の設定にかかわらず FTIOB0 端子の出力は禁止 (FTIOB0 端子は入出力ポートとして動作)
0	EA0	1	R/W	マスタイネーブル A0 0: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_0 の設定に従い、FTIOA0 端子の出力は許可 1: TRDPMR、TRDFCR、TRDIORA_0 の設定にかかわらず FTIOA0 端子の出力は禁止 (FTIOA0 端子は入出力ポートとして動作)

14.3.6 タイマ RD アウトプットマスタイネーブルレジスタ 2 (TRDOER2)

TRDOER2 はチャンネル 0、1 の出力禁止モードを設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PTO	0	R/W	タイマ出力禁止モード 0: $\overline{\text{TRDOI}}$ 端子に Low レベルを入力しても、TRDOER1 の各ビットが 1 にセットされない 1: $\overline{\text{TRDOI}}$ 端子に Low レベルを入力することにより、TRDOER1 の各ビットが 1 にセットされる
6~0	-	すべて 1	-	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。

14.3.7 タイマ RD アウトプットコントロールレジスタ (TRDOCR)

TRDOCR はコンペアマッチが最初にかかるまでの初期出力を設定します。なお、リセット同期 PWM モード、相補 PWM モードの場合、本レジスタの設定には依存せず、TRDFCR の OLS1、OLS0 ビットの設定に従います。PWM3 モードにおいては、FTIOA0、FTIOB0 端子の出力設定を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TOD1	0	R/W	出力レベルセレクト D1 0 : FTIOD1 は 0 出力* 1 : FTIOD1 は 1 出力*
6	TOC1	0	R/W	出力レベルセレクト C1 0 : FTIOC1 は 0 出力* 1 : FTIOC1 は 1 出力*
5	TOB1	0	R/W	出力レベルセレクト B1 0 : FTIOB1 は 0 出力* 1 : FTIOB1 は 1 出力*
4	TOA1	0	R/W	出力レベルセレクト A1 0 : FTIOA1 は 0 出力* 1 : FTIOA1 は 1 出力*
3	TOD0	0	R/W	出力レベルセレクト D0 0 : FTIOD0 は 0 出力* 1 : FTIOD0 は 1 出力*
2	TOC0	0	R/W	出力レベルセレクト C0 0 : FTIOC0 は 0 出力* 1 : FTIOC0 は 1 出力*
1	TOB0	0	R/W	PWM3 モード以外するとき 出力レベルセレクト B0 0 : FTIOB0 は 0 出力* 1 : FTIOB0 は 1 出力* PWM3 モードのとき 0 : GRB_1 のコンペアマッチで FTIOB0 は 1 出力、GRB_0 のコンペアマッチで FTIOB0 は 0 出力 1 : GRB_1 のコンペアマッチで FTIOB0 は 0 出力、GRB_0 のコンペアマッチで FTIOB0 は 1 出力

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	TOA0	0	R/W	PWM3 モード以外のとき 出力レベルセレクト A0 0 : FTIOA0 は 0 出力* 1 : FTIOA0 は 1 出力* PWM3 モードのとき 0 : GRA_1 のコンペアマッチで FTIOA0 は 1 出力、GRA_0 のコンペアマッ チで FTIOA0 は 0 出力 1 : GRA_1 のコンペアマッチで FTIOA0 は 0 出力、GRA_0 のコンペアマッ チで FTIOA0 は 1 出力

【注】 * 出力値は変更した時点で反映されます。

14.3.8 タイマ RD カウンタ (TRDCNT)

TRDCNT は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各チャンネルに 1 本、計 2 本あります。入力したクロックによりカウント動作を行います。入力するクロックは、TRDCR の TPSC2 ~ TPSC0 ビットにより選択します。TRDCNT は相補 PWM モード時にアップ/ダウンカウンタ動作を行い、それ以外の場合はアップカウンタ動作を行います。

TRDCNT は、対応する GRA、GRB、GRC、GRD とのコンペアマッチ、または GRA、GRB、GRC、GRD へのインプットキャプチャにより H'0000 にクリアすることができます (カウンタクリア機能)。TRDCNT がオーバフローすると、対応するチャンネルの TRDSR の OVF フラグが 1 にセットされます。TRDCNT_1 がアンダフローすると、TRDSR の UDF フラグが 1 にセットされます。なお TRDCNT カウンタの 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。

14.3.9 ジェネラルレジスタ A、B、C、D (GRA、GRB、GRC、GRD)

GR は 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、各チャンネルに 4 本、計 8 本あります。

アウトプットコンペアレジスタとインプットキャプチャレジスタの機能の切り替えを TRDIORA、TRDIORC により行います。

アウトプットコンペアレジスタとして使用しているときは、GR と TRDCNT の値は常に比較されています。両者の値が一致すると TRDSR の IMFA ~ IMFD フラグが 1 にセットされます。TRDIORA、TRDIORC によりコンペアマッチ出力を設定することができます。

インプットキャプチャレジスタとして使用しているときは、外部からの信号を検出して TRDCNT の値を格納します。このとき対応する TRDSR の IMFA ~ IMFD フラグが 1 にセットされます。インプットキャプチャ信号の検出エッジ選択は TRDIORA、TRDIORC により行います。

PWM モード、相補 PWM モード、またはリセット同期 PWM モードに設定されている場合には、TRDIORA、TRDIORC の設定値は無視されます。GR はリセット時にアウトプットコンペアレジスタ (端子出力なし) に設定され、H'FFFF に初期化されます。なお GR 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。

14.3.10 タイマ RD コントロールレジスタ (TRDCR)

TRDCR は TRDCNT のカウンタクロック選択、外部クロック選択時のエッジ選択、およびカウンタクリア要因の選択を行います。TRDCR は各チャンネルに 1 本、計 2 本の TRDCR があります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7 6 5	CCLR2 CCLR1 CCLR0	0 0 0	R/W R/W R/W	カウンタクリア 2~0 000: TRDCNT のクリア禁止 001: GRA のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TRDCNT クリア*1 010: GRB のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TRDCNT クリア*1 011: 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に同期して TRDCNT をクリア*2 100: TRDCNT のクリア禁止 101: GRC のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TRDCNT クリア*1 110: GRD のコンペアマッチ / インพุットキャプチャで TRDCNT クリア*1 111: 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に同期して TRDCNT をクリア*2
4 3	CKEG1 CKEG0	0 0	R/W R/W	クロックエッジ 1、0 00: 立ち上がりエッジでカウント 01: 立ち下がりエッジでカウント 1X: 立ち上がり / 立ち下がり両エッジでカウント
2 1 0	TPSC2 TPSC1 TPSC0	0 0 0	R/W R/W R/W	タイマプリスケータ 2~0 000: 内部クロック : でカウント 001: 内部クロック : /2 でカウント 010: 内部クロック : /4 でカウント 011: 内部クロック : /8 でカウント 100: 内部クロック : /32 でカウント 101: 外部クロック : FTIOA0 (TCLK) 端子入力でカウント 110: 内部クロック : 40M でカウント 111: リザーブ (設定しないでください) 内部クロック を選択した場合、サブアクティブ、サブスリープモードではサブクロックをカウントします。 【注】内部クロック 40M を選択する場合は、必ずオンチップオシレータが動作している状態で行ってください。 カウンタクロックを切り替える場合は、カウンタが停止した状態で行ってください。

【注】 *1 GR がアウトプットコンペアレジスタとして機能しているとき、コンペアマッチによりクリアされます。GR がインพุットキャプチャとして機能しているとき、インพุットキャプチャによりクリアされます。

*2 同期動作の設定は TRDMDR によって行います。

X: Don't care

14.3.11 タイマ RD I/O コントロールレジスタ (TRDIORA、TRDIORC)

TRDIOR はジェネラルレジスタ (GR) の制御を行います。TRDIOR は TRDIORA と TRDIORC から構成されており、各チャンネルに 2 本、計 4 本あります。PWM モード、PWM3 モード、相補 PWM モード、およびリセット同期 PWM モードに設定したとき、TRDIOR の設定は無効となります。

- TRDIORA

TRDIORA は GRA、GRB をアウトプットコンペアレジスタとして使用するか、インプットキャプチャレジスタとして使用するかを選択します。アウトプットコンペアレジスタを選択した場合は出力設定を選択し、インプットキャプチャレジスタを選択した場合はインプットキャプチャ信号の入力エッジを選択します。また FTIOA 端子、FTIOB 端子の機能を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	1	-	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。
6	IOB2	0	R/W	I/O コントロール B2 GRB の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インプットキャプチャレジスタとして機能
5	IOB1	0	R/W	I/O コントロール B1、B0 IOB2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 0 出力 10 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 1 出力 11 : GRB のコンペアマッチで FTIOB 端子へトグル出力 IOB2 = 1 のとき 00 : FTIOB 端子の立ち上がりエッジで GRB へインプットキャプチャ 01 : FTIOB 端子の立ち下がりエッジで GRB へインプットキャプチャ 1X : FTIOB 端子の立ち上がり / 立ち下がりの両エッジで GRB へインプットキャプチャ
4	IOB0	0	R/W	
3	-	1	-	リザーブビットです。0 をライトしないでください。
2	IOA2	0	R/W	I/O コントロール A2 GRA の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インプットキャプチャレジスタとして機能

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	IOA1	0	R/W	I/O コントロール A1、A0
0	IOA0	0	R/W	IOA2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 0 出力 10 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 1 出力 11 : GRA のコンペアマッチで FTIOA 端子へトグル出力 IOA2 = 1 のとき 00 : FTIOA 端子の立ち上がりエッジで GRA ヘインプットキャプチャ 01 : FTIOA 端子の立ち下がりエッジで GRA ヘインプットキャプチャ 1X : FTIOA 端子の立ち上がり / 立ち下がりの両エッジで GRA ヘインプットキャプチャ

【注】 X : Don't care

パuffer動作を行うときは、TRDIORA と TRDIORC の IOA2 ビット、IOB2 ビット、IOC2 ビット、IOD2 ビットにおいて、ペアとなる GR については同じ値を設定してください。IOA3 ビットは TRDIORA_0 のみ存在します。

• TRDIORC

TRDIORC は GRC、GRD をアウトプットコンペアレジスタとして使用するか、インプットキャプチャレジスタとして使用するかを選択します。アウトプットコンペアレジスタを選択した場合は出力設定を選択し、インプットキャプチャレジスタを選択した場合はインプットキャプチャ信号の入力エッジを選択します。また FTIOA ~ FTIOD 端子の機能を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IOD3	1	R/W	I/O コントロール D3 GRD の FTIOB 端子または FTIOD 端子の GR として使用 0 : GRD を FTIOB 端子の GR として使用 1 : GRD を FTIOD 端子の GR として使用
6	IOD2	0	R/W	I/O コントロール D2 GRD の機能を選択します。 0 : アウトプットコンペアレジスタとして機能 1 : インプットキャプチャレジスタとして機能

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
5 4	IOD1 IOD0	0 0	R/W R/W	I/O コントロール D1、D0 IOD3 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRD のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 0 出力 10 : GRD のコンペアマッチで FTIOB 端子へ 1 出力 11 : GRD のコンペアマッチで FTIOB 端子へトグル出力 IOD3 = 1、IOD2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へ 0 出力 10 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へ 1 出力 11 : GRD のコンペアマッチで FTIOD 端子へトグル出力 IOD3 = 1、IOD2 = 1 のとき 00 : FTIOD 端子の立ち上がりエッジで GRD ヘインブットキャプチャ 01 : FTIOD 端子の立ち下がりエッジで GRD ヘインブットキャプチャ 1X : FTIOD 端子の立ち上がり / 立ち下がりの両エッジで GRD ヘインブットキャプチャ
3	IOC3	1	R/W	I/O コントロール C3 GRC の FTIOA 端子または FTIOC 端子の GR として使用 0 : GRC を FTIOA 端子の GR として使用 1 : GRC を FTIOC 端子の GR として使用
2	IOC2	0	R/W	I/O コントロール C2 GRC の機能を選択します。 0 : アウトブットコンペアレジスタとして機能 1 : インブットキャプチャレジスタとして機能
1 0	IOC1 IOC0	0 0	R/W R/W	I/O コントロール C1、C0 IOC3 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRC のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 0 出力 10 : GRC のコンペアマッチで FTIOA 端子へ 1 出力 11 : GRC のコンペアマッチで FTIOA 端子へトグル出力 IOC3 = 1、IOC2 = 0 のとき 00 : コンペアマッチによる端子出力禁止 01 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へ 0 出力 10 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へ 1 出力 11 : GRC のコンペアマッチで FTIOC 端子へトグル出力 IOC3 = 1、IOC2 = 1 のとき 00 : FTIOC 端子の立ち上がりエッジで GRC ヘインブットキャプチャ 01 : FTIOC 端子の立ち下がりエッジで GRC ヘインブットキャプチャ 1X : FTIOC 端子の立ち上がり / 立ち下がりの両エッジで GRC ヘインブットキャプチャ

【注】 X : Don't care

バッファ動作を行うときは、TRDIORA と TRDIORC の IOA2 ビット、IOB2 ビット、IOC2 ビット、IOD2 ビットにおいて、ペアとなる GR については同じ値を設定してください。

14.3.12 タイマ RD ステータスレジスタ (TRDSR)

TRDSR は TRDCNT のオーバーフロー / アンダフローの発生、および GRA、GRB、GRC、GRD のコンペアマッチ / インพุットキャプチャの発生を示します。これらのフラグは割り込み要因であり、TRDIER の対応するビットにより割り込みが許可されると CPU に割り込みを要求します。TRDSR は各チャンネル 1 本、計 2 本あります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7、6	-	すべて 1	-	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。
5	UDF*	0	R/W	アンダフローフラグ [セット条件] • TRDCNT_1 がアンダフローしたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
4	OVF	0	R/W	オーバーフローフラグ [セット条件] • TRDCNT の値がオーバーフローしたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
3	IMFD	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ D [セット条件] • GRD 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、TRDCNT = GRD になったとき • FTIOD 端子が PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRD になったとき • PWM3 モード、リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRD になったとき • GRD がインพุットキャプチャレジスタ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 TRDCNT の値が GRD に転送されたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
2	IMFC	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチフラグ C [セット条件] • GRC 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、TRDCNT = GRC になったとき • FTIOC 端子が PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRC になったとき • PWM3 モード、リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRC になったとき • GRC がインพุットキャプチャレジスタ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 TRDCNT の値が GRC に転送されたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	IMFB	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチフラグ B [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • GRB 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、TRDCNT = GRB になったとき • FTIOB 端子が PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRB になったとき • PWM モード、PWM3 モード、リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRB になったとき (ただし、リセット同期 PWM モード時は、TRDCNT_0 = GRB_1 および TRDCNT_0 = GRB_0 になったとき) • GRB がインプットキャプチャレジスタ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 TRDCNT の値が GRB に転送されたとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
0	IMFA	0	R/W	インプットキャプチャ / コンペアマッチフラグ A [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • GRA 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、TRDCNT = GRA になったとき • PWM モード、PWM3 モード、リセット同期 PWM モードおよび相補 PWM モードで動作している場合、TRDCNT = GRA になったとき (ただし、リセット同期 PWM モード時は、TRDCNT_0 = GRA_1 および TRDCNT_0 = GRA_0 になったとき) • GRA がインプットキャプチャレジスタ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 TRDCNT の値が GRA に転送されたとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

【注】 * TRDSR_0 には、UDF フラグはありません。TRDSR_0 のビット 5 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。

14.3.13 タイマ RD インタラプトイネーブルレジスタ (TRDIER)

TRDIER はオーバフロー割り込み要求、GR のコンペアマッチ / インพุットキャプチャ割り込み要求の許可 / 禁止を制御します。TRDIER は各チャンネルに 1 本、計 2 本あります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~5	-	すべて 1	-	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。
4	OVIE	0	R/W	オーバフローインタラプトイネーブル 0 : OVF、UDF フラグによる割り込み (OVI) 要求を禁止 1 : OVF、UDF フラグによる割り込み (OVI) 要求を許可
3	IMIED	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチインタラプトイネーブル D 0 : IMFD フラグによる割り込み (IMID) 要求を禁止 1 : IMFD フラグによる割り込み (IMID) 要求を許可
2	IMIEC	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチインタラプトイネーブル C 0 : IMFC フラグによる割り込み (IMIC) 要求を禁止 1 : IMFC フラグによる割り込み (IMIC) 要求を許可
1	IMIEB	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチインタラプトイネーブル B 0 : IMFB フラグによる割り込み (IMIB) 要求を禁止 1 : IMFB フラグによる割り込み (IMIB) 要求を許可
0	IMIEA	0	R/W	インพุットキャプチャ / コンペアマッチインタラプトイネーブル A 0 : IMFA フラグによる割り込み (IMIA) 要求を禁止 1 : IMFA フラグによる割り込み (IMIA) 要求を許可

14.3.14 PWM モードアウトプットレベルコントロールレジスタ (POCR)

POCR は PWM モード時のアクティブレベルの制御をします。POCR は各チャンネルに 1 本、計 2 本あります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	-	すべて 1	-	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。
2	POLD	0	R/W	PWM モードアウトプットレベルコントロール D 0 : FTIOD の出力レベルはローアクティブ 1 : FTIOD の出力レベルはハイアクティブ
1	POLC	0	R/W	PWM モードアウトプットレベルコントロール C 0 : FTIOC の出力レベルはローアクティブ 1 : FTIOC の出力レベルはハイアクティブ
0	POLB	0	R/W	PWM モードアウトプットレベルコントロール B 0 : FTIOB の出力レベルはローアクティブ 1 : FTIOB の出力レベルはハイアクティブ

14.3.15 タイマ RD デジタルフィルタ機能選択レジスタ (TRDDF)

TRDDF は FTIOA ~ FTIOD 端子入力のデジタルフィルタ機能を選択します。TRDIORA、TRDIORC の設定で FTIOA ~ FTIOD 端子を入力に設定した場合に限り、本レジスタの設定が有効になります。

TRDDF は各チャンネルに 1 本、計 2 本あります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	DFCK1	0	R/W	デジタルフィルタ機能で使用するクロックを選択します。 00 : /32 01 : /8 10 : 11 : TRDCR の TPSC2 ~ TPSC0 で選択したクロック
6	DFCK0	0	R/W	
5、4	-	すべて 0	-	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。
3	DFD	0	R/W	FTIOD 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0 : デジタルフィルタ機能なし 1 : デジタルフィルタ機能あり
2	DFC	0	R/W	FTIOC 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0 : デジタルフィルタ機能なし 1 : デジタルフィルタ機能あり
1	DFB	0	R/W	FTIOB 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0 : デジタルフィルタ機能なし 1 : デジタルフィルタ機能あり
0	DFA	0	R/W	FTIOA 端子のデジタルフィルタ機能を選択します。 0 : デジタルフィルタ機能なし 1 : デジタルフィルタ機能あり

14.3.16 CPU とのインタフェース

(1) 16 ビットレジスタ

TRDCNT、GR は 16 ビットのレジスタです。CPU との間のデータバスは 16 ビット幅のため、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 14.8 に示します。

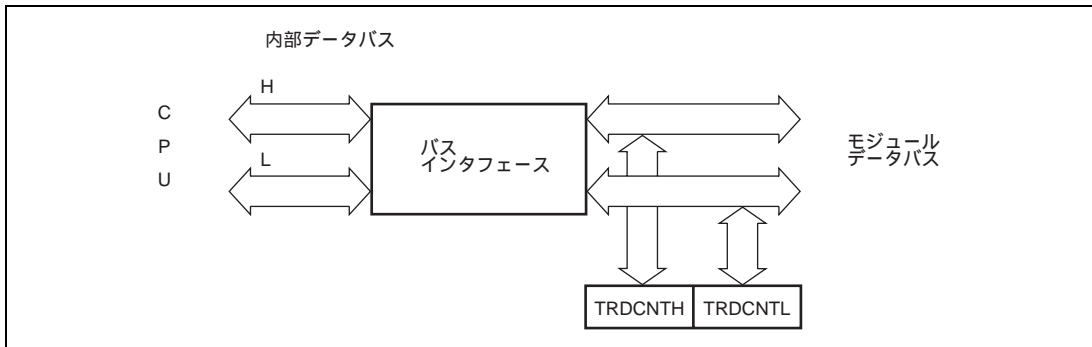


図 14.8 16 ビットレジスタのアクセス動作 (CPU TRDCNT (16 ビット))

(2) 8 ビットレジスタ

TRDCNT、GR 以外のレジスタは 8 ビットのレジスタです。これらのレジスタは CPU と内部 8 ビットの幅で接続されています。8 ビットレジスタのアクセス動作例を図 14.9 に示します。

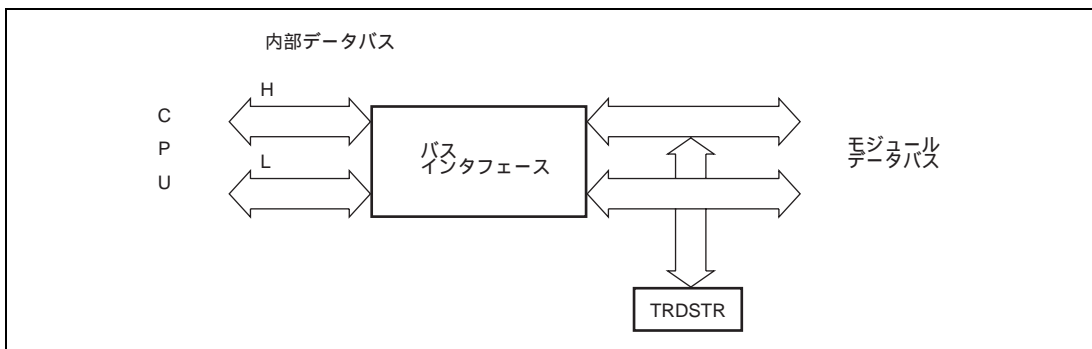


図 14.9 8 ビットレジスタのアクセス動作 (CPU TRDSTR (8 ビット))

14.4 動作説明

タイマ RD には、次の動作モードがあります。

- タイマモード動作

TRDIORAのIOA2～IOA0、IOB2～IOB0ビットの設定、TRDIORCのIOC3～IOC0、IOD3～IOD0ビットの設定を行うことにより、アウトプットコンペア機能および、インプットキャプチャ機能動作を行います。

- PWMモード動作

TRDPMRの設定を行うことにより、PWMモード動作を行います。

- PWM3モード動作

TRDFCRのPWM3ビットの設定を行うことにより、PWM3モード動作を行います。

- リセット同期PWMモード動作

TRDFCRのCMD1、CMD0ビットの設定を行うことにより、リセット同期PWMモード動作を行います。

- 相補PWMモード動作

TRDFCRのCMD1、CMD0ビットの設定を行うことにより、相補PWMモード動作を行います。

以下に FTIOA0～FTIOD0、FTIOA1～FTIOD1 端子の各レジスタ設定値による動作モードを示します。

- FTIOA0端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR			TRDIORA	機 能
ビット名	EA0	STCLK	CMD1、CMD0	PWM3	IOA2～IOA0	
設定値	0	0	00	0	XXX	PWM3 モード波形出力
	0	0	00	1	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	1	XX	1	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
	上記以外					

- FTIOB0端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORA	機 能
ビット名	EB0	CMD1、CMD0	PWM3	PWMB0	IOB2～IOB0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	0	X	XXX	PWM3 モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0					タイマモード
	1				1XX	(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

• FTIOC0端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORC	機 能
ビット名	EC0	CMD1、CMD0	PWM3	PWMC0	IOC2 - IOC0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	0	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

• FTIOD0端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORC	機 能
ビット名	ED0	CMD1、CMD0	PWM3	PWMD0	IOD2 - IOD0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	0	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

• FTIOA1端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDIORA	機 能
ビット名	EA1	CMD1、CMD0	PWM3	IOA2 - IOA0	
設定値	0	10、11	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	1XX	タイマモード
	1				(インプットキャプチャ機能)
上記以外					汎用入出力ポート

● FTIOB1端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORA	機 能
ビット名	EB1	CMD1、CMD0	PWM3	PWMB1	IOB2 - IOB0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	0	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

● FTIOC1端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORC	機 能
ビット名	EC1	CMD1、CMD0	PWM3	PWMC1	IOC2 - IOC0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	0	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

● FTIOD1端子

レジスタ名	TRDOER1	TRDFCR		TRDPMR	TRDIORC	機 能
ビット名	ED1	CMD1、CMD0	PWM3	PWMD1	IOD2 - IOD0	
設定値	0	10、11	X	X	XXX	相補 PWM モード波形出力
	0	01	X	X	XXX	リセット同期 PWM モード波形出力
	0	00	1	1	XXX	PWM モード波形出力
	0	00	1	0	001、01X	タイマモード波形出力 (アウトプットコンペア機能)
	0	00	1	0	1XX	タイマモード
	1					(インプットキャプチャ機能)
上記以外						汎用入出力ポート

14.4.1 カウンタの動作

TRDSTR の STR0、STR1 ビットを 1 にセットすると、対応するチャンネルの TRDCNT 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。

カウンタ動作の設定手順例を図 14.10 に示します。

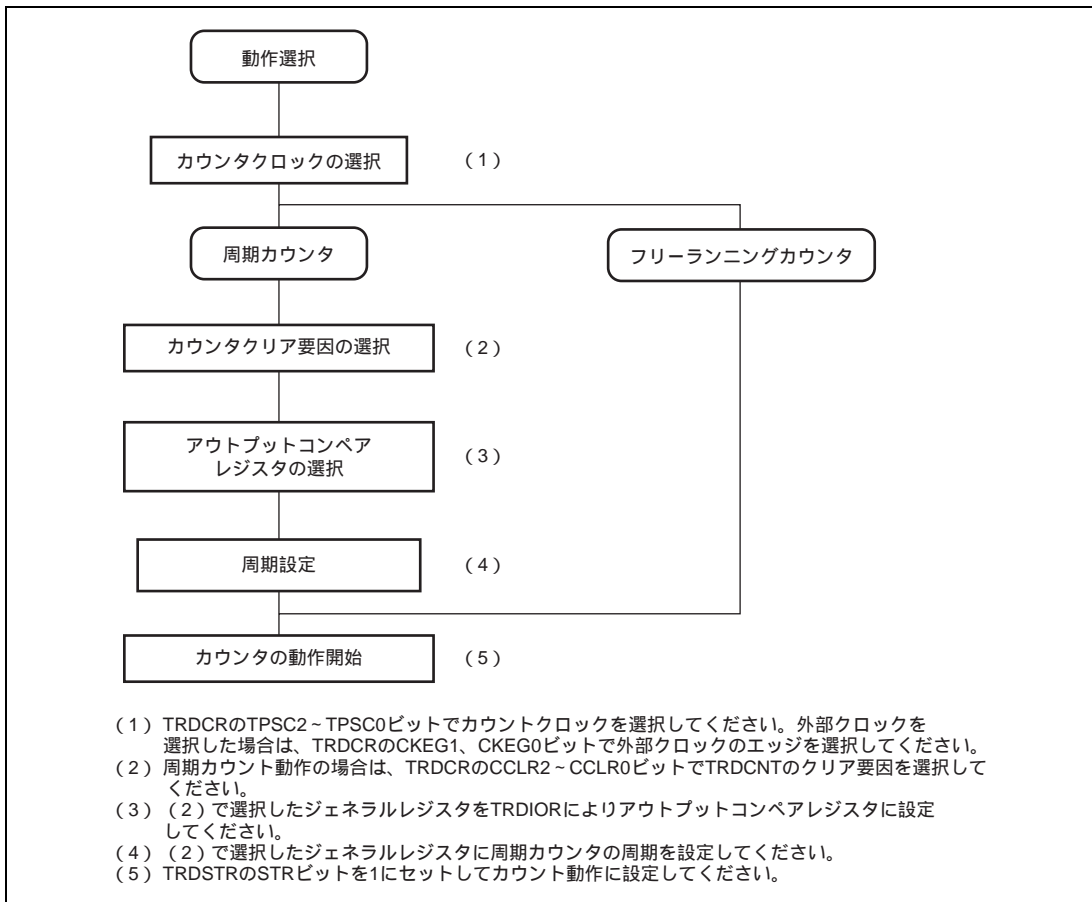


図 14.10 カウンタ動作の設定手順例

(1) フリーランニングカウンタ動作と周期カウンタ動作

TRDCNT 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になっており、TRDSTR 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タ動作を開始します。TRDCNT がオーバーフローすると、TRDSR の OVF フラグが 1 にセットされます。このとき対応する TRDIER の OVIE ビットが 1 ならば、CPU に割り込みを要求します。TRDCNT はオーバーフロー後に H'0000 から再びアップカウンタ動作を続けます。フリーランニングカウンタの動作を図 14.11 に示します。

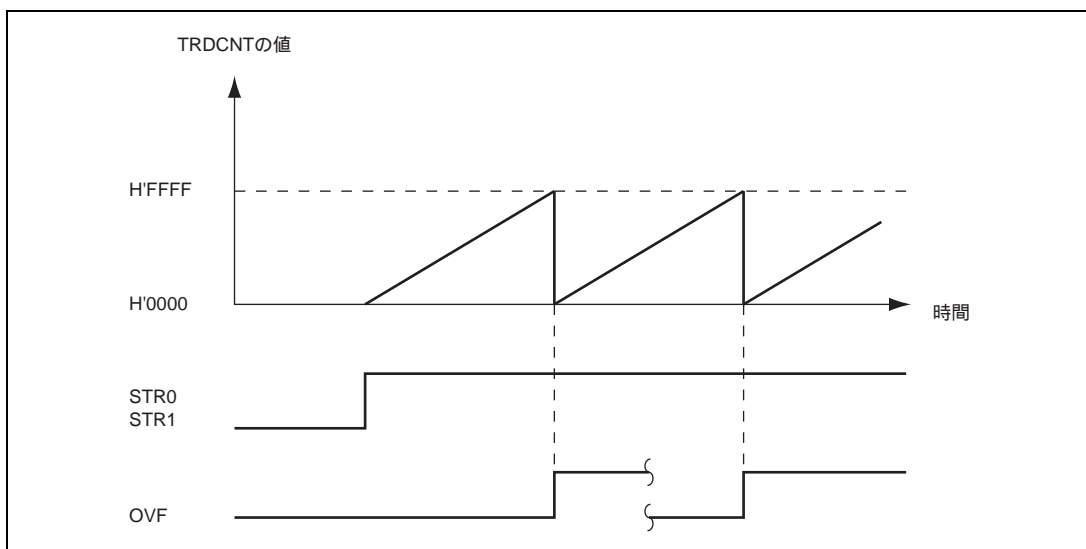


図 14.11 フリーランニングカウンタの動作

TRDCNT のクリア要因にコンペアマッチを選択したときは、該当するチャンネルの TRDCNT は周期カウンタ動作を行います（周期設定用の GR をアウトプットコンペアレジスタに設定し、TRDCR の CCLR1、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設定します）。設定後、TRDSTR 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タ動作を開始します。カウント値が GR の値と一致すると、TRDSR の IMFA、IMFB、IMFC、IMFD フラグが 1 にセットされ、TRDCNT は H'0000 にクリアされます。このとき対応する TRDIER の IMIEA、IMIEB、IMIEC、IMIED ビットが 1 ならば、CPU に割り込みを要求します。コンペアマッチ終了後、TRDCNT は H'0000 から再びアップカウンタ動作を続けます。周期カウンタの動作を図 14.12 に示します。

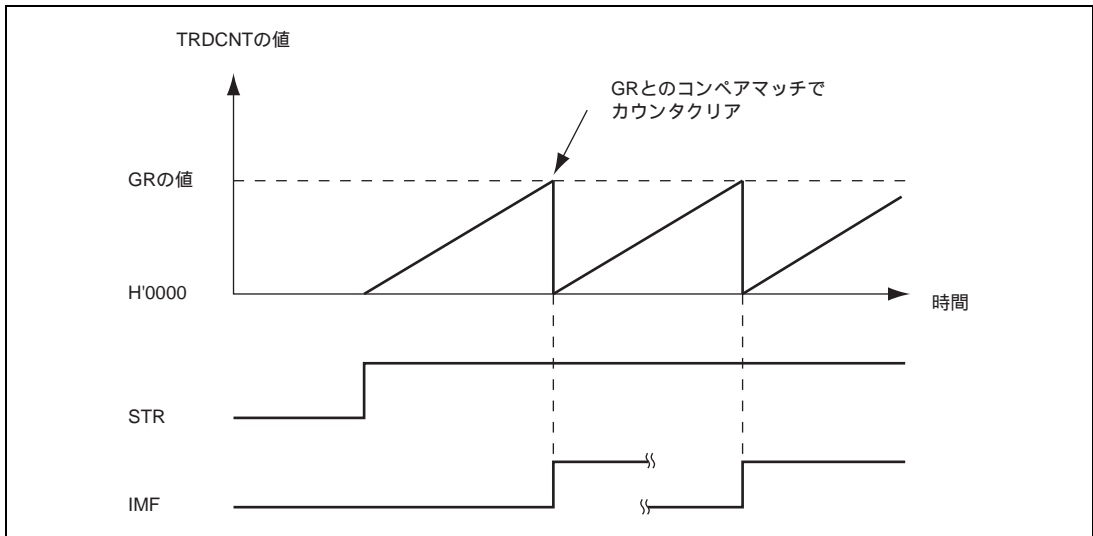


図 14.12 周期カウンタの動作

(2) TRDCNT のカウンタタイミング

• 内部クロック動作の場合

TRDCR の TPSC2 ~ TPSC0 ビットによりシステムクロック ()、システムクロックを分周した 4 種類のクロック (/2、 /4、 /8、 /32)、またはオンチップオシレータクロック (40M) が選択できます。このときのタイミングを図 14.13 に示します。

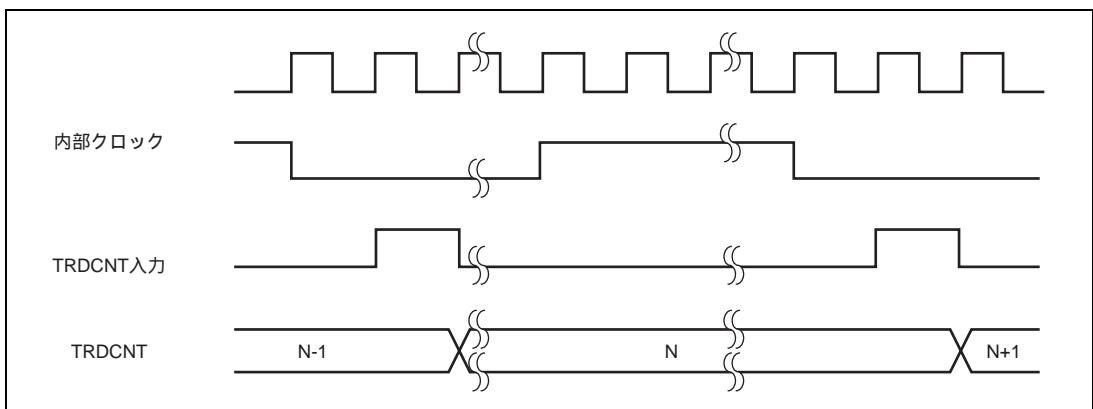


図 14.13 内部クロック動作時のカウントタイミング

- 外部クロック動作の場合

TRDCR の TPSC2 ~ TPSC0 ビットにより外部クロック入力端子 (TCLK) を、または CKEG1、CKEG0 ビットにより検出エッジを選択できます。外部クロックの検出は、立ち上がり / 立ち下がり / 両エッジの選択が可能です。立ち上がり / 立ち下がりの両エッジでの、検出時のタイミングを図 14.14 に示します。

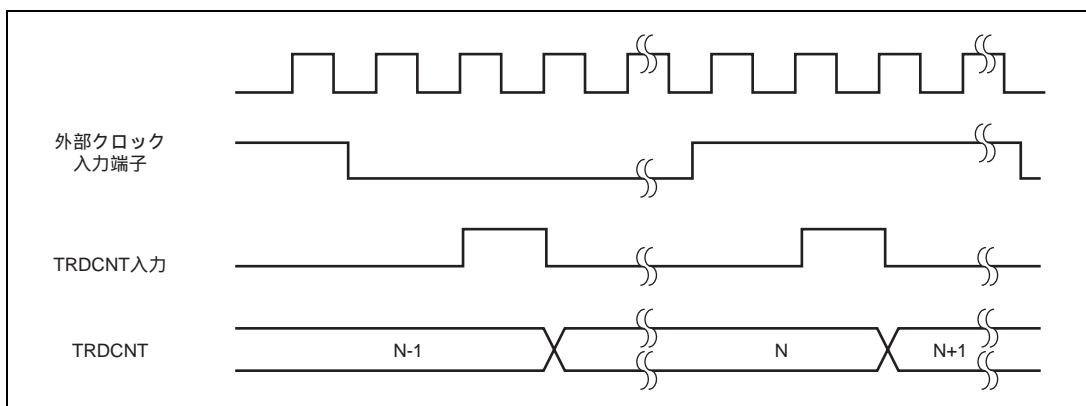


図 14.14 外部クロック動作時のカウントタイミング (両エッジ検出の場合)

14.4.2 コンペアマッチによる波形出力機能

チャンネル 0、1 は、コンペアマッチ A、B、C、D により対応する FTIOA、FTIOB、FTIOC、FTIOD 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。コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例を図 14.15 に示します。

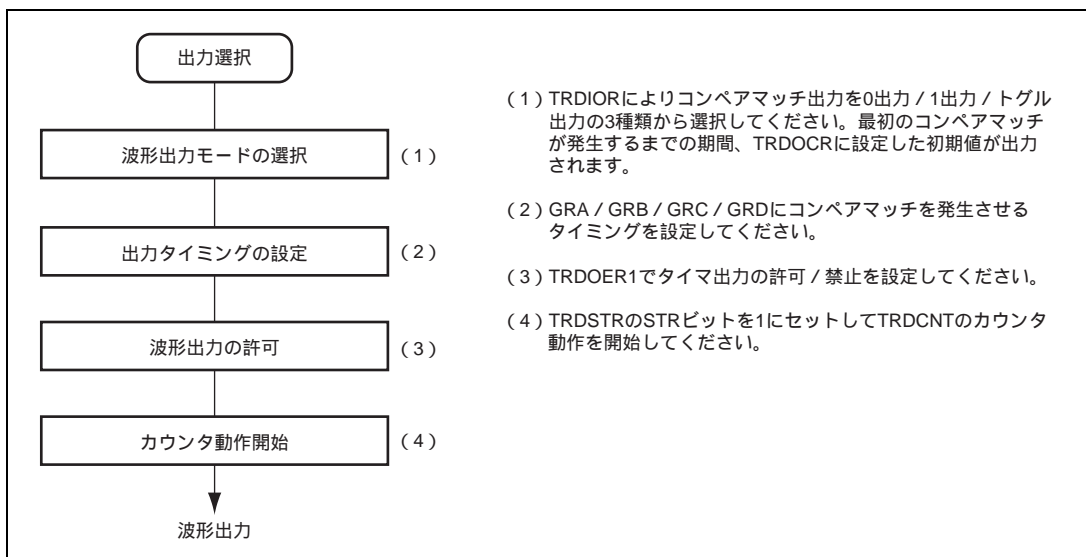


図 14.15 コンペアマッチによる波形出力動作例

(1) 波形出力動作例

TRDCNT をフリーランニングカウント動作、またコンペアマッチ A により 0 出力、コンペアマッチ B により 1 出力となるように設定した場合の動作例を図 14.16 に示します。なお、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。

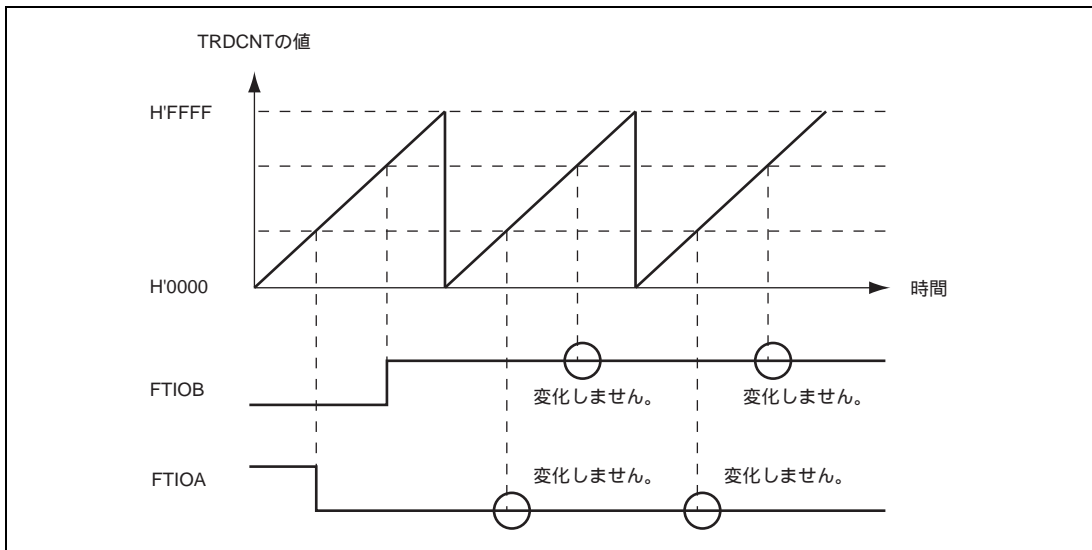


図 14.16 0 出力、1 出力の動作例

TRDCNT を周期カウント動作（コンペアマッチ B でカウンタクリア）に、コンペアマッチ A、B ともトグル出力になるように設定した場合の動作例を図 14.17 に示します。

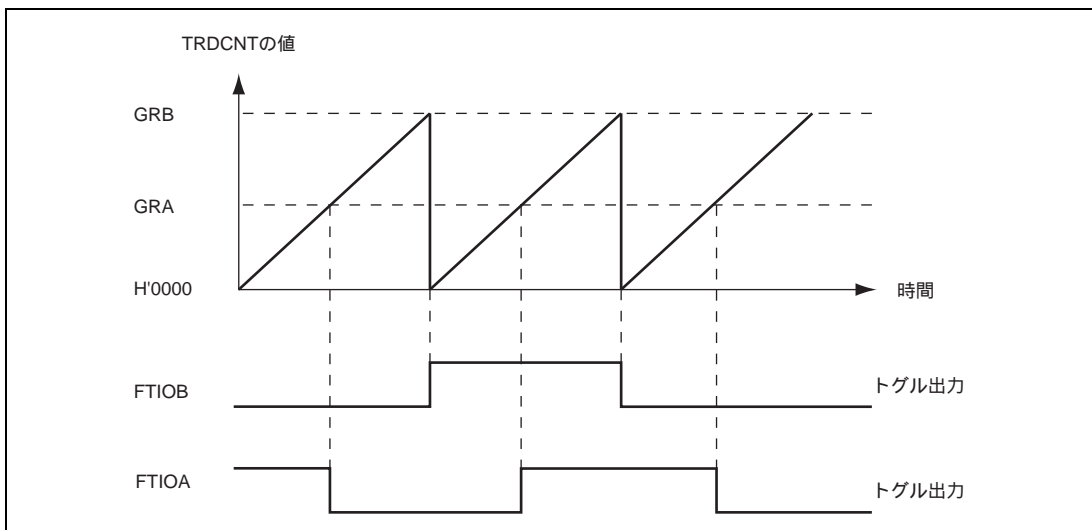


図 14.17 トグル出力の動作例

(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、TRDCNT と GR が一致した最後のステート (TRDCNT が一致したカウンタ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、TRDIOR で設定される出力値がアウトプットコンペア出力端子 (FTIOA、FTIOB、FTIOC、FTIOD) に出力されます。TRDCNT と GR が一致した後、TRDCNT 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の例を図 14.18 に示します。

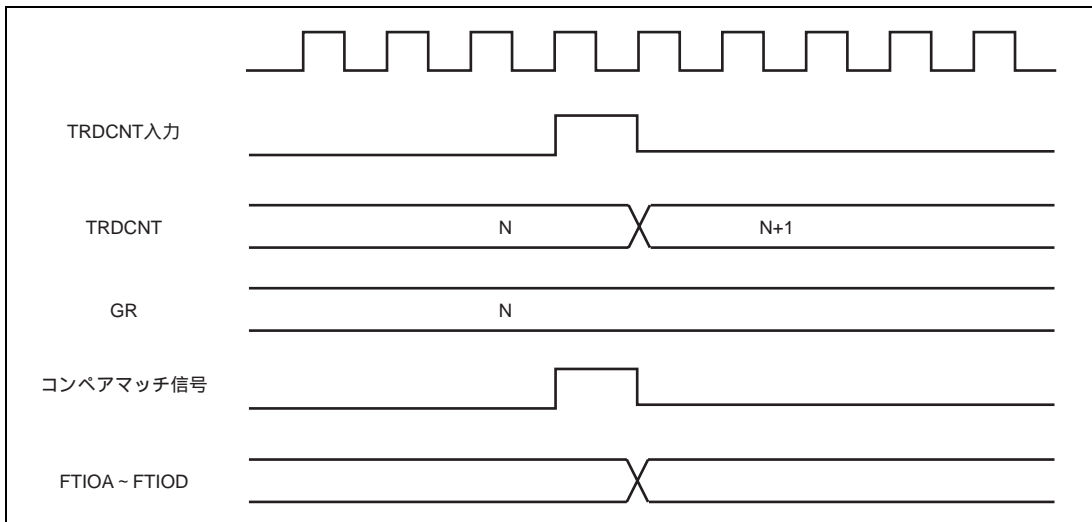


図 14.18 アウトプットコンペア出力タイミング

14.4.3 インพุットキャプチャ機能

インพุットキャプチャ/アウトプットコンペア端子 (FTIOA、FTIOB、FTIOC、FTIOD) の入力エッジを検出して、TRDCNT の値を GR に転送することができます。検出エッジは、立ち上がり/立ち下がり/両エッジから選択できます。またインพุットキャプチャ機能を利用することで、パルス幅や周期の測定を行うことができます。インพุットキャプチャ動作の設定手順例を図 14.19 に示します。

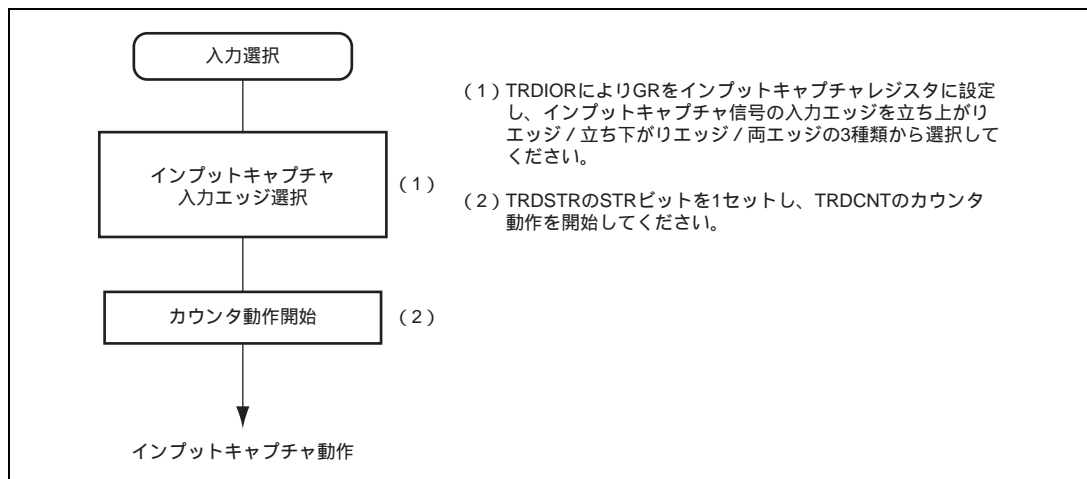


図 14.19 インพุットキャプチャ動作の設定手順例

(1) インพุットキャプチャ動作例

FTIOA 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち上がり / 立ち下がりの両エッジ、また FTIOB 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、かつ TRDCNT は GRB 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動作例を図 14.20 に示します。

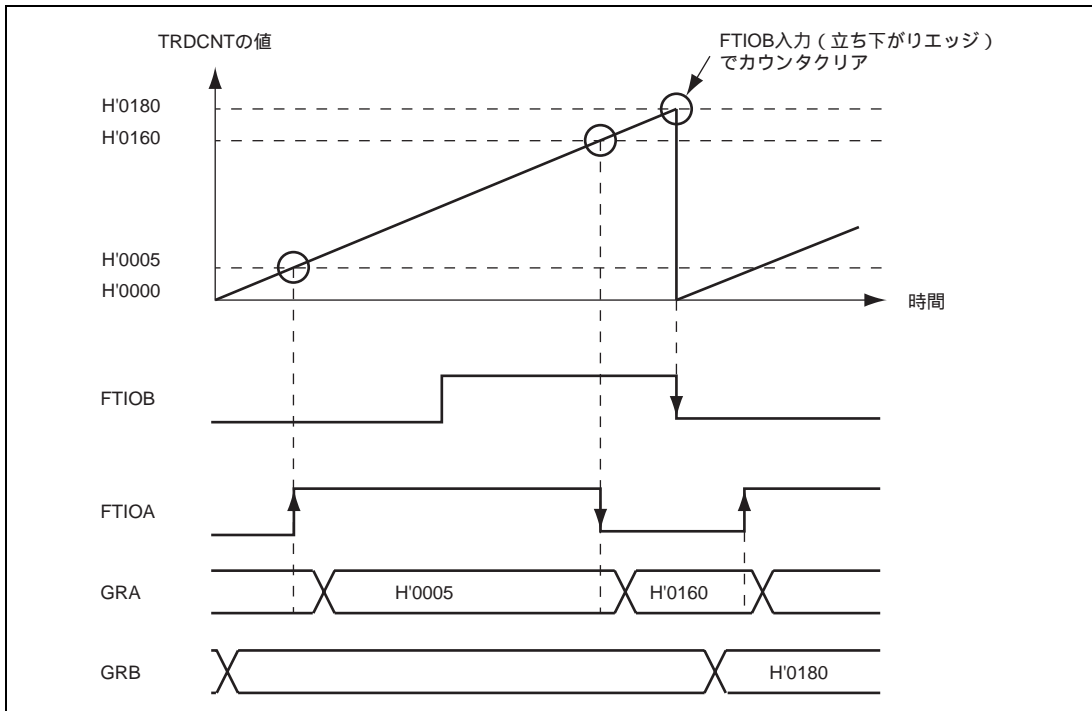


図 14.20 インพุットキャプチャ動作例

(2) インพุットキャプチャ信号タイミング

インพุットキャプチャ入力は、TRDIOR の設定によって立ち上がり / 立ち下がり / 両エッジの選択ができます。立ち上がりエッジを選択した場合のタイミングを図 14.21 に示します。

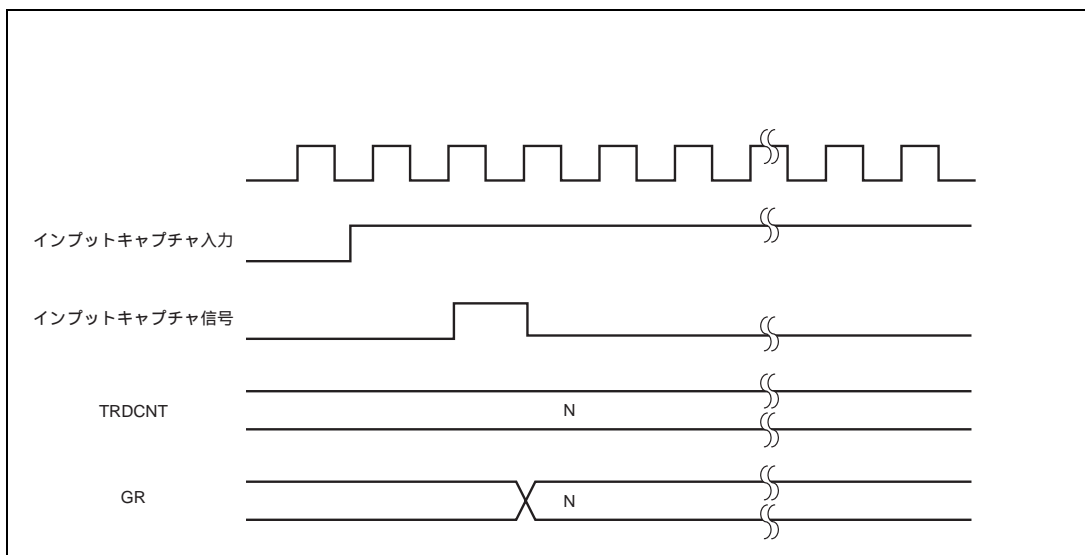


図 14.21 インพุットキャプチャ信号タイミング

14.4.4 同期動作

同期動作は、複数の TRDCNT 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 TRDCR の設定によって複数の TRDCNT 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 GR を増加することができます。同期動作の設定手順例を図 14.22 に示します。

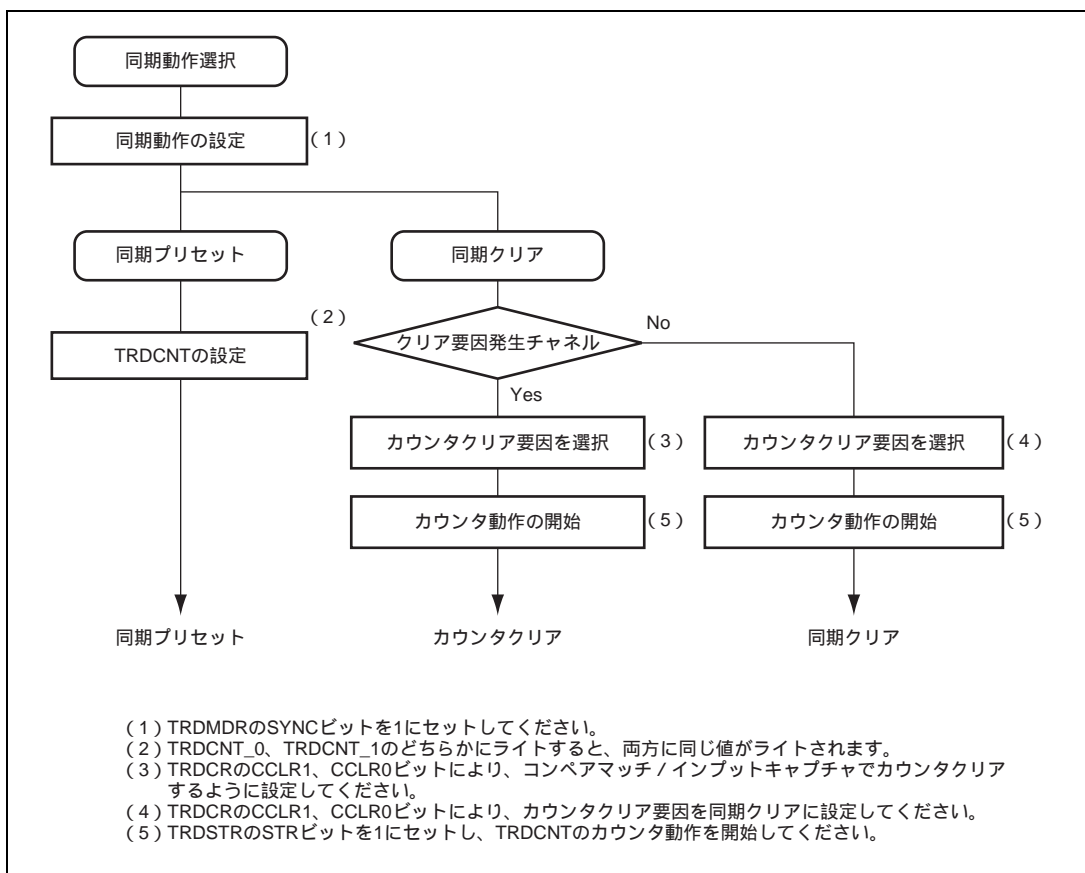


図 14.22 同期モードの設定手順例

同期動作例を図 14.23 に示します。同期動作かつ FTIOB0、FTIOB1 を PWM モードに設定し、チャンネル 0 のカウンタクリア要因を GRA_0 のコンペアマッチ、またチャンネル 1 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。同期動作例ではチャンネル 0 とチャンネル 1 のカウンタ入力クロックを同一の入力クロックに設定しています。このとき TRDCNT は同期プリセット、GRA_0 のコンペアマッチによる同期動作を行い、2 相の PWM 波形を FTIOB0、FTIOB1 端子から出力します。なお PWM モードについては「14.4.5 PWM モード」を参照してください。

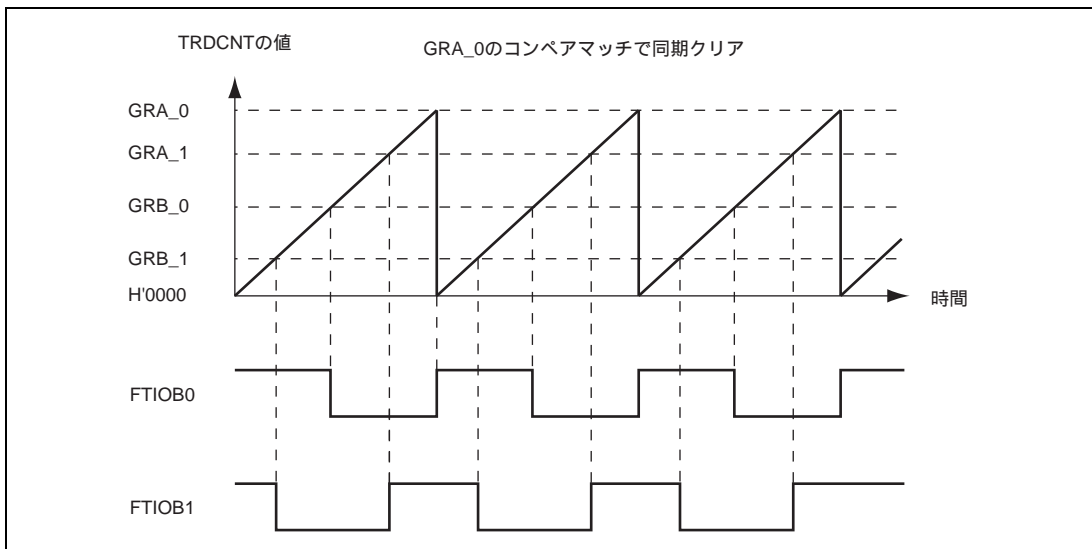


図 14.23 同期動作例

14.4.5 PWM モード

PWM モードは FTIOB、FTIOC、FTIOD 出力端子により、それぞれ PWM 波形を出力します。GRA を周期レジスタ、GRB、GRC、GRD をデューティレジスタとして PWM 波形を生成します。対応する端子の初期出力レベルは、TRDOCR、POCR の設定値に従います。FTIOB0 端子の初期出力レベルの例を表 14.4 に示します。

出力レベルは POCR の対応する POLB ~ POLD ビットの状態で決定されます。POLB = 0 のときコンペアマッチ B により FTIOB 出力端子は 0 にセットされ、コンペアマッチ A により FTIOB 出力端子は 1 にセットされます。POLB = 1 のときコンペアマッチ B により FTIOB 出力端子は 1 にセットされ、コンペアマッチ A により FTIOB 出力端子は 0 にセットされます。PWM モードでは、最大 6 相の PWM 出力が可能です。PWM モードの設定手順例を図 14.24 に示します。

表 14.4 FTIOB0 端子の初期出力レベル

TOB0	POLB	初期出力レベル
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

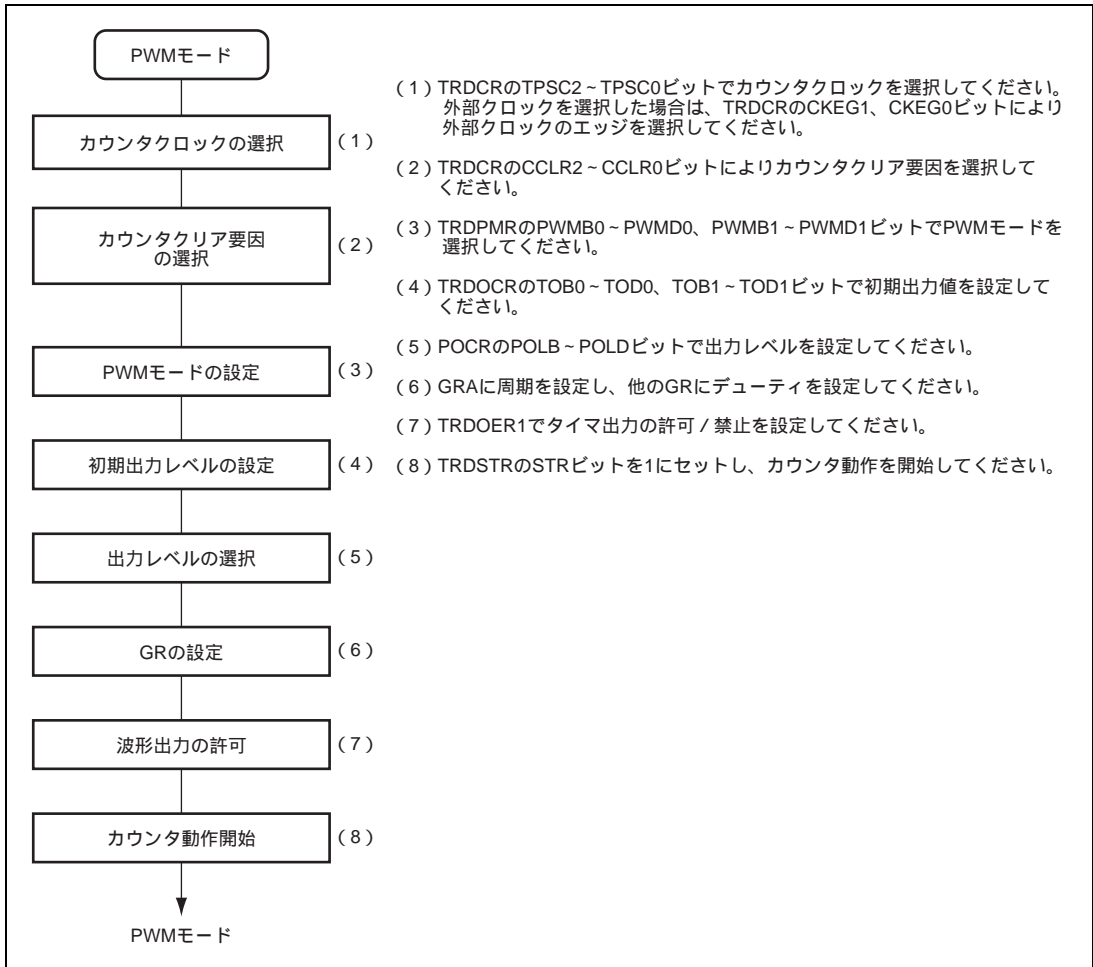


図 14.24 PWM モードの設定手順例

コンペアマッチ A で 1 出力および TRDCNT のリセット、コンペアマッチ B、C、D で 0 出力 (TOB、TOC、TOD = 0、POLB、POLC、POLD = 0) に設定した場合の動作例を図 14.25 に示します。

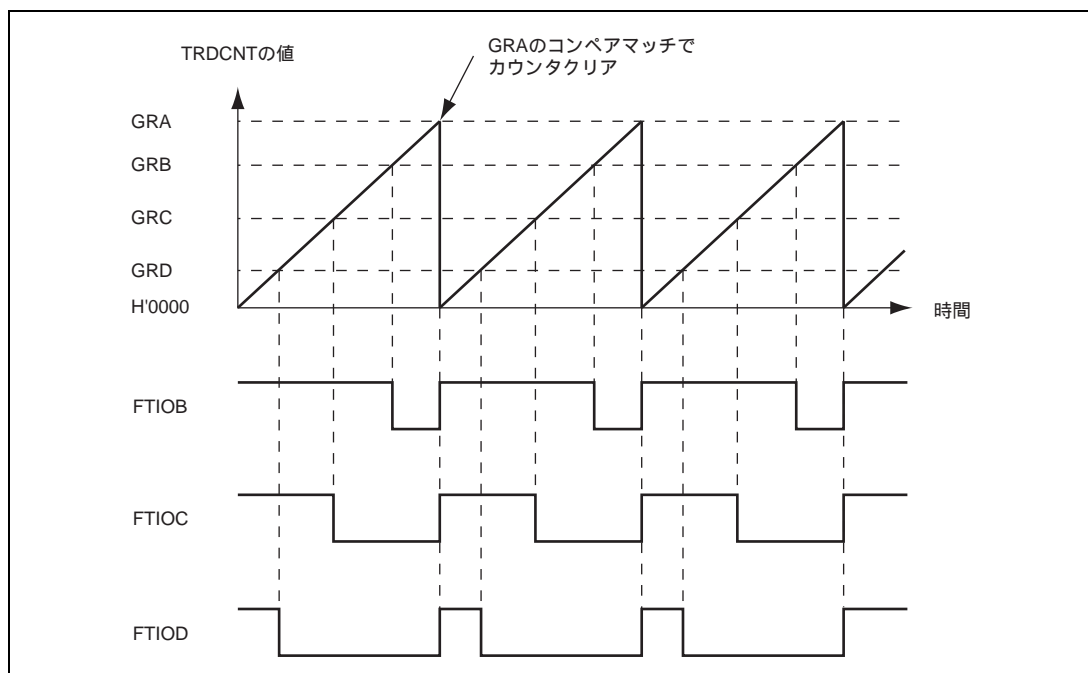


図 14.25 PWM モードの動作例 (1)

コンペアマッチ A で 0 出力、および TRDCNT のリセット、コンペアマッチ B、C、D で 1 出力 (TOB、TOC、TOD=0、POLB、POLC、POLD=1) に設定した場合の動作例を図 14.26 に示します。

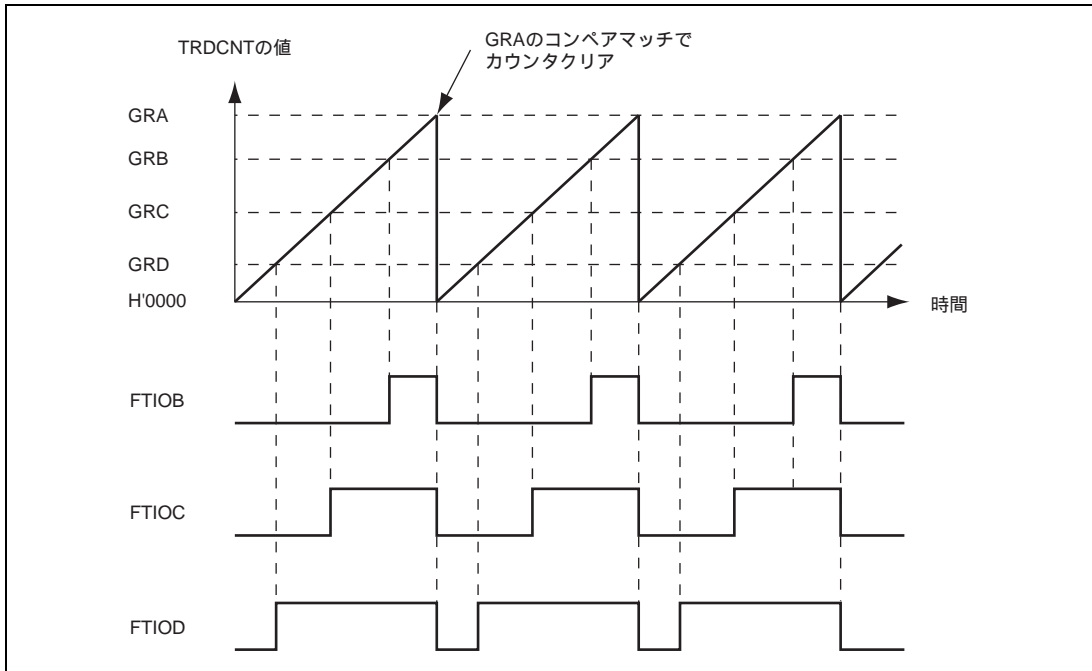


図 14.26 PWM モードの動作例 (2)

PWM モードで、デューティ 0% および 100% の PWM 波形を出力するときの設定が (TOB、TOC、TOD=0、POLB、POLC、POLD=0) の場合の例を図 14.27、設定が (TOB、TOC、TOD=0、POLB、POLC、POLD=1) の場合の例を図 14.28 に示します。

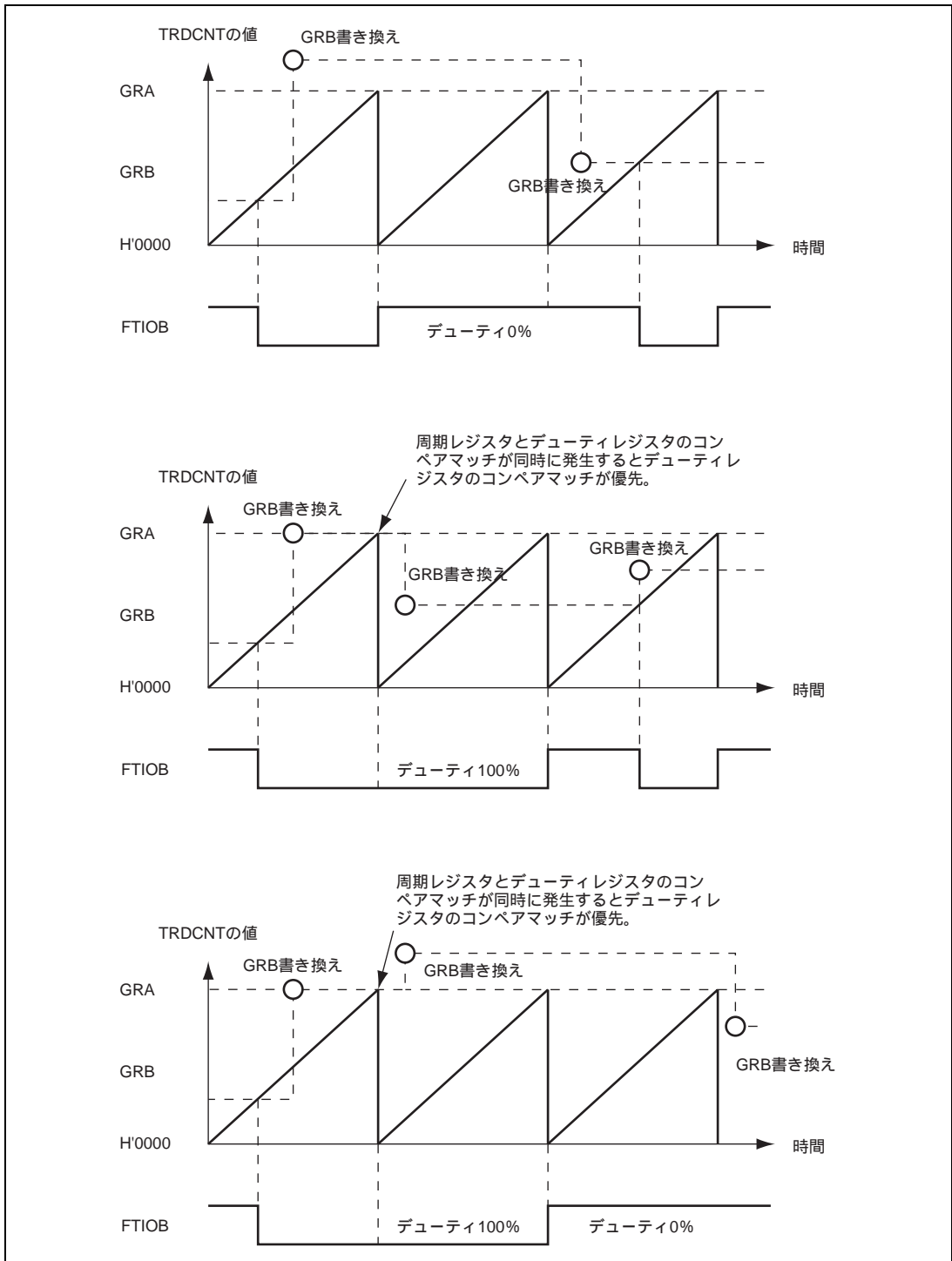


図 14.27 PWM モードの動作例 (3)

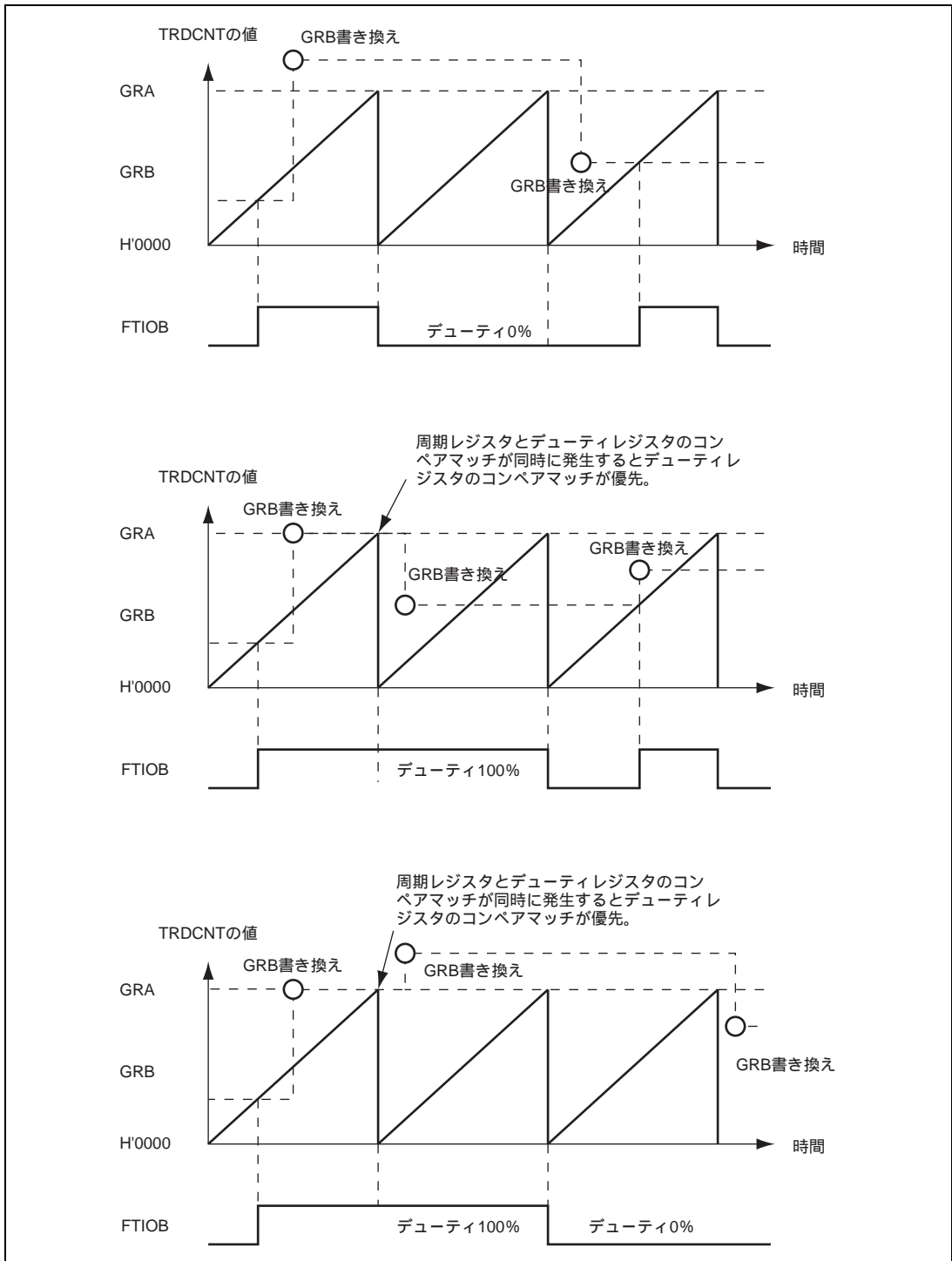


図 14.28 PWM モードの動作例 (4)

14.4.6 リセット同期 PWM モード

リセット同期 PWM モードは、チャンネルを組み合わせることにより、一方の波形の変化点が共通の関係となる PWM 波形（正相と逆相）を 3 相出力します。

リセット同期 PWM モードに設定すると、FTIOB0～FTIOD0 および FTIOA1～FTIOD1 の端子は自動的に PWM 出力端子となり、TRDCNT_0 はアップカウンタとして機能します。使用される PWM 出力端子を表 14.5、使用するレジスタの設定を表 14.6、リセット同期 PWM モードの設定手順例を図 14.29 に示します。

表 14.5 リセット同期 PWM モード時の出力端子

チャンネル	端子名	入出力	端子機能
0	FTIOC0	出力	PWM 周期に同期したトグル出力
0	FTIOB0	出力	PWM 出力 1
0	FTIOD0	出力	PWM 出力 1 (PWM 出力 1 の逆相波形)
1	FTIOA1	出力	PWM 出力 2
1	FTIOC1	出力	PWM 出力 2 (PWM 出力 2 の逆相波形)
1	FTIOB1	出力	PWM 出力 3
1	FTIOD1	出力	PWM 出力 3 (PWM 出力 3 の逆相波形)

表 14.6 リセット同期 PWM モード時のレジスタ設定

レジスタ	詳細内容
TRDCNT_0	H'0000 を初期設定
TRDCNT_1	使用しません（独立に動作）
GRA_0	TRDCNT_0 のカウンタ周期を設定
GRB_0	FTIOB0、FTIOD0 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定
GRA_1	FTIOA1、FTIOC1 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定
GRB_1	FTIOB1、FTIOD1 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定



図 14.29 リセット PWM モードの設定手順例

リセット同期 PWM モードの動作例を図 14.30、図 14.31 に示します。

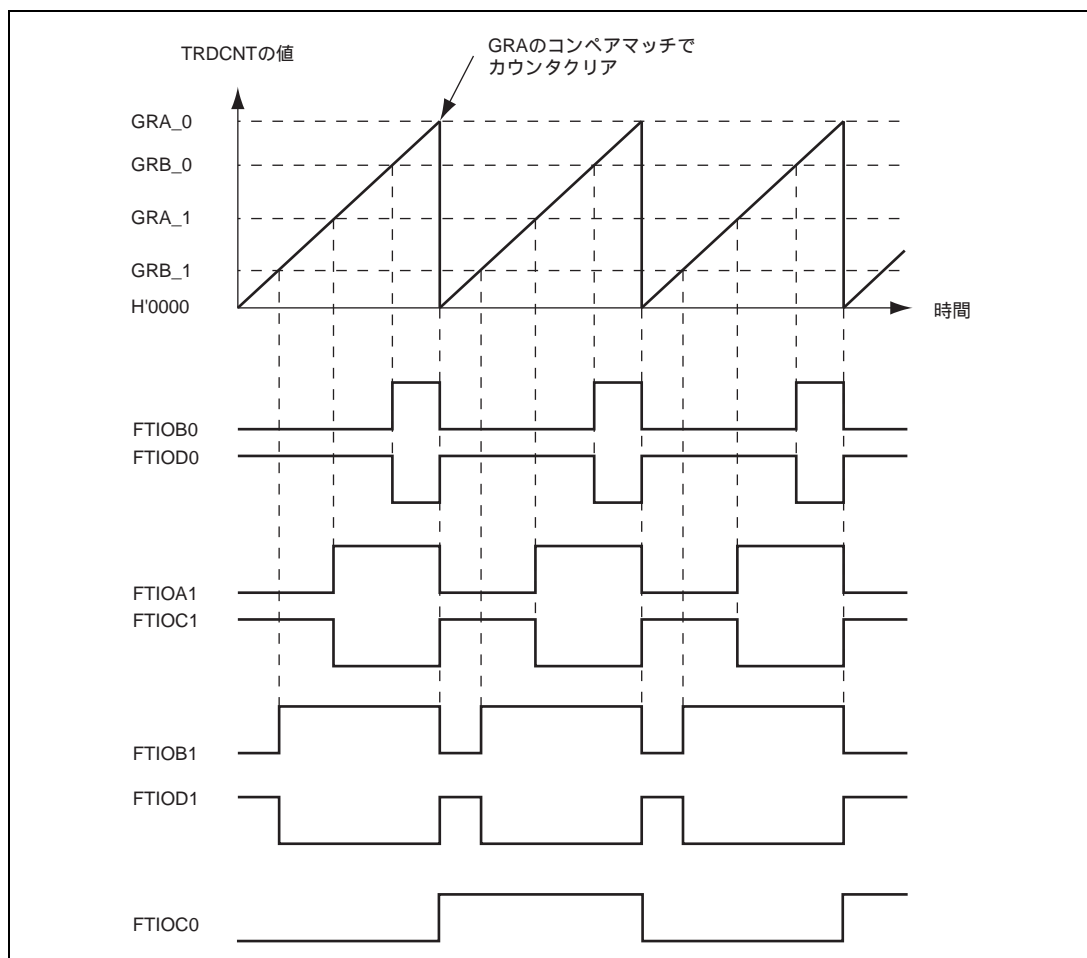


図 14.30 リセット同期 PWM モードの動作例 (OLS0 = OLS1 = 1 の場合)

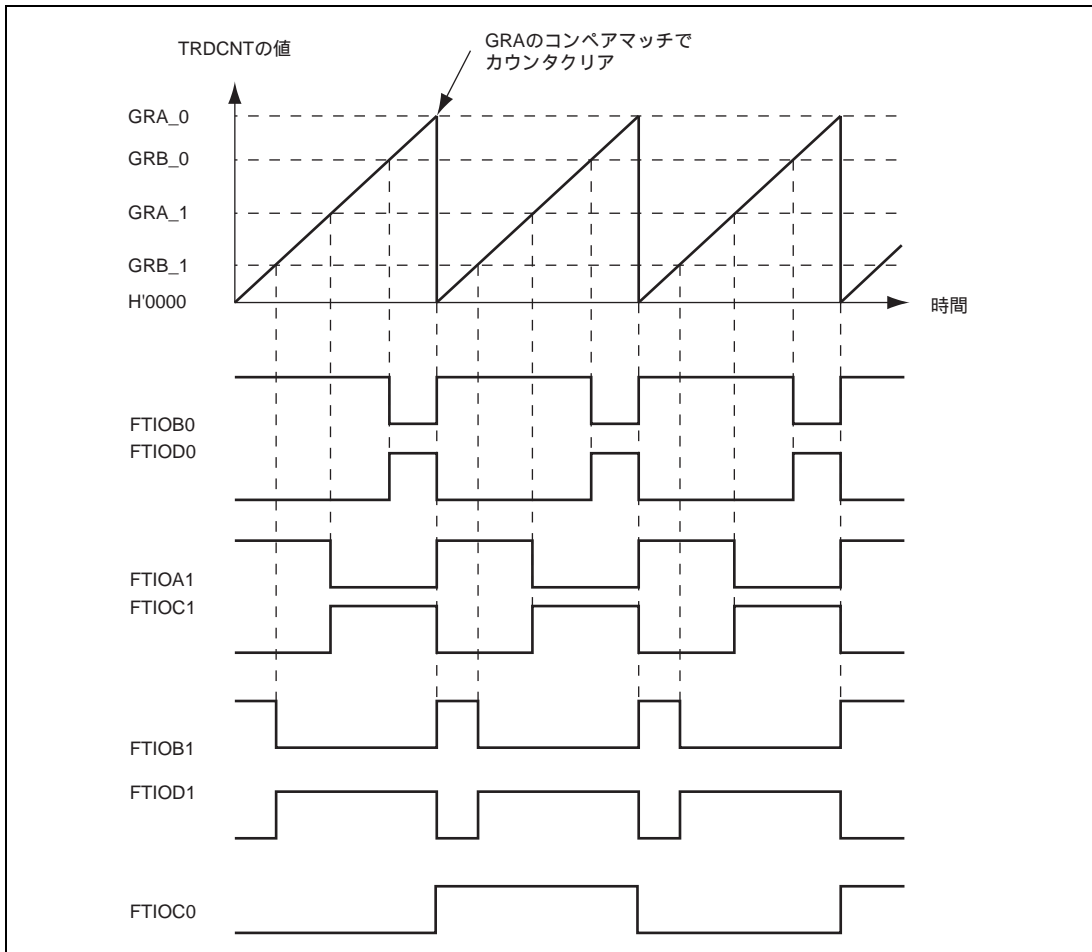


図 14.31 リセット同期 PWM モードの動作例 (OLS0 = OLS1 = 0 の場合)

リセット同期 PWM モードでは、TRDCNT_0 はアップカウンタ動作、TRDCNT_1 は独立動作します。ただし、GRA_1、GRB_1 は TRDCNT_1 から切り離されます。TRDCNT_0 が GRA_0 とコンペアマッチするとカウンタクリアされ、H'0000 からカウントアップを再開します。

PWM 出力端子は、それぞれ GRB_0、GRA_1、GRB_1 と TRDCNT_0 のコンペアマッチおよびカウンタクリアが発生するたびに 0 出力もしくは 1 出力を行います。

リセット同期 PWM モードとバッファ動作を同時に設定した場合の動作については「14.4.9 バッファ動作」を参照してください。

14.4.7 相補 PWM モード

相補 PWM モードでは、チャンネルを組み合わせることにより、正相と逆相がノンオーバーラップの関係に PWM 波形を 3 相出力します。

相補 PWM モードに設定すると、FTIOB0～FTIOD0 および FTIOA1～FTIOD1 端子は、自動的に PWM 出力端子となり、TRDCNT_0、TRDCNT_1 はアップ/ダウンカウンタとして機能します。相補 PWM モード時の出力端子を表 14.7、相補 PWM モード時のレジスタ設定を表 14.8、相補 PWM モードの設定手順例を図 14.32 に示します。

表 14.7 相補 PWM モード時の出力端子

チャンネル	端子名	入出力	端子機能
0	FTIOC0	出力	PWM 周期に同期したトグル出力
0	FTIOB0	出力	PWM 出力 1
0	FTIOD0	出力	PWM 出力 1 (PWM 出力 1 とノンオーバーラップ関係にある逆相波形)
1	FTIOA1	出力	PWM 出力 2
1	FTIOC1	出力	PWM 出力 2 (PWM 出力 2 とノンオーバーラップ関係にある逆相波形)
1	FTIOB1	出力	PWM 出力 3
1	FTIOD1	出力	PWM 出力 3 (PWM 出力 3 とノンオーバーラップ関係にある逆相波形)

表 14.8 相補 PWM モード時のレジスタ設定

レジスタ	詳細内容
TRDCNT_0	ノンオーバーラップ期間を初期設定 (TRDCNT_1 との差がノンオーバーラップ期間となります)
TRDCNT_1	H'0000 を初期設定
GRA_0	TRDCNT_0 の上限値 1 を設定
GRB_0	FTIOB0、FTIOD0 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定
GRA_1	FTIOA1、FTIOC1 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定
GRB_1	FTIOB1、FTIOD1 端子より出力される PWM 波形の変化点を設定

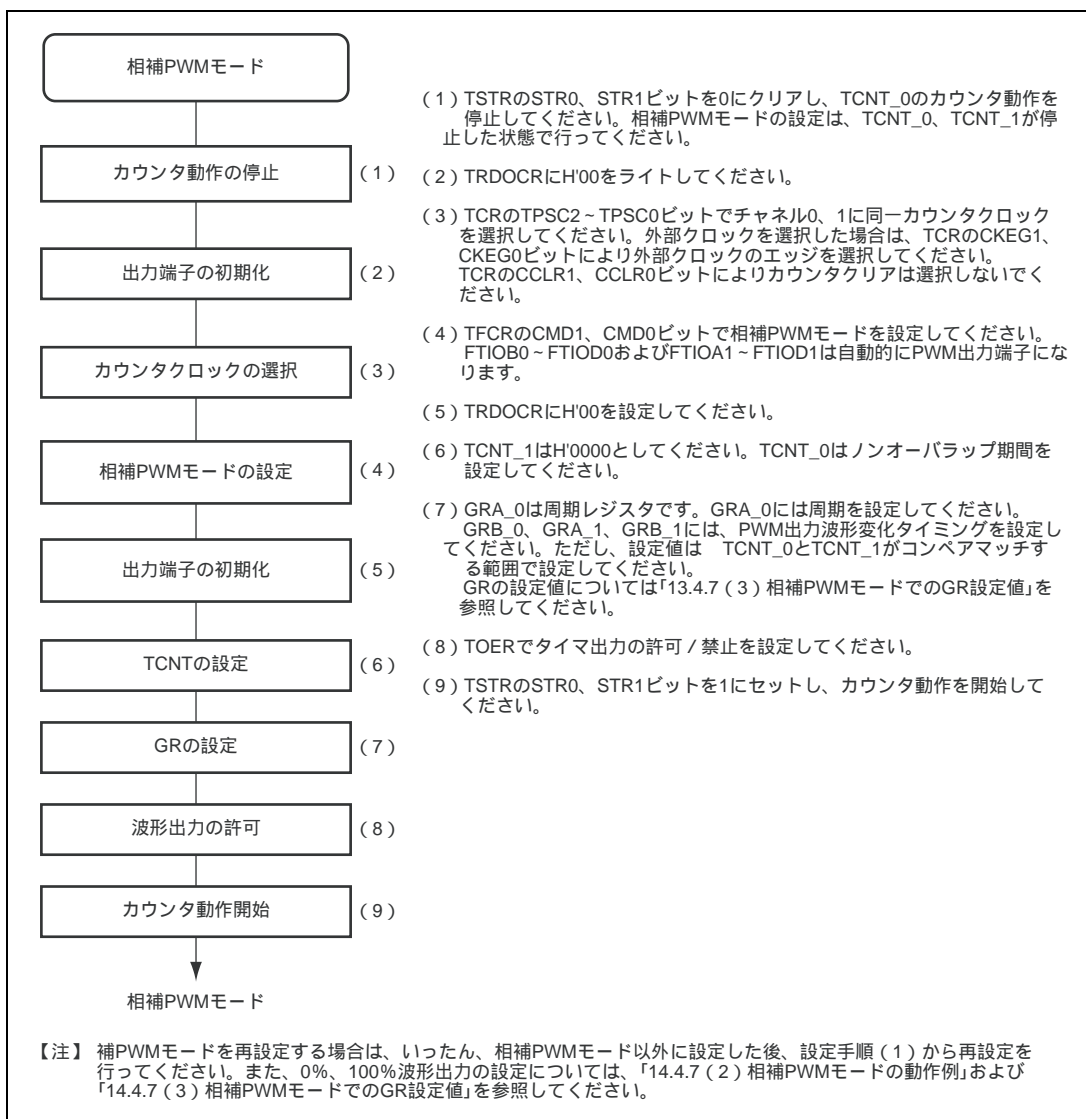


図 14.32 相補 PWM モードの設定手順例

(1) 相補 PWM モードの解除手順

相補 PWM モードの解除手順を図 14.33 に示します。

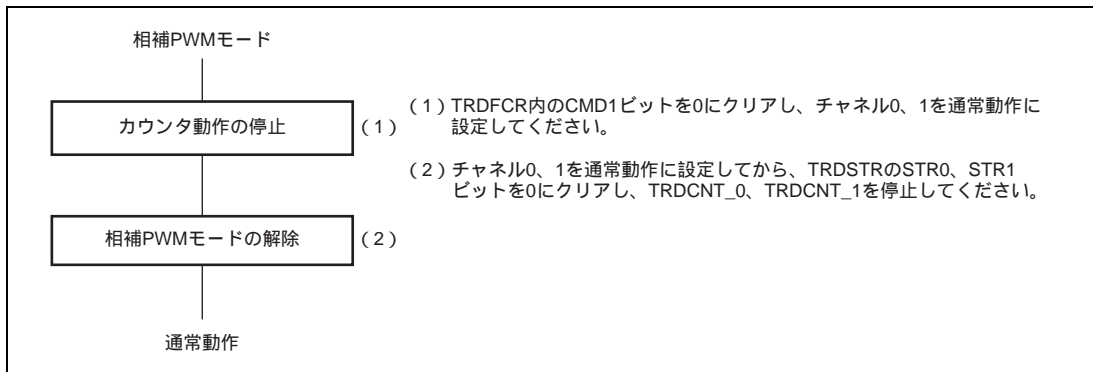


図 14.33 相補 PWM モードの解除手順

(2) 相補 PWM モードの動作例

相補 PWM モードの動作例を図 14.34 に示します。相補 PWM モードでは、TRDCNT_0、TRDCNT_1 はアップ / ダウンカウンタとして動作します。TRDCNT_0 が GRA_0 とコンペアマッチするとダウンカウントし、TRDCNT_1 がアンダフローするとアップカウントします。GRA_0、GRA_1、GRB_1 はカウンタのアップ / ダウン 1 周期中、TRDCNT_0 TRDCNT_1 TRDCNT_1 TRDCNT_0 の順にコンペアマッチを行って、PWM 波形を出力します。なお本モードでは、TRDCNT_0 > TRDCNT_1 に初期設定します。

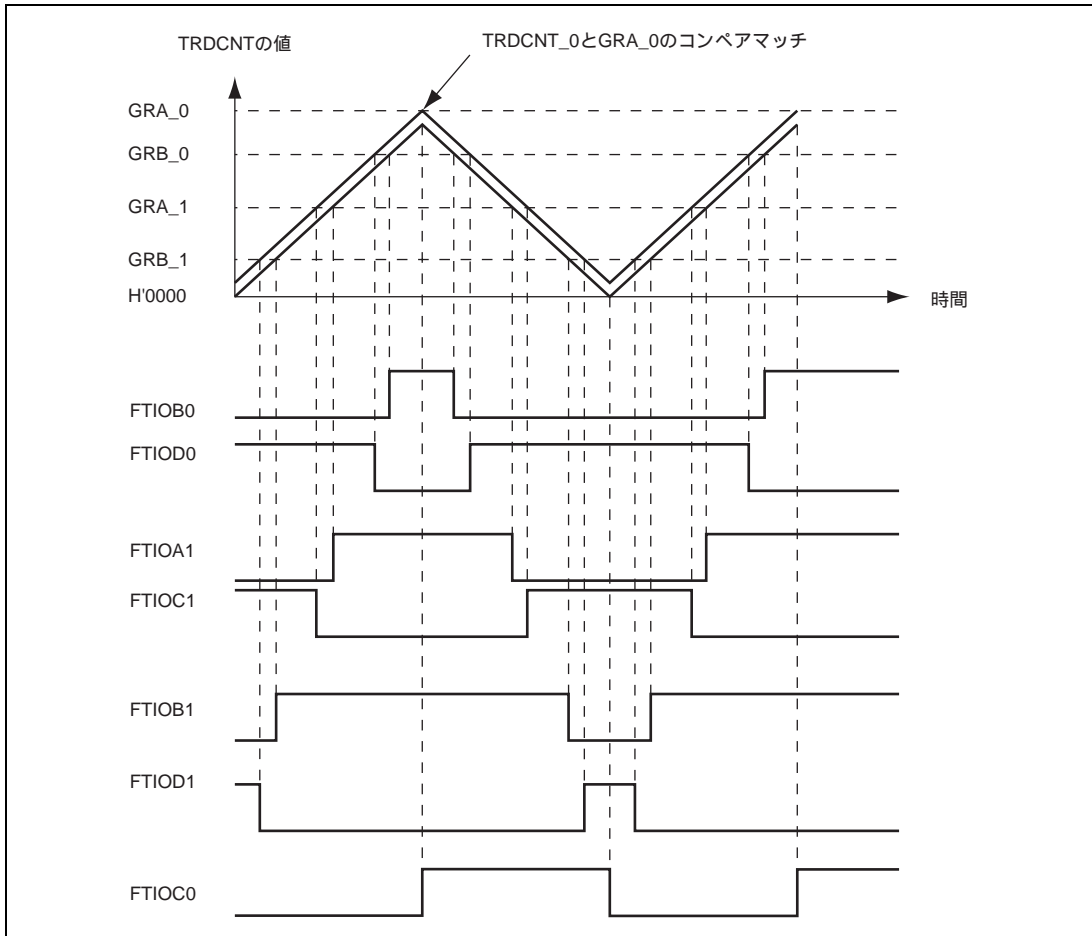


図 14.34 相補 PWM モードの動作例 (1)

相補 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 (1 相分) を図 14.35 に示します。

この例の場合では、GRB_0 の値を GRA_0 以上および H'0000 にすることによって、デューティ 0%、デューティ 100% の波形出力が可能となります。バッファ動作を併用すると上記操作を含め、動作中のデューティ変更を容易に行うことができます。バッファ動作については「14.4.9 バッファ動作」を参照してください。

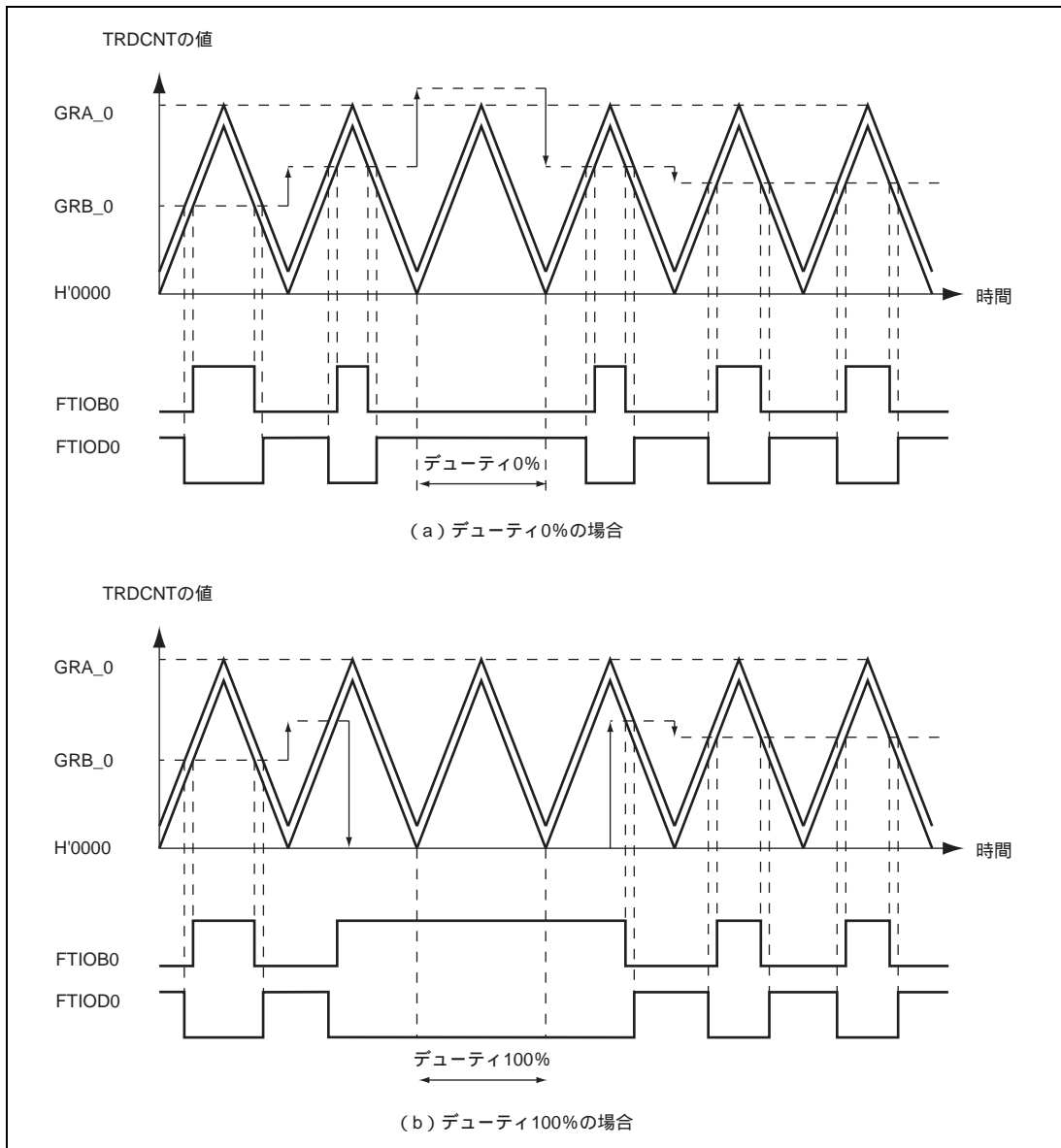


図 14.35 相補 PWM モードの動作例 (2)

相補 PWM モードを使用しているときのアップカウンタ / ダウンカウンタの変化点で、TRDCNT はそれぞれオーバーシュート / アンダシュートを発生します。このときチャンネル 0 の IMFA フラグおよびチャンネル 1 の UDF フラグをセットする条件は、通常の場合とは異なります。またバッファ動作時での転送条件も異なります。このタイミングを図 14.36、図 14.37 に示します。

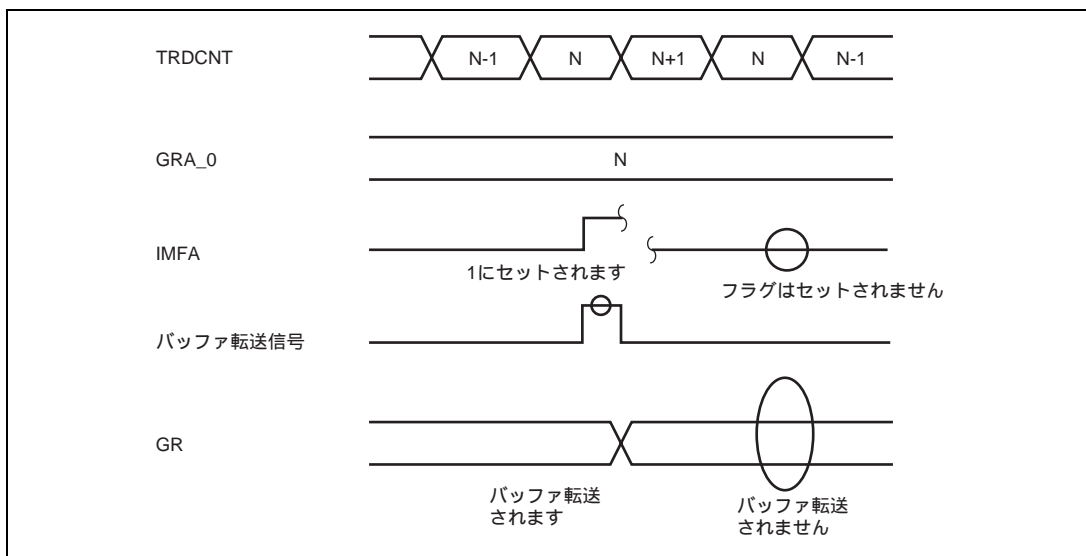


図 14.36 オーバシュート時のタイミング

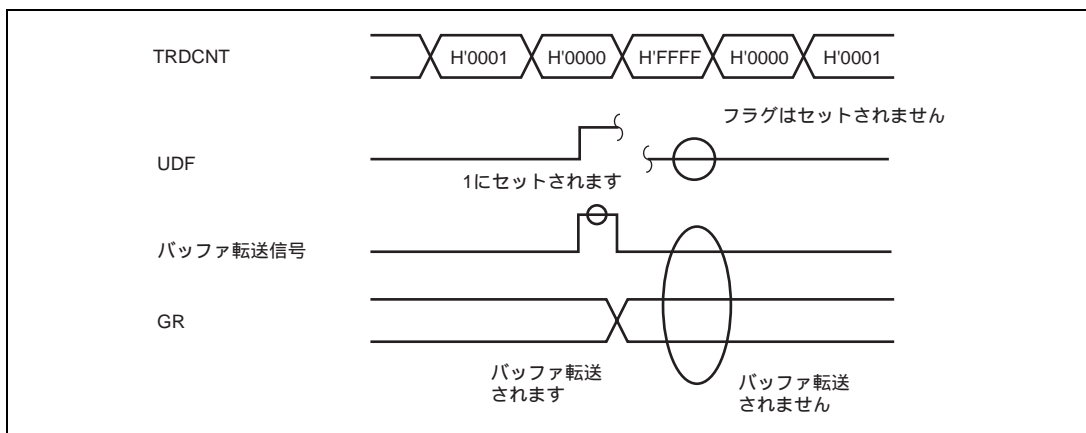


図 14.37 アンダシュート時のタイミング

チャンネル 0 の IMFA フラグはアップカウンタ / ダウンカウンタ時に、UDF フラグはアンダフロー時に、それぞれ 1 にセットされます。バッファ動作を設定された GR は、アップカウンタ動作時のコンペアマッチ A0 または TRDCNT_1 のアンダフローによって GR に転送されます。TPSC2 ~ 0 ビットにより または /2 を選択した場合、OVF フラグは図 14.37 の H'FFFF から H'0000 のタイミングで 1 にセットされません。

(3) 相補 PWM モードでの GR 設定値

相補 PWM モードでのジェネラルレジスタ (GR) の設定および動作中の変更については、以下の点に注意してください。

1. 初期値

- $H'0000 \sim T - 1$ (T : TRDCNT_0の初期値) の設定は禁止です。
- $GRA_0 - (T - 1)$ 以上の設定は禁止です。
- バッファ動作を使用する場合、バッファレジスタには対応するジェネラルレジスタと同じ値を設定してください。

2. 設定値の変更方法

- バッファ動作を使用してください。直接GRにライトすると正しく波形されない場合があります。
- 動作中に周期レジスタGRA_0を変更しないでください。

14.4.8 PWM3 モード

PWM3 モードでは、TRDCNT_0 により、正相と逆相がノンオーバーラップの関係にある PWM 波形を 1 相出力します。

PWM3 モードに設定すると TRDPMR の設定に関係なく、FTIOA0 端子と FTIOB0 端子は自動的に TRDCNT_0 を使用した PWM 出力端子となります。また TRDIORA、TRDIORC の設定に関係なく、TRDOCR の TOA0、TOB0 の設定により、GRA_0、GRA_1、GRB_0、GRB_1 はコンペアマッチで波形出力を行います。

- $TOA0 = 0$ のとき、GRA_1 のコンペアマッチで FTIOA0 端子へ 1 出力、GRA_0 のコンペアマッチで FTIOA0 端子へ 0 出力となります。
- $TOA0 = 1$ のとき、GRA_1 のコンペアマッチで FTIOA0 端子へ 0 出力、GRA_0 のコンペアマッチで FTIOA0 端子へ 1 出力となります。
- $TOB0 = 0$ のとき、GRB_1 のコンペアマッチで FTIOB0 端子へ 1 出力、GRB_0 のコンペアマッチで FTIOB0 端子へ 0 出力となります。
- $TOB0 = 1$ のとき、GRB_1 のコンペアマッチで FTIOB0 端子へ 0 出力、GRB_0 のコンペアマッチで FTIOB0 端子へ 1 出力となります。

PWM3 モードのときの端子機能と GR の組み合わせを表 14.9、PWM3 モードのときのブロック図を図 14.38、PWM3 モードの設定手順例を図 14.39 に示します。

バッファ動作を使用する場合は TRDMDR の設定を行ってください。また PWM3 モードで使用しないタイマ入出力端子は汎用ポートとしてのみ使用できます。バッファ動作を設定しない場合、GRC、GRD は使用しないため、GRC および GRD と TRDCNT_1 とのコンペアマッチ割り込みを発生させることは可能です。

表 14.9 PWM3 モードの端子機能と GR の組み合わせ

チャンネル	端子名	入出力	コンペアマッチレジスタ	バッファレジスタ
0	FTIOA0	出力	GRA_0	GRC_0
			GRA_1	GRC_1
	FTIOB0		GRB_0	GRD_0
			GRB_1	GRD_1
1	FTIOC0	入力 / 出力	汎用ポート機能	
	FTIOD0			
	FTIOA1			
	FTIOB1			
1	FTIOC1	入力 / 出力	汎用ポート機能	
	FTIOD1			
	FTIOA1			
	FTIOB1			

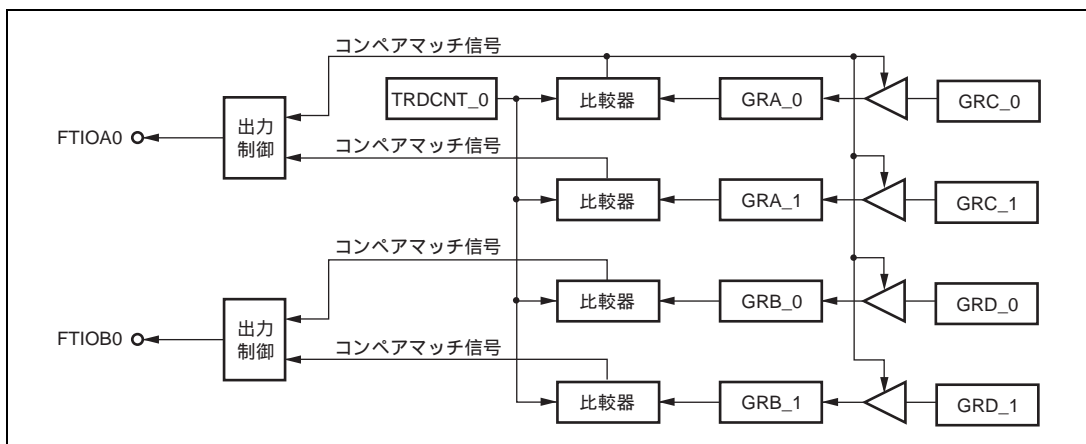


図 14.38 PWM3 モードブロック図

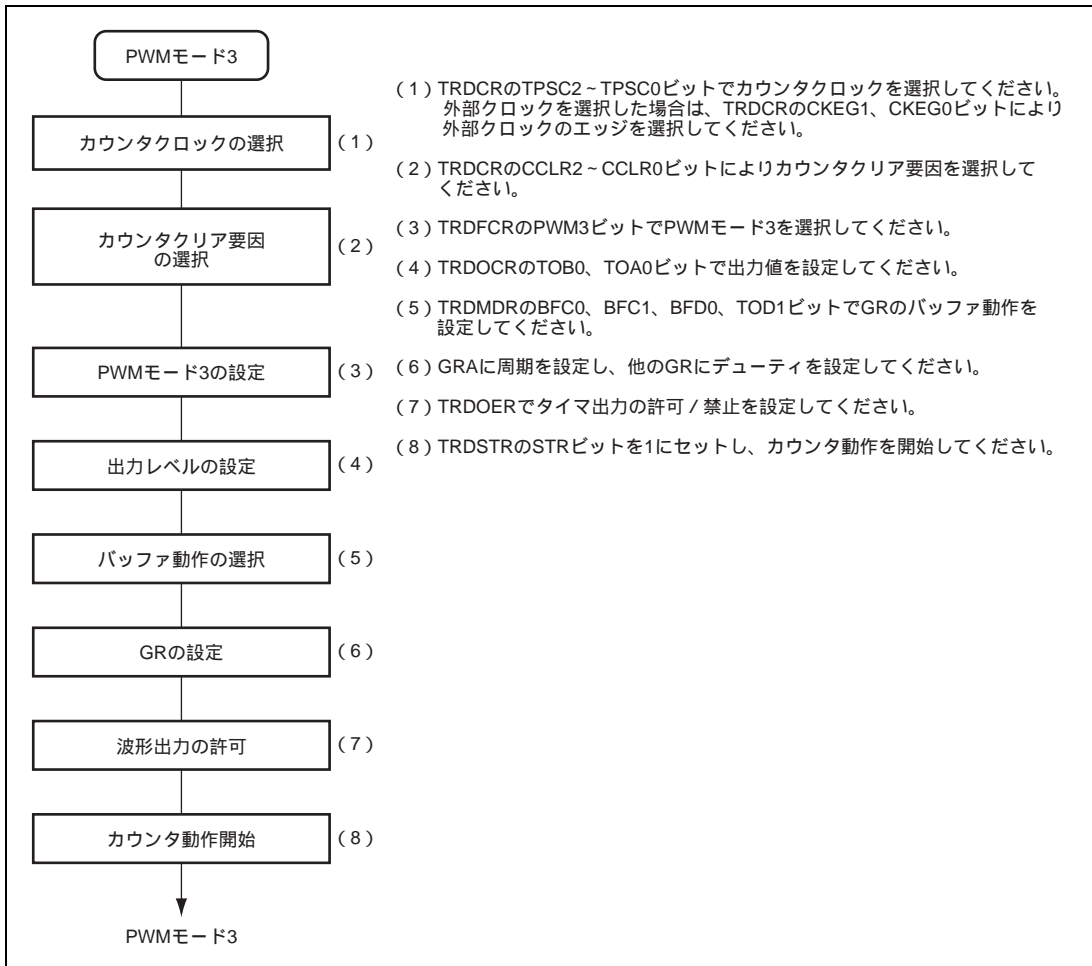


図 14.39 PWM3 モードの設定手順例

TRDCNT_0を周期カウント動作(コンペアマッチ A0 でカウンタクリア: TRDCR_0 の CCLR2～CCLR0 = B'001)に設定し、PWM3 モードを選択 (TRDFCR の PWM3 = 0) を設定し、FTIOA0 端子、FTIOB0 端子から任意の周期のノンオーバーラップパルスを出力した動作例を図 14.40 に示します。

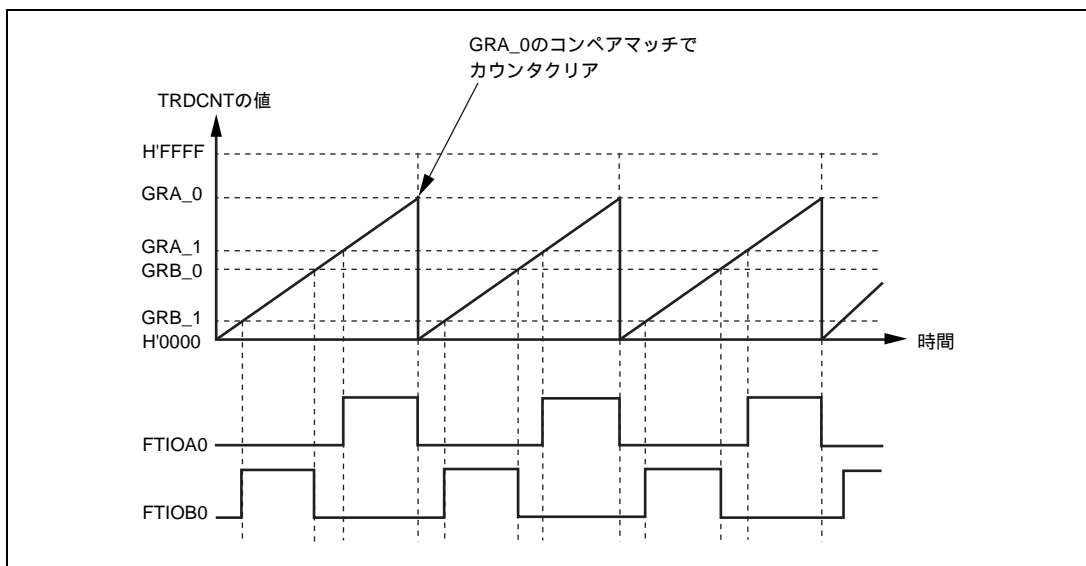


図 14.40 ノンオーバーラップパルス出力例

14.4.9 バッファ動作

バッファ動作は、GR をアウトプットコンペアレジスタに設定した場合、GR をインプットキャプチャレジスタに設定した場合、リセット同期 PWM モード時、および相補 PWM モード時で機能が異なります。表 14.10 にバッファ動作のレジスタの組み合わせを示します。

表 14.10 バッファ動作のレジスタの組み合わせ

ジェネラルレジスタ (GR)	バッファレジスタ
GRA	GRC
GRB	GRD

(1) GR 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 GR に転送されます。この動作を図 14.41 に示します。

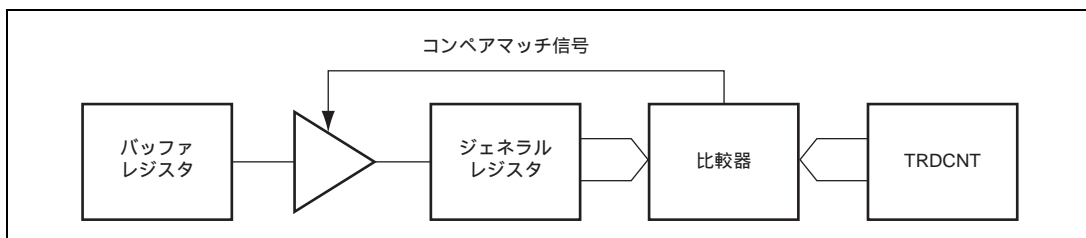


図 14.41 コンペアバッファ動作

(2) GR 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、TRDCNT の値を GR に転送すると同時に、それまで格納されていた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 14.42 に示します。

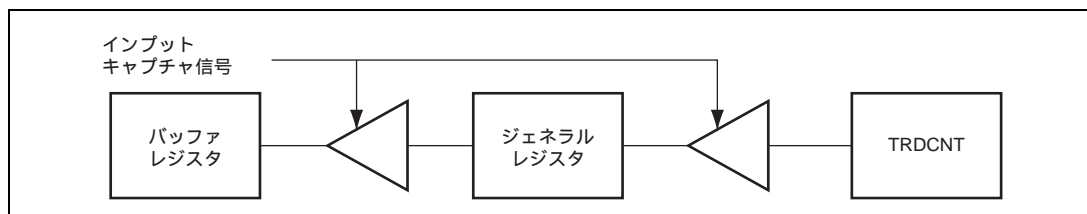


図 14.42 インプットキャプチャバッファ動作

(3) PWM3 モードの場合

コンペアマッチ A0 が発生したとき、バッファレジスタの値が GR に転送されます。

(4) 相補 PWM モードの場合

TRDCNT のカウンタ方向が変化するとバッファレジスタの値が GR に転送されます。このとき、バッファレジスタから GR への転送は、以下のタイミングで行われます。

- TRDCNT_0とGRA_0がコンペアマッチしたとき
- TRDCNT_1がアンダフローしたとき

(5) リセット同期 PWM モードの場合

コンペアマッチ A0 が発生したとき、バッファレジスタの値が、コンペアマッチ A0 から GR に転送されます。

(6) 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 14.43 に示します。

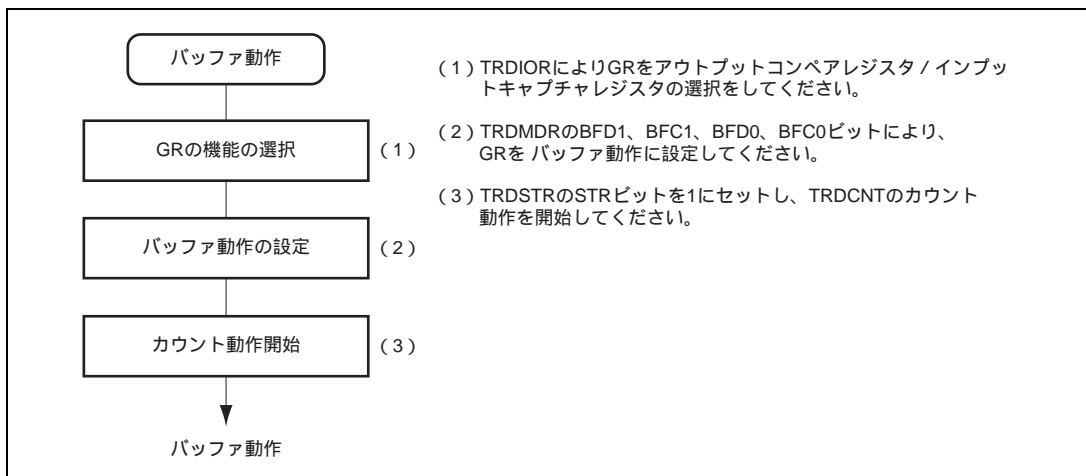


図 14.43 バッファ動作の設定手順例

(7) バッファ動作例

GRA をアウトプットコンペアレジスタに設定し、GRA と GRC をバッファ動作に設定したときの動作を、図 14.44 に示します。これは、TRDCNT がコンペアマッチ B によりクリアされる周期カウント動作をしている場合の例です。また FTIOA、FTIOB 端子は、それぞれコンペアマッチ A、B によるトグル出力が設定されています。バッファ動作が設定されているため、コンペアマッチ A で FTIOA 端子がトグル出力を行うと同時に、バッファレジスタの値がジェネラルレジスタに転送されます。この動作をコンペアマッチ A が発生するたびに繰り返します。この転送タイミングを図 14.45 に示します。

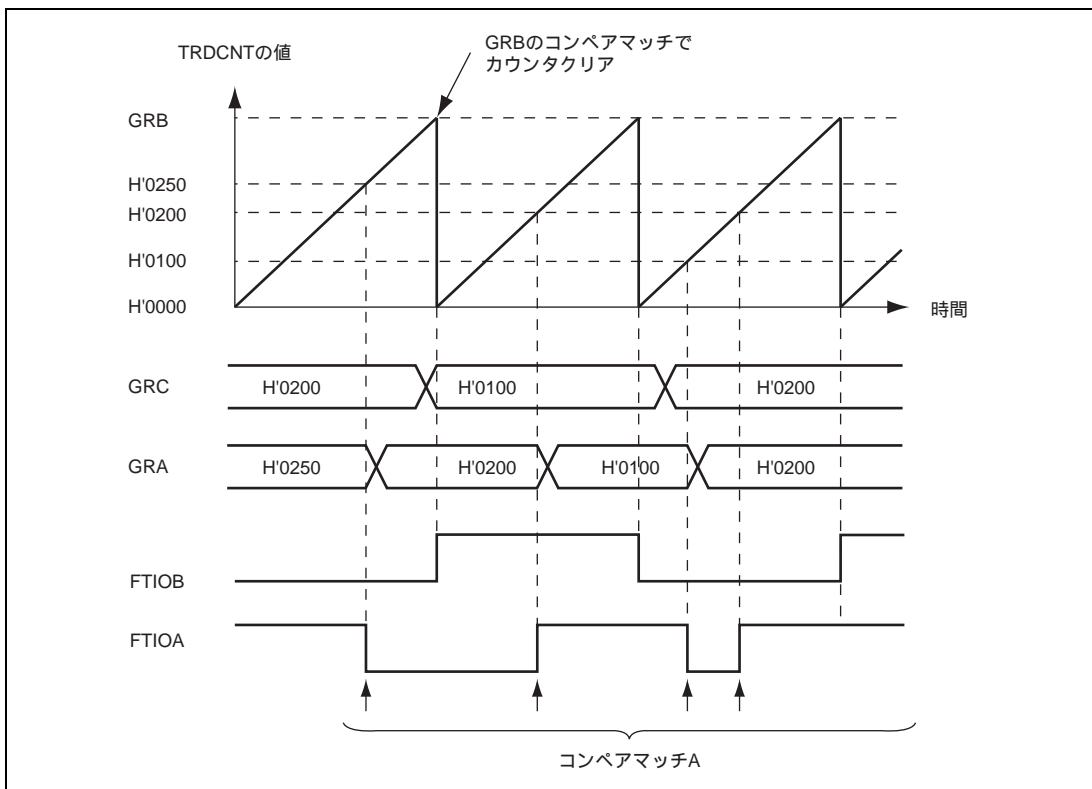


図 14.44 バッファ動作例 (1) (アウトプットコンペアレジスタに対するバッファ動作)

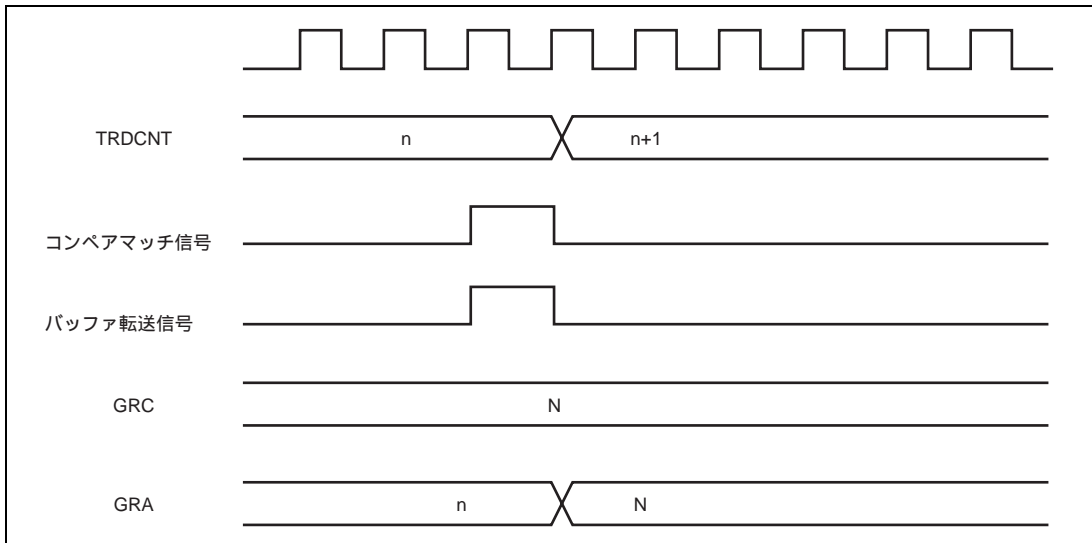


図 14.45 バッファ動作時のコンペアマッチタイミング例

GRA を入力キャプチャに設定し、GRA と GRC をバッファ動作に設定したときの動作を図 14.46 に示します。これは TRDNCNT が入力キャプチャ B によりカウンタクリアされる場合の例です。FTIOB 端子の入力キャプチャ入力エッジは立ち下がりエッジが選択され、FTIOA 端子の入力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が選択されているとします。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 TRDNCNT の値が GRA に格納されると同時にそれまで格納されていた GRA の値が GRC に転送されます。この転送タイミングを図 14.47 に示します。

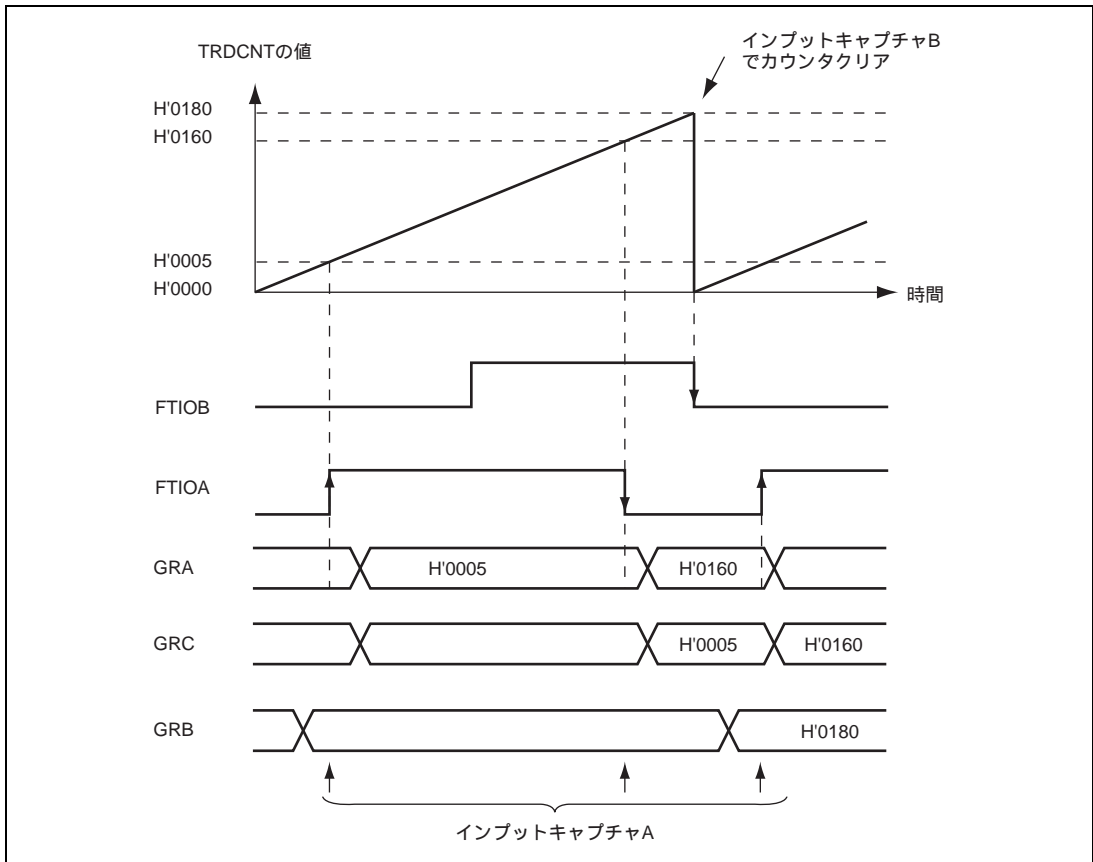


図 14.46 バッファ動作例 (2) (インプットキャプチャレジスタに対するバッファ動作)

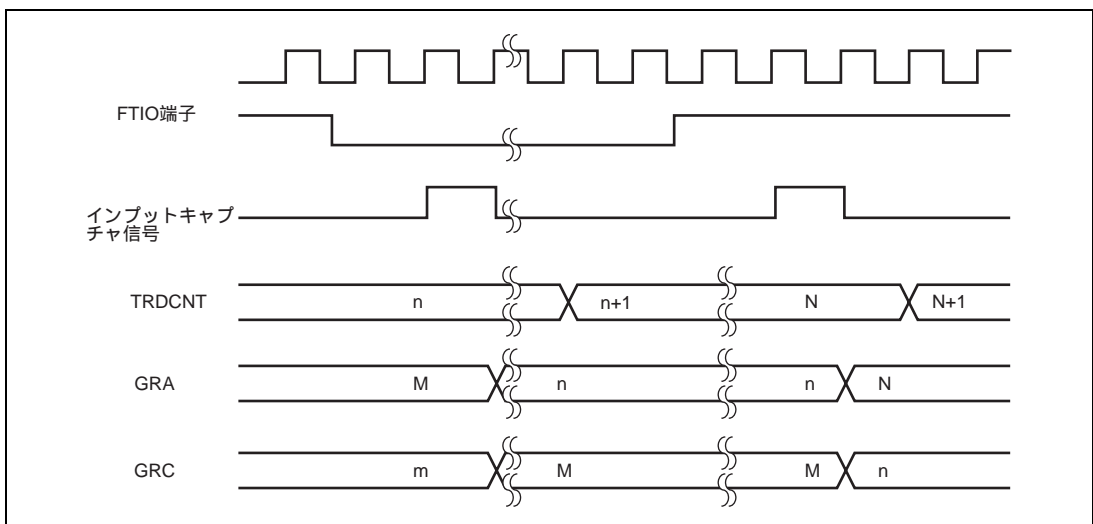


図 14.47 バッファ動作時のインプットキャプチャタイミング

相補 PWM モード時、GRB_0 と GRD_0 をバッファ動作に設定したときの動作例を図 14.48、図 14.49 に示します。バッファ動作を使用して GRD_0 GRA_0 とすることにより、デューティ 0% の PWM 波形を生成した場合の例です。GRD_0 から GRB_0 への転送は、CMD0、CMD1 の設定により、TRDCNT_0 と GRA_0 がコンペアマッチしたとき、または TRDCNT_1 がアンダフローしたときのどちらかに選択されます。ただし、GRD_0 GRA_0 の場合は、CMD0、CMD1 ビットの設定にかかわらず TRDCNT_1 がアンダフローのときに転送され、GRD_0 = H'0000 のときは、CMD0、CMD1 ビットの設定にかかわらず TRDCNT_0 と GRA_0 がコンペアマッチしたときに転送されます。

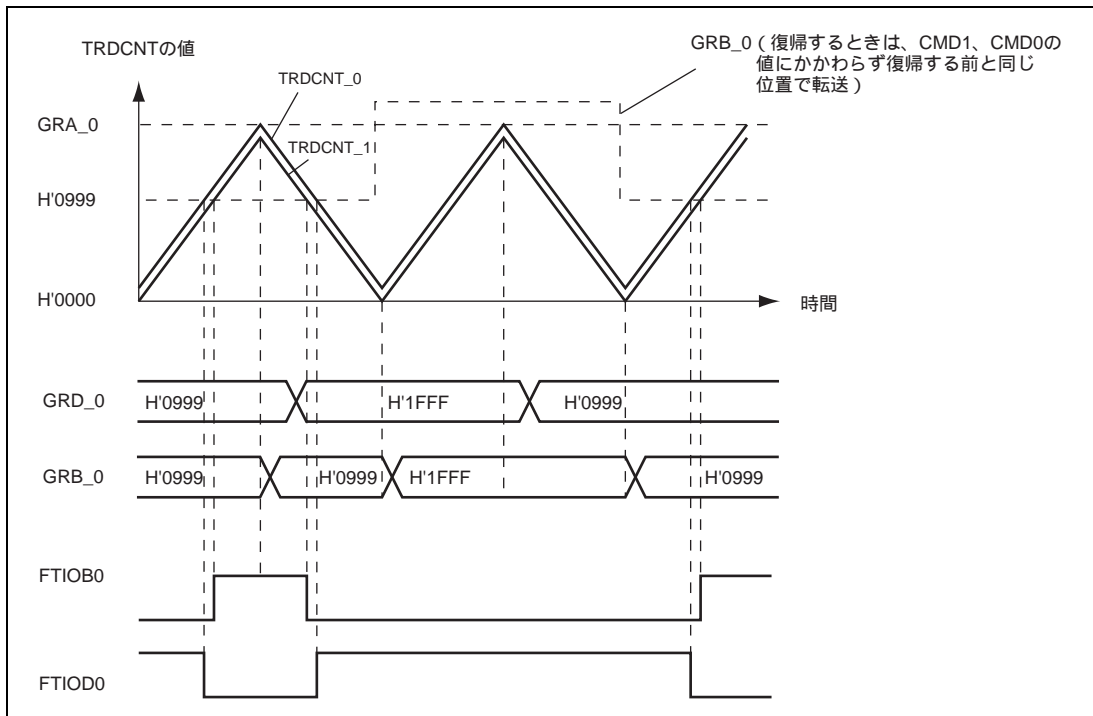


図 14.48 バッファ動作例 (3) (相補 PWM モード時のバッファ動作 CMD1 = CMD0 = 1)

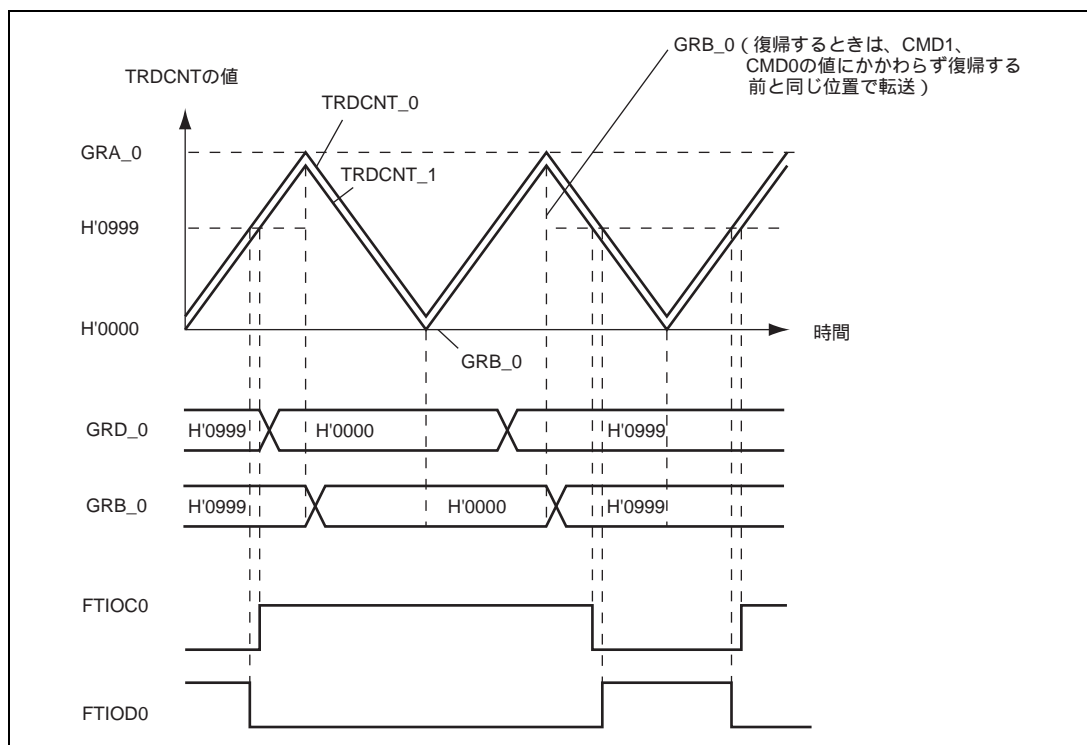


図 14.49 バッファ動作例(4) (相補 PWM モード時のバッファ動作 CMD1 = 1、CMD0 = 0)

14.4.10 タイマ RD 出力タイミング

チャンネル 0、1 の出力は、TRDOER1、TRDOCR の設定および外部レベルにより、出力を禁止したり反転したりすることができます。

(1) TRDOER1 によるタイマ RD の出力の許可 / 禁止タイミング

TRDOER1 のマスタイネーブルビットを 1 にセットすると、タイマ RD の出力が禁止されます。対応する入出力ポートの PCR、PDR をあらかじめ設定しておくことにより任意の値を出力することができます。TRDOER1 によるタイマ RD の出力を許可 / 禁止するタイミングを図 14.50 に示します。

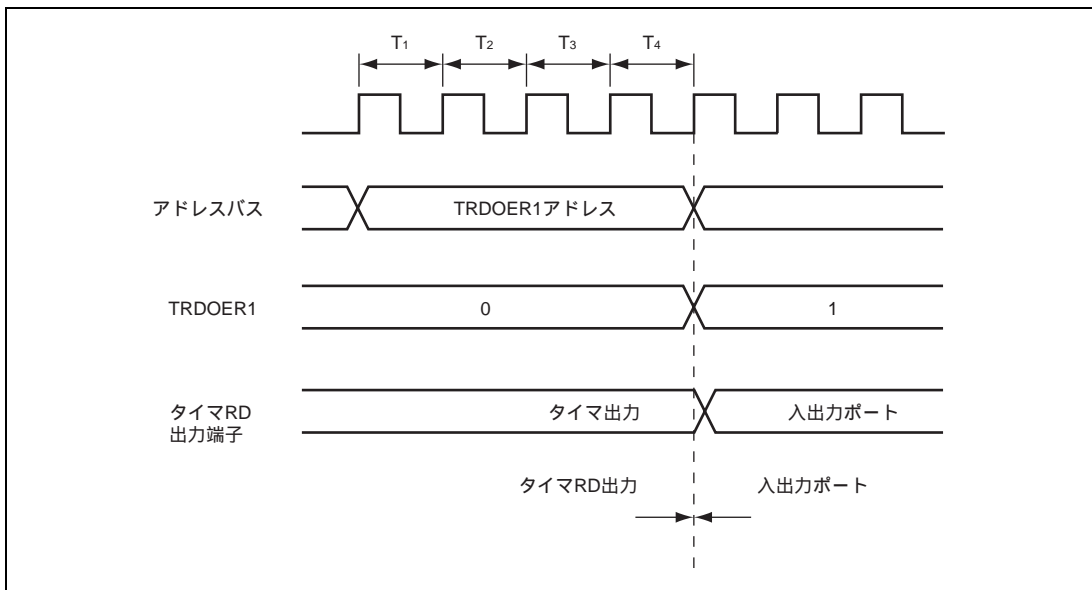


図 14.50 TRDOER1 へのライトによるタイマ RD 出力禁止タイミングの例

(2) 外部トリガによるタイマ RD の出力禁止のタイミング

PH5/TRDO \bar{I} _0 (または PH6/TRDO \bar{I} _1) 端子を $\overline{\text{TRDO}\bar{I}}$ 入力端子に設定し、 $\overline{\text{TRDO}\bar{I}}$ に Low レベルを入力すると、TRDOER1 のマスタイネーブルビットが 1 にセットされタイマ RD の出力が禁止されます。

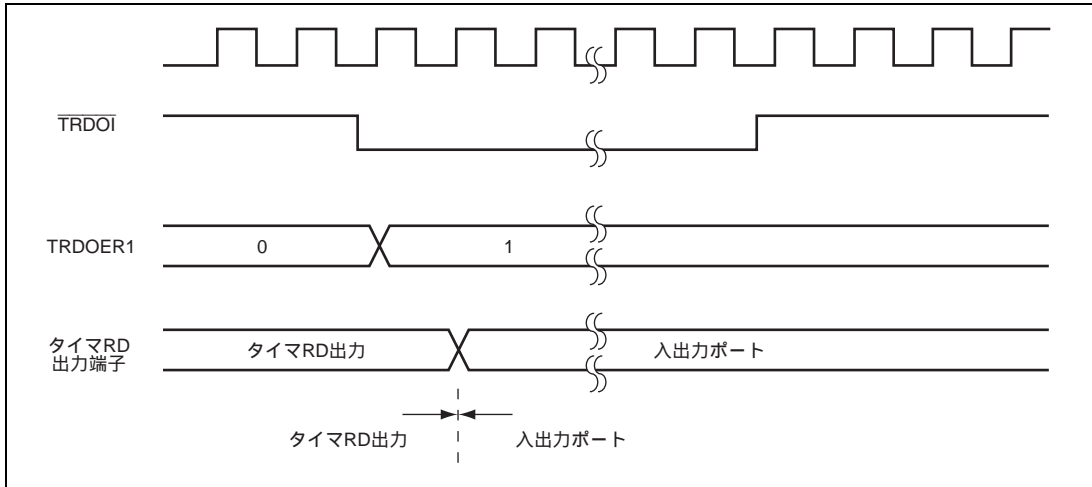


図 14.51 外部トリガによるタイマ RD 出力禁止タイミングの例

(3) TRDFCR による出力反転タイミング

リセット同期 PWM モード、または相補 PWM モード時に、TRDFCR の OLS1、OLS0 ビットを反転することにより、出力レベルを反転することができます。このタイミングを図 14.52 に示します。

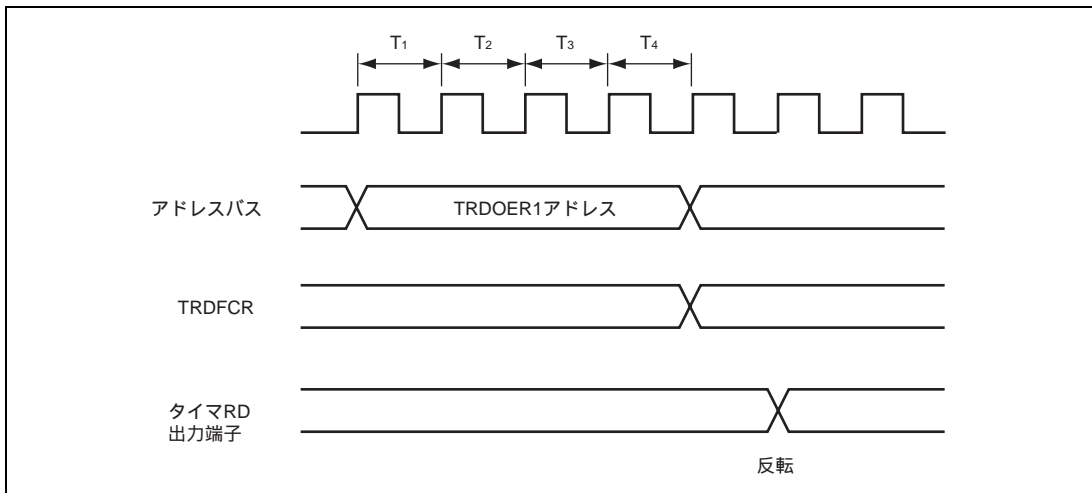


図 14.52 TRDFCR へのライトによるタイマ RD 出力レベル反転タイミングの例

(4) POCR による出力反転タイミング

PWM モード時に、POCR の POLD、POLC、POLB ビットを反転することにより、出力レベルを反転することができます。このタイミングを図 14.53 に示します。

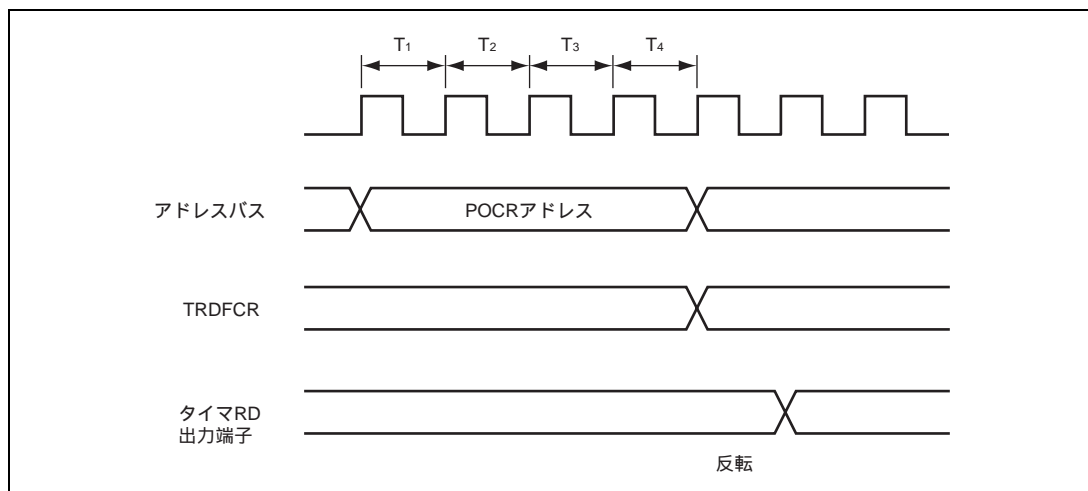


図 14.53 POCR へのライトによるタイマ RD 出力レベル反転タイミングの例

14.4.11 インพุットキャプチャ入力デジタルフィルタ機能

FTIOA ~ FTIOD 端子の入力信号は、デジタルフィルタ回路を通して内部に取り込むことができます。デジタルフィルタ回路は、3 段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。FTIOA ~ FTIOD 端子入力信号は TRDDF の DFCK1、DFCK0 ビットによって選択されたクロックでサンプリングされ、3 つのラッチ出力が一致すると、後段へそのレベルを伝えます。一致しないときは、前の値を保持します。すなわち、3 サンプルクロック以上の幅のパルス入力は信号として認識しますが、3 サンプルクロック以下の信号変化はノイズとして判断し除去されます。

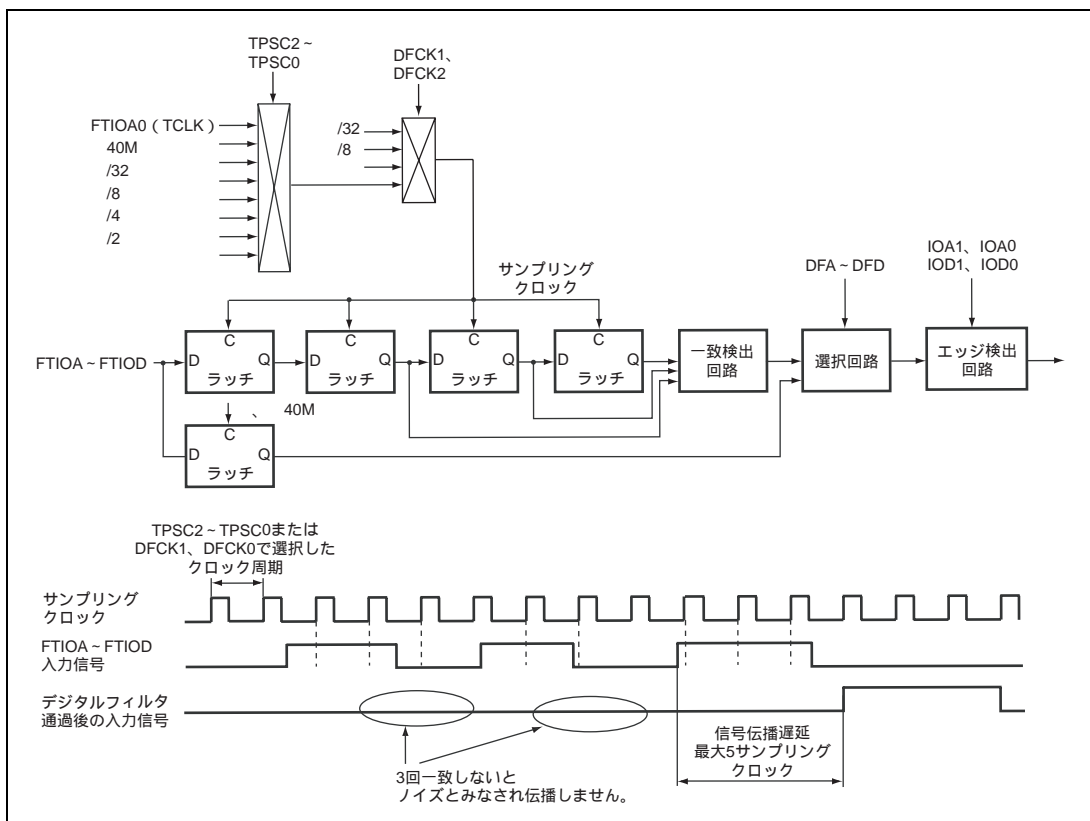


図 14.54 デジタルフィルタ回路のブロック図

14.4.12 GR 対象出力端子可変機能

TRDIORC の IOC3、IOD3 ビットの設定により GRC および GRD のコンペアマッチ出力をそれぞれ FTIOC、FTIOD 端子から FTIOA、FTIOB 端子へ変更することができる機能です。これにより FTIOA 端子はコンペアマッチ A とコンペアマッチ C を組み合わせた出力、FTIOB 端子はコンペアマッチ B とコンペアマッチ D を組み合わせた出力が可能になります。図 14.55 に GR 対象出力端子可変機能ブロック図を示します。チャンネル 0、1 はそれぞれ独立に設定可能です。

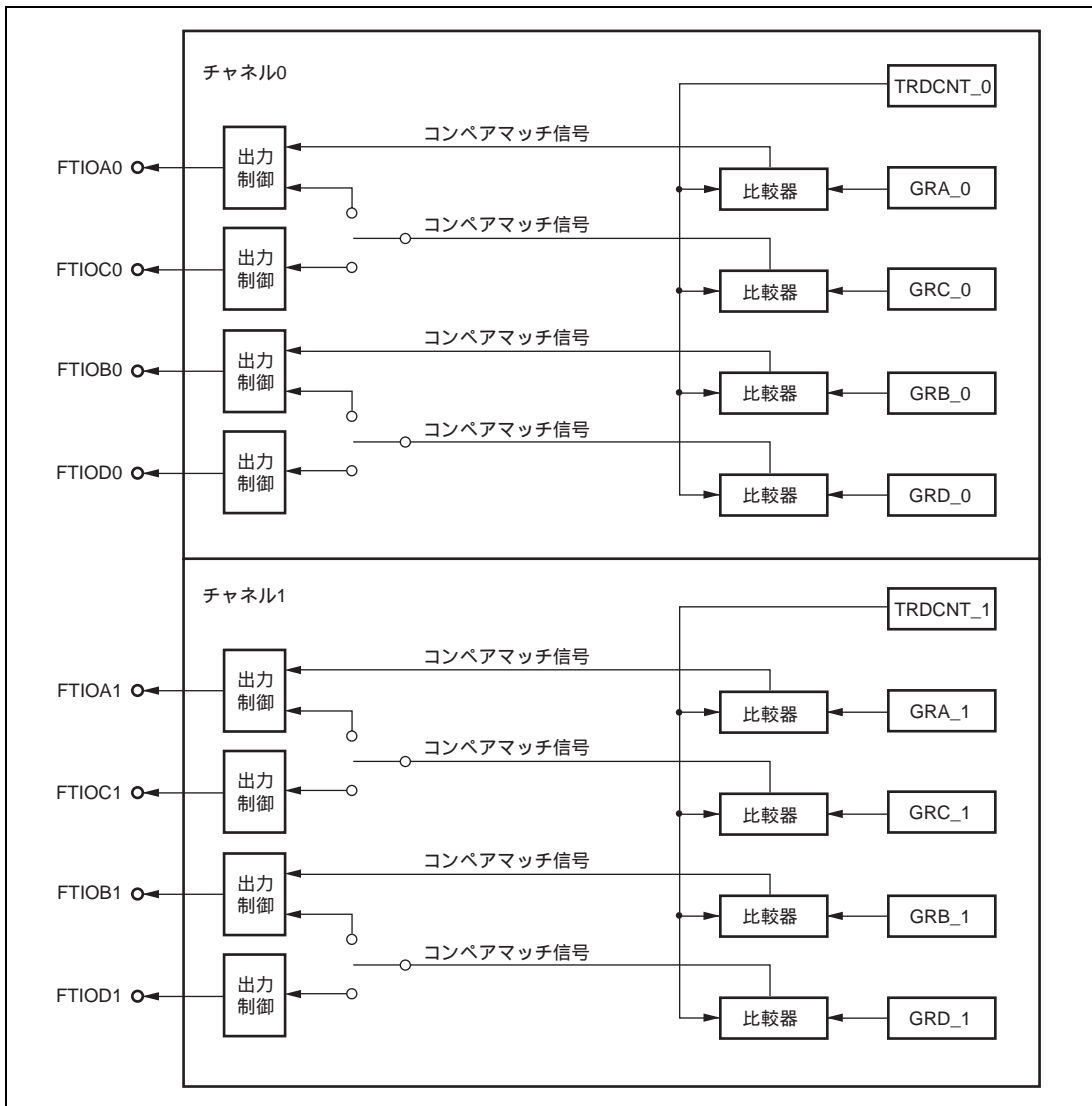


図 14.55 GR 対象出力端子可変機能ブロック図

TRDCNT_0 を周期カウント動作(コンペアマッチ A0 でカウンタクリア: TRDCR_0 の CCLR2~0=B'001)に、コンペアマッチ A (GRA_0) でトグル出力 (TRDIORA_1 の IOA2~0=B'011)、コンペアマッチ C (GRC_0) で FTIOA 端子にトグル出力 (TRDIORC_1 の IOC3~0=B'0X11)、コンペアマッチ B (GRB_0) でトグル出力 (TRDIORA_1 の IOB2~0=B'011)、コンペアマッチ D (GRD_0) で FTIOB 端子にトグル出力 (TRDIORC_1 の IOD3~0=B'0X11) になるように設定し、FTIOA0 端子、FTIOB0 端子から任意の周期のノンオーバーラップパルスを出力した場合の動作例を図 14.56 に示します。

同様に TRDCNT_1 を使用し、ノンオーバーラップパルスを出力した場合の動作例を図 14.57 に示します。

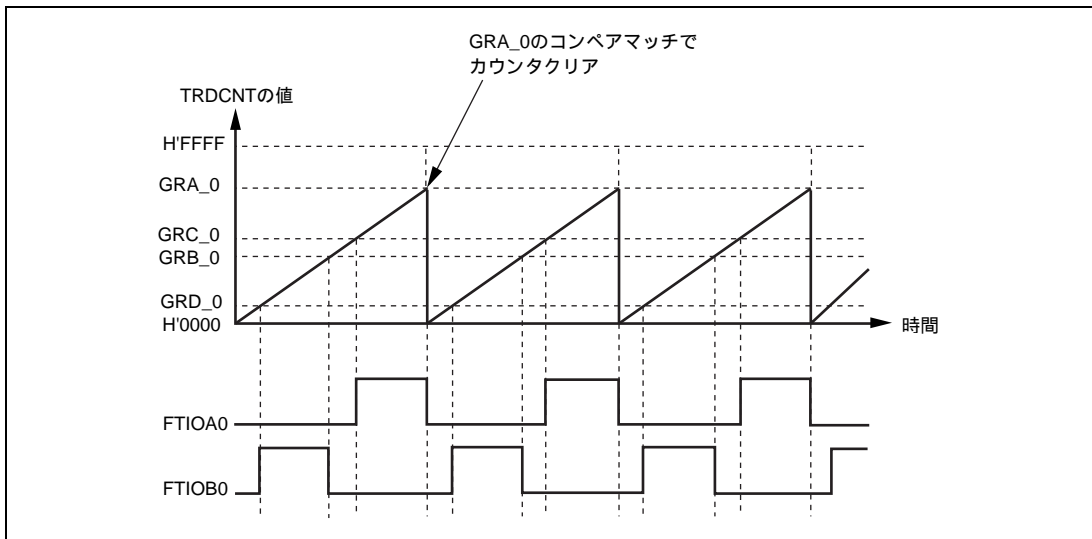


図 14.56 FTIOA0、FTIOB0 端子からノンオーバーラップパルスを出力した例 (TRDCNT_0 を使用)

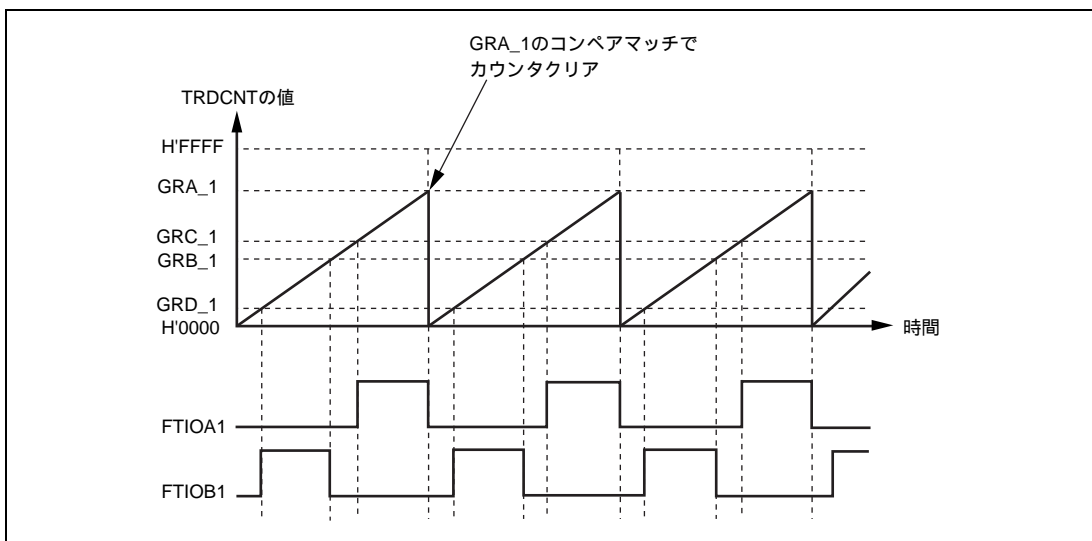


図 14.57 FTIOA1、FTIOB1 端子からノンオーバーラップパルスを出力した例 (TRDCNT_1 を使用)

14.5 割り込み要求

タイマ RD の割り込み要求には、インプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込み、オーバフロー割り込み、アンダフロー割り込みの 3 種類があります。割り込み要求フラグが 1 にセットされ、かつ割り込み許可ビットが 1 にセットされているとき当該割り込みを要求します。

14.5.1 ステータスフラグのセットタイミング

(1) IMF フラグのセットタイミング

IMF フラグは、GR と TRDCNT が一致したときに発生するコンペアマッチ信号によって 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 (TRDCNT 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、TRDCNT と GR が一致した後、TRDCNT 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。IMF フラグのセットタイミングを図 14.58 に示します。

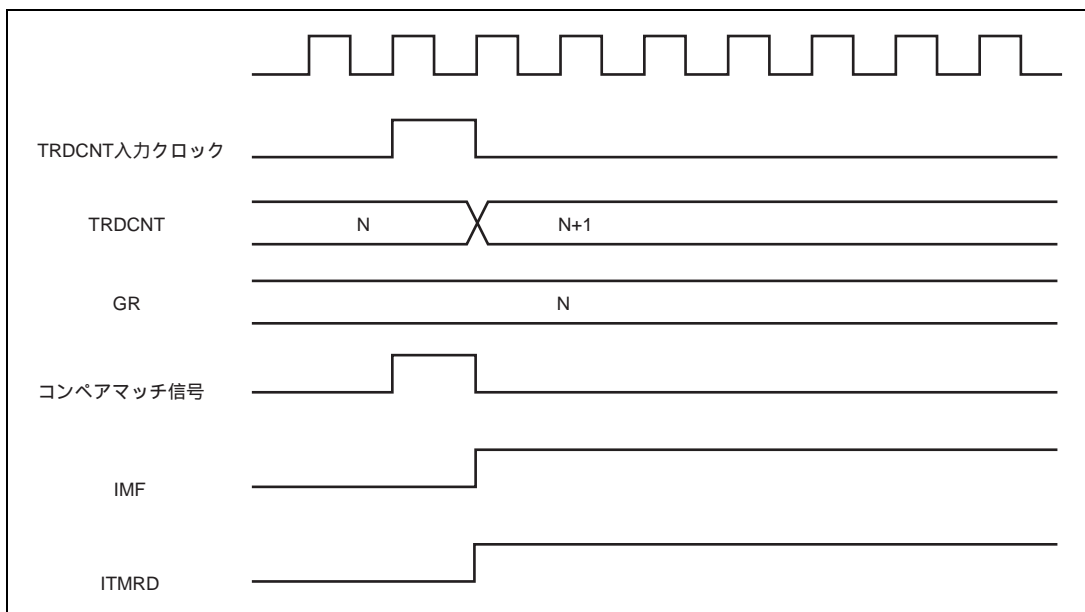


図 14.58 コンペアマッチ時の IMF フラグのセットタイミング

(2) インพุットキャプチャ時の IMF フラグのセットタイミング

インพุットキャプチャ信号の発生により IMF フラグは 1 にセットされ、同時に TRDCNT の値が対応する GR に転送されます。このタイミングを図 14.59 に示します。

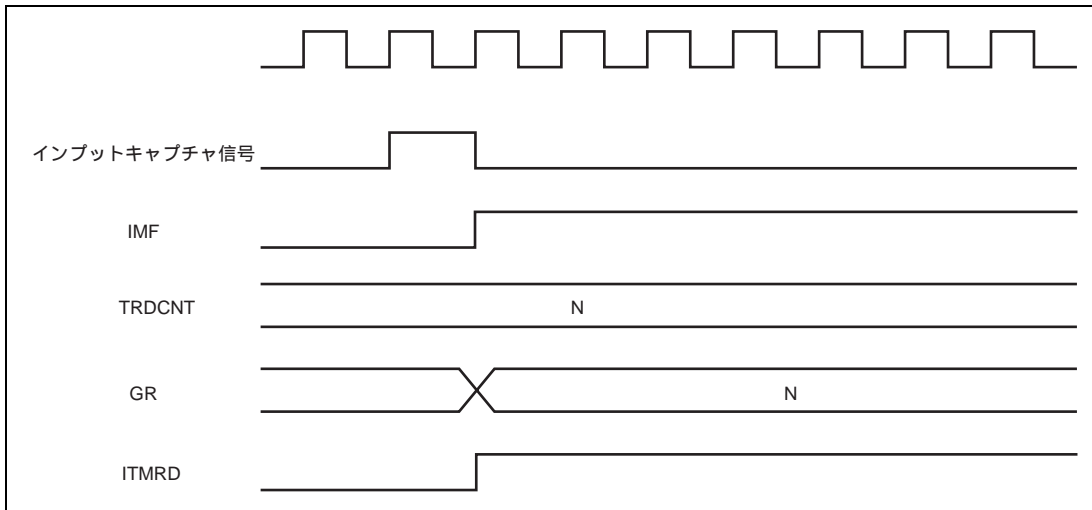


図 14.59 インพุットキャプチャ時の IMF フラグのセットタイミング

(3) オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング

OVF フラグは、TRDCNT がオーバフローしたときに 1 にセットされます。このタイミングを図 14.60 に示します。

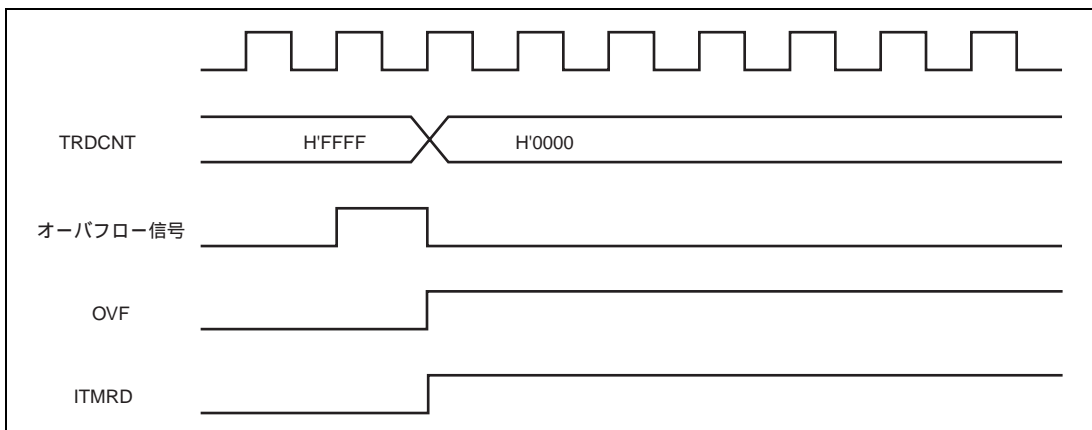


図 14.60 OVF フラグのセットタイミング

14.5.2 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後、0をライトするとクリアされます。CPUによるステータスフラグのクリアタイミングを図14.61に示します。

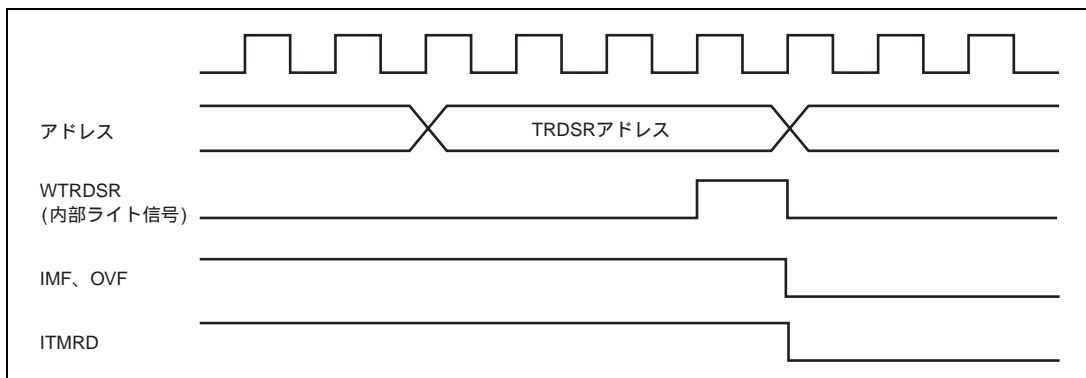


図 14.61 ステータスフラグのクリアタイミング

14.6 使用上の注意事項

(1) 入力クロックおよびインプットキャプチャの入力のパルス幅

入力クロックおよびインプットキャプチャの入力のパルス幅は、TRDCR の TPSC2 ~ TPSC0 ビットにより B'0XX、B'10X を選択したときは $3 \times$ 周期、B'110 を選択したときは $3 \times 40M$ 周期以上が必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんので注意してください。

(2) TRDCNT のライトとクリアの競合

TRDCNT のライトサイクル中の T_1 ステートでカウンタクリア信号が発生すると、TRDCNT への書き込みサイクルは行われず TRDCNT のクリアが優先されます。このタイミングを図 14.62 に示します。

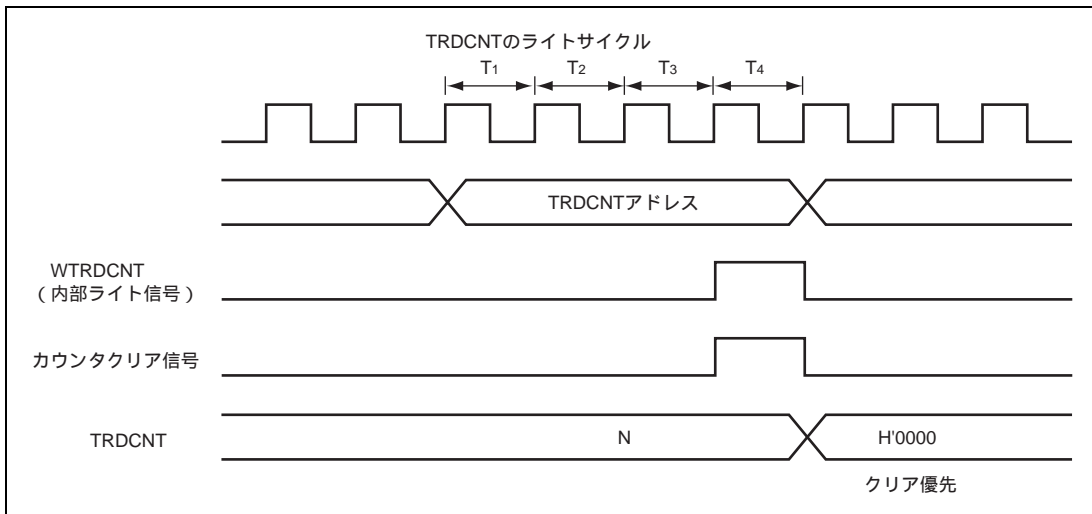


図 14.62 TRDCNT のライトとクリアの競合

(3) TRDCNT のライトとカウンタアップの競合

TRDCNT のライトサイクル中の T_1 ステートでカウンタアップが発生した場合、TRDCNT のライトが優先されます。このタイミングを図 14.63 に示します。

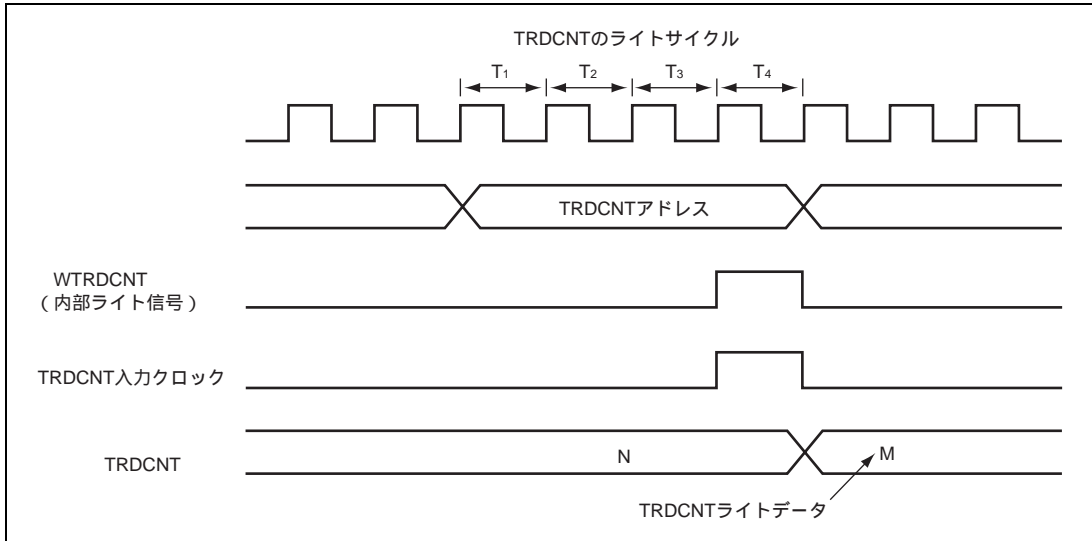


図 14.63 TRDCNT のライトとカウンタアップの競合

(4) GR のライトとコンペアマッチの競合

GR のライトサイクル中の T_4 ステートでコンペアマッチが発生しても GR 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。このタイミングを図 14.64 に示します。

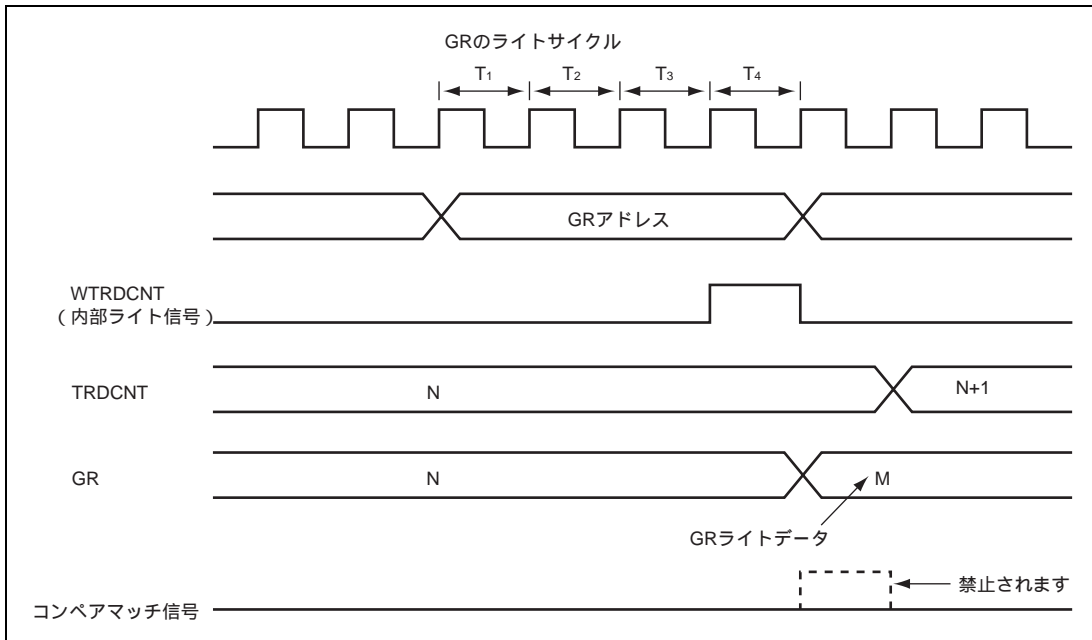


図 14.64 GR のライトとコンペアマッチの競合

(5) TRDCNT のライトとオーバーフロー / アンダフローとの競合

TRDCNT のライトサイクル中の T_1 ステートでオーバーフローが発生した場合、カウントアップされずにカウンタライトが優先されます。このとき OVF フラグは 1 にセットされます。アンダフローの場合も同様です。このタイミングを図 14.65 に示します。

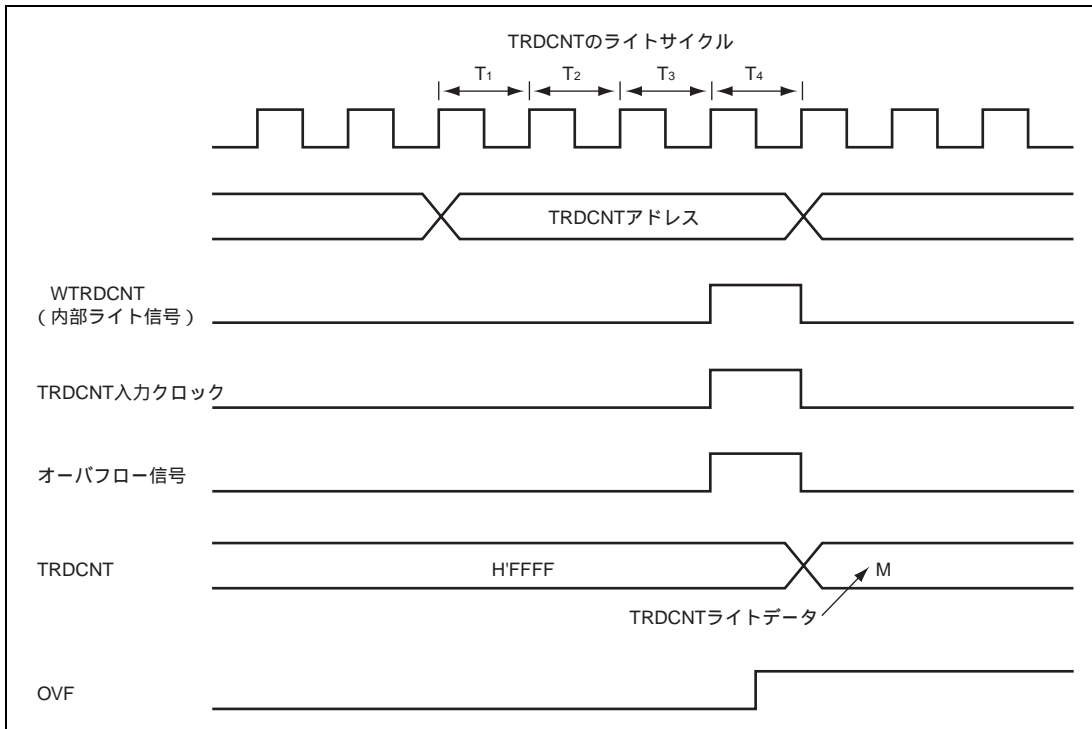


図 14.65 TRDCNT のライトとオーバーフローの競合

(6) GR のリードとインプットキャプチャの競合

GR のリードサイクル中の T_4 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、リードされるタイミングはインプットキャプチャ転送前のデータが転送されます。このときのタイミングを図 14.66 に示します。

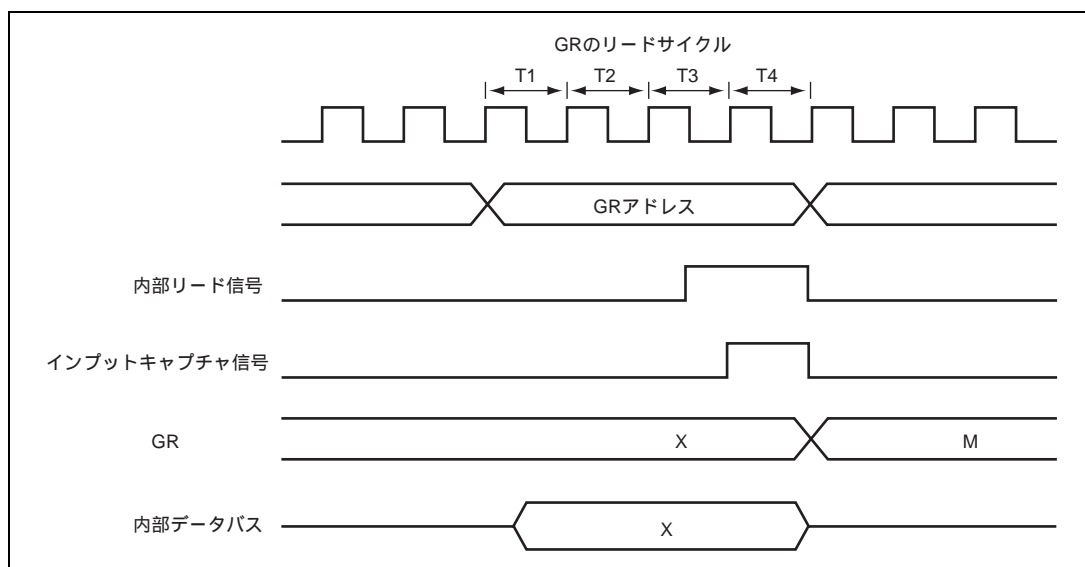


図 14.66 GR のリードとインプットキャプチャの競合

(7) インพุットキャプチャによるカウントクリアとカウントアップの競合

インพุットキャプチャ信号とカウントアップ信号が同時に発生するとカウントアップされずに、インพุットキャプチャによるカウントクリアが優先されます。また GR にはカウンタクリア前の TRDCNT の内容が転送されます。このタイミングを図 14.67 に示します。

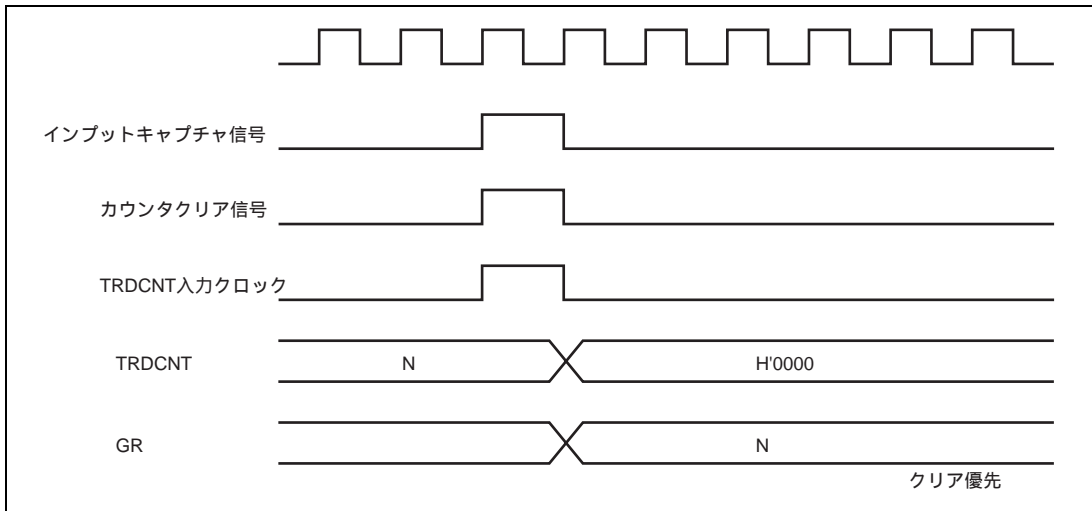


図 14.67 インพุットキャプチャによるカウントクリアとカウントアップの競合

(8) GRのライトとインプットキャプチャの競合

GR ライトサイクル中の T_4 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、GR への書き込みは行われずインプットキャプチャが優先されます。このタイミングを図 14.68 に示します。

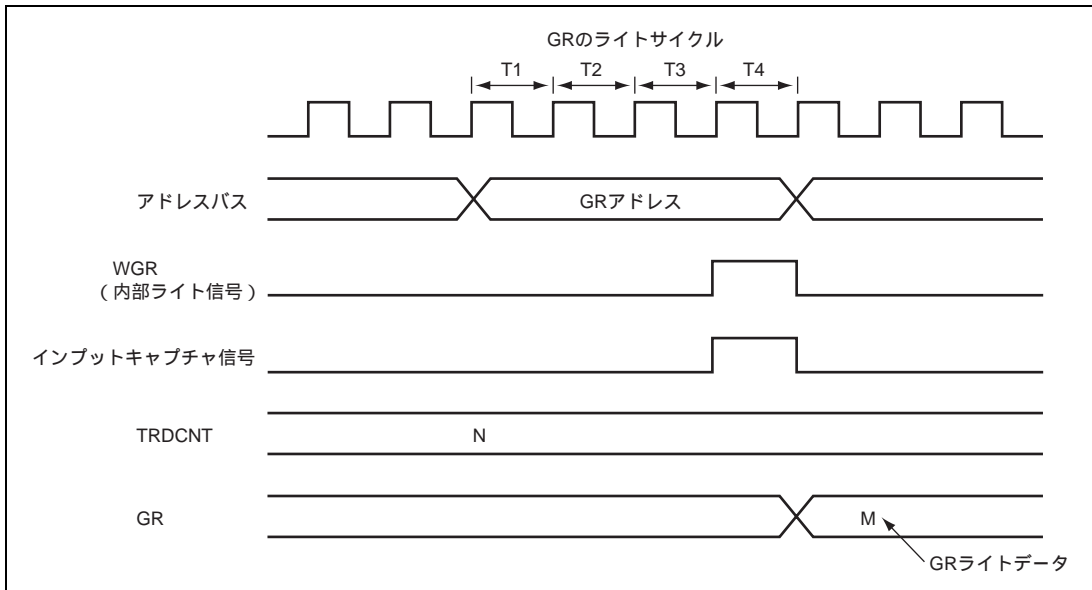


図 14.68 GR のライトとインプットキャプチャの競合

(9) リセット同期 PWM モード / 相補モード設定時の注意事項

TRDFCR の CMD1、CMD0 ビットを設定するときは、以下のことに注意してください。

- CMD1、CMD0 ビットへのライトは、TRDCNT_1、TRDCNT_0 が停止中に行ってください。
- リセット同期 PWM モードと相補 PWM モードの相互の設定変更は禁止です。通常動作 (CMD1、CMD0 ビットを 0 にクリア) を設定した後に、リセット同期 PWM モードまたは相補 PWM モードを設定してください。

(10) TRDOCR の TOA0 ~ TOD0、TOA1 ~ TOD1 ビット書き込み時の注意事項

TRDOCR の TOA0 ~ TOD0、TOA1 ~ TOD1 ビットは最初のコンペアマッチが発生するまでの FTIO 端子の出力値を決めるビットです。一度コンペアマッチが発生し、コンペアマッチにより FTIOA0 ~ FTIOD0、FTIOA1 ~ FTIOD1 出力が変化した場合、FTIOA0 ~ FTIOD0、FTIOA1 ~ FTIOD1 端子の出力値と TOA0 ~ TOD0、TOA1 ~ TOD1 ビットを読み出した値は一致しないことがあります。また、TRDOCR への書き込みとコンペアマッチ A0 ~ D0、A1 ~ D1 の発生が競合した場合、書き込みが優先されコンペアマッチによる出力の変化は FTIOA0 ~ FTIOD0、FTIOA1 ~ FTIOD1 端子に反映されません。よってビット操作命令を用いて TRDOCR へ書き込みを行うと、FTIOA0 ~ FTIOD0、FTIOA1 ~ FTIOD1 端子の出力値が意図しない結果になることがあります。

コンペアマッチ動作中に TRDOCR へライトする場合は、TRDOCR アクセス前に一度タイマカウンタを停止させ、ポート 6 の状態をリードして FTIOA0 ~ FTIOD0、FTIOA1 ~ FTIOD1 の出力値を TOA0 ~ TOD0、TOA1 ~ TOD1 に反映しライトを行ってください。その後タイマカウンタを再起動します。

コンペアマッチと TRDOCR へのビット操作命令が競合した場合の例を図 14.69 に示します。

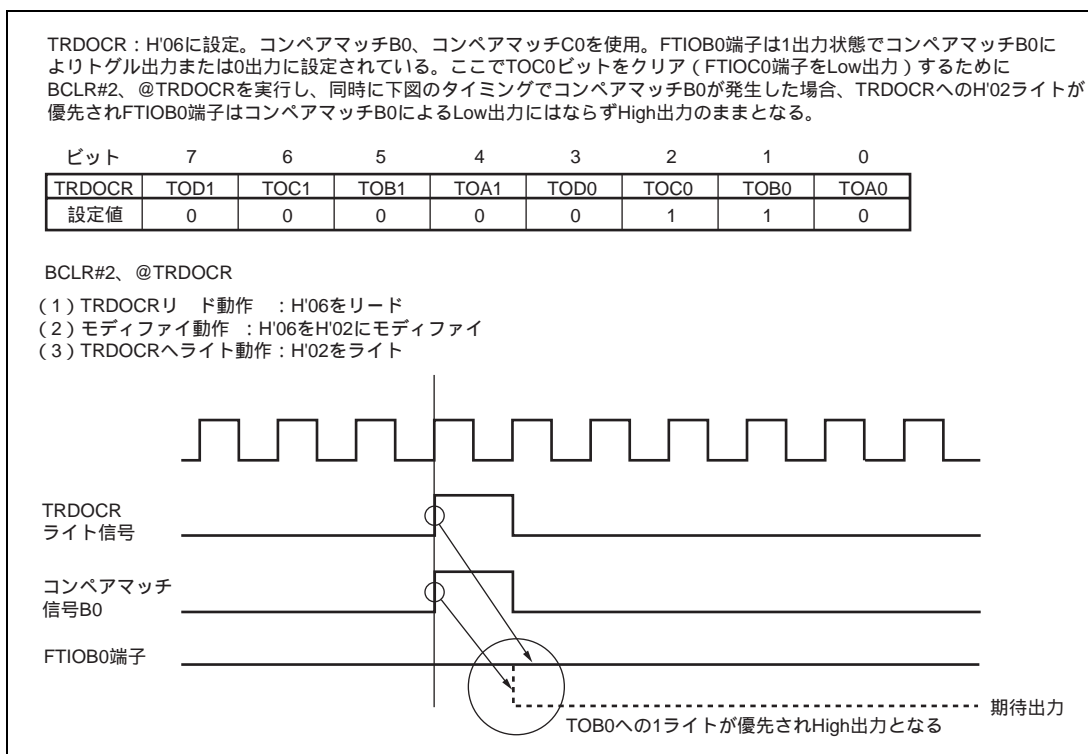


図 14.69 コンペアマッチと TRDOCR へのビット操作命令が競合した場合の例

15. ウォッチドッグタイマ

ウォッチドッグタイマは8ビットのタイマで、システムの暴走などによりカウンタの値が書き換えられずオーバフローするとLSI内部をリセットします。ウォッチドッグタイマのブロック図を図15.1に示します。

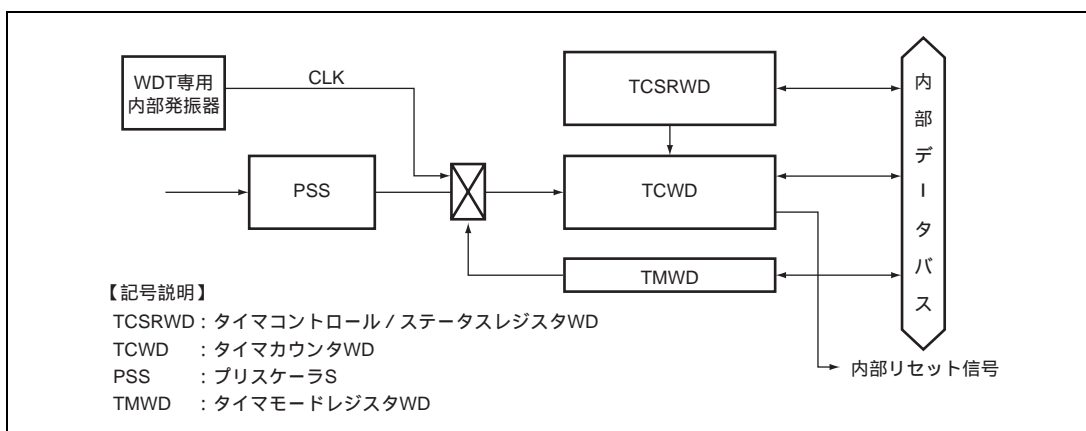


図 15.1 ウォッチドッグタイマのブロック図

15.1 特長

- 9種類の内部クロックを選択可能
タイマのカウントクロックとして8種類の内部クロック (/64、 /128、 /256、 /512、 /1024、 /2048、 /4096、 /8192) またはWDT専用内部発振器を選択可能です。WDT専用内部発振器を選択した場合はすべての動作モードでウォッチドッグタイマとして動作します。
- カウンタのオーバフローでリセット信号を発生
オーバフロー周期は、選択したクロックの1倍から256倍まで設定可能です。
- 初期状態で有効
ウォッチドッグタイマは、リセット解除後動作を開始します。

15.2 レジスタの説明

ウォッチドッグタイマには以下のレジスタがあります。

- タイマコントロール/ステータスレジスタWD (TCSRWD)
- タイマカウンタWD (TCWD)
- タイマモードレジスタWD (TMWD)

15.2.1 タイマコントロール/ステータスレジスタ WD (TCSRWD)

TCSRWD は TCSRWD 自身と TCWD の書き込み制御を行うレジスタです。また、ウォッチドッグタイマの動作制御と動作状態を示す機能も持っています。本レジスタの書き換えは MOV 命令で行ってください。ビット操作命令では設定値の変更ができません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	B6WI	1	R/W	ビット 6 書き込み禁止 このビットへの書き込み値が 0 のときだけ、このレジスタのビット 6 に対する書き込みが有効となります。リードすると常に 1 が読み出されます。
6	TCWE	0	R/W	タイマカウンタ WD 書き込み許可 このビットが 1 のとき TCWD がライトイネーブルとなります。このビットにデータを書き込むときはビット 7 の書き込み値は 0 にしてください。
5	B4WI	1	R/W	ビット 4 書き込み禁止 このビットへの書き込み値が 0 のときだけ、このレジスタのビット 4 に対する書き込みが有効となります。リードすると常に 1 が読み出されます。
4	TCSRWE	0	R/W	タイマコントロール/ステータスレジスタ WD 書き込み許可 このビットが 1 のときこのレジスタのビット 2 およびビット 0 がライトイネーブルとなります。このビットにデータを書き込むときはビット 5 の書き込み値は 0 にしてください。
3	B2WI	1	R/W	ビット 2 書き込み禁止 このビットへの書き込み値が 0 のときだけ、このレジスタのビット 2 に対する書き込みが有効となります。リードすると常に 1 が読み出されます。
2	WDON	1	R/W	ウォッチドッグタイマオン このビットを 1 にセットすると、TCWD がカウントアップを開始します。0 にクリアすると TCWD はカウントアップを停止します。ウォッチドッグタイマは初期値が有効になっています。ウォッチドッグタイマを使用しない場合は、本ビットを 0 にクリアしてください。 [セット条件] • リセット • TCSRWE = 1 の状態で B2WI に 0、WDON に 1 をライトしたとき [クリア条件] • TCSRWE = 1 の状態で B2WI に 0、WDON に 0 をライトしたとき
1	B0WI	1	R/W	ビット 0 書き込み禁止 このビットへの書き込み値が 0 のときだけ、このレジスタのビット 0 に対する書き込みが有効となります。リードすると常に 1 が読み出されます。
0	WRST	0	R/W	ウォッチドッグタイマリセット [セット条件] • TCWD がオーバーフローし、内部リセット信号が発生したとき [クリア条件] • RES 端子によるリセット • TCSRWE = 1 の状態で、B0WI に 0、WRST に 0 をライトしたとき

15.2.2 タイマカウンタ WD (TCWD)

TCWD は 8 ビットのリード/ライト可能なアップカウンタです。TCWD が H'FF から H'00 にオーバフローすると内部リセット信号が発生し、TCSRWD の WRST が 1 にセットされます。TCWD の初期値は H'00 です。

15.2.3 タイマモードレジスタ WD (TMWD)

TMWD は入力クロックの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	-	すべて 1	-	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。
3	CKS3	1	R/W	クロックセレクト 3~0
2	CKS2	1	R/W	TCWD に入力するクロックを選択します。
1	CKS1	1	R/W	1000 : 内部クロック : /64 をカウント
0	CKS0	1	R/W	1001 : 内部クロック : /128 をカウント 1010 : 内部クロック : /256 をカウント 1011 : 内部クロック : /512 をカウント 1100 : 内部クロック : /1024 をカウント 1101 : 内部クロック : /2048 をカウント 1110 : 内部クロック : /4096 をカウント 1111 : 内部クロック : /8192 をカウント 0XXX : WDT 専用内部発振器 WDT 専用内部発振器によるオーバフロー周期については「第 23 章 電気的特性」を参照してください。

【注】 X : Don't care

15.3 動作説明

ウォッチドッグタイマは、8ビットのアップカウンタを備えています。リセット解除後、TCWDはカウントアップを開始します。TCWDのカウント値がH'FFからオーバーフローすると内部リセット信号を発生します。内部リセット信号はRCクロックで256クロック分の時間出力されます。TCWDはライト可能なカウンタですので、TCWDに値を設定すると、その値からカウントアップを行います。したがって、TCWDの設定値により、オーバーフロー周期を1~256入力クロックの範囲で設定できます。ウォッチドッグタイマを使用しない場合は、TCSRWDのTCSRWE=1の状態ではB2WIに0、WDONに0を同時にライトして、TCWDのカウントアップを停止させてください。（ウォッチドッグタイマを停止させるためには、TCSRWDへ2回ライトアクセスが必要となります）。ウォッチドッグタイマ動作例を図15.2に示します。

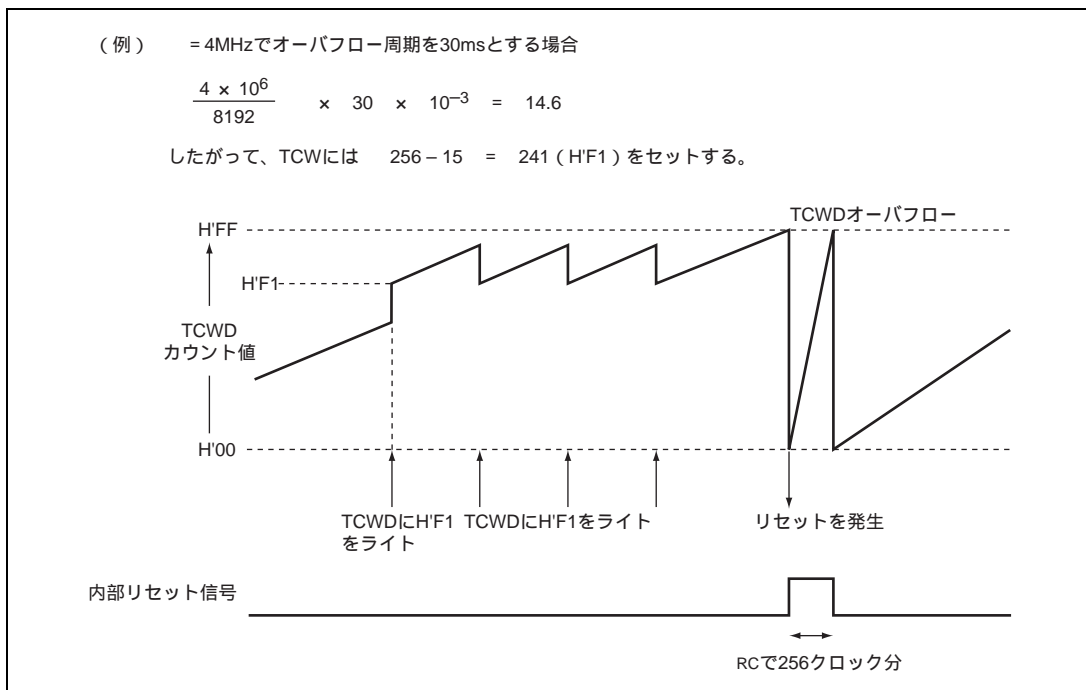


図 15.2 ウォッチドッグタイマの動作例

16. 14ビットPWM

パルス分割方式のPWMで電子チューナの制御などに使用できます。14ビットPWMのブロック図を図16.1に示します。

16.1 特長

- 2種類の変換周期を選択可能
— 変換周期 $1/6384$ 、最小変化幅 $1/$ 、または変換周期 $1/32768$ 、最小変化幅 $2/$ の選択が可能
- リップル低減を図ったパルス分割方式

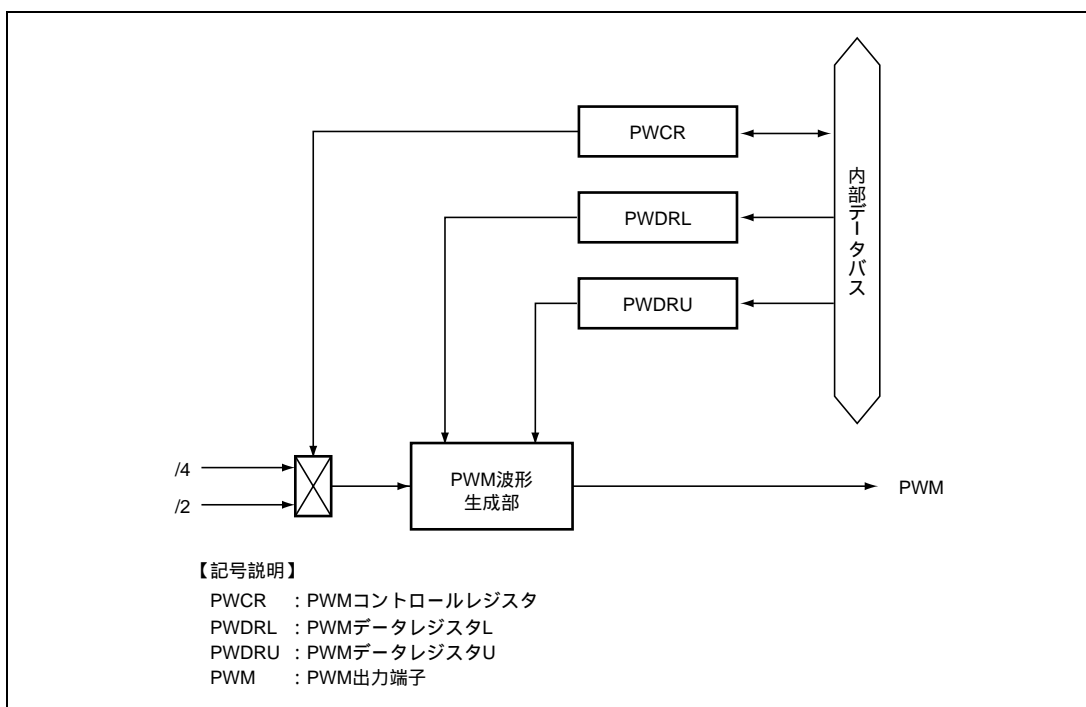


図 16.1 14ビットPWMのブロック図

16.2 入出力端子

14ビットPWMの端子構成を表16.1に示します。

表 16.1 端子構成

名称	略称	入出力	機能
14ビットPWM方形波出力	PWM	出力	14ビットPWM方形波出力端子

16.3 レジスタの説明

14ビットPWMには以下のレジスタがあります。

- PWMコントロールレジスタ (PWCR)
- PWMデータレジスタU (PWDRU)
- PWMデータレジスタL (PWDRL)

16.3.1 PWMコントロールレジスタ (PWCR)

PWCRは変換周期を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	-	すべて1	-	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。
0	PWCR0	0	R/W	クロックセレクト 0: 入力クロックは $f/2$ ($t = 2/$) —変換周期 $16384/$ 、最小変化幅 $1/$ のPWM波形を生成 1: 入力クロックは $f/4$ ($t = 4/$) —変換周期 $32768/$ 、最小変化幅 $2/$ のPWM波形を生成

【記号説明】

t : PWM入力クロックの周期

16.3.2 PWM データレジスタ U、L (PWDRU、PWDRL)

PWDRU、PWDRL はライト専用の 14 ビットのレジスタで、PWM 波形一周期の High レベル幅を表します。PWDRU が上位 6 ビット、PWDRL が下位 8 ビットの構成で、リードすると常に 1 が読み出されます。

PWDRU、PWDRL ともバイトアクセス専用です。ワードアクセスをすると動作は保証できませんので注意してください。また PWDRU、PWDRL に合計 14 ビットのデータをライトすると、PWDRU、PWDRL の内容が PWM 波形生成部に取り込まれて PWM 波形生成のデータ更新が行われます。なお、ライトは必ず PWDRL、PWDRU の順序で行ってください。

PWDRU、PWDRL の初期値は H'C000 です。

16.4 動作説明

14 ビット PWM を使用する場合、以下の順序でレジスタの設定を行ってください。

1. ポートモードレジスタ1 (PMR1) のPWMビットを1にセットして、P11/PWM端子をPWM出力端子に設定します。
2. PWCRのPWCR0ビットにより、一変換周期を選択します。
3. PWDRU、PWDRLに出力波形データを設定します。このとき必ずPWDRL、PWDRUの順序でバイト単位で書き込んでください。PWDRUへのライトと同時にPWM波形生成部にデータが取り込まれ、内部信号と同期をとってPWM波形生成の更新が行われます。

一変換周期は図 16.2 が示すように 64 個のパルスで構成されます。この一変換周期中の High レベル幅の合計 (T_H) が PWDRU、PWDRL のデータに対応しています。この関係は次式で示されます。

$$T_H = (\text{PWDRU, PWDRL のデータ値} + 64) \times t / 2$$

t は PWM 入力クロックの周期で、 $2/$ (PWCR0 ビット=0) または $4/$ (PWCR0 ビット=1) となります。PWDRU、PWDRL のデータ値 H'FFC0 ~ H'FFFF では PWM 出力は High レベルとなります。H'C000 では、 $T_H = 64 \times t / 2 = 32t$ となります。

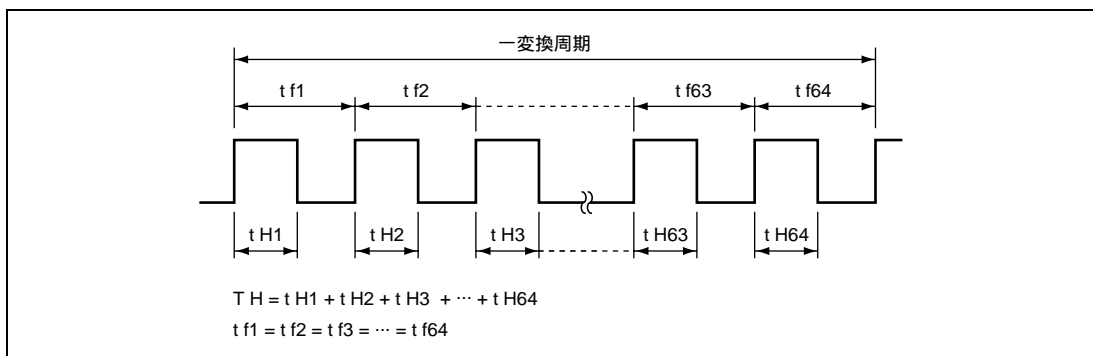


図 16.2 14ビット PWM 出力波形

17. シリアルコミュニケーションインタフェース 3 (SCI3)

H8/36109 グループは独立した 3 チャンネルのシリアルコミュニケーションインタフェース 3 (SCI3) を備えています。SCI3 は、調歩同期式とクロック同期式の 2 方式のシリアルデータ通信が可能です。調歩同期方式では Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART) や、Asynchronous Communication Interface Adapter (ACIA) などの標準の調歩同期式通信用 LSI とのシリアルデータ通信ができます。また、調歩同期方式では複数のプロセッサ間のシリアルデータ通信機能 (マルチプロセッサ通信機能) を備えています。

SCI3 のチャンネル構成を表 17.1 に、ブロック図を図 17.1 に示します。3 チャンネル (SCI3、SCI3_2、SCI3_3) とともに基本機能は同一です。なお、本文中ではチャンネルによる区別を省略します。

17.1 特長

- シリアルデータ通信フォーマットを調歩同期式またはクロック同期式に設定可能
- 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行うことができます。また、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ますので、連続送受信が可能です。

- 内蔵ボーレートジェネレータで任意のビットレートを選択可能
- 送受信クロックソースとして内蔵ボーレートジェネレータまたは外部クロックを選択可能
- 6種類の割り込み要因

送信終了、送信データエンプティ、受信データフル、オーバランエラー、フレーミングエラー、パリティエラーの割り込み要因があります。

- ノイズ除去回路内蔵 (SCI3_3のみ)

調歩同期式モード

- データ長: 7ビット / 8ビット選択可能
- ストップビット長: 1ビット / 2ビット選択可能
- パリティ: 偶数パリティ / 奇数パリティ / パリティなしから選択可能
- 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RXD端子のレベルを直接読み出すことでブレークを検出可能

クロック同期式モード

- データ長: 8ビット
- 受信エラーの検出: オーバランエラー

表 17.1 SCI3 のチャンネル構成

チャンネル	略称	端子	レジスタ	レジスタアドレス	ノイズ除去回路
チャンネル 1	SCI3*2	SCK3 RXD TXD	SMR	H'FFFFA8	なし
			BRR	H'FFFFA9	
			SCR3	H'FFFFAA	
			TDR	H'FFFFAB	
			SSR	H'FFFFAC	
			RDR	H'FFFFAD	
			RSR	-	
			TSR	-	
チャンネル 2	SCI3_2	SCK3_2 RXD_2 TXD_2	SMR_2	H'FFF740	なし
			BRR_2	H'FFF741	
			SCR3_2	H'FFF742	
			TDR_2	H'FFF743	
			SSR_2	H'FFF744	
			RDR_2	H'FFF745	
			RSR_2	-	
			TSR_2	-	
チャンネル 3	SCI3_3	SCK3_3 RXD_3 TXD_3	SMR_3	H'FFF600	あり
			BRR_3	H'FFF601	
			SCR3_3	H'FFF602	
			TDR_3	H'FFF603	
			SSR_3	H'FFF604	
			RDR_3	H'FFF605	
			RSR_3	-	
			TSR_3	-	
			SMCR_3*1	H'FFF608	

【注】 *1 SCI3_3 は、SCI3、SCI3_2 の同一の基本機能に加え、シリアルモードコントロールレジスタ (SMCR) を内蔵しています。SMCR は、RXD_3 入力信号のノイズ除去機能、PH2/TXD_3 端子機能、SCI3_3 のモジュールスタンバイ機能の制御を行います。

*2 ブートモードによるオンボードプログラミングモードでは、SCI3 のチャンネル 1 を使用します。

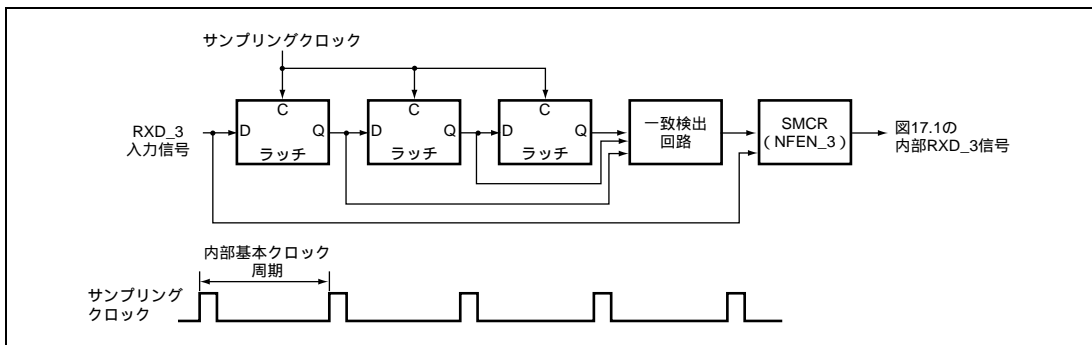
- シリアルモードコントロールレジスタ (SMCR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	-	すべて 1	-	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。
2	NFEN_3	0	R/W	ノイズ除去機能選択 SMR の COM ビットを 0 にクリアし、このビットを 1 にセットすると、RXD_3 端子入力のノイズ除去を行います。
1	TXD_3	0	R/W	TXD_3 端子選択 PH2/TXD_3 端子の機能を選択します。 0 : 汎用入力端子を選択 1 : TXD_3 出力端子を選択
0	MSTS3_3	0	R/W	SCI3_3 モジュールスタンバイ このビットを 1 にセットすると、SCI3_3 はスタンバイ状態になります。

- ノイズ除去回路

RXD_3 入力信号は、ノイズ除去回路を経由して内部に取り込まれます。ノイズ除去回路は、3 段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。RXD_3 入力信号が転送レートの 16 倍の周波数の基本クロックでサンプリングされ、3 つのラッチ出力が一致すると、後段へそのレベルを伝えます。一致しないときは、前の値を保持します。

すなわち、3 クロック以上同一のレベルを保持した場合は信号として認識しますが、3 クロック以下の信号変化はノイズとして判断し信号変化として認識しません。



ノイズ除去回路のブロック図

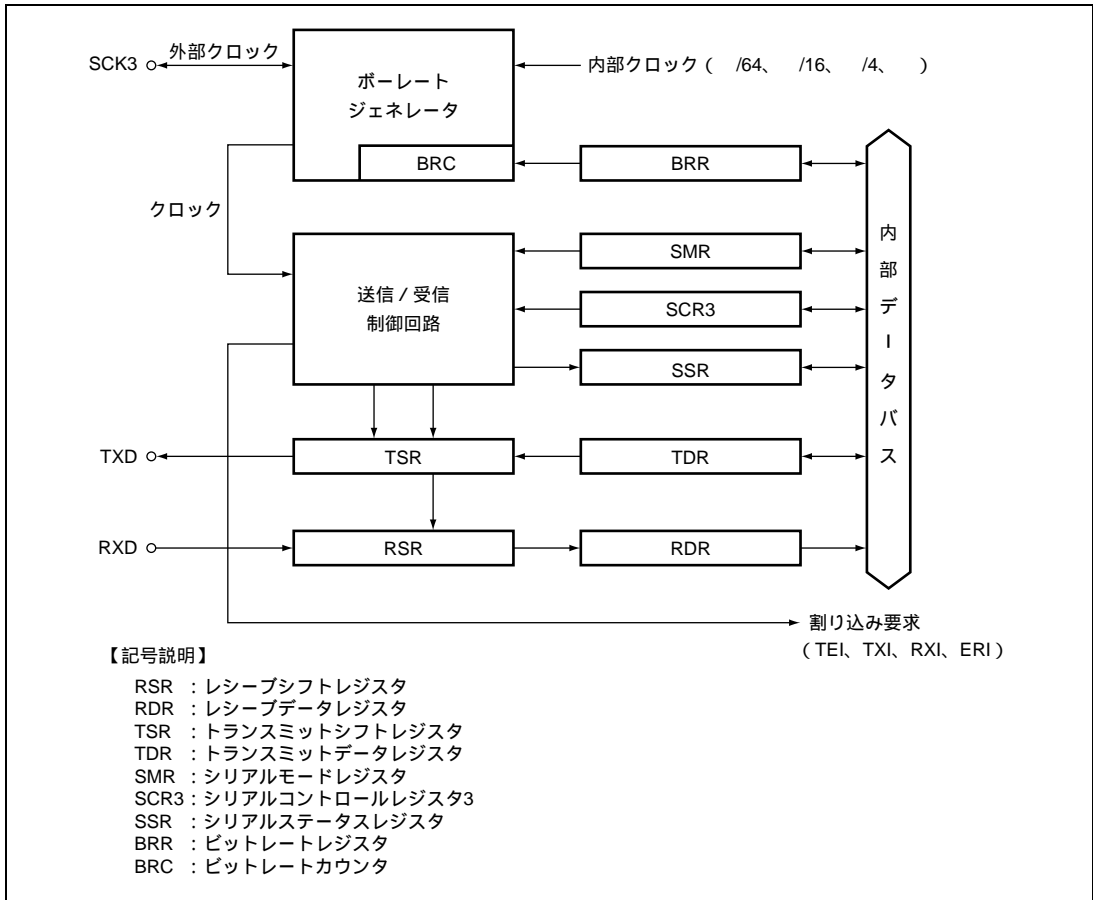


図 17.1 SCI3のブロック図

17.2 入出力端子

SCI3の端子構成を表 17.2 に示します。

表 17.2 端子構成

名称	略称	入出力	機能
SCI3 クロック	SCK3	入出力	SCI3のクロック入出力端子
SCI3 レシーブデータ入力	RXD	入力	SCI3の受信データ入力端子
SCI3 トランスミットデータ出力	TXD	出力	SCI3の送信データ出力端子

17.3 レジスタの説明

SCI3 には以下のレジスタがあります。

- レシーブシフトレジスタ (RSR)
- レシーブデータレジスタ (RDR)
- トランスミットシフトレジスタ (TSR)
- トランスミットデータレジスタ (TDR)
- シリアルモードレジスタ (SMR)
- シリアルコントロールレジスタ3 (SCR3)
- シリアルステータスレジスタ (SSR)
- ビットレートレジスタ (BRR)

17.3.1 レシーブシフトレジスタ (RSR)

RSR は RXD 端子から入力されたシリアルデータをパラレル変換するための受信用シフトレジスタです。1 フレーム分のデータを受信すると、データは自動的に RDR へ転送されます。CPU からは直接アクセスすることはできません。

17.3.2 レシーブデータレジスタ (RDR)

RDR は受信データを格納するための 8 ビットのレジスタです。1 フレーム分のデータを受信すると RSR から受信データがこのレジスタへ転送され、RSR は次のデータを受信可能となります。RSR と RDR はダブルバッファ構造になっているため連続受信動作が可能です。RDR のリードは SSR の RDRF が 1 にセットされていることを確認して 1 回だけ行ってください。RDR は CPU からライトできません。RDR の初期値は H'00 です。

17.3.3 トランスミットシフトレジスタ (TSR)

TSR はシリアルデータを送信するためのシフトレジスタです。TDR に書き込まれた送信データは自動的に TSR に転送され、LSB から順に TXD 端子に送出することでシリアルデータ送信を行います。CPU からは直接アクセスすることはできません。

17.3.4 トランスミットデータレジスタ (TDR)

TDR は送信データを格納するための 8 ビットのレジスタです。TSR に空を検出すると TDR に書き込まれた送信データは TSR に転送されて送信を開始します。TDR と TSR はダブルバッファ構造になっているため連続送信動作が可能です。1 フレーム分のデータを送信したとき TDR につぎの送信データが書き込まれていれば TSR へ転送して送信を継続します。シリアル送信を確実に行うため、TDR への送信データのライトは必ず SSR の TDRE が 1 にセットされていることを確認して 1 回だけ行うようにしてください。TDR の初期値は H'FF です。

17.3.5 シリアルモードレジスタ (SMR)

SMR はシリアルデータ通信フォーマットと内蔵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レジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	COM	0	R/W	コミュニケーションモード 0: 調歩同期式モードで動作します。 1: クロック同期式モードで動作します。
6	CHR	0	R/W	キャラクタレングス (調歩同期式モードのみ有効) 0: データ長 8 ビットのフォーマットで送受信します。 1: データ長 7 ビットのフォーマットで送受信します。
5	PE	0	R/W	パリティネーブル (調歩同期式モードのみ有効) このビットが 1 のとき、送信時はパリティビットを付加し、受信時はパリティチェックを行います。
4	PM	0	R/W	パリティモード (調歩同期式モードで PE = 1 のときのみ有効) 0: 偶数パリティで送受信します。 1: 奇数パリティで送受信します。
3	STOP	0	R/W	ストップビットレングス (調歩同期式モードのみ有効) 送信時のストップビットの長さを選択します。 0: 1 ストップビット 1: 2 ストップビット 受信時はこのビットの設定値にかかわらずストップビットの 1 ビット目のみチェックし、2 ビット目が 0 の場合は次の送信キャラクタのスタートビットとみなします。
2	MP	0	R/W	マルチプロセッサモード このビットが 1 のときマルチプロセッサ通信機能がイネーブルになります。 PE、PM ビットの設定値は無効になります。クロック同期式モードではこのビットは 0 に設定してください。
1	CKS1	0	R/W	クロックセレクト 1、0 内蔵ボーレートジェネレータのクロックソースを選択します。 00: クロック (n=0) 01: /4 クロック (n=1) 10: /16 クロック (n=2) 11: /64 クロック (n=3) このビットの設定値とボーレートの関係については、「17.3.8 ビットレートレジスタ (BRR)」を参照してください。n は設定値の 10 進表示で、「17.3.8 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。
0	CKS0	0	R/W	

17.3.6 シリアルコントロールレジスタ 3 (SCR3)

SCR3 は以下の送受信動作と割り込み制御、送受信クロックソースの選択を行うためのレジスタです。各割り込み要求については「17.7 割り込み要求」を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TIE	0	R/W	トランスミットインタラプトイネーブル このビットを 1 セットすると、TXI 割り込み要求がイネーブルになります。
6	RIE	0	R/W	レシーブインタラプトイネーブル このビットを 1 セットすると、RXI および ERI 割り込み要求がイネーブルになります。
5	TE	0	R/W	トランスミットイネーブル このビットが 1 のとき送信動作が可能になります。
4	RE	0	R/W	レシーブイネーブル このビットが 1 のとき受信動作が可能になります。
3	MPIE	0	R/W	マルチプロセッサインタラプトイネーブル (調歩同期式モードで SMR の MP = 1 のとき有効) このビットを 1 にセットすると、マルチプロセッサビットが 0 の受信データは読みとばし、SSR の RDRF、FER、OER の各ステータスフラグのセットを禁止します。マルチプロセッサビットが 1 のデータを受信すると、このビットは自動的にクリアされ通常の受信動作に戻ります。詳細は「17.6 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。
2	TEIE	0	R/W	トランスミットエンドインタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると TEI 割り込み要求がイネーブルになります。
1	CKE1	0	R/W	クロックイネーブル 1、0 クロックソースを選択します。 調歩同期式の場合 00: 内部ポーレートジェネレータ 01: 内部ポーレートジェネレータ (SCK3 端子からビットレートと同じ周波数のクロックを出力します) 10: 外部クロック (SCK3 端子からビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力してください。) 11: リザーブ クロック同期式の場合 00: 内部クロック (SCK3 端子機能はクロック出力端子となります。) 01: リザーブ 10: 外部クロック (SCK3 端子機能はクロック入力端子となります。) 11: リザーブ
0	CKE0	0	R/W	

17.3.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)

SSR は SCI3 のステータスフラグと送受信マルチプロセッサビットで構成されます。TDRE、RDRF、OER、PER、FER はクリアのみ可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TDRE	1	R/W	トランスミットデータレジスタエンプティ TDR 内の送信データの有無を表示します。 [セット条件] • SCR3 の TE が 0 のとき • TDR から TSR にデータが転送されたとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • TDR へ送信データをライトしたとき
6	RDRF	0	R/W	レシーブデータレジスタフル RDR 内の受信データの有無を表示します。 [セット条件] • 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 [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • RDR のデータをリードしたとき
5	OER	0	R/W	オーバランエラー [セット条件] • 受信中にオーバランエラーが発生したとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
4	FER	0	R/W	フレーミングエラー [セット条件] • 受信中にフレーミングエラーが発生したとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
3	PER	0	R/W	パリティエラー [セット条件] • 受信中にパリティエラーが発生したとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	TEND	1	R	トランスミットエンド [セット条件] • SCR3のTEが0のとき • 送信キャラクタの最後尾ビットの送信時、TDREが1のとき [クリア条件] • TDRE=1の状態をリードした後、TDREフラグに0をライトしたとき • TDRへ送信データをライトしたとき
1	MPBR	0	R	マルチプロセッサビットレシーブ 受信キャラクタ中のマルチプロセッサビットを格納します。SCR3のRE=0のときは変化しません。
0	MPBT	0	R/W	マルチプロセッサビットトランスファ 送信キャラクタに付加するマルチプロセッサビットの値を指定します。

17.3.8 ビットレートレジスタ (BRR)

BRRはビットレートを設定する8ビットのレジスタです。BRRの初期値はH'FFです。調歩同期式モードにおけるSMRのCKS1、CKS0の値nとBRRの値Nの設定例を表17.3に、調歩同期式モードの最大ビットレートを表17.4に示します。いずれもアクティブ(高速)モードでの値を示しています。クロック同期式モードにおけるSMRのCKS1、CKS0の値nとBRRの値Nの設定例を表17.5に示します。アクティブ(高速)モードでの値を示しています。その他の動作周波数とビットレートの組み合わせに対するBRRの設定値Nと誤差は以下の計算式で求められます。

[調歩同期式モード]

$$N = \frac{1}{64 \times 2^{2n-1} \times B} \times 10^6 - 1$$

$$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \frac{\times 10^6}{(N+1) \times B \times 64 \times 2^{2n-1}} - 1 \right\} \times 100$$

[クロック同期式モード]

$$N = \frac{1}{8 \times 2^{2n-1} \times B} \times 10^6 - 1$$

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)

: 動作周波数 (MHz)

n: SMRのCKS1、CKS0の設定値 (0 ≤ n ≤ 3)

表 17.3 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)	(MHz)											
	4			4.9152			5			6		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	70	0.03	2	86	0.31	2	88	-0.25	2	106	-0.44
150	1	207	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16
300	1	103	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16
600	0	207	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16
1200	0	103	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16
2400	0	51	0.16	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16
4800	0	25	0.16	0	31	0.00	0	32	-1.36	0	38	0.16
9600	0	12	0.16	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	-2.34
19200	0	6	-6.99	0	7	0.00	0	7	1.73	0	9	-2.34
31250	0	3	0.00	0	4	-1.70	0	4	0.00	0	5	0.00
38400	0	2	8.51	0	3	0.00	0	3	1.73	0	4	-2.34

(つづき)

ビット レート (bit/s)	(MHz)											
	6.144			7.3728			8			9.8304		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	108	0.08	2	130	-0.07	2	141	0.03	2	174	-0.26
150	2	79	0.00	2	95	0.00	2	103	0.16	2	127	0.00
300	1	159	0.00	1	191	0.00	1	207	0.16	1	255	0.00
600	1	79	0.00	1	95	0.00	1	103	0.16	1	127	0.00
1200	0	159	0.00	0	191	0.00	0	207	0.16	0	255	0.00
2400	0	79	0.00	0	95	0.00	0	103	0.16	0	127	0.00
4800	0	39	0.00	0	47	0.00	0	51	0.16	0	63	0.00
9600	0	19	0.00	0	23	0.00	0	25	0.16	0	31	0.00
19200	0	9	0.00	0	11	0.00	0	12	0.16	0	15	0.00
31250	0	5	2.40	0	6	5.33	0	7	0.00	0	9	-1.70
38400	0	4	0.00	0	5	0.00	0	6	-6.99	0	7	0.00

【記号説明】

- : 設定可能ですが誤差がです。

(つづき)

ビット レート (bit/s)	(MHz)											
	10			12			12.288			14		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	177	-0.25	2	212	0.03	2	217	0.08	2	248	-0.17
150	2	129	0.16	2	155	0.16	2	159	0.00	2	181	0.16
300	2	64	0.16	2	77	0.16	2	79	0.00	2	90	0.16
600	1	129	0.16	1	155	0.16	1	159	0.00	1	181	0.16
1200	1	64	0.16	1	77	0.16	1	79	0.00	1	90	0.16
2400	0	129	0.16	0	155	0.16	0	159	0.00	0	181	0.16
4800	0	64	0.16	0	77	0.16	0	79	0.00	0	90	0.16
9600	0	32	-1.36	0	38	0.16	0	39	0.00	0	45	-0.93
19200	0	15	1.73	0	19	-2.34	0	19	0.00	0	22	-0.93
31250	0	9	0.00	0	11	0.00	0	11	2.40	0	13	0.00
38400	0	7	1.73	0	9	-2.34	0	9	0.00			

(つづき)

ビット レート (bit/s)	(MHz)											
	14.7456			16			18			20		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	3	64	0.70	3	70	0.03	3	79	-0.12	3	88	-0.25
150	2	191	0.00	2	207	0.16	2	233	0.16	3	64	0.16
300	2	95	0.00	2	103	0.16	2	116	0.16	2	129	0.16
600	1	191	0.00	1	207	0.16	1	233	0.16	2	64	0.16
1200	1	95	0.00	1	103	0.16	1	116	0.16	1	129	0.16
2400	0	191	0.00	0	207	0.16	0	233	0.16	1	64	0.16
4800	0	95	0.00	0	103	0.16	0	116	0.16	0	129	0.16
9600	0	47	0.00	0	51	0.16	0	58	-0.69	0	64	0.16
19200	0	23	0.00	0	25	0.16	0	28	1.02	0	32	-1.36
31250	0	14	-1.70	0	15	0.00	0	17	0.00	0	19	0.00
38400	0	11	0.00	0	12	0.16	0	14	-2.34	0	15	1.73

【記号説明】

- : 設定可能ですが誤差がでます。

表 17.4 各周波数における最大ビットレート〔調歩同期式モード〕

(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
4	125000	0	0	12	375000	0	0
4.9152	153600	0	0	12.288	384000	0	0
5	156250	0	0	14	437500	0	0
6	187500	0	0	14.7456	460800	0	0
6.144	192000	0	0	16	500000	0	0
8	250000	0	0	17.2032	537600	0	0
9.8304	307200	0	0	18	562500	0	0
10	312500	0	0	20	625000	0	0

表 17.5 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)	(MHz)											
	4		8		10		16		18		20	
	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
110												
250	2	249	3	124			3	249				
500	2	124	2	249			3	124	3	140	3	155
1k	1	249	2	124			2	249	3	69	3	77
2.5k	1	99	1	199	1	249	2	99	2	112	2	124
5k	0	199	1	99	1	124	1	199	1	224	1	249
10k	0	99	0	199	0	249	1	99	1	112	1	124
25k	0	39	0	79	0	99	0	159	0	179	0	199
50k	0	19	0	39	0	49	0	79	0	89	0	99
100k	0	9	0	19	0	24	0	39	0	44	0	49
250k	0	3	0	7	0	9	0	15	0	17	0	19
500k	0	1	0	3	0	4	0	7	0	8	0	9
1M	0	0*	0	1			0	3	0	4	0	4
2M			0	0*			0	1				
2.5M					0	0*					0	1
4M							0	0*				

【記号説明】

空欄：設定不可能です。

：設定可能ですが誤差がでます。

*：連続送受信はできません。

17.4 調歩同期式モードの動作説明

調歩同期式通信の通信データの一般的なフォーマットを図 17.2 に示します。通信データの 1 キャラクタまたは 1 フレームは、スタートビット (Low レベル) から始まり、送信 / 受信データ (LSB ファースト)、パリティビット、ストップビット (High レベル) の順で構成されます。SCI3 内部は送信部と受信部が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、送信部と受信部が共にダブルバッファ構造になっていますので、送信中に次の送信データのライト、受信中に次の受信データのリードを行うことで連続送受信が可能です。

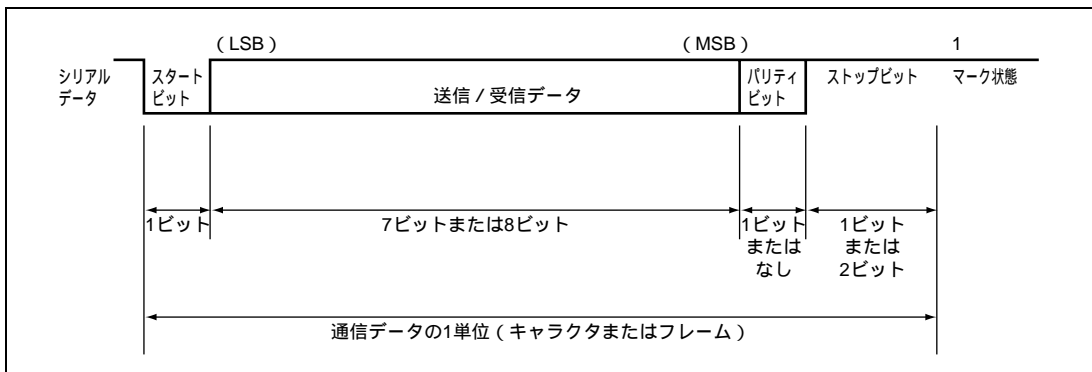


図 17.2 調歩同期式通信のデータフォーマット

17.4.1 クロック

SMR の COM と SCR3 の CKE1、CKE0 の設定により、SCI3 の送受信クロックソースとして内蔵ポーレートジェネレータが生成する内部クロックまたは SCK3 端子から入力される外部クロックを選択できます。外部クロックを使用する場合は SCK3 端子にビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力してください。内部クロックを使用する場合は SCK3 端子から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できます。出力されるクロックの位相は図 17.3 のように送受信データの各ビットの中央でクロックが立ち上がります。

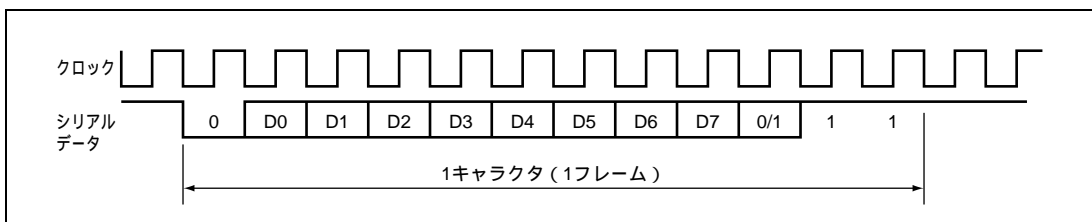


図 17.3 出力クロックと通信データの位相関係 (調歩同期式モード)
(8 ビットデータ / パリティあり / 2 ストップビットの例)

17.4.2 SCI3 の初期化

図 17.4 のフローチャートの例に従って初期化してください。TE を 0 にクリアすると、TDRE は 1 にセットされますが、RE を 0 にクリアしても、RDRF、PER、FER、OER の各フラグ、および RDR は初期化されませんので注意してください。調歩同期式モードで外部クロックを使用する場合は、初期化の期間も含めてクロックを供給してください。

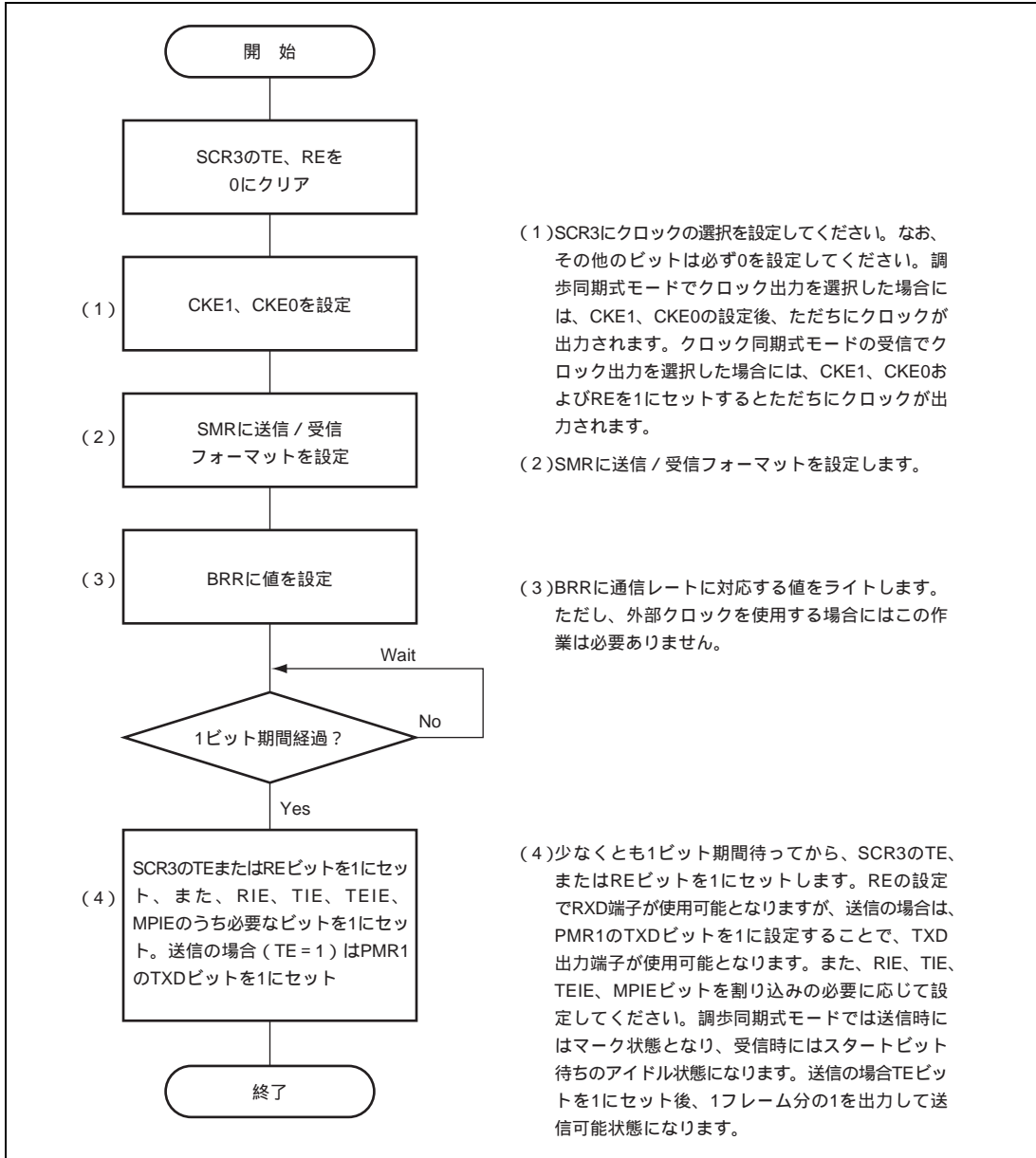


図 17.4 SCI3 を初期化するときのフローチャートの例

17.4.3 データ送信

図 17.5 に調歩同期式モードの送信時の動作例を示します。SCI3 はデータ送信時以下のように動作します。

1. SSRのTDREを監視し、0であるとTDRにデータが書込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCR3のTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求が発生します。このTXI割り込み処理ルーチンで、前に転送したデータが送信終了するまでにTDRに次の送信データを書き込むことで連続送信が可能です。
3. ストップビットを送り出すタイミングでTDREをチェックします。
4. TDREが0であるとTDRからTSRにデータを転送し、ストップビット送出後、次のフレームの送信を開始します。
5. TDREが1であるとSSRのTENDに1をセットし、ストップビット送出後、1を出力してマーク状態になります。このときSCR3のTEIEが1にセットされているとTEIが発生します。
6. 図17.6にデータ送信を行うためのフローチャートの例を示します。

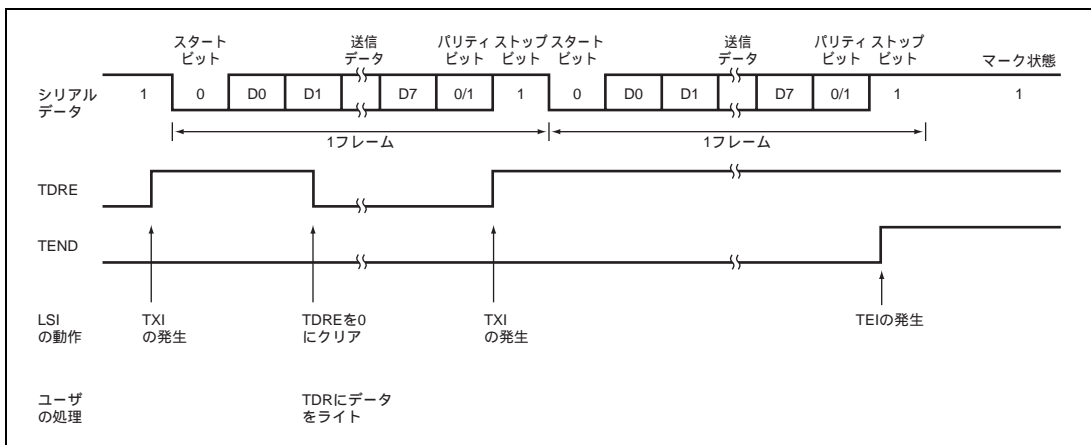


図 17.5 調歩同期式モードの送信時の動作例 (8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例)

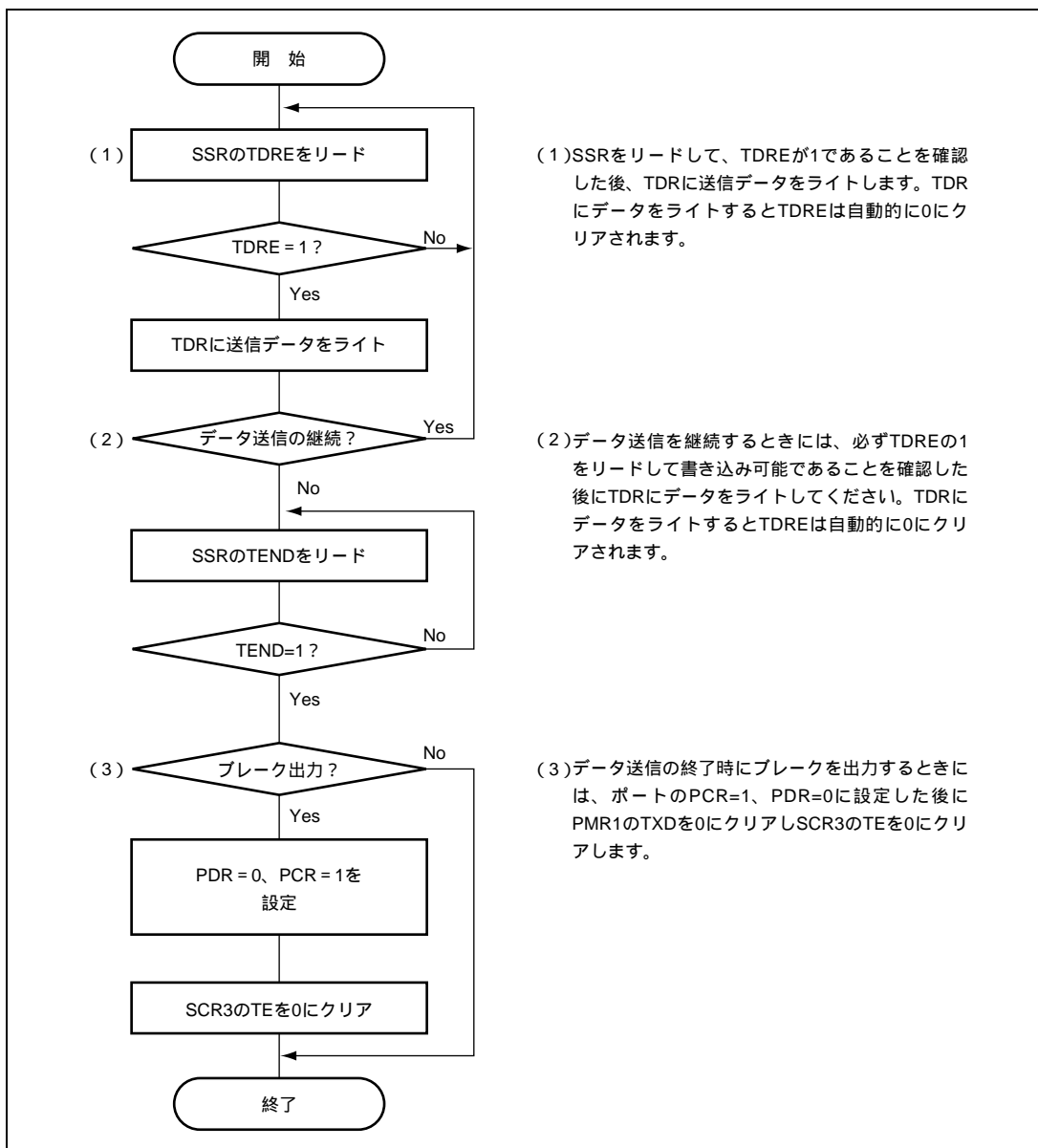


図 17.6 データ送信のフローチャートの例 (調歩同期式モード)

17.4.4 データ受信

調歩同期式モードの受信時の動作例を図 17.7 に示します。SCI3 は受信時に以下のように動作します。

1. 通信回線を監視し、スタートビットを検出すると内部を同期化して受信データをRSRに取り込み、パリティビットとストップビットをチェックします。
2. オーバランエラーが発生したとき（SSRのRDRFが1にセットされたまま次のデータを受信完了したとき）はSSRのOERをセットします。このときSCR3のRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。受信データはRDRに転送しません。
3. パリティエラーを検出した場合はSSRのPERをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCR3のRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。
4. フレーミングエラー（ストップビットが0のとき）を検出した場合はSSRのFERをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCR3のRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。
5. 正常に受信したときはSSRのRDRFをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCR3のRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求を発生します。このRXI割り込み処理ルーチンでRDRに転送された受信データを次のデータ受信完了までにリードすることで連続受信が可能です。

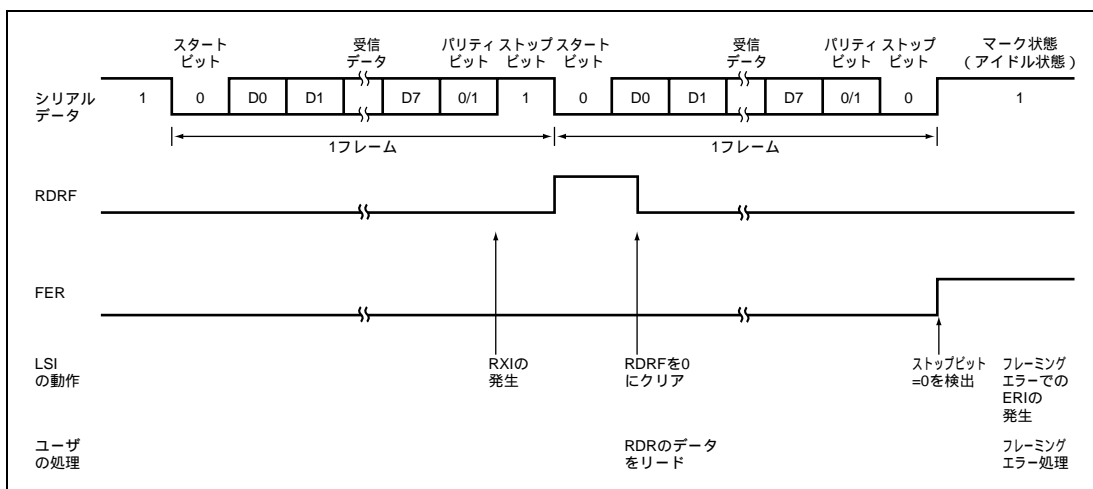


図 17.7 調歩同期式モードの受信時の動作例（8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例）

受信エラーを検出した場合の SSR の各ステータスフラグの状態と受信データの処置を表 17.6 に示します。受信エラーを検出すると、RDRF はデータを受信する前の状態を保ちます。受信エラーがセットされた状態では以後の受信動作ができません。したがって、受信を継続する前に必ず OER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 17.8 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。

表 17.6 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	受信エラーの状態
RDRF*	OER	FER	PER		
1	1	0	0	消失	オーバランエラー
0	0	1	0	RDR へ転送	フレーミングエラー
0	0	0	1	RDR へ転送	パリティエラー
1	1	1	0	消失	オーバランエラー + フレーミングエラー
1	1	0	1	消失	オーバランエラー + パリティエラー
0	0	1	1	RDR へ転送	フレーミングエラー + パリティエラー
1	1	1	1	消失	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】 * RDRF は、データ受信前の状態を保持します。

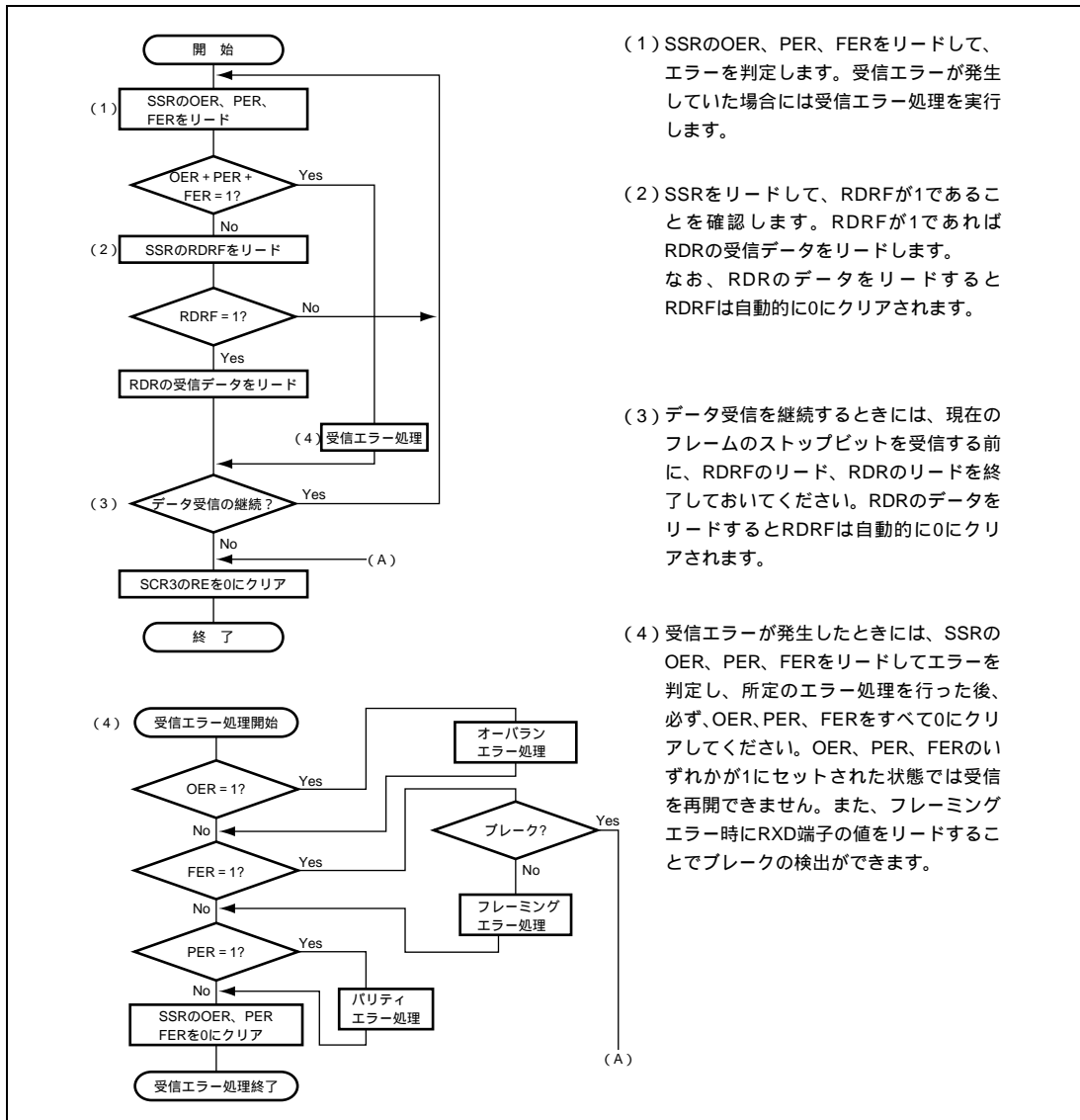


図 17.8 データ受信のフローチャートの例 (調歩同期式モード)

17.5 クロック同期式モードの動作説明

クロック同期式通信の通信データのフォーマットを図 17.9 に示します。クロック同期式モードではクロックパルスに同期してデータを送受信します。通信データの 1 キャラクタは、LSB から始まる 8 ビットデータで構成されます。SCI3 はデータ送信時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します。データ受信時は同期クロックの立ち上がりに同期してデータを取り込みます。MSB 出力後の通信回線は MSB 出力状態を保ちます。クロック同期式モードでは、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。SCI3 内部では送信部と受信部が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を行うことができます。送信部 / 受信部は共にダブルバッファ構造になっていますので、送信中に次の送信データのライト、受信中に前の受信データのリードを行うことで連続送受信が可能です。

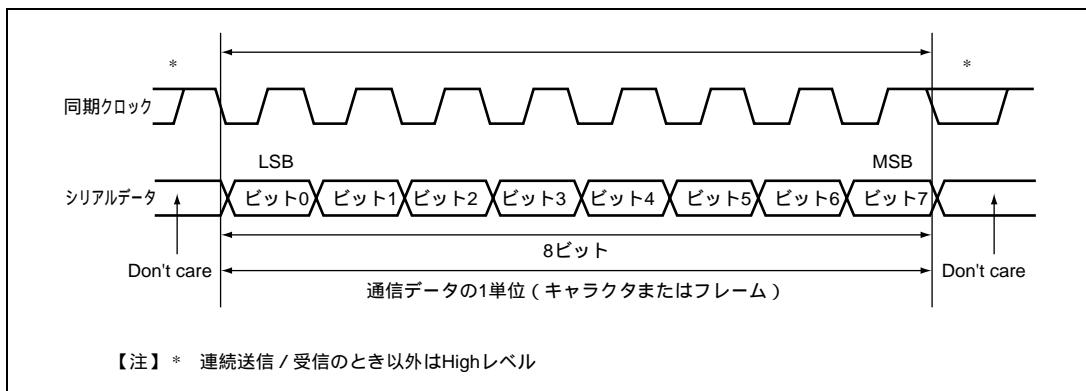


図 17.9 クロック同期式通信のデータフォーマット

17.5.1 クロック

SMR の COM と SCR3 の CKE1、CKE0 の設定により、内蔵ポーレートジェネレータが生成する内部クロックまたは SCK3 端子から入力される外部同期クロックを選択できます。内部クロックで動作させるとき、SCK3 端子から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、送信および受信を行わないときは High レベルに固定されます。

17.5.2 SCI3 の初期化

データの送受信前に図 17.4 のフローチャートの例に従って SCI3 を初期化してください。

17.5.3 データ送信

図 17.10 にクロック同期モードの送信時の動作例を示します。データ送信時 SCI3 は以下のように動作します。

1. SCI3は、SSRのTDREを監視し、0であるとTDRにデータが書込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCR3のTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求が発生します。
3. クロック出力モードに設定したときには、SCI3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。シリアルデータは、LSB (ビット0) から順にTXD端子から送信されます。
4. MSB (ビット7) を送り出すタイミングでTDREをチェックします。
5. TDREが0であるとTDRからTSRにデータを転送し次のフレームの送信を開始します。
6. TDREが1であるとSSRのTENDに1をセットし、MSB出力状態を保持します。このときSCR3のTEIEが1にセットされているとTEIが発生します。
7. 送信終了後はSCK3端子はHighレベル固定になります。

図 17.11 にデータ送信のフローチャートの例を示します。データ受信のステータスを示すエラーフラグ(OER、FER、PER)が1にセットされた状態では送信は行えませんので、送信の前には、エラーフラグ(OER、FER、PER)が0にクリアされていることを確認してください。

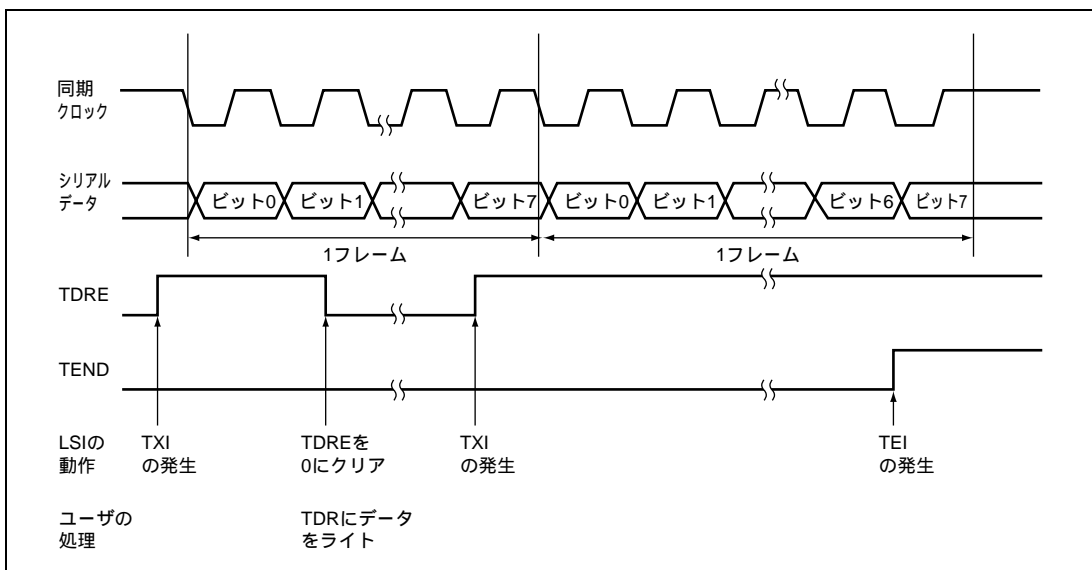


図 17.10 クロック同期モードの送信時の動作例

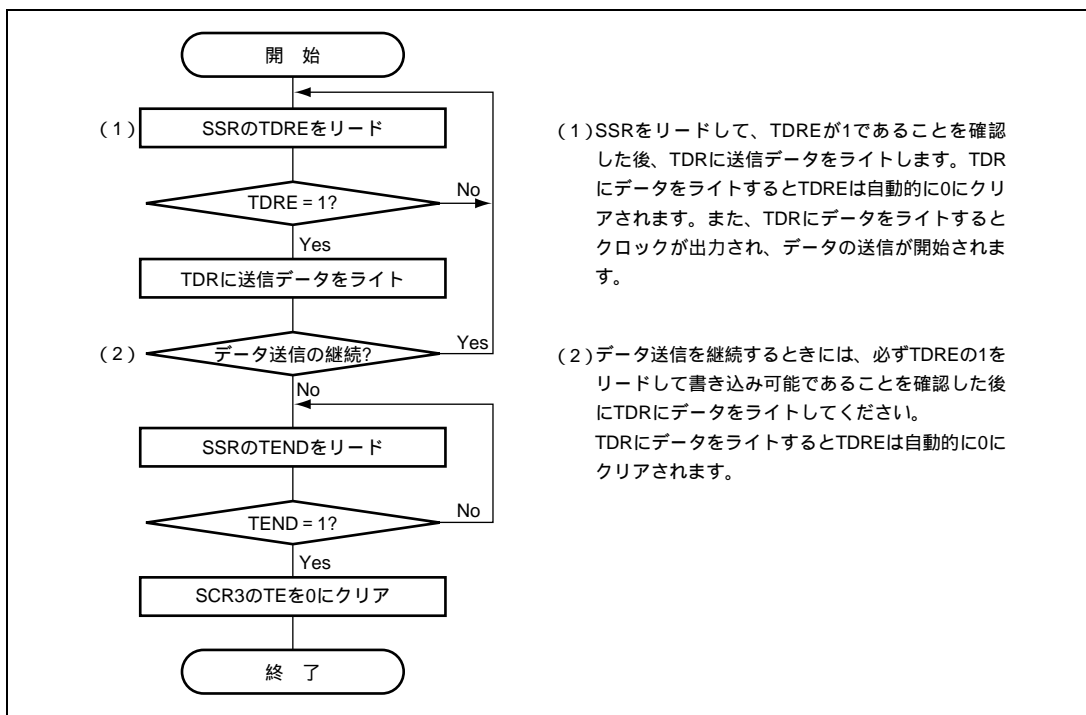


図 17.11 データ送信のフローチャートの例 (クロック同期式モード)

17.5.4 データ受信

図 17.12 にクロック同期式モードの受信時の動作例を示します。SCI3 は受信時に以下のように動作します。

1. SCI3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、受信を開始します。
2. 受信したデータをRSRに取り込みます。
3. オーバランエラーが発生したとき（SSRのRDRFが1にセットされたまま次のデータを受信完了したとき）はSSRのOERをセットします。このときSCR3のRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。受信データはRDRに転送しません。RDRFは1にセットされた状態を保持します。
4. 正常に受信したときはSSR のRDRFをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCR3のRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求を発生します。

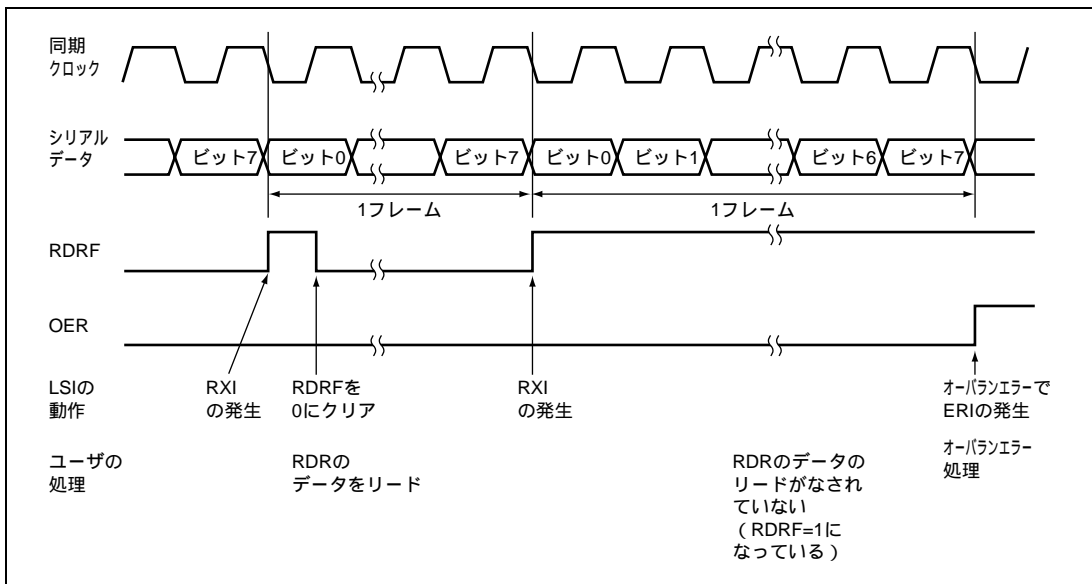


図 17.12 クロック同期式モードの受信時の動作例

受信エラーがセットされた状態では、以後の受信動作ができません。したがって、受信を継続する前に必ず OER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 17.13 にデータ受信のフローチャートの例を示します。

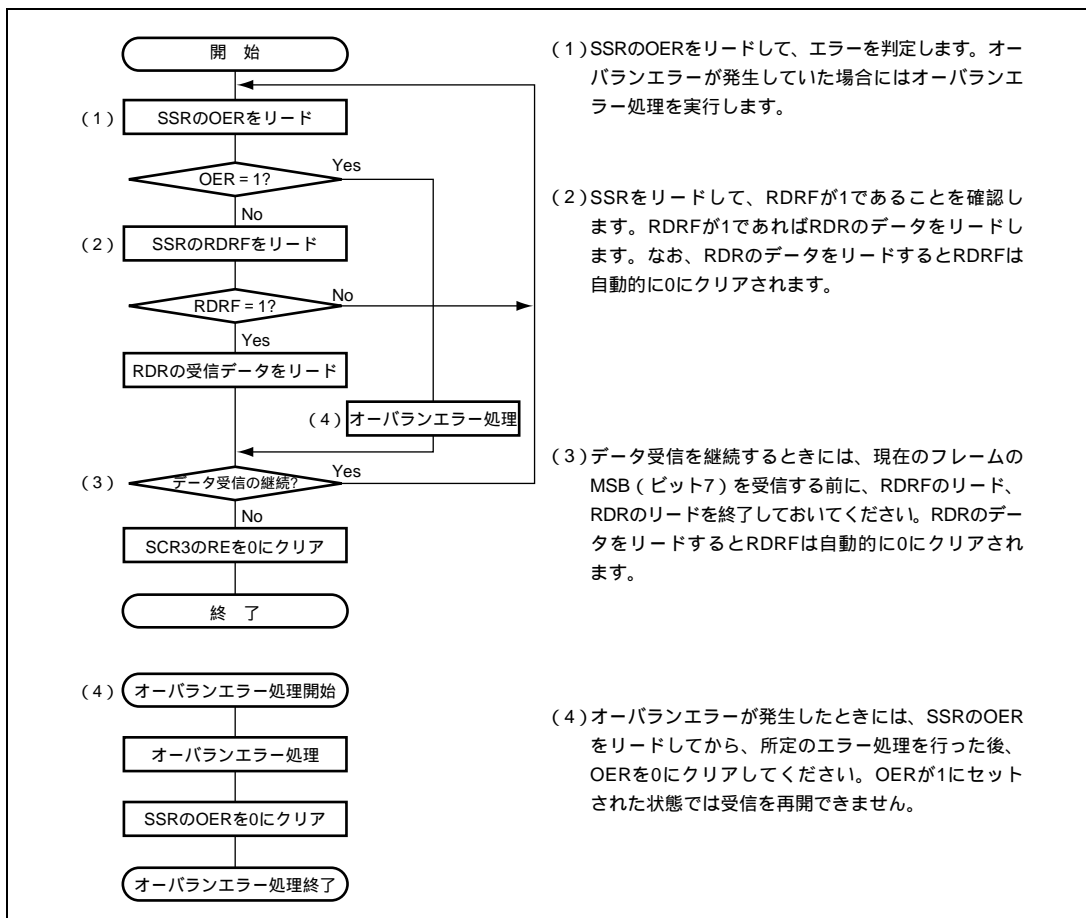


図 17.13 データ受信フローチャートの例 (クロック同期式モード)

17.5.5 データ送受信同時動作

図 17.14 にデータ送受信同時動作のフローチャートの例を示します。データ送受信同時動作は SCI3 の初期化後、以下の手順に従って行ってください。送信から同時送受信へ切換えるときには、SCI3 が送信終了状態であること、TDRE および TEND が 1 にセットされていることを確認した後、TE を 0 にクリアしてから TE および RE を 1 命令で同時に 1 にセットしてください。受信から同時送受信へ切換えるときには、SCI3 が受信完了状態であることを確認し、RE を 0 にクリアしてから RDRF およびエラーフラグ (OER、FER、PER) が 0 にクリアされていることを確認した後、TE および RE を 1 命令で同時に 1 にセットしてください。

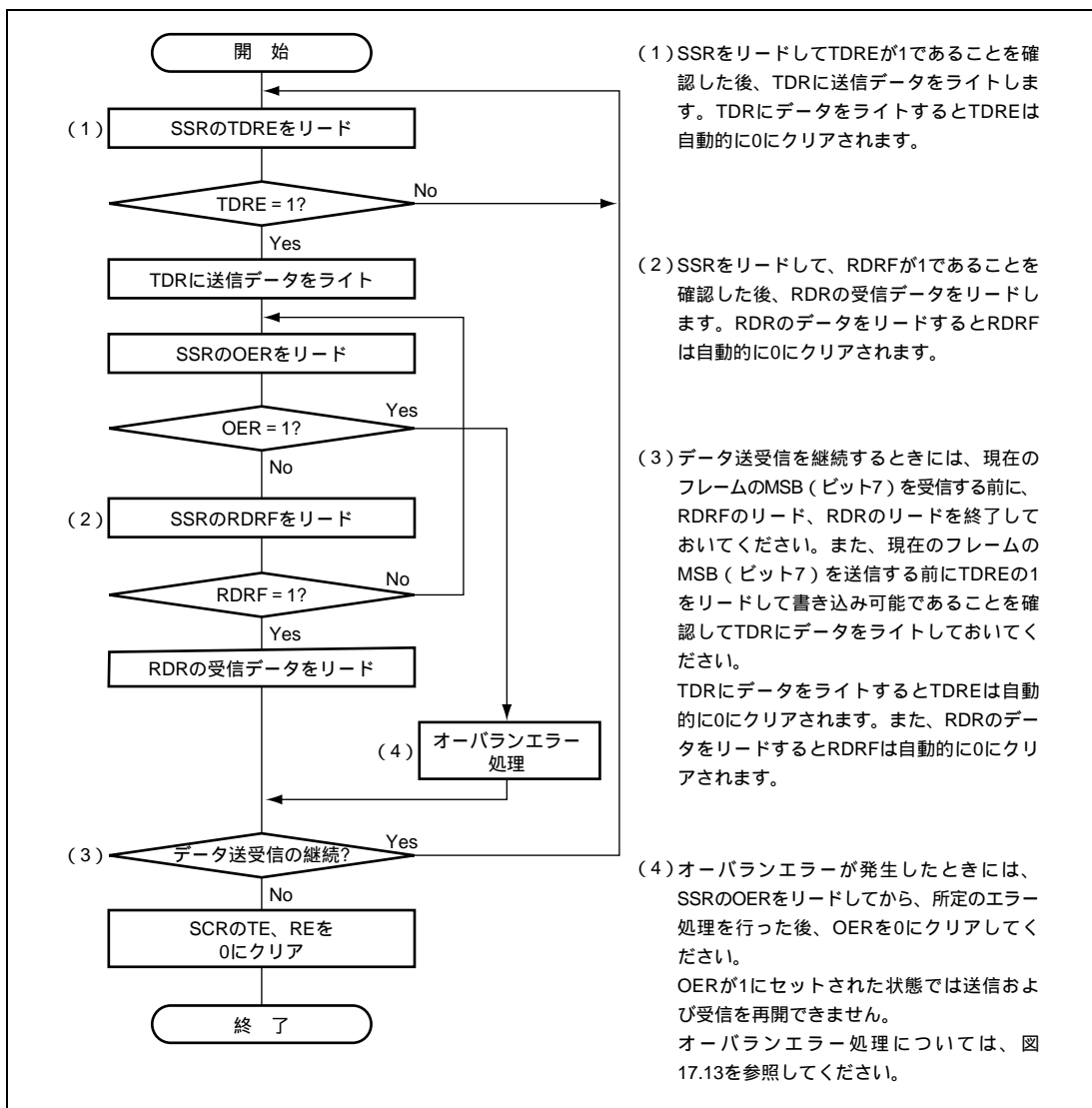


図 17.14 データ送受信同時動作のフローチャートの例 (クロック同期式モード)

17.6 マルチプロセッサ通信機能

マルチプロセッサ通信機能を使用すると、マルチプロセッサビットを付加した調歩同期式シリアル通信により複数のプロセッサ間で通信回線を共有してデータの送受信を行うことができます。マルチプロセッサ通信では受信局に各々固有の ID コードを割り付けます。シリアル通信サイクルは、受信局を指定する ID 送信サイクルと指定された受信局に対するデータ送信サイクルで構成されます。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。マルチプロセッサビットが 1 のとき ID 送信サイクル、0 のときデータ送信サイクルとなります。図 17.15 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。送信局は、まず受信局の ID コードにマルチプロセッサビット 1 を付加した通信データを送信します。続いて、送信データにマルチプロセッサビット 0 を付加した通信データを送信します。受信局は、マルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信すると自局の ID と比較し、一致した場合は続いて送信される通信データを受信します。一致しなかった場合は再びマルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信するまで通信データを読みとばします。

SCI3 はこの機能をサポートするため、SCR3 に MPIE ビットが設けてあります。MPIE を 1 にセットすると、マルチプロセッサビットが 1 のデータを受け取るまで 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、OER の各ステータスフラグのセットを禁止します。マルチプロセッサビットが 1 の受信キャラクタを受け取ると、SSR の MPBR が 1 にセットされるとともに MPIE が自動的にクリアされて通常の受信動作に戻ります。このとき SCR3 の RIE がセットされていると RXI 割り込みを発生します。

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。それ以外は通常の調歩同期式モードと変わりません。マルチプロセッサ通信を行うときのクロックも通常の調歩同期式モードと同一です。

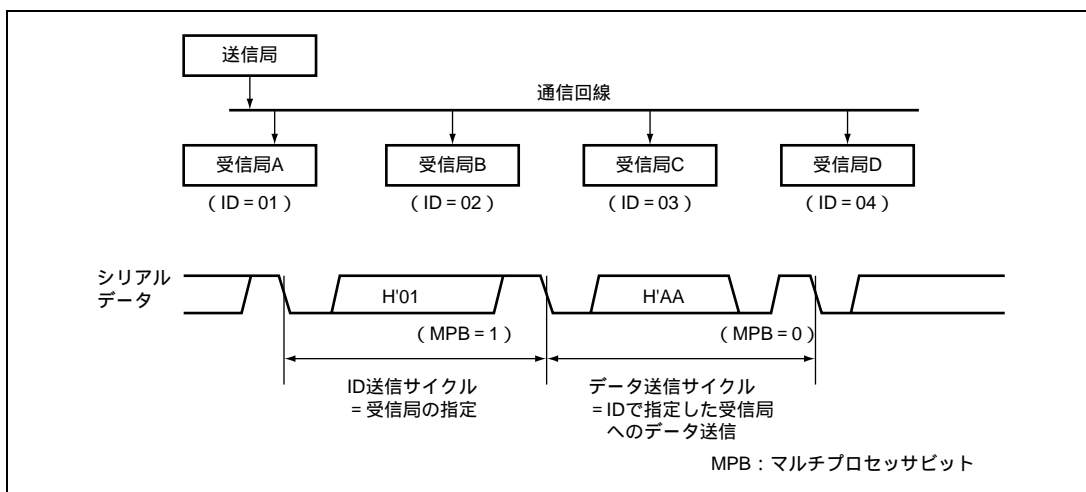


図 17.15 マルチプロセッサフォーマットを使用したプロセッサ間通信の例
(受信局 A へのデータ H'AA の送信の例)

17.6.1 マルチプロセッサデータ送信

図 17.16 にマルチプロセッサデータ処理のフローチャートの例を示します。ID 送信サイクルでは SSR の MPBT を 1 にセットして送信してください。データ送信サイクルでは SSR の MPBT を 0 にクリアして送信してください。その他の動作は調歩同期式モードの動作と同じです。

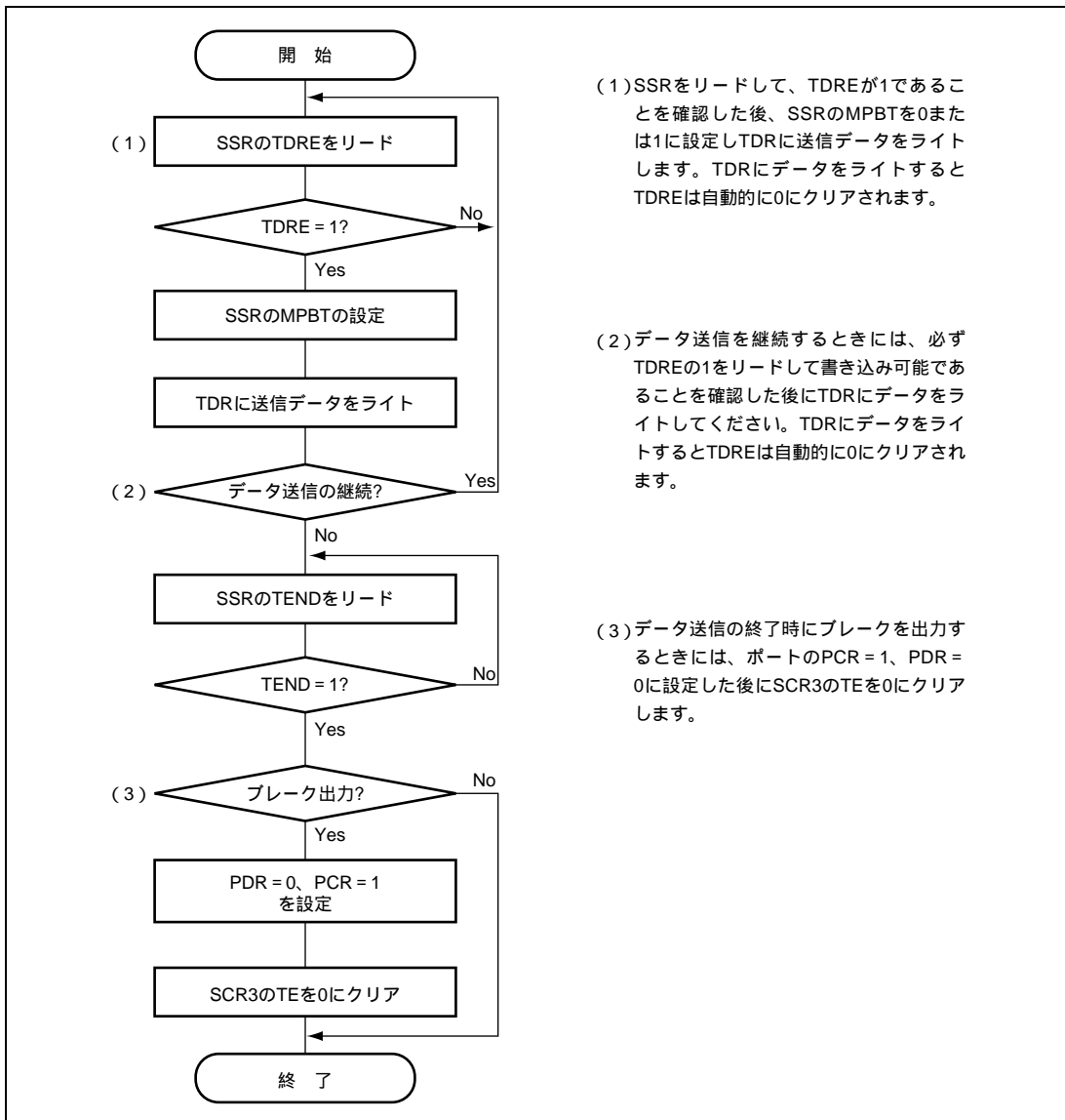


図 17.16 マルチプロセッサデータ送信のフローチャートの例

17.6.2 マルチプロセッサデータ受信

図 17.17 にマルチプロセッサデータ受信のフローチャートの例を示します。SCR3 の MPIE を 1 にセットするとマルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信するまで通信データを読みとばします。マルチプロセッサビットが 1 の通信データを受信すると受信データを RDR に転送します。このとき RXI 割り込み要求を発生します。その他の動作は調歩同期モードの動作と同じです。図 17.18 に受信時の動作例を示します。

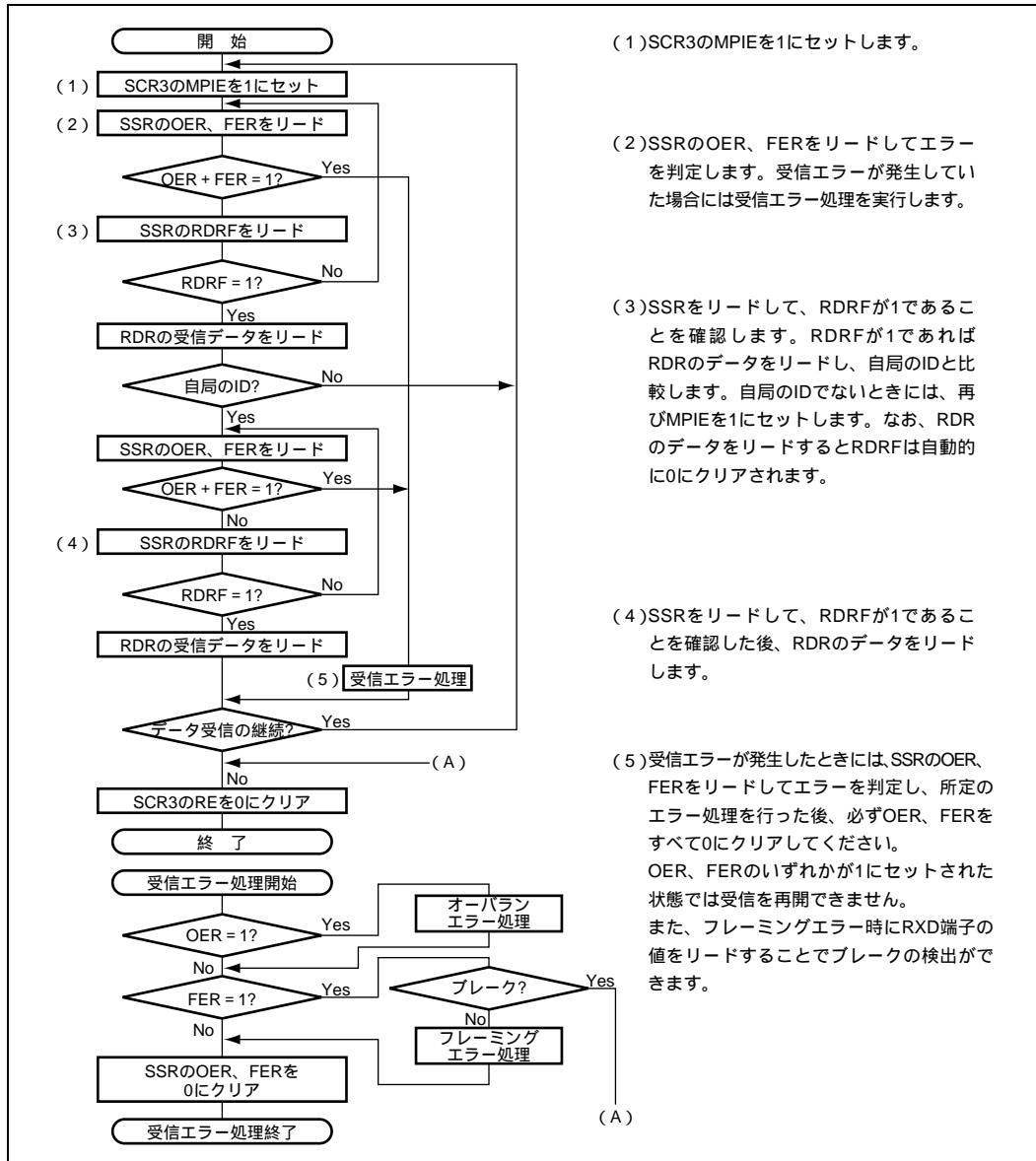


図 17.17 マルチプロセッサデータ受信のフローチャートの例

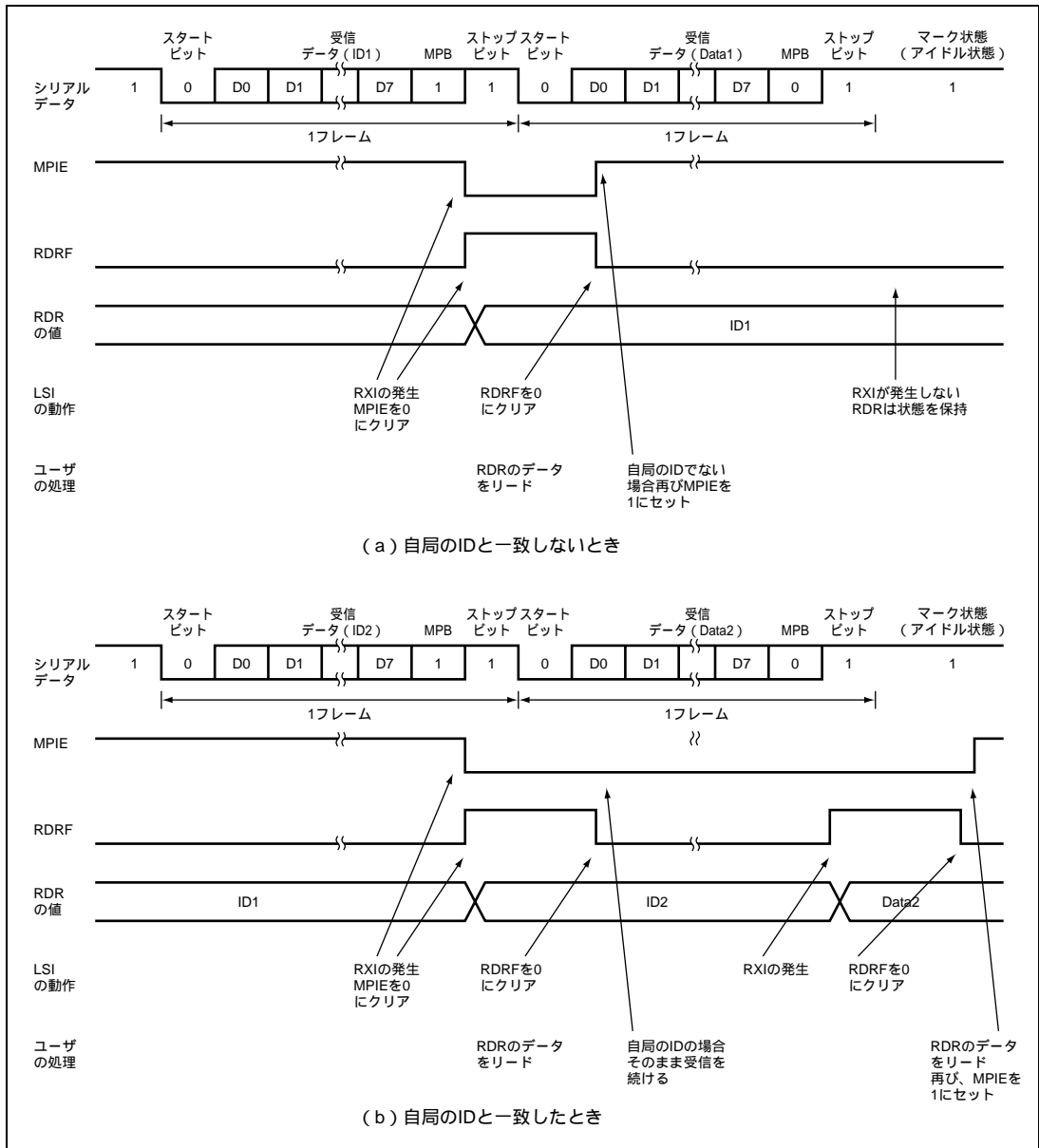


図 17.18 マルチプロセッサフォーマットの受信時の動作例
 (8ビットデータ/マルチプロセッサビットあり/1ストップビットの例)

17.7 割り込み要求

SCI3 が生成する割り込み要求には、送信終了、送信データエンプティ、受信データフルおよび受信エラー（オーバーランエラー、フレーミングエラー、パリティエラー）の計 6 種類があります。表 17.7 に各割り込み要求の内容を示します。

表 17.7 SCI3 の割り込み要求

割り込み要求	略称	割り込み要因
受信データフル	RXI	SSR の RDRF のセット
送信データエンプティ	TXI	SSR の TDRE のセット
送信終了	TEI	SSR の TEND のセット
受信エラー	ERI	SSR の OER、FER、PER のセット

SSR の TDRE は初期値が 1 になっています。したがって送信データを TDR へ転送する前に SCR3 の TIE を 1 にセットすると、送信データが準備されていなくても TXI が発生します。また、SSR の TEND は初期値が 1 になっています。送信データを TDR へ転送する前に SCR3 の TEIE を 1 にセットすると、送信データが送信されていなくても TEI が発生します。送信データを TDR へ転送する処理を割り込み処理ルーチンの中で行うようにすることで、これらの割り込み要求を有効に利用することもできます。逆にこれらの割り込み要求 (TXI、TEI) の発生を防ぐには、送信データを TDR へ転送した後にこれらの割り込み要求に対応するイネーブルビット (TIE、TEIE) を 1 にセットしてください。

17.8 使用上の注意事項

17.8.1 ブレークの検出と処理について

フレーミングエラー検出時に、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 がセットされ、また PER もセットされる可能性があります。SCI3 は、ブレークを受信した後も受信動作を続けます。したがって FER を 0 にクリアしてもふたたび FER が 1 にセットされますので注意してください。

17.8.2 マーク状態とブレークの送出

PMR1 の TXD、TXD2 ビットまたは SMCR の TXD_3 ビットが 0 のとき、TXD 端子は PDR と PCR により入出力方向とレベルが決まる I/O ポートになります。これを利用して TXD 端子をマーク状態にしたりデータ送信時にブレークの送出をすることができます。TE を 1 にセットするまで、通信回線をマーク状態 (1 の状態) にするためには、PCR = 1、PDR = 1 を設定し、TXD ビットを 0 にクリアします。このとき、TXD 端子は I/O ポートとなり 1 が出力されます。一方、データ送信時にブレークを送出したいときは、PCR = 1、PDR = 0 に設定した後 TXD ビットを 0 にクリアします。このとき、現在の送信状態とは無関係に、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。

17.8.3 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 (OER、PER、FER) が 1 にセットされた状態では、TDRE 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 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。

17.8.4 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、SCI3 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。受信時には SCI3 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 ヶ目の立ち上がりエッジで内部に取り込みます。これを図 17.19 に示します。

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。

$$M = \left\{ \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - \frac{D - 0.5}{N} - (L - 0.5) F \right\} \times 100 \text{ [\%]} \quad \dots \text{式 (1)}$$

N: クロックに対するビットレートの比 (N=16)

D: クロックのデューティ (D=0.5~1.0)

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 (クロック周波数の偏差の絶対値) = 0、D (クロックのデューティ) = 0.5 とすると、

$$M = \left\{ 0.5 - 1 / (2 \times 16) \right\} \times 100 \text{ [\%]} = 46.875 \%$$

となります。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。

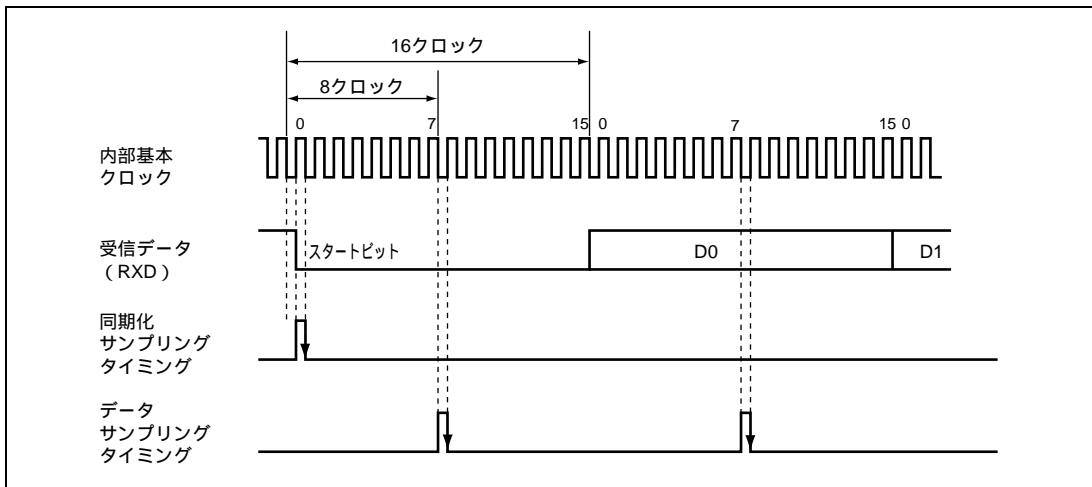


図 17.19 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミング

18. I²C バスインタフェース 2 (IIC2)

I²C バスインタフェース 2 は、フィリップス社が提唱する I²C バス (Inter IC Bus) インタフェース方式に準拠しており、サブセット機能を備えています。ただし I²C バスを制御するレジスタの構成が一部フィリップス社と異なります。I²C バスインタフェース 2 のブロック図を図 18.1 に、入出力端子の外部回路接続例を図 18.2 に示します。

18.1 特長

- I²C バスフォーマットまたはクロック同期式シリアルフォーマットを選択可能
- 連続送信 / 受信可能
シフトレジスタ、送信データレジスタ、受信データレジスタがそれぞれ独立しているため、連続送信 / 受信が可能

I²C バスフォーマット

- マスタモードでは開始条件、停止条件の自動生成
- 受信時、アクノリッジの出力レベルを選択可能
- 送信時、アクノリッジビットを自動ロード
- ビット同期 / ウェイト機能内蔵
マスタモードではビットごとに SCL の状態をモニタして自動的に同期を取ります。転送準備ができていない場合には、SCL を Low レベルにして待機させます。
- 割り込み要因 : 6種類
送信データエンプティ (スレーブアドレス一致時を含む)、送信終了、受信データフル (スレーブアドレス一致時を含む)、アービトレーションロスト、NACK 検出、停止条件検出
- バスを直接駆動可能
SCL、SDA の 2 端子は、バス駆動機能選択時 NMOS オープンドレイン出力

クロック同期シリアルフォーマット

- 割り込み要因 : 4種類
送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、オーバランエラー

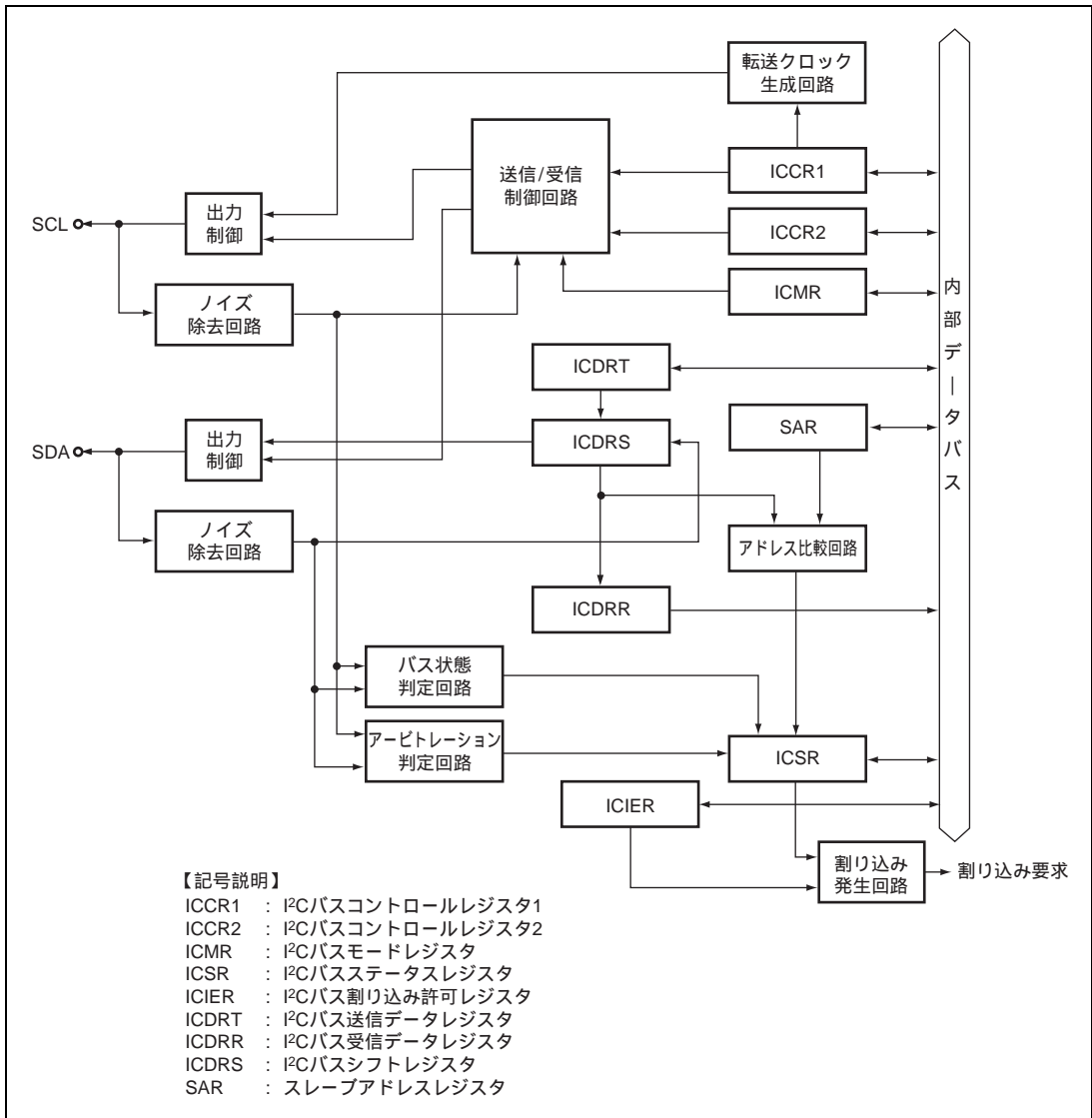


図 18.1 I²C バスインタフェース 2 のブロック図

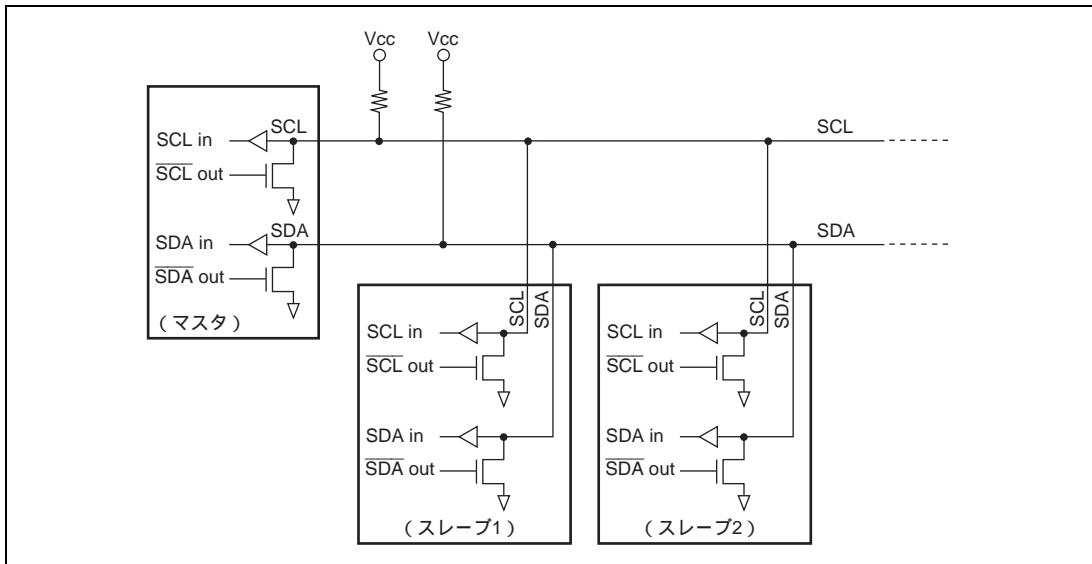


図 18.2 入出力端子の外部回路接続例

18.2 入出力端子

I²C バスインタフェース 2 で使用する端子構成を表 18.1 に示します。

表 18.1 端子構成

名 称	記号	入出力	機 能
シリアルクロック端子	SCL	入出力	I ² C シリアルクロック入出力端子
シリアルデータ端子	SDA	入出力	I ² C シリアルデータ入出力端子

18.3 レジスタの説明

I²C バスインタフェース 2 には以下のレジスタがあります。

- I²C バスコントロールレジスタ1 (ICCR1)
- I²C バスコントロールレジスタ2 (ICCR2)
- I²C バスモードレジスタ (ICMR)
- I²C バスインタラプトイネーブルレジスタ (ICIER)
- I²C バスステータスレジスタ (ICSR)
- スレーブアドレスレジスタ (SAR)
- I²C バス送信データレジスタ (ICDRT)
- I²C バス受信データレジスタ (ICDRR)
- I²C バスシフトレジスタ (ICDRS)

18.3.1 I²C バスコントロールレジスタ 1 (ICCR1)

ICCR1 は I²C バスインタフェース 2 の動作 / 停止、送信 / 受信制御、マスタモード / スレーブモード、送信 / 受信、マスタモード転送クロック周波数の選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	ICE	0	R/W	I ² C バスインタフェース 2 イネーブル 0: 本モジュールは機能停止状態 (SCL/SDA 端子はポート機能) 1: 本モジュールは転送動作可能状態 (SCL/SDA はバス駆動状態)
6	RCVD	0	R/W	受信ディセーブル TRS=0の状態ではICDRRをリードしたときに次の動作の継続 / 禁止を設定します。 0: 次の受信動作を継続 1: 次の受信動作を禁止
5 4	MST TRS	0 0	R/W R/W	マスタ / スレーブ選択 送信 / 受信選択 I ² C バスフォーマットのマスタモードでバス競合負けをすると、MST、TRS ともにハードウェアによってリセットされてスレーブ受信モードに変わります。 なお TRS の変更は転送フレーム間で行ってください。また、スレーブ受信モードで開始条件後の 7 ビットが SAR に設定したスレーブアドレスと一致し、8 ビット目が 1 の場合、TRS が自動的に 1 にセットされます。クロック同期式シリアルフォーマットのマスタ受信モードでオーバランエラーが発生した場合、MST は 0 にクリアされ、スレーブ受信モードに変わります。 MST と TRS との組み合わせにより、以下の動作モードになります。またクロック同期シリアルフォーマットを選択した場合、MST=1 のとき、クロック出力となります。 00: スレーブ受信モード 01: スレーブ送信モード 10: マスタ受信モード 11: マスタ送信モード
3	CKS3	0	R/W	転送クロック選択 3~0
2	CKS2	0	R/W	マスタモードのとき、必要な転送レート (表 18.2 参照) に合わせて設定してください。スレーブモードでは送信モード時のデータセットアップ時間の確保に使用されます。この時間は、CKS3=0 のとき 10tcyc、CKS3=1 のとき 20tcyc となります。
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

表 18.2 転送レート

ビット 3 CKS3	ビット 2 CKS2	ビット 1 CKS1	ビット 0 CKS0	クロック	転送レート				
					=5MHz	=8MHz	=10MHz	=16MHz	=20MHz
0	0	0	0	/28	179kHz	286kHz	357kHz	571kHz	714kHz
			1	/40	125kHz	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz
		1	0	/48	104kHz	167kHz	208kHz	333kHz	417kHz
			1	/64	78.1kHz	125kHz	156kHz	250kHz	313kHz
	1	0	0	/80	62.5kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
			1	/100	50.0kHz	80.0kHz	100kHz	160kHz	200kHz
		1	0	/112	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz	143kHz	179kHz
			1	/128	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz
1	0	0	0	/56	89.3kHz	143kHz	179kHz	286kHz	357kHz
			1	/80	62.5kHz	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
		1	0	/96	52.1kHz	83.3kHz	104kHz	167kHz	208kHz
			1	/128	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz
	1	0	0	/160	31.3kHz	50.0kHz	62.5kHz	100kHz	125kHz
			1	/200	25.0kHz	40.0kHz	50.0kHz	80.0kHz	100kHz
		1	0	/224	22.3kHz	35.7kHz	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz
			1	/256	19.5kHz	31.3kHz	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz

18.3.2 I²C バスコントロールレジスタ 2 (ICCR2)

ICCR2 は開始 / 停止条件発行、SDA 端子の操作、SCL 端子のモニタ、I²C バスインタフェース 2 のコントロール部のリセットを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	BBSY	0	R/W	<p>バスビジー</p> <p>I²C バスの占有 / 開放状態を示すフラグ機能とマスタモードの開始 / 停止条件発行機能の 2 つがあります。クロック同期シリアルフォーマットの場合、本ビットは意味を持ちません。I²C バスフォーマットの場合、SCL = High レベルの状態では SDA が High レベルから Low レベルに変化すると、開始条件が発行されたと認識して 1 にセットされます。SCL = High レベルの状態では SDA が Low レベルから High レベルに変化すると、停止条件が発行されたと認識して 0 にクリアされます。開始条件を発行する場合は BBSY に 1、SCP に 0 をライトします。開始条件再送時と同様に行います。停止条件の発行は BBSY に 0、SCP に 0 をライトすることで行います。なお開始条件 / 停止条件の発行は、MOV 命令を用いてください。</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
6	SCP	1	R/W	<p>開始 / 停止条件発行禁止ビット</p> <p>SCP ビットはマスタモードで開始条件 / 停止条件の発行を制御します。開始条件を発行する場合、BBSY に 1、SCP に 0 をライトします。開始条件の再送信時と同様に行います。停止条件の発行は BBSY に 0、SCP に 0 をライトすることで行います。本ビットはリードすると常に 1 が読み出されます。1 をライトしてもデータは格納されません。</p>
5	SDAO	1	R/W	<p>SDA 出力値制御</p> <p>SDAO は SDA の出力レベルを変更する場合に、ビット 4 の SDAOP と組み合わせて使用します。なお本ビットの操作は転送中に行わないでください。</p> <p>0 : リード時、SDA 端子出力が Low レベル : ライト時、SDA 端子出力を Low レベルに変更</p> <p>1 : リード時、SDA 端子出力が High レベル : ライト時、SDA 端子出力を Hi-Z に変更 (外部プルアップ抵抗により High レベル出力)</p>
4	SDAOP	1	R/W	<p>SDAO ライトプロテクト</p> <p>SDAO ビット書き換えによる SDA 端子の出力レベルの変更を制御します。出力レベルを変更する場合には SDAO に 0 かつ SDAOP に 0、または SDAO に 1 かつ SDAOP に 0 を MOV 命令で行います。本ビットはリードすると常に 1 が読み出されます。</p>
3	SCLO	1	R	<p>SCLO は SCL の出力レベルをモニタします。リード時に SCLO が 1 の場合 SCL 端子出力は High レベル、SCLO が 0 の場合 SCL 端子出力は Low レベルとなります。</p>
2	-	1	-	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。
1	IICRST	0	R/W	<p>IIC コントロール部リセット</p> <p>IICRST は I²C のレジスタを除くコントロール部をリセットします。I²C の動作中に通信不具合等によりハングアップした時、IICRST ビットを 1 にセットするとポートの設定、レジスタの初期化をせずに I²C のコントロール部をリセットすることができます。</p>
0	-	1	-	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。

18.3.3 I²C バスモードレジスタ (ICMR)

ICMR は MSB ファースト / LSB ファーストの選択、マスタモードウェイトの制御、転送ビット数の選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MLS	0	R/W	MSB ファースト / LSB ファースト選択 0 : MSB ファースト 1 : LSB ファースト I ² C バスフォーマットで使用するときには 0 に設定してください。
6	WAIT	0	R/W	ウェイト挿入ビット WAIT は I ² C バスフォーマットでマスタモード時に、アクノリッジを除いたデータ転送後にウェイト状態にするかどうかを設定します。WAIT に 1 を設定した場合、データの最終ビットのクロックが立ち下がった後、2 転送クロック分 Low 期間を延ばします。WAIT が 0 の場合ウェイトは挿入されず、データとアクノリッジを連続して転送します。 なお I ² C バスフォーマットのスレーブモードおよびクロック同期シリアルフォーマットの場合、本ビットの設定値は無効です。
5、4	-	すべて 1	-	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。
3	BCWP	1	R/W	BC ライトプロテクト BC2 ~ BC0 の書き込みを制御します。BC2 ~ BC0 を書きかえる場合は、本ビットを 0 にして MOV 命令で行います。なおクロック同期シリアルモードでは BC の書き換えは行わないでください。 0 : ライト時、BC2 ~ BC0 の値を設定 1 : リード時、常に 1 をリード ライト時、BC2 ~ BC0 設定値は無効

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明																		
2	BC2	0	R/W	ビットカウンタ 2~0 次に転送するデータのビット数を指定します。リードすると残りの転送ビット数を知ることができます。I ² C バスフォーマットでは、データにアクノリッジ 1 ビットが加算されて転送されます。設定は転送フレーム間で行ってください。また、000 以外の値を設定する場合は、SCL が Low 状態で行ってください。これらのビットはアクノリッジを含むデータ転送終了後、自動的に 000 に戻ります。クロック同期式シリアルフォーマットを選択した場合は書き換えしないでください。 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">I²C バスフォーマット</td> <td style="width: 50%;">クロック同期式シリアルフォーマット</td> </tr> <tr> <td>000 : 9 ビット</td> <td>000 : 8 ビット</td> </tr> <tr> <td>001 : 2 ビット</td> <td>001 : 1 ビット</td> </tr> <tr> <td>010 : 3 ビット</td> <td>010 : 2 ビット</td> </tr> <tr> <td>011 : 4 ビット</td> <td>011 : 3 ビット</td> </tr> <tr> <td>100 : 5 ビット</td> <td>100 : 4 ビット</td> </tr> <tr> <td>101 : 6 ビット</td> <td>101 : 5 ビット</td> </tr> <tr> <td>110 : 7 ビット</td> <td>110 : 6 ビット</td> </tr> <tr> <td>111 : 8 ビット</td> <td>111 : 7 ビット</td> </tr> </table>	I ² C バスフォーマット	クロック同期式シリアルフォーマット	000 : 9 ビット	000 : 8 ビット	001 : 2 ビット	001 : 1 ビット	010 : 3 ビット	010 : 2 ビット	011 : 4 ビット	011 : 3 ビット	100 : 5 ビット	100 : 4 ビット	101 : 6 ビット	101 : 5 ビット	110 : 7 ビット	110 : 6 ビット	111 : 8 ビット	111 : 7 ビット
I ² C バスフォーマット	クロック同期式シリアルフォーマット																					
000 : 9 ビット	000 : 8 ビット																					
001 : 2 ビット	001 : 1 ビット																					
010 : 3 ビット	010 : 2 ビット																					
011 : 4 ビット	011 : 3 ビット																					
100 : 5 ビット	100 : 4 ビット																					
101 : 6 ビット	101 : 5 ビット																					
110 : 7 ビット	110 : 6 ビット																					
111 : 8 ビット	111 : 7 ビット																					
1	BC1	0	R/W																			
0	BC0	0	R/W																			

18.3.4 I²C バスインタラプトイネーブルレジスタ (ICIER)

ICIER は各種割り込み要因の許可、アクノリッジの有効/無効の選択、送信アクノリッジの設定および受信アクノリッジの確認を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TIE	0	R/W	トランスミットインタラプトイネーブル ICSR の TDRE がセットされたとき、送信データエンプティ割り込み (TXI) を許可/禁止します。 0 : 送信データエンプティ割り込み要求 (TXI) の禁止 1 : 送信データエンプティ割り込み要求 (TXI) の許可
6	TEIE	0	R/W	トランスミットエンドインタラプトイネーブル TEIE は、ICSR の TDRE が 1 の状態で 9 クロック目が立ち上がったとき、送信終了割り込み (TEI) の許可/禁止を選択します。なお TEI は、TEND を 0 にクリアするか、TEIE を 0 にクリアすることで解除できます。 0 : 送信終了割り込み要求 (TEI) の禁止 1 : 送信終了割り込み要求 (TEI) の許可

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
5	RIE	0	R/W	<p>レシーブインタラプトイネーブル</p> <p>RIE は受信データが ICDRS から ICDDR に転送され、ICSR の RDRF が 1 にセットされたとき、受信データフル割り込み要求 (RXI) の許可 / 禁止、およびクロック同期フォーマット時のオーバーランエラー割り込み要求 (ERI) の禁止 / 許可を選択します。なお RXI は、RDRF を 0 にクリアするか、または RIE を 0 にクリアすることで解除できます。</p> <p>0: 受信データフル割り込み要求 (RXI)、およびクロック同期フォーマット時のオーバーランエラー割り込み要求 (ERI) の禁止</p> <p>1: 受信データフル割り込み要求 (RXI)、およびクロック同期フォーマット時のオーバーランエラー割り込み要求 (ERI) の許可</p>
4	NAKIE	0	R/W	<p>NACK 受信インタラプトイネーブル</p> <p>NAKIE は、ICSR の NACKF および AL がセットされたとき、NACK 受信割り込み要求 (NAKI)、およびクロック同期フォーマット時のオーバーランエラー (ICSR の OVE セット) 割り込み要求 (ERI) の許可 / 禁止を選択します。なお NAKI は、NACKF または OVE を 0 にクリアするか、または NAKIE を 0 にクリアすることで解除できます。</p> <p>0: NACK 受信割り込み要求 (NAKI) の禁止</p> <p>1: NACK 受信割り込み要求 (NAKI) の許可</p>
3	STIE	0	R/W	<p>停止条件検出インタラプトイネーブル</p> <p>0: 停止条件検出割り込み要求 (STPI) の禁止</p> <p>1: 停止条件検出割り込み要求 (STPI) の許可</p>
2	ACKE	0	R/W	<p>アクノリッジビット判定選択</p> <p>0: 受信アクノリッジの内容を無視して連続的に転送を行う。</p> <p>1: 受信アクノリッジが 1 の場合、転送を中断する。</p>
1	ACKBR	0	R	<p>受信アクノリッジ</p> <p>送信モード時、受信デバイスから受け取ったアクノリッジビットの内容を格納しておくビットです。ライトは無効です。</p> <p>0: 受信アクノリッジ = 0</p> <p>1: 受信アクノリッジ = 1</p>
0	ACKBT	0	R/W	<p>送信アクノリッジ</p> <p>受信モード時、アクノリッジのタイミングで送出するビットを設定します。</p> <p>0: アクノリッジのタイミングで 0 を送出</p> <p>1: アクノリッジのタイミングで 1 を送出</p>

18.3.5 I²C バスステータスレジスタ (ICSR)

ICSR は各種割り込み要求フラグおよびステータスの確認を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TDRE	0	R/W	トランスミットデータエンプティ [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • ICDRT から ICDRS にデータ転送が行われ、ICDRT がエンプティになったとき • TRS をセットしたとき • 開始条件 (再送含む) を発行したとき • スレープモードで受信モードから送信モードになったとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • 命令で ICDRT ヘデータをライトしたとき
6	TEND	0	R/W	トランスミットエンド [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • I²C バスフォーマットの場合、TDRE が 1 の状態で SCL の 9 クロック目が立ち上がったとき • クロック同期シリアルフォーマットの場合、送信フレームの最終ビットを送出したとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • 命令で ICDRT ヘデータをライトしたとき
5	RDRF	0	R/W	レシーブデータレジスタフル [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • ICDRS から ICDRR に受信データが転送されたとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき • 命令で ICDRR をリードしたとき
4	NACKF	0	R/W	ノーアクノリッジ検出フラグ [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • ICIER の ACKE = 1 の状態で、送信時、受信デバイスからアクノリッジがなかったとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	STOP	0	R/W	<p>停止条件検出フラグ</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> フレームの転送の完了後に停止条件を検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 1の状態をリードした後、0をライトしたとき
2	AL/OVE	0	R/W	<p>アービトレーションロストフラグ/オーバランエラーフラグ</p> <p>AL/OVE は、I²C バスフォーマットの場合、マスタモード時にバス競合負けをしたことを示します。またクロック同期フォーマットの場合、RDRF=1の状態では最終ビットを受信したことを示します。</p> <p>複数のマスタがほぼ同時にバスを占有しようとしたときにI²C バスインタフェース 2 は SDA をモニタし、自分が出したデータと異なった場合、AL フラグを1にセットしてバスが他のマスタによって占有されたことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> マスタ送信モードの場合、SCL の立ち上がりで内部 SDA と SDA 端子のレベルが不一致のとき マスタモードの場合、開始条件検出時、SDA 端子が High レベルのとき クロック同期フォーマットの場合、RDRF=1の状態では最終ビットを受信したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 1の状態をリードした後、0をライトしたとき
1	AAS	0	R/W	<p>スレーブアドレス認識フラグ</p> <p>スレーブ受信モードで開始条件直後の第一フレームが SAR の SVA6 ~ SVA0 と一致した場合にセットされます。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> スレーブ受信モードでスレーブアドレスを検出したとき スレーブ受信モードでゼネラルコールアドレスを検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 1の状態をリードした後、0をライトしたとき
0	ADZ	0	R/W	<p>ゼネラルコールアドレス認識フラグ</p> <p>I²C バスフォーマットのスレーブ受信モードのとき有効</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> スレーブ受信モードかつゼネラルコールアドレスを検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 1の状態をリードした後、0をライトしたとき

18.3.6 スレーブアドレスレジスタ (SAR)

SAR はフォーマットの選択、スレーブアドレスを設定します。I²C バスフォーマットでスレーブモードの場合、開始条件後に送られてくる第 1 フレームの上位 7 ビットと SAR の上位 7 ビットが一致したとき、スレーブデバイスとして動作します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	SVA6~0	すべて 0	R/W	スレーブアドレス 6~0 I ² C バスにつながる他のスレーブと異なるユニークなアドレスを設定します。
0	FS	0	R/W	フォーマットセレクト 0: I ² C バスフォーマット選択 1: クロック同期シリアルフォーマット選択

18.3.7 I²C バス送信データレジスタ (ICDRT)

ICDRT は、送信データを格納する 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、シフトレジスタ (ICDRS) の空きを検出すると ICDRT に書き込まれた送信データを ICDRS に転送し、データ送信を開始します。ICDRS のデータ送信中に、次に送信するデータを ICDRT にライトしておく、連続送信が可能です。なお、ICMR の MLS ビットを 1 に設定した場合、ICDRT に書き込んだ後、リードすると MSB/LSB 反転したデータが読み出されます。ICDRT の初期値は H'FF です。

18.3.8 I²C バス受信データレジスタ (ICDRR)

ICDRR は、受信データを格納する 8 ビットのレジスタです。1 バイトのデータの受信が終了すると、受信したデータを ICDRS から ICDRR へ転送し、次のデータを受信可能にします。なお ICDRR は受信専用レジスタですので、CPU からライトできません。ICDRR の初期値は H'FF です。

18.3.9 I²C バスシフトレジスタ (ICDRS)

ICDRS は、データを送信/受信するためのレジスタです。送信時は ICDRT から送信データが ICDRS に転送され、データが SDA 端子から送出されます。受信時は 1 バイトのデータの受信が終了すると、データが ICDRS から ICDRR へ転送されます。なお本レジスタは CPU から直接リードできません。

18.4 動作説明

I²C バスインタフェース 2 には、SAR の FS の設定により、I²C バスモードとクロック同期式シリアルモードで通信することができます。

18.4.1 I²C バスフォーマット

I²C バスフォーマットを図 18.3 に、I²C バスのタイミングを図 18.4 に示します。開始条件に続く第 1 フレームは必ず 8 ビット構成となります。

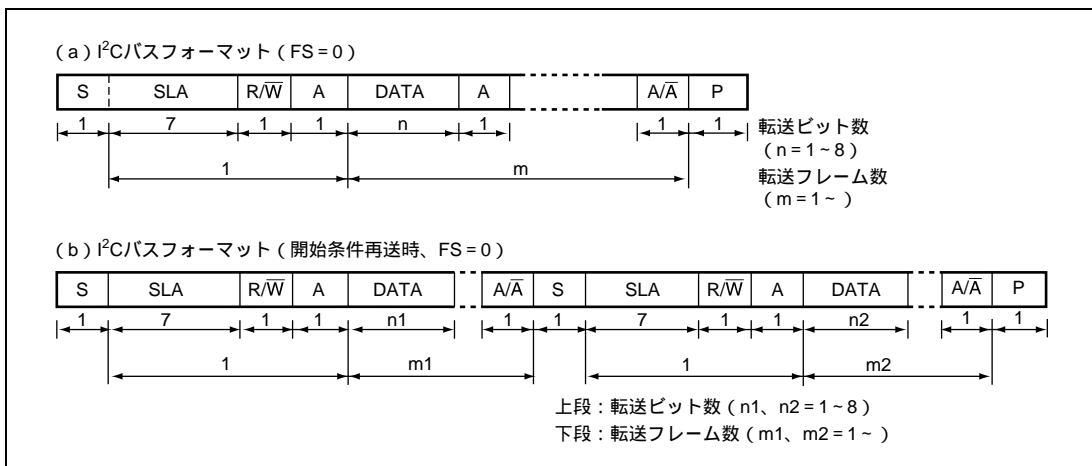


図 18.3 I²C バスフォーマット

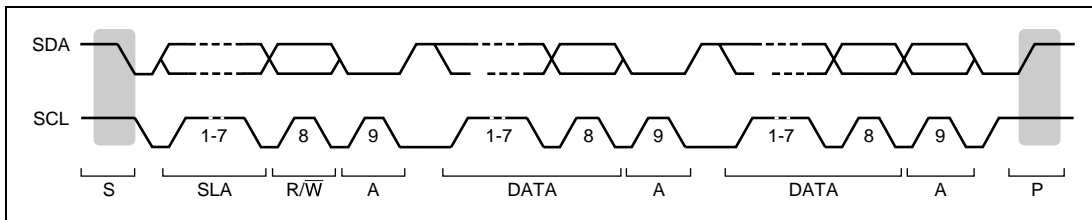


図 18.4 I²C バスタイミング

記号の説明

- S : 開始条件。マスタデバイスが SCL = High レベルの状態での SDA を High レベルから Low レベルに変化させます。
- SLA : スレーブアドレス
- R/W : 送受信の方向を示します。1 のときスレーブデバイスからマスタデバイスへ、0 のときマスタデバイスからスレーブデバイスへデータを送信します。
- A : アクノリッジ。受信デバイスが SDA を Low レベルにします。
- DATA : 送受信データ
- P : 停止条件。マスタデバイスが SCL = High レベルの状態での SDA を Low レベルから High レベルに変化させます。

18.4.2 マスタ送信動作

マスタ送信モードでは、マスタデバイスが送信クロックと送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。マスタ送信モードの動作タイミングについては図 18.5 と図 18.6 を参照してください。以下にマスタ送信モードの送信手順と動作を示します。

1. ICCR1のICEビットを1に設定します。またICMRのMLS、WAIT、ICCR1のCKS3～CKS0等を設定します（初期設定）。
2. ICCR2のBBSYフラグをリードしてバスが開放状態であることを確認後、ICCR1のMST、TRSをマスタ送信モードに設定します。その後、BBSY = 1とSCP = 0をMOV命令でライトします（開始条件発行）。これにより開始条件を生成します。
3. ICSRのTDREがセットされたことを認識した後、ICDRTに送信データ（1バイト目はスレーブアドレスと $R\bar{W}$ を示すデータ）をライトします。このときTDREは自動的に0にクリアされ、ICDRTからICDRSにデータが転送されて、再びTDREがセットされます。
4. TDREがセットされた状態で1バイト送信が完了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでICSRのTENDがセットされます。ICIERのACKBRをリードし、スレーブデバイスが選択されたことを認識した後、2バイト目のデータをICDRTにライトします。ACKBRが1のときはスレーブデバイスが認識されていないため、停止条件を発行します。停止条件の発行はBBSY = 0とSCP = 0を、MOV命令でライトすることにより行います。なおデータの準備ができるまで、または停止条件を発行するまではSCLがLowレベルに固定されます。
5. 2バイト目以降の送信データは、TDREがセットされるたびにICDRTにデータをライトします。
6. 送信するバイト数をICDRTにライトしたら、その後はTDREがセットされた状態でTENDがセット（最終バイト送出完了）されるまで待ちます。または、ICIERのACKEをセットした状態で受信デバイスからのNACK（ICSRのNACKF = 1）を待ちます。その後、停止条件を発行してTEND、あるいはNACKFをクリアします。
7. ICSRのSTOPがセットされたらスレーブ受信モードに戻します。

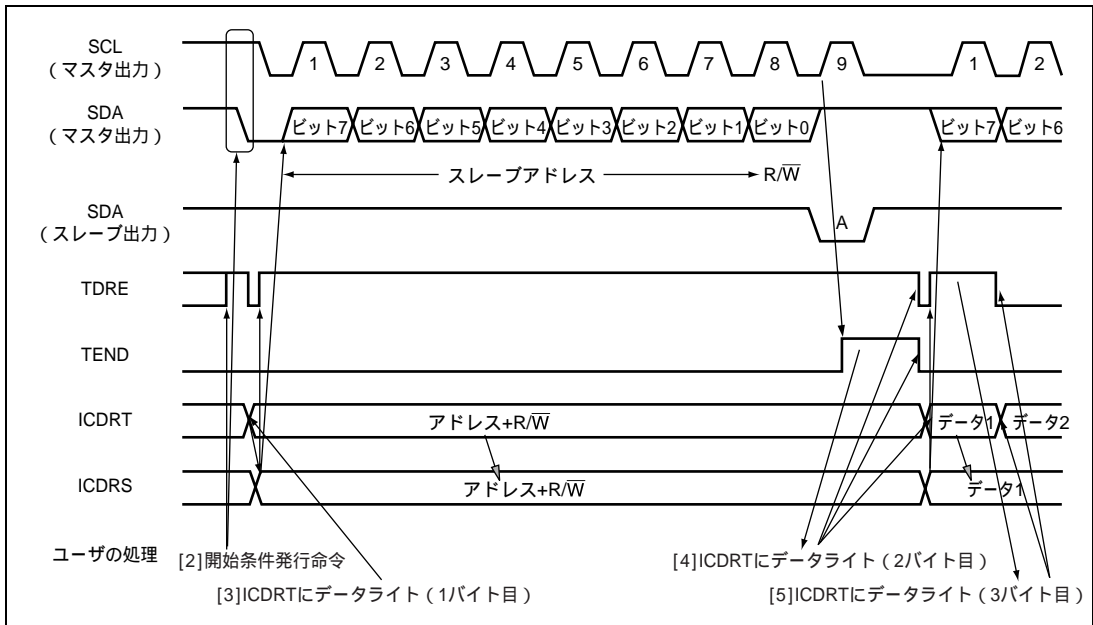


図 18.5 マスタ送信モード動作タイミング (1)

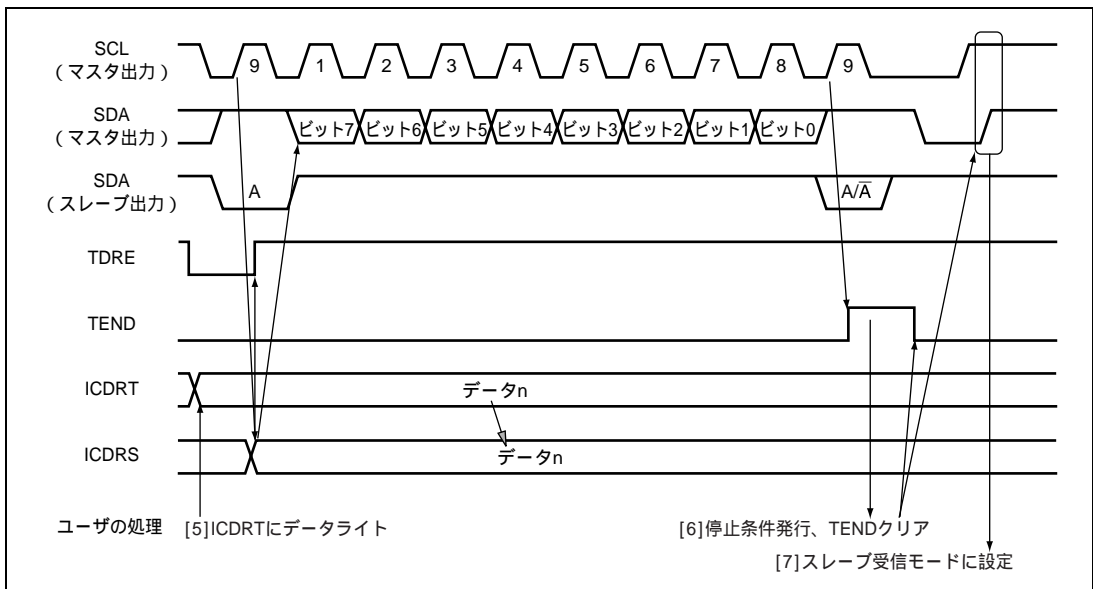


図 18.6 マスタ送信モード動作タイミング (2)

18.4.3 マスタ受信動作

マスタ受信モードでは、マスタデバイスが受信クロックを出力し、スレーブデバイスからデータを受信してアキュリッジを返します。マスタ受信モードの動作タイミングについては図 18.7 と図 18.8 を参照してください。

以下にマスタ受信モードの受信手順と動作を示します。

1. ICSRのTENDをクリア後、ICCR1のTRSをクリアしてマスタ送信モードからマスタ受信モードに切り替えま
す。その後、TDREをクリアします。
2. ICDRRをダミーリードすると受信を開始し、内部クロックに同期して受信クロックを出力し、データを受信
します。マスタデバイスは受信クロックの9クロック目にICIERのACKBTに設定したレベルをSDAに出力しま
す。
3. 1フレームのデータ受信が終了し、受信クロックの9クロック目の立ち上がりでICSRのRDRFがセットされま
す。このとき、ICDRRをリードすることにより、受信したデータを読み出すことができ、同時にRDRFはク
リアされます。
4. RDRFがセットされるたびにICDRRをリードすることにより、連続的に受信できます。なお別処理でRDRFが
セットされた状態でICDRRのリードが遅れて8クロック目が立ち下がった場合、ICDRRをリードするまでSCL
がLowレベルに固定されます。
5. 次の受信が最終フレームの場合、ICDRRをリードする前にICCR1のRCVDをセットします。これにより次の
受信後、停止条件発行可能状態になります。
6. 受信クロックの9クロック目の立ち上がりでRDRFがセットされたら、停止条件を発行します。
7. ICSRのSTOPがセットされたらICDRRをリードします。その後、RCVDをクリアします。
8. スレーブ受信モードに戻します。

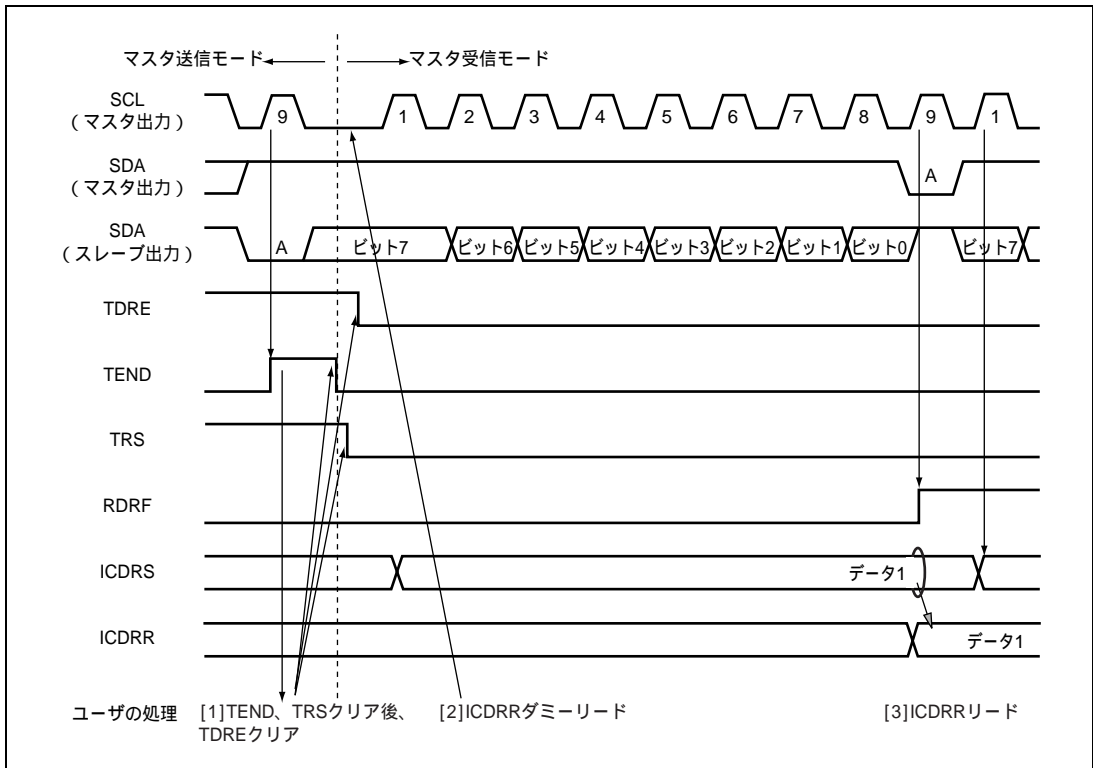


図 18.7 マスタ受信モード動作タイミング (1)

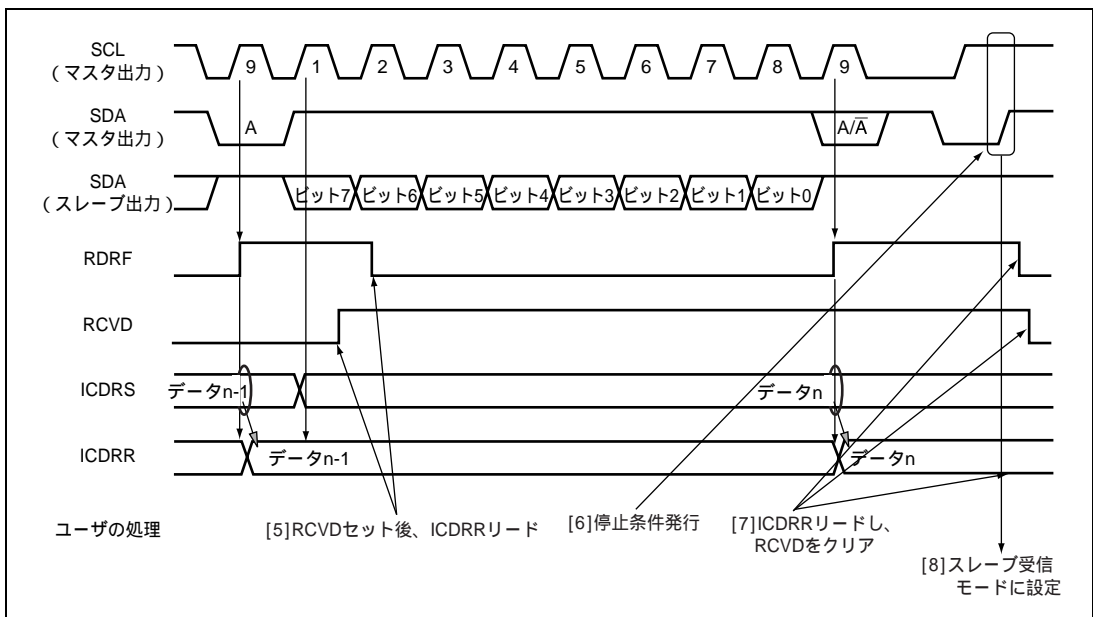


図 18.8 マスタ受信モード動作タイミング (2)

18.4.4 スレーブ送信動作

スレーブ送信モードでは、スレーブデバイスが送信データを出力し、マスタデバイスが受信クロックを出力してアクノリッジを返します。スレーブ送信モードの動作タイミングについては図 18.9 と図 18.10 を参照してください。

以下にスレーブ送信モードの送信手順と動作を示します。

1. ICCR1のICEビットを1にセットします。また、ICMRのMLS、WAIT、ICCR1のCKS3～CKS0等を設定します（初期設定）。ICCR1のMST、TRSをスレーブ受信モードにしてスレーブアドレスが一致するまで待ちます。
2. 開始条件を検出した後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目の立ち上がりでスレーブデバイスはSDAにICIERのACKBTに設定したレベルを出力します。このとき、8ビット目のデータ（R/W）が1のとき、ICCR1のTRSおよびICSRのTDREがセットされ、自動的にスレーブ送信モードに切り替わります。TDREがセットされるたびにICDRTに送信データをライトすると、連続送信が可能です。
3. 最終送信データをICDRTにライトした後にTDREがセットされたとき、TDRE = 1の状態、ICSRのTENDがセットされるまで待ちます。TENDがセットされたら、TENDをクリアします。
4. 終了処理のためTRSをクリアし、ICDRRをダミーリードします。これによりSCLを開放します。
5. TDREをクリアします。

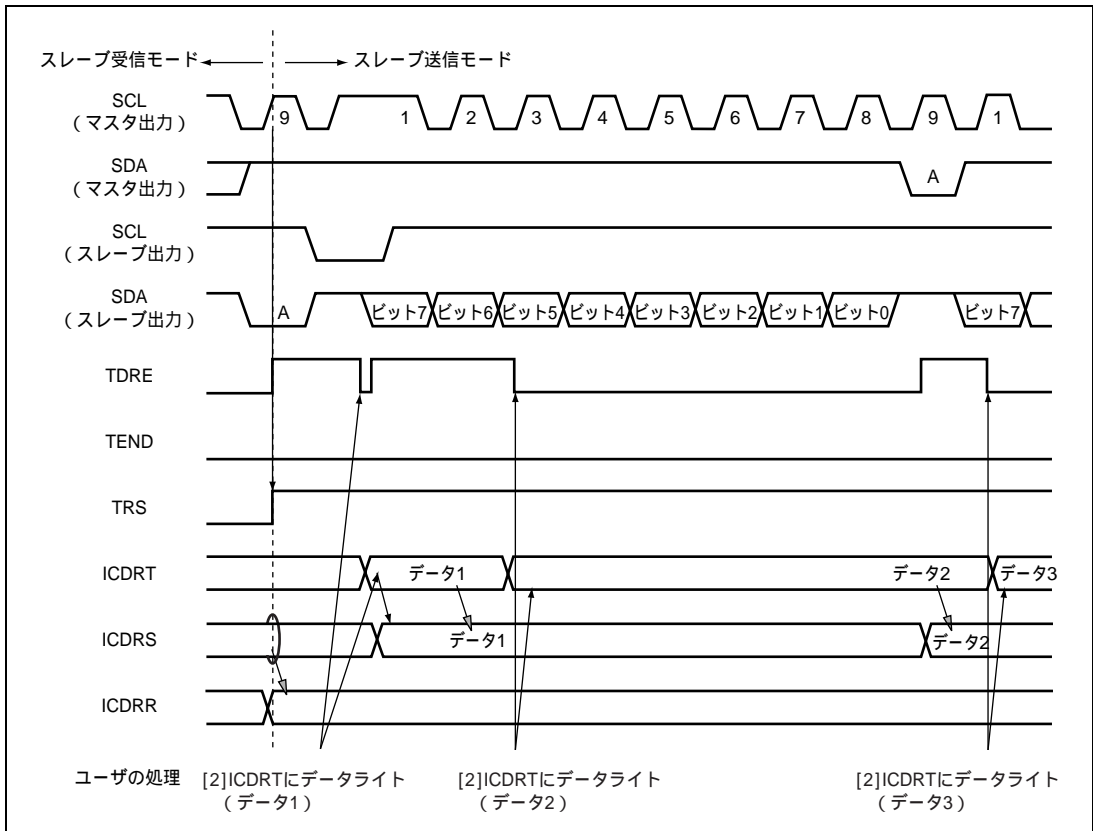


図 18.9 スレーブ送信モード動作タイミング (1)

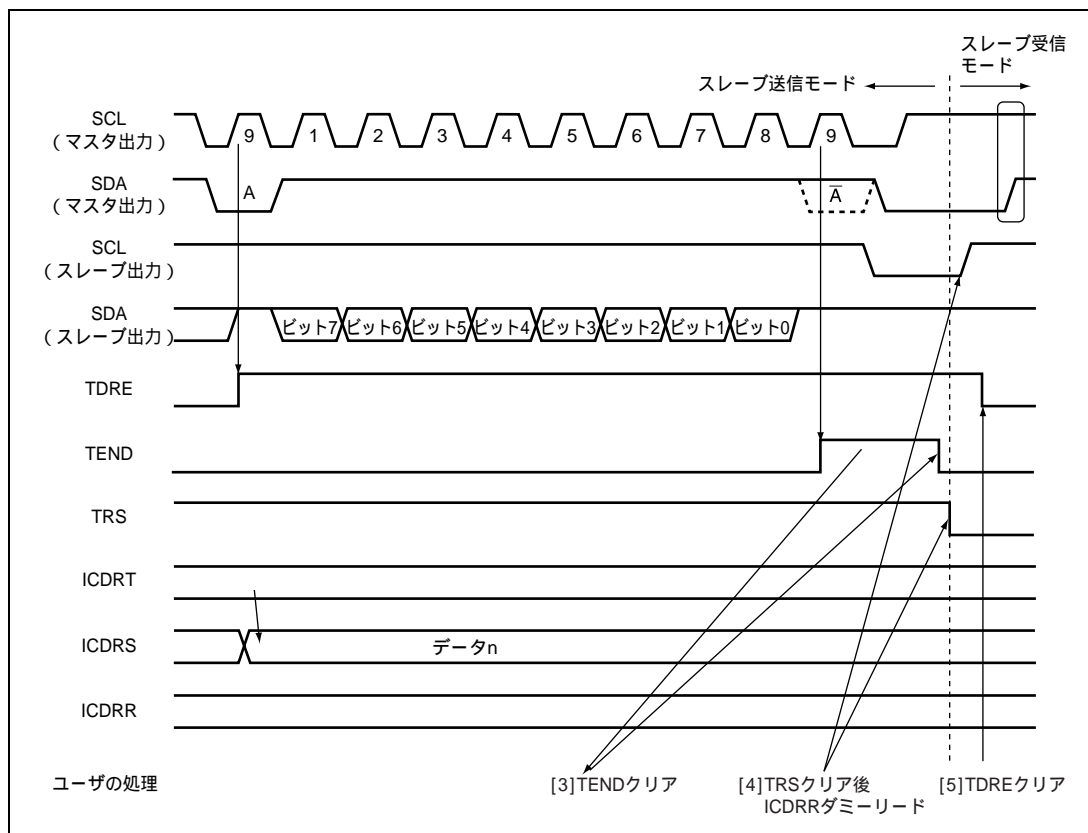


図 18.10 スレーブ送信モード動作タイミング (2)

18.4.5 スレーブ受信動作

スレーブ受信モードでは、マスタデバイスが送信クロック、送信データを出し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。スレーブ受信モードタイミングについては図 18.11 と図 18.12 を参照してください。以下にスレーブ受信モードの受信手順と動作を示します。

1. ICCR1のICEビットを1にセットします。また、ICMRのMLS、WAIT、ICCR1のCKS3～CKS0等を設定します（初期設定）。ICCR1のMST、TRSをスレーブ受信モードにしてスレーブアドレスが一致するまで待ちます。
2. 開始条件を検出後の第一フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目の立ち上がりでスレーブデバイスはSDAにICIERのACKBTに設定したレベルを出力します。同時にICSRのRDRFがセットされますので、ICDRRをダミーリード（リードデータはスレーブアドレス+R/Wを示すので不要）します。
3. RDRFがセットされるたびにICDRRをリードします。RDRFがセットされた状態で8クロック目が立ち下がるとICDRRをリードするまでSCLをLowに固定します。ICDRRをリードする前に行ったマスタデバイスに返すアクノリッジの設定変更は次の転送フレームに反映されます。
4. 最終バイトのリードも同様にICDRRのリードにより行います。

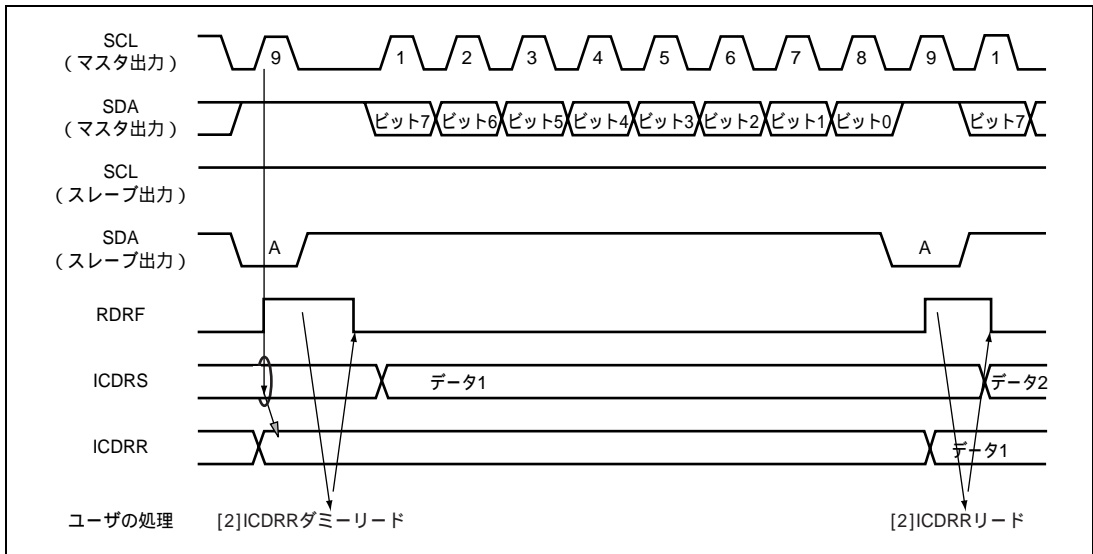


図 18.11 スレーブ受信モード動作タイミング (1)

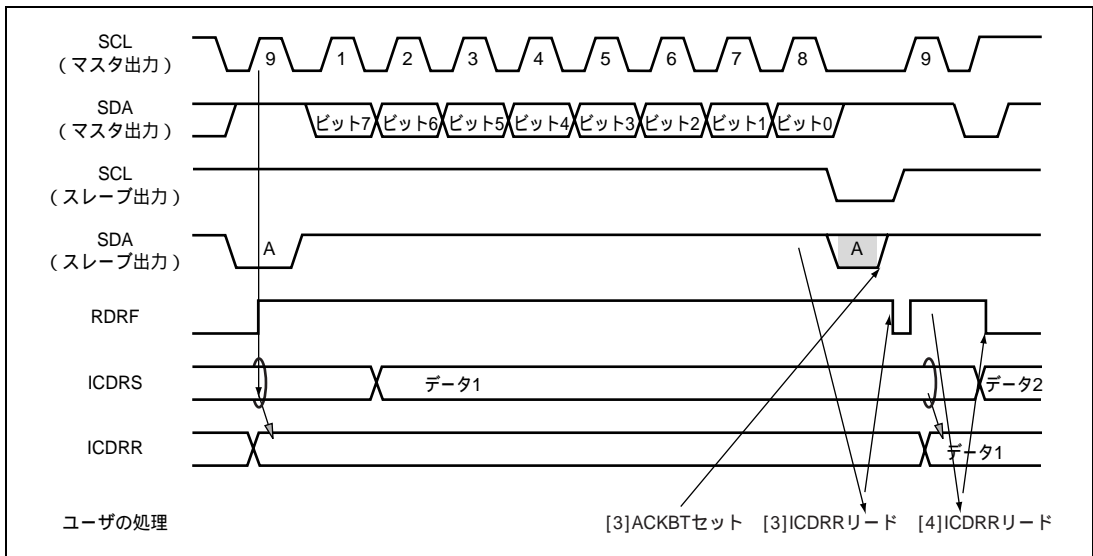


図 18.12 スレーブ受信モード動作タイミング (2)

18.4.6 クロック同期式シリアルフォーマット

本モジュールは、SAR の FS を 1 にセットすることにより、クロック同期式シリアルとして動作させることができます。ICCR1 の MST = 1 のとき SCL から転送クロック出力となり、MST = 0 のとき外部クロック入力となります。

(1) データ転送フォーマット

クロック同期式シリアルの転送フォーマットを図 18.13 に示します。

転送データは SCL クロックの立ち下がりから立ち下がりまで出力され、SCL クロックの立ち上がりエッジのデータの確定が保証されます。データの転送順は ICMR の MLS により、MSB ファーストか LSB ファーストかを選択可能です。また ICCR2 の SDAO により、転送待機中に SDA の出力レベルを変更することができます。

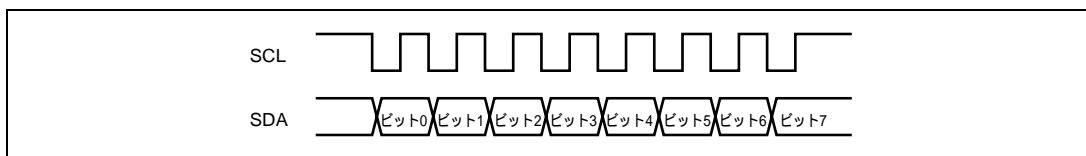


図 18.13 クロック同期式シリアルの転送フォーマット

(2) 送信動作

送信モードでは転送クロックの立ち下がりに同期して送信データを SDA から出力します。転送クロックは ICCR1 の MST = 1 のとき出力、MST = 0 のとき入力となります。送信モード動作タイミングは図 18.14 を参照してください。以下に送信モードの手順と動作を示します。

1. ICCR1のICEビットを1にセットします。またICCR1のMST、CKS3～CKS0などを設定します（初期設定）。
2. ICCR1のTRSをセットして送信モードにします。これにより、ICSRのTDREがセットされます。
3. TDREがセットされていることを認識したら、ICDRTに送信データをライトします。これによりICDRTからICDRSにデータが転送され、自動的にTDREがセットされます。TDREがセットされるたびにICDRTにデータをライトすると連続送信が可能です。なお送信モードから受信モードに切り替える場合、TDREがセットされた状態でTRSをクリアしてください。

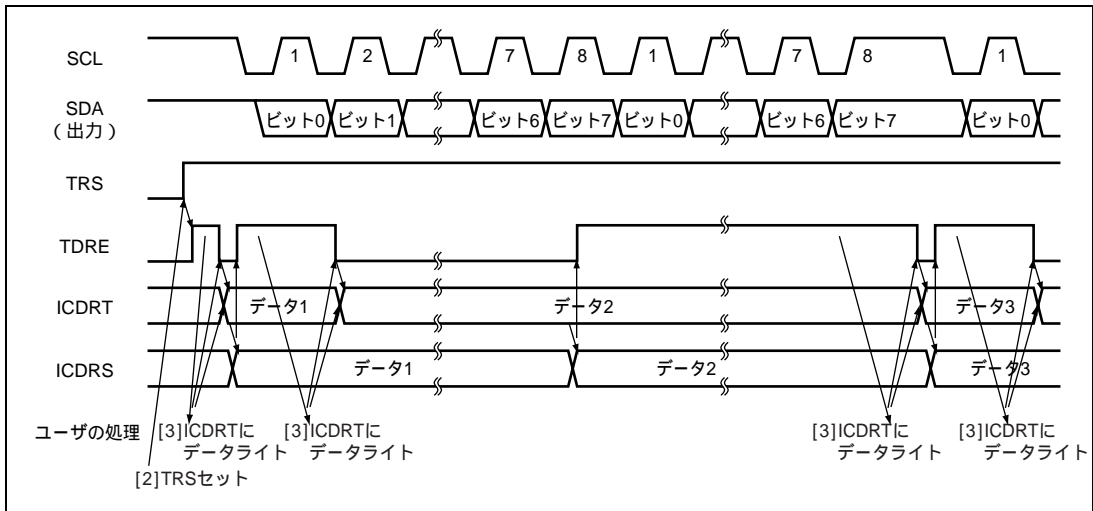


図 18.14 送信モード動作タイミング

(3) 受信動作

受信モードでは転送クロックの立ち上がりでデータをラッチします。転送クロックは ICCR1 の MST=1 のとき出力、MST=0 のとき入力となります。受信モード動作タイミングについては図 18.15 を参照してください。以下に受信モードの手順と動作を示します。

1. ICCR1のICEビットを1にセットします。またICCR1のMST、CKS3～CKS0等を設定します（初期設定）。
2. 転送クロックを出力時、MST=1にします。これにより受信クロックの出力を開始します。
3. 受信が完了すると、ICDRSからICDRRにデータが転送され、ICSRのRDRFがセットされます。MST=1のときは次バイトが受信可能状態のため、連続してクロックを出力します。RDRFがセットされるたびにICDRRをリードすることにより連続的に受信可能です。RDRFがセットされた状態で8クロック目が立ち上がるとオーバランを検出し、ICSRのAL/OVEがセットされます。このときICDRRの値は前の受信データを保持します。
4. MST=1のとき、受信を停止するためには、ICCR1のRCVDをセットしてから、ICDRRをリードします。これにより次バイトの受信完了後、SCLがHighレベルに固定されます。

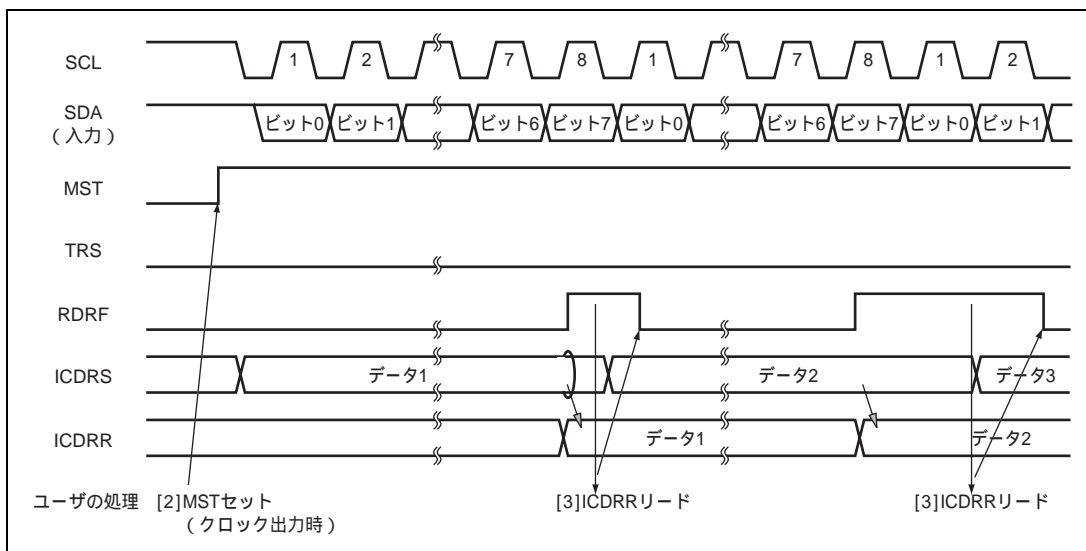


図 18.15 受信モード動作タイミング

18.4.7 ノイズ除去回路

SCL 端子および SDA 端子の状態はノイズ除去回路を経由して内部に取り込まれます。図 18.16 にノイズ除去回路のブロック図を示します。

ノイズ除去回路は 2 段直列に接続されたラッチ回路と一致検出回路で構成されます。SCL 端子入力信号（または SDA 端子入力信号）がシステムクロックでサンプリングされ、2 つのラッチ出力が一致したとき、はじめて後段へそのレベルを伝えます。一致しない場合は前の値を保持します。

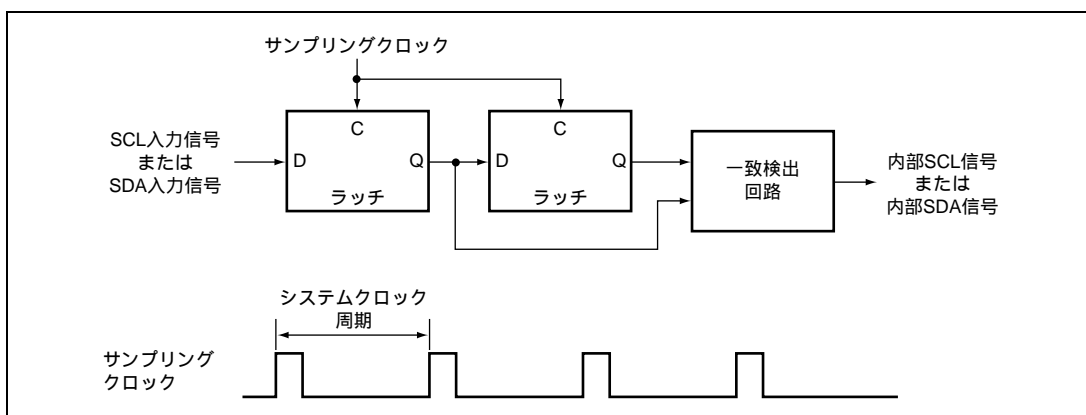


図 18.16 ノイズ除去回路のブロック図

18.4.8 使用例

I²C バスインタフェース 2 を使用する場合の各モードでのフローチャート例を図 18.17 ~ 図 18.20 に示します。

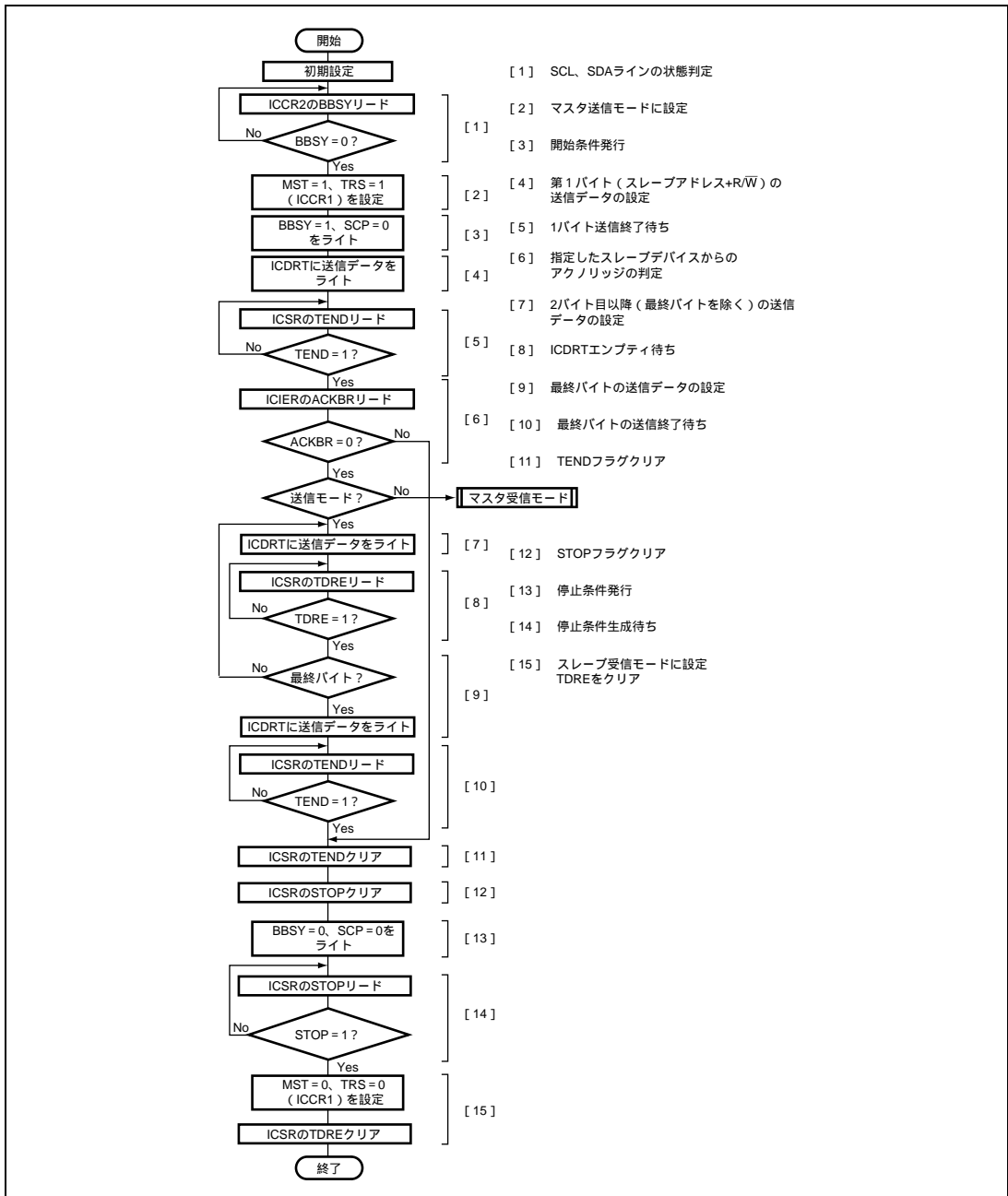


図 18.17 マスタ送信モードのフローチャート例

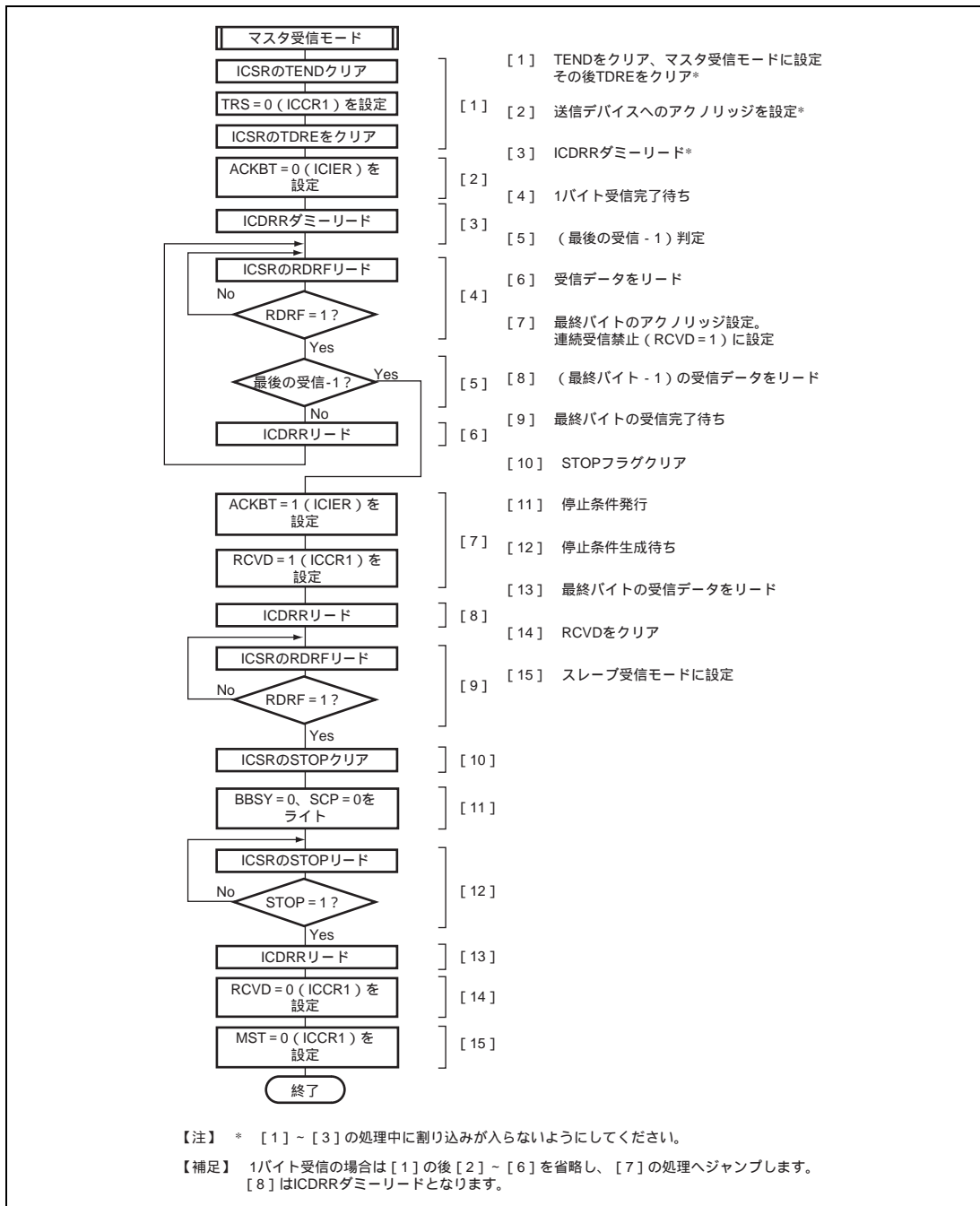


図 18.18 マスタ受信モードのフローチャート例

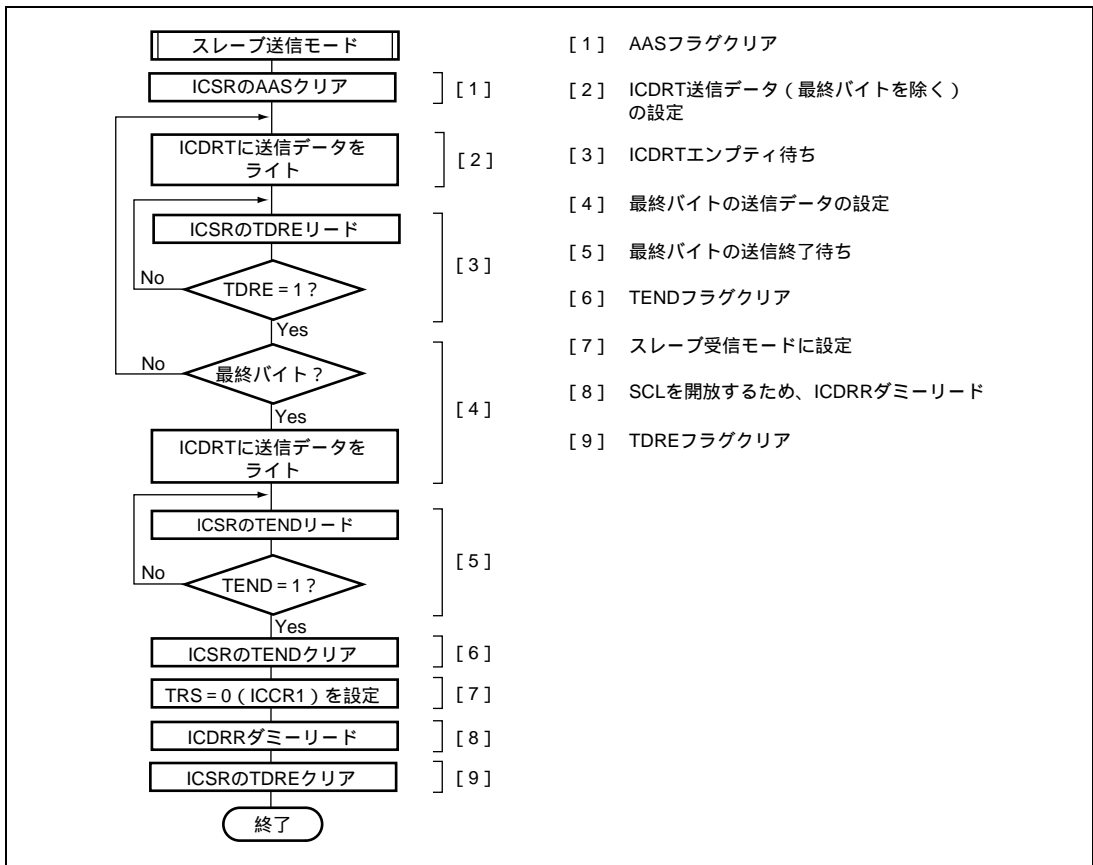


図 18.19 スレーブ送信モードフローチャート例

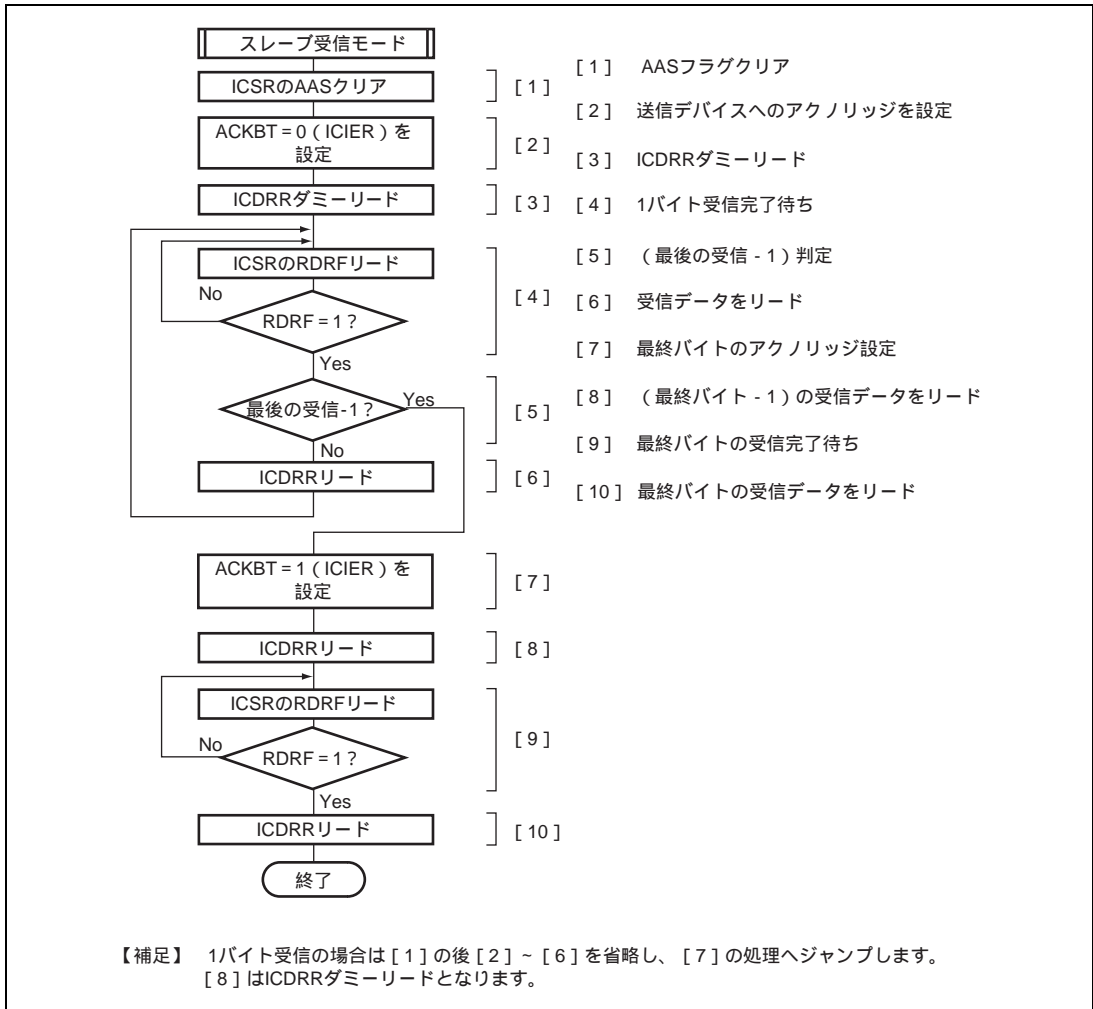


図 18.20 スレープ受信モードフローチャート例

18.5 割り込み要求

本モジュールの割り込み要求には、送信データエンプティ、送信終了、受信データフル、NACK 検出、停止条件検出、アービトレーションロスト / オーバランエラーの 6 種類があります。表 18.3 に各割り込み要求の内容を示します。

表 18.3 割り込み要求一覧

割り込み要求	略称	割り込み条件	I ² C モード	クロック同期モード
送信データエンプティ	TXI	$(TDRE = 1) \cdot (TIE = 1)$		
送信終了	TEI	$(TEND = 1) \cdot (TEIE = 1)$		
受信データフル	RXI	$(RDRF = 1) \cdot (RIE = 1)$		
停止条件検出	STPI	$(STOP = 1) \cdot (STIE = 1)$		×
NACK 検出	NAKI	$\{(NACKF = 1) + (AL = 1)\} \cdot (NAKIE = 1)$		×
アービトレーションロスト / オーバランエラー				

表 18.3 の割り込み条件が 1 でかつ CCR の I ビットが 0 のとき、CPU は割り込み例外処理を実行します。例外処理の中でそれぞれの割り込み要因をクリアしてください。ただし TDRE、TEND は ICDRT に送信データをライトすることで、RDRF は ICDRR をリードすることで自動的にクリアされますので注意してください。特に TDRE は ICDRT に送信データをライトしたとき同時に再度 TDRE がセットされ、さらに TDRE をクリアすると、余分に 1 バイト送信する場合があります。

18.6 ビット同期回路

本モジュールはマスタモード設定時に、

- スレーブデバイスによりSCLがLowレベルに引っ張られた場合
- SCLラインの負荷（負荷容量、プルアップ抵抗）によりSCLの立ち上がりがなまった場合

の2つの状態で High レベル期間が短くなる可能性があるため、SCL をモニタしてビットごとに同期をとりながら通信を行います。

ビット同期回路のタイミングを図 18.21 に、SCL を Low 出力 Hi-Z にしてから SCL をモニタするまでの時間を表 18.4 に示します。

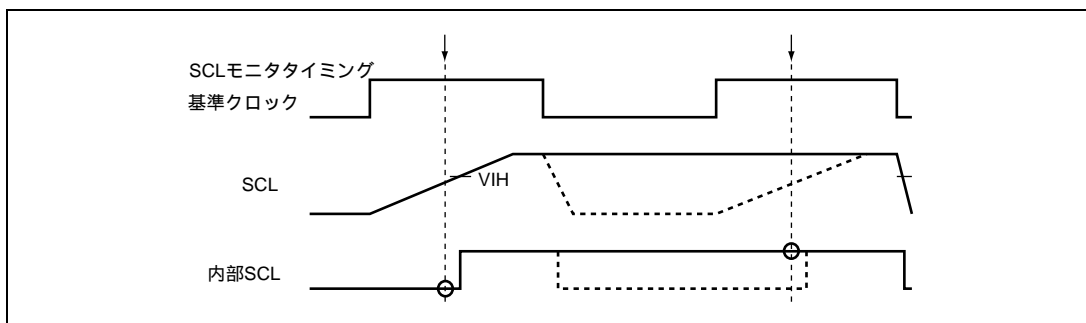


図 18.21 ビット同期回路のタイミング

表 18.4 SCL をモニタする時間

CKS3	CKS2	SCL をモニタする時間
0	0	7.5 t _{cy}
	1	19.5 t _{cy}
1	0	17.5 t _{cy}
	1	41.5 t _{cy}

18.7 使用上の注意事項

18.7.1 マルチマスタで使用時の転送レート設定値の制限について

マルチマスタで使用し、本 LSI の IIC 転送レートの設定が他のマスタより遅いとき、まれに SCL に予期しない幅の SCL が出力される場合があります。この現象を回避するためには、他のマスタの一番速い転送レートより 1/1.8 以上の転送レートを設定してください。たとえば、他の一番速いマスタが 400kbps の場合、本 LSI の IIC の転送レートは 223kbps (=400/1.8) 以上の設定値にする必要があります。

18.7.2 マルチマスタで使用時の MST、TRS 設定時のビット操作命令使用制限について

マルチマスタで使用時、MST、TRS を順次ビット操作しマスタ送信に設定した場合、TRS のビット操作命令実行中のアービトレーションロストが発生するタイミングによっては、ICSR の AL=1 かつマスタ送信モード (MST=1、TRS=1) のように矛盾した状態になっている場合があります。

この現象を回避するためには下記方法があります。

- マルチマスタで使用時、MST、TRS の設定は MOV 命令で行ってください。
- アービトレーションロストした場合、MST=0、TRS=0 を確認してください。万が一、MST=0、TRS=0 以外の状態の場合、MST=0、TRS=0 を設定し直してください。

18.7.3 マスタ受信モードの注意事項について

マスタ受信モードで使用した場合、RDRF=1 の状態で 8 クロック目の立ち下がりがくると SCL を "L" に引っ張りますが、8 クロック目の立ち上がり付近で ICDRR をリードすると、次の受信データの 8 クロック目を 1 クロック分 "L" に固定するだけでその後 ICDRR をリードしなくても SCL の固定を解除し 9 クロック目を出力します。結果として受信データの取りこぼしとなります。

この現象を回避するためには下記方法があります。

- マスタ受信モードで ICDRR をリードする処理は 8 クロック目の立ち上がりまでに行ってください。
- マスタ受信モードは RCVD=1 にし 1 バイトごとの通信で処理を行ってください。

18.7.4 I²C バスインタフェースモードのマスタ受信モード時の注意事項

停止条件発行または開始条件の再発行が SCL の 9 クロック目の立ち下がり重なった場合、9 クロック目の後に、SCL が 1 クロック余分に出力されます。

この現象を回避するためには、マスタ受信完了後、SCL の 9 クロック目の立ち下がりを確認してから、停止条件を発行または開始条件を再発行してください。

SCL の 9 クロック目の立ち下がり、次の方法で確認してください。

ICSR レジスタの RDRF ビット (受信データレジスタフルフラグ) が "1" になったことを確認後、ICCR2 レジスタの SCLO ビット (SCL モニタフラグ) が "0" (SCL 端子は "L") になったことを確認してください。

18.7.5 I²C バス動作中における ICE および IICRST のアクセス

< 現象 >

I²C バス動作中に、ICCR1 の ICE に 0 をライトもしくは ICCR2 の IICRST に 1 をライトすると、ICCR2 の BBSY と ICSR の STOP は不定となります。

< 条件 >

下記 (1) ~ (4) のいずれかの状態で、ICCR1 の ICE に 0 をライトもしくは ICCR2 の IICRST に 1 をライトした場合、上記現象が発生します。

- (1) マスタ送信モード (ICCR1 の MST=1、TRS=1) において、本モジュールが I²C のバス権を保有しているとき。
- (2) マスタ受信モード (ICCR1 の MST=1、TRS=0) において、本モジュールが I²C のバス権を保有しているとき。
- (3) スレーブ送信モード (ICCR1 の MST=0、TRS=1) において、本モジュールがデータ送信中のとき。
- (4) スレーブ受信モード (ICCR1 の MST=0、TRS=0) において、本モジュールがアクノリッジを送信しているとき。

< 対策 >

ICCR2 の BBSY の不定状態は、以下のいずれかで解消することができます。

- 開始条件 (SCL=HighかつSDA立ち下がり) を入力すると、BBSYは1セットされます。
- 停止条件 (SCL=HighかつSDA立ち上がり) を入力すると、BBSYは0クリアされます。
- マスタ送信モードにおいて、SCL=HighかつSDA=Highの状態、ICCR2のBBSYに1、SCPIに0ライトして開始条件を発行します。開始条件 (SCL=HighかつSDA立ち下がり) が出力されると、BBSYは1セットされます。
- マスタ送信モードもしくはマスタ受信モードにおいて、SDA=Lowかつ本モジュール以外にSCLをLowにするデバイスがない状態で、ICCR2のBBSYに0、SCPIに0ライトして停止条件を発行します。停止条件 (SCL=HighかつSDA立ち上がり) が出力されると、BBSYは0クリアされます。
- SARのFSに1をライトすると、BBSYは0クリアされます。

【レジスタ機能の補足説明】

IICRST によるレジスタ初期化

- ICCR2のIICRSTに1をライトすると、ICCR2のSDAO、SCLOは1セットされます。
- マスタ送信モードおよびスレーブ送信モードにおいて、IICRSTに1をライトすると、ICSRのTDREは1セットされます。
- IICRST=1によるリセット期間中は、ICCR2のBBSY、SCP、SDAOへのライトは無効です。
- IICRSTに1をライトしても、ICCR2のBBSYビットは0クリアされません。しかし、SCL、SDAの端子状態によっては、停止条件 (SCL=HighかつSDA立ち上がり) が生成され、結果的にBBSYが0クリアされる場合があります。また、他のビットも同様に、影響が発生する場合があります。
- IICRST=1によるリセット期間中は、データ受送信を停止します。しかし、開始条件、停止条件、バス競合負荷を検出する機能は動作しています。SCL、SDAへ入力された信号によっては、ICCR1、ICCR2、ICSRの状態が更新される場合があります。

18.7.6 マスタ送信モードで停止条件を発行する際の注意事項

マスタ送信モードかつ I²C バスインタラプトイネーブルレジスタ (ICIER) の ACKE ビット=1 設定で停止条件を発行したとき、発行するタイミングにより停止条件が正常に出力されないことがあります。

マスタ送信モードかつ I²C バスインタラプトイネーブルレジスタ (ICIER) の ACKE ビット=1 設定時における停止条件の発行は、9 クロック目の立ち下がりを実認識してから行ってください。9 クロック目の立ち下がり、I²C コントロールレジスタ 2 (ICCR2) の SCLO ビットをチェックすることにより認識することができます。

19. A/D 変換器

逐次比較方式の 10 ビットの A/D 変換器で、最大 16 チャンネルのアナログ入力を変換することができます。A/D 変換器のブロック図を図 19.1 に示します。

19.1 特長

- 分解能：10ビット
- 入力チャンネル：16チャンネル
- 高速変換：1チャンネル当り最小3.5 μ s (20MHz動作時)
- 動作モード：2種類
 - 単一モード：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
- データレジスタ：4本
 - A/D変換結果は、各チャンネルに対応したデータレジスタに転送され、保持されます。
- サンプル&ホールド機能付き
- 変換開始方法：2種類
 - ソフトウェアまたは外部トリガ信号によるA/D変換の開始が可能
- 割り込み要因
 - A/D変換終了割り込み (ADI) 要求を発生させることができます。

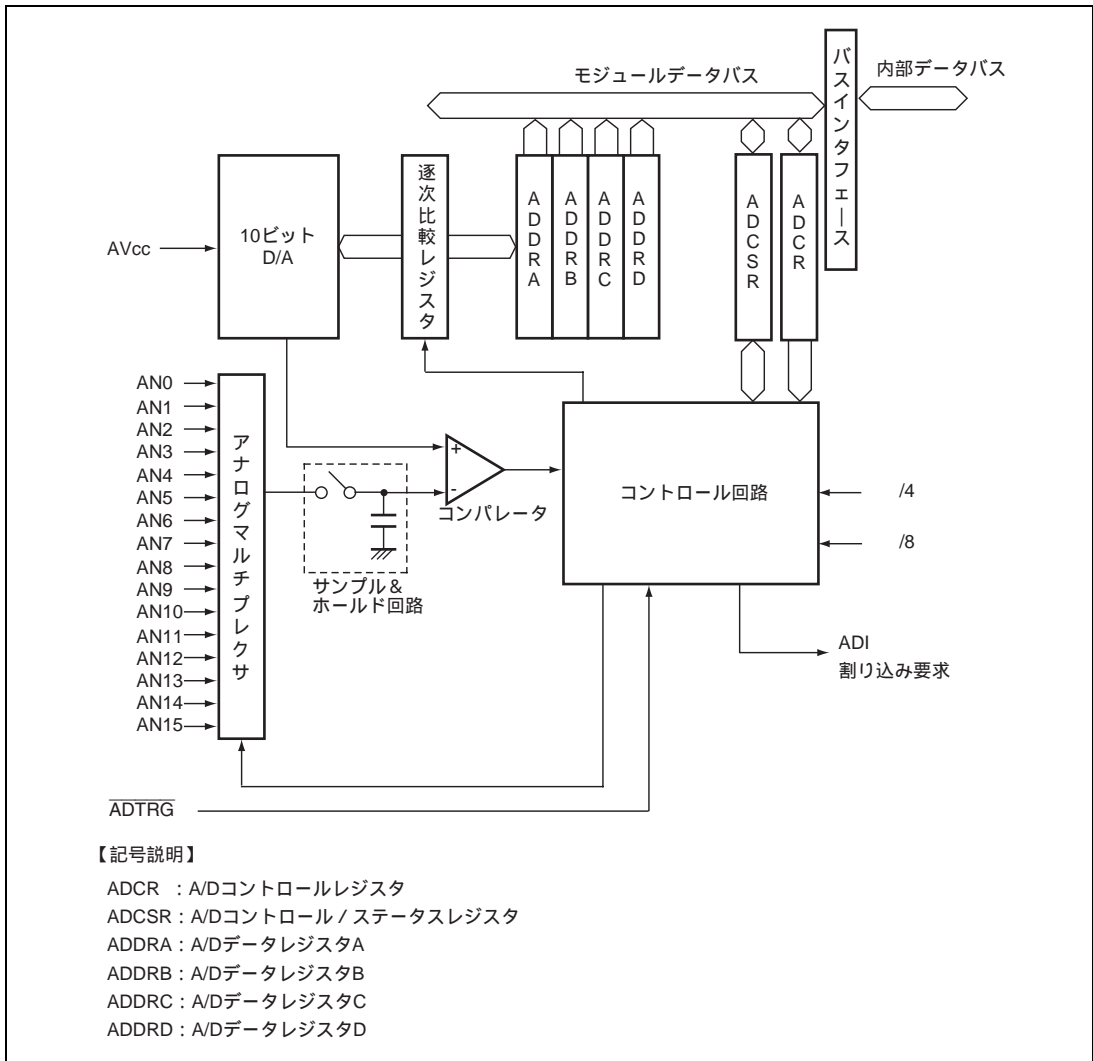


図 19.1 A/D 変換器のブロック図

19.2 入出力端子

A/D 変換器で使用する端子を表 19.1 に示します。16 本のアナログ入力端子は 4 チャンネル×4 グループに分割されており、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 (AN4~AN7) がグループ 1、アナログ入力端子 8~11 (AN8~AN11) がグループ 2、アナログ入力端子 12~15 (AN12~AN15) がグループ 3 になっています。AVcc、AVss 端子は A/D 変換器内のアナログ部の電源です。

表 19.1 端子構成

端子名	略称	入出力	機能
アナログ電源端子	AVcc	入力	アナログ部の電源端子
アナロググランド端子	AVss	入力	アナログ部のグランド端子
アナログ入力端子 0	AN0	入力	グループ 0 のアナログ入力端子
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	グループ 1 のアナログ入力端子
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 8	AN8	入力	グループ 2 のアナログ入力端子
アナログ入力端子 9	AN9	入力	
アナログ入力端子 10	AN10	入力	
アナログ入力端子 11	AN11	入力	
アナログ入力端子 12	AN12	入力	グループ 3 のアナログ入力端子
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	$\overline{\text{ADTRG}}$	入力	A/D 変換開始のための外部トリガ入力端子

19.3 レジスタの説明

A/D 変換器には以下のレジスタがあります。

- A/DデータレジスタA (ADDRA)
- A/DデータレジスタB (ADDRB)
- A/DデータレジスタC (ADDRC)
- A/DデータレジスタD (ADDRD)
- A/Dコントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)
- A/Dコントロールレジスタ (ADCR)

19.3.1 A/D データレジスタ A~D (ADDRA~ADDRD)

A/D データレジスタは A/D 変換結果を格納するための 16 ビットのリード専用レジスタで、ADDRA~ADDRD の 4 本あります。各アナログ入力チャネルの変換結果が格納される A/D データレジスタは表 19.2 のとおりです。

10 ビットの変換データは A/D データレジスタのビット 15 からビット 6 に格納されます。下位 6 ビットの読み出し値は常に 0 です。CPU との間のデータバスは 8 ビット幅で、上位バイトは CPU から直接リードできますが、下位バイトは上位バイトリード時にテンポラリレジスタに転送されたデータが読み出されます。このため A/D データレジスタをリードする場合は、ワードアクセスするか上位バイト、下位バイトの順でバイトリードしてください。ADDR の初期値は H'0000 です。

表 19.2 アナログ入力チャネルと A/D データレジスタの対応

アナログ入力チャネル				変換結果が格納される A/D データレジスタ
CH3=0		CH3=1		
グループ 0 (CH2=0)	グループ 1 (CH2=1)	グループ 2 (CH2=0)	グループ 3 (CH2=1)	
AN0	AN4	AN8	AN12	ADDRA
AN1	AN5	AN9	AN13	ADDRB
AN2	AN6	AN10	AN14	ADDRC
AN3	AN7	AN11	AN15	ADDRD

19.3.2 A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)

ADCSR は A/D 変換器の制御ビットと変換終了ステータスビットで構成されています。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	ADF	0	R/W	A/D エンドフラグ [セット条件] • 単一モードで A/D 変換が終了したとき • スキャンモードで選択されたすべてのチャネルの変換が 1 回終了したとき [クリア条件] • 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
6	ADIE	0	R/W	A/D インタラプトイネーブル このビットを 1 にセットすると ADF による A/D 変換終了割り込み要求 (ADI) がイネーブルになります。
5	ADST	0	R/W	A/D スタート このビットを 1 にセットすると A/D 変換を開始します。単一モードでは A/D 変換を終了すると自動的にクリアされます。スキャンモードではソフトウェア、リセット、またはスタンバイモードによってクリアされるまで選択されたチャネルを順次連続変換します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明	
4	SCAN	0	R/W	スキャンモード A/D 変換のモードを選択します。 0 : 単一モード 1 : スキャンモード	
3	CKS	0	R/W	クロックセレクト A/D 変換時間の設定を行います。 0 : 変換時間 = 134 ステート (max) 1 : 変換時間 = 70 ステート (max) 変換時間の切り替えは、ADST = 0 の状態で行ってください。	
2	CH2	0	R/W	チャネルセレクト 2~0 ADCR の CH3 ビットとの組み合わせにより、アナログ入力チャンネルを選択します。 SCAN = 0 のとき 0000 : AN0 0001 : AN1 0010 : AN2 0011 : AN3 0100 : AN4 0101 : AN5 0110 : AN6 0111 : AN7 1000 : AN8 1001 : AN9 1010 : AN10 1011 : AN11 1100 : AN12 1101 : AN13 1110 : AN14 1111 : AN15	
1	CH1	0	R/W		SCAN = 1 のとき
0	CH0	0	R/W		0000 : AN0
					0001 : AN0、AN1
				0010 : AN0 ~ AN2	
				0011 : AN0 ~ AN3	
				0100 : AN4	
				0101 : AN4、AN5	
				0110 : AN4 ~ AN6	
				0111 : AN4 ~ AN7	
				1000 : AN8	
				1001 : AN8、AN9	
				1010 : AN8 ~ AN10	
				1011 : AN8 ~ AN11	
				1100 : AN12	
				1101 : AN12、AN13	
				1110 : AN12 ~ AN14	
				1111 : AN12 ~ AN15	

19.3.3 A/D コントロールレジスタ (ADCR)

ADCR は外部トリガによる A/D 変換開始をイネーブルにします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TRGE	0	R/W	トリガイネーブル このビットを 1 にセットすると外部トリガ (タイマ RD または外部トリガ端子 ($\overline{\text{ADTRG}}$) の立ち上がり、立ち下がりエッジ) により A/D 変換を開始します。 ポートモードレジスタ G (PMRG) の PMRG3、PMRG2 によりトリガソースの選択、PMRG2、PMRG1 により外部トリガ端子 ($\overline{\text{ADTRG}}$) の立ち上がり、立ち下がりエッジ選択を行います。
6~4	-	すべて 1	-	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。
3、2	-	すべて 0	R/W	リザーブビットです。ライトするときは必ず 0 を書き込んでください。
1	-	1	-	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。
0	CH3	0	R/W	ADCSR の CH2~CH0 ビットとの組み合わせにより、アナログ入力チャネルを選択します。

19.4 動作説明

A/D変換器は逐次比較方式で分解機能は10ビットです。動作モードには単一モードとスキャンモードがあります。動作モードやアナログ入力チャネルの切り替えは、誤動作を避けるためADCSRのADSTビットが0の状態で行ってください。動作モードモードやアナログ入力チャネルの変更とADSTビットのセットは同時に行うことができます。

19.4.1 単一モード

単一モードは指定された1チャネルのアナログ入力を以下のように1回A/D変換します。

1. ソフトウェアまたは外部トリガ入力によってADCSRのADSTビットが1にセットされると、選択されたチャネルのA/D変換を開始します。
2. A/D変換が終了するとA/D変換結果がそのチャネルに対応するA/Dデータレジスタに転送されます。
3. A/D変換終了時、ADCSRの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割り込み要求を発生します。
4. ADSTビットはA/D変換中は1を保持し、変換が終了すると自動的にクリアされてA/D変換器は待機状態になります。

19.4.2 スキャンモード

スキャンモードは指定された最大4チャネルのアナログ入力を以下のように順次連続してA/D変換します。

1. ソフトウェアまたは外部トリガ入力によってADCSRのADSTビットが1にセットされると、グループの第1チャネル(CH3、CH2 = B'00のときAN0、CH3、CH2 = B'01のときAN4、CH3、CH2 = B'10のときAN8、CH3、CH2 = B'11のときAN12)からA/D変換を開始します。
2. それぞれのチャネルのA/D変換が終了するとA/D変換結果は順次そのチャネルに対応するA/Dデータレジスタに転送されます。
3. 選択されたすべてのチャネルのA/D変換が終了するとADCSRの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割り込み要求を発生します。A/D変換器は再びグループの第1チャネルからA/D変換を開始します。
4. ADSTビットは自動的にクリアされず、1にセットされている間は、2.~3.を繰り返します。ADSTビットを0にクリアするとA/D変換は停止します。

19.4.3 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 19.2 に示します。また、A/D 変換時間を表 19.3 に示します。

A/D 変換時間は、図 19.2 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 19.3 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 19.3 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 CKS = 0 の場合は 128 ステート（固定）、CKS = 1 の場合は 66 ステート（固定）となります。

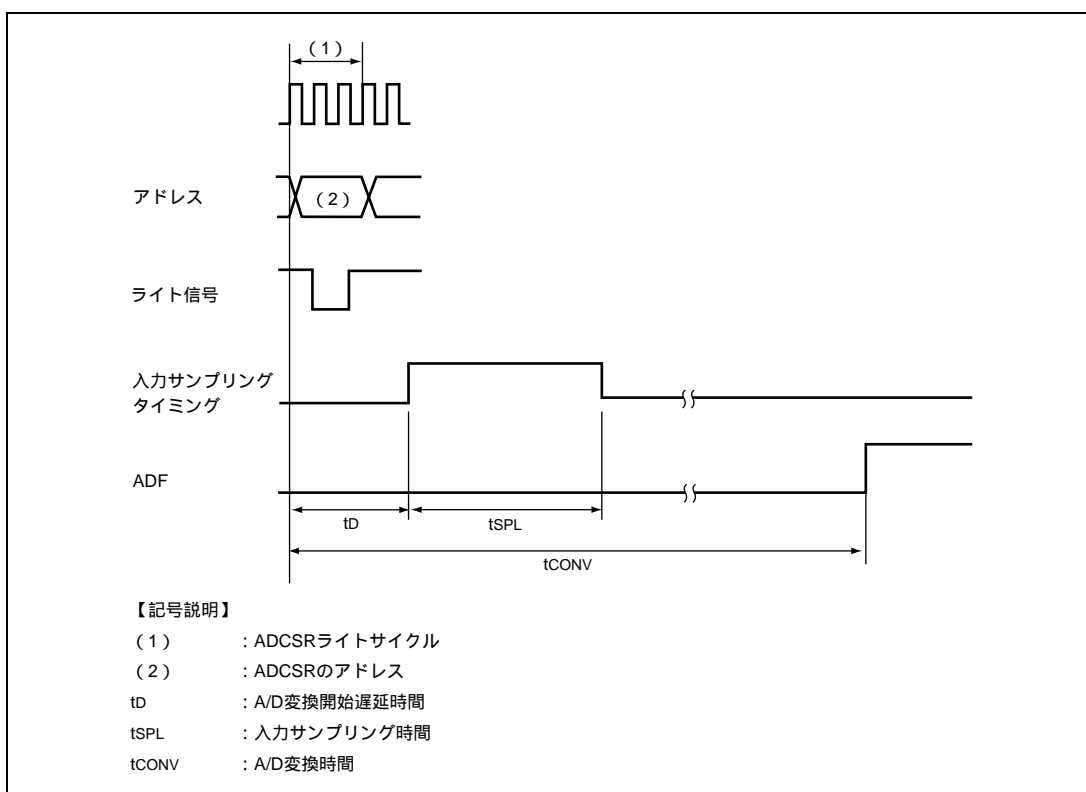


図 19.2 A/D 変換タイミング

表 19.3 A/D 変換時間（単一モード）

	記号	CKS = 0			CKS = 1		
		min	typ	max	min	typ	max
A/D 変換開始遅延時間	t_D	6	-	9	4	-	5
入力サンプリング時間	t_{SPL}	-	31	-	-	15	-
A/D 変換時間	t_{CONV}	131	-	134	69	-	70

【注】 表中の数値の単位はステートです。

19.4.4 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 TRGE ビットが 1 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、単一モード/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 19.3 に示します。

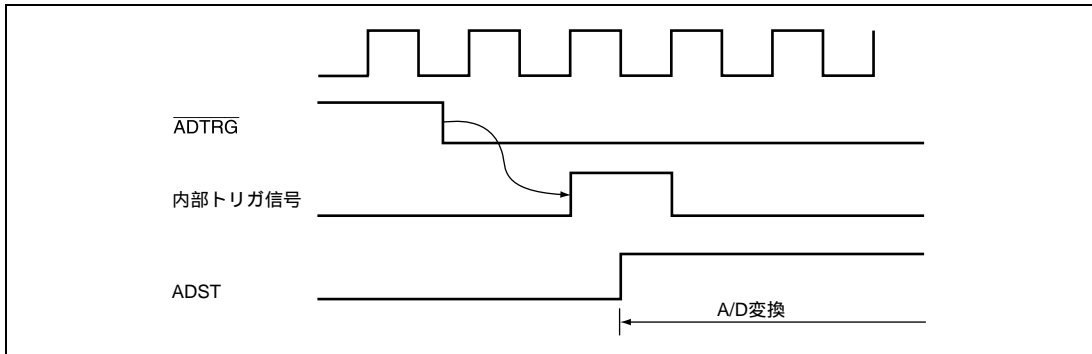


図 19.3 外部トリガ入力タイミング

19.5 A/D 変換精度の定義

本 LSI の A/D 変換精度の定義は以下のとおりです。

- 分解能

A/D 変換器のデジタル出力コード数

- 量子化誤差

A/D 変換器が本質的に有する偏差であり、 $1/2\text{LSB}$ で与えられる (図 19.4)。

- オフセット誤差

デジタル出力が最小電圧値 0000000000 から 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 19.5)。

- フルスケール誤差

デジタル出力が 1111111110 から 1111111111 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 19.5)。

- 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。

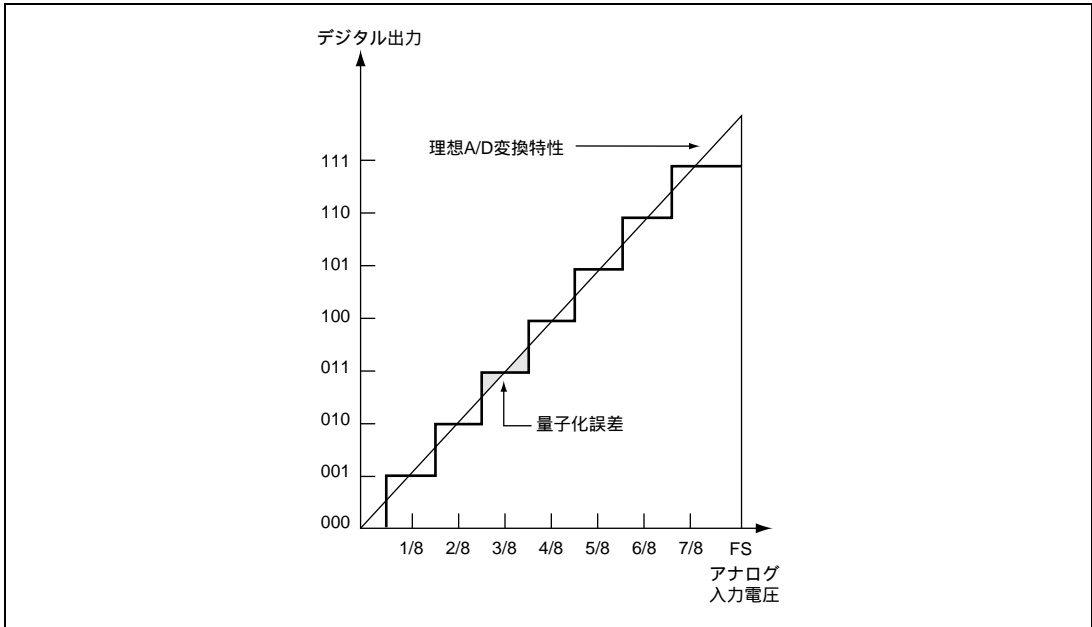


図 19.4 A/D 変換精度の定義 (1)

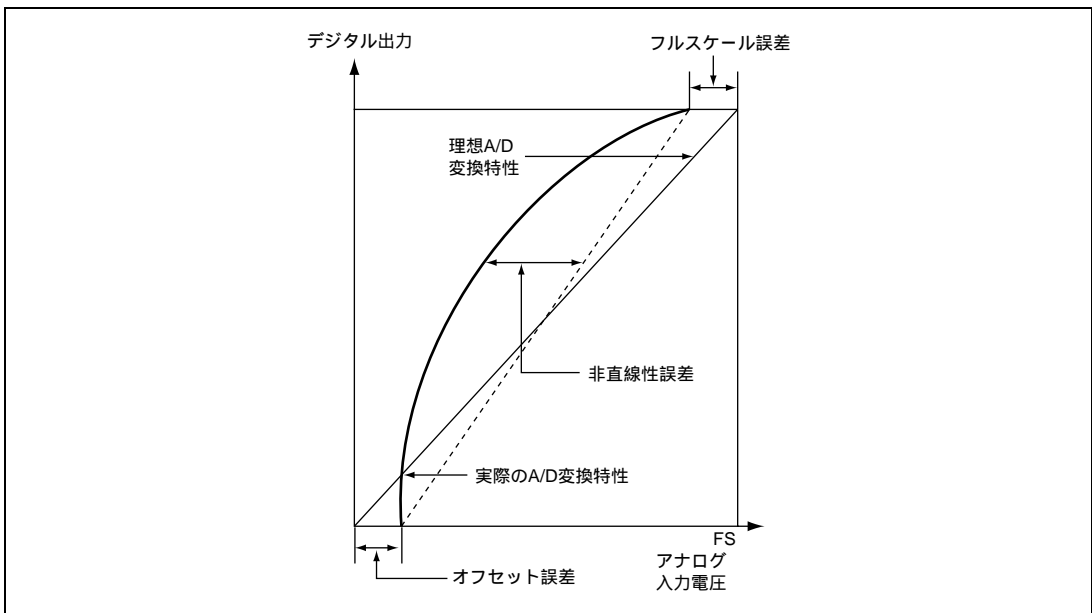


図 19.4 A/D 変換精度の定義 (2)

19.6 使用上の注意事項

19.6.1 許容信号源インピーダンスについて

本 LSI のアナログ入力、信号源インピーダンスが $5k$ 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 $5k$ 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。単一モードで変換を行う場合で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 $10k$ 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（たとえば電圧の変動率が $5mV/\mu s$ 以上）には追従できない場合があります（図 19.5）。高速のアナログ信号を変換する場合や、スキャンモードで変換を行う場合には、低インピーダンスのバッファを入れてください。

19.6.2 絶対精度への影響について

容量を付加するとにより、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干渉したり、アンテナとならないように注意が必要です。

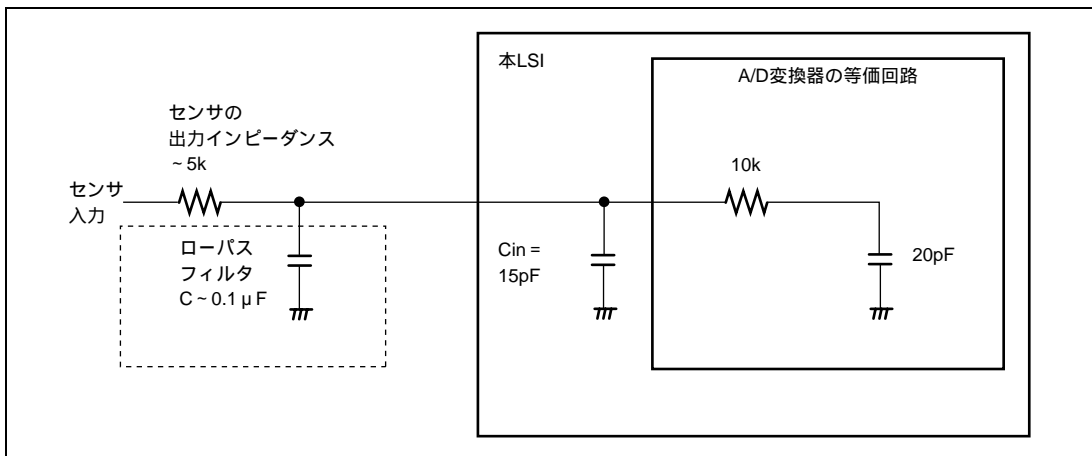


図 19.5 アナログ入力回路の例

19.6.3 アナログ端子についての注意

AN8 ~ AN15 端子はポート G との兼用端子です。A/D 変換中にポート G の入出力を切り替えたり、出力値を変化させたりすると変換精度に影響を与える場合があります。ポート G を汎用ポートとして使用する場合は、A/D 変換精度への影響を十分に評価して使用してください。

20. バンドギャップ回路【標準】、パワーオンリセット & 低電圧検出回路【オプション】

本 LSI はバンドギャップ回路 (BGR : Band Gap Regulator) を内蔵しています。パワーオンリセット回路、および低電圧検出回路はオプションとして内蔵することができます。

BGR はオンチップオシレータと低電圧検出回路へ基準電圧を提供します。BGR の位置付けブロック図を図 20.1 に示します。BGR はオプションの有無にかかわらず内蔵しています。

低電圧検出回路は、低電圧検出割り込み回路 (LVDI : Interrupt by Low Voltage Detect) と、低電圧検出リセット回路 (LVDR : Reset by Low Voltage Detect) から構成されます。

本回路は、電源電圧降下による本 LSI の異常動作 (暴走) を防ぎ、かつ電源電圧の再上昇時に電源電圧降下前の状態を再現するために使われる回路です。

電源電圧が降下しても、動作保証電圧以上でかつ正常動作中にスタンバイモードに遷移することで、電源電圧が動作保証電圧以下へ降下したときの不安定な状態をなくし、システムの安全性を高められます。さらに電源電圧が降下してしまった場合には自動的にリセット状態に遷移します。再度電源電圧が上昇すると一定時間リセット状態を保持してからアクティブモードに自動的に遷移します。

パワーオンリセット回路および低電圧検出回路のブロック図を図 20.2 に示します。

20.1 特長

- BGR回路
全動作電圧、動作温度範囲で安定した基準電圧を発生します。
- パワーオンリセット回路
外部にコンデンサを接続することにより、電源投入時に内部リセット信号を発生
- 低電圧検出回路
低電圧検出リセット回路 : 電源電圧を監視して、一定電圧以下になった場合に内部リセット信号を発生
低電圧検出割り込み回路 : 電源電圧を監視して、一定電圧より降下または上昇した場合に割り込みを発生
リセット発生電圧を検知するレベルは、低電圧検出リセット回路のみ使用する場合と、低電圧検出割り込み回路と低電圧検出リセット回路を併用する場合の2種類選択可能です。

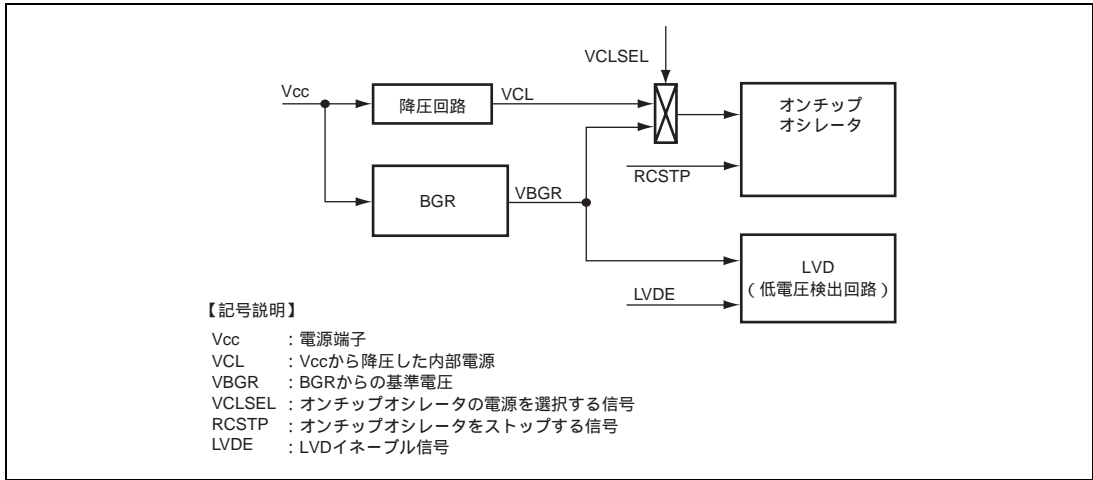


図 20.1 BGR 位置付けブロック図

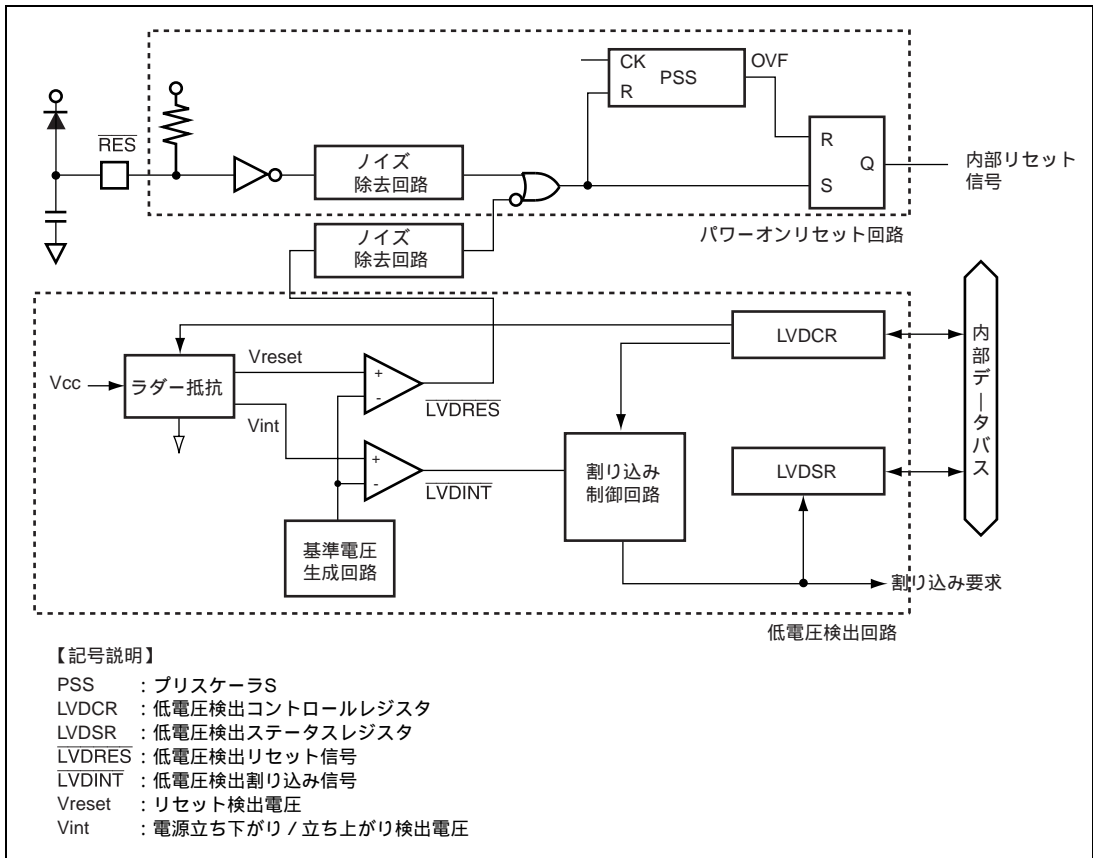


図 20.2 パワーオンリセット回路および低電圧検出回路ブロック図

20.2 レジスタの説明

低電圧検出回路には以下のレジスタがあります。

- 低電圧検出コントロールレジスタ (LVDCR)
- 低電圧検出ステータスレジスタ (LVDSR)

20.2.1 低電圧検出コントロールレジスタ (LVDCR)

LVDCR は低電圧検出回路を使用するかしないか、LVDR 検出レベルの設定、低電圧検出リセット回路によるリセットを許可 / 禁止、電源電圧降下および上昇による割り込み許可 / 禁止の制御を行います。

表 20.1 に LVDCR の設定値と選択機能の関係を示します。LVDCR は表 20.1 の設定にしてください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	-	すべて 1	-	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。
3	LVDSSEL	1	R/W	LVDR 検出レベル選択 0 : リセット検知電圧 2.3V(typ.) 1 : リセット検知電圧 3.6V(typ.) 立ち下がり電圧検知、立ち上がり電圧検知割り込み使用時は 2.3V(typ)リセットを使用してください。また、リセット検知のみ使用時は 3.6V(typ)リセットを使用してください。本レジスタは LVDR によるリセットで初期化されます。
2	-	1	-	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。
1	LVDDE	0	R/W	電圧降下時割り込みイネーブル 0 : 電圧降下時の割り込み要求を禁止 1 : 電圧降下時の割り込み要求を許可
0	LVDUE	0	R/W	電圧上昇時割り込みイネーブル 0 : 電圧上昇時の割り込み要求を禁止 1 : 電圧上昇時の割り込み要求を許可

表 20.1 LVDCR の設定と選択機能

LVDCR 設定値			選択機能			
LVDSEL	LVDDE	LVDUE	パワーオン リセット	低電圧検出 リセット	低電圧検出 立ち下がり割り込み	低電圧検出 立ち上がり割り込み
1	0	0			-	-
0	1	0				-
0	1	1				

20.2.2 低電圧検出ステータスレジスタ (LVDSR)

LVDSR は電源電圧がある一定電圧より降下または上昇したことを示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~2	-	すべて1	-	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。
1	LVDDF	0*	R/W	LVD 電源電圧降下フラグ [セット条件] 電源電圧が Vint(D) (typ. = 3.7V)以下に降下したとき [クリア条件] 1の状態をリードした後、0をライトしたとき
0	LVDUF	0*	R/W	LVD 電源電圧上昇フラグ [セット条件] LVDCR の LVDUE ビットを1にセットした状態で電源電圧が Vint(D)以下に降下し、Vreset1 (typ. = 2.3V)以下に降下する前に Vint(U) (typ. = 4.0V)以上に上昇したとき [クリア条件] 1の状態をリードした後、0をライトしたとき

【注】 * LVDR によるリセットで初期化されます。

20.3 動作説明

20.3.1 パワーオンリセット回路

パワーオンリセット回路の動作タイミングを図 20.3 に示します。電源電圧の上昇により、内蔵のプルアップ抵抗 (typ. 150k Ω) を介して $\overline{\text{RES}}$ 端子に外付けされたコンデンサが徐々に充電されます。この $\overline{\text{RES}}$ 端子の状態が内部に伝わり、プリスケアラ S およびチップ全体がリセットされます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子のレベルが一定レベルまで上昇すると、プリスケアラ S のリセットが解除され、カウントアップを始めます。プリスケアラ S が 131,072 回カウントすると OVF 信号が発生し、内部リセット信号が解除されます。なお、チップ内部に $\overline{\text{RES}}$ 端子のノイズによる誤動作を避けるため、100ns 程度のノイズ除去回路が内蔵されています。

LSI が安定して動作するためには電源が規定時間以内に立ち上がる必要があります。電源立ち上がり時間 (t_{PWON}) の最大値は、発振周波数 (f_{OSC}) と $\overline{\text{RES}}$ 端子に接続する容量 (C_{RES}) で定義されます。電源立ち上がり時間は電源電圧の 90% まで到達する時間とすると

$$t_{\text{PWON}}(\text{ms}) = 90 \times C_{\text{RES}}(\mu\text{F}) + 162/f_{\text{OSC}}(\text{MHz})$$

($t_{\text{PWON}} = 3000\text{ms}$, $C_{\text{RES}} = 0.22\mu\text{F}$, 4~10MHz時は $f_{\text{OSC}} = 10$ とする)

の式を満足するように電源回路を設計してください。

ただし、電源電圧 V_{CC} は $V_{\text{POR}}=100\text{mV}$ 以下まで必ず立ち下げ、 $\overline{\text{RES}}$ 端子の電荷が十分に抜けてから立ち上げてください。 $\overline{\text{RES}}$ 端子の電荷を引き抜くためにはダイオードを V_{CC} 側に付けることを推奨します。 V_{POR} を超えたところから電源電圧 V_{CC} が立ち上がった場合、パワーオンリセットが働かない可能性があります。

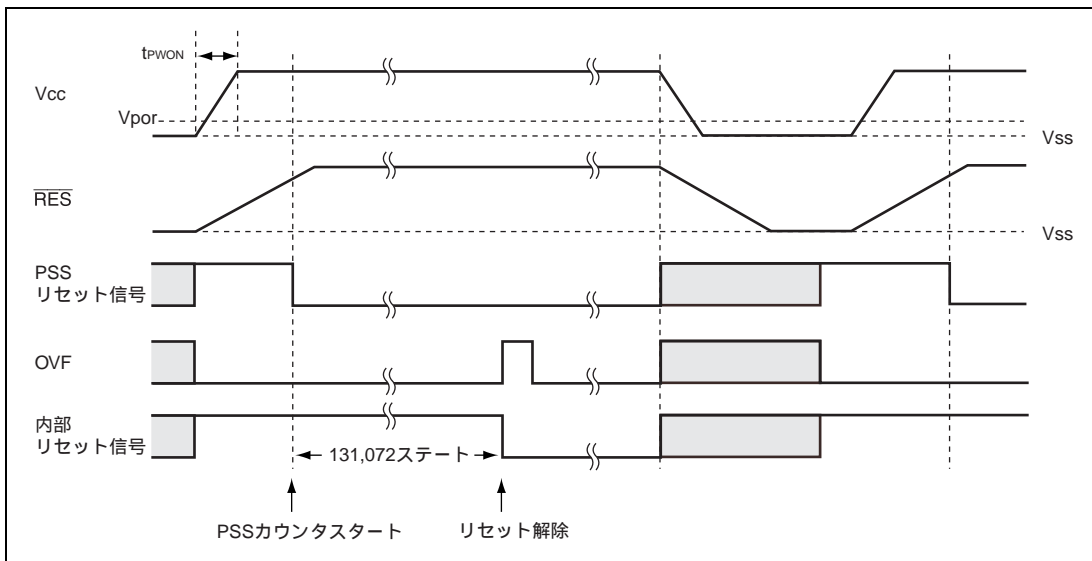


図 20.3 パワーオンリセット回路動作タイミング

20.3.2 低電圧検出回路

(1) 低電圧検出リセット回路 (LVDR)

LVDR の動作タイミングを図 20.4 に示します。LVDR はパワーオンリセット解除後、有効になります。

LVDR は電源電圧が低下して V_{reset} 電圧 (typ. = 2.3V または 3.6V) 以下になると、 $\overline{LVDR\overline{ES}}$ 信号が 0 となり、プリスケアラ S がリセットされます。パワーオンリセットが働かない限り、低電圧検出リセット状態を継続します。電源電圧が再度 V_{reset} 電圧 (3.6Vtyp.) 以上に上昇すると、プリスケアラ S はカウントアップを始め、を 131,072 回カウントし、内部リセット信号が解除されます。このとき、LVDCR の LVDSSEL ビットは初期化されますので、LVDSSEL = 0 を選択していた場合でも電源電圧上昇時の V_{reset} 電圧は 3.6Vtyp. になります。

ただし、電源電圧 V_{cc} が $V_{LVDRmin}=1.0V$ 以下に低下し、そこから立ち上がった場合、低電圧検出リセットがかからない場合がありますので十分評価をお願いします。

また、電源電圧 V_{cc} が $V_{por}=100mV$ 以下になると本 LSI はパワーオンリセット動作になります。

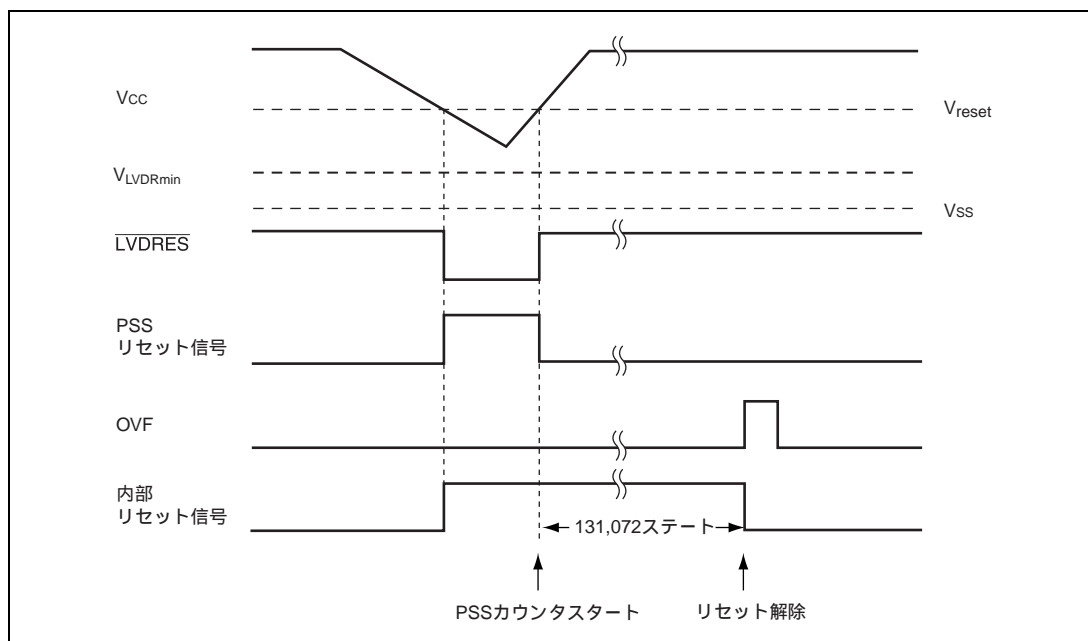


図 20.4 低電圧検出リセット回路動作タイミング

(2) 低電圧検出割り込み回路 (LVDI)

LVDI の動作タイミングを図 20.5 に示します。LVDI を動作させるためには、LVDCR の LVDDE、LVDUE ビットを 1 にセットします。

LVDI は電源電圧が低下して $V_{int(D)}$ (typ.=3.7V) 電圧以下になると、 \overline{LVDINT} 信号が 0 となり、LVDSR の LVDDF ビットが 1 にセットされます。このとき LVDDE ビットが 1 であれば、IRQ0 割り込み要求を発生します。このとき、必要なデータを外付けの EEPROM 等に退避しスタンバイモードあるいはサブスリープモードに遷移させてください。この処理が完了するまでの間、電源電圧が動作保証下限電圧以上を保つように、電源回路を設計してください。

また、電源電圧が V_{reset1} (typ.=2.3V) 電圧まで降下せず、 $V_{int(U)}$ (typ.=4.0V) 電圧以上に上昇すると、 \overline{LVDINT} 信号が 1 となり、このとき LVDUE ビットが 1 であれば LVDSR の LVDUF ビットが 1 にセットされます。同時に IRQ0 割り込み要求を発生します。

電源電圧が V_{reset1} (typ.=2.3V) 電圧以下へ降下した場合は、本 LSI は低電圧検出しリセット動作になります。

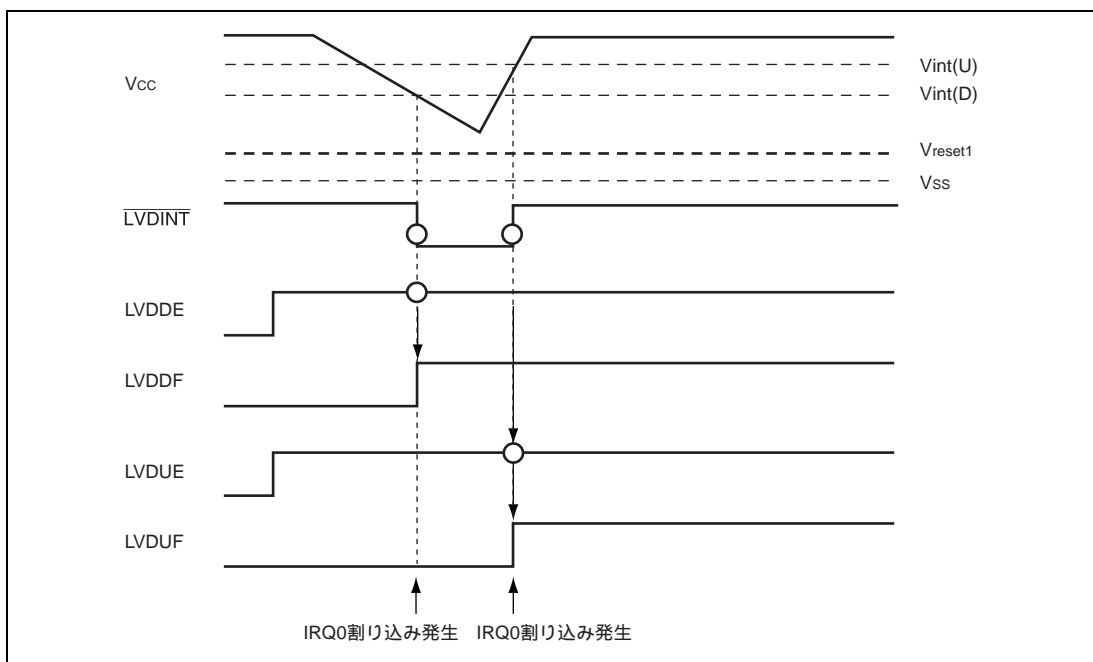


図 20.5 低電圧検出割り込み回路動作タイミング

21. 電源回路

本 LSI には内部電源降圧回路が内蔵されています。この内部電源降圧回路を使用することにより、外部 V_{CC} 端子に接続された電源電圧に依存することなく、内部電源を約 3.0V に固定することができます。このため外部電源を 3.0V 以上で使用した場合に消費される電流値を約 3.0V で使用した場合とほぼ同等に抑えることができます。外部電圧が 3.0V 以下の場合には内部電圧は外部電圧とほぼ同一となります。内部電源降圧回路を使用せずに内部電源電圧を外部電源電圧と同一として使用することもできます。

21.1 内部電源降圧回路を使用する場合

図 21.1 のように、 V_{CC} 端子に外部電源を接続し、 V_{CL} と V_{SS} 間に約 $0.1\mu\text{F}$ の容量を接続してください。この外部回路を付加することにより内部降圧回路が有効になります。外部回路の入出力レベルは V_{CC} に接続されている外部電源電圧と V_{SS} に接続されている GND 電位が基準となります。例えば、ポートの入出力レベルは High が V_{CC} 基準、Low が V_{SS} 基準となります。A/D 変換器のアナログ電源は内部降圧回路の影響は受けません。

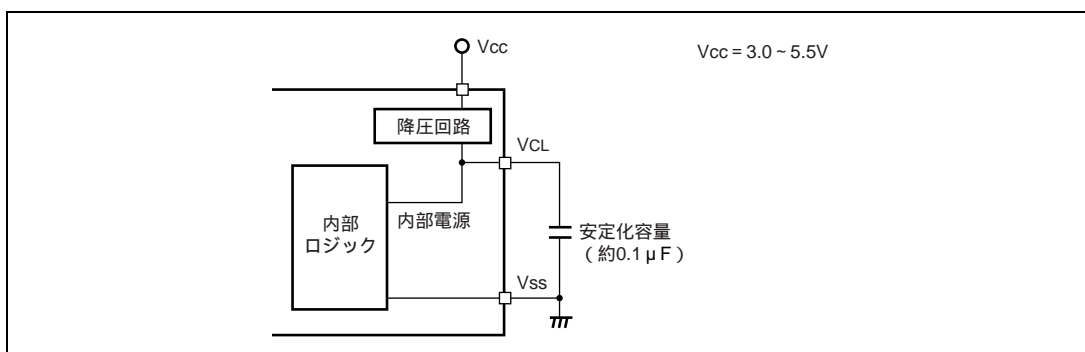


図 21.1 内部電源降圧回路を使用する場合の電源接続図

21.2 内部電源降圧回路を使用しない場合

図 21.2 のように、 V_{CL} と V_{CC} 端子に外部電源を接続してください。外部電源が直接内部電源に供給されます。使用可能な電源電圧は 3.0V ~ 3.6V です。この範囲を超える電源を供給した場合の動作は保証されません。

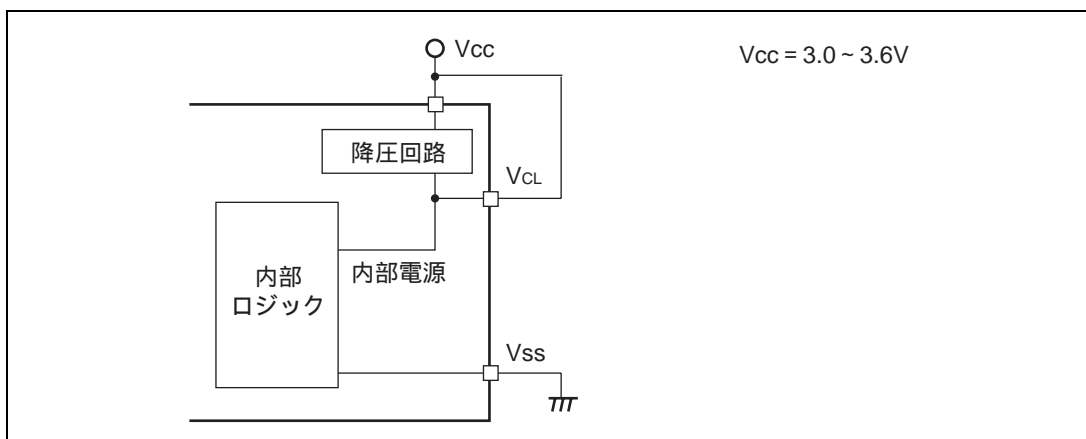


図 21.2 内部電源降圧回路を使用しない場合の電源接続図

22. レジスタ一覧

レジスタ一覧では、内蔵レジスタのアドレス、ビット構成および動作モード別の状態に関する情報をまとめています。表記方法は下記の通りです。

1. レジスタアドレス一覧(アドレス順)

- 割り付けアドレスの小さいレジスタから順に記載します。
- モジュール名称による分類をしています。
- データバス幅を表示しています。
- アクセスステート数を表示しています。

2. レジスタビット一覧

- 「レジスタアドレス一覧(アドレス順)」の順序で、ビット構成を記載しています。
- リザーブビットは、ビット名称部に「 - 」で表記しています。
- 16ビットのレジスタの場合、MSB側のビットから記載しています。

3. 各動作モードにおけるレジスタの状態

- 「レジスタアドレス一覧(アドレス順)」の順序で、レジスタの状態を記載しています。
- 基本的な動作モードにおけるレジスタの状態を示しており、内蔵モジュール固有のリセットなどがある場合は、内蔵モジュールの章を参照してください。

22.1 レジスタアドレス一覧 (アドレス順)

データバス幅は、ビット数を示します。アクセスステート数は、指定の基準クロックのステート数を示します。

【注】 未定義・リザーブアドレスのアクセスは禁止します。これらのレジスタをアクセスしたときの動作及び継続する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。

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマ RD カウンタ_0	TRDCNT_0	16	H'FFF100	タイマ RD (チャンネル0)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ A_0	GRA_0	16	H'FFF102	タイマ RD (チャンネル0)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ B_0	GRB_0	16	H'FFF104	タイマ RD (チャンネル0)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ C_0	GRC_0	16	H'FFF106	タイマ RD (チャンネル0)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ D_0	GRD_0	16	H'FFF108	タイマ RD (チャンネル0)	16 ^{bit}	4
タイマ RD カウンタ_1	TRDCNT_1	16	H'FFF10A	タイマ RD (チャンネル1)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ A_1	GRA_1	16	H'FFF10C	タイマ RD (チャンネル1)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ B_1	GRB_1	16	H'FFF10E	タイマ RD (チャンネル1)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ C_1	GRC_1	16	H'FFF110	タイマ RD (チャンネル1)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ D_1	GRD_1	16	H'FFF112	タイマ RD (チャンネル1)	16 ^{bit}	4
タイマ RD カウンタ_2	TRDCNT_2	16	H'FFF140	タイマ RD (チャンネル2)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ A_2	GRA_2	16	H'FFF142	タイマ RD (チャンネル2)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ B_2	GRB_2	16	H'FFF144	タイマ RD (チャンネル2)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ C_2	GRC_2	16	H'FFF146	タイマ RD (チャンネル2)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ D_2	GRD_2	16	H'FFF148	タイマ RD (チャンネル2)	16 ^{bit}	4

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマ RD カウンタ_3	TRDCNT_3	16	H'FFF14A	タイマ RD (チャンネル3)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ A_3	GRA_3	16	H'FFF14C	タイマ RD (チャンネル3)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ B_3	GRB_3	16	H'FFF14E	タイマ RD (チャンネル3)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ C_3	GRC_3	16	H'FFF150	タイマ RD (チャンネル3)	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ D_3	GRD_3	16	H'FFF152	タイマ RD (チャンネル3)	16 ^{bit}	4
タイマ RC カウンタ	TRCCNT	16	H'FFF180	タイマ RC	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ A	GRA	16	H'FFF182	タイマ RC	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ B	GRB	16	H'FFF184	タイマ RC	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ C	GRC	16	H'FFF186	タイマ RC	16 ^{bit}	4
ジェネラルレジスタ D	GRD	16	H'FFF188	タイマ RC	16 ^{bit}	4
シリアルモードレジスタ_3	SMR_3	8	H'FFF600	SCI3_3	8	4
ビットレートレジスタ_3	BRR_3	8	H'FFF601	SCI3_3	8	4
シリアルコントロールレジスタ_3_3	SCR3_3	8	H'FFF602	SCI3_3	8	4
トランスミットデータレジスタ_3	TDR_3	8	H'FFF603	SCI3_3	8	4
シリアルステータスレジスタ_3	SSR_3	8	H'FFF604	SCI3_3	8	4
レシーブデータレジスタ_3	RDR_3	8	H'FFF605	SCI3_3	8	4
シリアルモードコントロールレジスタ_3	SMCR_3	8	H'FFF608	SCI3_3	8	4
A/D データレジスタ A	ADDRA	16	H'FFF610	A/D 変換器	8	4
A/D データレジスタ B	ADDRB	16	H'FFF612	A/D 変換器	8	4
A/D データレジスタ C	ADDRC	16	H'FFF614	A/D 変換器	8	4
A/D データレジスタ D	ADDRD	16	H'FFF616	A/D 変換器	8	4
A/D コントロール / ステータスレジスタ	ADCSR	8	H'FFF618	A/D 変換器	8	4
A/D コントロールレジスタ	ADCR	8	H'FFF619	A/D 変換器	8	4
ポートデータレジスタ D	PDRD	8	H'FFF624	I/O ポート	8	4
ポートデータレジスタ E	PDRE	8	H'FFF625	I/O ポート	8	4
ポートデータレジスタ F	PDRF	8	H'FFF626	I/O ポート	8	4
ポートデータレジスタ G	PDRG	8	H'FFF627	I/O ポート	8	4
ポートデータレジスタ H	PDRH	8	H'FFF628	I/O ポート	8	4
ポートデータレジスタ J	PDRJ	8	H'FFF629	I/O ポート	8	4
ポートモードレジスタ F	PMRF	8	H'FFF630	I/O ポート	8	4
ポートモードレジスタ G	PMRG	8	H'FFF631	I/O ポート	8	4

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
ポートコントロールレジスタ D	PCRD	8	H'FFF634	I/O ポート	8	4
ポートコントロールレジスタ E	PCRE	8	H'FFF635	I/O ポート	8	4
ポートコントロールレジスタ G	PCRG	8	H'FFF637	I/O ポート	8	4
ポートコントロールレジスタ H	PCRH	8	H'FFF638	I/O ポート	8	4
ポートコントロールレジスタ J	PCRJ	8	H'FFF639	I/O ポート	8	4
モジュールスタンバイコントロール レジスタ 4	MSTCR4	8	H'FFF64F	低消費電力	8	4
タイマ RD コントロールレジスタ_0	TRDCR_0	8	H'FFF654	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ A_0	TRDIORA_0	8	H'FFF655	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ C_0	TRDIORC_0	8	H'FFF656	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD ステータスレジスタ_0	TRDSR_0	8	H'FFF657	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD インタラプトイネーブル レジスタ_0	TRDIER_0	8	H'FFF658	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
PWM モードアウトプットレベル コントロールレジスタ_0	POCR_0	8	H'FFF659	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD デジタルフィルタ機能 選択レジスタ_0	TRDDF_0	8	H'FFF65A	タイマ RD (チャンネル 0)	8	4
タイマ RD コントロールレジスタ_1	TRDCR_1	8	H'FFF65B	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ A_1	TRDIORA_1	8	H'FFF65C	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ C_1	TDRIORC_1	8	H'FFF65D	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
タイマ RD ステータスレジスタ_1	TRDSR_1	8	H'FFF65E	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
タイマ RD インタラプトイネーブル レジスタ_1	TRDIER_1	8	H'FFF65F	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
PWM モードアウトプットレベル コントロールレジスタ_1	POCR_1	8	H'FFF660	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4
タイマ RD デジタルフィルタ機能 選択レジスタ_1	TRDDF_1	8	H'FFF661	タイマ RD (チャンネル 1)	8	4

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマ RD スタートレジスタ_01	TRDSTR_01	8	H'FFF662	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD モードレジスタ_01	TRDMDR_01	8	H'FFF663	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD PWM モードレジスタ_01	TRDPMR_01	8	H'FFF664	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD ファンクションコントロール レジスタ_01	TRDFCR_01	8	H'FFF665	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットマスタ イネーブルレジスタ 1_01	TRDOER1_01	8	H'FFF666	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットマスタ イネーブルレジスタ 2_01	TRDOER2_01	8	H'FFF667	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットコントロール レジスタ_01	TRDOCR_01	8	H'FFF668	タイマ RD (チャンネル 0、1 共通)	8	4
タイマ RD コントロールレジスタ_2	TRDCR_2	8	H'FFF694	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ A_2	TRDIORA_2	8	H'FFF695	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD I/O コントロールレジスタ C_2	TDRIORC_2	8	H'FFF696	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD ステータスレジスタ_2	TRDSR_2	8	H'FFF697	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD インタラプトイネーブル レジスタ_2	TRDIER_2	8	H'FFF698	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
PWM モードアウトプットレベル コントロールレジスタ_2	POCR_2	8	H'FFF699	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD デジタルフィルタ機能 選択レジスタ_2	TRDDF_2	8	H'FFF69A	タイマ RD (チャンネル 2)	8	4
タイマ RD コントロールレジスタ_3	TRDCR_3	8	H'FFF69B	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマ RDI/O コントロールレジスタ A_3	TRDIORA_3	8	H'FFF69C	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
タイマ RDI/O コントロールレジスタ C_3	TDRIORC_3	8	H'FFF69D	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
タイマ RD ステータスレジスタ_3	TRDSR_3	8	H'FFF69E	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
タイマ RD インタラプトイネーブル レジスタ_3	TRDIER_3	8	H'FFF69F	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
PWM モードアウトプットレベル コントロールレジスタ_3	POCR_3	8	H'FFF6A0	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
タイマ RD デジタルフィルタ機能 選択レジスタ_3	TRDDF_3	8	H'FF6A1	タイマ RD (チャンネル 3)	8	4
タイマ RD スタートレジスタ_23	TRDSTR_23	8	H'FFF6A2	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD モードレジスタ_23	TRDMDR_23	8	H'FFF6A3	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD PWM モードレジスタ_23	TRDPMR_23	8	H'FFF6A4	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD ファンクションコントロール レジスタ_23	TRDFCR_23	8	H'FFF6A5	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットマスタ イネーブルレジスタ 1_23	TRDOER1_23	8	H'FFF6A6	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットマスタ イネーブルレジスタ 2_23	TRDOER2_23	8	H'FFF6A7	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RD アウトプットコントロール レジスタ_23	TRDOCR_23	8	H'FFF6A8	タイマ RD (チャンネル 2、3 共通)	8	4
タイマ RC モードレジスタ	TRCMR	8	H'FFF6CA	タイマ RC	8	4
タイマ RC コントロールレジスタ 1	TRCCR1	8	H'FFF6CB	タイマ RC	8	4
タイマ RC インタラプトイネーブル レジスタ	TRCIER	8	H'FFF6CC	タイマ RC	8	4
タイマ RC ステータスレジスタ	TRCSR	8	H'FFF6CD	タイマ RC	8	4

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
タイマ RC I/O コントロールレジスタ 0	TRCIOR0	8	H'FFF6CE	タイマ RC	8	4
タイマ RC I/O コントロールレジスタ 1	TRCIOR1	8	H'FFF6CF	タイマ RC	8	4
タイマ RC コントロールレジスタ 2	TRCCR2	8	H'FFF6D0	タイマ RC	8	4
タイマ RC デジタルフィルタ	TRCDF	8	H'FFF6D1	タイマ RC	8	4
機能選択レジスタ						
タイマ RC アウトプットイネーブル レジスタ	TRCOER	8	H'FFF6D2	タイマ RC	8	4
秒データレジスタ / フリーランカウンタ データレジスタ						
分データレジスタ	RMINDR	8	H'FFF729	RTC	8	2
時データレジスタ	RHRDR	8	H'FFF72A	RTC	8	2
曜日データレジスタ	RWKDR	8	H'FFF72B	RTC	8	2
RTC コントロールレジスタ 1	RTCCR1	8	H'FFF72C	RTC	8	2
RTC コントロールレジスタ 2	RTCCR2	8	H'FFF72D	RTC	8	2
クロックソースセレクトレジスタ	RTCCSR	8	H'FFF72F	RTC	8	2
低電圧検出コントロールレジスタ	LVDCR	8	H'FFF730	低電圧検出回路	8	2
低電圧検出ステータスレジスタ	LVDSR	8	H'FFF731	低電圧検出回路	8	2
クロックコントロールステータス レジスタ	CKCSR	8	H'FFF734	クロック発振器	8	2
RC コントロールレジスタ	RCCR	8	H'FFF738	オンチップ オシレータ	8	2
RC トリミングデータプロテクトレジスタ	RCTRM DPR	8	H'FFF739	オンチップ オシレータ	8	2
RC トリミングレジスタ	RCTRM DR	8	H'FFF73A	オンチップ オシレータ	8	2
割り込みコントロールレジスタ A	ICRA	8	H'FFF73C	割り込み	8	2
割り込みコントロールレジスタ B	ICRB	8	H'FFF73D	割り込み	8	2
割り込みコントロールレジスタ C	ICRC	8	H'FFF73E	割り込み	8	2
割り込みコントロールレジスタ D	ICRD	8	H'FFF73F	割り込み	8	2
シリアルモードレジスタ_2	SMR_2	8	H'FFF740	SCI3_2	8	3
ビットレートレジスタ_2	BRR_2	8	H'FFF741	SCI3_2	8	3
シリアルコントロールレジスタ 3_2	SCR3_2	8	H'FFF742	SCI3_2	8	3
トランスミットデータレジスタ_2	TDR_2	8	H'FFF743	SCI3_2	8	3
シリアルステータスレジスタ_2	SSR_2	8	H'FFF744	SCI3_2	8	3
レシーブデータレジスタ_2	RDR_2	8	H'FFF745	SCI3_2	8	3
°C バスコントロールレジスタ 1	ICCR1	8	H'FFF748	IIC2	8	2
°C バスコントロールレジスタ 2	ICCR2	8	H'FFF749	IIC2	8	2

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
I ² C バスモードレジスタ	ICMR	8	H'FFF74A	IIC2	8	2
I ² C バスインタラプトイネーブルレジスタ	ICIER	8	H'FFF74B	IIC2	8	2
I ² C バスステータスレジスタ	ICSR	8	H'FFF74C	IIC2	8	2
スレーブアドレスレジスタ	SAR	8	H'FFF74D	IIC2	8	2
I ² C バス送信データレジスタ	ICDRT	8	H'FFF74E	IIC2	8	2
I ² C バス受信データレジスタ	ICDRR	8	H'FFF74F	IIC2	8	2
タイマモードレジスタ B1	TMB1	8	H'FFF760	タイマ B1	8	2
タイマカウンタ B1	TCB1	8	H'FFF761	タイマ B1	8	2
タイマロードレジスタ B1	TLB1	8	H'FFF761	タイマ B1	8	2
フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1	8	H'FFFF90	ROM	8	2
フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2	8	H'FFFF91	ROM	8	2
フラッシュメモリパワーコントロール レジスタ	FLPWCR	8	H'FFFF92	ROM	8	2
ブロック指定レジスタ 1	EBR1	8	H'FFFF93	ROM	8	2
フラッシュメモリイネーブルレジスタ	FENR	8	H'FFFF9B	ROM	8	2
タイマコントロールレジスタ V0	TCRV0	8	H'FFFFA0	タイマ V	8	3
タイマコントロール / ステータス レジスタ V	TCSRv	8	H'FFFFA1	タイマ V	8	3
タイムコンスタントレジスタ A	TCORA	8	H'FFFFA2	タイマ V	8	3
タイムコンスタントレジスタ B	TCORB	8	H'FFFFA3	タイマ V	8	3
タイマカウンタ V	TCNTV	8	H'FFFFA4	タイマ V	8	3
タイマコントロールレジスタ V1	TCRV1	8	H'FFFFA5	タイマ V	8	3
シリアルモードレジスタ	SMR	8	H'FFFFA8	SCI3	8	3
ビットレートレジスタ	BRR	8	H'FFFFA9	SCI3	8	3
シリアルコントロールレジスタ 3	SCR3	8	H'FFFFAA	SCI3	8	3
トランスミットデータレジスタ	TDR	8	H'FFFFAB	SCI3	8	3
シリアルステータスレジスタ	SSR	8	H'FFFFAC	SCI3	8	3
レシーブデータレジスタ	RDR	8	H'FFFFAD	SCI3	8	3
PWM データレジスタ L	PWDR L	8	H'FFFFBC	14 ビット PWM	8	2
PWM データレジスタ U	PWDR U	8	H'FFFFBD	14 ビット PWM	8	2
PWM コントロールレジスタ	PWCR	8	H'FFFFBE	14 ビット PWM	8	2
タイマコントロール / ステータス レジスタ WD	TCSRWD	8	H'FFFFC0	WDT ²	8	2
タイマカウンタ WD	TCWD	8	H'FFFFC1	WDT ²	8	2
タイマモードレジスタ WD	TMWD	8	H'FFFFC2	WDT ²	8	2
アドレスブ레이크コントロールレジスタ	ABRKCR	8	H'FFFFC8	アドレス ブ레이크	8	2

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
アドレスブ레이크ステータスレジスタ	ABRKSR	8	H'FFFFC9	アドレス ブ레이크	8	2
ブ레이크アドレスレジスタ H	BARH	8	H'FFFFCA	アドレス ブ레이크	8	2
ブ레이크アドレスレジスタ L	BARL	8	H'FFFFCB	アドレス ブ레이크	8	2
ブ레이크データレジスタ H	BDRH	8	H'FFFFCC	アドレス ブ레이크	8	2
ブ레이크データレジスタ L	BDRL	8	H'FFFFCD	アドレス ブ레이크	8	2
ブ레이크アドレスレジスタ E	BARE	8	H'FFFFCF	アドレス ブ레이크	8	2
ポートブルアップコントロールレジスタ 1	PUCR1	8	H'FFFFD0	I/O ポート	8	2
ポートブルアップコントロールレジスタ 5	PUCR5	8	H'FFFFD1	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 1	PDR1	8	H'FFFFD4	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 2	PDR2	8	H'FFFFD5	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 3	PDR3	8	H'FFFFD6	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 5	PDR5	8	H'FFFFD8	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 7	PDR7	8	H'FFFFDA	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ 8	PDR8	8	H'FFFFDB	I/O ポート	8	2
ポートデータレジスタ C	PDRC	8	H'FFFFDE	I/O ポート	8	2
ポートモードレジスタ 1	PMR1	8	H'FFFFE0	I/O ポート	8	2
ポートモードレジスタ 5	PMR5	8	H'FFFFE1	I/O ポート	8	2
ポートモードレジスタ 3	PMR3	8	H'FFFFE2	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 1	PCR1	8	H'FFFFE4	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 2	PCR2	8	H'FFFFE5	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 3	PCR3	8	H'FFFFE6	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 5	PCR5	8	H'FFFFE8	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 7	PCR7	8	H'FFFFEA	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ 8	PCR8	8	H'FFFFEB	I/O ポート	8	2
ポートコントロールレジスタ C	PCRC	8	H'FFFFEE	I/O ポート	8	2
システムコントロールレジスタ 3	SYSCR3	8	H'FFFFEF	低消費電力	8	2
システムコントロールレジスタ 1	SYSCR1	8	H'FFFFF0	低消費電力	8	2
システムコントロールレジスタ 2	SYSCR2	8	H'FFFFF1	低消費電力	8	2
割り込みエッジセレクトレジスタ 1	IEGR1	8	H'FFFFF2	割り込み	8	2
割り込みエッジセレクトレジスタ 2	IEGR2	8	H'FFFFF3	割り込み	8	2

レジスタ名称	略称	ビット 数	アドレス	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
割り込みイネーブルレジスタ 1	IENR1	8	H'FFFFFF4	割り込み	8	2
割り込みイネーブルレジスタ 2	IENR2	8	H'FFFFFF5	割り込み	8	2
割り込みフラグレジスタ 1	IRR1	8	H'FFFFFF6	割り込み	8	2
割り込みフラグレジスタ 2	IRR2	8	H'FFFFFF7	割り込み	8	2
ウェイクアップ割り込みフラグレジスタ	IWPR	8	H'FFFFFF8	割り込み	8	2
モジュールスタンバイコントロール レジスタ 1	MSTCR1	8	H'FFFFFF9	低消費電力	8	2
モジュールスタンバイコントロール レジスタ 2	MSTCR2	8	H'FFFFFFA	低消費電力	8	2

【注】 *1 ワードアクセスのみ可能

*2 WDT : ウォッチドッグタイマ

22.2 レジスタビット一覧

内蔵周辺モジュールのレジスタのビット名を以下に示します。16 ビットレジスタは、8 ビットずつ 2 段で表しています。

レジスタ 略称	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
TRDCNT_0	TCNT0H7	TCNT0H6	TCNT0H5	TCNT0H4	TCNT0H3	TCNT0H2	TCNT0H1	TCNT0H0	タイマ RD (チャンネル 0)
	TCNT0L7	TCNT0L6	TCNT0L5	TCNT0L4	TCNT0L3	TCNT0L2	TCNT0L1	TCNT0L0	
GRA_0	GRA0H7	GRA0H6	GRA0H5	GRA0H4	GRA0H3	GRA0H2	GRA0H1	GRA0H0	
	GRA0L7	GRA0L6	GRA0L5	GRA0L4	GRA0L3	GRA0L2	GRA0L1	GRA0L0	
GRB_0	GRB0H7	GRB0H6	GRB0H5	GRB0H4	GRB0H3	GRB0H2	GRB0H1	GRB0H0	
	GRB0L7	GRB0L6	GRB0L5	GRB0L4	GRB0L3	GRB0L2	GRB0L1	GRB0L0	
GRC_0	GRC0H7	GRC0H6	GRC0H5	GRC0H4	GRC0H3	GRC0H2	GRC0H1	GRC0H0	
	GRC0L7	GRC0L6	GRC0L5	GRC0L4	GRC0L3	GRC0L2	GRC0L1	GRC0L0	
GRD_0	GRD0H7	GRD0H6	GRD0H5	GRD0H4	GRD0H3	GRD0H2	GRD0H1	GRD0H0	
	GRD0L7	GRD0L6	GRD0L5	GRD0L4	GRD0L3	GRD0L2	GRD0L1	GRD0L0	
TRDCNT_1	TCNT1H7	TCNT1H6	TCNT1H5	TCNT1H4	TCNT1H3	TCNT1H2	TCNT1H1	TCNT1H0	タイマ RD (チャンネル 1)
	TCNT1L7	TCNT1L6	TCNT1L5	TCNT1L4	TCNT1L3	TCNT1L2	TCNT1L1	TCNT1L0	
GRA_1	GRA1H7	GRA1H6	GRA1H5	GRA1H4	GRA1H3	GRA1H2	GRA1H1	GRA1H0	
	GRA1L7	GRA1L6	GRA1L5	GRA1L4	GRA1L3	GRA1L2	GRA1L1	GRA1L0	
GRB_1	GRB1H7	GRB1H6	GRB1H5	GRB1H4	GRB1H3	GRB1H2	GRB1H1	GRB1H0	
	GRB1L7	GRB1L6	GRB1L5	GRB1L4	GRB1L3	GRB1L2	GRB1L1	GRB1L0	
GRC_1	GRC1H7	GRC1H6	GRC1H5	GRC1H4	GRC1H3	GRC1H2	GRC1H1	GRC1H0	
	GRC1L7	GRC1L6	GRC1L5	GRC1L4	GRC1L3	GRC1L2	GRC1L1	GRC1L0	
GRD_1	GRD1H7	GRD1H6	GRD1H5	GRD1H4	GRD1H3	GRD1H2	GRD1H1	GRD1H0	
	GRD1L7	GRD1L6	GRD1L5	GRD1L4	GRD1L3	GRD1L2	GRD1L1	GRD1L0	
TRDCNT_2	TCNT2H7	TCNT2H6	TCNT2H5	TCNT2H4	TCNT2H3	TCNT2H2	TCNT2H1	TCNT2H0	タイマ RD (チャンネル 2)
	TCNT2L7	TCNT2L6	TCNT2L5	TCNT2L4	TCNT2L3	TCNT2L2	TCNT2L1	TCNT2L0	
GRA_2	GRA2H7	GRA2H6	GRA2H5	GRA2H4	GRA2H3	GRA2H2	GRA2H1	GRA2H0	
	GRA2L7	GRA2L6	GRA2L5	GRA2L4	GRA2L3	GRA2L2	GRA2L1	GRA2L0	
GRB_2	GRB2H7	GRB2H6	GRB2H5	GRB2H4	GRB2H3	GRB2H2	GRB2H1	GRB2H0	
	GRB2L7	GRB2L6	GRB2L5	GRB2L4	GRB2L3	GRB2L2	GRB2L1	GRB2L0	
GRC_2	GRC2H7	GRC2H6	GRC2H5	GRC2H4	GRC2H3	GRC2H2	GRC2H1	GRC2H0	
	GRC2L7	GRC2L6	GRC2L5	GRC2L4	GRC2L3	GRC2L2	GRC2L1	GRC2L0	
GRD_2	GRD2H7	GRD2H6	GRD2H5	GRD2H4	GRD2H3	GRD2H2	GRD2H1	GRD2H0	
	GRD2L7	GRD2L6	GRD2L5	GRD2L4	GRD2L3	GRD2L2	GRD2L1	GRD2L0	
TRDCNT_3	TCNT3H7	TCNT3H6	TCNT3H5	TCNT3H4	TCNT3H3	TCNT3H2	TCNT3H1	TCNT3H0	タイマ RD (チャンネル 3)
	TCNT3L7	TCNT3L6	TCNT3L5	TCNT3L4	TCNT3L3	TCNT3L2	TCNT3L1	TCNT3L0	

レジスタ 略称	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
GRA_3	GRA3H7	GRA3H6	GRA3H5	GRA3H4	GRA3H3	GRA3H2	GRA3H1	GRA3H0	タイマ RD (チャンネル3)
	GRA3L7	GRA3L6	GRA3L5	GRA3L4	GRA3L3	GRA3L2	GRA3L1	GRA3L0	
GRB_3	GRB3H7	GRB3H6	GRB3H5	GRB3H4	GRB3H3	GRB3H2	GRB3H1	GRB3H0	
	GRB3L7	GRB3L6	GRB3L5	GRB3L4	GRB3L3	GRB3L2	GRB3L1	GRB3L0	
GRC_3	GRC3H7	GRC3H6	GRC3H5	GRC3H4	GRC3H3	GRC3H2	GRC3H1	GRC3H0	
	GRC3L7	GRC3L6	GRC3L5	GRC3L4	GRC3L3	GRC3L2	GRC3L1	GRC3L0	
GRD_3	GRD3H7	GRD3H6	GRD3H5	GRD3H4	GRD3H3	GRD3H2	GRD3H1	GRD3H0	
	GRD3L7	GRD3L6	GRD3L5	GRD3L4	GRD3L3	GRD3L2	GRD3L1	GRD3L0	
TRCCNT	TCNTH7	TCNTH6	TCNTH5	TCNTH4	TCNTH3	TCNTH2	TCNTH1	TCNTH0	タイマ RC
	TCNTL7	TCNTL6	TCNTL5	TCNTL4	TCNTL3	TCNTL2	TCNTL1	TCNTL0	
GRA	GRAH7	GRAH6	GRAH5	GRAH4	GRAH3	GRAH2	GRAH1	GRAH0	
	GRAL7	GRAL6	GRAL5	GRAL4	GRAL3	GRAL2	GRAL1	GRAL0	
GRB	GRBH7	GRBH6	GRBH5	GRBH4	GRBH3	GRBH2	GRBH1	GRBH0	
	GRBL7	GRBL6	GRBL5	GRBL4	GRBL3	GRBL2	GRBL1	GRBL0	
GRC	GRCH7	GRCH6	GRCH5	GRCH4	GRCH3	GRCH2	GRCH1	GRCH0	
	GRCL7	GRCL6	GRCL5	GRCL4	GRCL3	GRCL2	GRCL1	GRCL0	
GRD	GRDH7	GRDH6	GRDH5	GRDH4	GRDH3	GRDH2	GRDH1	GRDH0	
	GRDL7	GRDL6	GRDL5	GRDL4	GRDL3	GRDL2	GRDL1	GRDL0	
SMR_3	COM	CHR	PE	PM	STOP	MP	CKS1	CKS0	SCI3_3
BRR_3	BRR7	BRR6	BRR5	BRR4	BRR3	BRR2	BRR1	BRR0	
SCR3_3	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0	
TDR_3	TDR7	TDR6	TDR5	TDR4	TDR3	TDR2	TDR1	TDR0	
SSR_3	TDRE	RDRF	OER	FER	PER	TEND	MPBR	MPBT	
RDR_3	RDR7	RDR6	RDR5	RDR4	RDR3	RDR2	RDR1	RDR0	
SMCR_3	-	-	-	-	-	NFEN_3	TXD_3	MSTS3_3	
ADDRA	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	A/D 変換器
	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-	
ADDRB	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-	
ADDRC	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
	AD1	AD0	-	-	-	-	-	-	
ADDRD	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
	AD1	AD0							
ADCSR	ADF	ADIE	ADST	SCAN	CKS	CH2	CH1	CH0	
ADCR	TRGE	-	-	-	-	-	-	CH3	

レジスタ 略称	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	
PDRD	PD7	PD6	PD5	PD4	PD3	PD2	PD1	PD0	I/Oポート	
PDRE	PE7	PE6	PE5	PE4	PE3	PE2	PE1	PE0		
PDRF	PF7	PF6	PF5	PF4	PF3	PF2	PF1	PF0		
PDRG	PG7	PG6	PG5	PG4	PG3	PG2	PG1	PG0		
PDRH	PH7	PH6	PH5	PH4	PH3	PH2	PH1	PH0		
PDRJ	-	-	-	-	-	-	PJ1	PJ0		
PMRF	-	-	-	-	-	-	-	PMRF0		
PMRG	PMRG7	PMRG6	PMRG5	-	PMRG3	PMRG2	PMRG1	PMRG0		
PCRD	PCRD7	PCRD6	PCRD5	PCRD4	PCRD3	PCRD2	PCRD1	PCRD0		
PCRE	PCRE7	PCRE6	PCRE5	PCRE4	PCRE3	PCRE2	PCRE1	PCRE0		
PCRG	PCRG7	PCRG6	PCRG5	PCRG4	PCRG3	PCRG2	PCRG1	PCRG0		
PCRH	PCRH7	PCRH6	PCRH5	PCRH4	PCRH3	PCRH2	PCRH1	PCRH0		
PCRJ	-	-	-	-	-	-	PCRJ1	PCRJ0		
MSTCR4	MSTTRC	MSTAD	MSTTRD0	MSTTRD1	-	-	-	-	低消費電力	
TRDCR_0	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	タイマ RD (チャンネル 0)	
TRDIORA_0	-	IOB2	IOB1	IOB0	-	IOA2	IOA1	IOA0		
TRDIORC_0	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0		
TRDSR_0	-	-	-	OVF	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA		
TRDIER_0	-	-	-	OVIE	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA		
POCR_0	-	-	-	-	-	POLD	POLC	POLB		
TRDDF_0	DFCK1	DFCK0	-	-	DFD	DFC	DFB	DFA		
TRDCR_1	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0		タイマ RD (チャンネル 1)
TRDIORA_1	-	IOB2	IOB1	IOB0	-	IOA2	IOA1	IOA0		
TRDIORC_1	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0		
TRDSR_1	-	-	UDF	OVF	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA		
TRDIER_1	-	-	-	OVIE	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA		
POCR_1	-	-	-	-	-	POLD	POLC	POLB		
TRDDF_1	DFCK1	DFCK0	-	-	DFD	DFC	DFB	DFA		
TRDSTR_01	-	-	-	-	CSTPN1	CSTPN0	STR1	STR0	タイマ RD (チャンネル 0, 1 共通)	
TRDMDR_01	BFD1	BFC1	BFD0	BFC0	-	-	-	SYNC		
TRDPMR_01	-	PWMD1	PWMC1	PWMB1	-	PWMD0	PWMC0	PWMB0		
TRDFCR_01	PWM3	STCLK	ADEG	ADTRG	OLS1	OLS0	CMD1	CMD0		
TRDOER1_01	ED1	EC1	EB1	EA1	ED0	EC0	EB0	EA0		
TRDOER2_01	PTO	-	-	-	-	-	-	-		
TRDOCR_01	TOD1	TOC1	TOB1	TOA1	TOD0	TOC0	TOB0	TOA0		

レジスタ 略称	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
TRDCR_2	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	タイマ RD
TRDIORA_2	-	IOB2	IOB1	IOB0	-	IOA2	IOA1	IOA0	(チャンネル2)
TRDIORC_2	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	
TRDSR_2	-	-	-	OVF	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA	
TRDIER_2	-	-	-	OVIE	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA	
POCR_2	-	-	-	-	-	POLD	POLC	POLB	
TRDDF_2	DFCK1	DFCK0	-	-	DFD	DFC	DFB	DFA	
TRDCR_3	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	タイマ RD
TRDIORA_3	-	IOB2	IOB1	IOB0	-	IOA2	IOA1	IOA0	(チャンネル3)
TRDIORC_3	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	
TRDSR_3	-	-	UDF	OVF	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA	
TRDIER_3	-	-	-	OVIE	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA	
POCR_3	-	-	-	-	-	POLD	POLC	POLB	
TRDDF_3	DFCK1	DFCK0	-	-	DFD	DFC	DFB	DFA	
TRDSTR_23	-	-	-	-	CSTPN1	CSTPN0	STR1	STR0	タイマ RD
TRDMDR_23	BFD1	BFC1	BFD0	BFC0	-	-	-	SYNC	(チャンネル2,3 共通)
TRDPMR_23	-	PWMD1	PWMC1	PWMB1	-	PWMD0	PWMC0	PWMB0	
TRDFCR_23	PWM3	STCLK	ADEG	ADTRG	OLS1	OLS0	CMD1	CMD0	
TRDOER1_23	ED1	EC1	EB1	EA1	ED0	EC0	EB0	EA0	
TRDOER2_23	PTO	-	-	-	-	-	-	-	
TRDOCR_23	TOD1	TOC1	TOB1	TOA1	TOD0	TOC0	TOB0	TOA0	
TRCMR	CTS	-	BUFEB	BUFEA	PWM2	PWMD	PWMC	PWMB	タイマ RC
TRCCR1	CCLR	CKS2	CKS1	CKS0	TOD	TOC	TOB	TOA	
TRCIER	OVIE	-	-	-	IMIED	IMIEC	IMIEB	IMIEA	
TRCSR	OVF	-	-	-	IMFD	IMFC	IMFB	IMFA	
TRCIOR0	-	IOB2	IOB1	IOB0	-	IOA2	IOA1	IOA0	
TRCIOR1	-	IOD2	IOD1	IOD0	-	IOC2	IOC1	IOC0	
TRCCR2	TCEG1	TCEG0	CSTP	-	-	-	-	-	
TRCDF	DFCK1	DFCK0	-	DFTRG	DFD	DFC	DFB	DFA	
TRCOER	PTO	-	-	-	ED	EC	EB	EA	
RSECDR	BSY	SC12	SC11	SC10	SC03	SC02	SC01	SC00	RTC
RMINDR	BSY	MN12	MN11	MN10	MN03	MN02	MN01	MN00	
RHRDR	BSY	-	HR11	HR10	HR03	HR02	HR01	HR00	
RWKDR	BSY	-	-	-	-	WK2	WK1	WK0	
RTCCR1	RUN	12/24	PM	RST	INT	-	-	-	
RTCCR2	-	-	FOIE	WKIE	DYIE	HRIE	MNIE	SEIE	
RTCCSR	-	RCS6	RCS5	-	RCS3	RCS2	RCS1	RCS0	

レジスタ 略称	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
LVDCR	-	-	-	-	LVDSSEL	-	LVDDDE	LVDDUE	低電圧検出回路
LVDSR	-	-	-	-	-	-	LVDDDF	LVDDUF	(オプション)
CKCSR	PMRJ1	PMRJ0	-	OSCSSEL	CKSWIE	CKSWIF	-	CKSTA	クロック発振器
RCCR	RCSTP	FSEL	VCLSEL	-	-	-	RCPSC1	RCPSC0	オンチップ
RCTRM DPR	WRI	PRWE	LOCKDW	TRMDRWE	-	-	-	-	オシレータ
RCTRMDR	TRMD7	TRMD6	TRMD5	TRMD4	TRMD3	TRMD2	TRMD1	TRMD0	
ICRA	ICRA7	ICRA6	ICRA5	ICRA4	ICRA3	ICRA2	ICRA1	-	割り込み
ICRB	-	ICRB6	ICRB5	ICRB4	-	-	-	-	
ICRC	ICRC7	-	-	ICRC4	-	ICRC2	ICRC1	ICRC0	
ICRD	ICRD7	ICRD6	ICRD5	ICRD4	ICRD3	-	-	-	
SMR_2	COM	CHR	PE	PM	STOP	MP	CKS1	CKS0	SCI3_2
BRR_2	BRR7	BRR6	BRR5	BRR4	BRR3	BRR2	BRR1	BRR0	
SCR3_2	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0	
TDR_2	TDR7	TRD6	TDR5	TDR4	TRD3	TRD2	TRD1	TRD0	
SSR_2	TDRE	RDRF	OER	FER	PER	TEND	MPBR	MPBT	
RDR_2	RDR7	RDR6	RDR5	RDR4	RDR3	RDR2	RDR1	RDR0	
ICCR1	ICE	RCVD	MST	TRS	CKS3	CKS2	CKS1	CKS0	IIC2
ICCR2	BBSY	SCP	SDAO	SDAOP	SCLO	-	IICRST	-	
ICMR	MLS	WAIT	-	-	BCWP	BC2	BC1	BC0	
ICIER	TIE	TEIE	RIE	NAKIE	STIE	ACKE	ACKBR	ACKBT	
ICSR	TDRE	TEND	RDRF	NACKF	STOP	AL/OVE	AAS	ADZ	
SAR	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS	
ICDRT	ICDRT7	ICDRT6	ICDRT5	ICDRT4	ICDRT3	ICDRT2	ICDRT1	ICDRT0	
ICDRR	ICDRR7	ICDRR6	ICDRR5	ICDRR4	ICDRR3	ICDRR2	ICDRR1	ICDRR0	
TMB1	TMB17	-	-	-	-	TMB12	TMB11	TMB10	タイマ B1
TCB1	TCB17	TCB16	TCB15	TCB14	TCB13	TCB12	TCB11	TCB10	
TLB1	TLB17	TLB16	TLB15	TLB14	TLB13	TLB12	TLB11	TLB10	
FLMCR1		SWE	ESU	PSU	EV	PV	E	P	ROM
FLMCR2	FLER	-	-	-	-	-	-	-	
FLPWCR	PDWND	-	-	-	-	-	-	-	
EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0	
FENR	FLSHE	-	-	-	-	-	-	-	
TCRV0	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	タイマ V
TCSRv	CMFB	CMFA	OVF	-	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCORA	TCORA7	TCORA6	TCORA5	TCORA4	TCORA3	TCORA2	TCORA1	TCORA0	
TCORB	TCORB7	TCORB6	TCORB5	TCORB4	TCORB3	TCORB2	TCORB1	TCORB0	

レジスタ 略称	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
TCNTV	TCNTV7	TCNTV6	TCNTV5	TCNTV4	TCNTV3	TCNTV2	TCNTV1	TCNTV0	タイマV
TCRV1	-	-	-	TVEG1	TVEG0	TRGE	-	ICKS0	
SMR	COM	CHR	PE	PM	STOP	MP	CKS1	CKS0	SCI3
BRR	BRR7	BRR6	BRR5	BRR4	BRR3	BRR2	BRR1	BRR0	
SCR3	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0	
TDR	TDR7	TRD6	TDR5	TDR4	TRD3	TRD2	TRD1	TRD0	
SSR	TDRE	RDRF	OER	FER	PER	TEND	MPBR	MPBT	
RDR	RDR7	RDR6	RDR5	RDR4	RDR3	RDR2	RDR1	RDR0	
PWDRL	PWDRL7	PWDRL6	PWDRL5	PWDRL4	PWDRL3	PWDRL2	PWDRL1	PWDRL0	14ビットPWM
PWDRU	-	-	PWDRU5	PWDRU4	PWDRU3	PWDRU2	PWDRU1	PWDRU0	
PWCR	-	-	-	-	-	-	-	PWCR0	
TCSRWD	B6WI	TCWE	B4WI	TCSRWE	B2WI	WDON	B0WI	WRST	WDT*
TCWD	TCWD7	TCWD6	TCWD5	TCWD4	TCWD3	TCWD2	TCWD1	TCWD0	
TMWD	-	-	-	-	CKS3	CKS2	CKS1	CKS0	
ABRKCR	RTINTE	CSEL1	CSEL0	ACMP2	ACMP1	ACMP0	DCMP1	DCMP0	アドレス
ABRKSR	ABIF	ABIE	-	-	-	-	-	-	ブレーク
BARH	BARH7	BARH6	BARH5	BARH4	BARH3	BARH2	BARH1	BARH0	
BARL	BARL7	BARL6	BARL5	BARL4	BARL3	BARL2	BARL1	BARL0	
BDRH	BDRH7	BDRH6	BDRH5	BDRH4	BDRH3	BDRH2	BDRH1	BDRH0	
BDRL	BDRL7	BDRL6	BDRL5	BDRL4	BDRL3	BDRL2	BDRL1	BDRL0	
BARE	BARE7	BARE6	BARE5	BARE4	BARE3	BARE2	BARE1	BARE0	
PUCR1	PUCR17	PUCR16	PUCR15	PUCR14	-	PUCR12	PUCR11	PUCR10	I/Oポート
PUCR5	-	-	PUCR55	PUCR54	PUCR53	PUCR52	PUCR51	PUCR50	
PDR1	P17	P16	P15	P14	-	P12	P11	P10	
PDR2	P27	P26	P25	P24	P23	P22	P21	P20	
PDR3	P37	P36	P35	P34	P33	P32	P31	P30	
PDR5	P57	P56	P55	P54	P53	P52	P51	P50	
PDR7	P77	P76	P75	P74	-	P72	P71	P70	
PDR8	P87	P86	P85	-	-	-	-	-	
PDRC	-	-	-	-	PC3	PC2	PC1	PC0	
PMR1	IRQ3	IRQ2	IRQ1	IRQ0	TXD2	PWM	TXD	TMOW	
PMR5	POF57	POF56	WKP5	WKP4	WKP3	WKP2	WKP1	WKP0	
PMR3	POF27	POF26	POF25	POF24	POF23	-	-	-	
PCR1	PCR17	PCR16	PCR15	PCR14	-	PCR12	PCR11	PCR10	
PCR2	PCR27	PCR26	PCR25	PCR24	PCR23	PCR22	PCR21	PCR20	
PCR3	PCR37	PCR36	PCR35	PCR34	PCR33	PCR32	PCR31	PCR30	

レジスタ 略称	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
PCR5	PCR57	PCR56	PCR55	PCR54	PCR53	PCR52	PCR51	PCR50	I/Oポート
PCR7	PCR77	PCR76	PCR75	PCR74	-	PCR72	PCR71	PCR70	
PCR8	PCR87	PCR86	PCR85	-	-	-	-	-	
PCRC	-	-	-	-	PCRC3	PCRC2	PCRC1	PCRC0	
SYSCR3	-	-	-	-	-	-	-	STS3	低消費電力
SYSCR1	SSBY	STS2	STS1	STS0	NESEL	-	-	-	
SYSCR2	SMSEL	LSON	DTON	MA2	MA1	MA0	SA1	SA0	
IEGR1	NMIEG	-	-	-	IEG3	IEG2	IEG1	IEG0	割り込み
IEGR2	-	-	WPEG5	WPEG4	WPEG3	WPEG2	WPEG1	WPEG0	
IENR1	IENDT	IENTA	IENWP	-	IEN3	IEN2	IEN1	IEN0	
IENR2	-	-	IENRB1	-	-	-	-	-	
IRR1	IRRDT	IRRTA	-	-	IRRI3	IRRI2	IRRI1	IRRI0	
IRR2	-	-	IRRTB1	-	-	-	-	-	
IWPR	-	-	IWPF5	IWPF4	IWPF3	IWPF2	IWPF1	IWPF0	
MSTCR1	-	MSTIIC	MSTS3	-	MSTWD	-	MSTTV	MSTTA	低消費電力
MSTCR2	MSTS3_2	-	-	MSTTB1	-	-	-	MSTPWM	

【注】 * WDT : ウォッチドッグタイマ

22.3 各動作モードにおけるレジスタの状態

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール
TRDCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
GRA_0	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル0)
GRB_0	初期化	-	-	-	-	-	
GRC_0	初期化	-	-	-	-	-	
GRD_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCNT_1	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
GRA_1	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル1)
GRB_1	初期化	-	-	-	-	-	
GRC_1	初期化	-	-	-	-	-	
GRD_1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCNT_2	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
GRA_2	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル2)
GRB_2	初期化	-	-	-	-	-	
GRC_2	初期化	-	-	-	-	-	
GRD_2	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCNT_3	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
GRA_3	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル3)
GRB_3	初期化	-	-	-	-	-	
GRC_3	初期化	-	-	-	-	-	
GRD_3	初期化	-	-	-	-	-	
TRCCNT	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RC
GRA	初期化	-	-	-	-	-	
GRB	初期化	-	-	-	-	-	
GRC	初期化	-	-	-	-	-	
GRD	初期化	-	-	-	-	-	
SMR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	SCI3_3
BRR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SCR3_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TDR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SSR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
RDR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SMCR_3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール
ADDRA	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	AD 変換器
ADDRB	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
ADDRC	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
ADDRD	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
ADCSR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
ADCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
PDRD	初期化	-	-	-	-	-	I/O ポート
PDRE	初期化	-	-	-	-	-	
PDRF	初期化	-	-	-	-	-	
PDRG	初期化	-	-	-	-	-	
PDRH	初期化	-	-	-	-	-	
PDRJ	初期化	-	-	-	-	-	
PMRF	初期化	-	-	-	-	-	
PMRG	初期化	-	-	-	-	-	
PCRD	初期化	-	-	-	-	-	
PCRE	初期化	-	-	-	-	-	
PCRG	初期化	-	-	-	-	-	
PCRH	初期化	-	-	-	-	-	
PCRJ	初期化	-	-	-	-	-	
MSTCR4	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCR_0	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD (チャンネル 0)
TRDIORA_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIORC_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDSR_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIER_0	初期化	-	-	-	-	-	
POCR_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDDF_0	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCR1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIORA_1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIORC_1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDSR_1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIER_1	初期化	-	-	-	-	-	
POCR_1	初期化	-	-	-	-	-	
TRDDF_1	初期化	-	-	-	-	-	

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール
TRDSTR_01	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
TRDMDR_01	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル 0、1
TRDPMR_01	初期化	-	-	-	-	-	共通)
TRDFCR_01	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOER1_01	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOER2_01	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOCR_01	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCR_2	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
TRDIORA_2	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル 2)
TRDIORC_2	初期化	-	-	-	-	-	
TRDSR_2	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIER_2	初期化	-	-	-	-	-	
POCR_2	初期化	-	-	-	-	-	
TRDDF_2	初期化	-	-	-	-	-	
TRDCR_3	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
TRDIORA_3	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル 3)
TRDIORC_3	初期化	-	-	-	-	-	
TRDSR_3	初期化	-	-	-	-	-	
TRDIER_3	初期化	-	-	-	-	-	
POCR_3	初期化	-	-	-	-	-	
TRDDF_3	初期化	-	-	-	-	-	
TRDSTR_23	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RD
TRDMDR_23	初期化	-	-	-	-	-	(チャンネル 2、3
TRDPMR_23	初期化	-	-	-	-	-	共通)
TRDFCR_23	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOER1_23	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOER2_23	初期化	-	-	-	-	-	
TRDOCR_23	初期化	-	-	-	-	-	
TRCMR	初期化	-	-	-	-	-	タイマ RC
TRCCR1	初期化	-	-	-	-	-	
TRCIER	初期化	-	-	-	-	-	
TRCSR	初期化	-	-	-	-	-	
TRCIOR0	初期化	-	-	-	-	-	
TRCIOR1	初期化	-	-	-	-	-	
TRCCR2	初期化	-	-	-	-	-	
TRCDF	初期化	-	-	-	-	-	
TRCOER	初期化	-	-	-	-	-	

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール	
RSECDR	初期化	-	-	-	-	-	RTC	
RMINDR	初期化	-	-	-	-	-		
RHRDR	初期化	-	-	-	-	-		
RWKDR	初期化	-	-	-	-	-		
RTCCR1	初期化	-	-	-	-	-		
RTCCR2	初期化	-	-	-	-	-		
RTCCSR	初期化	-	-	-	-	-		
LVDCR	初期化	-	-	-	-	-		低電圧検出回路 (オプション)
LVDSR	初期化	-	-	-	-	-		
CKCSR	初期化	-	-	-	-	-		クロック発振器
RCCR	初期化	-	-	-	-	-	オンチップ	
RCTRM DPR	初期化	-	-	-	-	-	オシレータ	
RCTRM DR	初期化	-	-	-	-	-		
ICRA	初期化	-	-	-	-	-	割り込み	
ICRB	初期化	-	-	-	-	-		
ICRC	初期化	-	-	-	-	-		
ICRD	初期化	-	-	-	-	-		
SMR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	SCI3_2	
BRR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化		
SCR3_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化		
TDR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化		
SSR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化		
RDR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化		
ICCR1	初期化	-	-	-	-	-		IIC2
ICCR2	初期化	-	-	-	-	-		
ICMR	初期化	-	-	-	-	-		
ICIER	初期化	-	-	-	-	-		
ICSR	初期化	-	-	-	-	-		
SAR	初期化	-	-	-	-	-		
ICDRT	初期化	-	-	-	-	-		
ICDRR	初期化	-	-	-	-	-		
TMB1	初期化	-	-	-	-	-	タイマ B1	
TCB1	初期化	-	-	-	-	-		
TLB1	初期化	-	-	-	-	-		

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール
FLMCR1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	ROM
FLMCR2	初期化	-	-	-	-	-	
FLPWCR	初期化	-	-	-	-	-	
EBR1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
FENR	初期化	-	-	-	-	-	
TCRV0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	タイマ V
TCSRv	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TCORA	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TCORB	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TCNTV	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TCRV1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SMR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
BRR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SCR3	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
TDR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
SSR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
RDR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	
PWDRL	初期化	-	-	-	-	-	14 ビット PWM
PWDRU	初期化	-	-	-	-	-	
PWCR	初期化	-	-	-	-	-	
TCSRWD	初期化	-	-	-	-	-	WDT*
TCWD	初期化	-	-	-	-	-	
TMWD	初期化	-	-	-	-	-	
ABRKCR	初期化	-	-	-	-	-	アドレス ブレーク
ABRKSR	初期化	-	-	-	-	-	
BARH	初期化	-	-	-	-	-	
BARL	初期化	-	-	-	-	-	
BDRH	初期化	-	-	-	-	-	
BDRL	初期化	-	-	-	-	-	
BARE	初期化	-	-	-	-	-	
PUCR1	初期化	-	-	-	-	-	I/O ポート
PUCR5	初期化	-	-	-	-	-	
PDR1	初期化	-	-	-	-	-	
PDR2	初期化	-	-	-	-	-	
PDR3	初期化	-	-	-	-	-	

レジスタ 略称	リセット	アクティブ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	スタンバイ	モジュール
PDR5	初期化	-	-	-	-	-	I/O ポート
PDR7	初期化	-	-	-	-	-	
PDR8	初期化	-	-	-	-	-	
PDRC	初期化	-	-	-	-	-	
PMR1	初期化	-	-	-	-	-	
PMR5	初期化	-	-	-	-	-	
PMR3	初期化	-	-	-	-	-	
PCR1	初期化	-	-	-	-	-	
PCR2	初期化	-	-	-	-	-	
PCR3	初期化	-	-	-	-	-	
PCR5	初期化	-	-	-	-	-	
PCR7	初期化	-	-	-	-	-	
PCR8	初期化	-	-	-	-	-	
PCRC	初期化	-	-	-	-	-	
SYSCR3	初期化	-	-	-	-	-	低消費電力
SYSCR1	初期化	-	-	-	-	-	
SYSCR2	初期化	-	-	-	-	-	
IEGR1	初期化	-	-	-	-	-	割り込み
IEGR2	初期化	-	-	-	-	-	
IENR1	初期化	-	-	-	-	-	
IENR2	初期化	-	-	-	-	-	
IRR1	初期化	-	-	-	-	-	
IRR2	初期化	-	-	-	-	-	
IWPR	初期化	-	-	-	-	-	
MSTCR1	初期化	-	-	-	-	-	低消費電力
MSTCR2	初期化	-	-	-	-	-	

【注】 は初期化されません。

* WDT : ウォッチドッグタイマ

23. 電気的特性

23.1 絶対最大定格

表 23.1 絶対最大定格

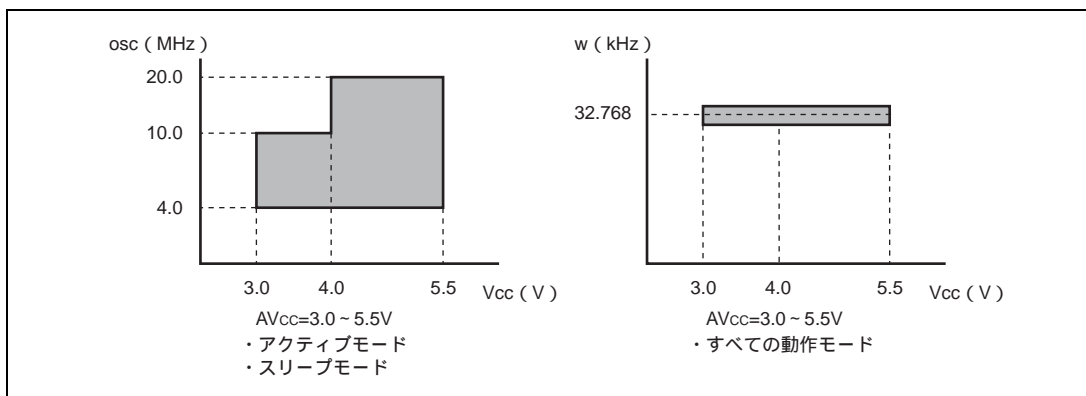
項目		記号	規格値	単位	備考
電源電圧		V _{CC}	- 0.3 ~ + 7.0	V	*
アナログ電源電圧		AV _{CC}	- 0.3 ~ + 7.0	V	
入力電圧	ポート F、ポート G、X1 以外	V _{IN}	- 0.3 ~ V _{CC} + 0.3	V	
	ポート F、ポート G		- 0.3 ~ AV _{CC} + 0.3	V	
	X1		- 0.3 ~ 4.3	V	
動作温度		Topr	- 20 ~ + 75		
保存温度		Tstg	- 55 ~ + 125		

【注】 * 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。また、通常動作では、「電気的特性」の条件で使用することが望ましく、この条件を超えると LSI の誤動作の原因になるとともに、LSI の信頼性に悪影響をおよぼすことがあります。

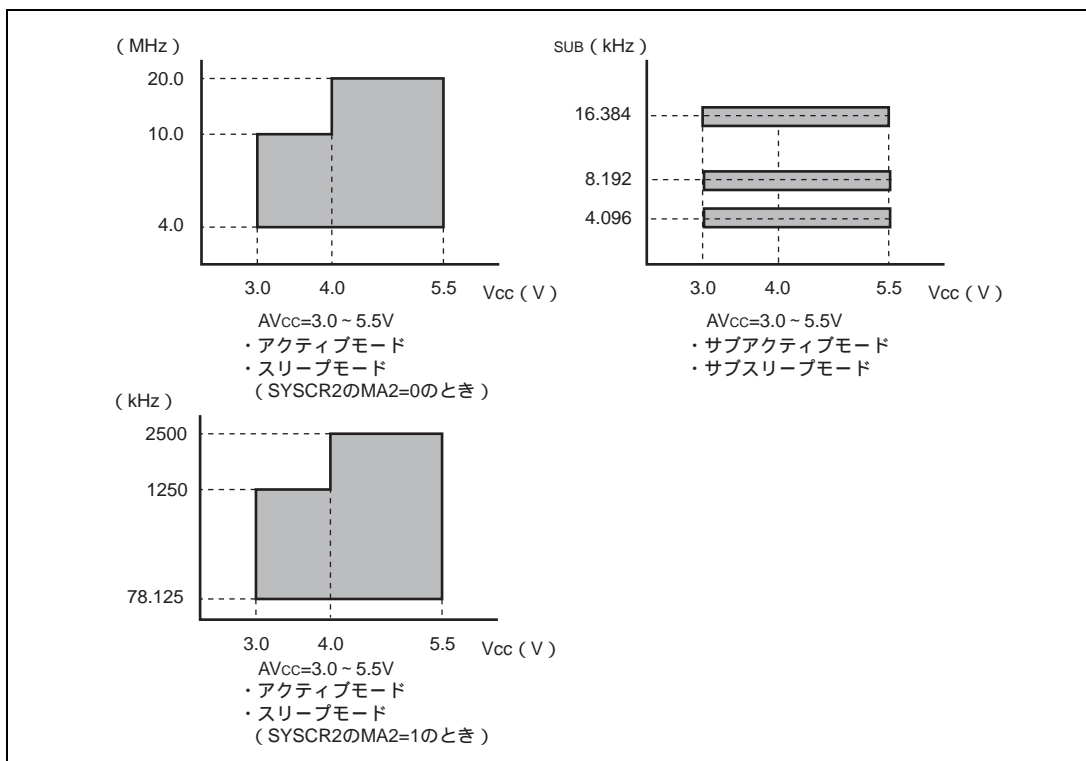
23.2 電気的特性 (F-ZTAT™ 版)

23.2.1 電源電圧と動作範囲

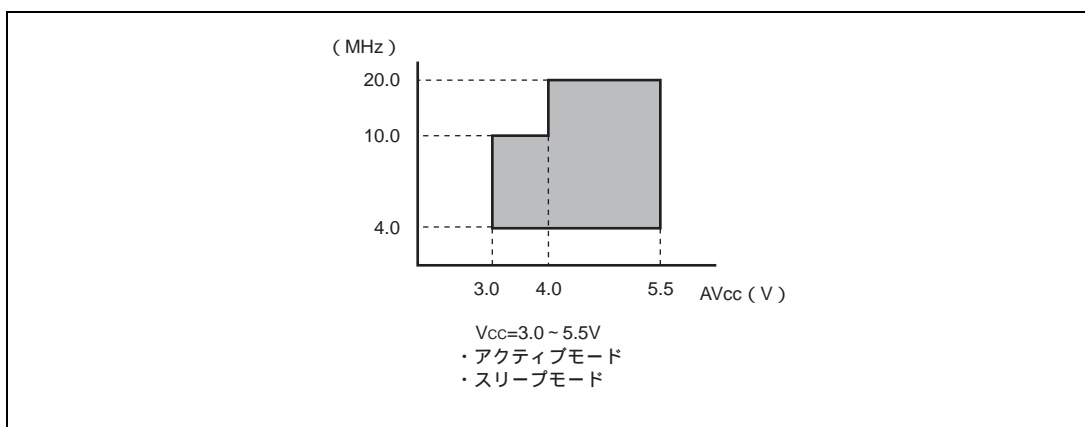
(1) 電源電圧と外部発振周波数の範囲



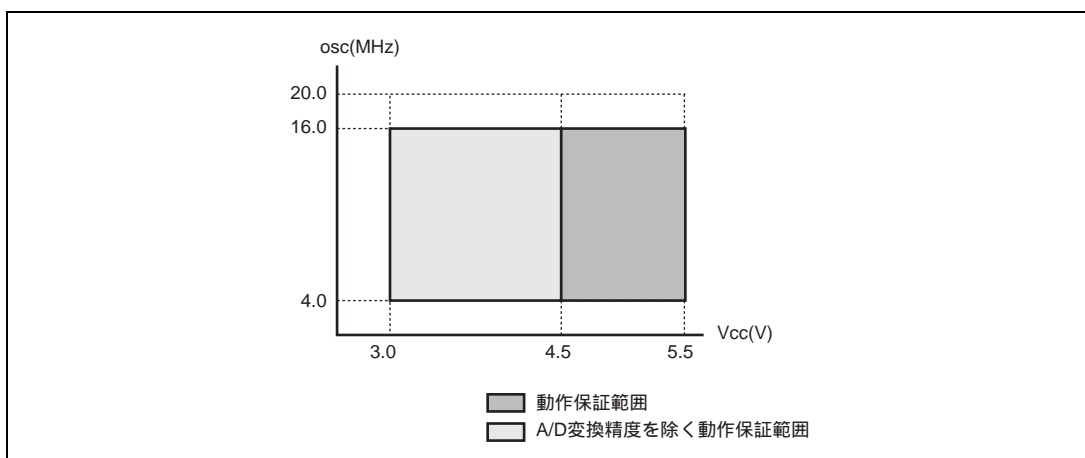
(2) 電源電圧と動作周波数の範囲



(3) アナログ電源電圧と A/D 変換器の精度保証範囲



(4) 低電圧検出回路使用時の電源電圧と発振周波数の範囲



23.2.2 DC 特性

表 23.2 DC 特性 (1)

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
入力 High レベル電圧	VIH	RES、NMI WKP0 ~ WKP5 IRQ0 ~ IRQ3 ADTRG、TMIB1 TMRIV、TMCIV FTIOA0 ~ FTIOD0 FTIOA1 ~ FTIOD1 FTIOA2 ~ FTIOD2 FTIOA3 ~ FTIOD3 FTIOA ~ FTIOD SCK3、SCK3_2、 SCK3_3、TRGV、 FTCI、TRGC、 TRCOI、TRDOI_0、 TRDOI_1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	Vcc × 0.8	-	Vcc + 0.3	V	
				Vcc × 0.9	-	Vcc + 0.3	V	
		RXD、RXD_2、 RXD_3 SCL、SDA P10 ~ P12 P14 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P37 P50 ~ P57 P70 ~ P72 P74 ~ P77 P85 ~ P87 PC0 ~ PC3 PD0 ~ PD7 PE0 ~ PE7 PH0 ~ PH7 PJ0、PJ1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	Vcc × 0.7	-	Vcc + 0.3	V	
				Vcc × 0.8	-	Vcc + 0.3	V	
		PF0 ~ PF7	AVcc = 4.0 ~ 5.5V	AVcc × 0.7	-	AVcc + 0.3	V	
		PG0 ~ PG7	AVcc = 3.0 ~ 5.5V	AVcc × 0.8	-	AVcc + 0.3	V	
		OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	Vcc - 0.5	-	Vcc + 0.3	V	
				Vcc - 0.3	-	Vcc + 0.3	V	

【注】 TEST 端子は Vss に接続してください。

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
入力 Low レベル電圧	V _{IL}	RES、NMI WKP0 ~ WKP5 IRQ0 ~ IRQ3 ADTRG、TMIB1 TMRIV、TMCIV FTIOA0 ~ FTIOD0 FTIOA1 ~ FTIOD1 FTIOA2 ~ FTIOD2 FTIOA3 ~ FTIOD3 FTIOA ~ FTIOD SCK3、SCK3_2、 SCK3_3、TRGV、 FTCI、TRGC、 TRCOI、TRDOI_0、 TRDOI_1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	- 0.3	-	Vcc × 0.2	V	
				- 0.3	-	Vcc × 0.1	V	
		RXD、RXD_2、 RXD_3 SCL、SDA P10 ~ P12 P14 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P37 P50 ~ P57 P70 ~ P72 P74 ~ P77 P85 ~ P87 PC0 ~ PC3 PD0 ~ PD7 PE0 ~ PE7 PH0 ~ PH7 PJ0、PJ1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	- 0.3	-	Vcc × 0.3	V	
				- 0.3	-	Vcc × 0.2	V	
		PF0 ~ PF7	AVcc = 4.0 ~ 5.5V	- 0.3	-	AVcc × 0.3	V	
		PG0 ~ PG7	AVcc = 3.0 ~ 5.5V	- 0.3	-	AVcc × 0.2	V	
		OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	- 0.3	-	0.5	V	
				- 0.3	-	0.3	V	

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
出力 High レベル電圧	VOH	P10 ~ P12 P14 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P37 P50 ~ P55 P70 ~ P72	Vcc = 4.0 ~ 5.5V - IOH = 5.0mA	Vcc - 1.0	-	-	V	
		P74 ~ P77 P85 ~ P87 PC0 ~ PC3 PD0 ~ PD7 PE0 ~ PE7 PH0 ~ PH7 PJ0、PJ1	- IOH = 0.1mA	Vcc - 0.5	-	-	V	
		PG0 ~ PG7	- IOH = 0.1mA	AVcc - 0.5	-	-	V	
		P56、P57	4.0V Vcc 5.5V - IOH = 0.1mA	Vcc - 2.5	-	-	V	
			3.0 Vcc < 4.0V - IOH = 0.1mA	Vcc - 2.2	-	-	V	
出力 Low レベル電圧	VOL	P10 ~ P12 P14 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P37 P50 ~ P57	Vcc = 4.0 ~ 5.5V IoL = 1.6mA	-	-	0.6	V	
		P70 ~ P72 P74 ~ P77 P85 ~ P87 PC0 ~ PC3 PH0 ~ PH3 PJ0、PJ1	IoL = 0.4mA	-	-	0.4	V	
		PG0 ~ PG7	IoL = 0.2mA	-	-	0.4	V	
		PD0 ~ PD7 PE0 ~ PE7	Vcc = 4.0 ~ 5.5V IoL = 20.0mA	-	-	1.5	V	
		PH4 ~ PH7	Vcc = 4.0 ~ 5.5V IoL = 10.0mA	-	-	1.0	V	
			Vcc = 4.0 ~ 5.5V IoL = 1.6mA	-	-	0.4	V	
			IoL = 0.4mA	-	-	0.4	V	
		SCL、SDA	Vcc = 4.0 ~ 5.5V IoL = 6.0mA	-	-	0.6	V	
			IoL = 3.0mA	-	-	0.4	V	

(特記なき場合、 $V_{CC} = 3.0 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = 0.0V$ 、 $T_a = -20 \sim +75$)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
入出力 リーク電流	I _{IL}	OSC1 RES、 \overline{NMI} $\overline{WKP0} \sim \overline{WKP5}$ $\overline{IRQ0} \sim \overline{IRQ3}$ \overline{ADTRG} 、 $\overline{TMIB1}$ 、 TRGV、 TMRIV、TMCIV FTIOA0 ~ FTIOD0 FTIOA1 ~ FTIOD1 FTIOA2 ~ FTIOD2 FTIOA3 ~ FTIOD3 FTIOA ~ FTIOD RXD、SCK3 RXD_2、SCK3_2 RXD_3、SCK3_3 SCL、SDA、FTCI、 TRGC、 \overline{TRCOI} 、 $\overline{TRDOI_0}$ 、 $\overline{TRDOI_1}$	$V_{IN} = 0.5V \sim$ ($V_{CC} - 0.5V$)	-	-	1.0	μA	
		P10 ~ P12 P14 ~ P17 P20 ~ P27 P30 ~ P37 P50 ~ P57 P70 ~ P72 P74 ~ P77 P85 ~ P87 PC0 ~ PC3 PD0 ~ PD7 PE0 ~ PE7 PH0 ~ PH7 PJ0、PJ1	$V_{IN} = 0.5V \sim$ ($V_{CC} - 0.5V$)	-	-	1.0	μA	
		PF0 ~ PF7 PG0 ~ PG7	$V_{IN} = 0.5V \sim$ ($AV_{CC} - 0.5V$)	-	-	1.0	μA	
ブルアップ MOS 電流	- I _p	P10 ~ P12 P14 ~ P17	$V_{CC} = 5.0V$ 、 $V_{IN} = 0.0V$	50.0	-	300.0	μA	
		P50 ~ P55	$V_{CC} = 3.0V$ 、 $V_{IN} = 0.0V$	-	60.0	-	μA	参考値

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
入力容量	CIN	電源端子を除く 全入力端子	f = 1MHz、 VIN = 0.0V、 Ta = 25	-	-	15.0	pF	
アクティブ モード消費 電流	I _{OP1}	Vcc	アクティブモード 1 Vcc = 5.0V、fosc = 20MHz	-	33.0	40.0	mA	*
			アクティブモード 1 Vcc = 3.0V、fosc = 10MHz	-	15.0	-	mA	参考値 *
	I _{OP2}	Vcc	アクティブモード 2 Vcc = 5.0V、fosc = 20MHz	-	6.0	7.5	mA	*
			アクティブモード 2 Vcc = 3.0V、fosc = 10MHz	-	4.5	-	mA	参考値 *
スリープ モード 消費電流	I _{SLEEP1}	Vcc	スリープモード 1 Vcc = 5.0V、fosc = 20MHz	-	22.0	30.0	mA	*
			スリープモード 1 Vcc = 3.0V、fosc = 10MHz	-	12.0	-	mA	参考値 *
	I _{SLEEP2}	Vcc	スリープモード 2 Vcc = 5.0V、fosc = 20MHz	-	5.0	6.5	mA	*
			スリープモード 2 Vcc = 3.0V、fosc = 10MHz	-	4.5	-	mA	参考値 *
サブク ティブモード 消費電流	I _{SUB}	Vcc	Vcc = 3.0V 32kHz 水晶発振子使用時 (SUB = w/2)	-	130	150	μA	*
				-	50	70		
			Vcc = 3.0V 32kHz 水晶発振子使用時 (SUB = w/8)	-	100	-	μA	参考値 オプション品 *
				-	40	-		
サブスリープ モード 消費電流	I _{SUBSP1}	Vcc	サブスリープモード 1 Vcc = 3.0V 32kHz 水晶発振子使用時 (SUB = w/2)	-	110	140	μA	*
				-	40	50		
	I _{SUBSP2}	Vcc	サブスリープモード 2 Vcc = 3.0V 32kHz 水晶発振子未使用時	-	110	135	μA	*
				-	-	6.0		

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
スタンバイ モード 消費電流	ISTBY	Vcc	32kHz 水晶発振子未使用時	-	-	135	μA	* オプション品
				-	-	5.0		*
RAM データ 保持電圧	V _{RAM}	Vcc		2.0	-	-	V	

【注】 * 消費電流測定時の端子状態は以下のとおりで、プルアップ MOS や出力バッファに流れる電流を除きます。

モード	$\overline{\text{RES}}$ 端子	内部状態	$\overline{\text{RES}}$ 以外の各端子	発振端子
アクティブモード 1	Vcc	動作	Vcc	メインクロック： セラミック発振子 または水晶発振子 サブクロック：X1 端子 = Vss
アクティブモード 2		動作 (/64)		
スリープモード 1	Vcc	タイマのみ動作	Vcc	
スリープモード 2		タイマのみ動作 (/64)		
サブアクティブモード	Vcc	動作	Vcc	メインクロック： セラミック発振子 または水晶発振子 サブクロック：水晶発振子 オンチップオシレータ停止
サブスリープモード 1		タイマのみ動作	Vcc	
サブスリープモード 2	Vcc	CPU、タイマともに停止	Vcc	メインクロック： セラミック発振子 または水晶発振子 サブクロック：X1 端子 = Vss オンチップオシレータ停止
スタンバイモード				

表 23.2 DC 特性 (2)

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位
				Min	Typ	Max	
出力 Low レベル 許容電流 (1 端子あたり)	IoL	ポート D、ポート E、ポート G、 PH4 ~ PH7、SCL、SDA 以外の出力端子	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	2.0	mA
		ポート D、ポート E、PH4 ~ PH7		-	-	20.0	
		ポート D、ポート E、ポート G、 PH4 ~ PH7、SCL、SDA 以外の出力端子		-	-	0.5	mA
		ポート D、ポート E、PH4 ~ PH7		-	-	10.0	
		SCL、SDA		-	-	6.0	
		ポート G		-	-	0.4	

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位
				Min	Typ	Max	
出力 Low レベル 許容電流 (総和)	IoL	ポート D、ポート E、PH4 - PH7、 SCL、SDA 以外の出力端子	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	40.0	mA
		ポート D、ポート E、PH4 - PH7、 SCL、SDA		-	-	120.0	mA
		ポート D、ポート E、ポート G、 PH4 - PH7 以外の出力端子		-	-	20.0	mA
		ポート D、ポート E、PH4 - PH7、 SCL、SDA		-	-	60.0	mA
		ポート G		-	-	3.2	mA
出力 High レベル 許容電流 (1 端子あたり)	- IoH	P56、P57、ポート G を除く 全出力端子	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	5.0	mA
				-	-	0.2	mA
		P56、P57	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	0.4	mA
				-	-	0.2	mA
ポート G		-	-	0.2	mA		
出力 High レベル 許容電流 (総和)	- IoH	全出力端子	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	50.0	mA
				-	-	8.0	mA
		ポート G		-	-	1.6	mA

23.2.3 AC 特性

表 23.3 AC 特性

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	参照図
				Min	Typ	Max		
システムクロック 発振器発振周波数	fosc	OSC1、OSC2	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	4.0	-	20.0	MHz	
				4.0	-	10.0	MHz	
システムクロック () サイクル時間	tcyc			1	-	64	tosc	*
				-	-	12.8	μs	
サブクロック発振器 発振周波数	fw	X1、X2		-	32.768	-	kHz	
ウォッチクロック (w) サイクル時間	tw	X1、X2		-	30.5	-	μs	
サブクロック (SUB) サイクル時間	tsubcyc			2	-	8	tw	*
インストラクション サイクル時間				2	-	-	tcyc tsubcyc	
発振安定時間 (水晶発振子)	trc	OSC1、OSC2		-	-	10.0	ms	

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	参照図
				Min	Typ	Max		
発振安定時間 (セラミック 発振子)	trc	OSC1、OSC2		-	-	5.0	ms	
発振安定時間	trcx	X1、X2		-	-	2.0	s	
外部クロック High レベル幅	tCPH	OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	20.0	-	-	ns	図 23.1
				40.0	-	-	ns	
外部クロック Low レベル幅	tCPL	OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	20.0	-	-	ns	
				40.0	-	-	ns	
外部クロック 立ち上がり時間	tCPr	OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	10.0	ns	
				-	-	15.0	ns	
外部クロック 立ち下がり時間	tCPf	OSC1	Vcc = 4.0 ~ 5.5V	-	-	10.0	ns	
				-	-	15.0	ns	
RES 端子 Low レベル幅	tREL	RES	電源投入時および 下記以外のモード	trc	-	-	ms	図 23.2
			アクティブモード、 スリープモード 動作時	1500	-	-	ns	
NMI 端子 High レベル幅	tIH	NMI		2tcyc + 1500ns 2tsubcyc + 1500ns	-	-	ns	図 23.3
NMI 端子 Low レベル幅	tIL	NMI		2tcyc + 1500ns 2tsubcyc + 1500ns	-	-	ns	
入力端子 High レベル幅	tIH	TMBI1 IRQ0 ~ IRQ3 WKP0 ~ WKP5 TMCIV、TMRIV TRGV、ADTRG		3	-	-	tcyc tsubcyc	図 23.3
		FTIOA0 ~ FTIOD0 FTIOA1 ~ FTIOD1 FTIOA2 ~ FTIOD2 FTIOA3 ~ FTIOD3 FTIOA ~ FTIOD FTCI、TRGC TRCOI、TRDOI_0、 TRDOI_1		3	-	-	tcyc tsubcyc 40M	

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	参照図
				Min	Typ	Max		
入力端子 Low レベル幅	tIL	TMBI1 $\overline{\text{IRQ0}} \sim \overline{\text{IRQ3}}$ WKP0 ~ WKP5 TMCIV、TMRIV TRGV、 $\overline{\text{ADTRG}}$		3	-	-	t _{cy} t _{subcy}	
		FTIOA0 ~ FTIOD0 FTIOA1 ~ FTIOD1 FTIOA2 ~ FTIOD2 FTIOA3 ~ FTIOD3 FTIOA ~ FTIOD FTCI、TRGC $\overline{\text{TRCOI}}$ 、 $\overline{\text{TRDOI}_0}$ 、 $\overline{\text{TRDOI}_1}$		3	-	-	t _{cy} t _{subcy} 40M	
オンチップ オシレータ 発振周波数	fRC		V _{cc} = 4.0 ~ 5.5V T _a = 25 FSEL = 1 VCLSEL = 0	39.40	40.0	40.60	MHz	
			T _a = 25 FSEL = 1 VCLSEL = 0	39.20	40.0	40.80	MHz	
			V _{cc} = 4.0 ~ 5.5V FSEL = 1 VCLSEL = 0	38.80	40.0	41.20	MHz	
			FSEL = 1 VCLSEL = 0	38.40	40.0	41.60	MHz	
			V _{cc} = 4.0 ~ 5.5V T _a = 25 FSEL = 0 VCLSEL = 0	31.52	32.0	32.48	MHz	
			T _a = 25 FSEL = 0 VCLSEL = 0	31.36	32.0	32.64	MHz	
			V _{cc} = 4.0 ~ 5.5V FSEL = 0 VCLSEL = 0	31.04	32.0	32.96	MHz	
			FSEL = 0 VCLSEL = 0	30.72	32.0	33.28	MHz	

【注】 * システムコントロールレジスタ 2 (SYSCR2) の MA2、MA1、MA0、SA1、SA0 の設定により決定します。

表 23.4 I²C バスインタフェースタイミング(特記なき場合、V_{CC} = 3.0 ~ 5.5V、V_{SS} = 0.0V、T_a = -20 ~ +75)

項目	記号	測定条件	規格値			単位	参照図
			Min	Typ	Max		
SCL 入力サイクル時間	tsCL		12t _{cyc} + 600	-	-	ns	図 23.4
SCL 入力 High パルス幅	tsCLH		3t _{cyc} + 300	-	-	ns	
SCL 入力 Low パルス幅	tsCLL		5t _{cyc} + 300	-	-	ns	
SCL、SDA 入力立ち下がり時間	tsf		-	-	300	ns	
SCL、SDA 入カスパイク パルス除去時間	tsp		-	-	1t _{cyc}	ns	
SDA 入力バスフリー時間	tbuf		5t _{cyc}	-	-	ns	
開始条件入力ホールド時間	tstAH		3t _{cyc}	-	-	ns	
再送開始条件入力 セットアップ時間	tstAS		3t _{cyc}	-	-	ns	
停止条件入力 セットアップ時間	tstOS		3t _{cyc}	-	-	ns	
データ入力 セットアップ時間	tSDAS		1t _{cyc} + 20	-	-	ns	
データ入力ホールド時間	tSDAH		0	-	-	ns	
SCL、SDA の容量性負荷	Cb		0	-	400	pF	
SCL、SDA 出力立ち下がり 時間	tsf	V _{CC} = 4.0 ~ 5.5V	-	-	250	ns	
			-	-	300	ns	

表 23.5 シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) タイミング

(特記なき場合、V_{CC} = 3.0 ~ 5.5V、V_{SS} = 0.0V、T_a = -20 ~ +75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	参照図
				Min	Typ	Max		
入力クロック サイクル	調歩同期	SCK3		4	-	-	t _{cyc}	図 23.5
	クロック同期			6	-	-	t _{cyc}	
入力クロックパルス幅	tsCKW	SCK3		0.4	-	0.6	t _{cyc}	
送信データ遅延時間 (クロック同期)	tTXD	TXD	V _{CC} = 4.0 ~ 5.5V	-	-	1	t _{cyc}	図 23.6
				-	-	1	t _{cyc}	
受信データセットアップ時間 (クロック同期)	tRXS	RXD	V _{CC} = 4.0 ~ 5.5V	50.0	-	-	ns	
				100.0	-	-	ns	
受信データホールド時間 (クロック同期)	tRXH	RXD	V _{CC} = 4.0 ~ 5.5V	50.0	-	-	ns	
				100.0	-	-	ns	

23.2.4 A/D 変換特性

表 23.6 A/D 変換器特性

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
アナログ電源電圧	AVcc	AVcc		3.0	Vcc	5.5	V	* ¹
アナログ入力電圧	AVIN	AN0 ~ AN15		Vss - 0.3	-	AVcc + 0.3	V	
アナログ電源電流	AILOPE	AVcc	AVcc = 5.0V fosc=20MHz	-	-	2.0	mA	
	AISTOP1	AVcc		-	50	-	μA	* ² 参考値
	AISTOP2	AVcc		-	-	5.0	μA	* ³
アナログ入力容量	CAIN	AN0 ~ AN15		-	-	30.0	pF	
許容信号源 インピーダンス	RAIN	AN0 ~ AN15		-	-	5.0	k	
分解能 (データ長)				10	10	10	ビット	
変換時間 (単一モード)		AN0 ~ AN15	AVcc = 3.0 ~ 5.5V	134	-	-	tcyc	
非直線性誤差				-	-	±7.5	LSB	
オフセット誤差				-	-	±7.5	LSB	
フルスケール誤差				-	-	±7.5	LSB	
量子化誤差				-	-	±0.5	LSB	
絶対精度				-	-	±8.0	LSB	
変換時間 (単一モード)		AN0 ~ AN15	AVcc = 4.0 ~ 5.5V	70	-	-	tcyc	
非直線性誤差				-	-	±7.5	LSB	
オフセット誤差				-	-	±7.5	LSB	
フルスケール誤差				-	-	±7.5	LSB	
量子化誤差				-	-	±0.5	LSB	
絶対精度				-	-	±8.0	LSB	
変換時間 (単一モード)		AN0 ~ AN7	AVcc = 4.0 ~ 5.5V	134	-	-	tcyc	
非直線性誤差				-	-	±3.5	LSB	
オフセット誤差				-	-	±3.5	LSB	
フルスケール誤差				-	-	±3.5	LSB	
量子化誤差				-	-	±0.5	LSB	
絶対精度				-	-	±4.0	LSB	

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
変換時間 (単一モード)		AN8 ~ AN15	AVcc = 4.0 ~ 5.5V	134	-	-	tcyc	
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	

【注】 *1 A/D変換器を使用しない場合は AVcc = Vcc としてください。

*2 AI_{STOP1} はアクティブモード、スリープモードでの A/D 変換待機時の電流値です。

*3 AI_{STOP2} はリセット、スタンバイモード、サブアクティブモードおよびサブスリープモードでの A/D 変換待機時の電流値です。

23.2.5 ウォッチドッグタイマ特性

表 23.7 ウォッチドッグタイマ特性

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75)

項目	記号	適用端子	測定条件	規格値			単位	備考
				Min	Typ	Max		
内部発振器オーバフロー時間	toVF			0.2	0.4	-	s	*

【注】 * 内部発振器を選択した状態で、0 ~ 255 までカウントアップし、内部リセットが発生するまでの時間を示します。

23.2.6 フラッシュメモリ特性

表 23.8 フラッシュメモリ特性

(特記なき場合、Vcc = 3.0 ~ 5.5V、Vss = 0.0V、Ta = - 20 ~ + 75)

項目	記号	測定条件	規格値			単位	
			Min	Typ	Max		
書き込み時間 (128 バイト当たり) *1 *2 *4	tp		-	7	200	ms	
消去時間 (1 ブロック当たり) *1 *3 *6	te		-	100	1200	ms	
書き換え回数	NWEC		1000	-	-	回	
書き込み時	SWE ビットセット後の待機時間*1	x	1	-	-	μs	
	PSU ビットセット後の待機時間*1	y	50	-	-	μs	
	P ビットセット後の待機時間*1 *4	z1	1 n 6	28	30	32	μs
			7 n 1000	198	200	202	μs
			追加書き込み	8	10	12	μs
	P ビットクリア後の待機時間*1			5	-	-	μs
	PSU ビットクリア後の待機時間*1			5	-	-	μs
	PV ビットセット後の待機時間*1			4	-	-	μs
	ダミーライト後の待機期間*1			2	-	-	μs
	PV ビットクリア後の待機時間*1			2	-	-	μs
	SWE ビットクリア後の待機時間*1			100	-	-	μs
	最大書き込み回数*1 *4 *5	N		-	-	1000	回
消去時	SWE ビットセット後の待機時間*1	x	1	-	-	μs	
	ESU ビットセット後の待機時間*1	y	100	-	-	μs	
	E ビットセット後の待機時間*1 *6	z	10	-	100	ms	
	E ビットクリア後の待機時間*1			10	-	-	μs
	ESU ビットクリア後の待機時間*1			10	-	-	μs
	EV ビットセット後の待機時間*1			20	-	-	μs
	ダミーライト後の待機期間*1			2	-	-	μs
	EV ビットクリア後の待機時間*1			4	-	-	μs
	SWE ビットクリア後の待機時間*1			100	-	-	μs
	最大消去回数*1 *6 *7	N		-	-	120	回

【注】 *1 各時間の設定は、プログラム/イレースのアルゴリズムに従い行ってください。

*2 128 バイトあたりの書き込み時間で、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。プログラムベリファイ時間は含みません。

*3 1 ブロックを消去する時間で、フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1) の E ビットをセットしているトータル期間を示します。イレース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)) = P ビットセット後の待機時間 (z) × 最大書き込み回数 (N)

- *5 最大書き込み回数 (N) は、実際の z1、z2、z3 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 ビットセット後の待機時間 (z1、z2) 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

$$1 \leq n \leq 6 \quad z1 = 30 \mu s$$

$$7 \leq n \leq 1000 \quad z2 = 200 \mu s$$

- *6 消去時間の最大値 (te (MAX)) = E ビットセット後の待機時間 (z) × 最大消去回数 (N)
- *7 最大消去回数 (N) は、実際の (z) の設定値に合わせ、消去時間の最大値 (te (MAX)) 以下となるように設定してください。

23.2.7 電源電圧検出回路特性 【オプション】

表 23.9 電源電圧検出回路特性

(特記なき場合、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75°C)

項目	記号	測定条件	規定値			単位
			Min	Typ	Max	
電源立ち下がり検出電圧	Vint(D)	LVDSSEL = 0	3.5	3.7	-	V
電源立ち上がり検出電圧	Vint(U)	LVDSSEL = 0	-	4.1	4.3	V
リセット検出電圧 1*1	Vreset1	LVDSSEL = 0	-	2.3	2.6	V
リセット検出電圧 2*2	Vreset2	LVDSSEL = 1	3.3	3.6	3.9	V
LVDR 動作下限電圧	VLVDRmin		1.0	-	-	V

【注】 *1 立ち下がり、立ち上がり電圧検出機能と併用時に使用してください。

*2 低電圧検出リセットのみの使用の場合は低電圧リセット 2 を選択してください。

23.2.8 パワーオンリセット特性 【オプション】

表 23.10 パワーオンリセット特性

(特記なき場合、Vss = 0.0V、Ta = -20 ~ +75°C)

項目	記号	測定条件	規定値			単位
			Min	Typ	Max	
RES 端子プルアップ抵抗	RRES		100	150	-	k
パワーオンリセットスタート電圧*	Vpor		-	-	100	mV

【注】 * 電源電圧 Vcc は Vpor = 100mV 以下まで必ず立ち下げ、RES 端子の電荷が十分に抜けてから立ち上げてください。RES 端子の電荷を引き抜くためにはダイオードを Vcc 側に付けることを推奨します。100mV を超えたところから電源電圧 Vcc が立ち上がった場合、パワーオンリセットが働かない可能性があります。

23.3 タイミング図

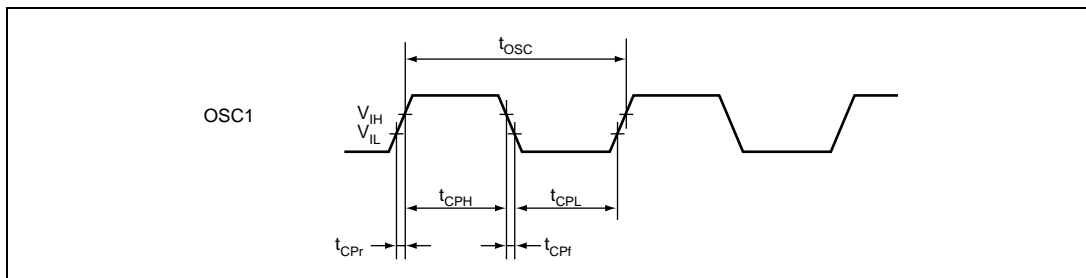


図 23.1 システムクロック入力タイミング

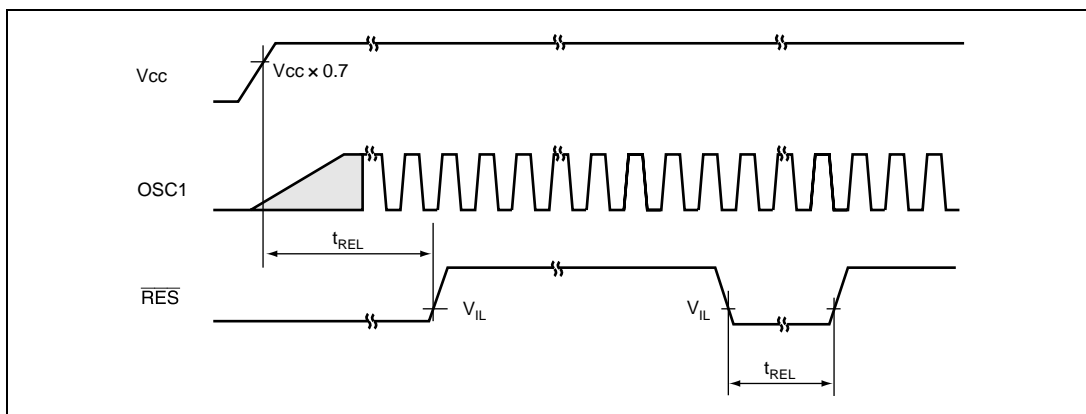


図 23.2 RES 端子 Low レベル幅タイミング

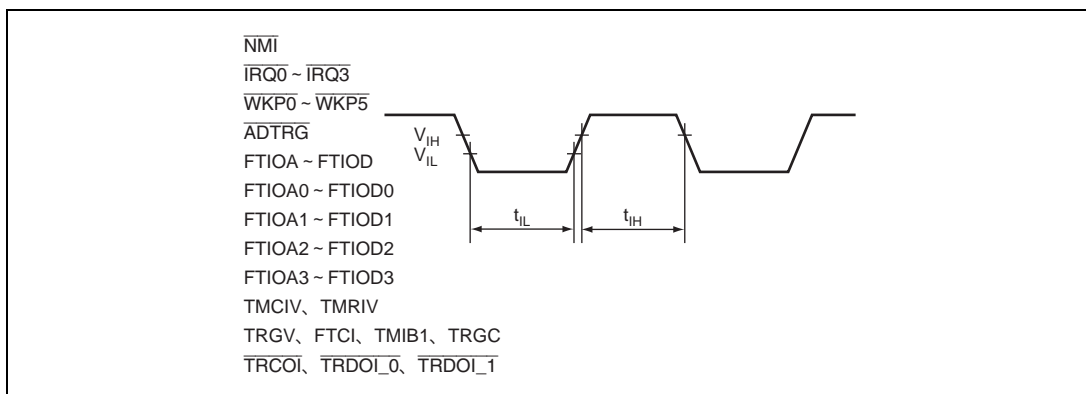


図 23.3 入力タイミング

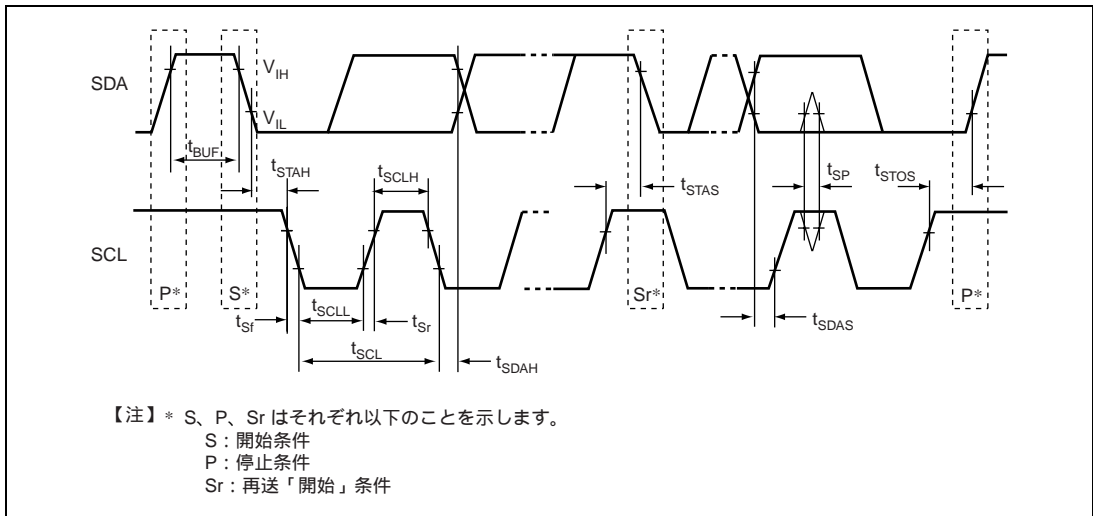


図 23.4 I²C バスインタフェース入出力タイミング

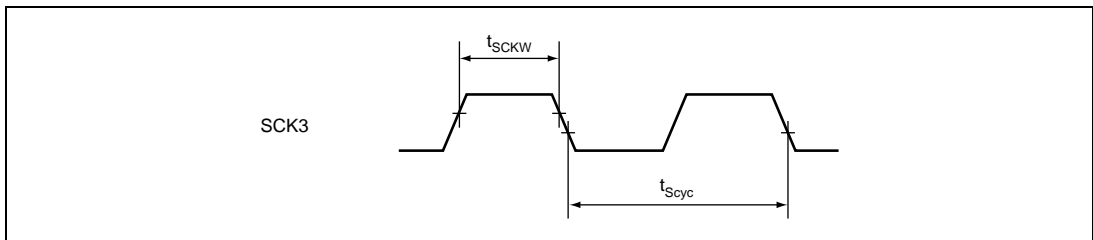


図 23.5 SCK3 入力クロックタイミング

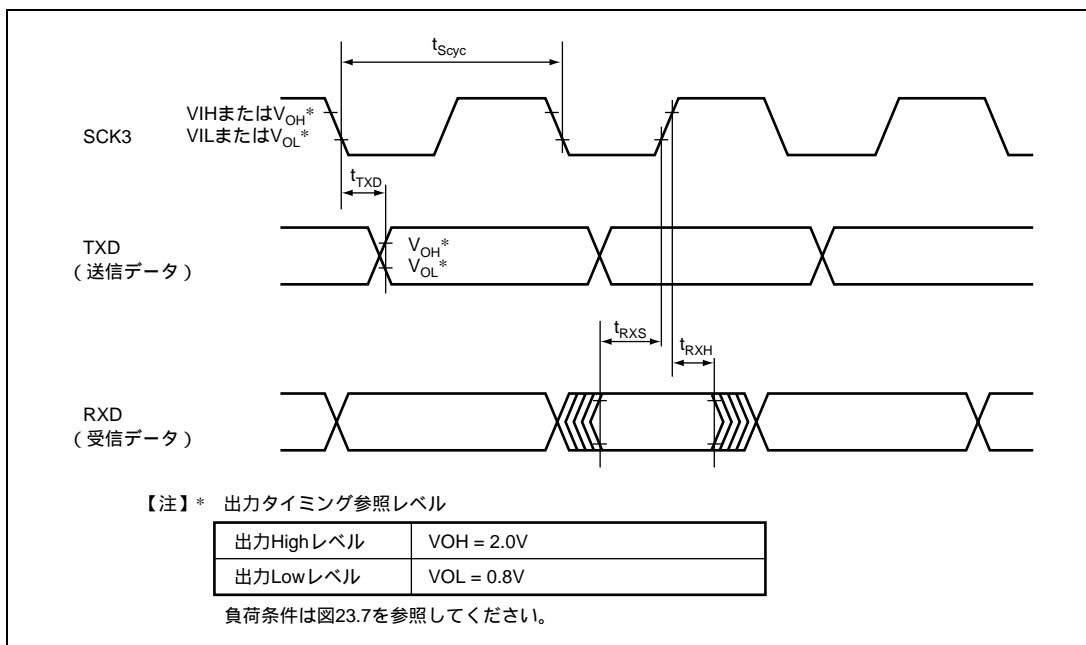


図 23.6 SCI クロック同期式モード入出力タイミング

23.4 出力負荷条件

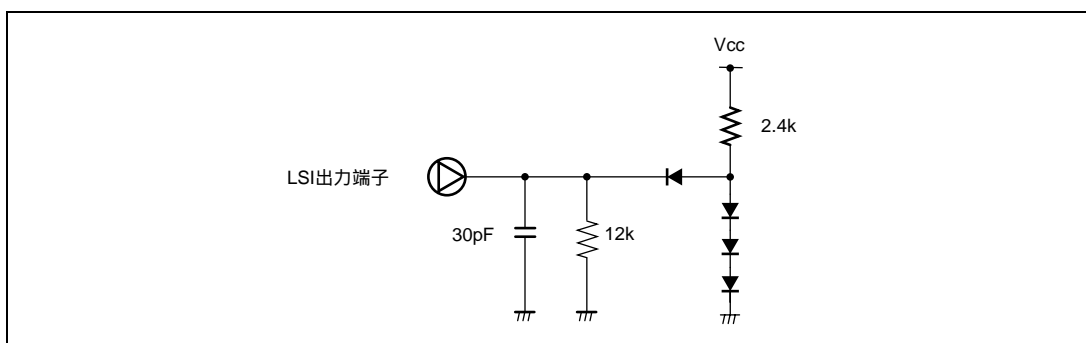


図 23.7 出力負荷回路

付録

A. 命令

A.1 命令一覧

《オペレーションの記号》

記号	内容
Rd	デスティネーション側の汎用レジスタ
Rs	ソース側の汎用レジスタ
Rn	汎用レジスタ
ERd	デスティネーション側の汎用レジスタ (アドレスレジスタまたは 32 ビットレジスタ)
ERs	ソース側の汎用レジスタ (アドレスレジスタまたは 32 ビットレジスタ)
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
PC	プログラムカウンタ
SP	スタックポインタ
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 (オーバーフロー) フラグ
C	CCR の C (キャリ) フラグ
disp	ディスプレースメント
	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
+	両辺のオペランドを加算
-	左辺のオペランドから右辺のオペランドを減算
×	両辺のオペランドを乗算
÷	左辺のオペランドを右辺のオペランドで除算
	両辺のオペランドの論理積
	両辺のオペランドの論理和

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

《オペレーションの記号》

記号	内容
⊕	両辺のオペランドの排他的論理和
~	反転論理（論理的補数）
() < >	オペランドの内容
↑ ↓	実行結果にしたが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。
	条件によって異なります。注意事項を参照してください。

表 A.1 命令セット一覧

(1) データ転送命令

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						実行回数*1 /7H PT H ST
		#xx Rn	@(d, ERn) @-ERm@ERn+	@aa @ERm@ERn+	@(d, PC) @aa	#xx:8 Rd8	Rd8	I	H	N	Z	V	C	
MOV	B	2				#xx:8 Rd8								2
MOV.B Rs, Rd	B	2				Rd8 Rd8								2
MOV.B @ERS, Rd	B		2			@ERS Rd8								4
MOV.B @(d:16, ERs), Rd	B		4			@(d:16, ERs) Rd8								6
MOV.B @(d:24, ERs), Rd	B		8			@(d:24, ERs) Rd8								10
MOV.B @ERS+, Rd	B			2		@ERS Rd8, ERs32+1 ERs32								6
MOV.B @aa:8, Rd	B				2	@aa:8 Rd8								4
MOV.B @aa:16, Rd	B				4	@aa:16 Rd8								6
MOV.B @aa:24, Rd	B				6	@aa:24 Rd8								8
MOV.B Rs, @ERd	B		2			Rs8 @ERd								4
MOV.B Rs, @(d:16, ERd)	B		4			Rs8 @(d:16, ERd)								6
MOV.B Rs, @(d:24, ERd)	B		8			Rs8 @(d:24, ERd)								10
MOV.B Rs, @-ERd	B			2		ERd32-1 ERd32, Rs8 @ERd								6
MOV.B Rs, @aa:8	B				2	Rs8 @aa:8								4
MOV.B Rs, @aa:16	B				4	Rs8 @aa:16								6
MOV.B Rs, @aa:24	B				6	Rs8 @aa:24								8
MOV.W #xx:16, Rd	W	4				#xx:16 Rd16								4
MOV.W Rs, Rd	W		2			Rs16 Rd16								2
MOV.W @ERS, Rd	W			2		@ERS Rd16								4
MOV.W @(d:16, ERs), Rd	W				4	@(d:16, ERs) Rd16								6
MOV.W @(d:24, ERs), Rd	W				8	@(d:24, ERs) Rd16								10
MOV.W @ERS+, Rd	W				2	@ERS Rd16, ERs32+2 @ERd32								6
MOV.W @aa:16, Rd	W				4	@aa:16 Rd16								6
MOV.W @aa:24, Rd	W				6	@aa:24 Rd16								8

二モード	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							実行ワード数*1		
		#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d, PC)	@@aa	I	H	N	Z	V		C	ノード
MOV	MOV.W Rs, @ERd			2													4
	MOV.W Rs, @(d:16, ERd)				4												6
	MOV.W Rs, @(d:24, ERd)				8												10
	MOV.W Rs, @-ERd					2											6
	MOV.W Rs, @aa:16						4										6
	MOV.W Rs, @aa:24							6									8
	MOV.L #xx:32, ERd	L	6														6
	MOV.L ERs, ERd	L	2														2
	MOV.L @ERs, ERd	L		4													8
	MOV.L @(d:16, ERs), ERd	L				6											10
	MOV.L @(d:24, ERs), ERd	L				10											14
	MOV.L @ERs+, ERd	L				4											10
	MOV.L @aa:16, ERd	L					6										10
	MOV.L @aa:24, ERd	L						8									12
MOV.L ERs, @ERd	L		4													8	
MOV.L ERs, @(d:16, ERd)	L				6											10	
MOV.L ERs, @(d:24, ERd)	L				10											14	
MOV.L ERs, @-ERd	L					4										10	
MOV.L ERs, @aa:16	L						6									10	
MOV.L ERs, @aa:24	L							8								12	
POP	POP.W Rn	W															6
PUSH	POP.L ERn	L															10
	PUSH.W Rn	W															6
MOVFPE	PUSH.L ERn	L															10
	MOVFPE @aa:16, Rd	B															
MOVTPPE	MOVTPPE Rs, @aa:16	B															

(2) 算術演算命令

二一モニック	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							実行回数*1								
		#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)		@ERn@ERn+	@aa	@(d, PC)	@aa	I	H	N		Z	V	C	J	モード	アドバンス		
ADD	B	2																		2		
	B		2																		2	
	W	4																			4	
	W		2																			2
	L	6																				6
ADDX	L	2																			2	
	B	2																			2	
ADDS	B		2																		2	
	L		2																		2	
	L		2																		2	
	L		2																		2	
INC	B		2																		2	
	W		2																		2	
	W		2																		2	
	L		2																		2	
DAA	L		2																		2	
	B		2																		2	
SUB	B		2																		2	
	W	4																			4	
	W		2																		2	
	L	6																			6	
SUBX	L	2																			2	
	B	2																			2	
	B		2																		2	

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							実行ガード数*1		
		#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)		@ERn+ @aa	@(d, PC)	@aa	I	H	N	Z		V	C
SUBS	SUBS.L #1, ERd	L	2													2
	SUBS.L #2, ERd	L	2													2
	SUBS.L #4, ERd	L	2													2
DEC	DEC.B Rd	B	2								↑	↑				2
	DEC.W #1, Rd	W	2								↑	↑				2
	DEC.W #2, Rd	W	2								↑	↑				2
DEC.L	DEC.L #1, ERd	L	2								↑	↑	↑	↑		2
	DEC.L #2, ERd	L	2								↑	↑	↑	↑		2
	DAS Rd	B	2								*	↑	↑	*		2
MULXU	MULXU.B Rs, Rd	B	2													14
	MULXU.W Rs, ERd	W	2													22
MULXS	MULXS.B Rs, Rd	B	4								↑	↑				16
	MULXS.W Rs, ERd	W	4								↑	↑				24
DIVXU	DIVXU.B Rs, Rd	B	2											(6)X(7)		14
	DIVXU.W Rs, ERd	W	2											(6)X(7)		22
DIVXS	DIVXS.B Rs, Rd	B	4											(8)X(7)		16
	DIVXS.W Rs, ERd	W	4											(8)X(7)		24
CMP	CMP.B #xx:8, Rd	B	2								↑	↑	↑	↑		2
	CMP.B Rs, Rd	B	2								↑	↑	↑	↑		2
	CMP.W #xx:16, Rd	W	4								(1)	↑	↑	↑		4
	CMP.W Rs, Rd	W	2								(1)	↑	↑	↑		2

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							実行ワード数 *1	
		#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d, PC)		@@aa	I	H	N	Z	V	C		ノード
CMP	CMP.L #xx:32, ERd	L	6															4
	CMP.L ERs, ERd	L	2															2
NEG	NEG.B Rd	B	2															2
	NEG.W Rd	W	2															2
EXTU	NEG.L ERd	L	2															2
	EXTU.W Rd	W	2															2
EXTS	EXTU.L ERd	L	2															2
	EXTS.W Rd	W	2															2
EXTS	EXTS.L ERd	L	2															2
																		2

(3) 論理演算命令

二モニック	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					実行回数*1						
		Rn	@ERn	@(d, ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d, PC)	@@aa	オペレーション					I	H	N	Z	V		C					
AND	AND.B #xx:8, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	AND.B Rs, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	AND.W #xx:16, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
	AND.W Rs, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
OR	AND.L #xx:32, ERd	L	6																↑	↑	↑	0			6
	AND.L ERs, ERd	L	4																↑	↑	↑	0			4
	OR.B #xx:8, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	OR.B Rs, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	OR.W #xx:16, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
	OR.W Rs, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
	OR.L #xx:32, ERd	L	6																↑	↑	↑	0			6
	OR.L ERs, ERd	L	4																↑	↑	↑	0			4
	XOR.B #xx:8, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	XOR.B Rs, Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	XOR.W #xx:16, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
	XOR.W Rs, Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
NOT	XOR.L #xx:32, ERd	L	6																↑	↑	↑	0			6
	XOR.L ERs, ERd	L	4																↑	↑	↑	0			4
	NOT.B Rd	B	2																↑	↑	↑	0			2
	NOT.W Rd	W	4																↑	↑	↑	0			4
NOT.L ERd	NOT.L ERd	L	2																↑	↑	↑	0			2
	NOT.L ERd	L	2																↑	↑	↑	0			2

(4) シフト命令

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				実行回数 #1		
		#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn) @-ERn/@ERn+ @aa		I	H	N	Z		V	C
SHAL	SHAL.B Rd	B	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	SHAL.W Rd	W	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	SHAL.L ERd	L	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
SHAR	SHAR.B Rd	B	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	SHAR.W Rd	W	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	SHAR.L ERd	L	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
SHLL	SHLL.B Rd	B	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	SHLL.W Rd	W	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	SHLL.L ERd	L	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
SHLR	SHLR.B Rd	B	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	SHLR.W Rd	W	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	SHLR.L ERd	L	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
ROTXL	ROTXL.B Rd	B	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	ROTXL.W Rd	W	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	ROTXL.L ERd	L	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
ROTXR	ROTXR.B Rd	B	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	ROTXR.W Rd	W	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	ROTXR.L ERd	L	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
ROTL	ROTL.B Rd	B	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	ROTL.W Rd	W	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
	ROTL.L ERd	L	2				↑	↑	↑	↑	↑	↑	2
ROTR	ROTR.B Rd	B	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	ROTR.W Rd	W	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2
	ROTR.L ERd	L	2				↑	↑	↑	0	↑	↑	2

(5) ビット操作命令

二モニック	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					実行回数 /7MHz
	#xx	Rn	@(d, ERn)	@(d, ERn) @ERn	@(d, PC)	@(d, PC) @aa	I	H		N	Z	V	C		
BSET	BSET #xx:3, Rd	B	2						(#xx:3 of Rd8) 1						2
	BSET #xx:3, @ERd	B		4					(#xx:3 of @ERd) 1						8
	BSET #xx:3, @aa:8	B			4				(#xx:3 of @aa:8) 1						8
	BSET Rn, Rd	B	2						(Rn8 of Rd8) 1						2
	BSET Rn, @ERd	B		4					(Rn8 of @ERd) 1						8
	BSET Rn, @aa:8	B				4			(Rn8 of @aa:8) 1						8
BCLR	BCLR #xx:3, Rd	B	2						(#xx:3 of Rd8) 0						2
	BCLR #xx:3, @ERd	B		4					(#xx:3 of @ERd) 0						8
	BCLR #xx:3, @aa:8	B			4				(#xx:3 of @aa:8) 0						8
	BCLR Rn, Rd	B	2						(Rn8 of Rd8) 0						2
	BCLR Rn, @ERd	B		4					(Rn8 of @ERd) 0						8
	BCLR Rn, @aa:8	B				4			(Rn8 of @aa:8) 0						8
BNOT	BNOT #xx:3, Rd	B	2						(#xx:3 of Rd8) ~ (#xx:3 of Rd8)						2
	BNOT #xx:3, @ERd	B		4					(#xx:3 of @ERd) ~ (#xx:3 of @ERd)						8
	BNOT #xx:3, @aa:8	B				4			(#xx:3 of @aa:8) ~ (#xx:3 of @aa:8)						8
	BNOT Rn, Rd	B	2						(Rn8 of Rd8) ~ (Rn8 of Rd8)						2
	BNOT Rn, @ERd	B		4					(Rn8 of @ERd) ~ (Rn8 of @ERd)						8
	BNOT Rn, @aa:8	B				4			(Rn8 of @aa:8) ~ (Rn8 of @aa:8)						8
BTST	BTST #xx:3, Rd	B	2						~ (#xx:3 of Rd8) Z			↑			2
	BTST #xx:3, @ERd	B		4					~ (#xx:3 of @ERd) Z			↑			6
	BTST #xx:3, @aa:8	B				4			~ (#xx:3 of @aa:8) Z			↑			6
	BTST Rn, Rd	B	2						~ (Rn8 of Rd8) Z			↑			2
	BTST Rn, @ERd	B		4					~ (Rn8 of @ERd) Z			↑			6
	BTST Rn, @aa:8	B				4			~ (Rn8 of @aa:8) Z			↑			6
BLD	BLD #xx:3, Rd	B	2						(#xx:3 of Rd8) C				↑		2
	BLD #xx:3, @ERd	B		4					(#xx:3 of @ERd) C				↑		6
	BLD #xx:3, @aa:8	B				4			(#xx:3 of @aa:8) C				↑		6
BILD	BILD #xx:3, Rd	B	2						~ (#xx:3 of Rd8) C				↑		2
	BILD #xx:3, @ERd	B		4					~ (#xx:3 of @ERd) C				↑		6
	BILD #xx:3, @aa:8	B				4			~ (#xx:3 of @aa:8) C				↑		6

二モニック	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							実行回数 *1		
		#xx	Rn	@(d, ERn)	@-ERN@ERn+ @aa @@(d, PC) @aa		I	H	N	Z	V	C	↑		↓	
BST	BST #xx:3, Rd	B	2													2
	BST #xx:3, @ERd	B		4												8
	BST #xx:3, @aa:8	B			4											8
BIST	BIST #xx:3, Rd	B	2													2
	BIST #xx:3, @ERd	B		4												8
	BIST #xx:3, @aa:8	B			4											8
BAND	BAND #xx:3, Rd	B	2													2
	BAND #xx:3, @ERd	B		4												6
	BAND #xx:3, @aa:8	B			4											6
BIAND	BIAND #xx:3, Rd	B	2													2
	BIAND #xx:3, @ERd	B		4												6
	BIAND #xx:3, @aa:8	B			4											6
BOR	BOR #xx:3, Rd	B	2													2
	BOR #xx:3, @ERd	B		4												6
	BOR #xx:3, @aa:8	B			4											6
BIOR	BIOR #xx:3, Rd	B	2													2
	BIOR #xx:3, @ERd	B		4												6
	BIOR #xx:3, @aa:8	B			4											6
BXOR	BXOR #xx:3, Rd	B	2													2
	BXOR #xx:3, @ERd	B		4												6
	BXOR #xx:3, @aa:8	B			4											6
BIXOR	BIXOR #xx:3, Rd	B	2													2
	BIXOR #xx:3, @ERd	B		4												6
	BIXOR #xx:3, @aa:8	B			4											6

(6) 分岐命令

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	分岐条件	コンディションコード						実行バイト数*1
	#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)	@-ERn/@ERn+	@aa	@(d, PC)	@aa			I	H	N	Z	V	C	
Bcc																	4
BRA d:8(BT d:8)																	4
BRA d:16(BT d:16)									2								6
BRN d:8(BF d:8)																	4
BRN d:16(BF d:16)									2								6
BHI d:8									4								4
BHI d:16									2								6
BLS d:8									4								4
BLS d:16									2								6
BCC d:8(BHS d:8)									4								4
BCC d:16(BHS d:16)									2								6
BCS d:8(BLO d:8)									4								4
BCS d:16(BLO d:16)									2								6
BNE d:8									4								4
BNE d:16									2								6
BEQ d:8									4								4
BEQ d:16									2								6
BVC d:8									4								4
BVC d:16									2								6
BVS d:8									4								4
BVS d:16									2								6
BPL d:8									4								4
BPL d:16									2								6
BMI d:8									4								4
BMI d:16									2								6

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	分岐条件	コンディションコード							実行バイト数 *1					
		#xx	Rn	@ERn			@(d, ERn)	@-ERn	@ERn+	@aa	@(d, PC)	@aa	I	H	N	Z	V	C	7-ビット
Bcc	BGE d:8																		4
	BGE d:16																		6
	BLT d:8																		4
	BLT d:16																		6
	BGT d:8																		4
	BGT d:16																		6
JMP	BLE d:8																		4
	BLE d:16																		6
	JMP @ERn			2															4
	JMP @aa:24								4										6
	JMP @aa:8																		8
	JMP @aa:8																		10
BSR	BSR d:8																		8
	BSR d:16																		8
JSR	JSR @ERn																		8
	JSR @aa:24																		10
	JSR @aa:8									4									8
RTS	RTS																		8
	RTS																		10

(7) システム制御命令

ニーモニック	アクセス		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						実行バイト数*1	
	#xx	Rn	@ERn	@(d, ERn)	@-ERn@ERn+	@aa	@(d, PC)	@aa	2	PC @-SP, CCR @-SP, <' /> PC	I	H	N	Z	V	C	14	16
TRAPA									2	PC @-SP, CCR @-SP, <' /> PC	↑	↑	↑	↑	↑	↑	14	16
RTE										CCR @SP+, PC @SP+	↑	↑	↑	↑	↑	↑		10
SLEEP										低消費電力状態に遷移	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
LDC	B	2								#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
	B	2								Rs8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
	W		4							@ERs CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		6
	W			6						@(d:16, ERs) CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		8
	W			10						@(d:24, ERs) CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		12
	W				4					@ERs CCR, ERs32+2 ERs32	↑	↑	↑	↑	↑	↑		8
	W					6				@aa:16 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		8
	W					8				@aa:24 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		10
STC	B	2								CCR Rd8								2
	W		4							CCR @ERd								6
	W			6						CCR @(d:16, ERd)								8
	W			10						CCR @(d:24, ERd)								12
	W				4					ERd32-2 ERd32, CCR @ERd								8
	W					6				CCR @aa:16								8
	W					8				CCR @aa:24								10
ANDC	B	2								CCR #xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
ORC	B	2								CCR #xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
XORC	B	2								CCR@#xx:8 CCR	↑	↑	↑	↑	↑	↑		2
NOP									2	PC PC+2								2

(8) データ転送命令

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								実行バイト数*1		
		#xx	Rn @ERn	@(d, ERn) @-ERn/ERn+	@aa @aa @aa @aa		I	H	N	Z	V	C	ナニ	7ドット			
EEPMOV	EEPMOV.B					4	if R4L 0 Repeat @R5 @R6 R5+1 R5 R6+1 R6 R4L-1 R4L Until R4L=0 else next;									8+4n*2	
	EEPMOV.W					4	if R4 0 Repeat @R5 @R6 R5+1 R5 R6+1 R6 R4-1 R4 Until R4=0 else next;										8+4n*2

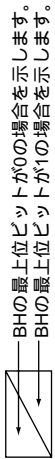
【注】 *1 実行ステート数は、オペコードおよびオペランドが内蔵メモリに存在する場合は、「付録A.3 命令実行ステート数」を参照してください。

*2 nはR4LまたはR4の設定値です。

- (1) 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。
- (2) 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。
- (3) 演算結果がゼロのとき、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。
- (4) 補正結果に桁上がりが発生したとき、1にセットされ、それ以外のとき演算前の値を保持します。
- (5) エロック同期転送命令の実行ステート数は一定ではありません。
- (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。

A.2 オペレーションコードマップ

表 A.2 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
AH AL	BH BL

AH	AL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NOP	表A.2(2)	STC	LDC	LDC	ORC	XORC	ANDC	LDC	ADD	ADD	表A.2(2)	表A.2(2)	MOV	ADDX	表A.2(2)	
1	表A.2(2)	表A.2(2)	表A.2(2)	表A.2(2)	表A.2(2)	OR.B	XOR.B	AND.B	表A.2(2)	SUB	SUB	表A.2(2)	表A.2(2)	CMP	SUBX	表A.2(2)	
MOV. B																	
4	BRA	BRN	BHI	BLS	BCC	BCC	BCS	BNE	BEQ	BVC	BVS	BPL	BMI	BGE	BLT	BGT	BLE
5	MULXU	DIVXU	MULXU	DIVXU	RTS	RTS	BSR	RTE	TRAPA	表A.2(2)		JMP		BSR		JSR	
6	BSET	BNOT	BCLR	BTST	OR	OR	XOR	AND	BST	BST							
7					BOR	BOR	BXOR	BAND	BLD	BLD	MOV	表A.2(2)	EEMOV	表A.2(2)			表A.2(3)
8											ADD						
9											ADDX						
A												CMP					
B												SUBX					
C												OR					
D												XOR					
E												AND					
F												MOV					

表 A.2 オペレーションコードマップ (2)

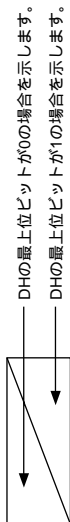
命令コード：

第1バイト	第2バイト
AH AL	BH BL

BH/AHAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
01	MOV				LDC/STC				SLEEP				表A.2 (3)	表A.2 (3)		表A.2 (3)
0A	INC												ADD			
0B	ADDS					INC		INC	ADDS					INC		INC
0F	DAA															
10	SHLL								SHAL					SHAL		
11	SHLR								SHAR					SHAR		
12	ROTXL								ROTL					ROTL		
13	ROTXR								ROTR					ROTR		
17	NOT								EXTU					NEG		EXTS
1A	DEC															
1B	SUBS							DEC	SUBS					DEC		DEC
1F	DAS															
58	BRA	BRN	BHI	BLS	BCC	BCS	BNE	BEQ	BVC	BVS	BPL	BMI	BGE	BLT	BGT	BLE
79	MOV	ADD	CMP	SUB	OR	XOR	AND									
7A	MOV	ADD	CMP	SUB	OR	XOR	AND									

表 A.2 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		A		B		C		D		E		F	
AH/AL/BL/CL		AH	AL	BH	BL	CH	CL	DH	DL	8	9	LDC	STC	LDC	STC	LDC	STC	LDC	STC	LDC	STC
01406	MULXS					MULXS															
01D05	DIVXS			DIVXS																	
01F06						DIVXS		AND													
7C06 ^{*1}						BTST															
7C07 ^{*1}						BTST		BOR		BAND		BLD		BAND		BLD		BAND		BLD	
7D06 ^{*1}	BSET	BNOT		BCLR						BOR		BAND		BLD		BOR		BAND		BLD	
7D07 ^{*1}	BSET	BNOT		BCLR						BIOR		BAND		BAND		BIOR		BAND		BAND	
7Eaa6 ^{*2}						BTST															
7Eaa7 ^{*2}						BTST		BOR		BAND		BAND		BLD		BOR		BAND		BLD	
7Faa6 ^{*2}	BSET	BNOT		BCLR						BIOR		BAND		BAND		BIOR		BAND		BAND	
7Faa7 ^{*2}	BSET	BNOT		BCLR																	



命令コード: — DHの最上位ビットが0の場合を示します。
 — DHの最上位ビットが1の場合を示します。

【注】*1 rはレジスタ指定部

*2 aaは絶対アドレス指定部

A.3 命令実行ステート数

H8/300H 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.4 に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.3 に各々のサイクル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。

$$\text{実行ステート数} = I \cdot S_I + J \cdot S_J + K \cdot S_K + L \cdot S_L + M \cdot S_M + N \cdot S_N$$

実行ステート数計算例

(例) 内蔵 ROM より命令をフェッチし、内蔵 RAM をアクセスした場合

1. BSET #0, @FF00

表A.4より

$$I = L = 2, J = K = M = N = 0$$

表A.3より

$$S_I = 2, S_L = 2$$

$$\text{実行ステート数} = 2 \times 2 + 2 \times 2 = 8$$

内蔵ROMより命令をフェッチし、内蔵ROMより分岐アドレスをリード、スタック領域は内蔵RAMとした場合

2. JSR @@30

表A.4より

$$I = 2, J = K = 1, L = M = N = 0$$

表A.3より

$$S_I = S_J = S_K = 2$$

$$\text{実行ステート数} = 2 \times 2 + 1 \times 2 + 1 \times 2 = 8$$

表 A.3 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	
命令フェッチ S_I	2	-	
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または3*
ワードデータアクセス S_M			2または3*
内部動作 S_N	1		

【注】 * 内蔵周辺モジュールによって異なります。詳細は、「22.1 レジスタアドレス一覧 (アドレス順)」を参照してください。

表 A.4 命令の実行状態 (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					
BAND	BAND #xx:3, Rd	1					
	BAND #xx:3, @ERd	2			1		
	BAND #xx:3, @aa:8	2			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					

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
Bcc	BGT d:8	2					
	BLE d:8	2					
	BRA d:16(BT d:16)	2					2
	BRN d:16(BF d:16)	2					2
	BHI d:16	2					2
	BLS d:16	2					2
	BCC d:16(BHS d:16)	2					2
	BCS d:16(BLO d:16)	2					2
	BNE d:16	2					2
	BEQ d:16	2					2
	BVC d:16	2					2
	BVS d:16	2					2
	BPL d:16	2					2
	BMI d:16	2					2
	BGE d:16	2					2
	BLT d:16	2					2
BGT d:16	2					2	
BLE d:16	2					2	
BCLR	BCLR #xx:3, Rd	1					
	BCLR #xx:3, @ERd	2			2		
	BCLR #xx:3, @aa:8	2			2		
	BCLR Rn, Rd	1					
	BCLR Rn, @ERd	2			2		
	BCLR Rn, @aa:8	2			2		
BIAND	BIAND #xx:3, Rd	1					
	BIAND #xx:3, @ERd	2			1		
	BIAND #xx:3, @aa:8	2			1		
BILD	BILD #xx:3, Rd	1					
	BILD #xx:3, @ERd	2			1		
	BILD #xx:3, @aa:8	2			1		
BIOR	BIOR #xx:8, Rd	1					
	BIOR #xx:8, @ERd	2			1		
	BIOR #xx:8, @aa:8	2			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		
BIXOR	BIXOR #xx:3, Rd	1					
	BIXOR #xx:3, @ERd	2			1		
	BIXOR #xx:3, @aa:8	2			1		
BLD	BLD #xx:3, Rd	1					
	BLD #xx:3, @ERd	2			1		
	BLD #xx:3, @aa:8	2			1		
BNOT	BNOT #xx:3, Rd	1					
	BNOT #xx:3, @ERd	2			2		
	BNOT #xx:3, @aa:8	2			2		
	BNOT Rn, Rd	1					
	BNOT Rn, @ERd	2			2		
	BNOT Rn, @aa:8	2			2		
BOR	BOR #xx:3, Rd	1					
	BOR #xx:3, @ERd	2			1		
	BOR #xx:3, @aa:8	2			1		
BSET	BSET #xx:3, Rd	1					
	BSET #xx:3, @ERd	2			2		
	BSET #xx:3, @aa:8	2			2		
	BSET Rn, Rd	1					
	BSET Rn, @ERd	2			2		
	BSET Rn, @aa:8	2			2		
BSR	BSR d:8	2		1			
	BSR d:16	2		1			2
BST	BST #xx:3, Rd	1					
	BST #xx:3, @ERd	2			2		
	BST #xx:3, @aa:8	2			2		
BTST	BTST #xx:3, Rd	1					
	BTST #xx:3, @ERd	2			1		
	BTST #xx:3, @aa:8	2			1		
	BTST Rn, Rd	1					
	BTST Rn, @ERd	2			1		
	BTST Rn, @aa:8	2			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
BXOR	BXOR #xx:3, Rd	1					
	BXOR #xx:3, @ERd	2			1		
	BXOR #xx:3, @aa:8	2			1		
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					12
	DIVXS.W Rs, ERd	2					20
DIVXU	DIVXU.B Rs, Rd	1					12
	DIVXU.W Rs, ERd	1					20
EEPMOV	EEPMOV.B	2			$2n+2^{*1}$		
	EEPMOV.W	2			$2n+2^{*1}$		
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					2
	JMP @@aa:8	2	1				2
JSR	JSR @ERn	2		1			
	JSR @aa:24	2		1			2
	JSR @@aa:8	2	1	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
LDC	LDC #xx:8, CCR	1					
	LDC Rs, CCR	1					
	LDC@ERs, CCR	2				1	
	LDC@(d:16, ERs), CCR	3				1	
	LDC@(d:24, ERs), CCR	5				1	
	LDC@ERs+, CCR	2				1	2
	LDC@aa:16, CCR	3				1	
	LDC@aa:24, CCR	4				1	
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:24, ERs), Rd	4			1		
	MOV.B @ERs+, Rd	1			1		2
	MOV.B @aa:8, Rd	1			1		
	MOV.B @aa:16, Rd	2			1		
	MOV.B @aa:24, Rd	3			1		
	MOV.B Rs, @ERd	1			1		
	MOV.B Rs, @(d:16, ERd)	2			1		
	MOV.B Rs, @(d:24, ERd)	4			1		
	MOV.B Rs, @-ERd	1			1		2
	MOV.B Rs, @aa:8	1			1		
	MOV.B Rs, @aa:16	2			1		
	MOV.B Rs, @aa:24	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:24, ERs), Rd	4				1	
	MOV.W @ERs+, Rd	1				1	2
	MOV.W @aa:16, Rd	2				1	
	MOV.W @aa:24, Rd	3				1	
	MOV.W Rs, @ERd	1				1	
	MOV.W Rs, @(d:16, ERd)	2				1	
	MOV.W Rs, @(d:24, ERd)	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.W Rs, @-ERd	1				1	2
	MOV.W Rs, @aa:16	2				1	
	MOV.W Rs, @aa:24	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:24,ERs), ERd	5				2	
	MOV.L @ERs+, ERd	2				2	2
	MOV.L @aa:16, ERd	3				2	
	MOV.L @aa:24, ERd	4				2	
	MOV.L ERs, @ERd	2				2	
	MOV.L ERs, @(d:16,ERd)	3				2	
	MOV.L ERs, @(d:24,ERd)	5				2	
	MOV.L ERs, @-ERd	2				2	2
	MOV.L ERs, @aa:16	3				2	
MOV.L ERs, @aa:24	4				2		
MOVFPPE	MOVFPPE @aa:16, Rd* ²	2			1		
MOVTPPE	MOVTPPE Rs, @aa:16* ²	2			1		
MULXS	MULXS.B Rs, Rd	2					12
	MULXS.W Rs, ERd	2					20
MULXU	MULXU.B Rs, Rd	1					12
	MULXU.W Rs, ERd	1					20
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					

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
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					
POP	POP.W Rn	1				1	2
	POP.L ERn	2				2	2
PUSH	PUSH.W Rn	1				1	2
	PUSH.L ERn	2				2	2
ROTL	ROTL.B Rd	1					
	ROTL.W Rd	1					
	ROTL.L ERd	1					
ROTR	ROTR.B Rd	1					
	ROTR.W Rd	1					
	ROTR.L ERd	1					
ROTXL	ROTXL.B Rd	1					
	ROTXL.W Rd	1					
	ROTXL.L ERd	1					
ROTXR	ROTXR.B Rd	1					
	ROTXR.W Rd	1					
	ROTXR.L ERd	1					
RTE	RTE	2		2		2	
RTS	RTS	2		1		2	
SHAL	SHAL.B Rd	1					
	SHAL.W Rd	1					
	SHAL.L ERd	1					
SHAR	SHAR.B Rd	1					
	SHAR.W Rd	1					
	SHAR.L ERd	1					
SHLL	SHLL.B Rd	1					
	SHLL.W Rd	1					
	SHLL.L 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
SHLR	SHLR.B Rd	1					
	SHLR.W Rd	1					
	SHLR.L ERd	1					
SLEEP	SLEEP	1					
STC	STC CCR, Rd	1					
	STC CCR, @ERd	2				1	
	STC CCR, @(d:16,ERd)	3				1	
	STC CCR, @(d:24,ERd)	5				1	
	STC CCR, @-ERd	2				1	2
	STC CCR, @aa:16	3				1	
	STC CCR, @aa:24	4				1	
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					
TRAPA	TRAPA #xx:2	2	1	2			4
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					

【注】 *1 n は R4L、R4 の設定値です。ソース側、デスティネーション側のアクセスが、それぞれ (n+1) 回行われます。

*2 本 LSI では使用できません。

A.4 命令とアドレッシングモードの組み合わせ

表 A.5 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:24,ERn)	@ERn+@ERn	@ERn	@aa:8	@aa:16	@aa:24	@(d:8,PC)	@(d:16,PC)	@@aa:8	—		
データ転送命令	MOV	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	BWL	—	—
	POP, PUSH	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	WL	—
	MOVFP, MOVTFPE,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MOVTFPE,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
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,	—	BW	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MULXS,	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DIVXU	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	DIVXS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
論理演算命令	NEG	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	EXTU, EXTS	—	WL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	AND, OR, XOR	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NOT	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
シフト命令 ビット操作命令 分岐命令 システム制御命令	シフト命令	—	BWL	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ビット操作命令	—	B	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B	—	—	—
	BCC, BSR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	JMP, JSR	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	RTS	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	TRAPA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	RTE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLEEP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	LDC	B	B	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	STC	—	B	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
	ANDC, ORC	B	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	XORC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NOP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ブロック転送命令	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	BW

B. I/O ポート

B.1 I/O ポートブロック図

$\overline{\text{RES}}$ はリセット時 Low、 $\overline{\text{SBY}}$ はリセット時およびスタンバイモードで Low になります。

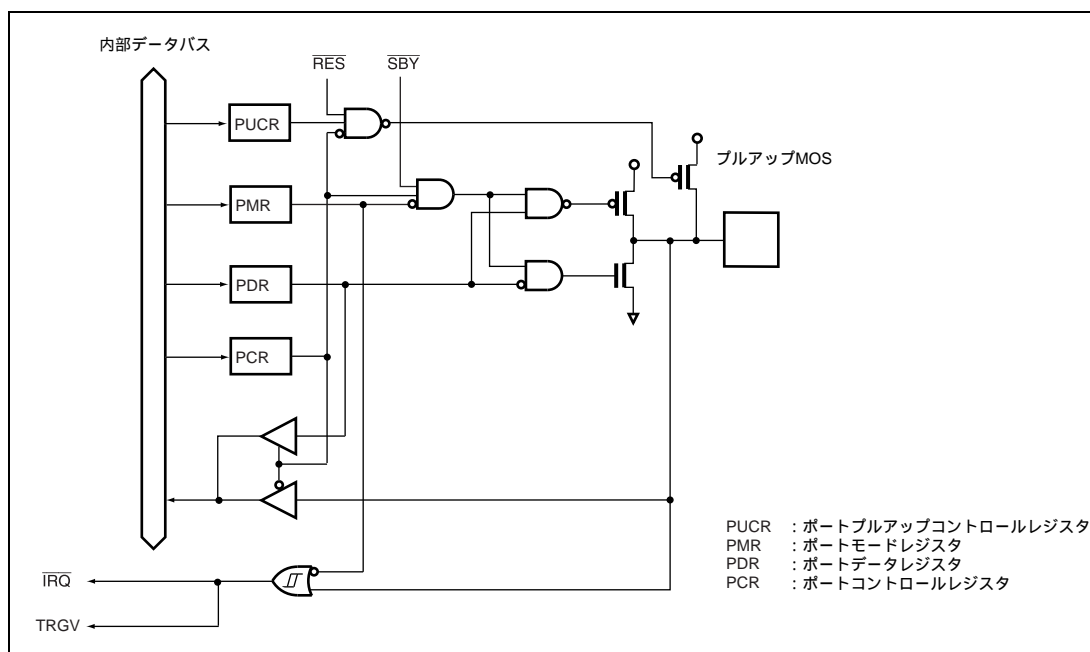


図 B.1 ポート 1 ブロック図 (P17)

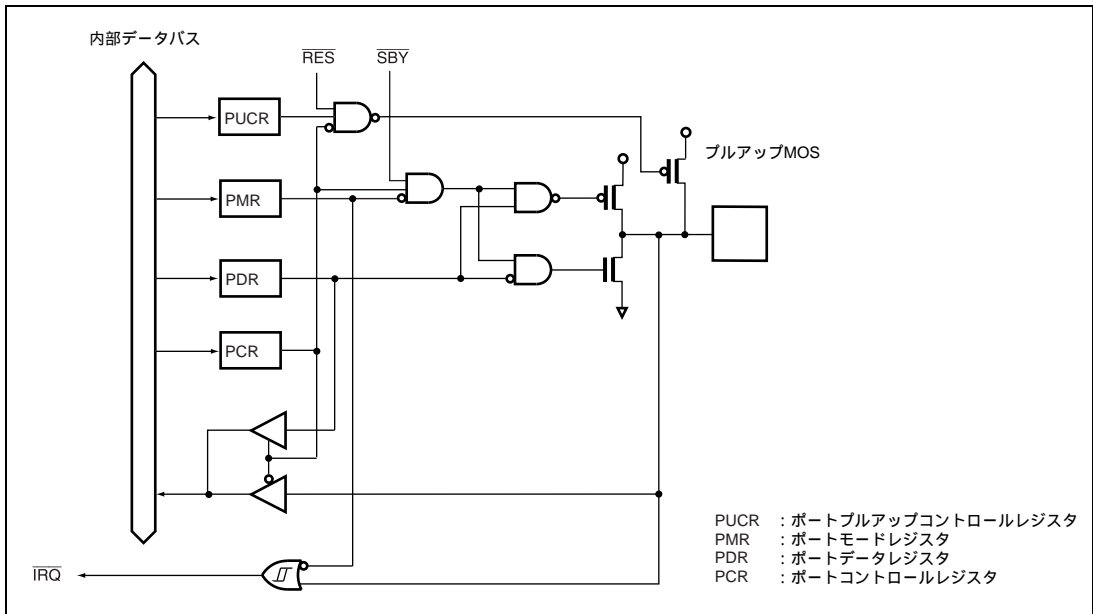


図 B.2 ポート 1 ブロック図 (P16、P14)

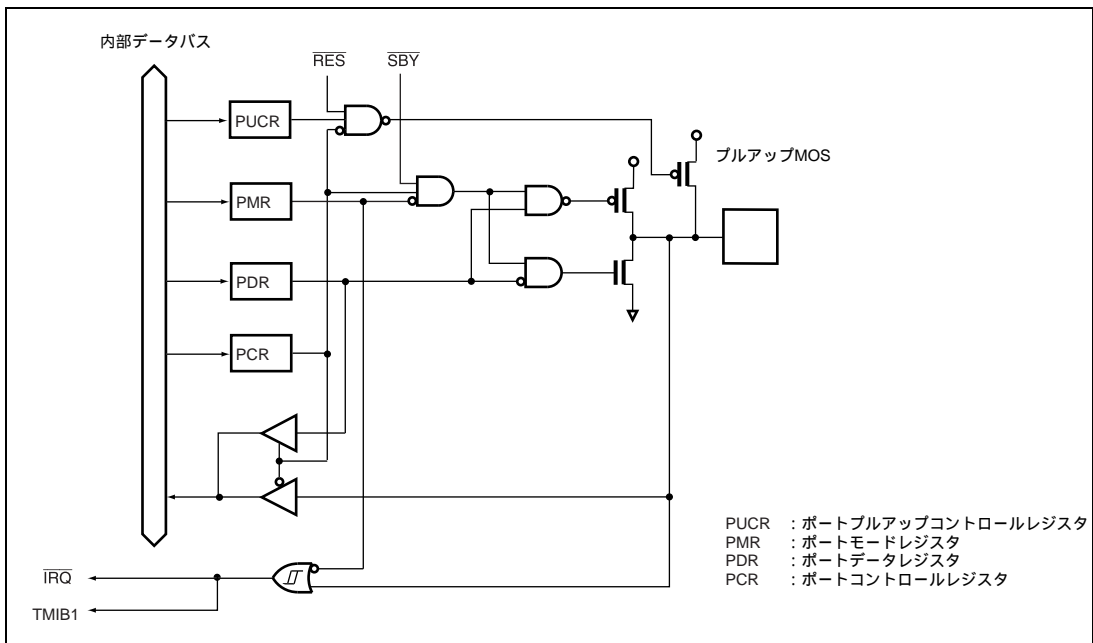


図 B.3 ポート 1 ブロック図 (P15)

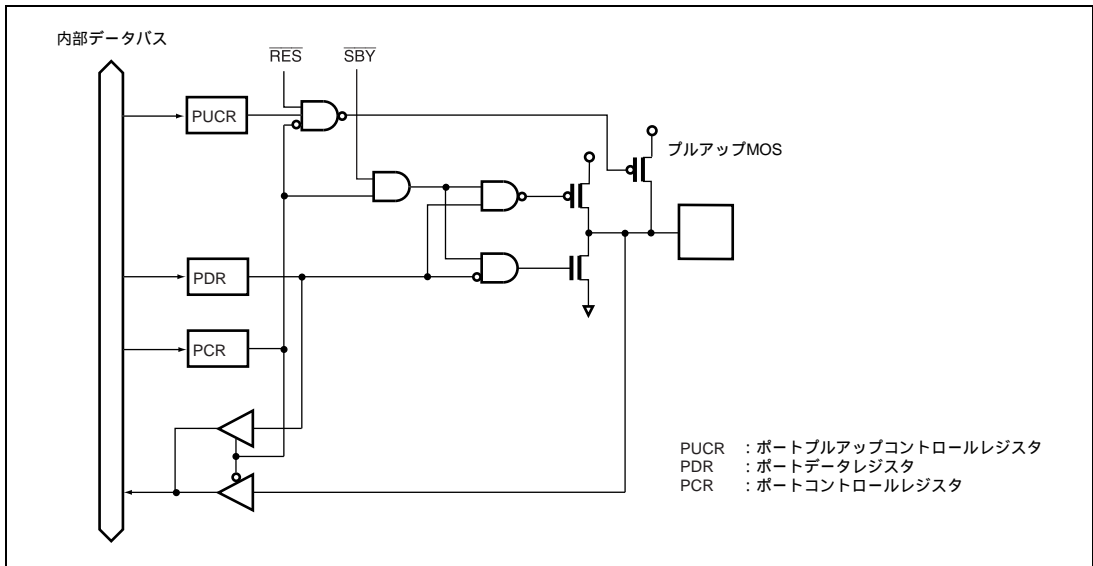


図 B.4 ポート 1 ブロック図 (P12)

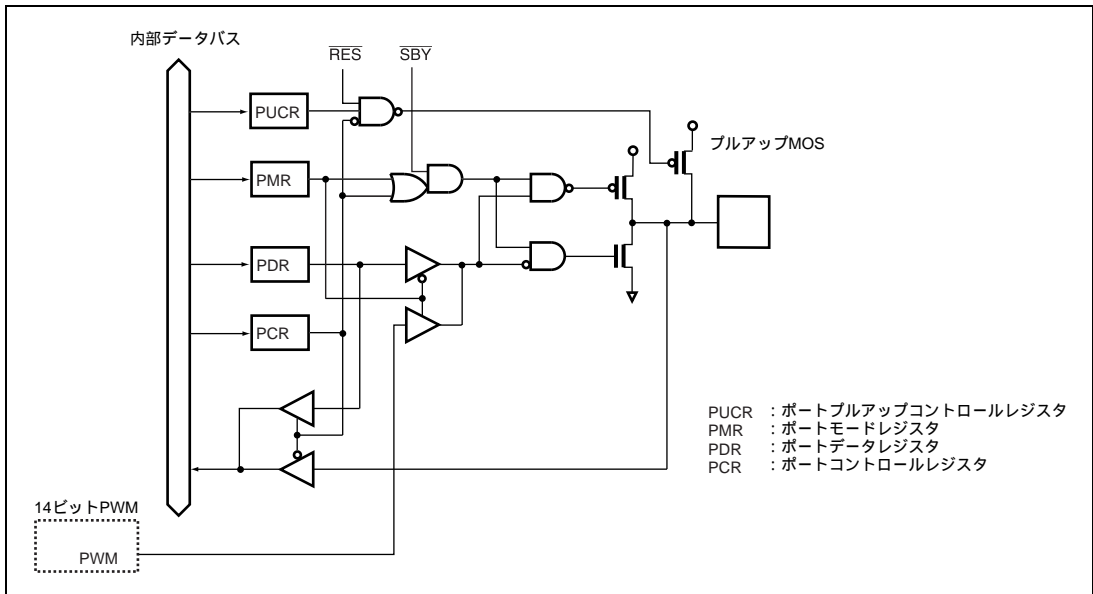


図 B.5 ポート 1 ブロック図 (P11)

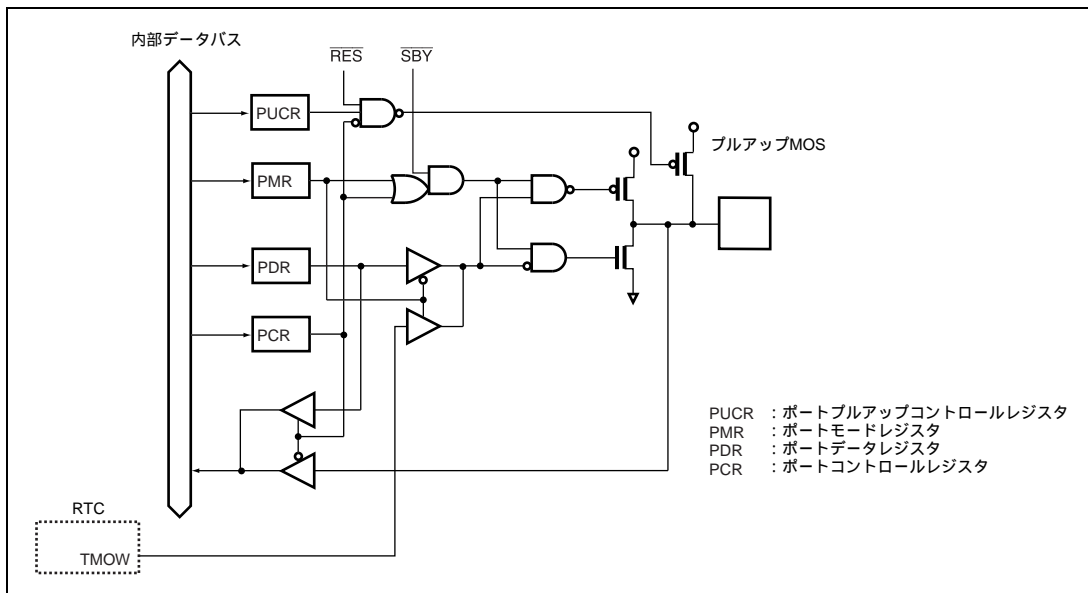


図 B.6 ポート 1 ブロック図 (P10)

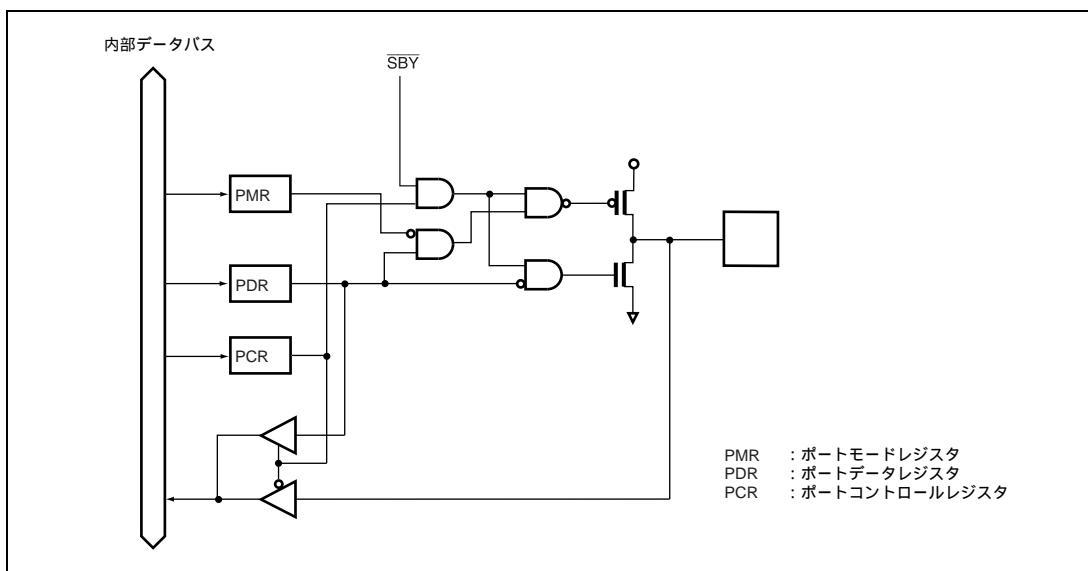


図 B.7 ポート 2 ブロック図 (P27、P26、P25、P24、P23)

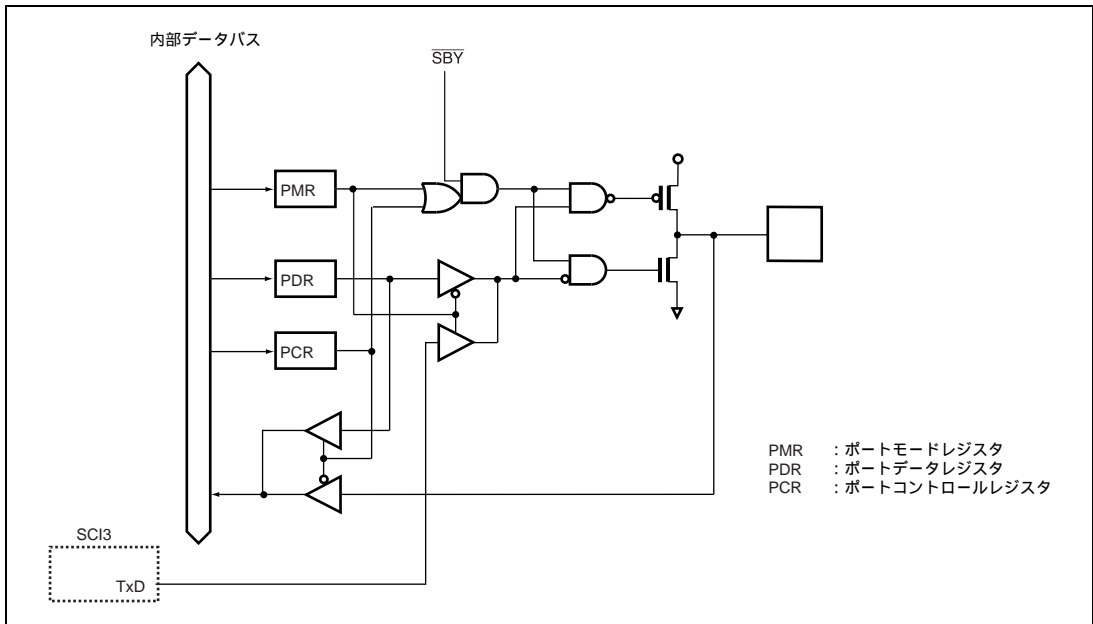


図 B.8 ポート 2 ブロック図 (P22)

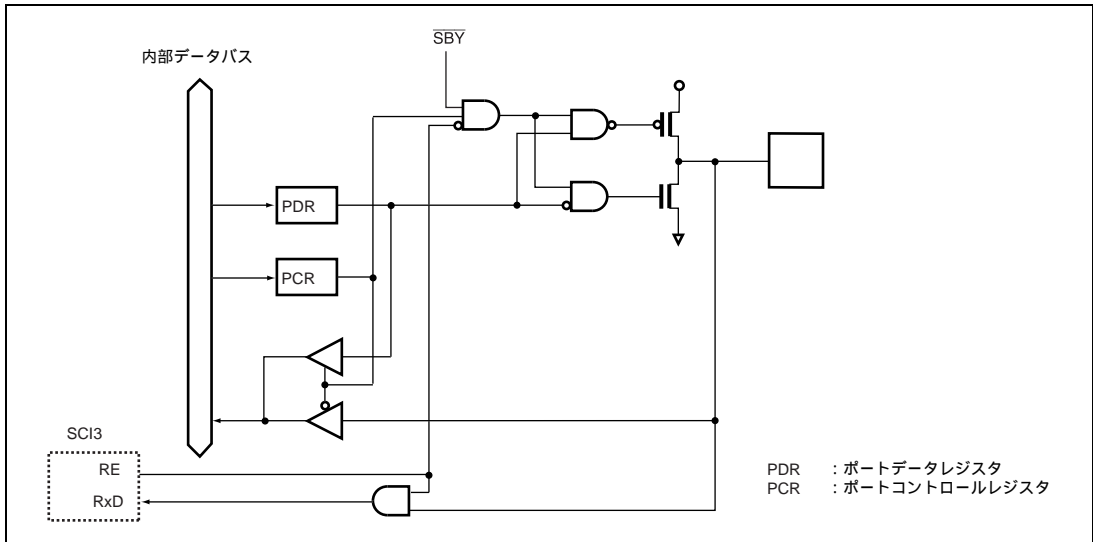


図 B.9 ポート 2 ブロック図 (P21)

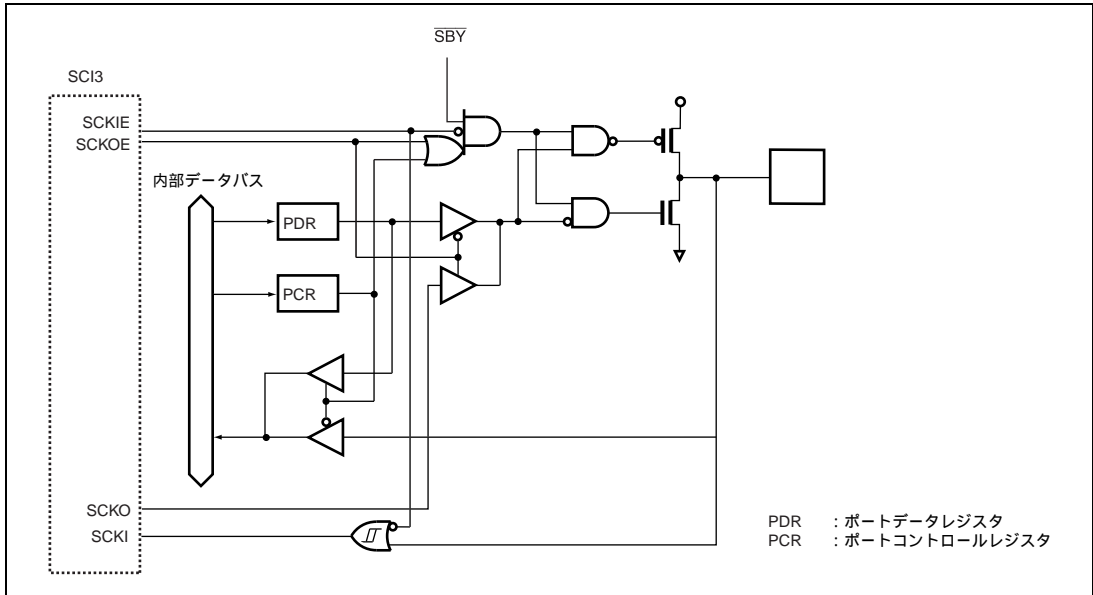


図 B.10 ポート 2 ブロック図 (P20)

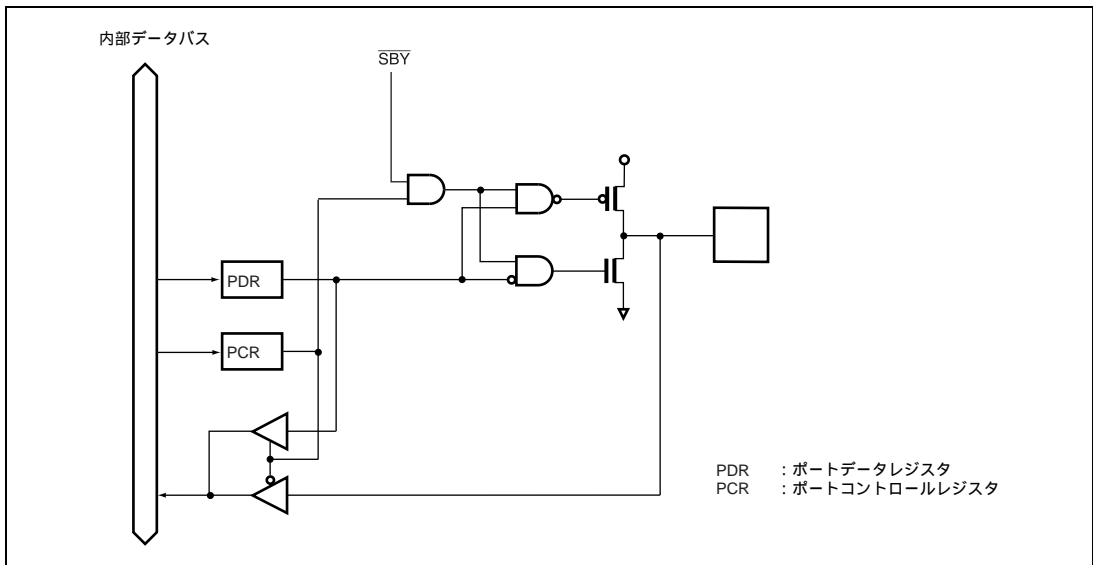


図 B.11 ポート 3 ブロック図 (P37、P36、P35、P34、P33、P32、P31、P30)

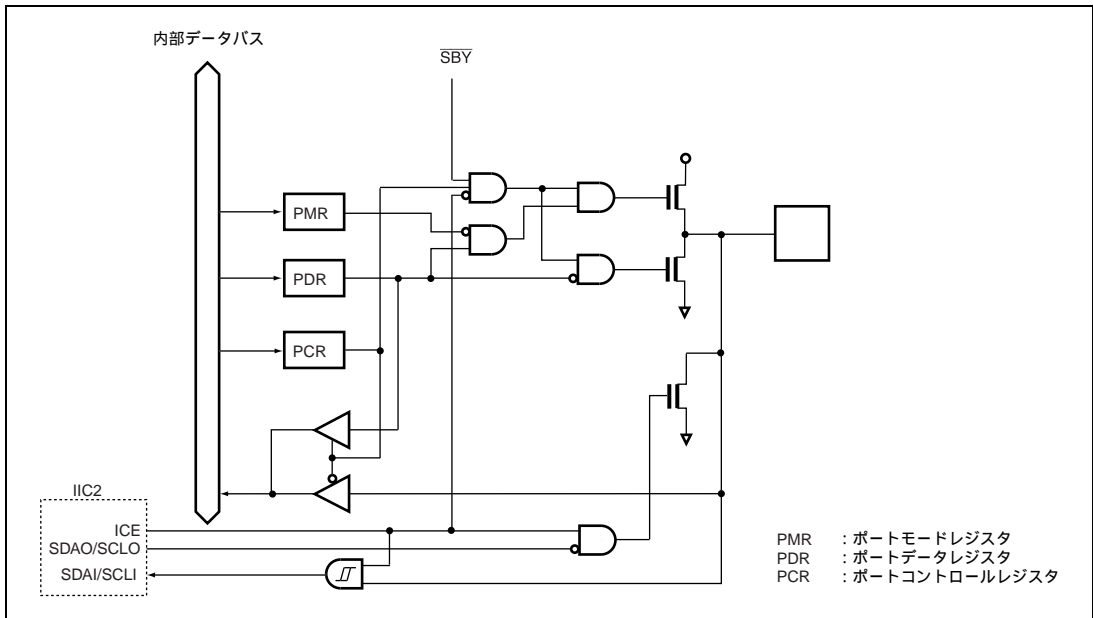


図 B.12 ポート 5 ブロック図 (P57、P56)

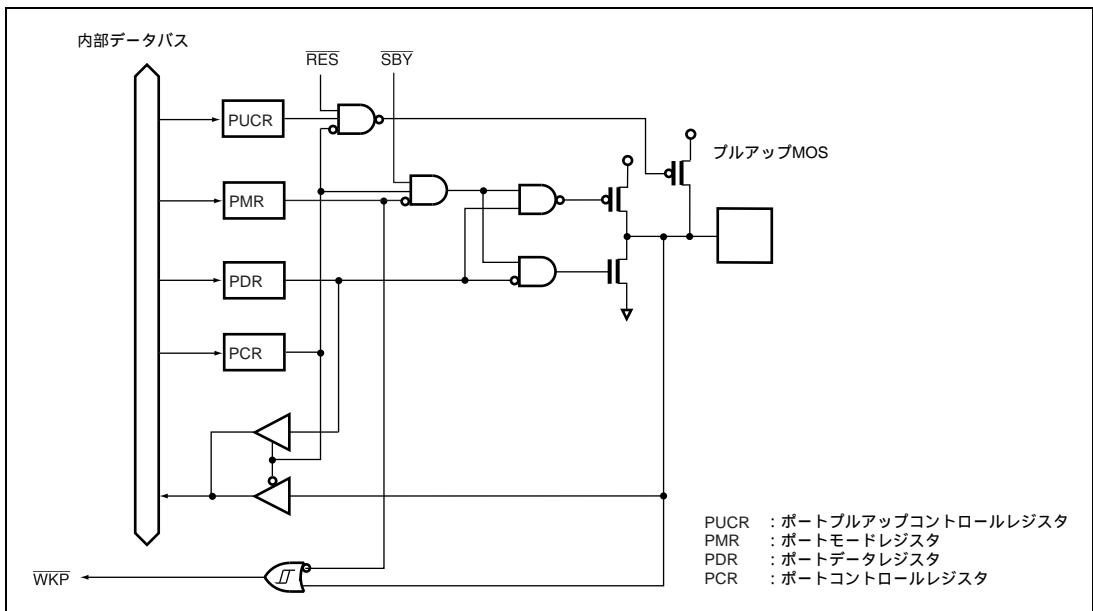


図 B.13 ポート 5 ブロック図 (P55、P54、P53、P52、P51、P50)

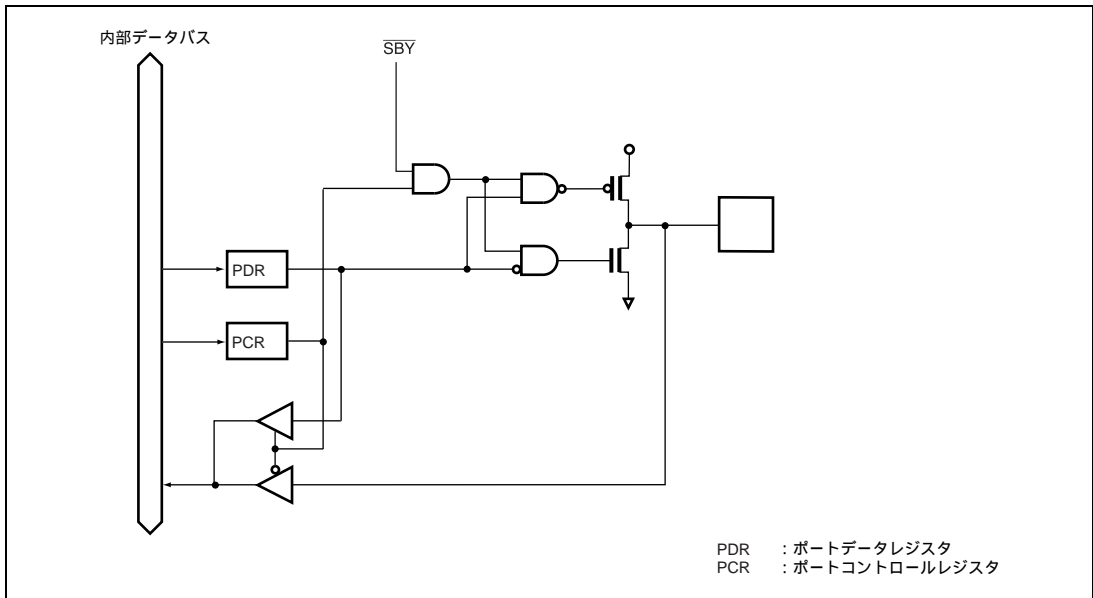


図 B.14 ポート7ブロック図 (P77)

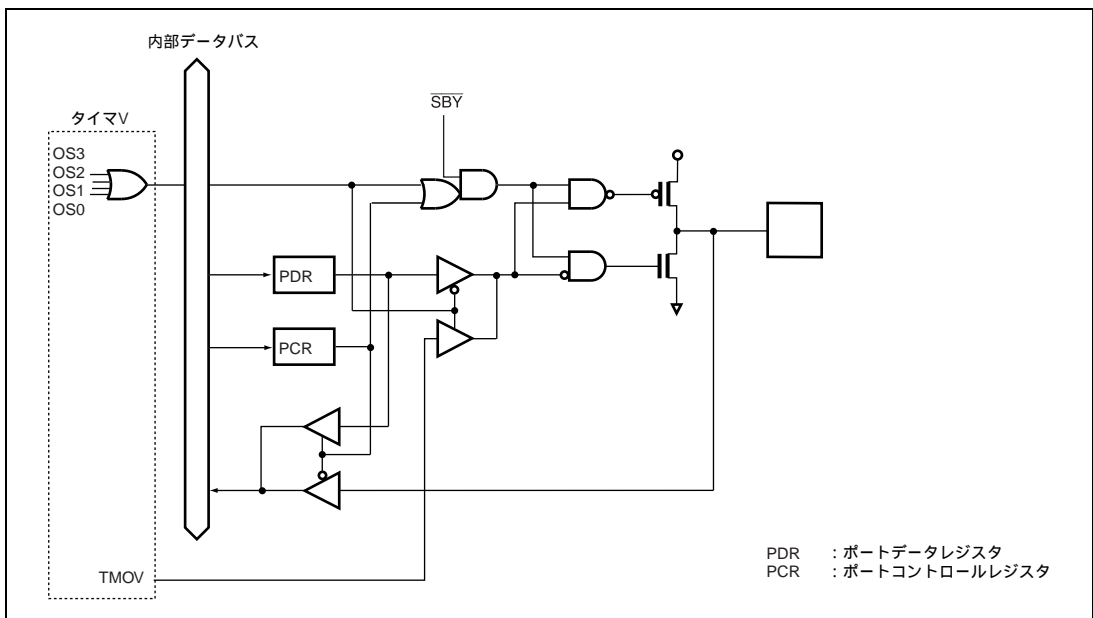


図 B.15 ポート7ブロック図 (P76)

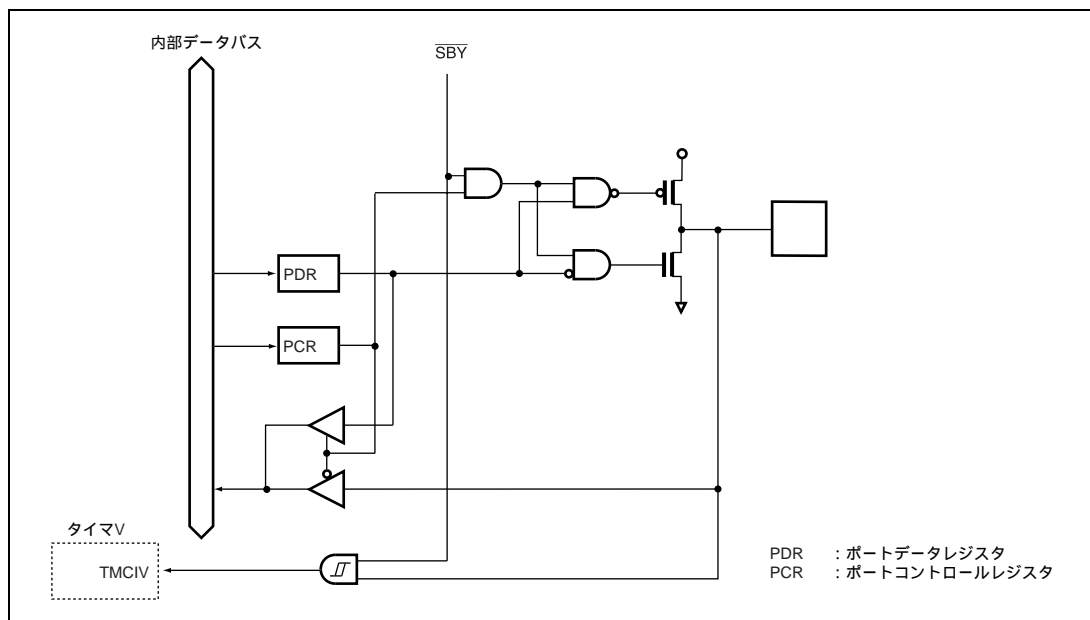


図 B.16 ポート7ブロック図 (P75)

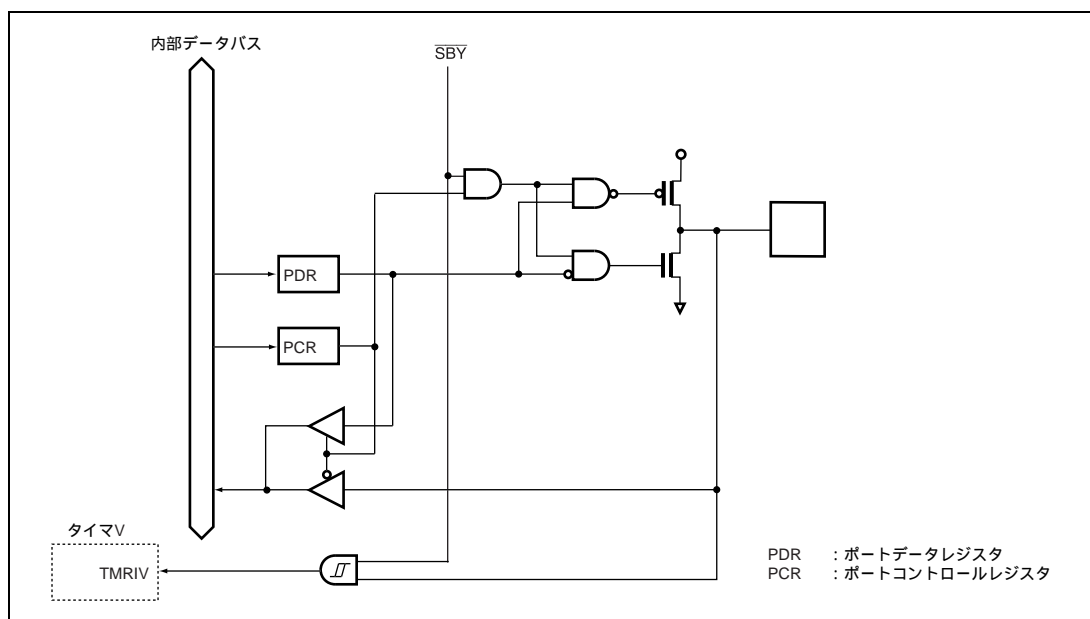


図 B.17 ポート7ブロック図 (P74)

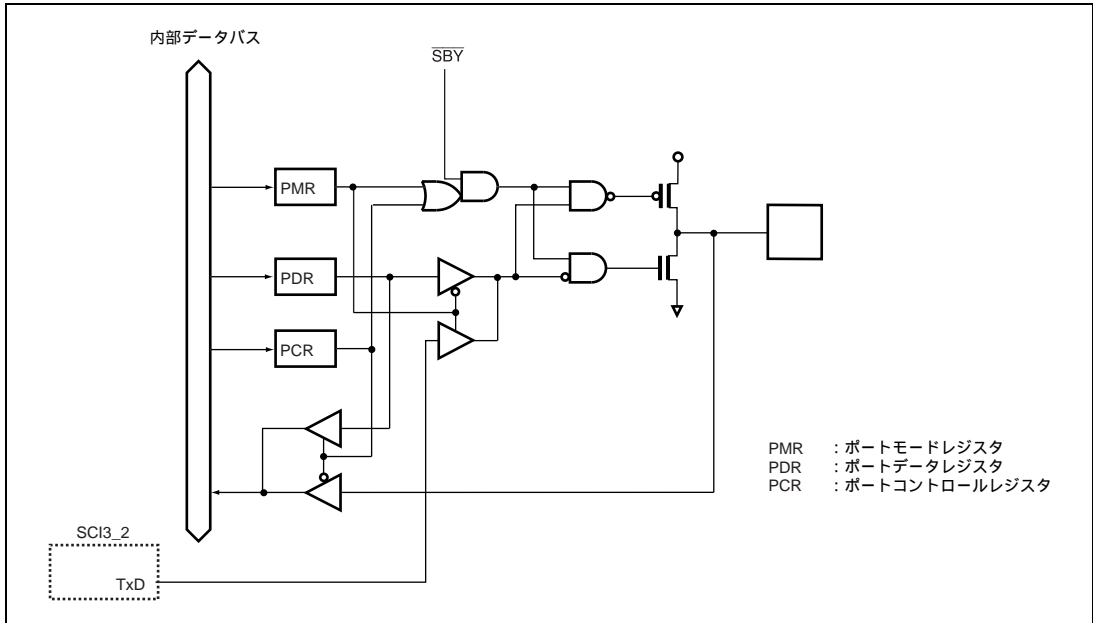


図 B.18 ポート7ブロック図 (P72)

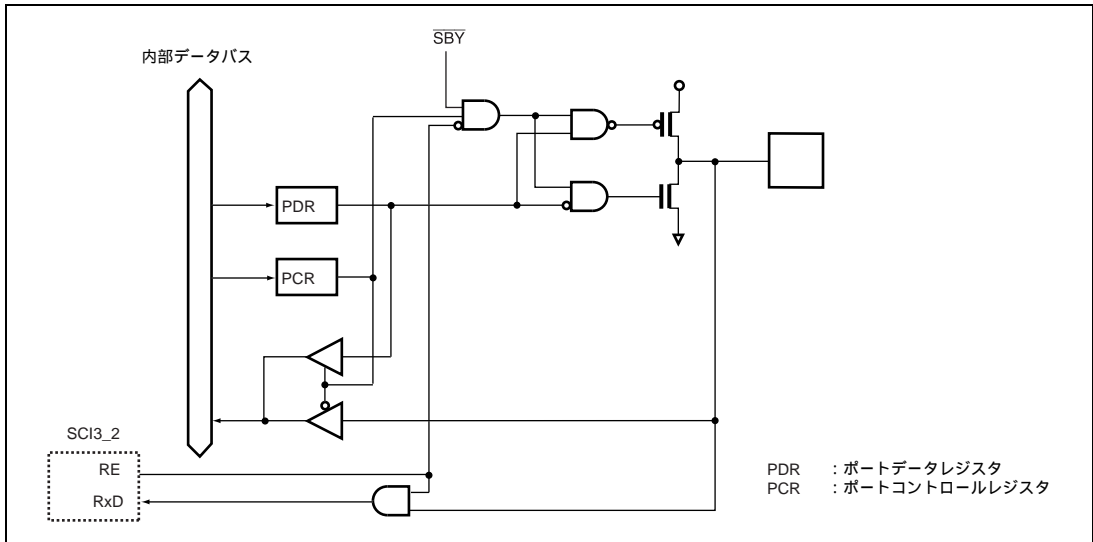


図 B.19 ポート7ブロック図 (P71)

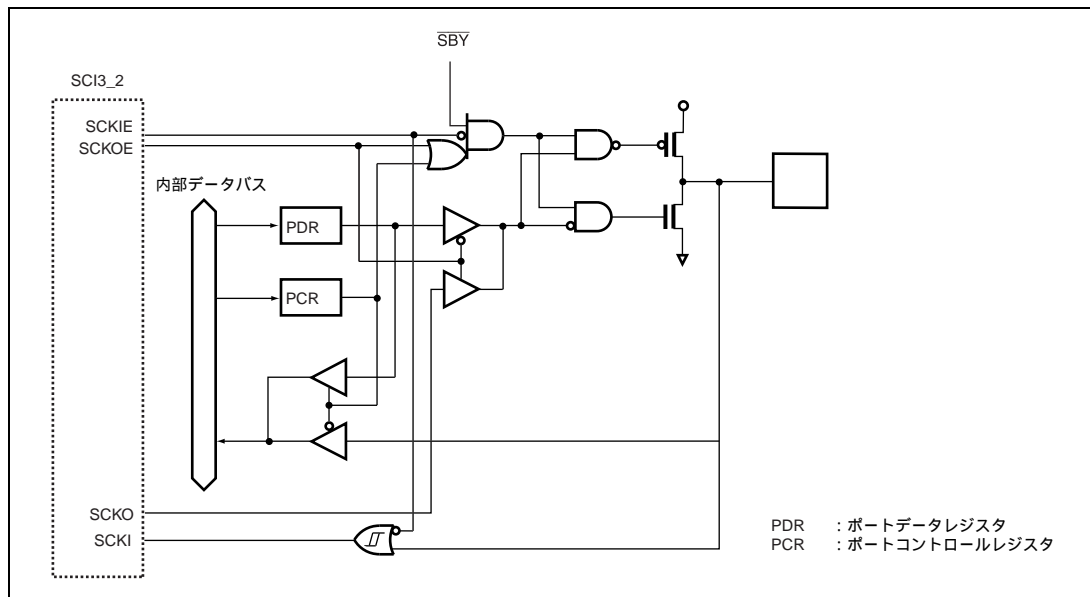


図 B.20 ポート7ブロック図 (P70)

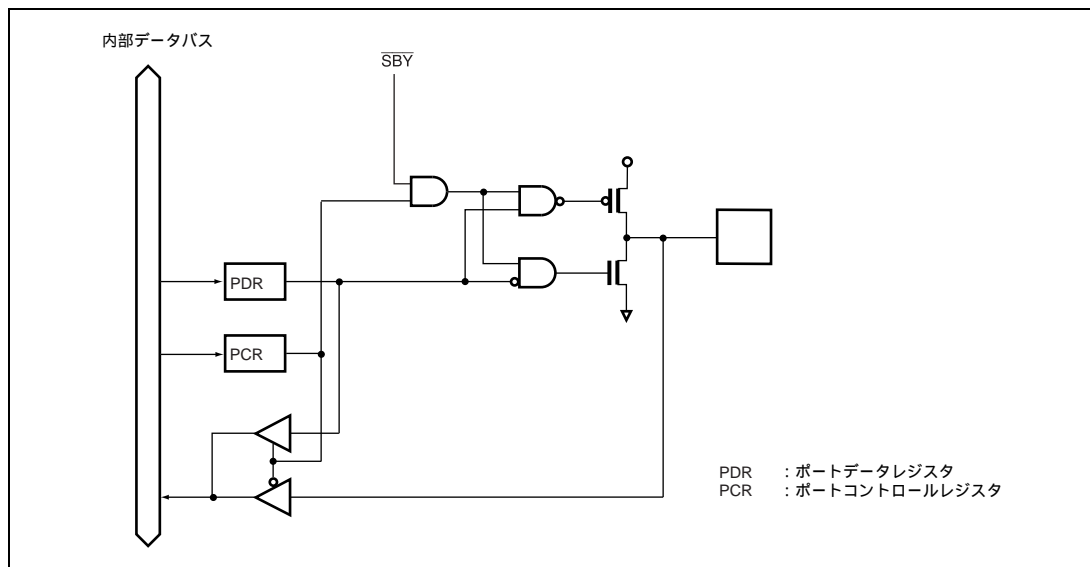


図 B.21 ポート8ブロック図 (P87、P86、P85)

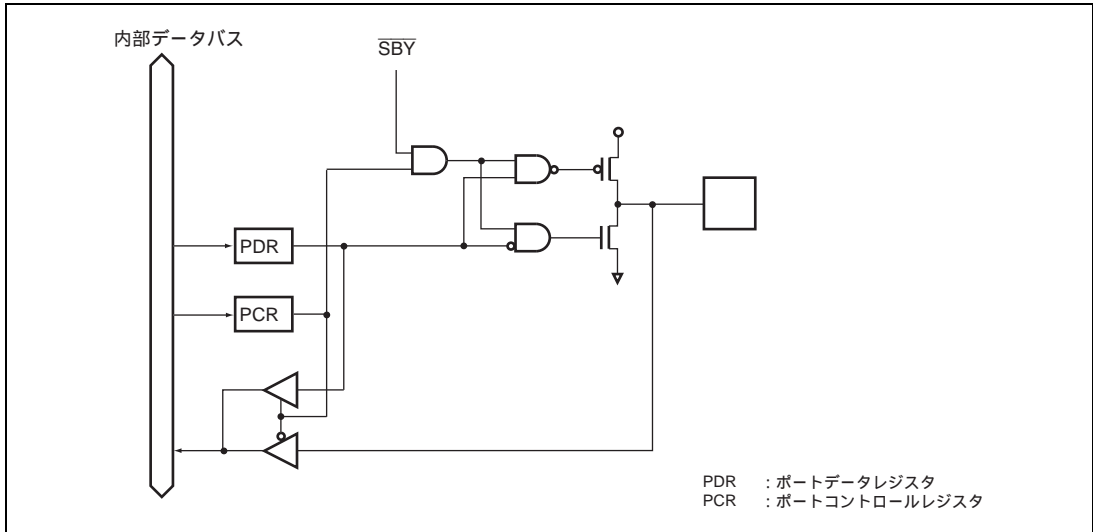


図 B.22 ポート C ブロック図 (PC3、PC2、PC1、PC0)

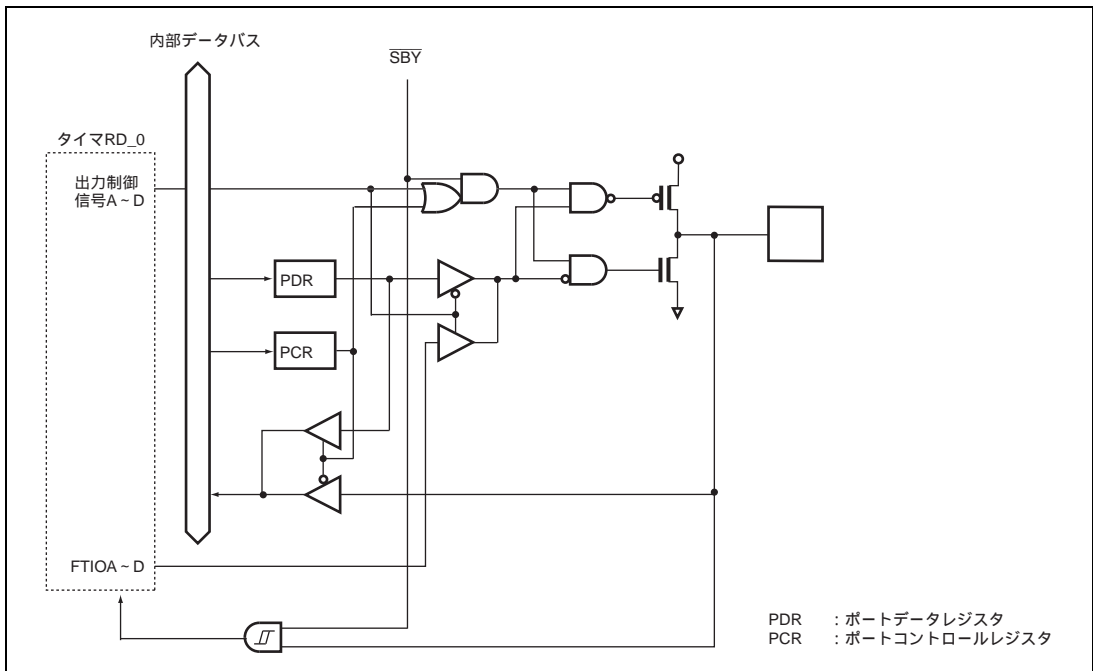


図 B.23 ポート D ブロック図 (PD7、PD6、PD5、PD4、PD3、PD2、PD1、PD0)

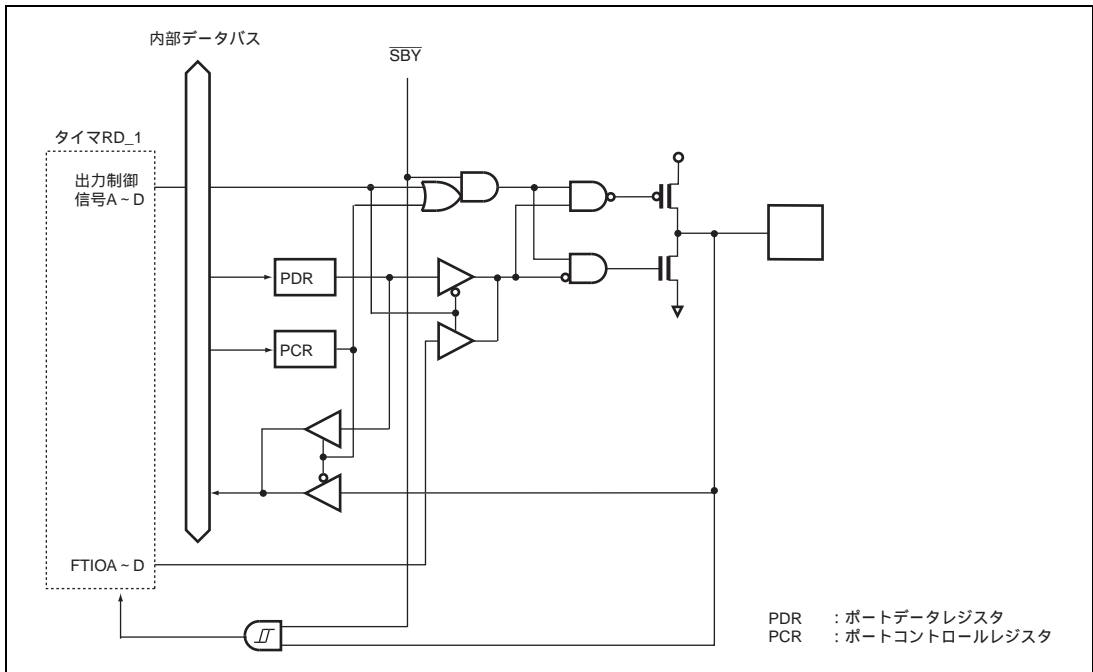


図 B.24 ポート E ブロック図 (PE7、PE6、PE5、PE4、PE3、PE2、PE1、PE0)

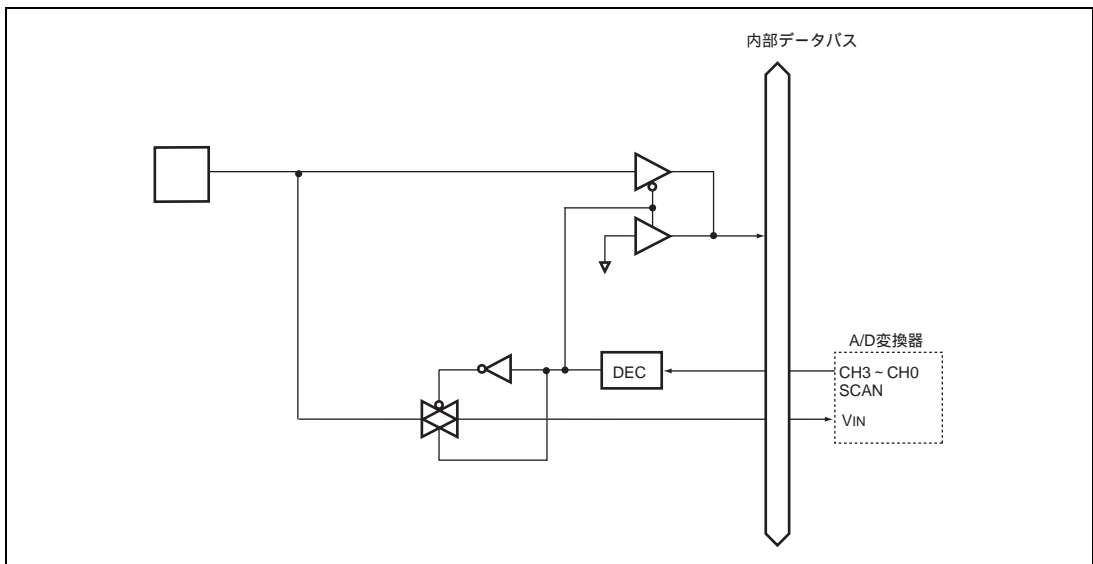


図 B.25 ポート F ブロック図 (PF7、PF6、PF5、PF4、PF3、PF2、PF1、PF0)

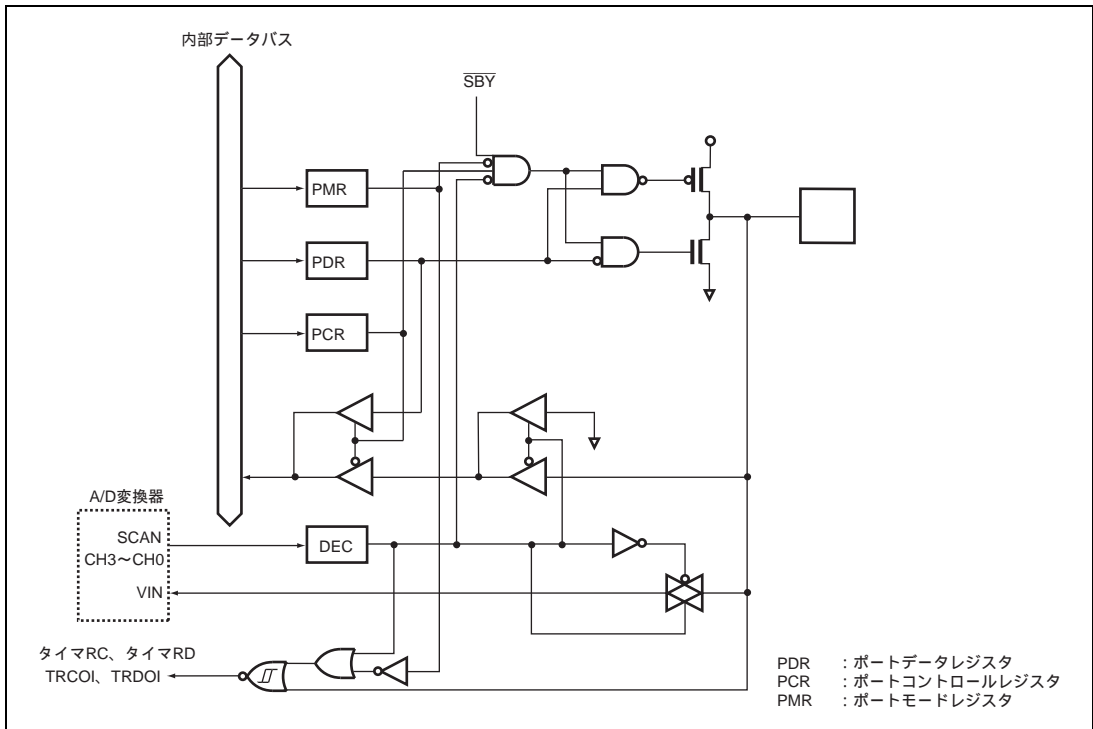


図 B.26 ポート G ブロック図 (PG7、PG6、PG5)

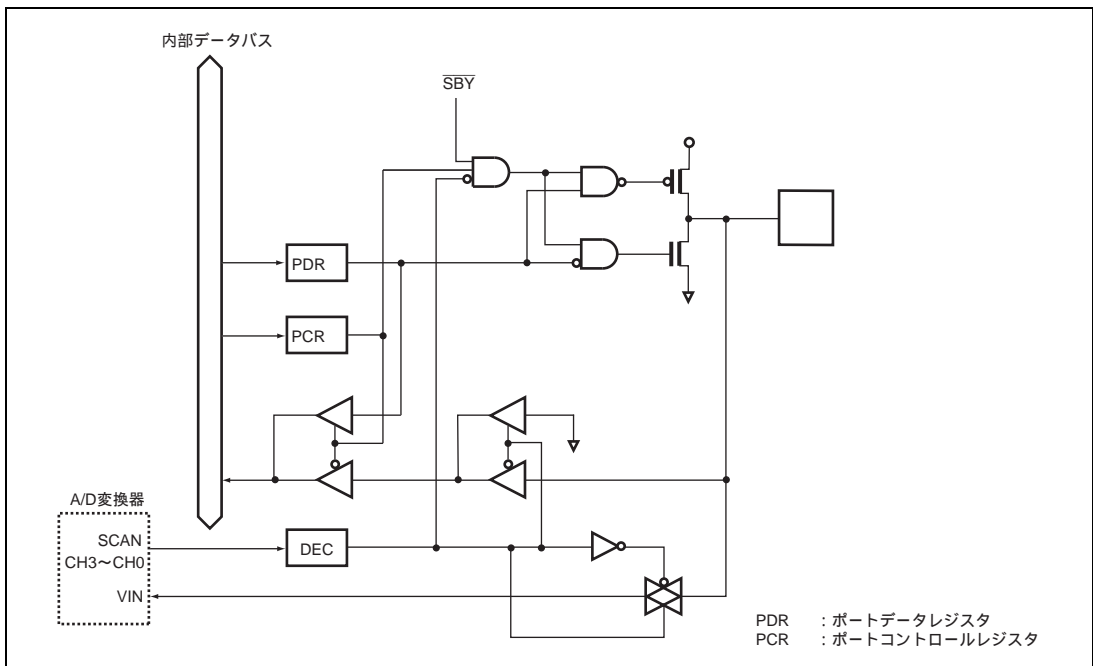


図 B.27 ポート G ブロック図 (PG4、PG3、PG2、PG1、PG0)

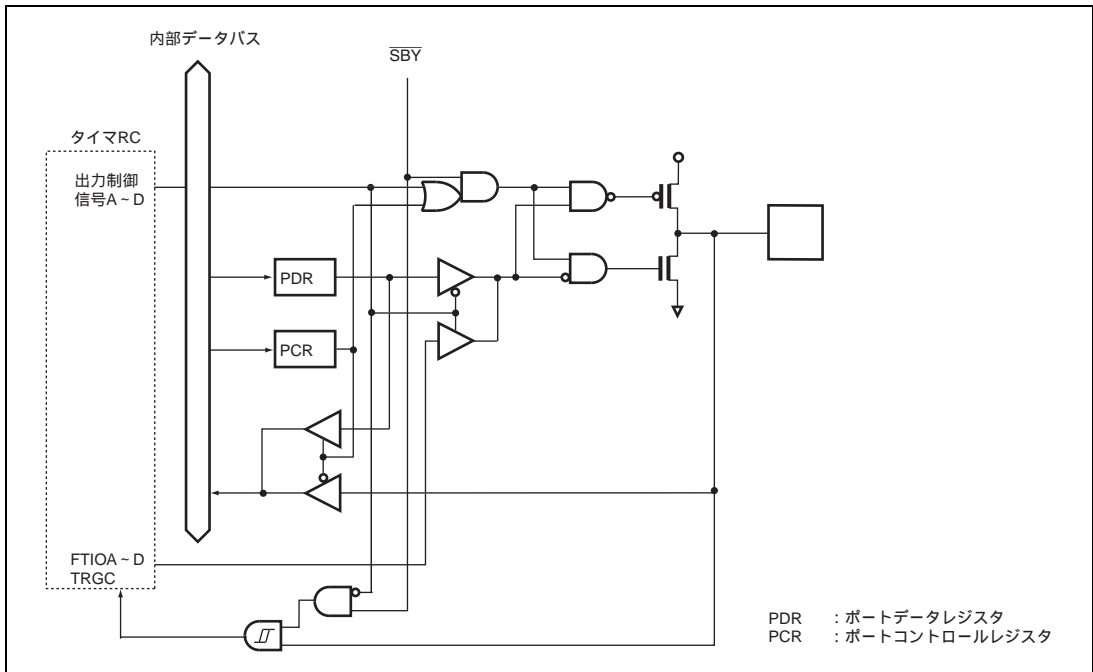


図 B.28 ポートHブロック図 (PH7、PH6、PH5、PH4)

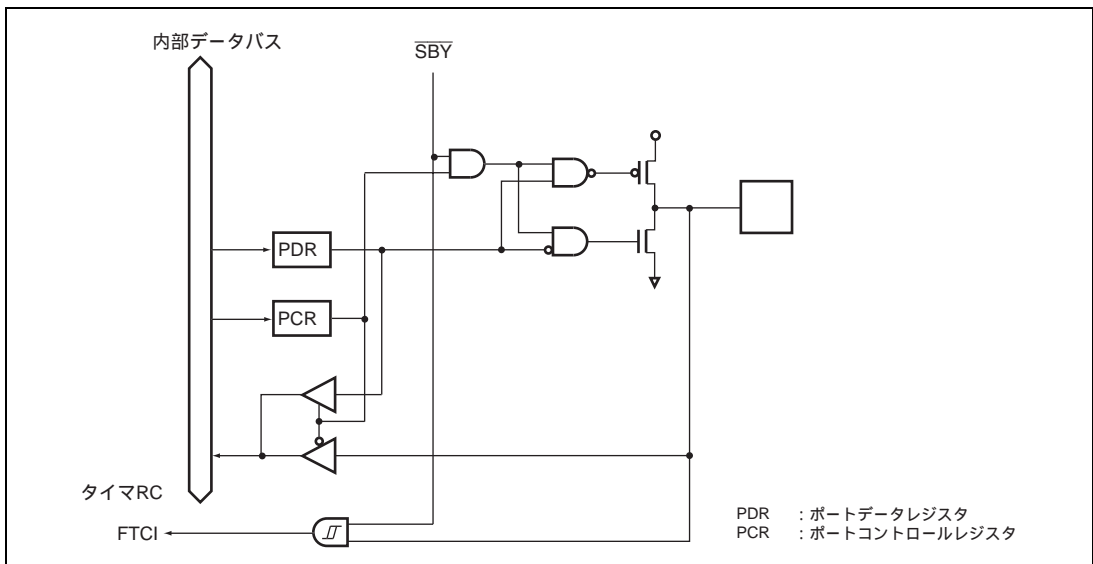


図 B.29 ポートHブロック図 (PH3)

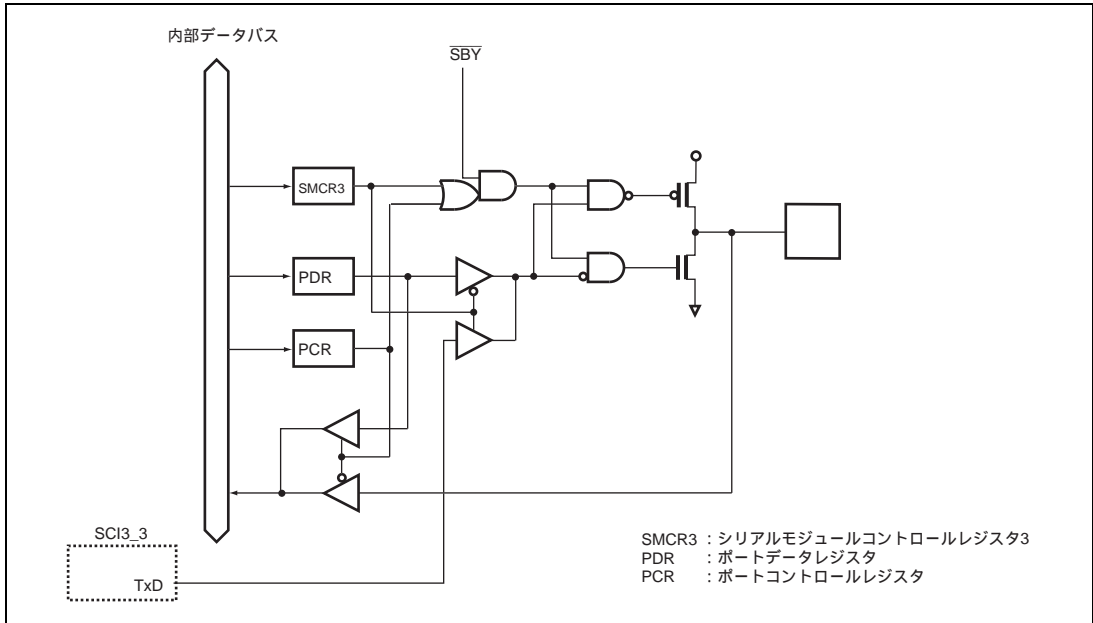


図 B.30 ポートHブロック図 (PH2)

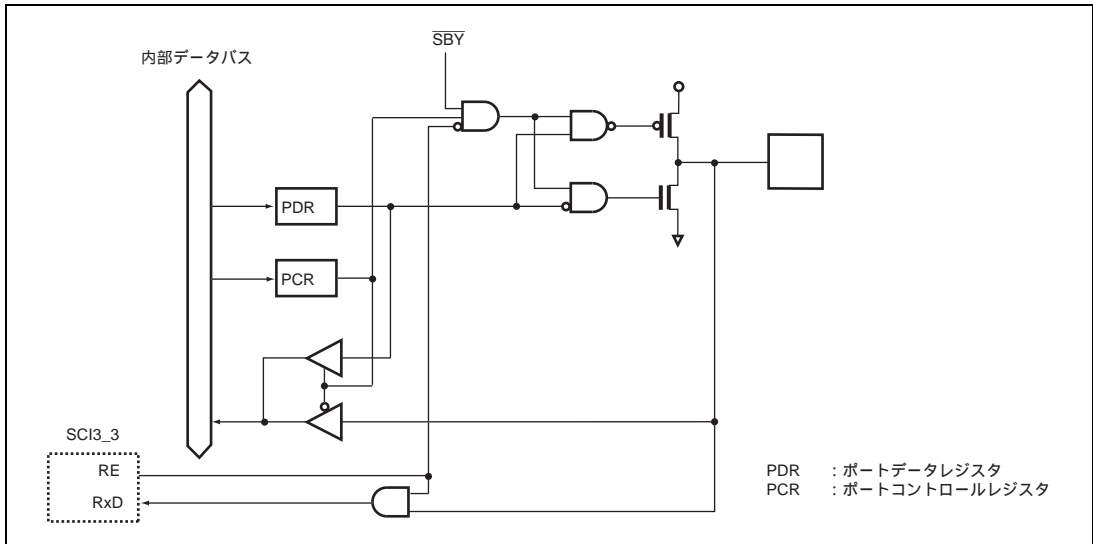


図 B.31 ポートHブロック図 (PH1)

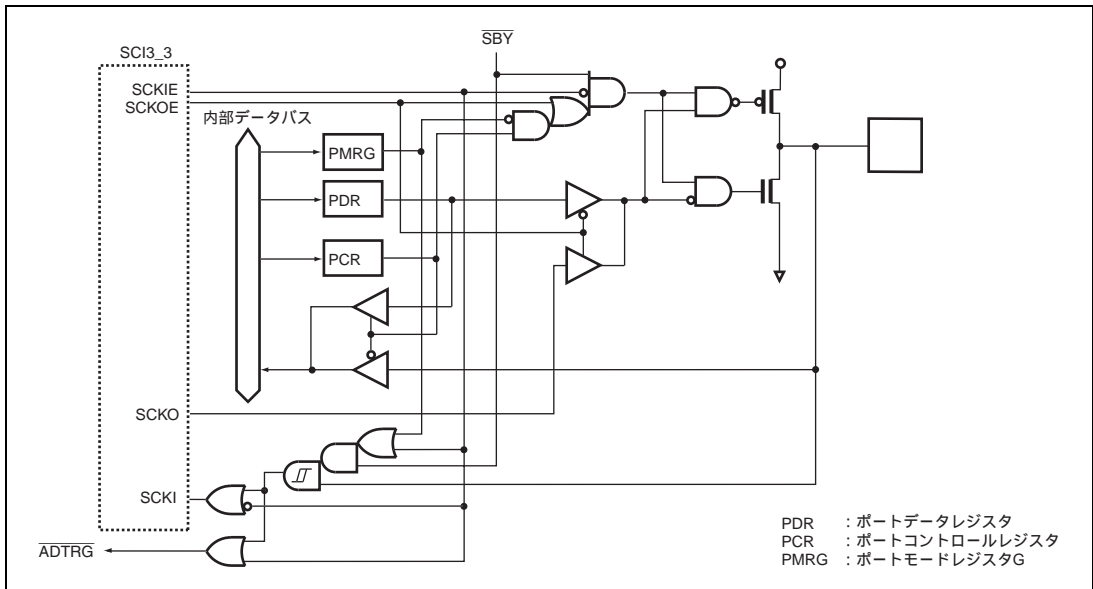


図 B.32 ポートHブロック図 (PH0)

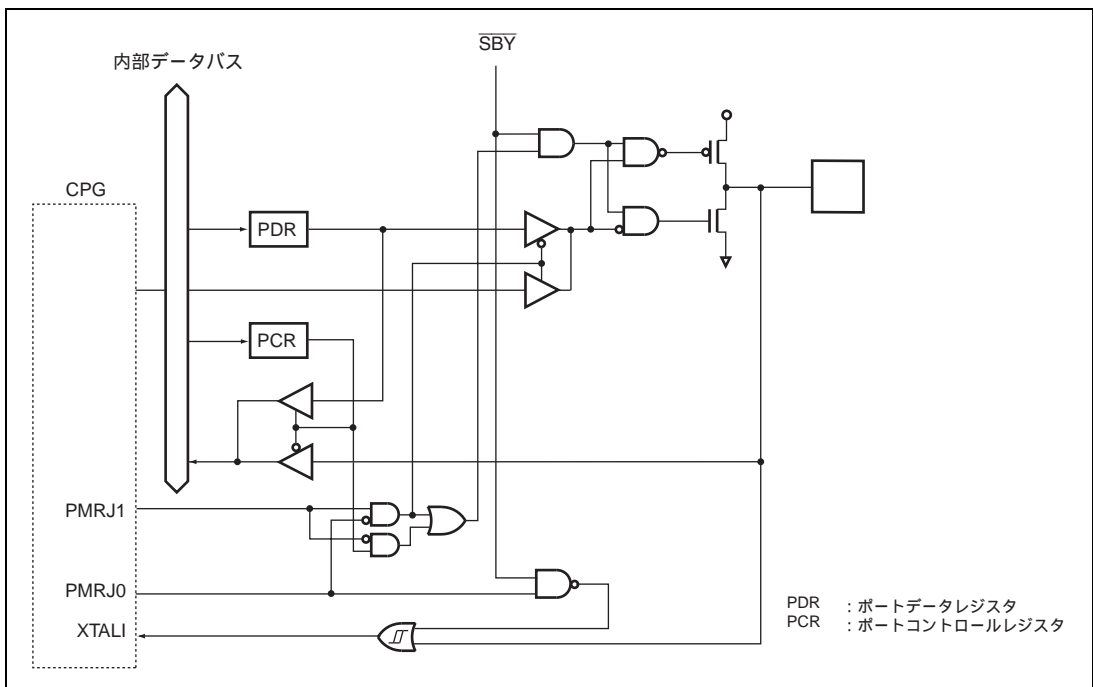


図 B.33 ポートJブロック図 (PJ1)

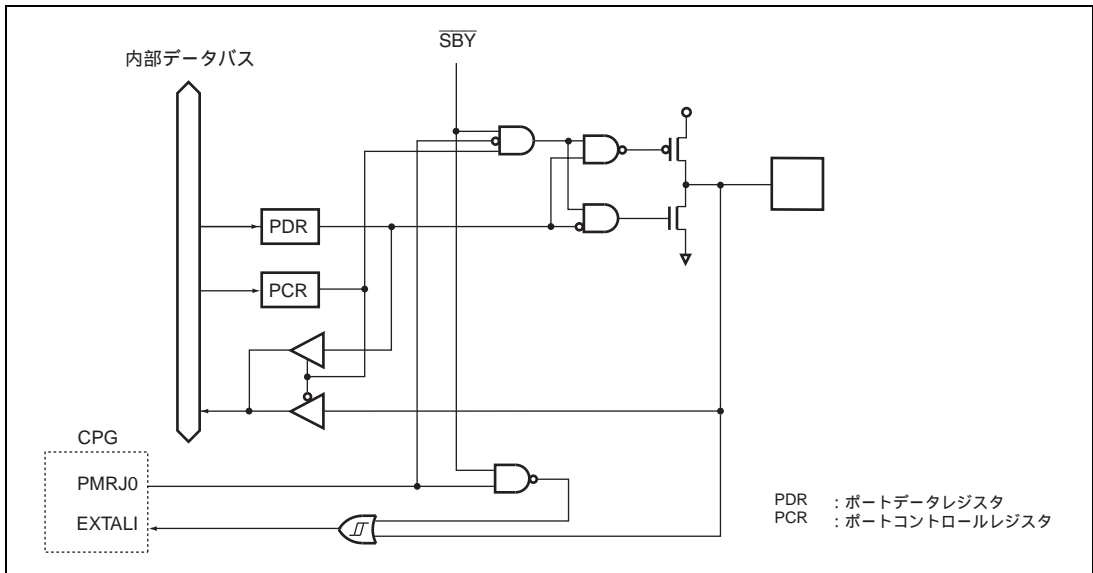


図 B.34 ポート J ブロック図 (PJ0)

表 B.2 各処理状態におけるポートの状態

動作モード	リセット	スリープ	サブ スリープ	スタンバイ	サブ アクティブ	アクティブ
P17 ~ P14 P12 ~ P10	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
P27 ~ P20	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
P37 ~ P30	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
P57 ~ P50	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
P77 ~ P74 P72 ~ P70	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
P87 ~ P85	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
PC3 ~ PC0	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
PD7 ~ PD0	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
PE7 ~ PE0	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
PF7 ~ PF0	ハイインピー ダンス	ハイインピー ダンス	ハイインピー ダンス	ハイインピー ダンス	ハイインピー ダンス	ハイインピー ダンス
PG7 ~ PG0	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作
PH7 ~ PH0	ハイインピー ダンス	保持	保持	ハイインピー ダンス	動作	動作

【注】 * プルアップ MOS が ON 状態では High 出力となります。

C. 型名一覧

製品分類		製品型名	マーク型名	パッケージ (コード)	
H8/36109	フラッシュメモリ版	標準品	HD64F36109F	HD64F36109F	QFP-100 (FP-100A)
			HD64F36109H	HD64F36109H	LQFP-100 (FP-100U)
		パワーオンリセット& 低電圧検出回路内蔵版	HD64F36109GF	HD64F36109GF	QFP-100 (FP-100A)
			HD64F36109GH	HD64F36109GH	LQFP-100 (FP-100U)

D. 外形寸法図

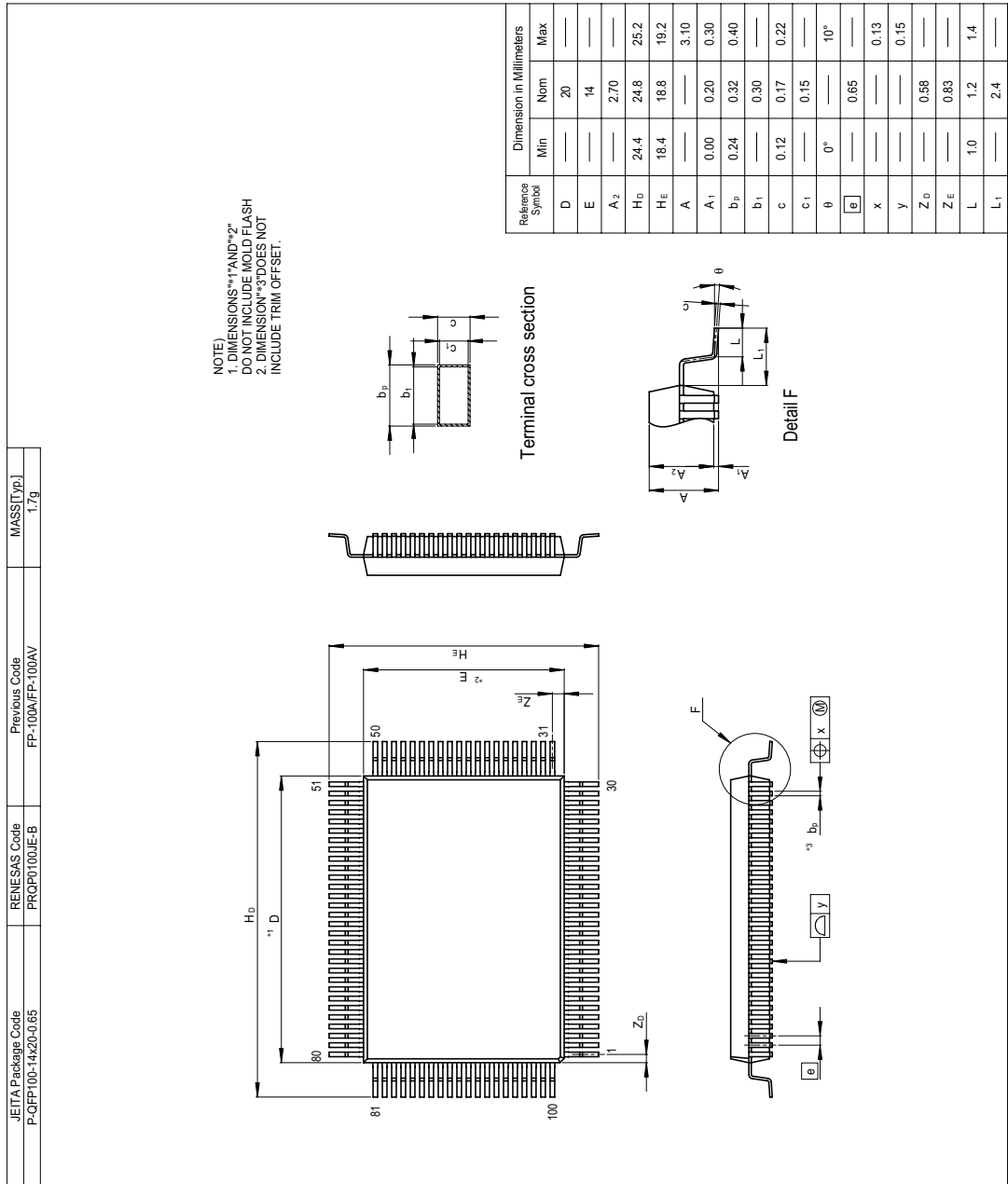


図 D.1 FP-100A 寸法図

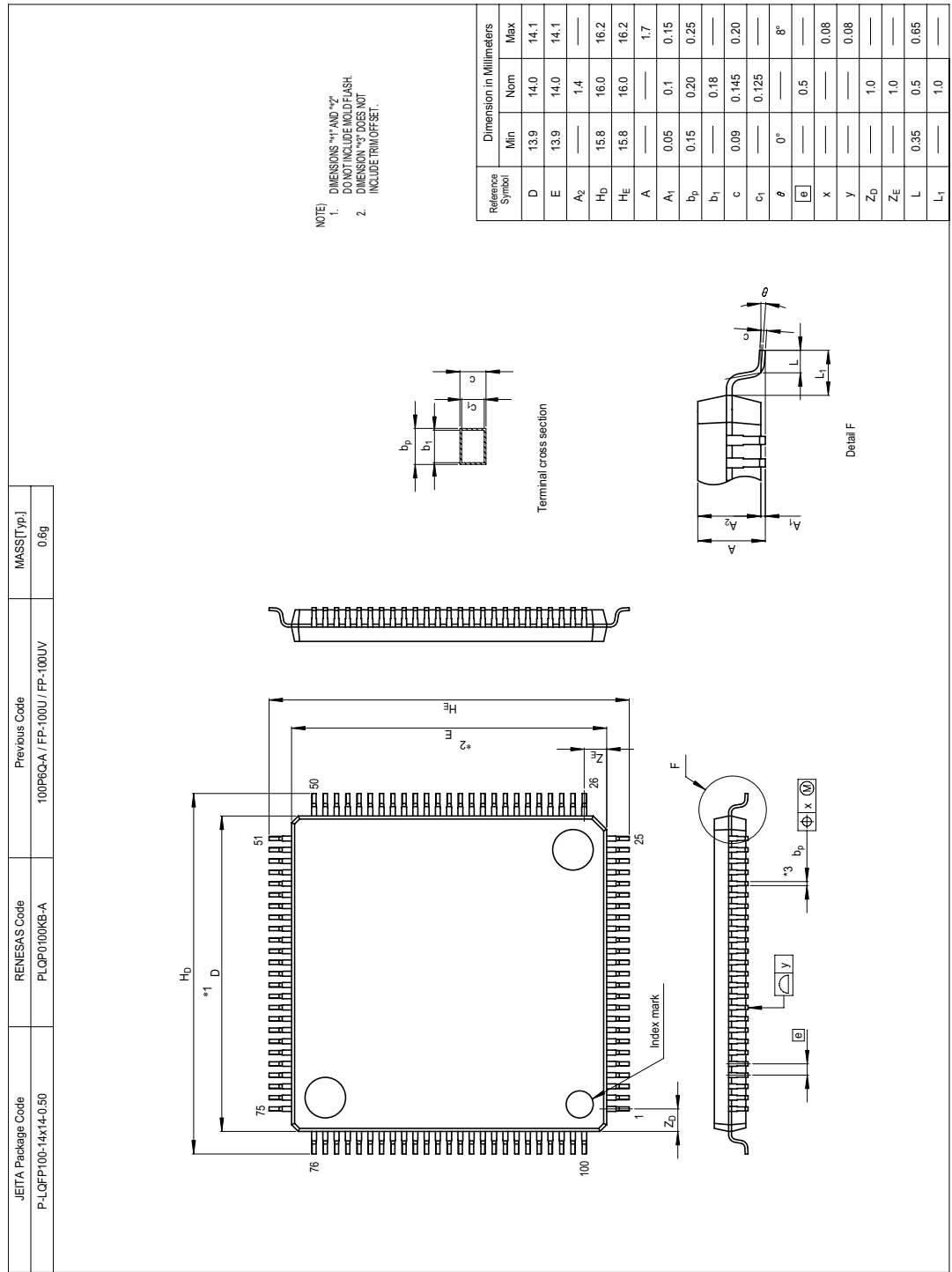


図 D.2 FP-100U 寸法図

本版で改訂された箇所

項目	ページ	修正箇所																																																						
2.1 アドレス空間とメモリマップ 図 2.1 メモリマップ	2-2	<p>図を修正</p>																																																						
5.2.4 クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)	5-6	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビット</th> <th>ビット名</th> <th>初期値</th> <th>R/W</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>PMRJ1</td> <td>0</td> <td>R/W</td> <td rowspan="2">OSC 端子機能選択ビット 1、0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PMRJ0</td> <td>0</td> <td>R/W</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>PMRJ1</td> <td>PMRJ0</td> <td>OSC2</td> <td>OSC1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td>I/O</td> <td>I/O</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>0</td> <td>CLKOUT</td> <td>I/O</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>(オープン)</td> <td>OSC1 (外部クロック入力)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>OSC2</td> <td>OSC1</td> </tr> </tbody> </table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説明	7	PMRJ1	0	R/W	OSC 端子機能選択ビット 1、0	6	PMRJ0	0	R/W					PMRJ1	PMRJ0	OSC2	OSC1					0	0	I/O	I/O					1	0	CLKOUT	I/O					0	1	(オープン)	OSC1 (外部クロック入力)					1	1	OSC2	OSC1
ビット	ビット名	初期値	R/W	説明																																																				
7	PMRJ1	0	R/W	OSC 端子機能選択ビット 1、0																																																				
6	PMRJ0	0	R/W																																																					
				PMRJ1	PMRJ0	OSC2	OSC1																																																	
				0	0	I/O	I/O																																																	
				1	0	CLKOUT	I/O																																																	
				0	1	(オープン)	OSC1 (外部クロック入力)																																																	
				1	1	OSC2	OSC1																																																	
6.1.3 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)	6-4	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビット</th> <th>ビット名</th> <th>初期値</th> <th>R/W</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7-1</td> <td>-</td> <td>すべて 1</td> <td>-</td> <td>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。</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>STS3</td> <td>1</td> <td>R/W</td> <td>スタンバイタイムセレクト 3 SYSCR1 の STS2 - STS0 とともに待機時間の設定を行います。設定値と待機ステート数の関係は表 6.1 のとおりです。</td> </tr> </tbody> </table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説明	7-1	-	すべて 1	-	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。	0	STS3	1	R/W	スタンバイタイムセレクト 3 SYSCR1 の STS2 - STS0 とともに待機時間の設定を行います。設定値と待機ステート数の関係は表 6.1 のとおりです。																																							
ビット	ビット名	初期値	R/W	説明																																																				
7-1	-	すべて 1	-	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。																																																				
0	STS3	1	R/W	スタンバイタイムセレクト 3 SYSCR1 の STS2 - STS0 とともに待機時間の設定を行います。設定値と待機ステート数の関係は表 6.1 のとおりです。																																																				
9.4.1 ポートモードレジスタ 5 (PMR5)	9-12	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ビット</th> <th>ビット名</th> <th>初期値</th> <th>R/W</th> <th>説明</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>POF57</td> <td>0</td> <td>R/W</td> <td rowspan="2">このビットを 1 にセットすると対応する端子は NMOS オープンドレイン出力となり、0 にクリアすると NMOS プッシュプル出力となります。</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>POF56</td> <td>0</td> <td>R/W</td> </tr> </tbody> </table>	ビット	ビット名	初期値	R/W	説明	7	POF57	0	R/W	このビットを 1 にセットすると対応する端子は NMOS オープンドレイン出力となり、0 にクリアすると NMOS プッシュプル出力となります。	6	POF56	0	R/W																																								
ビット	ビット名	初期値	R/W	説明																																																				
7	POF57	0	R/W	このビットを 1 にセットすると対応する端子は NMOS オープンドレイン出力となり、0 にクリアすると NMOS プッシュプル出力となります。																																																				
6	POF56	0	R/W																																																					
9.13.3 端子機能 • PJ1/OSC2/CLKOUT 端子	9-46	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">レジスタ名</th> <th colspan="2">CKCSR</th> <th>PCRJ</th> <th rowspan="2">機能</th> </tr> <tr> <th>PMRJ1</th> <th>PMRJ0</th> <th>PCRJ1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設定値</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>PJ1 入力端子</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>PJ1 出力端子</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>オープン</td> </tr> </tbody> </table>	レジスタ名	CKCSR		PCRJ	機能	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ1	設定値	0	0	0	PJ1 入力端子				1	PJ1 出力端子				1	オープン																															
レジスタ名	CKCSR			PCRJ	機能																																																			
	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ1																																																					
設定値	0	0	0	PJ1 入力端子																																																				
			1	PJ1 出力端子																																																				
			1	オープン																																																				
• PJ0/OSC1 端子	9-46	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">レジスタ名</th> <th colspan="2">CKCSR</th> <th>PCRJ</th> <th rowspan="2">機能</th> </tr> <tr> <th>PMRJ1</th> <th>PMRJ0</th> <th>PCRJ0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>設定値</td> <td>X</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>PJ0 入力端子</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> <td>PJ0 出力端子</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>1</td> <td>X</td> <td>OSC1 (クロック入力)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>X</td> <td>OSC1 発振端子</td> </tr> </tbody> </table> <p>注を修正</p> <p>【注】1. X : Don't care</p> <p>2. 外部クロック入力については「5.2.4 クロックコントロールステータスレジスタ (CKCSR)」も参照ください。</p>	レジスタ名	CKCSR		PCRJ	機能	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ0	設定値	X	0	0	PJ0 入力端子				1	PJ0 出力端子		0	1	X	OSC1 (クロック入力)		1	1	X	OSC1 発振端子																										
レジスタ名	CKCSR			PCRJ	機能																																																			
	PMRJ1	PMRJ0	PCRJ0																																																					
設定値	X	0	0	PJ0 入力端子																																																				
			1	PJ0 出力端子																																																				
	0	1	X	OSC1 (クロック入力)																																																				
	1	1	X	OSC1 発振端子																																																				

項 目	ページ	修正箇所																																																		
<p>14.4.7 相補 PWM モード</p> <p>図 14.32 相補 PWM モードの設定手順例</p>	14-52	<p>図を修正</p>  <p>(1) (2) TRDOCRにH00をライトしてください。</p> <p>(3) TCRのTPSC2 - TPSC0ビットでチャネル0、1に同一カウンタクロックを選択してください。外部クロックを選択した場合は、TCRのCKEG1、CKEG0ビットにより外部クロックのエッジを選択してください。TCROOCLR1、OCLR0ビットによりカウンタクリアは選択しないでください。</p> <p>(4) TFCRのCMD1、CMD0ビットで相補PWMモードを設定してください。FTIOB0 - FTIOD0およびFTIOA1 - FTIOD1は自動的にPWM出力端子になります。</p> <p>(5) TRDOCRにH00を設定してください。</p> <p>(6) TCNT_1はH0000としてください。TCNT_0はノンオーバーラップ期間を設定してください。</p> <p>(7) GRA_0は周期レジスタです。GRA_0には周期を設定してください。GRB_0、GRA_1、GRB_1には、PWM出力波形変化タイミングを設定してください。ただし、設定値は TCNT_0とTCNT_1がコンペアマッチする範囲で設定してください。GRの設定値については「13.4.7 (3) 相補PWMモードでのGR設定値」を参照してください。</p> <p>(8) TOERでタイマ出力の許可 / 禁止を設定してください。</p> <p>(9) TSTRのSTR0、STR1ビットを1にセットし、カウンタ動作を開始してください。</p> <p>【注】 補PWMモードを再設定する場合は、いったん、相補PWMモード以外に設定した後、設定手順 (1) から再設定を行ってください。また、0%、100%波形出力の設定については、「14.4.7 (2) 相補PWMモードの動作例」および「14.4.7 (3) 相補PWMモードでのGR設定値」を参照してください。</p>																																																		
<p>17.3.8 ビットレートレジスタ (BRR)</p> <p>表 17.3 ビットレートに対するBRRの設定例〔調歩同期モード〕</p>	17-11	<p>表を修正</p> <table border="1" data-bbox="628 987 1208 1072"> <thead> <tr> <th rowspan="3">ビット レート (bit/s)</th> <th colspan="12">(Mhz)</th> </tr> <tr> <th colspan="3">10</th> <th colspan="3">12</th> <th colspan="3">12.288</th> <th colspan="3">14</th> </tr> <tr> <th>n</th> <th>N</th> <th>誤差 (%)</th> <th>n</th> <th>N</th> <th>誤差 (%)</th> <th>n</th> <th>N</th> <th>誤差 (%)</th> <th>n</th> <th>N</th> <th>誤差 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>	ビット レート (bit/s)	(Mhz)												10			12			12.288			14			n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)													
ビット レート (bit/s)	(Mhz)																																																			
	10			12			12.288			14																																										
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)																																								
<p>17.8.2 マーク状態とブレイクの送出</p>	17-31	<p>説明を修正</p> <p>PMR1のTXD、TXD2ビットまたはSMCRのTXD_3ビットが0のとき、TXD端子はPDRとPCRにより入出力方向とレベルが決まるI/Oポートになります。これを利用してTXD端子をマーク状態にしたりデータ送信時にブレイクの送出をすることができます。TEを1にセットするまで、通信回線をマーク状態(1の状態)にするためには、PCR = 1、PDR = 1を設定し、TXDビットを0にクリアします。このとき、TXD端子はI/Oポートとなり1が出力されます。</p>																																																		
<p>18.7 使用上の注意事項</p>	18-31	<p>新規追加</p>																																																		
<p>22.2 レジスタビット一覧</p>	22-17	<p>表を修正</p> <table border="1" data-bbox="628 1458 1208 1516"> <thead> <tr> <th>レジスタ 略称</th> <th>ビット7</th> <th>ビット6</th> <th>ビット5</th> <th>ビット4</th> <th>ビット3</th> <th>ビット2</th> <th>ビット1</th> <th>ビット0</th> <th>モジュール</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SYSDR0</td> <td>0</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>電源電力</td> </tr> </tbody> </table>	レジスタ 略称	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	SYSDR0	0	-	-	-	-	-	0	0	電源電力																														
レジスタ 略称	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																																											
SYSDR0	0	-	-	-	-	-	0	0	電源電力																																											

索引

【数字 / 記号】

14 ビット PWM 16-1

【A ~ Z】

A/D 変換器 19-1
CPU 2-1
EA 拡張部 2-16
I/O ポート 9-1
I²C バスインタフェース 2 (IIC2) 18-1
I²C バスフォーマット 18-13
IRQ3 ~ IRQ0 割り込み要求 3-12
LVDI 20-7
LVDR 20-6
NMI 割り込み要求 3-12
PWM2 モード 13-25
PWM モード 13-20, 14-41
WKP 割り込み要求 3-12

【あ】

アクノリッジ 18-13
アドレスブレイク 4-1
アドレッシングモード 2-17
イベントカウンタ 11-4
イミディエイト 2-19
イレース/ノイレースベリファイ 7-12
インターパルタイマの動作 11-3
インプットキャプチャ機能 14-37
ウォッチドッグタイマ 15-1
エラープロテクト 7-14
オートリロードタイマの動作 11-3
オーバランエラー 17-17
オペレーションフィールド 2-16
オンチップオシレータ 5-6
オンボードプログラミング 7-5

【か】

開始条件 18-13
外部発振器 5-13
書き込みの単位 7-2
クロック同期式シリアルフォーマット 18-22

クロック同期式モード 17-20
クロック発振器 5-1
コンディションコードレジスタ (CCR) 2-5
コンディションフィールド 2-16
コンペアマッチによる波形出力機能 14-34

【さ】

サブアクティブモード 6-10
サブクロック発振器 5-15
サブスリープモード 6-10
算術演算命令 2-10
サンプル&ホールド回路 19-8
時刻読み出し手順 10-9
システム制御命令 2-15
実効アドレス 2-19
シフト命令 2-11
出力波形 16-3
消去ブロック 7-2
初期設定手順 10-8
シリアルコミュニケーション
インタフェース 3 (SCI3) 17-1
スキャンモード 19-7
スタックの状態 3-14
スタックポインタ (SP) 2-4
スタンバイモード 6-9
スリープモード 6-9
スレープアドレス 18-13
絶対アドレス 2-18
相補 PWM モード 14-51
ソフトウェアプロテクト 7-14

【た】

大電流ポート 1-2
タイマ B1 11-1
タイマ RC 13-1
タイマ RD 14-1
タイマ V 12-1
単一モード 19-7
調歩同期式モード 17-13
停止条件 18-13
低消費電力モード 6-1

低消費電力動作.....	7-15
ディスプレイメント付きレジスタ間接.....	2-18
低電圧検出リセット回路.....	20-6
低電圧検出回路.....	20-1
低電圧検出割り込み回路.....	20-7
データ転送命令.....	2-9
デジタルフィルタ回路.....	13-30
転送レート.....	18-5
同期動作.....	14-40
トラップ命令による例外処理.....	3-1
トリミング.....	5-11

【な】

内部電源降圧回路.....	21-1
内部割り込み要求.....	3-14
ノイズ除去回路.....	17-3, 18-24

【は】

ハードウェアプロテクト.....	7-14
パッケージ.....	1-2
バッファ動作.....	14-60
パリティエラー.....	17-17
パワーオンリセット.....	20-1
パワーオンリセット回路.....	20-5
バンドギャップ回路.....	20-1
汎用レジスタ.....	2-3
ビットレート.....	17-9
ビット操作命令.....	2-12
ビット同期回路.....	18-30
ピン配置図.....	1-4
ブートプログラム.....	7-5
ブートモード.....	7-6
プリスケアラ S.....	5-16
プリスケアラ W.....	5-16
プリデクリメントレジスタ間接.....	2-18
ブレーク.....	17-31
フレーミングエラー.....	17-17
プログラム / プログラムベリファイ.....	7-9
プログラムカウンタ (PC).....	2-4
プログラムカウンタ相対.....	2-19
ブロック転送命令.....	2-15
分岐命令.....	2-14
ポストインクリメントレジスタ間接.....	2-18

【ま】

マーク状態.....	17-31
マルチプロセス通信機能.....	17-26

命令セット.....	2-8
メモリマップ.....	2-2
メモリ間接.....	2-19
モジュールスタンバイ機能.....	6-12

【や】

ユーザモードでの書き込み / 消去.....	7-8
------------------------	-----

【ら】

ライタモード.....	7-15
リアルタイムクロック (RTC).....	10-1
リセット同期 PWM モード.....	14-47
リセット例外処理.....	3-11
例外処理.....	3-1
レジスタ	

ABRKCR.....	4-2, 22-8, 22-16, 22-22
ABRKSR.....	4-3, 22-9, 22-16, 22-22
ADCR.....	19-6, 22-3, 22-12, 22-19
ADCSR.....	19-4, 22-3, 22-12, 22-19
ADDR.....	19-4, 22-3, 22-12, 22-19
BARE.....	4-3, 22-9, 22-16, 22-22
BARH.....	4-3, 22-9, 22-16, 22-22
BARL.....	4-3, 22-9, 22-16, 22-22
BDRH.....	4-4, 22-9, 22-16, 22-22
BDRL.....	4-4, 22-9, 22-16, 22-22
BRR.....	17-9, 22-8, 22-16, 22-22
CKCSR.....	5-5, 22-7, 22-15, 22-21
EBR1.....	7-4, 22-8, 22-15, 22-22
FENR.....	7-5, 22-8, 22-15, 22-22
FLMCR1.....	7-3, 22-8, 22-15, 22-22
FLMCR2.....	7-4, 22-8, 22-15, 22-22
FLPWCR.....	7-4, 22-8, 22-15, 22-22
GRA...13-14, 14-18, 22-2, 22-3, 22-11, 22-12, 22-18	
GRB...13-14, 14-18, 22-2, 22-3, 22-11, 22-12, 22-18	
GRC...13-14, 14-18, 22-2, 22-3, 22-11, 22-12, 22-18	
GRD...13-14, 14-18, 22-2, 22-3, 22-11, 22-12, 22-18	
ICCR1.....	18-4, 22-7, 22-15, 22-21
ICCR2.....	18-5, 22-7, 22-15, 22-21
ICDRR.....	18-12, 22-8, 22-15, 22-21
ICDRS.....	18-12
ICDRT.....	18-12, 22-8, 22-15, 22-21
ICIER.....	18-8, 22-8, 22-15, 22-21
ICMR.....	18-7, 22-8, 22-15, 22-21
ICR.....	3-11, 22-7, 22-15, 22-21
ICSR.....	18-10, 22-8, 22-15, 22-21
IEGR1.....	3-4, 22-9, 22-17, 22-23
IEGR2.....	3-5, 22-9, 22-17, 22-23

IENR1.....	3-6, 22-10, 22-17, 22-23	RCTRMDPR.....	5-3, 22-7, 22-15, 22-21
IENR2.....	3-7, 22-10, 22-17, 22-23	RCTRMDR.....	5-4, 22-7, 22-15, 22-21
IRR1.....	3-8, 22-10, 22-17, 22-23	RDR.....	17-5, 22-8, 22-16, 22-22
IRR2.....	3-9, 22-10, 22-17, 22-23	RHRDR.....	10-3, 22-7, 22-14, 22-21
IWPR.....	3-10, 22-10, 22-17, 22-23	RMINDR.....	10-3, 22-7, 22-14, 22-21
LVDCR.....	20-3, 22-7, 22-15, 22-21	RSECDR.....	10-2, 22-7, 22-14, 22-21
LVDSR.....	20-4, 22-7, 22-15, 22-21	RSR.....	17-5
MSTCR1.....	6-5, 22-10, 22-17, 22-23	RTCCR1.....	10-5, 22-7, 22-14, 22-21
MSTCR2.....	6-5, 22-10, 22-17, 22-23	RTCCR2.....	10-6, 22-7, 22-14, 22-21
MSTCR4.....	6-6, 22-4, 22-13, 22-19	RTCCSR.....	10-7, 22-7, 22-14, 22-21
PCR1.....	9-3, 22-9, 22-16, 22-23	RWKDR.....	10-4, 22-7, 22-14, 22-21
PCR2.....	9-6, 22-9, 22-16, 22-23	SAR.....	18-12, 22-8, 22-15, 22-21
PCR3.....	9-9, 22-9, 22-16, 22-23	SCR3.....	17-7, 22-8, 22-16, 22-22
PCR5.....	9-13, 22-9, 22-17, 22-23	SMCR.....	17-3, 22-3, 22-12, 22-18
PCR7.....	9-16, 22-9, 22-17, 22-23	SMR.....	17-6, 22-8, 22-16, 22-22
PCR8.....	9-19, 22-9, 22-17, 22-23	SSR.....	17-8, 22-8, 22-16, 22-22
PCRC.....	9-21, 22-9, 22-17, 22-23	SYSCR1.....	6-2, 22-9, 22-17, 22-23
PCRD.....	9-23, 22-4, 22-13, 22-19	SYSCR2.....	6-4, 22-9, 22-17, 22-23
PCRE.....	9-28, 22-4, 22-13, 22-19	SYSCR3.....	6-4, 22-9, 22-17, 22-23
PCRG.....	9-37, 22-4, 22-13, 22-19	TCB1.....	11-3, 22-8, 22-15, 22-21
PCRH.....	9-41, 22-4, 22-13, 22-19	TCNTV.....	12-3, 22-8, 22-16, 22-22
PCRJ.....	9-45, 22-4, 22-13, 22-19	TCORA.....	12-3, 22-8, 22-15, 22-22
PDR1.....	9-3, 22-9, 22-16, 22-22	TCORB.....	12-3, 22-8, 22-15, 22-22
PDR2.....	9-6, 22-9, 22-16, 22-22	TCRV0.....	12-4, 22-8, 22-15, 22-22
PDR3.....	9-10, 22-9, 22-16, 22-22	TCRV1.....	12-6, 22-8, 22-16, 22-22
PDR5.....	9-13, 22-9, 22-16, 22-23	TCSRV.....	12-5, 22-8, 22-15, 22-22
PDR7.....	9-17, 22-9, 22-16, 22-23	TCSRWD.....	15-2, 22-8, 22-16, 22-22
PDR8.....	9-19, 22-9, 22-16, 22-23	TCWD.....	15-3, 22-8, 22-16, 22-22
PDRC.....	9-21, 22-9, 22-16, 22-23	TDR.....	17-5, 22-8, 22-16, 22-22
PDRD.....	9-23, 22-3, 22-13, 22-19	TLB1.....	11-3, 22-8, 22-15, 22-21
PDRE.....	9-29, 22-3, 22-13, 22-19	TMB1.....	11-2, 22-8, 22-15, 22-21
PDRF.....	9-34, 22-3, 22-13, 22-19	TMWD.....	15-3, 22-8, 22-16, 22-22
PDRG.....	9-37, 22-3, 22-13, 22-19	TRCCNT.....	13-13, 22-3, 22-12, 22-18
PDRH.....	9-42, 22-3, 22-13, 22-19	TRCCR1.....	13-6, 22-6, 22-14, 22-20
PDRJ.....	9-46, 22-3, 22-13, 22-19	TRCCR2.....	13-7, 22-7, 22-14, 22-20
PMR1.....	9-2, 22-9, 22-16, 22-23	TRCDF.....	13-13, 22-7, 22-14, 22-20
PMR3.....	9-6, 22-9, 22-16, 22-23	TRCIER.....	13-8, 22-6, 22-14, 22-20
PMR5.....	9-12, 22-9, 22-16, 22-23	TRCIOR0.....	13-10, 22-7, 22-14, 22-20
PMRF.....	9-34, 22-3, 22-13, 22-19	TRCIOR1.....	13-11, 22-7, 22-14, 22-20
PMRG.....	9-38, 22-3, 22-13, 22-19	TRCMR.....	13-5, 22-6, 22-14, 22-20
POCR.....	14-25, 22-4, 22-13, 22-19	TRCOER.....	13-12, 22-7, 22-14, 22-20
PUCR1.....	9-3, 22-9, 22-16, 22-22	TRCSR.....	13-8, 22-6, 22-14, 22-20
PUCR5.....	9-14, 22-9, 22-16, 22-22	TRDCNT.....	14-18, 22-2, 22-11, 22-18
PWCR.....	16-2, 22-8, 22-16, 22-22	TRDCR.....	14-19, 22-4, 22-13, 22-19
PWDR.....	16-3, 22-8, 22-16, 22-22	TRDDF.....	14-26, 22-4, 22-13, 22-19
PWDRU.....	16-3, 22-8, 22-16, 22-22	TRDFCR.....	14-14, 22-5, 22-13, 22-20
RCCR.....	5-2, 22-7, 22-15, 22-21	TRDIER.....	14-25, 22-4, 22-13, 22-19

TRDIORA	14-20, 22-4, 22-13, 22-19
TRDIORC	14-20, 22-4, 22-13, 22-19
TRDMDR	14-12, 22-5, 22-13, 22-20
TRDOCR	14-17, 22-5, 22-13, 22-20
TRDOER1	14-15, 22-5, 22-13, 22-20
TRDOER2	14-16, 22-5, 22-13, 22-20
TRDPMR	14-13, 22-5, 22-13, 22-20
TRDSR	14-23, 22-4, 22-13, 22-19
TRDSTR	14-9, 22-5, 22-13, 22-20
TSR	17-5

レジスタの設定	16-3
レジスタフィールド	2-16
レジスタ間接	2-17
レジスタ直接	2-17
論理演算命令	2-11

【わ】

割り込みマスクビット(1)	2-5
割り込み応答時間	3-18

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
H8/36109グループ
ユーザーズマニュアル ハードウェア編

発行年月日 2005年9月23日 Rev.1.00
2011年9月12日 Rev.2.00

発行 ルネサス エレクトロニクス株式会社
〒211-8668 神奈川県川崎市中原区下沼部1753



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■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 : <http://japan.renesas.com/inquiry>

H8/36109 グループ
ユーザーズマニュアル ハードウェア編