

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

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

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

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

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

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

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事事務の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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

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

H8S/2116 グループ

ハードウェアマニュアル

ルネサス16ビットシングルチップマイクロコンピュータ
H8S ファミリ / H8S/2100 シリーズ

H8S/2116

R4F2116

安全設計に関するお願い

1. 弊社は品質、信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品は故障が発生したり、誤動作する場合があります。弊社の半導体製品の故障又は誤動作によって結果として、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないような安全性を考慮した冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計などの安全設計に十分ご注意ください。

本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様が用途に応じた適切なルネサス テクノロジ製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報についてルネサス テクノロジが所有する知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例の使用に起因する損害、第三者所有の権利に対する侵害に関し、ルネサス テクノロジは責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他全ての情報は本資料発行時点のものであり、ルネサス テクノロジは、予告なしに、本資料に記載した製品または仕様を変更することがあります。ルネサス テクノロジ半導体製品のご購入に当たりましては、事前にルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へ最新の情報をご確認頂きますとともに、ルネサス テクノロジホームページ (<http://www.renesas.com>) などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
4. 本資料に記載した情報は、正確を期すため、慎重に制作したものです。万一本資料の記述誤りに起因する損害がお客様に生じた場合には、ルネサス テクノロジはその責任を負いません。
5. 本資料に記載の製品データ、図、表に示す技術的な内容、プログラム及びアルゴリズムを流用する場合は、技術内容、プログラム、アルゴリズム単位で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。ルネサス テクノロジは、適用可否に対する責任を負いません。
6. 本資料に記載された製品は、人命にかかわるような状況の下で使用される機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。本資料に記載の製品を運輸、移動体用、医療用、航空宇宙用、原子力制御用、海底中継用機器あるいはシステムなど、特殊用途へのご利用をご検討の際には、ルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店へご照会ください。
7. 本資料の転載、複製については、文書によるルネサス テクノロジの事前の承諾が必要です。
8. 本資料に関し詳細についてのお問い合わせ、その他お気づきの点がございましたらルネサス テクノロジ、ルネサス販売または特約店までご照会ください。

製品に関する一般的注意事項

1. NC 端子の処理

【注意】NC端子には、何も接続しないようにしてください。

NC(Non-Connection)端子は、内部回路に接続しない場合の他、テスト用端子やノイズ軽減などの目的で使用します。このため、NC端子には、何も接続しないようにしてください。接続された場合については保証できません。

2. 未使用入力端子の処理

【注意】未使用の入力端子は、ハイまたはローレベルに固定してください。

CMOS製品の入力端子は、一般にハイインピーダンス入力となっています。未使用端子を開放状態で動作させると、周辺ノイズの誘導により中間レベルが発生し、内部で貫通電流が流れて誤動作を起こす恐れがあります。未使用の入力端子は、ハイまたはローレベルに固定してください。

3. 初期化前の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

すべての電源に電圧が印加され、リセット端子にローレベルが入力されるまでの間、内部回路は不確定であり、レジスタの設定や各端子の出力状態は不定となります。この不定状態によってシステムが誤動作を起こさないようにシステム設計を行ってください。リセット機能を持つ製品は、電源投入後は、まずリセット動作を実行してください。

4. 未定義・リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】未定義・リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

未定義・リザーブアドレスは、将来の機能拡張用の他、テスト用レジスタなどが割り付けられている場合があります。これらのレジスタをアクセスしたときの動作およ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。

本書の構成

本書は、以下の構成で制作しています。

1. 製品に関する一般的注意事項
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. 本版で改訂または追加された主な箇所（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

H8S/2116 グループは、ルネサス テクノロジオリジナルアーキテクチャを採用した H8S/2000 CPU を核にして、システム構成に必要な周辺機能を集積したマイクロコンピュータです。

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

システム構成に必要な基本機能としては、ROM、RAM、2 種類の PWM タイマ (PWM、PWMX)、16 ビット タイマパルスユニット (TPU)、8 ビットタイマ (TMR)、ウォッチドッグタイマ (WDT)、シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)、I²C バスインタフェース (IIC)、キーボードバッファコントロールユニット (PS2)、A/D 変換器、LPC インタフェース (LPC)、I/O ポートなどの周辺機能を内蔵しています。

内蔵 ROM は、フラッシュメモリ (F-ZTATTM*) であり、128K バイトの容量を持っています。ROM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。命令フェッチを高速化し、処理速度を向上しています。

【注】 * F-ZTAT は (株) ルネサス テクノロジの商標です。

対象者 このマニュアルは、H8S/2116 を用いた応用システムを設計するユーザーを対象としています。

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

目的 このマニュアルは、H8S/2116 グループのハードウェア機能と電気的特性をユーザーに理解して頂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、「H8S/2600 シリーズ、H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル」に記載していますので併せて御覧ください。

読み方

- 機能全体を理解しようとするとき。

→ 目次に従って読んでください。

本書は、大きく分類すると、CPU、システム制御機能、周辺機能、電気的特性の順に構成されています。

- CPU機能の詳細を理解したいとき。

→ 別冊の「H8S/2600シリーズ、H8S/2000シリーズ ソフトウェアマニュアル」を参照してください。

- レジスタ名が判っていて、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。xxxx

関連資料一覧 ウェブ・サイトに最新資料を掲載しています。ご入手の資料が最新版であるかを確認してください。

(<http://japan.renesas.com/>)

- H8S/2116グループに関するユーザーズマニュアル

資料名	資料番号
H8S/2116 グループ ハードウェアマニュアル	本マニュアル
H8S/2600 シリーズ、H8S/2000 シリーズ ソフトウェアマニュアル	RJJ09B0143

- 開発ツール関連ユーザーズマニュアル

資料名	資料番号
H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラ、アセンブラ、最適化リンケージエディタ ユーザーズマニュアル	RJJ10B0049
H8S、H8/300 シリーズ シミュレータ・デバッグユーザーズマニュアル	ADJ-702-355
H8S、H8/300 シリーズ High-performance Embedded Workshop3 チュートリアル	RJJ10B0027
H8S、H8/300 シリーズ High-performance Embedded Workshop3 ユーザーズマニュアル	RJJ10B0029

- 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
F-ZTAT マイコンテクニカル Q&A	ADJ-502-055

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 端子説明	1-4
1.3.1 ピン配置図	1-4
1.3.2 動作モード別端子機能一覧	1-6
1.3.3 端子機能	1-11
2. CPU	2-1
2.1 特長	2-1
2.1.1 H8S/2600 CPU と H8S/2000 CPU との相違点	2-2
2.1.2 H8/300 CPU との相違点	2-3
2.1.3 H8/300H CPU との相違点	2-3
2.2 CPU動作モード	2-4
2.2.1 ノーマルモード	2-4
2.2.2 アドバンスモード	2-5
2.3 アドレス空間	2-7
2.4 レジスタの構成	2-8
2.4.1 汎用レジスタ	2-9
2.4.2 プログラムカウンタ (PC)	2-10
2.4.3 エクステンドレジスタ (EXR)	2-10
2.4.4 コンディションコードレジスタ (CCR)	2-10
2.4.5 CPU 内部レジスタの初期値	2-11
2.5 データ形式	2-12
2.5.1 汎用レジスタのデータ形式	2-12
2.5.2 メモリ上でのデータ形式	2-14
2.6 命令セット	2-15
2.6.1 命令の機能別一覧	2-16
2.6.2 命令の基本フォーマット	2-25
2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法	2-26
2.7.1 レジスタ直接 Rn	2-26
2.7.2 レジスタ間接 @ERn	2-26
2.7.3 ディスプレースメント付きレジスタ間接 @ (d:16,ERn) /@ (d:32,ERn)	2-26
2.7.4 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	2-27

2.7.5	絶対アドレス @aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32.....	2-27
2.7.6	イミディエイト #xx:8/#xx:16/#xx:32.....	2-28
2.7.7	プログラムカウンタ相対 @ (d:8, PC) /@ (d:16, PC)	2-28
2.7.8	メモリ間接 @@aa:8.....	2-28
2.7.9	実効アドレスの計算方法.....	2-29
2.8	処理状態.....	2-31
2.9	使用上の注意事項.....	2-33
2.9.1	TAS 命令.....	2-33
2.9.2	STM/LDM 命令.....	2-33
2.9.3	ビット操作命令.....	2-33
2.9.4	EPMOV 命令.....	2-34
3.	MCU 動作モード.....	3-1
3.1	動作モードの選択.....	3-1
3.2	レジスタの説明.....	3-1
3.2.1	モードコントロールレジスタ (MDCR)	3-2
3.2.2	システムコントロールレジスタ (SYSCR)	3-2
3.2.3	シリアルタイマコントロールレジスタ (STCR)	3-3
3.2.4	システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)	3-5
3.3	各動作モードの説明.....	3-5
3.3.1	モード 2.....	3-5
3.4	アドレスマップ.....	3-6
4.	例外処理.....	4-1
4.1	例外処理の種類と優先度.....	4-1
4.2	例外処理要因とベクタテーブル.....	4-1
4.3	リセット.....	4-4
4.3.1	リセット例外処理.....	4-4
4.3.2	リセット直後の割り込み.....	4-5
4.3.3	リセット解除後の内蔵周辺機能.....	4-5
4.4	割り込み例外処理.....	4-5
4.5	トラップ命令例外処理.....	4-5
4.6	例外処理後のスタックの状態.....	4-6
4.7	使用上の注意事項.....	4-7
5.	割り込みコントローラ.....	5-1
5.1	特長.....	5-1
5.2	入出力端子.....	5-3
5.3	レジスタの説明.....	5-3
5.3.1	インタラプトコントロールレジスタ A~D (ICRA~ICRD)	5-4

5.3.2	アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)	5-5
5.3.3	ブレイクアドレスレジスタ A~C (BARA~BARC)	5-5
5.3.4	IRQ センスコントロールレジスタ (ISCR16H、ISCR16L、ISCRH、ISCR L)	5-6
5.3.5	IRQ イネーブルレジスタ (IER16、IER)	5-8
5.3.6	IRQ ステータスレジスタ (ISR16、ISR)	5-9
5.3.7	キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ (KMIMRA、KMIMR) ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ (WUEMR)	5-10
5.3.8	IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) IRQ センスポートセレクトレジスタ (ISSR)	5-13
5.3.9	ウェイクアップセンスコントロールレジスタ (WUESCR) ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ (WUESR) ウェイクアップイネーブルレジスタ (WER)	5-14
5.4	割り込み要因	5-15
5.4.1	外部割り込み要因	5-15
5.4.2	内部割り込み要因	5-17
5.5	割り込み例外処理ベクタテーブル	5-18
5.6	割り込み制御モードと割り込み動作	5-25
5.6.1	割り込み制御モード 0	5-27
5.6.2	割り込み制御モード 1	5-29
5.6.3	割り込み例外処理シーケンス	5-31
5.6.4	割り込み応答時間	5-33
5.7	アドレスブレイク	5-34
5.7.1	特長	5-34
5.7.2	ブロック図	5-34
5.7.3	動作説明	5-35
5.7.4	使用上の注意事項	5-35
5.8	使用上の注意事項	5-37
5.8.1	割り込みの発生とディスエーブルとの競合	5-37
5.8.2	割り込みを禁止している命令	5-37
5.8.3	EPMOV 命令実行中の割り込み	5-38
5.8.4	ベクタアドレスの切り替え	5-38
5.8.5	ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の外部割り込み端子について	5-38
5.8.6	ノイズキャンセラの切り替え	5-38
5.8.7	IRQ ステータスレジスタ (ISR) について	5-38
6.	バスコントローラ (BSC)	6-1
6.1	レジスタの説明	6-1
6.1.1	バスコントロールレジスタ (BCR)	6-1
6.1.2	ウェイトステートコントロールレジスタ (WSCR)	6-2

7.	I/Oポート.....	7-1
7.1	ポート1.....	7-5
7.1.1	ポート1 データディレクションレジスタ (P1DDR)	7-5
7.1.2	ポート1 データレジスタ (P1DR)	7-5
7.1.3	ポート1 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P1PCR)	7-6
7.1.4	端子機能.....	7-6
7.1.5	ポート1 入力プルアップ MOS の状態.....	7-6
7.2	ポート2.....	7-7
7.2.1	ポート2 データディレクションレジスタ (P2DDR)	7-7
7.2.2	ポート2 データレジスタ (P2DR)	7-7
7.2.3	ポート2 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P2PCR)	7-8
7.2.4	端子機能.....	7-8
7.2.5	ポート2 入力プルアップ MOS の状態.....	7-8
7.3	ポート3.....	7-9
7.3.1	ポート3 データディレクションレジスタ (P3DDR)	7-9
7.3.2	ポート3 データレジスタ (P3DR)	7-9
7.3.3	ポート3 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P3PCR)	7-10
7.3.4	モード別端子機能.....	7-10
7.3.5	ポート3 入力プルアップ MOS の状態.....	7-10
7.4	ポート4.....	7-11
7.4.1	ポート4 データディレクションレジスタ (P4DDR)	7-11
7.4.2	ポート4 データレジスタ (P4DR)	7-11
7.4.3	端子機能.....	7-12
7.5	ポート5.....	7-14
7.5.1	ポート5 データディレクションレジスタ (P5DDR)	7-14
7.5.2	ポート5 データレジスタ (P5DR)	7-14
7.5.3	端子機能.....	7-15
7.6	ポート6.....	7-16
7.6.1	ポート6 データディレクションレジスタ (P6DDR)	7-16
7.6.2	ポート6 データレジスタ (P6DR)	7-16
7.6.3	プルアップ MOS コントロールレジスタ (KMPCR)	7-17
7.6.4	ノイズキャンセライネーブルレジスタ (P6NCE)	7-17
7.6.5	ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (P6NCCM)	7-17
7.6.6	ノイズキャンセル周期設定レジスタ (P6NCCS)	7-18
7.6.7	端子機能.....	7-19
7.6.8	ポート6 入力プルアップ MOS の状態.....	7-20
7.7	ポート7.....	7-21
7.7.1	ポート7 入力データレジスタ (P7PIN)	7-21
7.7.2	端子機能.....	7-21

7.8	ポート8	7-22
7.8.1	ポート8 データディレクションレジスタ (P8DDR)	7-22
7.8.2	ポート8 データレジスタ (P8DR)	7-22
7.8.3	端子機能	7-23
7.9	ポート9	7-25
7.9.1	ポート9 データディレクションレジスタ (P9DDR)	7-25
7.9.2	ポート9 データレジスタ (P9DR)	7-25
7.9.3	ポート9 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P9PCR)	7-26
7.9.4	端子機能	7-26
7.9.5	入力プルアップ MOS	7-27
7.10	ポートA	7-28
7.10.1	ポートA データディレクションレジスタ (PADDR)	7-28
7.10.2	ポートA 出力データレジスタ (PAODR)	7-28
7.10.3	ポートA 入力データレジスタ (PAPIN)	7-29
7.10.4	端子機能	7-29
7.11	ポートB	7-30
7.11.1	ポートB データディレクションレジスタ (PBDDR)	7-30
7.11.2	ポートB 出力データレジスタ (PBODR)	7-30
7.11.3	ポートB 入力データレジスタ (PBPIN)	7-31
7.11.4	端子機能	7-31
7.11.5	入力プルアップ MOS	7-32
7.12	ポートC	7-32
7.12.1	ポートC データディレクションレジスタ (PCDDR)	7-32
7.12.2	ポートC 出力データレジスタ (PCODR)	7-33
7.12.3	ポートC 入力データレジスタ (PCPIN)	7-33
7.12.4	ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PCNCE)	7-33
7.12.5	ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PCNMC)	7-34
7.12.6	ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PCNCCS)	7-34
7.12.7	端子機能	7-35
7.12.8	ポートC Nch-OD コントロールレジスタ (PCNOCR)	7-38
7.12.9	端子機能	7-38
7.12.10	ポートC 入力プルアップ MOS	7-38
7.13	ポートD	7-39
7.13.1	ポートD データディレクションレジスタ (PDDDR)	7-39
7.13.2	ポートD 出力データレジスタ (PDODR)	7-39
7.13.3	ポートD 入力データレジスタ (PDPIN)	7-40
7.13.4	端子機能	7-40
7.13.5	ポートD Nch-OD コントロールレジスタ (PDNOCR)	7-40
7.13.6	端子機能	7-41
7.13.7	ポートD 入力プルアップ MOS	7-41
7.14	ポートE	7-42

7.14.1	ポート E 入力データレジスタ (PEPIN)	7-42
7.14.2	端子機能	7-42
7.15	ポート F	7-43
7.15.1	ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR)	7-43
7.15.2	ポート F 出力データレジスタ (PFODR)	7-43
7.15.3	ポート F 入力データレジスタ (PFPIN)	7-44
7.15.4	端子機能	7-44
7.15.5	ポート F Nch-OD コントロールレジスタ (PFNOCR)	7-46
7.15.6	端子機能	7-46
7.15.7	ポート F 入力プルアップ MOS	7-46
7.16	ポート G	7-47
7.16.1	ポート G データディレクションレジスタ (PGDDR)	7-47
7.16.2	ポート G 出力データレジスタ (PGODR)	7-48
7.16.3	ポート G 入力データレジスタ (PGPIN)	7-48
7.16.4	ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PGNCE)	7-48
7.16.5	ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PGNCCM)	7-49
7.16.6	ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PGNCCS)	7-49
7.16.7	端子機能	7-50
7.16.8	ポート G Nch-OD コントロールレジスタ (PGNOCR)	7-52
7.16.9	端子機能	7-53
7.17	ポート H	7-53
7.17.1	ポート H データディレクションレジスタ (PHDDR)	7-53
7.17.2	ポート H 出力データレジスタ (PHODR)	7-54
7.17.3	ポート H 入力データレジスタ (PHPIN)	7-54
7.17.4	端子機能	7-54
7.17.5	ポート H Nch-OD コントロールレジスタ (PHNOCR)	7-56
7.17.6	端子機能	7-56
7.17.7	ポート H 入力プルアップ MOS	7-56
7.18	周辺機能端子の移動	7-57
7.18.1	ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)	7-57
7.18.2	ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)	7-57
7.18.3	ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)	7-58
8.	8ビットPWMタイマ (PWM)	8-1
8.1	特長	8-1
8.2	端子構成	8-2
8.3	レジスタの説明	8-3
8.3.1	PWM レジスタセレクト (PWSL)	8-3
8.3.2	PWM クロックセレクトレジスタ (PWCSR)	8-4
8.3.3	PWM データレジスタ 7~0 (PWDR7~PWDR0)	8-6

8.3.4	PWM データポラリティレジスタ (PWDPR)	8-6
8.3.5	PWM アウトプットイネーブルレジスタ (PWOER)	8-7
8.4	動作説明 (単パルス方式)	8-7
8.5	動作説明 (パルス分割方式)	8-8
8.5.1	PWM の設定例 (パルス分割方式)	8-10
8.5.2	D/A として使用する場合の回路例	8-10
8.6	使用上の注意事項	8-11
8.6.1	モジュールストップモードの設定	8-11
9.	14 ビット PWM タイマ (PWMX)	9-1
9.1	特長	9-1
9.2	入出力端子	9-2
9.3	レジスタの説明	9-2
9.3.1	PWMX (D/A) カウンタ H, L (DACNTH, DACNTL)	9-2
9.3.2	PWMX (D/A) データレジスタ A, B (DADRA, DADRB)	9-3
9.3.3	PWMX (D/A) コントロールレジスタ (DACR)	9-5
9.3.4	周辺クロックセレクトレジスタ (PCSR)	9-6
9.4	バスマスタとのインタフェース	9-7
9.5	動作説明	9-9
9.6	使用上の注意事項	9-16
9.6.1	モジュールストップモードの設定	9-16
10.	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)	10-1
10.1	特長	10-1
10.2	入出力端子	10-5
10.3	レジスタの説明	10-6
10.3.1	タイマコントロールレジスタ (TCR)	10-7
10.3.2	タイマモードレジスタ (TMDR)	10-9
10.3.3	タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)	10-10
10.3.4	タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)	10-19
10.3.5	タイマステータスレジスタ (TSR)	10-20
10.3.6	タイマカウンタ (TCNT)	10-22
10.3.7	タイマジェネラルレジスタ (TGR)	10-22
10.3.8	タイマスタートレジスタ (TSTR)	10-23
10.3.9	タイマシンクロレジスタ (TSYR)	10-23
10.4	バスマスタとのインタフェース	10-24
10.4.1	16 ビットレジスタ	10-24
10.4.2	8 ビットレジスタ	10-24
10.5	動作説明	10-26
10.5.1	基本動作	10-26

10.5.2	同期動作	10-31
10.5.3	バッファ動作	10-32
10.5.4	PWM モード	10-35
10.5.5	位相計数モード	10-39
10.6	割り込み要因	10-44
10.6.1	割り込み要因と優先順位	10-44
10.6.2	A/D 変換器の起動	10-45
10.7	動作タイミング	10-46
10.7.1	入出力タイミング	10-46
10.7.2	割り込み信号タイミング	10-50
10.8	使用上の注意事項	10-53
10.8.1	入力クロックの制限事項	10-53
10.8.2	周期設定上の注意事項	10-53
10.8.3	TCNT のライトとクリアの競合	10-54
10.8.4	TCNT のライトとカウントアップの競合	10-54
10.8.5	TGR のライトとコンペアマッチの競合	10-55
10.8.6	バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合	10-55
10.8.7	TGR のリードとインプットキャプチャの競合	10-56
10.8.8	TGR のライトとインプットキャプチャの競合	10-56
10.8.9	バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合	10-57
10.8.10	オーバフロー/アンダフローとカウンタクリアの競合	10-57
10.8.11	TCNT のライトとオーバフロー/アンダフローの競合	10-58
10.8.12	入出力端子の兼用	10-58
10.8.13	モジュールストップモード時の設定	10-58
11.	8ビットタイマ (TMR)	11-1
11.1	特長	11-1
11.2	入出力端子	11-4
11.3	レジスタの説明	11-4
11.3.1	タイマカウンタ (TCNT)	11-6
11.3.2	タイムコンスタントレジスタ A (TCORA)	11-6
11.3.3	タイムコンスタントレジスタ B (TCORB)	11-6
11.3.4	タイマコントロールレジスタ (TCR)	11-6
11.3.5	タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	11-9
11.3.6	タイムコンスタントレジスタ C (TCORC)	11-13
11.3.7	インプットキャプチャレジスタ R、F (TICRR、TICRF)	11-13
11.3.8	タイマコネクションレジスタ I (TCONRI)	11-13
11.3.9	タイマコネクションレジスタ S (TCONRS)	11-14
11.3.10	タイマ XY コントロールレジスタ (TCRXY)	11-14
11.4	動作説明	11-15

11.4.1	パルス出力	11-15
11.5	動作タイミング	11-16
11.5.1	TCNT のカウントタイミング	11-16
11.5.2	コンペアマッチ時の CMFA、CMFB フラグのセットタイミング	11-17
11.5.3	コンペアマッチ時のタイマ出力タイミング	11-17
11.5.4	コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング	11-18
11.5.5	TCNT の外部リセットタイミング	11-18
11.5.6	オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング	11-19
11.6	TMR_0、TMR_1 のカスケード接続	11-19
11.6.1	16 ビットカウントモード	11-19
11.6.2	コンペアマッチカウントモード	11-20
11.7	TMR_Y、TMR_X のカスケード接続	11-20
11.7.1	16 ビットカウントモード	11-20
11.7.2	コンペアマッチカウントモード	11-20
11.7.3	インプットキャプチャ動作	11-20
11.8	割り込み要因	11-22
11.9	使用上の注意事項	11-23
11.9.1	TCNT のライトとカウンタクリアの競合	11-23
11.9.2	TCNT のライトとカウントアップの競合	11-24
11.9.3	TCOR のライトとコンペアマッチの競合	11-25
11.9.4	コンペアマッチ A、B の競合	11-25
11.9.5	内部クロックの切り替えと TCNT の動作	11-26
11.9.6	カスケード接続時のモード設定	11-27
11.9.7	モジュールストップモードの設定	11-27
12.	ウォッチドッグタイマ (WDT)	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 (TCNT)	12-3
12.3.2	タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)	12-4
12.4	動作説明	12-7
12.4.1	ウォッチドッグタイマモード	12-7
12.4.2	インターバルタイマモード	12-8
12.5	割り込み要因	12-9
12.6	使用上の注意事項	12-9
12.6.1	レジスタアクセス時の注意事項	12-9
12.6.2	タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合	12-10
12.6.3	CKS2~CKS0 ビットの書き換え	12-10
12.6.4	PSS ビットの書き換え	12-10

12.6.5	ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え	12-10
13.	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)	13-1
13.1	特長	13-1
13.2	入出力端子	13-3
13.3	レジスタの説明	13-3
13.3.1	レシーブシフトレジスタ (RSR)	13-4
13.3.2	レシーブデータレジスタ (RDR)	13-4
13.3.3	トランスミットデータレジスタ (TDR)	13-4
13.3.4	トランスミットシフトレジスタ (TSR)	13-4
13.3.5	シリアルモードレジスタ (SMR)	13-5
13.3.6	シリアルコントロールレジスタ (SCR)	13-7
13.3.7	シリアルステータスレジスタ (SSR)	13-9
13.3.8	スマートカードモードレジスタ (SCMR)	13-13
13.3.9	ビットレートレジスタ (BRR)	13-14
13.4	調歩同期式モードの動作	13-19
13.4.1	送受信フォーマット	13-20
13.4.2	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	13-21
13.4.3	クロック	13-22
13.4.4	SCIの初期化 (調歩同期式)	13-23
13.4.5	シリアルデータ送信 (調歩同期式)	13-24
13.4.6	シリアルデータ受信 (調歩同期式)	13-26
13.5	マルチプロセッサ通信機能	13-29
13.5.1	マルチプロセッサシリアルデータ送信	13-30
13.5.2	マルチプロセッサシリアルデータ受信	13-31
13.6	クロック同期式モードの動作	13-34
13.6.1	クロック	13-34
13.6.2	SCIの初期化 (クロック同期式)	13-35
13.6.3	シリアルデータ送信 (クロック同期式)	13-36
13.6.4	シリアルデータ受信 (クロック同期式)	13-38
13.6.5	シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)	13-40
13.7	スマートカードインタフェースの動作説明	13-42
13.7.1	接続例	13-42
13.7.2	データフォーマット (ブロック転送モード時を除く)	13-42
13.7.3	ブロック転送モード	13-44
13.7.4	受信データサンプリングタイミングと受信マージン	13-44
13.7.5	初期設定	13-45
13.7.6	シリアルデータ送信 (ブロック転送モードを除く)	13-46
13.7.7	シリアルデータ受信 (ブロック転送モードを除く)	13-49
13.7.8	クロック出力制御	13-50

13.8	割り込み要因.....	13-52
13.8.1	通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み.....	13-52
13.8.2	スマートカードインタフェースモードにおける割り込み.....	13-53
13.9	使用上の注意事項.....	13-54
13.9.1	モジュールストップモードの設定.....	13-54
13.9.2	ブレークの検出と処理.....	13-54
13.9.3	マーク状態とブレークの送り出し.....	13-54
13.9.4	受信エラーフラグと送信動作（クロック同期式モードのみ）.....	13-54
13.9.5	TDR へのライトと TDRE フラグの関係.....	13-54
13.9.6	モード遷移時の動作.....	13-55
13.9.7	SCK 端子からポート端子への切り替え.....	13-57
14.	I ² C バスインタフェース (IIC)	14-1
14.1	特長.....	14-1
14.2	入出力端子.....	14-3
14.3	レジスタの説明.....	14-4
14.3.1	I ² C バスデータレジスタ (ICDR)	14-4
14.3.2	スレーブアドレスレジスタ (SAR)	14-5
14.3.3	第2スレーブアドレスレジスタ (SARX)	14-6
14.3.4	I ² C バスモードレジスタ (ICMR)	14-7
14.3.5	I ² C バスコントロールレジスタ (ICCR)	14-8
14.3.6	I ² C バスステータスレジスタ (ICSR)	14-15
14.3.7	I ² C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)	14-18
14.3.8	I ² C バスコントロール拡張レジスタ (ICXR)	14-19
14.4	動作説明.....	14-21
14.4.1	I ² C バスデータフォーマット.....	14-21
14.4.2	初期設定.....	14-23
14.4.3	マスタ送信動作.....	14-24
14.4.4	マスタ受信動作.....	14-28
14.4.5	スレーブ受信動作.....	14-35
14.4.6	スレーブ送信動作.....	14-42
14.4.7	IRIC セットタイミングと SCL 制御.....	14-45
14.4.8	ノイズ除去回路.....	14-48
14.4.9	内部状態の初期化.....	14-48
14.5	割り込み要因.....	14-49
14.6	使用上の注意事項.....	14-50
14.6.1	モジュールストップモードの設定.....	14-60
15.	キーボードバッファコントロールユニット (PS2)	15-1
15.1	特長.....	15-1

15.2	入出力端子	15-2
15.3	レジスタの説明	15-3
15.3.1	キーボードコントロールレジスタ 1 (KBCR1)	15-3
15.3.2	キーボードバッファコントロールレジスタ 2 (KBCR2)	15-5
15.3.3	キーボードコントロールレジスタ H (KBCRH)	15-5
15.3.4	キーボードコントロールレジスタ L (KBCRL)	15-7
15.3.5	キーボードデータバッファレジスタ (KBBR)	15-8
15.3.6	キーボードバッファ送信データレジスタ (KBTR)	15-8
15.4	動作説明	15-8
15.4.1	受信動作	15-8
15.4.2	送信動作	15-10
15.4.3	受信中断動作	15-11
15.4.4	KCLKI、KDI リードタイミング	15-13
15.4.5	KCLKO、KDO ライトタイミング	15-14
15.4.6	KBF セットタイミングと KCLK 制御	15-14
15.4.7	受信タイミング	15-15
15.4.8	データ受信中の動作	15-15
15.4.9	KCLK 立ち下がり割り込みの動作	15-16
15.4.10	1st KCLK 立ち下がり割り込みの動作	15-16
15.5	使用上の注意事項	15-20
15.5.1	KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出	15-20
15.5.2	KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係	15-21
15.5.3	モジュールストップモードの設定	15-21
15.5.4	送信完了フラグ (KBTE) について	15-21
16.	LPC インタフェース (LPC)	16-1
16.1	特長	16-1
16.2	入出力端子	16-3
16.3	レジスタの説明	16-3
16.3.1	ホストインタフェースコントロールレジスタ 0、1 (HICR0、HICR1)	16-4
16.3.2	ホストインタフェースコントロールレジスタ 2、3 (HICR2、HICR3)	16-9
16.3.3	ホストインタフェースコントロールレジスタ 4 (HICR4)	16-11
16.3.4	ホストインタフェースコントロールレジスタ 5 (HICR5)	16-12
16.3.5	LPC チャネル 1 アドレスレジスタ H、L (LADR1H、LADR1L)	16-12
16.3.6	LPC チャネル 2 アドレスレジスタ H、L (LADR2H、LADR2L)	16-13
16.3.7	LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)	16-14
16.3.8	LPC チャネル 4 アドレスレジスタ H、L (LADR4H、LADR4L)	16-16
16.3.9	入力データレジスタ 1~4 (IDR1~IDR4)	16-17
16.3.10	出力データレジスタ 1~4 (ODR1~ODR4)	16-17
16.3.11	双方向データレジスタ 0~15 (TWR0~TWR15)	16-17

16.3.12	ステータスレジスタ 1~4 (STR1~STR4)	16-18
16.3.13	SERIRQ コントロールレジスタ 0 (SIRQCR0)	16-23
16.3.14	SERIRQ コントロールレジスタ 1 (SIRQCR1)	16-25
16.3.15	SERIRQ コントロールレジスタ 2 (SIRQCR2)	16-29
16.3.16	SERIRQ コントロールレジスタ 3 (SIRQCR3)	16-32
16.3.17	ホストインタフェースセレクトレジスタ (HISEL)	16-32
16.4	動作説明	16-33
16.4.1	LPC インタフェースの起動	16-33
16.4.2	LPC の I/O サイクル	16-33
16.4.3	GATE A20	16-35
16.4.4	LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)	16-37
16.4.5	LPC インタフェースのシリアル割り込み動作 (SERIRQ)	16-40
16.4.6	LPC インタフェースのクロック起動要求	16-42
16.5	割り込み要因	16-43
16.5.1	IBFI1、IBFI2、IBFI3、IBFI4、OBEL、ERRI	16-43
16.5.2	SMI、HIRQ1、HIRQ6、HIRQ9、HIRQ10、HIRQ11、HIRQ12	16-43
16.6	使用上の注意事項	16-45
16.6.1	データアクセスの競合	16-45
17.	A/D 変換器	17-1
17.1	特長	17-1
17.2	入出力端子	17-3
17.3	レジスタの説明	17-4
17.3.1	A/D データレジスタ A~H (ADDRA~ADDRH)	17-4
17.3.2	A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)	17-5
17.3.3	A/D コントロールレジスタ (ADCR)	17-7
17.4	動作説明	17-8
17.4.1	シングルモード	17-8
17.4.2	スキャンモード	17-8
17.4.3	入力サンプリングと A/D 変換時間	17-9
17.5	割り込み要因	17-10
17.6	A/D変換精度の定義	17-10
17.7	使用上の注意事項	17-12
17.7.1	モジュールストップモードの設定	17-12
17.7.2	許容信号源インピーダンスについて	17-12
17.7.3	絶対精度への影響	17-12
17.7.4	アナログ電源端子他の設定範囲	17-13
17.7.5	ボード設計上の注意事項	17-13
17.7.6	ノイズ対策上の注意事項	17-13
17.7.7	モジュールストップモードの設定	17-14

18. RAM	18-1
19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)	19-1
19.1 特長	19-1
19.1.1 モード遷移図	19-3
19.1.2 モード比較	19-4
19.1.3 フラッシュメモリマツト構成	19-5
19.1.4 ブロック分割	19-6
19.1.5 書き込み/消去インタフェース	19-7
19.2 入出力端子	19-9
19.3 レジスタの説明	19-9
19.3.1 書き込み/消去インタフェースレジスタ	19-10
19.3.2 書き込み/消去インタフェースパラメータ	19-14
19.4 オンボードプログラミング	19-21
19.4.1 ブートモード	19-21
19.4.2 ユーザプログラムモード	19-24
19.4.3 ユーザブートモード	19-34
19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域	19-37
19.5 プロテクト	19-42
19.5.1 ハードウェアプロテクト	19-42
19.5.2 ソフトウェアプロテクト	19-42
19.5.3 エラープロテクト	19-43
19.6 ユーザマツトとユーザブートマツトの切り替え	19-44
19.7 ライターモード	19-45
19.8 ブートモードの標準シリアル通信インタフェース仕様	19-45
19.9 使用上の注意事項	19-68
20. クロック発振器	20-1
20.1 発振回路	20-2
20.1.1 水晶発振子を接続する方法	20-2
20.1.2 外部クロックを入力する方法	20-3
20.2 デューティ補正回路	20-5
20.3 サブクロック入力回路	20-5
20.4 サブクロック波形成形回路	20-6
20.5 クロック選択回路	20-6
20.6 使用上の注意事項	20-7
20.6.1 発振子に関する注意事項	20-7
20.6.2 ボード設計上の注意事項	20-7

21. 低消費電力状態.....	21-1
21.1 レジスタの説明.....	21-2
21.1.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)	21-2
21.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)	21-3
21.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ H、L、A (MSTPCRH、MSTPCRL、MSTPCRA)	21-4
21.2 モード間遷移とLSIの状態.....	21-7
21.3 スリープモード.....	21-9
21.4 ソフトウェアスタンバイモード.....	21-9
21.5 ウォッチモード.....	21-10
21.6 サブスリープモード.....	21-11
21.7 サブアクティブモード.....	21-11
21.8 モジュールストップモード.....	21-12
21.9 直接遷移.....	21-12
21.10 使用上の注意事項.....	21-12
21.10.1 I/O ポートの状態.....	21-12
21.10.2 発振安定待機中の消費電流.....	21-12
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.....	22-13
22.3 各動作モードにおけるレジスタの状態.....	22-22
22.4 レジスタ選択条件.....	22-31
22.5 レジスタアドレス一覧 (モジュール別)	22-42
23. 電气的特性.....	23-1
23.1 絶対最大定格.....	23-1
23.2 DC特性.....	23-2
23.3 AC特性.....	23-6
23.3.1 クロックタイミング.....	23-6
23.3.2 制御信号タイミング.....	23-8
23.3.3 内蔵周辺モジュールタイミング.....	23-10
23.4 A/D変換特性.....	23-18
23.5 フラッシュメモリ特性.....	23-19
23.6 使用上の注意事項.....	23-20
付録	付録-1
A. 各処理状態におけるI/Oポートの状態.....	付録-1
B. 型名一覧.....	付録-2

C. 外形寸法図 付録-3

索引 索引-1

図目次

1. 概要	
図1.1 H8S/2116グループの内部ブロック図	1-3
図1.2 H8S/2116グループのピン配置図 (TFP-144V)	1-4
図1.3 H8S/2116ピン配置図 (BP-176V)	1-5
2. CPU	
図2.1 例外処理ベクタテーブル (ノーマルモード)	2-5
図2.2 ノーマルモードのスタック構造	2-5
図2.3 例外処理ベクタテーブル (アドバンストモード)	2-6
図2.4 アドバンストモードのスタック構造	2-7
図2.5 アドレス空間	2-7
図2.6 CPU内部レジスタ構成	2-8
図2.7 汎用レジスタの使用方法	2-9
図2.8 スタックの状態	2-9
図2.9 汎用レジスタのデータ形式 (1)	2-12
図2.9 汎用レジスタのデータ形式 (2)	2-13
図2.10 メモリ上でのデータ形式	2-14
図2.11 命令フォーマットの例	2-25
図2.12 メモリ間接による分岐アドレスの指定	2-29
図2.13 状態遷移図	2-32
3. MCU 動作モード	
図3.1 アドレスマップ	3-6
4. 例外処理	
図4.1 リセットシーケンス (モード2)	4-4
図4.2 例外処理終了後のスタックの状態	4-6
図4.3 SPを奇数に設定したときの動作	4-7
5. 割り込みコントローラ	
図5.1 割り込みコントローラのブロック図	5-2
図5.2 IRQ7、IRQ6割り込みとKIN15~KIN0割り込みKMIMR、KMIMRAとの関係 (H8S/2140Bグループ互換ベクタモード EIVS=0)	5-11
図5.3 IRQ7、IRQ6割り込みとKIN15~KIN0割り込み、KMIMR、KMIMRAとの関係 (拡張ベクタモード EIVS=1)	5-12
図5.4 IRQ15~IRQ7割り込みのブロック図	5-16
図5.5 WUE15~WUE8割り込みのブロック図	5-17
図5.6 割り込み制御動作のブロック図	5-25
図5.7 割り込み制御モード0の割り込み受け付けまでのフロー	5-28
図5.8 割り込み制御モード1の状態遷移	5-29
図5.9 割り込み制御モード1の割り込み受け付けまでのフロー	5-31
図5.10 割り込み例外処理	5-32
図5.11 アドレスブレイクのブロック図	5-34

図5.12	アドレスブレークタイミング例	5-36
図5.13	割り込みの発生とディスエーブルの競合	5-37
7.	I/O ポート	
図7.1	ノイズキャンセル回路	7-18
図7.2	ノイズキャンセル動作概念図	7-19
8.	8ビットPWMタイマ (PWM)	
図8.1	PWMのブロック図	8-2
図8.2	単パルス方式の出力波形デューティ比	8-7
図8.3	付加パルスタイミング例 (PWDR上位4ビットが'B'1000)	8-9
図8.4	PWMの設定例	8-10
図8.5	D/Aとして使用する場合の回路例	8-10
9.	14ビットPWMタイマ (PWMX)	
図9.1	PWMX (D/A) のブロック図	9-1
図9.2 (1)	DACNTのアクセス動作 (1) (CPU→DACNT[H'AA57]ライト時)	9-8
図9.2 (2)	DACNTのアクセス動作 (2) (DACNT→CPU[H'AA57]リード時)	9-8
図9.3	PWMX (D/A) の動作	9-9
図9.4	出力波形 (OS=0、DADRは T_L に対応)	9-12
図9.5	出力波形 (OS=1、DADRは T_H に対応)	9-13
図9.6	CFS=1のときのD/Aデータレジスタの構成	9-14
図9.7	DADR=H'0207のときの出力波形 (OS=1)	9-14
10.	16ビットタイマパルスユニット (TPU)	
図10.1	TPUのブロック図	10-2
図10.2	16ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCNT (16ビット))	10-24
図10.3	8ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCR (上位8ビット))	10-24
図10.4	8ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TMDR (下位8ビット))	10-25
図10.5	8ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCR、TMDR (16ビット))	10-25
図10.6	カウンタ動作設定手順例	10-26
図10.7	フリーランニングカウンタの動作	10-27
図10.8	周期カウンタの動作	10-27
図10.9	コンペアマッチによる波形出力動作例	10-28
図10.10	0出力/1出力の動作例	10-28
図10.11	トグル出力の動作例	10-29
図10.12	インプットキャプチャ動作の設定例	10-29
図10.13	インプットキャプチャ動作例	10-30
図10.14	同期動作の設定手順例	10-31
図10.15	同期動作の動作例	10-32
図10.16	コンペアマッチバッファ動作	10-33
図10.17	インプットキャプチャバッファ動作	10-33
図10.18	バッファ動作の設定手順例	10-33
図10.19	バッファ動作例 (1)	10-34
図10.20	バッファ動作例 (2)	10-35
図10.21	PWMモードの設定手順例	10-36
図10.22	PWMモードの動作例 (1)	10-37
図10.23	PWMモードの動作例 (2)	10-37
図10.24	PWMモード動作例 (3)	10-38

図10.25	位相計数モードの設定手順例	10-39
図10.26	位相計数モード1の動作例	10-40
図10.27	位相計数モード2の動作例	10-41
図10.28	位相計数モード3の動作例	10-42
図10.29	位相計数モード4の動作例	10-43
図10.30	内部クロック動作時のカウントタイミング	10-46
図10.31	外部クロック動作時のカウントタイミング	10-46
図10.32	アウトプットコンペア出力タイミング	10-47
図10.33	インプットキャプチャ入力信号タイミング	10-47
図10.34	カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)	10-48
図10.35	カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)	10-48
図10.36	バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)	10-49
図10.37	バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)	10-49
図10.38	TGI割り込みタイミング (コンペアマッチ)	10-50
図10.39	TGI割り込みタイミング (インプットキャプチャ)	10-50
図10.40	TCIV割り込みのセットタイミング	10-51
図10.41	TCIU割り込みのセットタイミング	10-51
図10.42	CPUによるステータスフラグのクリアタイミング	10-52
図10.43	位相計数モード時の位相差、オーバーラップ、およびパルス幅	10-53
図10.44	TCNTのライトとクリアの競合	10-54
図10.45	TCNTのライトとカウントアップの競合	10-54
図10.46	TGRのライトとコンペアマッチの競合	10-55
図10.47	バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合	10-55
図10.48	TGRのリードとインプットキャプチャの競合	10-56
図10.49	TGRのライトとインプットキャプチャの競合	10-56
図10.50	バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合	10-57
図10.51	オーバフローとカウンタクリアの競合	10-57
図10.52	TCNTのライトとオーバフローの競合	10-58

11. 8ビットタイマ (TMR)

図11.1	8ビットタイマ (TMR_0、TMR_1) のブロック図	11-2
図11.2	8ビットタイマ (TMR_Y、TMR_X) のブロック図	11-3
図11.3	パルス出力例	11-15
図11.4	内部クロック動作時のカウントタイミング	11-16
図11.5	外部クロック動作時のカウントタイミング (両エッジの場合)	11-16
図11.6	コンペアマッチ時のCMFフラグのセットタイミング	11-17
図11.7	コンペアマッチA信号によるトグル出力のタイマ出力タイミング	11-17
図11.8	コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング	11-18
図11.9	外部リセット入力によるクリアタイミング	11-18
図11.10	OVFフラグのセットタイミング	11-19
図11.11	インプットキャプチャ動作タイミング	11-21
図11.12	インプットキャプチャ信号タイミング (TICRR、TICRFのリード時に、インプットキャプチャ入力を入力した場合)	11-21
図11.13	TCNTのライトとクリアの競合	11-23
図11.14	TCNTのライトとカウントアップの競合	11-24
図11.15	TCORのライトとコンペアマッチの競合	11-25

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)	
図12.1 WDTのブロック図	12-2
図12.2 ウォッチドッグタイマモード時 (RST/NMI=1) の動作	12-7
図12.3 インターバルタイマモード時の動作	12-8
図12.4 OVFのセットタイミング	12-8
図12.5 TCNT、TCSRへのライト (WDT_0の例)	12-9
図12.6 TCNTのライトとカウントアップの競合	12-10
13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI、IrDA)	
図13.1 SCIのブロック図	13-2
図13.2 調歩同期式通信のデータフォーマット (8ビットデータ/パリティあり/2ストップビットの例)	13-19
図13.3 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	13-21
図13.4 出力クロックと送信データの位相関係 (調歩同期式モード)	13-22
図13.5 SCIの初期化フローチャートの例	13-23
図13.6 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)	13-24
図13.7 シリアル送信のフローチャートの例	13-25
図13.8 SCIの受信時の動作例 (8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例)	13-26
図13.9 シリアル受信データフローチャートの例 (1)	13-27
図13.9 シリアル受信データフローチャートの例 (2)	13-28
図13.10 マルチプロセッサフォーマットを使用した通信例 (受信局AへのデータH'AAの送信の例)	13-29
図13.11 マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例	13-30
図13.12 SCIの受信時の動作例 (8ビットデータ/マルチプロセッサビットあり/1ストップビットの例)	13-31
図13.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (1)	13-32
図13.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (2)	13-33
図13.14 クロック同期式通信のデータフォーマット (LSBファーストの場合)	13-34
図13.15 SCIの初期化フローチャートの例	13-35
図13.16 クロック同期式モードの送信時の動作例	13-36
図13.17 シリアル送信のフローチャートの例	13-37
図13.18 SCIの受信時の動作例	13-38
図13.19 シリアルデータ受信フローチャートの例	13-39
図13.20 シリアル送受信同時動作のフローチャートの例	13-41
図13.21 スマートカードインタフェース端子接続概要	13-42
図13.22 通常のスマートカードインタフェースのデータフォーマット	13-43
図13.23 ダイレクトコンベンション (SDIR=SINV=O/E=0)	13-43
図13.24 インバースコンベンション (SDIR=SINV=O/E=1)	13-43
図13.25 スマートカードインタフェースモード時の受信データサンプリングタイミング (372倍のクロック使用時)	13-45
図13.26 SCI送信モードの場合の再転送動作	13-46
図13.27 送信動作時のTENDフラグ発生タイミング	13-47
図13.28 送信処理フローの例	13-48
図13.29 SCI受信モードの場合の再転送動作	13-49
図13.30 受信フローの例	13-50
図13.31 クロック出力固定タイミング	13-50

図13.32	クロック停止・再起動手順	13-51
図13.33	送信時のモード遷移フローチャートの例	13-55
図13.34	調歩同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態	13-56
図13.35	クロック同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態	13-56
図13.36	受信時のモード遷移フローチャートの例	13-57
図13.37	SCK端子からポート端子へ切り替える時の動作	13-57
図13.38	SCK端子からポート端子へ切り替え時のLow出力の回避例	13-58

14. I²C バスインタフェース (IIC)

図14.1	I ² Cバスインタフェースのブロック図	14-2
図14.2	I ² Cバスインタフェース接続例（本LSIがマスタの場合）	14-3
図14.3	I ² Cバスデータフォーマット（I ² Cバスフォーマット）	14-21
図14.4	I ² Cバスデータフォーマット（シリアルフォーマット）	14-22
図14.5	I ² Cバスタイミング	14-22
図14.6	IICの初期化フローチャートの例	14-23
図14.7	マスタ送信モードフローチャート例	14-24
図14.8	マスタ送信モード動作タイミング例（MLS=WAIT=0のとき）	14-26
図14.9	マスタ送信モード停止条件発行動作タイミング例（MLS=WAIT=0のとき）	14-27
図14.10	マスタ受信モードフローチャート例（HNDS=1）	14-28
図14.11	マスタ受信モード動作タイミング例（MLS=WAIT=0、HNDS=1のとき）	14-30
図14.12	マスタ受信モード動作停止条件発行タイミング例 （MLS=WAIT=0、HNDS=1のとき）	14-30
図14.13	マスタ受信モード（複数バイト数受信）のフローチャート例（WAIT=1）	14-31
図14.14	マスタ受信モード（1バイトのみ受信）のフローチャート例（WAIT=1）	14-32
図14.15	マスタ受信モード動作タイミング例（MLS=ACKB=0、WAIT=1のとき）	14-35
図14.16	マスタ受信モード動作停止条件発行動作タイミング例 （MLS=ACKB=0、WAIT=1のとき）	14-35
図14.17	スレープ受信モードのフローチャート例（HNDS=1）	14-36
図14.18	スレープ受信モード動作タイミング例1（MLS=0、HNDS=1のとき）	14-38
図14.19	スレープ受信モード動作タイミング例2（MLS=0、HNDS=1のとき）	14-38
図14.20	スレープ受信モードのフローチャート例（HNDS=0）	14-39
図14.21	スレープ受信モード動作タイミング例1 （MLS=ACKB=0、HNDS=0のとき）	14-41
図14.22	スレープ受信モード動作タイミング例2 （MLS=ACKB=0、HNDS=0のとき）	14-41
図14.23	スレープ送信モードのフローチャート例	14-42
図14.24	スレープ送信モード動作タイミング例（MLS=0のとき）	14-44
図14.25	IRICフラグセットタイミングとSCL制御（1）	14-45
図14.26	IRICフラグセットタイミングとSCL制御（2）	14-46
図14.27	IRICフラグセットタイミングとSCL制御（3）	14-47
図14.28	ノイズ除去回路のブロック図	14-48
図14.29	マスタ受信データの読み出しにおける注意	14-53
図14.30	再送のための開始条件命令発行フローチャートおよびタイミング	14-54
図14.31	停止条件発行タイミング	14-55
図14.32	WAIT=1状態でのIRICフラグクリアタイミング	14-55
図14.33	スレープ送信モードでのICDRリード、ICCRアクセスタイミング	14-56
図14.34	スレープモードでのTRSビット設定タイミング	14-57
図14.35	アービトレーションロスト時の動作模式図	14-59

	図14.36 ウェイト動作時のIRICフラグクリアタイミング	14-60
15.	キーボードバッファコントロールユニット (PS2)	
	図15.1 PS2のブロック図	15-1
	図15.2 PS2接続方法	15-2
	図15.3 受信処理フローチャートの例	15-9
	図15.4 受信タイミング	15-9
	図15.5 送信処理フローチャートの例	15-10
	図15.6 送信タイミング	15-11
	図15.7 (1) 受信中断処理フローチャートの例	15-12
	図15.7 (2) 受信中断処理フローチャートの例	15-12
	図15.8 受信中断および送信開始 (送/受信切り替え) タイミング	15-13
	図15.9 KCLKI、KDIのリードタイミング	15-13
	図15.10 KCLKO、KDOのライトタイミング	15-14
	図15.11 KBFセットとKCLK自動I/Oインヒビット生成のタイミング	15-14
	図15.12 受信カウンタとKBBRへのデータロードのタイミング	15-15
	図15.13 受信タイミングとKCLK	15-15
	図15.14 KCLK入力の立ち下がりによる割り込み動作例	15-16
	図15.15 1st KCLK割り込みタイミング	15-17
	図15.16 1st KCLK割り込み経路図	15-18
	図15.17 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、 サブスリープモード時の割り込みタイミング	15-19
	図15.18 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、 サブスリープモード時の 1st KCLK立ち下がり割り込み内部フラグ	15-19
	図15.19 KBIOEセットとKCLK立ち下がりエッジ検出のタイミング	15-20
	図15.20 KDO出力の関係	15-21
16.	LPC インタフェース (LPC)	
	図16.1 LPCのブロック図	16-2
	図16.2 LFRAMEのタイミング例	16-34
	図16.3 アポートメカニズム	16-35
	図16.4 GA20出力	16-36
	図16.5 パワーダウン状態の終了タイミング	16-40
	図16.6 SERIRQタイミング	16-40
	図16.7 クロック起動要求タイミング	16-42
	図16.8 HIRQの処理フロー (チャンネル1の例)	16-45
17.	A/D 変換器	
	図17.1 A/D変換器のブロック図	17-2
	図17.2 A/D変換タイミング	17-9
	図17.3 A/D変換精度の定義	17-11
	図17.4 A/D変換精度の定義	17-11
	図17.5 アナログ入力回路の例	17-12
	図17.6 アナログ入力保護回路の例	17-14
	図17.7 アナログ入力端子等価回路	17-14
19.	フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)	
	図19.1 フラッシュメモリのブロック図	19-2
	図19.2 フラッシュメモリに関するモード遷移図	19-3

図19.3	フラッシュメモリ構成図	19-5
図19.4	ユーザマットのブロック分割 (1)	19-6
図19.5	ユーザの手続きプログラムの概要	19-7
図19.6	ブートモード時のシステム構成図	19-21
図19.7	SCIビットレートの自動合わせ込み動作	19-22
図19.8	ブートモードの状態遷移の概略図	19-23
図19.9	書き込み/消去概略フロー	19-24
図19.10	書き込み/消去実施時のRAMマップ	19-25
図19.11	書き込み手順	19-26
図19.12	消去手順	19-31
図19.13	消去、書き込みの繰り返し手順	19-33
図19.14	ユーザブートモードでのユーザマットへの書き込み手順	19-35
図19.15	ユーザブートモードでのユーザマットの消去手順	19-36
図19.16	エラープロテクト状態への状態遷移図	19-43
図19.17	ユーザマット/ユーザブートマットの切り替え	19-44
図19.18	ライターモード時のメモリマップ	19-45
図19.19	ブートプログラムのステータス	19-46
図19.20	ビットレート合わせ込みのシーケンス	19-46
図19.21	通信プロトコルフォーマット	19-47
図19.22	新ビットレート選択のシーケンス	19-56
図19.23	書き込みシーケンス	19-59
図19.24	消去シーケンス	19-62
20. クロック発振器		
図20.1	クロック発振器のブロック図	20-1
図20.2	水晶発振子の接続例	20-2
図20.3	水晶発振子の等価回路	20-2
図20.4	外部クロックの接続例	20-3
図20.5	外部クロック入力タイミング	20-4
図20.6	外部クロック出力安定遅延時間タイミング	20-4
図20.7	EXCL端子、ExEXCL端子からのサブクロック入力	20-5
図20.8	サブクロック入力タイミング	20-6
図20.9	発振回路部のボード設計に関する注意事項	20-7
21. 低消費電力状態		
図21.1	モード遷移図	21-7
図21.2	ソフトウェアスタンバイモードの応用例	21-10
23. 電気的特性		
図23.1	ダーリントントランジスタ駆動回路例	23-5
図23.2	LED駆動回路例	23-6
図23.3	出力負荷回路	23-6
図23.4	システムクロックタイミング	23-7
図23.5	発振安定時間タイミング	23-7
図23.6	発振安定時間タイミング (ソフトウェアスタンバイからの復帰)	23-8
図23.7	リセット入力タイミング	23-9
図23.8	割り込み入力タイミング	23-9
図23.9	I/Oポート入出力タイミング	23-11

図23.10	TPU入出力タイミグ	23-11
図23.11	TPUクロック入力タイミグ	23-11
図23.12	8ビットタイマ出力タイミグ	23-12
図23.13	8ビットタイマクロック入力タイミグ	23-12
図23.14	8ビットタイマリセット入力タイミグ	23-12
図23.15	PWM、PWMX出力タイミグ	23-12
図23.16	SCKクロック入力タイミグ	23-13
図23.17	SCI入出力タイミグ/クロック同期式モード	23-13
図23.18	PS2タイミグ	23-14
図23.19	I ² Cバスインタフェース入出力タイミグ	23-15
図23.20	LPCインタフェース (LPC) タイミグ	23-16
図23.21	テスト測定条件	23-16
図23.22	JTAG ETCKタイミグ	23-17
図23.23	リセットホールドタイミグ	23-17
図23.24	JTAG入出力タイミグ	23-18
図23.25	VCC端子とVCL端子のコンデンサ接続方法	23-20

付録

図C.1	外形寸法図 (TFP-144V)	付録-3
図C.2	外形寸法図 (BP-176V)	付録-4

表目次

1. 概要	
表1.1 H8S/2116グループ動作モード別端子機能一覧	1-6
表1.2 端子機能	1-11
2. CPU	
表2.1 命令の分類	2-15
表2.2 オペレーションの記号	2-16
表2.3 データ転送命令	2-17
表2.4 算術演算命令 (1)	2-18
表2.4 算術演算命令 (2)	2-19
表2.5 論理演算命令	2-20
表2.6 シフト命令	2-20
表2.7 ビット操作命令 (1)	2-21
表2.7 ビット操作命令 (2)	2-22
表2.8 分岐命令	2-23
表2.9 システム制御命令	2-24
表2.10 ブロック転送命令	2-24
表2.11 アドレッシングモード一覧表	2-26
表2.12 絶対アドレスのアクセス範囲	2-27
表2.13 実行アドレスの計算方法 (1)	2-29
表2.13 実行アドレスの計算方法 (2)	2-30
3. MCU 動作モード	
表3.1 MCU動作モードの選択	3-1
4. 例外処理	
表4.1 例外処理の種類と優先度	4-1
表4.2 例外処理ベクタテーブル (H8S/2140Bグループ互換ベクタモード)	4-1
表4.3 例外処理ベクタテーブル (拡張ベクタモード)	4-3
表4.4 トラップ命令例外処理後のCCRの状態	4-6
5. 割り込みコントローラ	
表5.1 端子構成	5-3
表5.2 各割り込み要因とICRの対応 (H8S/2140Bグループ互換ベクタモード EIVS=0)	5-4
表5.3 各割り込み要因とICRの対応 (拡張ベクタモード EIVS=1)	5-4
表5.4 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧 (H8S/2140Bグループ互換ベクタモード)	5-18
表5.5 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧 (拡張ベクタモード)	5-22
表5.6 割り込み制御モード	5-25
表5.7 割り込み制御モードと選択される割り込み	5-26
表5.8 割り込み制御モードと動作および制御信号機能	5-26
表5.9 割り込み応答時間	5-33

7. I/O ポート	
表7.1 ポートの機能一覧表 (1)	7-1
表7.2 ポート1入力プルアップMOSの状態	7-6
表7.3 ポート2入力プルアップMOSの状態	7-8
表7.4 ポート3入力プルアップMOSの状態	7-10
表7.5 ポート6入力プルアップMOSの状態	7-20
表7.6 入力プルアップMOSの状態 (ポート9)	7-27
表7.7 入力プルアップMOSの状態 (ポートB)	7-32
表7.8 入力プルアップMOSの状態 (ポートC)	7-38
表7.9 入力プルアップMOSの状態 (ポートD)	7-41
表7.10 入力プルアップMOSの状態 (ポートF)	7-46
表7.11 入力プルアップMOSの状態 (ポートH)	7-56
8. 8ビットPWMタイマ (PWM)	
表8.1 端子構成	8-2
表8.2 内部クロックの選択	8-5
表8.3 $\phi=20\text{MHz}$ 時の分解能、PWM変換周期、キャリア周波数	8-5
表8.4 基本パルスのデューティ比	8-8
表8.5 基本パルスに対する付加パルスの位置	8-9
9. 14ビットPWMタイマ (PWMX)	
表9.1 端子構成	9-2
表9.2 PWMXのクロックセレクト	9-6
表9.3 16ビットビットレジスタのリード/ライト別アクセス方式	9-7
表9.4 設定値と動作内容 ($\phi:20\text{MHz}$ 時の例)	9-10
表9.5 基本パルスに対する付加パルスの位置 (CFS=1の場合)	9-15
10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)	
表10.1 TPUの機能一覧	10-3
表10.2 TPUの端子構成	10-5
表10.3 CCLR2~CCLR0 (チャンネル0)	10-7
表10.4 CCLR2~CCLR0 (チャンネル1、2)	10-8
表10.5 TPSC2~TPSC0 (チャンネル0)	10-8
表10.6 TPSC2~TPSC0 (チャンネル1)	10-8
表10.7 TPSC2~TPSC0 (チャンネル2)	10-9
表10.8 MD3~MD0	10-10
表10.9 TIORH_0 (チャンネル0)	10-11
表10.10 TIORH_0 (チャンネル0)	10-12
表10.11 TIORL_0 (チャンネル0)	10-13
表10.12 TIORL_0 (チャンネル0)	10-14
表10.13 TIOR_1 (チャンネル1)	10-15
表10.14 TIOR_1 (チャンネル1)	10-16
表10.15 TIOR_2 (チャンネル2)	10-17
表10.16 TIOR_2 (チャンネル2)	10-18
表10.17 レジスタの組み合わせ	10-32
表10.18 各PWM出力のレジスタと出力端子	10-36
表10.19 位相計数モードクロック入力端子	10-39
表10.20 位相計数モード1のアップ/ダウンカウント条件	10-40

表10.21	位相計数モード2のアップ/ダウンカウント条件.....	10-41
表10.22	位相計数モード3のアップ/ダウンカウント条件.....	10-42
表10.23	位相計数モード4のアップ/ダウンカウント条件.....	10-43
表10.24	TPU割り込み一覧	10-44
11. 8ビットタイマ (TMR)		
表11.1	端子構成.....	11-4
表11.2	TCNTに入力するクロックとカウント条件 (1)	11-7
表11.2	TCNTに入力するクロックとカウント条件 (2)	11-8
表11.3	TMR_X/TMR_Yのアクセス可能なレジスタ	11-14
表11.4	インプットキャプチャ信号の選択	11-22
表11.5	8ビットタイマTMR_0、TMR_1、TMR_Y、TMR_Xの割り込み要因.....	11-22
表11.6	タイマ出力の優先順位.....	11-25
表11.7	内部クロックの切り替えとTCNTの動作	11-26
12. ウォッチドッグタイマ (WDT)		
表12.1	端子構成.....	12-3
表12.2	WDTの割り込み要因.....	12-9
13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI、IrDA)		
表13.1	端子構成.....	13-3
表13.2	BRRの設定値NとビットレートBの関係.....	13-14
表13.3	ビットレートに対するBRRの設定例〔調歩同期式モード〕 (1)	13-15
表13.3	ビットレートに対するBRRの設定例〔調歩同期式モード〕 (2)	13-16
表13.4	各動作周波数における最大ビットレート (調歩同期式モード)	13-16
表13.5	外部クロック入力時の最大ビットレート (調歩同期式モード)	13-16
表13.6	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〕	13-17
表13.7	外部クロック入力時の最大ビットレート (クロック同期式モード)	13-17
表13.8	ビットレートに対するBRRの設定例 (スマートカードインタフェースモードでn=0、S=372のとき)	13-18
表13.9	各動作周波数における最大ビットレート (スマートカードインタフェースモードでS=372のとき)	13-18
表13.10	シリアル送信/受信フォーマット (調歩同期式モード)	13-20
表13.11	SSRのステータスフラグの状態と受信データの処理.....	13-27
表13.12	SCI割り込み要因.....	13-52
表13.13	SCI割り込み要因.....	13-53
14. I ² Cバスインタフェース (IIC)		
表14.1	端子構成.....	14-3
表14.2	転送フォーマット	14-6
表14.3	転送レート.....	14-8
表14.4	フラグと転送状態の関係 (マスタモード)	14-13
表14.5	フラグと転送状態の関係 (スレーブモード)	14-14
表14.6	I ² Cバスデータフォーマット記号説明	14-22
表14.7	IIC割り込み要因.....	14-49
表14.8	I ² Cバスタイミング (SCL、SDA出力)	14-50
表14.9	SCL立ち上がり時間 (t _{Sr}) の許容範囲.....	14-51
表14.10	I ² Cバスタイミング (t _{Sr} /t _{Sr} 影響最大の場合)	14-52

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)	
表15.1 端子構成.....	15-2
16. LPC インタフェース (LPC)	
表16.1 端子構成.....	16-3
表16.2 LPC I/Oサイクル.....	16-34
表16.3 GA20のセット/クリアタイミング.....	16-35
表16.4 高速GATE A20出力信号.....	16-36
表16.5 LPCインタフェース端子シャットダウン範囲.....	16-38
表16.6 LPCインタフェースの各モードで初期化される範囲.....	16-39
表16.7 シリアル割り込み転送サイクルのフレームの配列.....	16-41
表16.8 受信完了割り込みおよびエラー割り込み.....	16-43
表16.9 HIRQのセット/クリア.....	16-44
表16.10 ホストアドレス.....	16-46
17. A/D 変換器	
表17.1 端子構成.....	17-3
表17.2 アナログ入力チャネルとADDRの対応.....	17-4
表17.3 A/D変換時間 (シングルモード).....	17-9
表17.4 A/D変換時間 (スキャンモード).....	17-10
表17.5 A/D変換器の割り込み要因.....	17-10
表17.6 アナログ端子の規格.....	17-14
19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)	
表19.1 プログラミングモードの比較.....	19-4
表19.2 端子構成.....	19-9
表19.3 使用レジスタ/パラメータと対象モード.....	19-10
表19.4 使用パラメータと対象モード.....	19-14
表19.5 オンボードプログラミングモードの設定方法.....	19-21
表19.6 本LSIの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数.....	19-22
表19.7 実行可能マツトまとめ.....	19-38
表19.8 (1) ユーザプログラムモードでの書き込み処理で使用可能エリア.....	19-38
表19.8 (2) ユーザプログラムモードでの消去処理で使用可能エリア.....	19-39
表19.8 (3) ユーザブートモードでの書き込み処理で使用可能エリア.....	19-40
表19.8 (4) ユーザブートモードでの消去処理で使用可能エリア.....	19-41
表19.9 ハードウェアプロテクト.....	19-42
表19.10 ソフトウェアプロテクト.....	19-42
表19.11 問い合わせ選択コマンド一覧.....	19-48
表19.12 書き込み消去コマンド一覧.....	19-58
表19.13 ステータスコード.....	19-67
表19.14 エラーコード.....	19-67
20. クロック発振器	
表20.1 ダンピング抵抗値.....	20-2
表20.2 水晶発振子の特性.....	20-2
表20.3 外部クロック入力条件.....	20-3
表20.4 外部クロック出力安定遅延時間.....	20-4
表20.5 サブクロック入力条件.....	20-6

21. 低消費電力状態	
表21.1 動作周波数と待機時間	21-3
表21.2 各動作モードでのLSIの内部状態	21-8
23. 電気的特性	
表23.1 絶対最大定格	23-1
表23.2 DC特性 (1)	23-2
表23.2 DC特性 (2)	23-3
表23.2 DC特性 (3) LPC機能使用時	23-4
表23.3 出力許容電流値	23-4
表23.4 バス駆動特性	23-5
表23.5 クロックタイミング	23-7
表23.6 制御信号タイミング	23-8
表23.7 内蔵周辺モジュールタイミング (1)	23-10
表23.8 PS2タイミング	23-14
表23.9 I ² Cバスタイミング	23-15
表23.10 LPCタイミング	23-16
表23.11 JTAGタイミング	23-17
表23.12 A/D変換特性 (AN15~AN0入力: 134/266ステート変換)	23-18
表23.13 フラッシュメモリ特性	23-19
付録	
表A.1 各処理状態におけるI/Oポートの状態	付録-1

1. 概要

1.1 特長

- 16ビット高速H8S/2000 CPU
H8/300 CPU、H8/300H CPU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：65種類
- 豊富な周辺機能
8ビットPWMタイマ (PWM)
14ビットPWMタイマ (PWMX)
16ビットタイマパルスユニット (TPU)
8ビットタイマ (TMR)
ウォッチドッグタイマ (WDT)
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 (SCI)
I²Cバスインタフェース (IIC)
キーボードバッファコントロールユニット (PS2)
LPCインタフェース (LPC)
10ビットA/D変換器
H-UDIインタフェース (H-UDI)
クロック発振器

1. 概要

- 内蔵メモリ

ROM	型名	ROM	RAM	備考
フラッシュメモリ版	R4F2116	128K バイト	8K バイト	開発中

- 動作保証範囲

8MHz~20MHz/3.0V~3.6V

- 汎用入出力ポート

入出力ポート：112本

入力ポート：13本

- 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
TQFP-144	PTQP0144LC-A (TFP-144V)	16.0×16.0mm	0.4mm
P-LFBGA1313-176	PLBG0176GA-A (BP-176V)	13.0×13.0mm	0.8mm

1.2 内部ブロック図

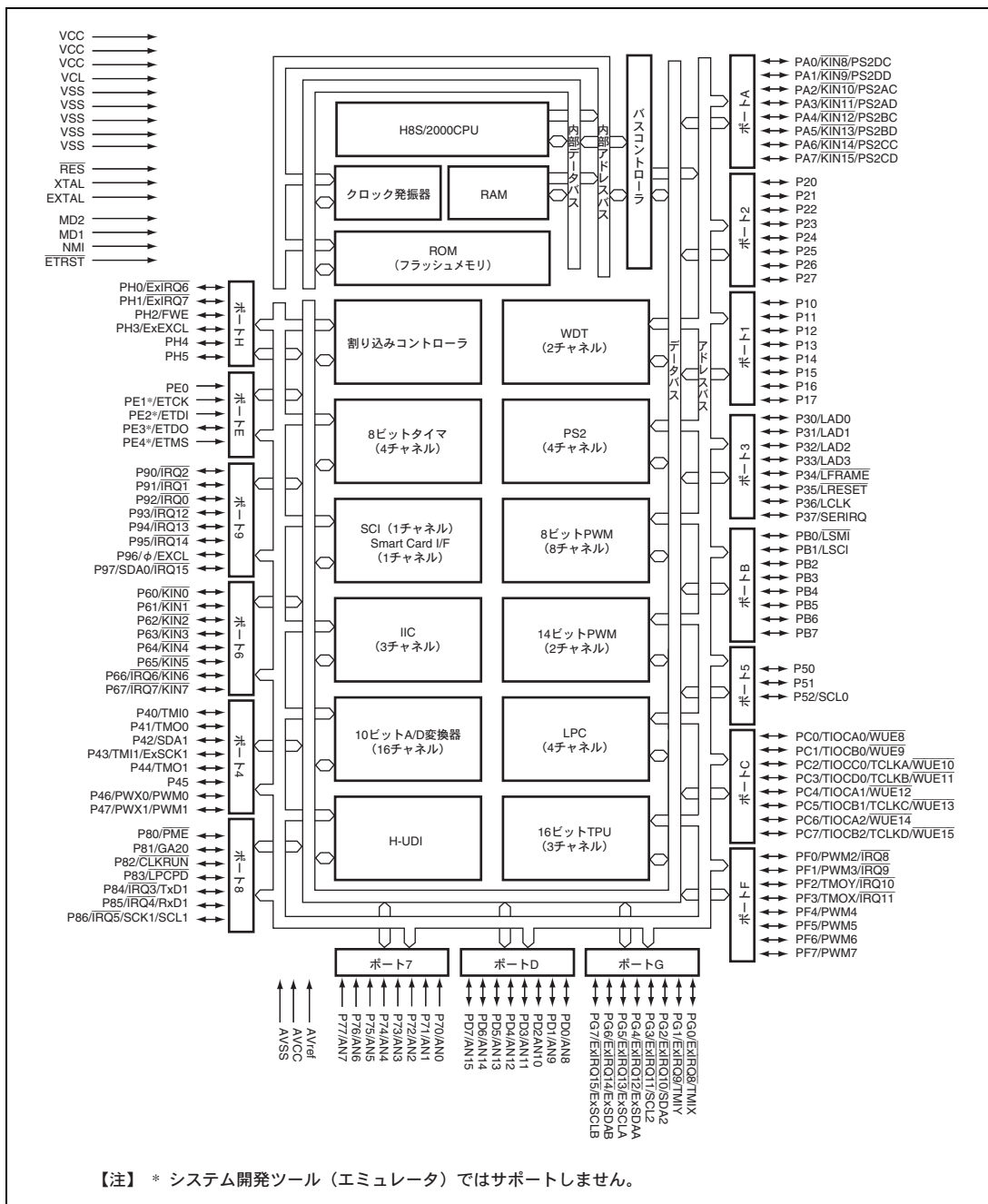


図 1.1 H8S/2116 グループの内部ブロック図

1. 概要

1.3 端子説明

1.3.1 ピン配置図

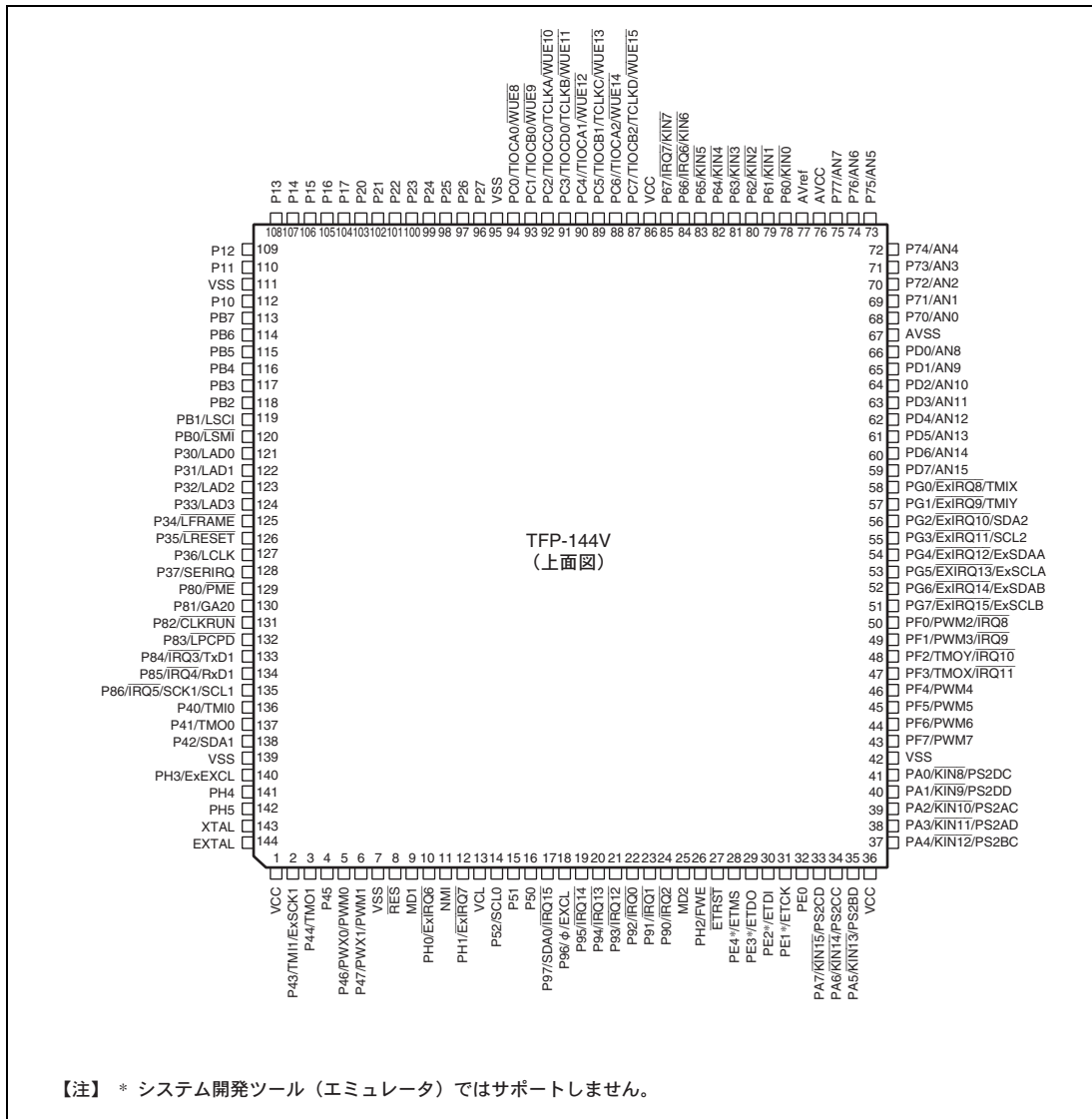


図 1.2 H8S/2116 グループのピン配置図 (TFP-144V)

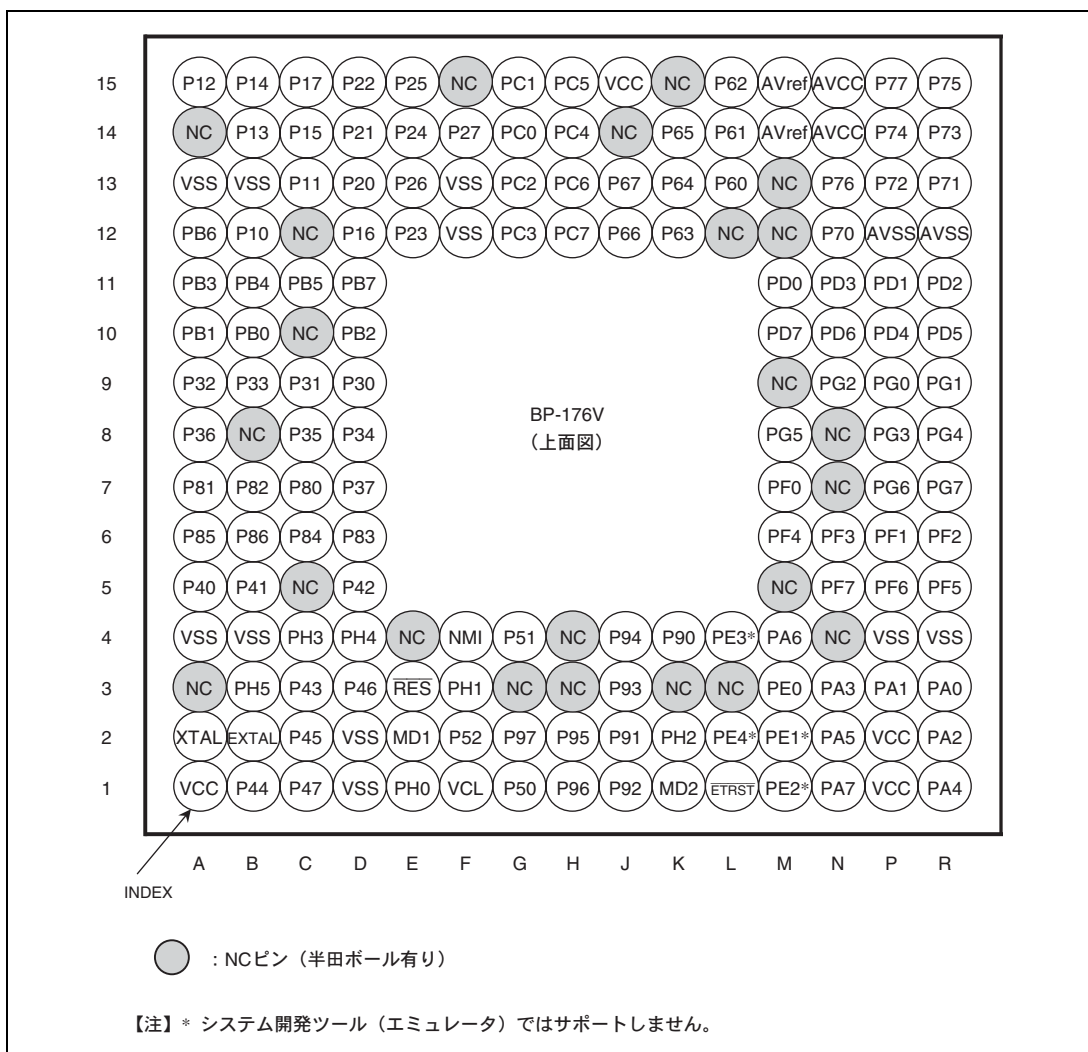


図 1.3 H8S/2116 ピン配置図 (BP-176V)

1. 概要

1.3.2 動作モード別端子機能一覧

表 1.1 H8S/2116 グループ動作モード別端子機能一覧

ピン番号		端子名	
TFP-144V	BP-176V	シングルチップモード	フラッシュメモリライトモード
		モード 2 (EXPE=0)	
1	A1	VCC	VCC
2	C3	P43/TMI1/ExSCK1	NC
3	B1	P44/TMO1	NC
4	C2	P45	NC
5	D3	P46/PWX0/PWM0	NC
6	C1	P47/PWX1/PWM1	NC
7	D1、D2	VSS	VSS
8	E3	$\overline{\text{RES}}$	$\overline{\text{RES}}$
9	E2	MD1	VSS
10	E1	PH0/ExIRQ6	NC
11	F4	NMI	FA9
12	F3	PH1/ExIRQ7	VCC
13	F1	VCL	VCL
14(N)	F2	P52/SCL0	FA18
15	G4	P51	FA17
16	G1	P50	VSS
17(N)	G2	P97/SDA0/IRQ15	VCC
18	H1	P96/ ϕ /EXCL	NC
19	H2	P95/IRQ14	FA16
20	J4	P94/IRQ13	FA15
21	J3	P93/IRQ12	WE
22	J1	P92/IRQ0	VSS
23	J2	P91/IRQ1	VCC
24	K4	P90/IRQ2	VCC
25	K1	MD2	VSS
26	K2	PH2/FWE	FWE
27	L1	$\overline{\text{ETRST}}$	$\overline{\text{RES}}$
28(T)	L2	PE4*/ETMS	NC
29	L4	PE3*/ETDO	NC
30(T)	M1	PE2*/ETDI	NC

ピン番号		端子名	
TFP-144V	BP-176V	シングルチップモード	フラッシュメモリライトモード
		モード 2 (EXPE=0)	
31(T)	M2	PE1*/ETCK	NC
32(T)	M3	PE0	NC
33(N)	N1	PA7/KIN15/PS2CD	NC
34(N)	M4	PA6/KIN14/PS2CC	NC
35(N)	N2	PA5/KIN13/PS2BD	NC
36	P1、P2	VCC	VCC
37(N)	R1	PA4/KIN12/PS2BC	NC
38(N)	N3	PA3/KIN11/PS2AD	NC
39(N)	R2	PA2/KIN10/PS2AC	NC
40(N)	P3	PA1/KIN9/PA2DD	NC
41(N)	R3	PA0/KIN8/PA2DC	NC
42	P4、R4	VSS	VSS
43	N5	PF7/PWM7	NC
44	P5	PF6/PWM6	NC
45	R5	PF5/PWM5	NC
46	M6	PF4/PWM4	NC
47	N6	PF3/TMOX/IRQ11	NC
48	R6	PF2/TMOY/IRQ10	NC
49	P6	PF1/PWM3/IRQ9	NC
50	M7	PF0/PWM2/IRQ8	NC
51(N)	R7	PG7/ExIRQ15/ExSCLB	NC
52(N)	P7	PG6/ExIRQ14/ExSDAB	NC
53(N)	M8	PG5/ExIRQ13/ExSCLA	NC
54(N)	R8	PG4/ExIRQ12/ExSDAA	NC
55(N)	P8	PG3/ExIRQ11/SCL2	NC
56(N)	N9	PG2/ExIRQ10/SDA2	NC
57(N)	R9	PG1/ExIRQ9/TMIY	NC
58(N)	P9	PG0/ExIRQ8/TMIX	NC
59	M10	PD7/AN15	NC
60	N10	PD6/AN14	NC

1. 概要

ピン番号		端子名	
TFP-144V	BP-176V	シングルチップモード	フラッシュメモリライトモード
		モード 2 (EXPE=0)	
61	R10	PD5/AN13	NC
62	P10	PD4/AN12	NC
63	N11	PD3/AN11	NC
64	R11	PD2/AN10	NC
65	P11	PD1/AN9	NC
66	M11	PD0/AN8	NC
67	R12、 P12	AVSS	VSS
68	N12	P70/AN0	NC
69	R13	P71/AN1	NC
70	P13	P72/AN2	NC
71	R14	P73/AN3	NC
72	P14	P74/AN4	NC
73	R15	P75/AN5	NC
74	N13	P76/AN6	NC
75	P15	P77/AN7	NC
76	N14、 N15	AVCC	VCC
77	M14、 M15	AVref	VCC
78	L13	P60/KIN0	NC
79	L14	P61/KIN1	NC
80	L15	P62/KIN2	NC
81	K12	P63/KIN3	NC
82	K13	P64/KIN4	NC
83	K14	P65/KIN5	NC
84	J12	P66/IRQ6/KIN6	NC
85	J13	P67/IRQ7/KIN7	VSS
86	J15	VCC	VCC
87	H12	PC7/TIOCB2/TCLKD/WUE15	NC
88	H13	PC6/TIOCA2/WUE14	NC
89	H15	PC5/TIOCB1/TCLKC/WUE13	NC
90	H14	PC4/TIOCA1/WUE12	NC

ピン番号		端子名	
TFP-144V	BP-176V	シングルチップモード	フラッシュメモリライトモード
		モード 2 (EXPE=0)	
91	G12	PC3/TIOCD0/TCLKB/WUE11	NC
92	G13	PC2/TIOCC0/TCLKA/WUE10	NC
93	G15	PC1/TIOCB0/WUE9	NC
94	G14	PC0/TIOCA0/WUE8	NC
95	F12、F13	VSS	VSS
96	F14	P27	CE
97	E13	P26	FA14
98	E15	P25	FA13
99	E14	P24	FA12
100	E12	P23	FA11
101	D15	P22	FA10
102	D14	P21	OE
103	D13	P20	FA8
104	C15	P17	FA7
105	D12	P16	FA6
106	C14	P15	FA5
107	B15	P14	FA4
108	B14	P13	FA3
109	A15	P12	FA2
110	C13	P11	FA1
111	B13、A13	VSS	VSS
112	B12	P10	FA0
113	D11	PB7	NC
114	A12	PB6	NC
115	C11	PB5	NC
116	B11	PB4	NC
117	A11	PB3	NC
118	D10	PB2	NC
119	A10	PB1/LSCI	NC
120	B10	PB0/LSMI	NC

1. 概要

ピン番号		端子名	
TFP-144V	BP-176V	シングルチップモード	フラッシュメモリライトモード
		モード 2 (EXPE=0)	
121	D9	P30/LAD0	FO0
122	C9	P31/LAD1	FO1
123	A9	P32/LAD2	FO2
124	B9	P33/LAD3	FO3
125	D8	P34/LFRAME	FO4
126	C8	P35/LRESET	FO5
127	A8	P36/LCLK	FO6
128	D7	P37/SERIRQ	FO7
129	C7	P80/PME	NC
130	A7	P81/GA20	NC
131	B7	P82/CLKRUN	NC
132	D6	P83/LPCPD	NC
133	C6	P84/IRQ3/TxD1	NC
134	A6	P85/IRQ4/RxD1	NC
135(N)	B6	P86/IRQ5/SCK1/SCL1	NC
136	A5	P40/TMI0	NC
137	B5	P41/TMO0	NC
138(N)	D5	P42/SDA1	NC
139	A4, B4	VSS	VSS
140	C4	PH3/ExEXCL	NC
141	D4	PH4	NC
142	B3	PH5	NC
143	A2	XTAL	XTAL
144	B2	EXTAL	EXTAL

【注】 ピン番号の (N) は NMOS プッシュプル/オープンドレイン駆動、5V Tolerant 入力端子を表します。

ピン番号の (T) は 5V Tolerant 入力端子を表します。

* システム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。

1.3.3 端子機能

表 1.2 端子機能

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
電源	VCC	1, 36, 86	A1, J15, P1, P2	入力	電源端子です。システムの電源に接続してください。また、VSS 端子との間にバイパスコンデンサを接続してください（端子近くに配置）。
	VCL	13	F1	入力	内部降圧電源用の外付け容量端子です。内部高压電源安定化のための外付けコンデンサを介して VSS に接続してください（端子近くに配置）。
	VSS	7, 42, 95, 111, 139	D1, D2, P4, R4, F12, F13, B13, A13, A4, B4	入力	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。
クロック	XTAL	143	A2	入力	水晶発振器接続端子です。また、EXTAL 端子は、外部クロック入力することができます。
	EXTAL	144	B2	入力	接続例については、「第 20 章 クロック発振器」を参照してください。
	φ	18	H1	出力	外部デバイスにシステムクロックを供給します。
	EXCL	18	H1	入力	32.768kHz の外部サブクロックを入力してください。EXCL または ExEXCL のどの端子から入力するかを選択できます。
	ExEXCL	140	C4	入力	
動作モード コントロール	MD2	25	K1	入力	動作モードを設定します。これらの端子は動作中には変化させないでください。
	MD1	9	E2	入力	
システム制御	RES	8	E3	入力	リセット端子です。この端子が Low レベルになると、リセット状態となります。
	FWE	26	K2	入力	フラッシュメモリ用端子です。
割り込み	NMI	11	F4	入力	ノンマスクابل割り込み要求端子です。
	$\overline{\text{IRQ}}15 \sim \overline{\text{IRQ}}0$	17, 19~21, 47~50, 85, 84, 135~133, 24~22	G2, H2, J4, J3, N6, R6, P6, M7, J13, J12, B6, A6, C6, K4, J2, J1	入力	マスク可能な割り込みを要求します。 $\overline{\text{IRQ}}n$ または $\overline{\text{ExIRQ}}n$ のどの端子から入力するかを選択できます。 (n=15~6)
	Ex $\overline{\text{IRQ}}15 \sim$ Ex $\overline{\text{IRQ}}6$	51~58, 12, 10	R7, P7, M8, R8, P8, N9, R9, P9, F3, E1		

1. 概要

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
H-UDI	ETRST* ²	27	L1	入力	エミュレータ用インタフェース端子です。 H-UDI を起動する／しないに関わらず、必ず ETRST 端子を 0 にして、リセットしてください。このとき、ETRST 端子は ETCK に対して 20 クロックの間、Low レベルに保持してください。その後 H-UDI を起動する場合は、ETRST 端子を 1 にして、ETCK、ETMS、ETDI 端子を任意に設定してください。H-UDI を起動しない通常動作の場合は、ETCK、ETMS、ETDI、ETDO 端子は 1 にプルアップしてください、ETRST 端子はチップ内部でプルアップされます。
	ETMS	28	L2	入力	
	ETDO	29	L4	出力	
	ETDI	30	M1	入力	
	ETCK	31	M2	入力	
8 ビットタイマ (TMR_0、TMR_1 TMR_X、TMR_Y)	TMO0	137	B5	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。
	TMO1	3	B1		
	TMOX	47	N6		
	TMOY	48	R6		
	TMIO	136	A5	入力	カウンタイベント入力およびカウントリセット入力端子です。
	TM11	2	C3		
	TMIX	58	P9		
	TMIY	57	R9		
16 ビットタイマ パルスユニット (TPU)	TCLKA	92	G13	入力	タイマの外部クロック入力端子です。
	TCLKB	91	G12		
	TCLKC	89	H15		
	TCLKD	87	H12		
	TIOCA0	94	G14	入出力	TGRA_0~TGRD_0 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB0	93	G15		
	TIOCC0	92	G13		
	TIOCD0	91	G12		
	TIOCA1	90	H14	入出力	TGRA_1~TGRB_1 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB1	89	H15		
	TIOCA2	88	H13	入出力	TGRA_2~TGRB_2 のインプットキャプチャ入力／アウトプットコンペア出力／PWM 出力端子です。
	TIOCB2	87	H12		
8 ビット PWM タイマ (PWM)	PWM7~PWM0	43~46、 49、50、 6、5	N5、P5、 R5、M6、 P6、M7、 C1、D3	出力	PWM タイマのパルス出力端子です。
14 ビット PWM タイマ (PWMX)	PWX0 PWX1	5 6	D3 C1	出力	PWM D/A のパルス出力端子です。

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
シリアル コミュニケーション インタフェース (SCI_1)	TxD1	133	C6	出力	送信データ出力端子です。
	RxD1	134	A6	入力	受信データ入力端子です。
	SCK1 ExSCK1	135 2	B6 C3	入出力	クロック入出力端子です。 SCK1 の出力形式は NMOS プッシュプルです。 SCK1 または ExSCK1 を選択できます。
キーボードバッファ コントロール ユニット (PS2)	PS2AC	39	R2	入出力	キーボードバッファコントローラの同期クロック入出力端子です。
	PS2BC	37	R1		
	PS2CC	34	M4		
	PS2DC	41	R3		
	PS2AD PS2BD PS2CD PS2DD	38 35 33 40	N3 N2 N1 P3	入出力	キーボードバッファコントローラのデータ入出力端子です。
キーボード制御	$\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$	33~35, 37~41, 85~78	N1, M4, N2, R1, N3, R2, P3, R3, J13, J12, K14, K13, K12, L15, L14, L13	入力	マトリクスキーボードのための入力端子です。 通常は KIN15~KIN0 をキースキャン用入力、P17~P10 と P27~P20 をキースキャン用出力として使用します。これにより、最大 16 出力×16 入力、256 キーのマトリクスが構成できます。
	$\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$	87~94	H12, H13, H15, H14, G12, G13, G15, G14	入力	ウェイクアップイベントの入力端子です。種々のソースからキーウェイクアップと同様のウェイクアップが可能です。
LPC インタフェース (LPC)	LAD3~LAD0	124~121	B9, A9, C9, D9	入出力	LPC のコマンド、アドレス、データの入出力端子です。
	LFRAME	125	D8	入力	LPC サイクルの始まりや異常な LPC サイクルの強制終了を示す入力端子です。
	LRESET	126	C8	入力	LPC のリセットを示す入力端子です。
	LCLK	127	A8	入力	LPC のクロック入力端子です。
	SERIRQ	128	D7	入出力	LPC のシリアルホスト割り込み (HIRQ1、SMI、HIRQ6、HIRQ9~12) の入出力端子です。
	LSCI、LSMI、 PME	119, 120, 129	A10, B10, C7	入出力	LPC の補助出力端子です。機能的には汎用入出力ポートです。
	GA20	130	A7	入出力	GATE A20 コントロール信号出力端子です。出力状態のモニタ入力が可能です。
	CLKRUN	131	B7	入出力	LCLK の停止状態で、LCLK の動作開始を要求する入出力端子です。
	LPCPD	132	D6	入力	LPC モジュールのシャットダウンを制御する入力端子です。

1. 概要

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
A/D 変換器	AN15~AN0	59~66, 75~68	M10, N10, R10, P10, N11, R11, P11, M11, P15, N13, R15, P14, R14, P13, R13, N12	入力	アナログ入力端子です。
	AVCC	76	N14, N15	入力	A/D 変換器のアナログ電源端子です。A/D 変換器を使用しない場合、システムの電源 (+3V) に接続してください。
	AVref	77	M14, M15	入力	A/D 変換器の基準電源端子です。A/D 変換器を使用しない場合、システムの電源 (+3V) に接続してください。
	AVSS	67	R12, P12	入力	A/D 変換器のグランド端子です。システムの電源 (0V) に接続してください。
I ² C バス インタフェース (IIC)	SCL0 SCL1 SCL2 ExSCLA ExSCLB	14 135 55 53 51	F2 B6 P8 M8 R7	入出力	I ² C クロック入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。SCL0, SCL1, ExSCLA, ExSCLB のどの端子から入出力するかを選択できます。
	SDA0 SDA1 SDA2 ExSDAA ExSDAB	17 138 56 54 52	G2 D5 N9 R8 P7	入出力	I ² C のデータ入出力端子です。出力形式は NMOS オープンドレイン出力です。SDA0, SDA1, ExSDAA, ExSDAB のどの端子から入出力するかを選択できます。
I/O ポート	P17~P10	104~110, 112	C15, D12, C14, B15, B14, A15, C13, B12	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P27~P20	96~103	F14, E13, E15, E14, E12, D15, D14, D13	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P37~P30	128~121	D7, A8, C8, D8, B9, A9, C9, D9	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P47~P40	6~2, 138~136	C1, D3, C2, B1, C3, D5, B5, A5	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (P42 は NMOS プッシュプル出力です。)

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
I/O ポート	P52~P50	14~16	F2, G4, G1	入出力	3 ビットの入出力端子です。 (P52 は NMOS プッシュプル出力です。)
	P67~P60	85~78	J13, J12, K14, K13, K12, L15, L14, L13	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P77~P70	75~68	P15, N13, R15, P14, R14, P13, R13, N12	入力	8 ビットの入力端子です。
	P86~P80	135~129	B6, A6, C6, D6, B7, A7, C7	入出力	7 ビットの入出力端子です。 (P86 は NMOS プッシュプル出力です。)
	P97~P90	17~24	G2, H1, H2, J4, J3, J1, J2, K4	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (P97 は NMOS プッシュプル出力です。)
	PA7~PA0	33~35, 37~41	N1, M4, N2, R1, N3, R2, P3, R3	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (PA7~PA0 は NMOS プッシュプル出力です。)
	PB7~PB0	113~120	D11, A12, C11, B11, A11, D10, A10, B10	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PC7~PC0	87~94	H12, H13, H15, H14, G12, G13, G15, G14	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PD7~PD0	59~66	M10, N10, R10, P10, N11, R11, P11, M11	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PE4~PE0* ¹	28~32	L2, L4, M1, M2, M3	入力	5 ビットの入力端子です。
PF7~PF0	43~50	N5, P5, R5, M6, N6, R6, P6, M7	入出力	8 ビットの入出力端子です。	

1. 概要

分類	記号	ピン番号		入出力	名称および機能
		TFP-144V	BP-176V		
I/O ポート	PG7~PG0	51~58	R7, P7, M8, R8, P8, N9, R9, P9	入出力	8 ビットの入出力端子です。 (PG7~PG0はNMOSプッシュプル出力です。)
	PH5~PH0	142~ 140, 26, 12, 10	B3, D4, C4, K2, F3, E1	入出力	6 ビットの入出力端子です。

- 【注】 *1 PE4~PE1 端子はシステム開発ツール（エミュレータ）ではサポートしません。
- *2 $\overline{\text{ETRST}}$ 端子に印加するパワーオンリセット信号については、以下の注意が必要です。
- 電源投入時に必ずリセット信号を印加してください。
- ボードテストの $\overline{\text{ETRST}}$ 端子が LSI のシステム側の動作に影響がないように回路を分離してください。
- LSI のシステムリセットがボードテストの $\overline{\text{ETRST}}$ 端子に影響を与えないように回路を分離してください。

2. CPU

H8S/2000 CPU は、H8/300 CPU および H8/300H CPU と上位互換のアーキテクチャを持つ内部 32 ビット構成の高速 CPU です。H8S/2000 CPU には 16 ビットの汎用レジスタが 16 本あり、16M バイトのリニアなアドレス空間を扱うことができ、リアルタイム制御に最適な CPU です。この章は H8S/2000 CPU について説明しています。製品によって使用できるモードやアドレス空間が異なりますので、製品ごとの詳細は「第 3 章 MCU 動作モード」を参照してください。

2.1 特長

- H8/300 CPU および H8/300H CPU と上位互換
H8/300 および H8/300H CPU オブジェクトプログラムを実行可能
- 汎用レジスタ：16 ビット×16 本
8 ビット×16 本、32 ビット×8 本としても使用可能
- 基本命令：65 種類
8/16/32 ビット演算命令
乗除算命令
強力なビット操作命令
- 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)
ディスプレイースメント付レジスタ間接 (@(d:16,ERn)/@(d:32,ERn))
ポストインクリメント/プリデクリメントレジスタ間接 (@ERn+/@-ERn)
絶対アドレス (@aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32)
イミディエイト (#xx:8/#xx:16/#xx:32)
プログラムカウンタ相対 (@(d:8,PC)/@(d:16,PC))
メモリ間接 (@@aa:8)
- アドレス空間：16M バイト
プログラム：16M バイト
データ：16M バイト

2. CPU

- 高速動作
頻出命令をすべて1~2ステートで実行
8/16/32ビットレジスタ間加減算：1ステート
8×8ビットレジスタ間乗算：12ステート（MULXU.B）、13ステート（MULXS.B）
16÷8ビットレジスタ間除算：12ステート（DIVXU.B）
16×16ビットレジスタ間乗算：20ステート（MULXU.W）、21ステート（MULXS.W）
32÷16ビットレジスタ間除算：20ステート（DIVXU.W）
- CPU動作モード：2種類
ノーマルモード* / アドバンスモード
- 低消費電力状態
SLEEP命令により低消費電力状態に遷移
CPU動作クロックを選択可能

【注】 * 本LSIではノーマルモードは使用できません。

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

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

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

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

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

2.1.2 H8/300 CPU との相違点

H8S/2000 CPU は、H8/300 CPU に対して、次の点が追加、拡張されています。

- 汎用レジスタ、コントロールレジスタを拡張
16ビット×8本の拡張レジスタおよび8ビット×1本のコントロールレジスタを追加
- アドレス空間を拡張
ノーマルモードのとき、H8/300 CPUと同一の64Kバイトのアドレス空間を使用可能*
アドバンスモードのとき、最大16Mバイトのアドレス空間を使用可能
- アドレッシングモードを強化
16Mバイトのアドレス空間を有効に使用可能
- 命令強化
ビット操作命令のアドレッシングモードを強化
符号付き乗除算命令などを追加
2ビットシフト、2ビットローテート命令を追加
複数レジスタの退避/復帰命令を追加
テストアンドセット命令を追加
- 高速化
基本的な命令を2倍に高速化

【注】 * 本 LSI ではノーマルモードは使用できません。

2.1.3 H8/300H CPU との相違点

H8S/2000 CPU は、H8/300H CPU に対して、次の点が追加、拡張されています。

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

2.2 CPU 動作モード

H8S/2000 CPU には、ノーマルモード*とアドバンスモードの2つの動作モードがあります。サポートするアドレス空間は、ノーマルモード*では最大 64K バイト、アドバンスモードでは 16M バイトです。動作モードは LSI のモード端子によって決まります。

【注】 * 本 LSI ではノーマルモードは使用できません。

2.2.1 ノーマルモード

ノーマルモードでは例外処理ベクタ、スタックの構造は H8/300 CPU と同一です。

- アドレス空間

最大64Kバイトの空間をリニアにアクセス可能です。

- 拡張レジスタ (En)

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

拡張レジスタEnは、対応する汎用レジスタRnをアドレスレジスタとして使用している場合でも、16ビットレジスタとして任意の値を設定することができます(ただし、プリデクリメントレジスタ間接 (@-Rn)、ポストインクリメントレジスタ間接 (@Rn+) により汎用レジスタRnが参照された場合、キャリ/ポローが発生すると、対応する拡張レジスタEnの内容に伝播しますので注意してください)。

- 命令セット

命令およびアドレッシングモードはすべて使用できます。実効アドレス (EA) の下位16ビットのみが有効となります。

- 例外処理ベクタテーブルおよびメモリ間接の分岐アドレス

ノーマルモードでは、H'0000から始まる先頭領域に例外処理ベクタテーブル領域が割り当てられており、16ビットの分岐先アドレスを格納します。ノーマルモードの例外処理ベクタテーブルの構造を図2.1に示します。

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

ノーマルモードでは、オペランドは16ビット(ワード)となり、この16ビットが分岐先アドレスとなります。なお、分岐先アドレスを格納できるのは、H'0000~H'00FFの領域であり、この範囲の先頭領域は例外処理ベクタテーブルと共通となっていますので注意してください。

- スタック構造

ノーマルモード時のサブルーチン分岐時のPCのスタック構造と、例外処理時のPCとCCRのスタックの構造を図2.2に示します。EXRはスタックされません。詳細は「第4章 例外処理」を参照してください。

【注】 本 LSI ではノーマルモードは使用できません。

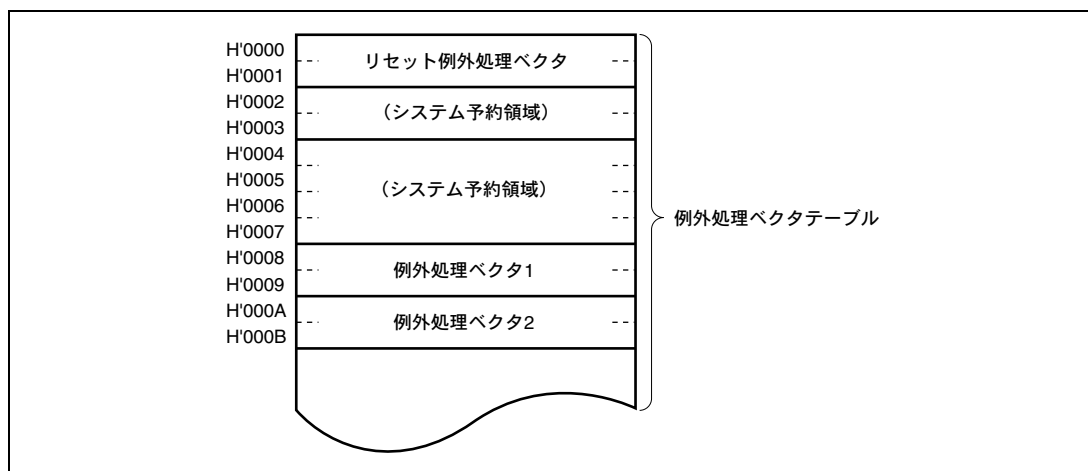


図 2.1 例外処理ベクタテーブル（ノーマルモード）

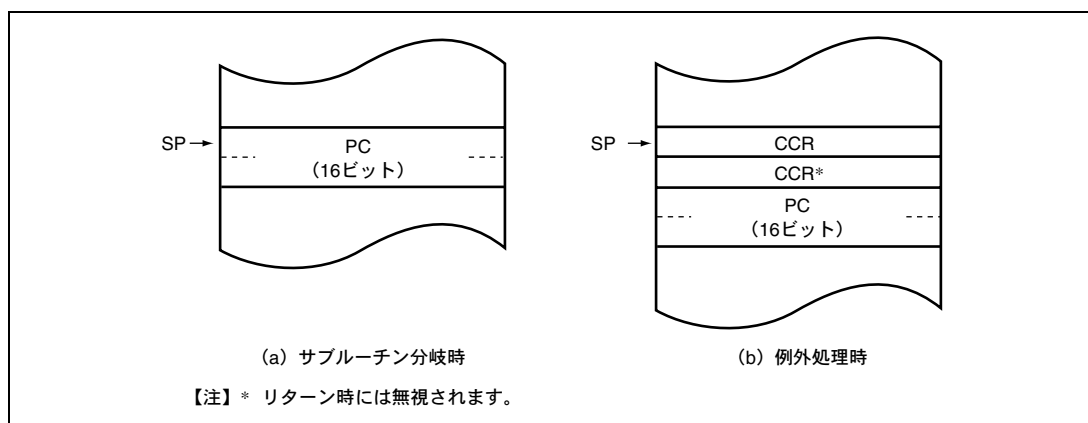


図 2.2 ノーマルモードのスタック構造

2.2.2 アドバンストモード

- アドレス空間

最大16Mバイトの空間をリニアにアクセス可能です。

- 拡張レジスタ (En)

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

- 命令セット

命令およびアドレッシングモードはすべて使用できます。

2. CPU

- 例外処理ベクタテーブル、メモリ間接の分岐アドレス

アドバンストモードでは、H'00000000から始まる先頭領域に32ビット単位で例外処理ベクタテーブル領域が割り当てられており、上位8ビットは無視され24ビットの分岐先アドレスを格納します（図2.3参照）。例外処理ベクタテーブルは「第4章 例外処理」を参照してください。

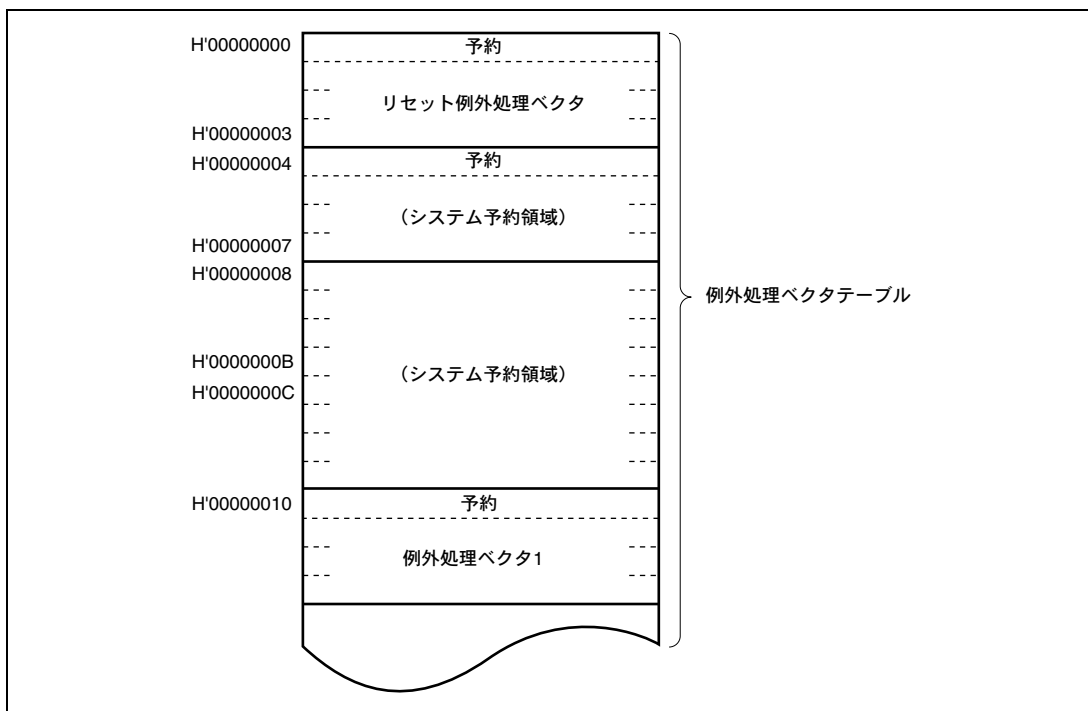


図 2.3 例外処理ベクタテーブル（アドバンストモード）

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

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

- スタック構造

アドバンストモード時のサブルーチン分岐時のPCのスタック構造と、例外処理時のPCとCCRのスタックの構造を図2.4に示します。EXRはスタックされません。詳細は「第4章 例外処理」を参照してください。

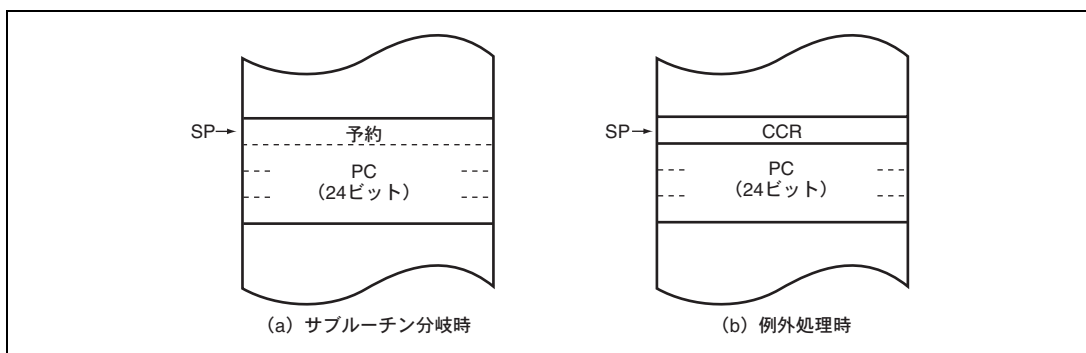


図 2.4 アドバンストモードのスタック構造

2.3 アドレス空間

H8S/2000 CPUのメモリマップを図2.5に示します。H8S/2000 CPUは、ノーマルモード*のとき最大64Kバイト、アドバンストモードのとき最大16Mバイト（アーキテクチャ上は4Gバイト）のアドレス空間をリニアに使用することができます。実際に使用できるモードやアドレス空間は製品ごとに異なります。詳細は「第3章 MCU動作モード」を参照してください。

【注】 * 本LSIではノーマルモードは使用できません。

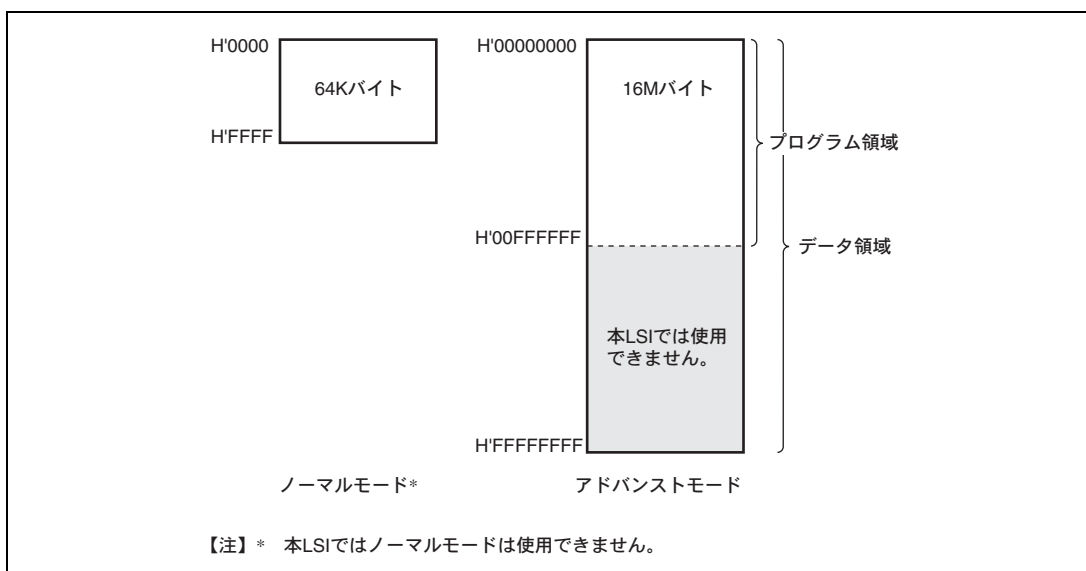


図 2.5 アドレス空間

2.4 レジスタの構成

H8S/2000 CPU の内部レジスタの構成を図 2.6 に示します。これらのレジスタは、汎用レジスタとコントロールレジスタの 2 つに分類することができます。コントロールレジスタには、24 ビットのプログラムカウンタ (PC)、8 ビットのエクステンドレジスタ (EXR)、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。

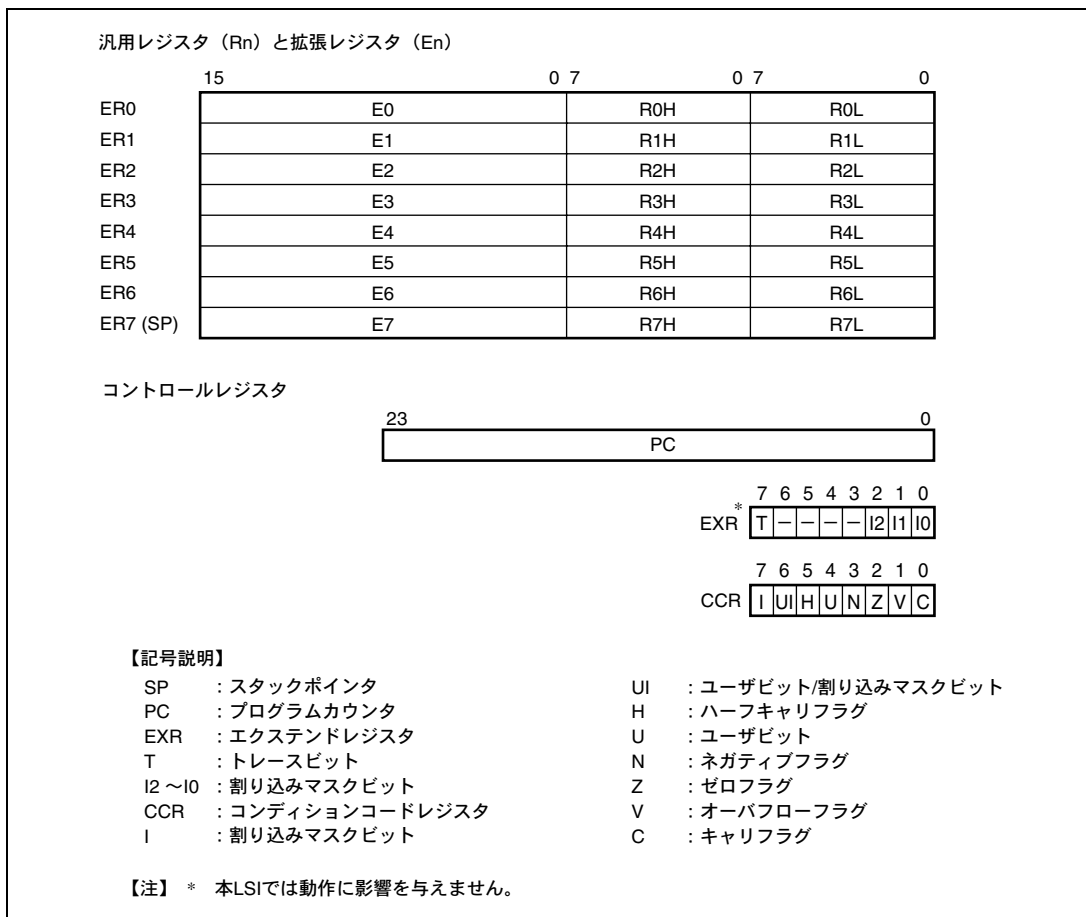


図 2.6 CPU 内部レジスタ構成

2.4.1 汎用レジスタ

H8S/2000 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、アドレスレジスタまたはデータレジスタとして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2.7に示します。

アドレスレジスタまたは32ビット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本まで使用することができます。なお、汎用レジスタE (E0~E7)を特に拡張レジスタと呼ぶ場合があります。

8ビット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本まで使用することができます。

各レジスタは独立に使用方法を選択できます。

汎用レジスタER7には、汎用レジスタとしての機能に加えて、スタックポインタ (SP)としての機能が割り当てられており、例外処理やサブルーチン分岐などで暗黙的に使用されます。スタックの状態を図2.8に示します。

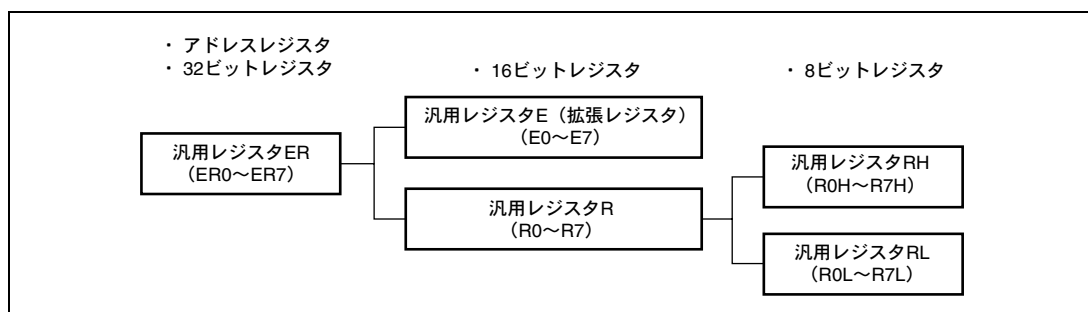


図 2.7 汎用レジスタの使用方法

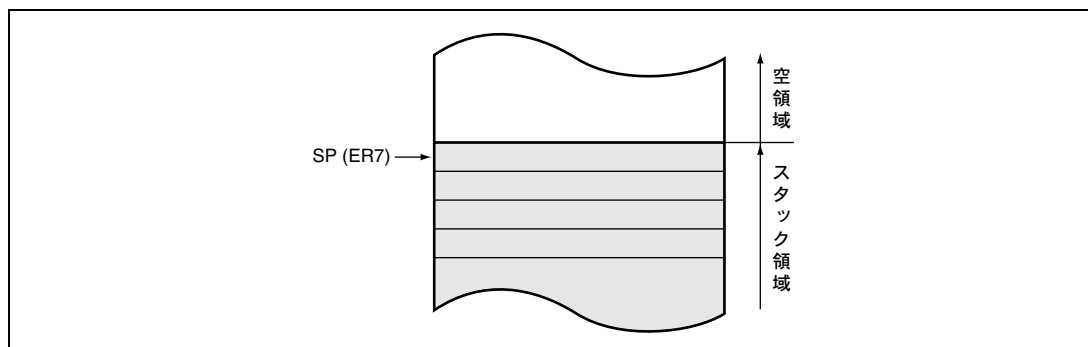


図 2.8 スタックの状態

2. CPU

2.4.2 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示しています。CPU の命令は、すべて 2 バイト (ワード) を単位としているため、最下位ビットは無効です (命令コードのリード時は最下位ビットは 0 とみなされます)。

2.4.3 エクステンドレジスタ (EXR)

本 LSI では動作に影響を与えません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	T	0	R/W	トレースビット 本 LSI では動作に影響を与えません。
6~3	—	すべて 1	—	リザーブビット リードすると常に 1 がリードされます。
2	I2	1	R/W	割り込みマスクビット 2~0
1	I1	1	R/W	本 LSI では動作に影響を与えません。
0	I0	1	R/W	

2.4.4 コンディションコードレジスタ (CCR)

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

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 本ビットが 1 にセットされると、割り込みがマスクされます。ただし、NMI は 1 ビットに関係なく受け付けられます。例外処理の実行が開始されたときに 1 にセットされます。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。
6	UI	不定	R/W	ユーザビット/割り込みマスクビット 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 にキャリまたはポローが生じたとき 1 にセットされ、生じなかったとき 0 にクリアされます。また、ADD.W、SUB.W、CMP.W、NEG.W 命令の実行により、ビット 11 にキャリまたはポローが生じたとき、もしくは ADD.L、SUB.L、CMP.L、NEG.L 命令の実行により、ビット 27 にキャリまたはポローが生じたとき 1 にセットされ、生じなかったとき 0 にクリアされます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
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。 <ul style="list-style-type: none"> • 加算結果のキャリ • 減算結果のポロー • 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。

2.4.5 CPU 内部レジスタの初期値

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

2.5 データ形式

H8S/2000 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できます。

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

2.5.1 汎用レジスタのデータ形式

汎用レジスタのデータ形式を図 2.9 に示します。

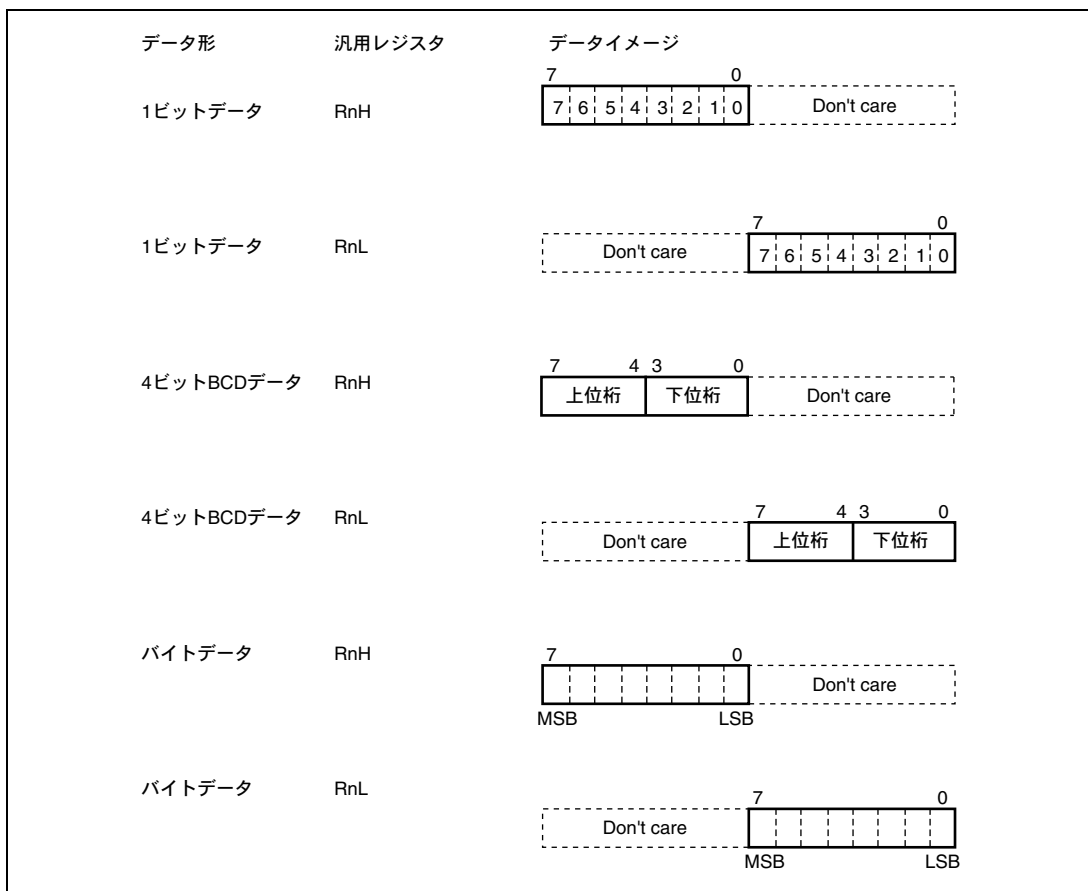


図 2.9 汎用レジスタのデータ形式 (1)

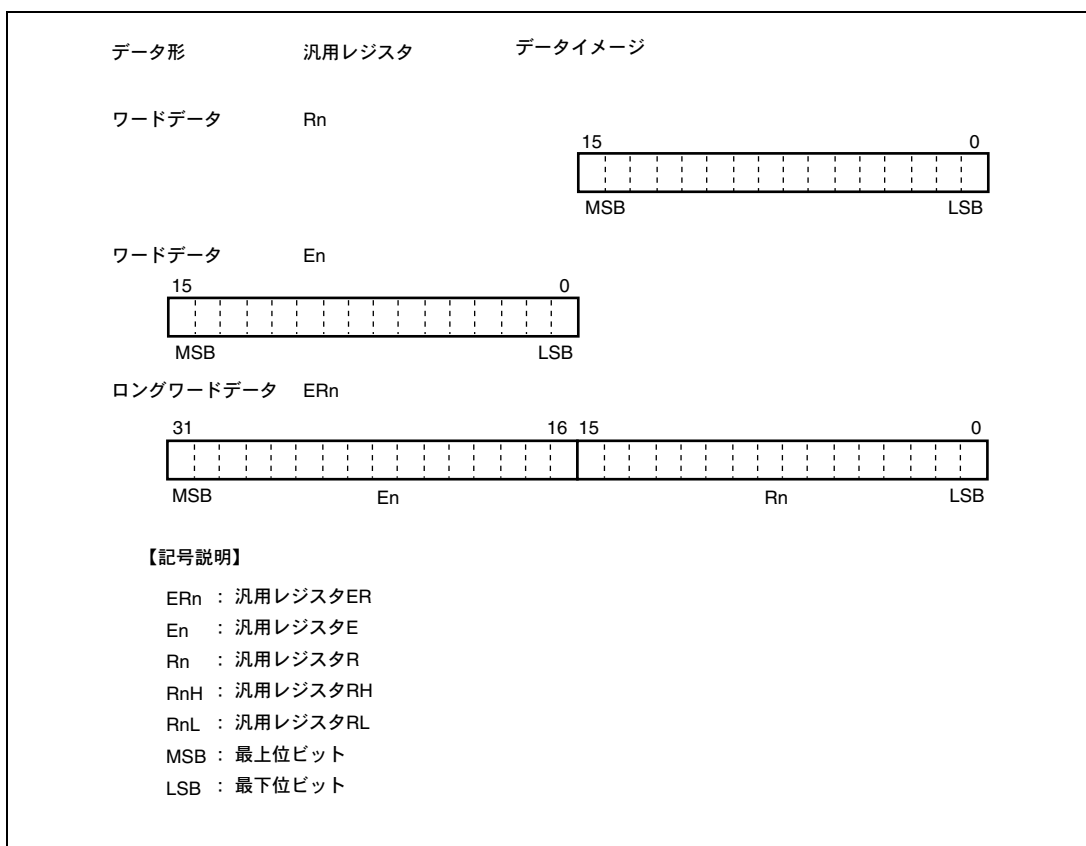


図 2.9 汎用レジスタのデータ形式 (2)

2.5.2 メモリ上でのデータ形式

メモリ上でのデータ形式を図 2.10 に示します。

H8S/2000 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。

なお、SP (ER7) 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。

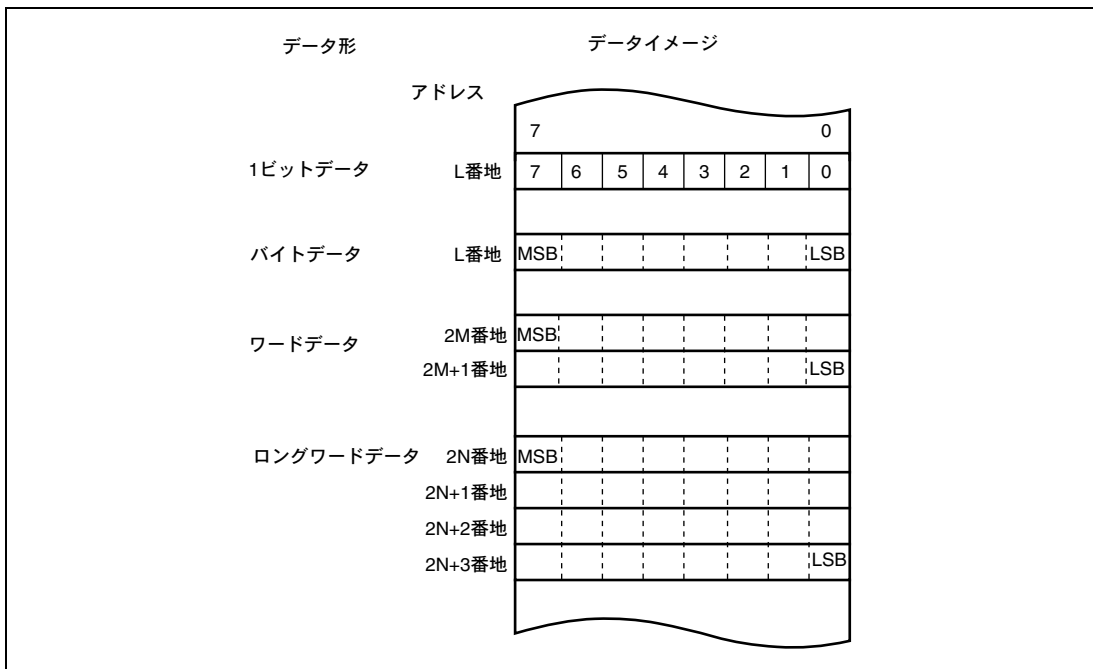


図 2.10 メモリ上でのデータ形式

2.6 命令セット

H8S/2000 CPU の命令は合計 65 種類あり、各命令の持つ機能によって表 2.1 に示すように分類されます。

表 2.1 命令の分類

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

合計 65 種類

【注】 B：バイトサイズ W：ワードサイズ L：ロングワードサイズ

- *1 POP.W Rn, PUSH.W Rn は、それぞれ MOV.W @SP+,Rn, MOV.W Rn,@-SP と同一です。
また、POP.L ERn, PUSH.L ERn は、それぞれ MOV.L @SP+,ERn, MOV.L ERn,@-SP と同一です。
- *2 Bcc は条件分岐命令の総称です。
- *3 本 LSI では使用できません。
- *4 TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用してください。
- *5 STM/LDM 命令においては、ER7 レジスタはスタックポインタであるため、退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタとしては使えません。

2. CPU

2.6.1 命令の機能別一覧

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

表 2.2 オペレーションの記号

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

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

表 2.3 データ転送命令

命令	サイズ* ¹	機能
MOV	B/W/L	(EAs)→Rd, Rs→(EAd) 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとメモリ間でデータ転送します。また、イミディエイトデータを汎用レジスタに転送します。
MOVFPPE	B	本 LSI では使用できません。
MOVTPPE	B	本 LSI では使用できません。
POP	W/L	@SP+→Rn スタックから汎用レジスタへデータを復帰します。 POP.W Rn は MOV.W @SP+, Rn と、また、POP.L ERn は MOV.L @SP+, ERn と同一です。
PUSH	W/L	Rn→@-SP 汎用レジスタの内容をスタックに退避します。 PUSH.W Rn は MOV.W Rn, @-SP と同一です。 PUSH.L ERn は MOV.L ERn, @-SP と同一です。
LDM* ²	L	@SP+→Rn (レジスタ群) スタックから複数の汎用レジスタへデータを復帰します。
STM* ²	L	Rn (レジスタ群) →@-SP 複数の汎用レジスタの内容をスタックに退避します。

【注】 *1 サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

*2 STM/LDM 命令においては、ER7 レジスタはスタックポインタであるため、退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタとしては使えません。

2. CPU

表 2.4 算術演算命令 (1)

命令	サイズ*	機能
ADD SUB	B/W/L	$Rd \pm Rs \rightarrow Rd$, $Rd \pm \#IMM \rightarrow Rd$ 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	$Rd \pm Rs \pm C \rightarrow Rd$, $Rd \pm \#IMM \pm C \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間のキャリ付きの加減算を行います。
INC DEC	B/W/L	$Rd \pm 1 \rightarrow Rd$, $Rd \pm 2 \rightarrow Rd$ 汎用レジスタに 1 または 2 を加減算します (バイトサイズで 1 の加減算のみ可能です)。
ADDS SUBS	L	$Rd \pm 1 \rightarrow Rd$, $Rd \pm 2 \rightarrow Rd$, $Rd \pm 4 \rightarrow Rd$ 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	$Rd(10 \text{ 進補正}) \rightarrow Rd$ 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	$Rd \times Rs \rightarrow Rd$ 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 \rightarrow 16 ビット、16 ビット \times 16 ビット \rightarrow 32 ビットの乗算が可能です。
MULXS	B/W	$Rd \times Rs \rightarrow Rd$ 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 \rightarrow 16 ビット、16 ビット \times 16 ビット \rightarrow 32 ビットの乗算が可能です。
DIVXU	B/W	$Rd \div Rs \rightarrow Rd$ 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 \rightarrow 商 8 ビット余り 8 ビット、 32 ビット \div 16 ビット \rightarrow 商 16 ビット余り 16 ビットの除算が可能です。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

表 2.4 算術演算命令 (2)

命令	サイズ* ¹	機能
DIVXS	B/W	Rd÷Rs→Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き除算を行います。 16ビット÷8ビット→商8ビット余り8ビット、 32ビット÷16ビット→商16ビット余り16ビットの除算が可能です。
CMP	B/W/L	Rd-Rs、Rd-#IMM 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の比較を行い、その結果をCCRに反映します。
NEG	B/W/L	0-Rd→Rd 汎用レジスタの内容の2の補数（算術的補数）をとります。
EXTU	W/L	Rd(ゼロ拡張) →Rd 16ビットレジスタの下位8ビットをワードサイズにゼロ拡張します。または、32ビットレジスタの下位16ビットをロングワードサイズにゼロ拡張します。
EXTS	W/L	Rd(符号拡張) →Rd 16ビットレジスタの下位8ビットをワードサイズに符号拡張します。または、32ビットレジスタの下位16ビットをロングワードサイズに符号拡張します。
TAS* ²	B	@ERd-0、1 → (<ビット7>of @ERd) メモリの内容をテストした後、最上位ビット（ビット7）を1にセットします。

【注】 *1 サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

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

2. CPU

表 2.5 論理演算命令

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

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

表 2.6 シフト命令

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

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

表 2.7 ビット操作命令 (1)

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

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B: バイト

2. CPU

表 2.7 ビット操作命令 (2)

命令	サイズ*	機能
BXOR	B	$C \oplus (\langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle) \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットとキャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。
BIXOR	B	$C \oplus [\sim(\langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle)] \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグとの排他的論理和をとり、結果をキャリフラグに格納します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BLD	B	$\langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle \rightarrow C$ 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	$\sim(\langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle) \rightarrow C$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットを反転し、キャリフラグに転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。
BST	B	$C \rightarrow \langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle$ 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	$\sim C \rightarrow \langle \text{ビット番号} \rangle \text{of} \langle \text{EAd} \rangle$ 汎用レジスタまたはメモリのオペランドの指定された 1 ビットに、キャリフラグを反転して転送します。 ビット番号は、3 ビットのイミディエイトデータで指定されます。

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

表 2.8 分岐命令

命令	サイズ	機能																																																			
Bcc	－	<p>指定した条件が成立しているとき、指定されたアドレスへ分岐します。分岐条件を下表に示します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ニーモニック</th> <th>説明</th> <th>分岐条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BRA(BT)</td> <td>Always(True)</td> <td>Always</td> </tr> <tr> <td>BRN(BF)</td> <td>Never(False)</td> <td>Never</td> </tr> <tr> <td>BHI</td> <td>High</td> <td>CVZ=0</td> </tr> <tr> <td>BLS</td> <td>Low or Same</td> <td>CVZ=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⊕V=0</td> </tr> <tr> <td>BLT</td> <td>Less Than</td> <td>N⊕V=1</td> </tr> <tr> <td>BGT</td> <td>Greater Than</td> <td>Z∨(N⊕V)=0</td> </tr> <tr> <td>BLE</td> <td>Less or Equal</td> <td>Z∨(N⊕V)=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	CVZ=0	BLS	Low or Same	CVZ=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⊕V=0	BLT	Less Than	N⊕V=1	BGT	Greater Than	Z∨(N⊕V)=0	BLE	Less or Equal	Z∨(N⊕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	CVZ=0																																																			
BLS	Low or Same	CVZ=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⊕V=0																																																			
BLT	Less Than	N⊕V=1																																																			
BGT	Greater Than	Z∨(N⊕V)=0																																																			
BLE	Less or Equal	Z∨(N⊕V)=1																																																			
JMP	－	指定されたアドレスへ無条件に分岐します。																																																			
BSR	－	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
JSR	－	指定されたアドレスへサブルーチン分岐します。																																																			
RTS	－	サブルーチンから復帰します。																																																			

2. CPU

表 2.9 システム制御命令

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

【注】 * サイズはオペランドサイズを示します。

B：バイト

W：ワード

表 2.10 ブロック転送命令

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

2.6.2 命令の基本フォーマット

H8S/2000 CPU の命令は、2 バイト（ワード）を単位にしています。各命令はオペレーションフィールド（op）、レジスタフィールド（r）、EA 拡張部（EA）、およびコンディションフィールド（cc）から構成されています。

図 2.11 に命令フォーマットの例を示します。

- 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。

- レジスタフィールド

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

- 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ースメントを指定します。8ビット、16ビット、または32ビットです。

- コンディションフィールド

Bcc命令の分岐条件を指定します。

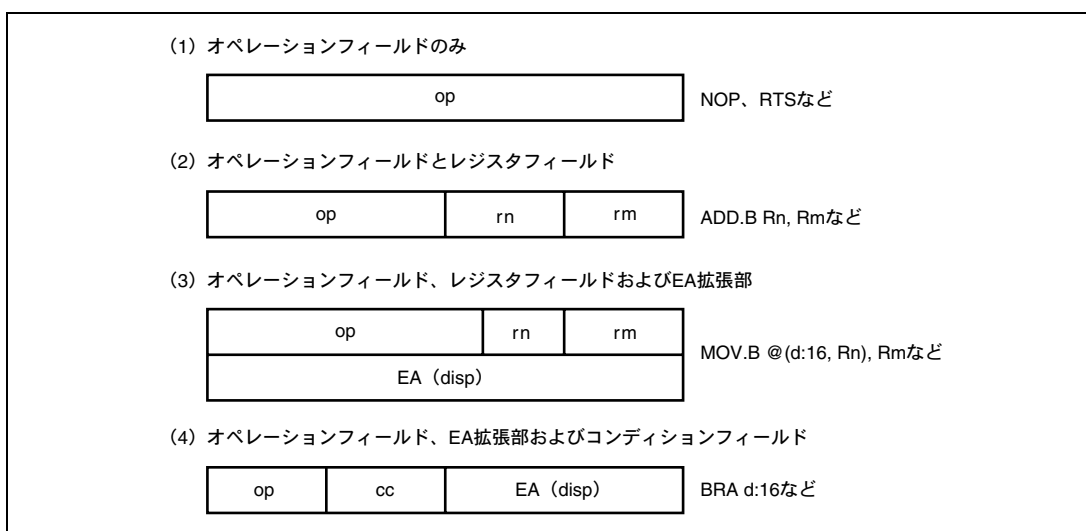


図 2.11 命令フォーマットの例

2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法

H8S/2000 CPU は表 2.11 に示すように、8 種類のアドレッシングモードをサポートしています。命令ごとに、使用できるアドレッシングモードが異なります。

演算命令では、レジスタ直接、およびイミディエイトが使用できます。転送命令では、プログラムカウンタ相対とメモリ間接を除くすべてのアドレッシングモードが使用できます。また、ビット操作命令では、オペランドの指定にレジスタ直接、レジスタ間接、および絶対アドレスが使用できます。さらに、オペランド中のビット番号を指定するためにレジスタ直接 (BSET、BCLR、BNOT、BTST の各命令)、およびイミディエイト (3 ビット) が独立して使用できます。

表 2.11 アドレッシングモード一覧表

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

2.7.1 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。

2.7.2 レジスタ間接 @ERn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。プログラム領域としては、下位 24 ビットが有効になり、上位 8 ビットはすべて 0 (H'00) とみなされます。

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

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

2.7.4 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

(1) ポストインクリメントレジスタ間接 @ERn+

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、アドレスレジスタの内容に1、2または4が加算され、加算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは1、ワードサイズでは2、ロングワードサイズでは4がそれぞれ加算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズするとき、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。

(2) プリデクリメントレジスタ間接 @-ERn

命令コードのレジスタフィールドで指定されるアドレスレジスタ (ERn) の内容から、1、2または4を減算した内容をアドレスとしてメモリ上のオペランドを指定します。その後、減算結果がアドレスレジスタに格納されます。バイトサイズでは1、ワードサイズでは2、ロングワードサイズでは4がそれぞれ減算されます。ワードサイズまたはロングワードサイズするとき、アドレスレジスタの内容が偶数になるようにしてください。

2.7.5 絶対アドレス @aa:8/@aa:16/@aa:24/@aa:32

命令コード中に含まれる絶対アドレスで、メモリ上のオペランドを指定します。絶対アドレスは8ビット (@aa:8)、16ビット (@aa:16)、24ビット (@aa:24)、または32ビット (@aa:32) です。絶対アドレスのアクセス範囲を表 2.12 に示します。

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

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

表 2.12 絶対アドレスのアクセス範囲

絶対アドレス		ノーマルモード	アドバンストモード
データ領域	8ビット (@aa:8)	H'FF00~H'FFFF	H'FFFF00~H'FFFFFF
	16ビット (@aa:16)	H'0000~H'FFFF	H'000000~H'007FFF、 H'FF8000~H'FFFFFF
	32ビット (@aa:32)		H'000000~H'FFFFFF
プログラム領域	24ビット (@aa:24)		

2.7.6 イミディエイト #xx:8/#xx:16/#xx:32

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

なお、ADDS、SUBS、INC、DEC 命令では、イミディエイトデータが命令コード中に暗黙的に含まれます。ビット操作命令では、ビット番号を指定するための 3 ビットのイミディエイトデータが、命令コード中に含まれる場合があります。また、TRAPA 命令では、ベクタアドレスを指定するための 2 ビットのイミディエイトデータが命令コードの中に含まれます。

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

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

2.7.8 メモリ間接 @@aa:8

JMP、JSR 命令で使用されます。命令コード中に含まれる 8 ビット絶対アドレスでメモリ上のオペランドを指定し、この内容を分岐アドレスとして分岐します。8 ビット絶対アドレスの上位のビットはすべて 0 となりますので、分岐アドレスを格納できるのは 0 ~ 255 (ノーマルモード*のとき H'0000 ~ H'00FF、アドバンスモードのとき H'000000 ~ H'0000FF) 番地です。

ノーマルモードの場合は、メモリ上のオペランドはワードサイズで指定し、16 ビットの分岐アドレスを生成します。また、アドバンスモードの場合は、メモリ上のオペランドはロングワードサイズで指定します。このうち先頭の 1 バイトはすべて 0 (H'00) とみなされます。ただし、分岐アドレスを格納可能なアドレスの先頭領域は、例外処理ベクタ領域と共通になっていますので注意してください。詳細は「第 4 章 例外処理」を参照してください。

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

【注】 * 本 LSI ではノーマルモードは使用できません。

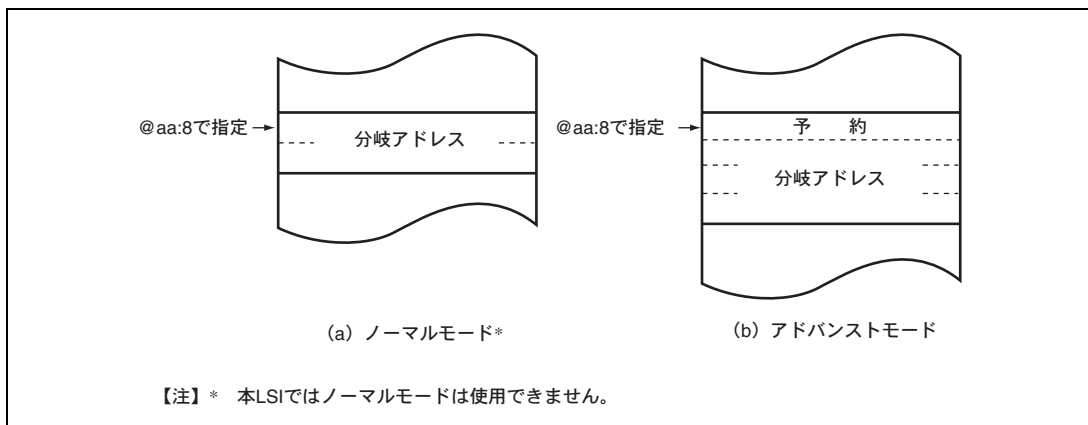


図 2.12 メモリ間接による分岐アドレスの指定

2.7.9 実効アドレスの計算方法

各アドレッシングモードにおける実効アドレス（EA：Effective Address）の計算法を表 2.13 に示します。
ノーマルモードの場合、実効アドレスの上位 8 ビットは無視され、16 ビットのアドレスとなります。

表 2.13 実行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:32,ERn) 										
4	ポストインクリメントレジスタ間接/プリデクリメントレジスタ間接 ・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 										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>オペランドサイズ</th> <th>加減算される値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バイト</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ワード</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>ロングワード</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	オペランドサイズ	加減算される値	バイト	1	ワード	2	ロングワード	4	
オペランドサイズ	加減算される値										
バイト	1										
ワード	2										
ロングワード	4										

2. CPU

表 2.13 実行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)
5	絶対アドレス @aa:8		
	@aa:16		
	@aa:24		
	@aa:32		
6	イミディエイト #xx:8/#xx:16/#xx:32		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 ・ノーマルモード		
	・アドバンスドモード		

2.8 処理状態

H8S/2000 CPU の処理状態には、リセット状態、例外処理状態、プログラム実行状態、バス権解放状態、およびプログラム停止状態の5種類があります。処理状態間の状態遷移図を図 2.13 に示します。

- リセット状態

CPU および内蔵周辺モジュールがすべて初期化され、停止している状態です。リセット端子がLowレベルになると、実行中の処理はすべて中止され、CPUはリセット状態になります。リセット状態ではすべての割り込みが禁止されます。リセット端子をLowレベルからHighレベルにすると、リセット例外処理を開始します。リセットの詳細は「第4章 例外処理」を参照してください。ウォッチドッグタイマを内蔵する製品では、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することもできます。

- 例外処理状態

例外処理状態は、リセット、トレース、割り込み、またはトラップ命令の例外処理要因によってCPUが通常の処理状態の流れを変え、例外処理ベクタテーブルからスタートアドレス（ベクタ）を取り出してそのスタートアドレスに分岐する過渡的な状態です。詳細は「第4章 例外処理」を参照してください。

- プログラム実行状態

CPUがプログラムを順次実行している状態です。

- バス権解放状態

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

詳細は「第6章 バスコントローラ（BSC）」を参照してください。

- プログラム停止状態

CPUが動作を停止し、消費電力を低下させた状態です。SLEEP命令の実行、またはソフトウェアスタンバイモードへの遷移でCPUはプログラム停止状態になります。詳細は「第21章 低消費電力状態」を参照してください。

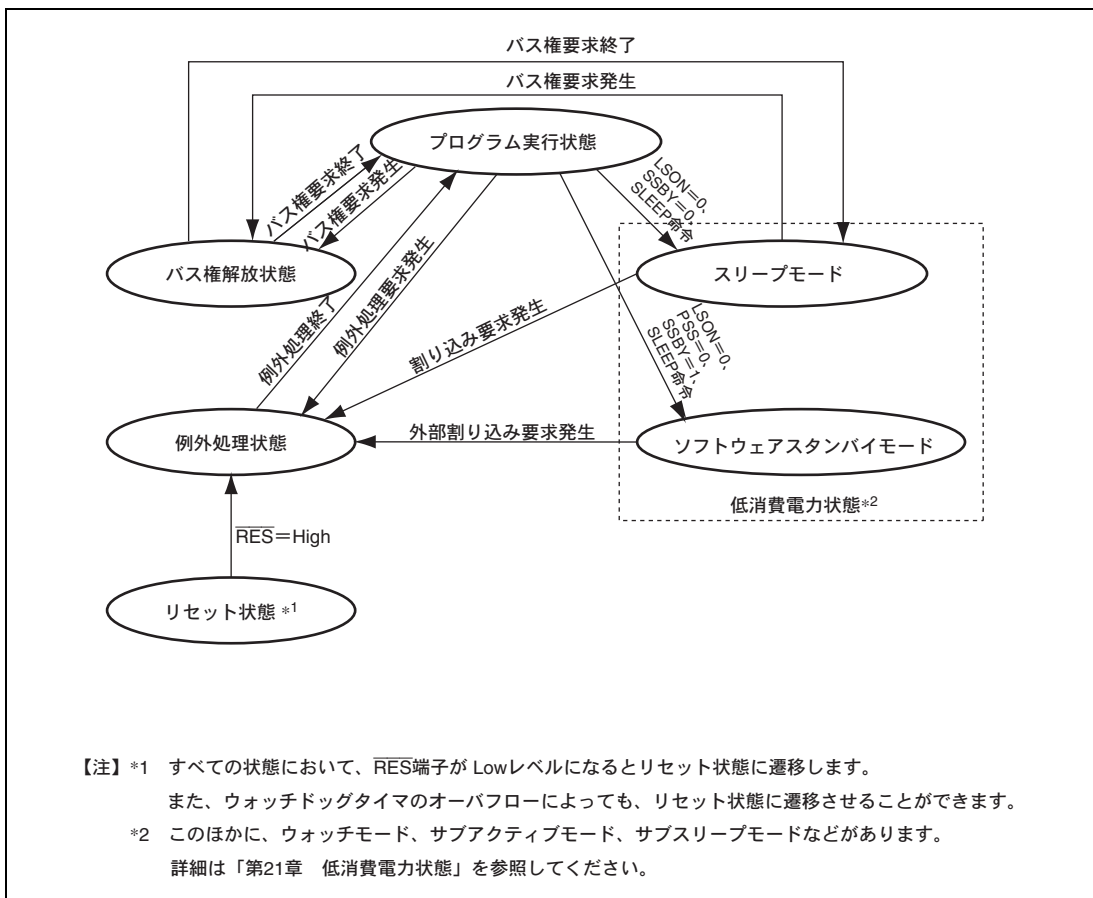


図 2.13 状態遷移図

2.9 使用上の注意事項

2.9.1 TAS 命令

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

なお、ルネサス テクノロジ製 H8S、H8/300 シリーズ C/C++コンパイラでは、TAS 命令は生成されません。ユーザ定義の組み込み関数として TAS 命令を使用する場合は、レジスタ ER0、ER1、ER4、ER5 を使用するようお願いいたします。

2.9.2 STM/LDM 命令

STM/LDM 命令において、ER7 レジスタはスタックポイントであるため、退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタとしては、使用できません。一命令で退避 (STM) / 復帰 (LDM) できるレジスタ数は 2 本、3 本、4 本です。そのとき使用可能なレジスタリストは、以下のとおりです。

2 本 : ER0—ER1、ER2—ER3、ER4—ER5

3 本 : ER0—ER2、ER4—ER6

4 本 : ER0—ER3

また、ルネサス テクノロジ製 H8S、H8S/300 シリーズ C/C++コンパイラでは、ER7 を含む STM/LDM 命令は生成されません。

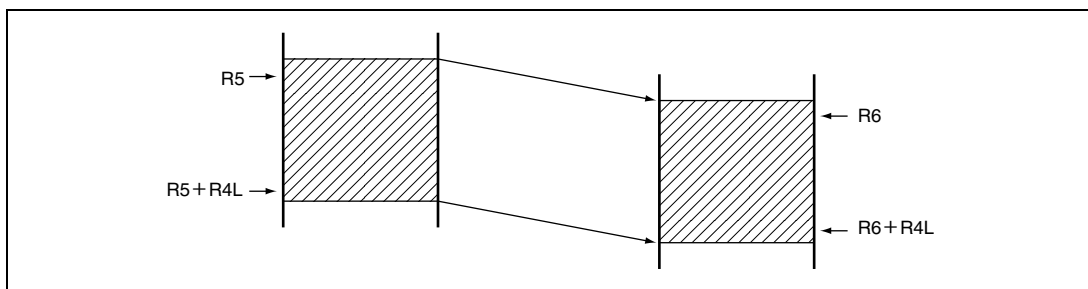
2.9.3 ビット操作命令

BSET、BCLR、BNOT、BST、BIST の各命令は、バイト単位でデータをリードし、ビット操作後に再びバイト単位でデータをライトします。したがって、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これらの命令を使用するときは注意が必要です。

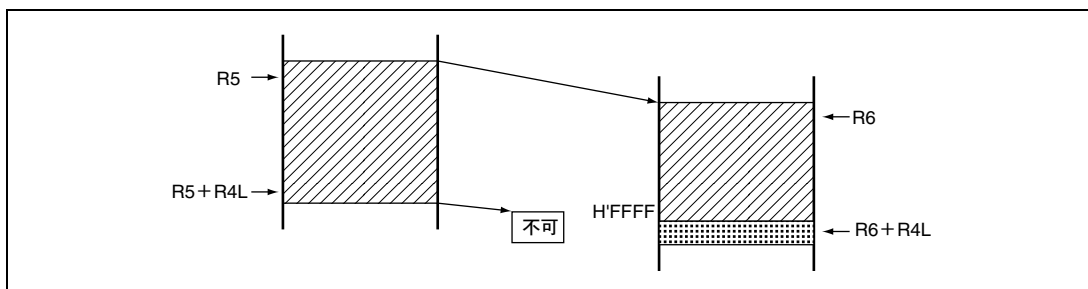
また、内部 I/O レジスタのフラグを 0 にクリアするために、BCLR 命令を使用できます。この場合、割り込み処理ルーチンなどで当該フラグが 1 にセットされていることが明らかであれば、事前に当該フラグをリードする必要はありません。

2.9.4 EEPMOV 命令

1. EEPMOV命令はブロック転送命令で、R5で示されるアドレスから始まるR4Lで示されるバイト数のデータを、R6で示されるアドレスへ転送します。



2. 転送先の最終アドレス (R6+R4Lの値) がH'FFFFを超えないように (実行途中でR6の値がH'FFFF→H'0000とならないように)、R4L、R6を設定してください。



3. MCU 動作モード

3.1 動作モードの選択

本 LSI には、3 種類の動作モード（モード 2、4、6）があります。動作モードは、モード端子（MD2、MD1）の設定で決まります。表 3.1 に、MCU 動作モードの選択を示します。

表 3.1 MCU 動作モードの選択

MCU 動作モード	MD2	MD1	MD0*	CPU 動作モード	内 容	内蔵 ROM
2	0	1	0	アドバンスト	シングルチップモード	有効
4	1	0	0	—	フラッシュ書き込み/消去	—
6	1	1	0	エミュレーション	オンチップエミュレーションモード	有効

【注】 * MD0 は端子として存在せず、チップ内で 0 に固定されています。

モード 2 は、シングルチップモードで動作します。

モード 0、1、3、5、7 は、本 LSI では使用できません。モード 4、6 は、特殊な動作モードです。したがって、通常のプログラム実行状態では、モード端子は必ずモード 2 になるように設定してください。また、モード端子は動作中に変化させないでください。リセット解除後は MDCR レジスタのリードによるモード端子入力のラッチを行ってください。

モード 4 は、フラッシュメモリの書き込み/消去を行うためのブートモードです。詳細は「第 19 章 フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)」を参照してください。

モード 6 は、オンチップエミュレーションモードです。JTAG を用いてオンチップエミュレータ (E10A) により制御され、オンチップエミュレーションが可能です。

3.2 レジスタの説明

動作モードに関連するレジスタには以下のものがあります。

- モードコントロールレジスタ (MDCR)
- システムコントロールレジスタ (SYSCR)
- シリアルタイマコントロールレジスタ (STCR)
- システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)

3. MCU 動作モード

3.2.1 モードコントロールレジスタ (MDCR)

MDCR は、動作モードの設定および現在の動作モードをモニタするのに用います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	EXPE	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6~3	—	すべて 0	R	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2 1	MDS2 MDS1	—* —*	R R	モードセレクト 2、1 モード端子 (MD2、MD1) の入力レベルを反映した値 (現在の動作モード) を示しています。MDS2、MDS1 ビットは MD2、MD1 端子にそれぞれ対応します。これらのビットはリード専用でライトは無効です。 MDCR をリードすると、モード端子 (MD2、MD1) の入力レベルがこれらのビットにラッチされます。このラッチはリセットで解除されます。
0	—	0	R	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

【注】 * MD2、MD1 端子により決定されます。

3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

SYSCR は、リセット要因のモニタ、割り込み制御モードの選択、NMI 検出エッジの選択、周辺機能のレジスタアクセスの制御、RAM のアドレス空間の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5 4	INTM1 INTM0	0 0	R R/W	割り込み制御選択モード 1、0 割り込みコントローラの割り込み制御モードを選択します。 割り込み制御モードについては「5.6 割り込み制御モードと割り込み動作」を参照してください。 00：割り込み制御モード 0 01：割り込み制御モード 1 10：設定禁止 11：設定禁止
3	XRST	1	R	外部リセット リセット要因を表すビットです。リセットは、外部リセット入力、または、ウォッチドッグタイマオーバフローにより発生できます。 0：ウォッチドッグタイマオーバフローで発生 1：外部リセットで発生

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	NMIEG	0	R/W	NMI エッジセレクト NMI 端子の入力エッジ選択を行います。 0 : NMI 入力の立ち下がリエッジで割り込み要求を発生 1 : NMI 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生
1	KINWUE	0	R/W	キーボードコントロールレジスタアクセスイネーブル RELOCATE ビットが0にクリアされているときに、キーボードマトリクス割り込みレジスタ (KMIMRA、KMIMR)、プルアップ MOS コントロールレジスタ (KMPCR)、8 ビットタイマ TMR_X、TMR_Y のレジスタ (TCR_X/TCR_Y、TCSR_X/TCSR_Y、TICRR/TCORA_Y、TICRF/TCORB_Y、TCNT_X/TCNT_Y、TCORC、TCORA_X、TCORB_X、TCONRI、CONRS) の CPU アクセスを制御します。 0 : アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC~H'(FF)FFFF のエリアは、TMR_X および TMR_Y のレジスタの CPU アクセスを許可 1 : アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF7、H'(FF)FFFC~H'(FF)FFFF のエリアは、キーボードマトリクス割り込みレジスタおよび入力プルアップ MOS コントロールレジスタの CPU アクセスを許可 RELOCATE ビットが1にセットされているときは、無効になります。 詳細は「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」「第22章 レジスタ一覧」を参照してください。
0	RAME	1	R/W	RAM イネーブル 内蔵 RAM の有効または無効を選択します。 0 : 内蔵 RAM 無効 1 : 内蔵 RAM 有効

3.2.3 シリアルタイマコントロールレジスタ (STCR)

STCR は、レジスタアクセスの制御、IIC の動作モードの制御、内蔵フラッシュメモリの制御、タイマカウンタ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	IICX2	0	R/W	I ² C トランスフェレートセレクト 2~0
6	IICX1	0	R/W	IIC の動作を制御するビットです。I ² C バスモードレジスタ (ICMR) の CKS2
5	IICX0	0	R/W	~CKS0 ビットと組み合わせて、マスタモードでの転送レートを選択します。 転送レートについては、表 14.3 を参照してください。

3. MCU 動作モード

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
4	IICE	0	R/W	<p>I²C マスタイネーブル</p> <p>RELOCATE ビットが 0 にクリアされているときに、IIC のレジスタ (ICCR、ICSR、ICDR/SARX、ICMR/SAR、ICRES)、PWMX のレジスタ (DADRAH/DACR、DADRAL、DADRBH/DACNTH、DADRBL/DACNTL)、SCI のレジスタ (SMR、BRR、SCMR) の CPU アクセスを制御します。</p> <p>0 : アドレス H'(FF)FF88~H'(FF)FF89、H'(FF)FF8E~H'(FF)FF8F のエリアは、SCI_1 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FFA0~H'(FF)FFA1、H'(FF)FFA6~H'(FF)FFA7 のエリアは、SCI_2 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FFD8~H'(FF)FFD9、H'(FF)FFDE~H'(FF)FFDF のエリアは、アクセス禁止</p> <p>1 : アドレス H'(FF)FF88~H'(FF)FF89、H'(FF)FF8E~H'(FF)FF8F のエリアは、IIC_1 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FFA0~H'(FF)FFA1、H'(FF)FFA6~H'(FF)FFA7 のエリアは、PWMX のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FFD8~H'(FF)FFD9、H'(FF)FFDE~H'(FF)FFDF のエリアは、IIC_0 のレジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEE6 のエリアは ICRES をアクセス</p> <p>RELOCATE ビットが 1 にセットされているときは、無効になります。 詳細は「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」 「第 22 章 レジスタ一覧」を参照してください。</p>
3	FLSHE	0	R/W	<p>フラッシュメモリコントロールレジスタイネーブル</p> <p>フラッシュメモリのレジスタ (FCCS、FPCS、FECS、FKEY、FMATS、FTDAR)、低消費電力状態の制御レジスタ (SBYCR、LPWRCR、MSTPCR、MSTPCRL)、および周辺モジュールの制御レジスタ (BCR2、WSCR、PCSR、SYSCR2) の CPU アクセスを制御します。</p> <p>0 : アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 のエリアは、低消費電力状態および周辺モジュールの制御レジスタにアクセス アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はリザーブエリア</p> <p>1 : アドレス H'(FF)FF80~H'(FF)FF87 エリアはリザーブエリア アドレス H'(FF)FEA8~H'(FF)FEAE はフラッシュメモリの制御レジスタにアクセス</p>
2	IICS	0	R/W	<p>I²C エクストラバッファセレクト</p> <p>ポート A のビット 7~4 を SCL、SDA と同様の出力バッファとなるように設定します。ソフトウェアのみによる I²C インタフェースを実現する場合に利用します。</p> <p>0 : PA7~PA4 は通常入出力端子 1 : PA7~PA4 はバス駆動可能な入出力端子</p>
1	ICKS1	0	R/W	インターナルクロックソースセレクト 1、0
0	ICKS0	0	R/W	<p>タイマコントロールレジスタ (TCR) の CKS2~CKS0 ビットと組み合わせてタイマカウンタ (TCNT) に入力するクロックとカウント条件を選択します。 詳細は「11.3.4 タイマコントロールレジスタ (TCR)」を参照してください。</p>

3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)

SYSCR3 は、レジスタマップの選択、割り込みベクタの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	EIVS*	0	R/W	拡張割り込みベクタセレクト* 割り込みベクタテーブルの互換モードか拡張モードを選択します。 0 : H8S/2140B グループ互換ベクタモード 1 : 拡張ベクタモード 詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。
5	RELOCATE	0	R/W	レジスタアドレスマップセレクト レジスタマップの互換モードか拡張モードを選択します。 レジスタマップ拡張モードでは、レジスタの CPU アクセス制御を SYSCR の KINWUE、STCR の IICE で切り替えることなく使用できます。 0 : H8S/2140B グループレジスタマップ互換モード 1 : レジスタマップ拡張モード 詳細は「第 22 章 レジスタ一覧」を参照してください。
4~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

【注】 * 割り込みが発生しない状態で切り替えてください。

3.3 各動作モードの説明

3.3.1 モード 2

CPU はアドバンスド・シングルチップモードで、アドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM は有効です。

3.4 アドレスマップ

各動作モードのアドレスマップを図 3.1 に示します。

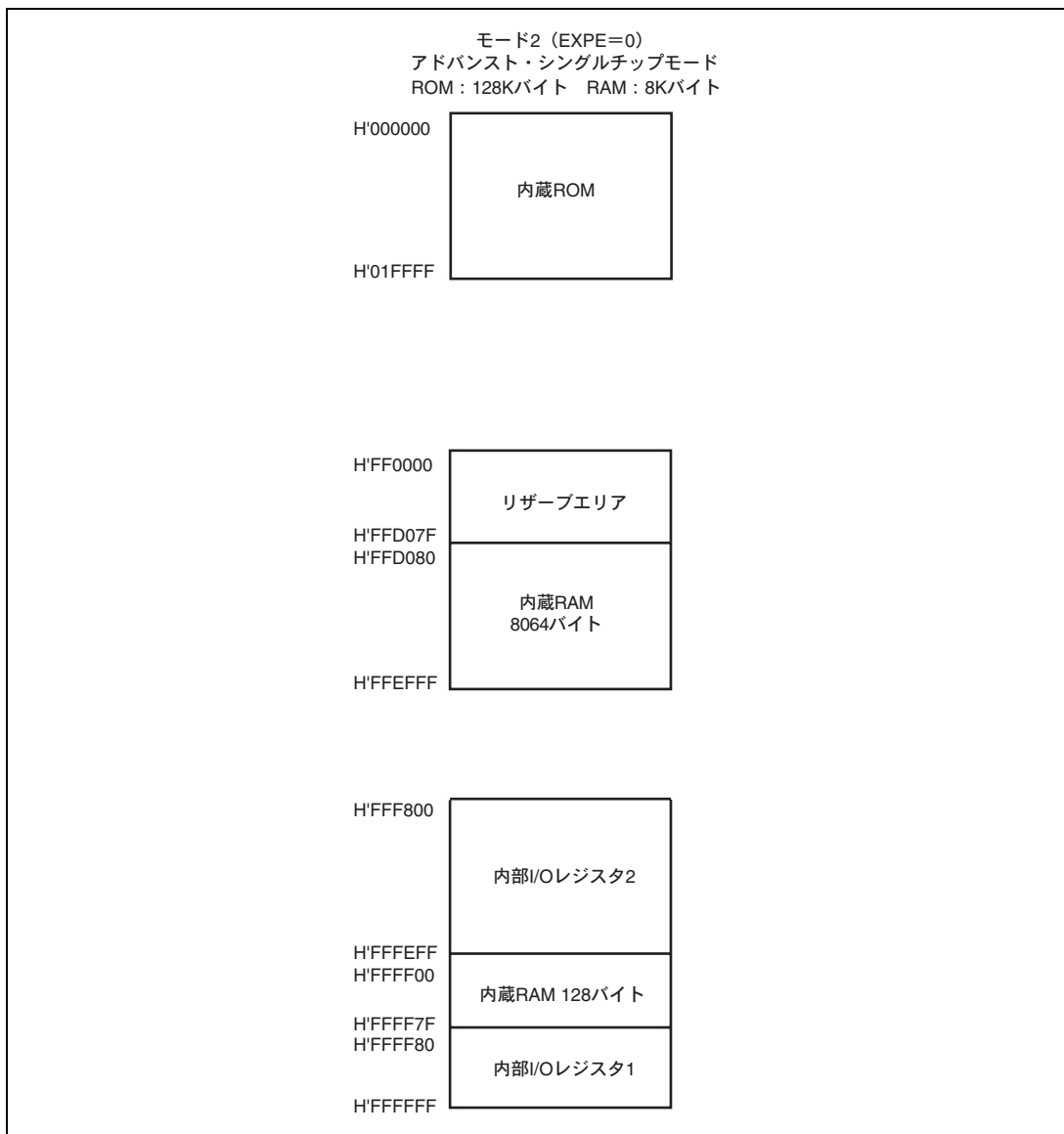


図 3.1 アドレスマップ

4. 例外処理

4.1 例外処理の種類と優先度

例外処理要因には表 4.1 に示すようにリセット、割り込み、直接遷移、およびトラップ命令があります。これらの例外処理要因には表 4.1 に示すように優先順位が設けられており、複数の例外処理が同時に発生した場合は、この優先度に従って受け付けられ処理されます。

表 4.1 例外処理の種類と優先度

優先度	例外処理の種類	例外処理開始タイミング
高 ↑ 低	リセット	RES 端子の Low レベルから High レベルへの遷移時、またはウォッチドッグタイマのオーバーフローにより開始します。
	割り込み	割り込み要求が発生すると、命令または例外処理の実行終了時に開始します。ただし、ANDC、ORC、XORC、LDC 命令の実行終了時点、またはリセット例外処理の終了時点では割り込みの検出を行いません。
	直接遷移	SLEEP 命令の実行により、直接遷移が発生すると開始します。
	トラップ命令	トラップ (TRAPA) 命令の実行により開始します。 トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

4.2 例外処理要因とベクタテーブル

例外処理要因には、それぞれ異なるベクタアドレスが割り当てられています。システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) の EIVS ビットにより、H8S/2140B グループ互換ベクタモードか、拡張ベクタモードを選択できます。例外処理要因とベクタアドレスとの対応を表 4.2、表 4.3 に示します。

表 4.2 例外処理ベクタテーブル (H8S/2140B グループ互換ベクタモード)

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンストモード
リセット	0	H'000000~H'000003
システム予約	1	H'000004~H'000007
	5	H'000014~H'000017
直接遷移	6	H'000018~H'00001B
外部割り込み NMI	7	H'00001C~H'00001F

4. 例外処理

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンストモード
トラップ命令 (4 要因)	8	H'000020~H'000023
	9	H'000024~H'000027
	10	H'000028~H'00002B
	11	H'00002C~H'00002F
システム予約	12	H'000030~H'000033
	15	H'00003C~H'00003F
外部割り込み IRQ0	16	H'000040~H'000043
外部割り込み IRQ1	17	H'000044~H'000047
外部割り込み IRQ2	18	H'000048~H'00004B
外部割り込み IRQ3	19	H'00004C~H'00004F
外部割り込み IRQ4	20	H'000050~H'000053
外部割り込み IRQ5	21	H'000054~H'000057
外部割り込み IRQ6、KIN7~KIN0	22	H'000058~H'00005B
外部割り込み IRQ7、KIN15~KIN8	23	H'00005C~H'00005F
内部割り込み*	24	H'000060~H'000063
	29	H'000074~H'000077
システム予約	30	H'000078~H'00007B
システム予約	31	H'00007C~H'00007F
システム予約	32	H'000080~H'000083
外部割り込み WUE15~WUE8	33	H'000084~H'000087
内部割り込み*	34	H'000088~H'00008B
	55	H'0000DC~H'0000DF
外部割り込みIRQ8	56	H'0000E0~H'0000E3
外部割り込みIRQ9	57	H'0000E4~H'0000E7
外部割り込みIRQ10	58	H'0000E8~H'0000EB
外部割り込みIRQ11	59	H'0000EC~H'0000EF
外部割り込みIRQ12	60	H'0000F0~H'0000F3
外部割り込みIRQ13	61	H'0000F4~H'0000F7
外部割り込みIRQ14	62	H'0000F8~H'0000FB
外部割り込みIRQ15	63	H'0000FC~H'0000FF
内部割り込み*	64	H'000100~H'000103
	127	H'0001FC~H'0001FF

【注】 * 内部割り込みのベクタテーブルは「5.5 割り込み例外処理ベクタテーブル」を参照してください。

表 4.3 例外処理ベクタテーブル (拡張ベクタモード)

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス
		アドバンストモード
リセット	0	H'000000~H'000003
システム予約	1	H'000004~H'000007
	5	H'000014~H'000017
直接遷移	6	H'000018~H'00001B
外部割り込み NMI	7	H'00001C~H'00001F
トラップ命令 (4 要因)	8	H'000020~H'000023
	9	H'000024~H'000027
	10	H'000028~H'00002B
	11	H'00002C~H'00002F
システム予約	12	H'000030~H'000033
	15	H'00003C~H'00003F
外部割り込み IRQ0	16	H'000040~H'000043
外部割り込み IRQ1	17	H'000044~H'000047
外部割り込み IRQ2	18	H'000048~H'00004B
外部割り込み IRQ3	19	H'00004C~H'00004F
外部割り込み IRQ4	20	H'000050~H'000053
外部割り込み IRQ5	21	H'000054~H'000057
外部割り込み IRQ6	22	H'000058~H'00005B
外部割り込み IRQ7	23	H'00005C~H'00005F
内部割り込み*	24	H'000060~H'000063
	29	H'000074~H'000077
外部割り込み KIN7~KIN0	30	H'000078~H'00007B
外部割り込み KIN15~KIN8	31	H'00007C~H'00007F
システム予約	32	H'000080~H'000083
外部割り込み WUE15~WUE8	33	H'000084~H'000087
内部割り込み*	34	H'000088~H'00008B
	55	H'0000DC~H'0000DF
外部割り込みIRQ8	56	H'0000E0~H'0000E3
外部割り込みIRQ9	57	H'0000E4~H'0000E7
外部割り込みIRQ10	58	H'0000E8~H'0000EB
外部割り込みIRQ11	59	H'0000EC~H'0000EF
外部割り込みIRQ12	60	H'0000F0~H'0000F3
外部割り込みIRQ13	61	H'0000F4~H'0000F7
外部割り込みIRQ14	62	H'0000F8~H'0000FB
外部割り込みIRQ15	63	H'0000FC~H'0000FF
内部割り込み*	64	H'000100~H'000103
	127	H'0001FC~H'0001FF

【注】 * 内部割り込みのベクタテーブルは「5.5 割り込み例外処理ベクタテーブル」を参照してください。

4. 例外処理

4.3 リセット

リセットは、最も優先順位の高い例外処理です。 $\overline{\text{RES}}$ 端子が Low レベルになると、実行中の処理はすべて打ち切られ、本 LSI はリセット状態になります。本 LSI を確実にリセットするため、電源投入時は最低 20ms の間、 $\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルに保持してください。また、動作中は $\overline{\text{RES}}$ 端子を最低 20 ステートの間、Low レベルに保持してください。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。またウォッチドッグタイマのオーバーフローによって、リセット状態とすることもできます。詳細は「第 12 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)」を参照してください。

4.3.1 リセット例外処理

$\overline{\text{RES}}$ 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、本 LSI は次のように動作します。

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

リセットシーケンスの例を図 4.1 に示します。

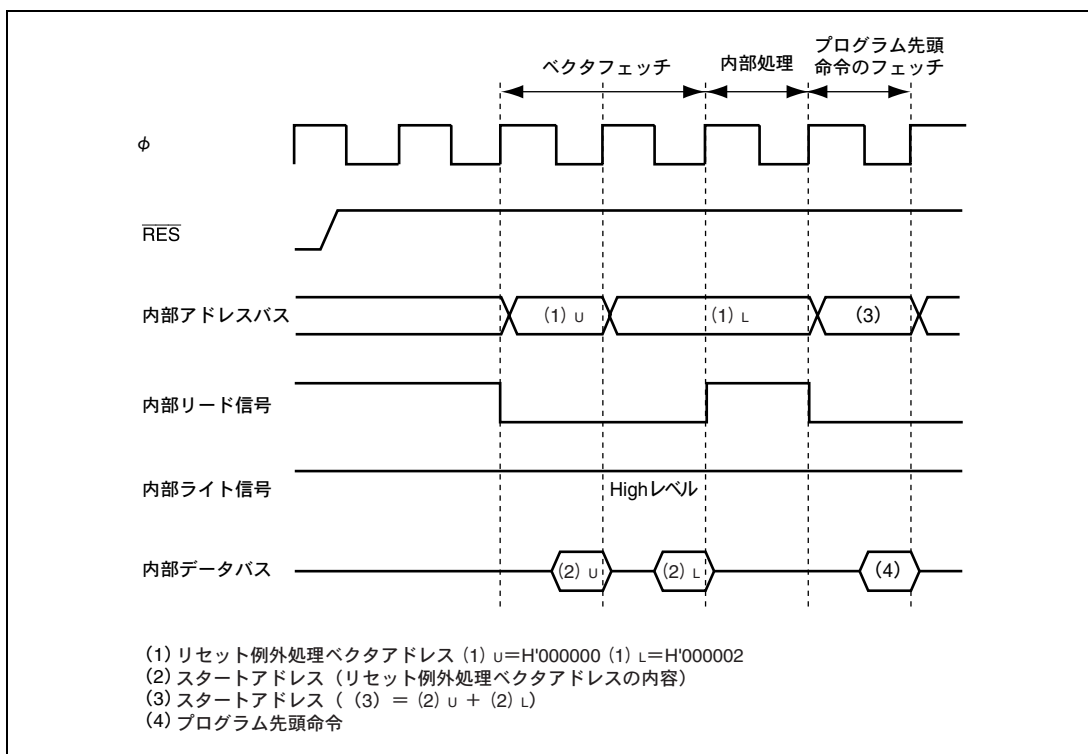


図 4.1 リセットシーケンス (モード 2)

4.3.2 リセット直後の割り込み

リセット直後、スタックポインタ (SP) を初期化する前に割り込みを受け付けると、PC と CCR の退避が正常に行われなため、プログラムの暴走につながります。これを防ぐため、リセット例外処理が実行された直後は、NMI を含めたすべての割り込み要求が禁止されます。すなわち、リセット直後はプログラムの先頭 1 命令が必ず実行されますので、プログラム先頭命令は SP を初期化する命令としてください (例: MOV.L #xx:32, SP)。

4.3.3 リセット解除後の内蔵周辺機能

リセット解除後は、モジュールストップコントロールレジスタ (MSTPCR_H, MSTPCR_L, MSTPCR_A, MSTPCR_B) は初期化され、すべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。そのため、各内蔵周辺モジュールのレジスタは、リード/ライトできません。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのリード/ライトが可能となります。モジュールストップモードについての詳細は「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

4.4 割り込み例外処理

割り込みは割り込みコントローラによって制御されます。割り込み例外処理を開始させる要因には、外部割り込み要因 (NMI, IRQ15~IRQ0, KIN15~KIN0, WUE15~WUE8) と、内蔵周辺モジュールからの内部割り込み要因があります。NMI は最も優先順位の高い割り込みです。割り込みについての詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

割り込み例外処理は、次のように動作します。

1. プログラムカウンタ (PC) とコンディションコードレジスタ (CCR) の内容をスタックに退避します。
2. 割り込み要因に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルからスタートアドレスを PC にロードしてその番地からプログラムの実行を開始します。

4.5 トラップ命令例外処理

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

トラップ命令例外処理は、次のように動作します。

1. プログラムカウンタ (PC) とコンディションコードレジスタ (CCR) の内容をスタックに退避します。
2. 割り込み要因に対応するベクタアドレスを生成し、ベクタテーブルからスタートアドレスを PC にロードしてその番地からプログラムの実行を開始します。

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

表 4.4 にトラップ命令例外処理実行後の CCR の状態を示します。

4. 例外処理

表 4.4 トラップ命令例外処理後の CCR の状態

割り込み制御モード	CCR	
	I	UI
0	1 にセット	実行前の値を保持
1	1 にセット	1 にセット

4.6 例外処理後のスタックの状態

トラップ命令例外処理および割り込み例外処理後のスタックの状態を図 4.2 に示します。

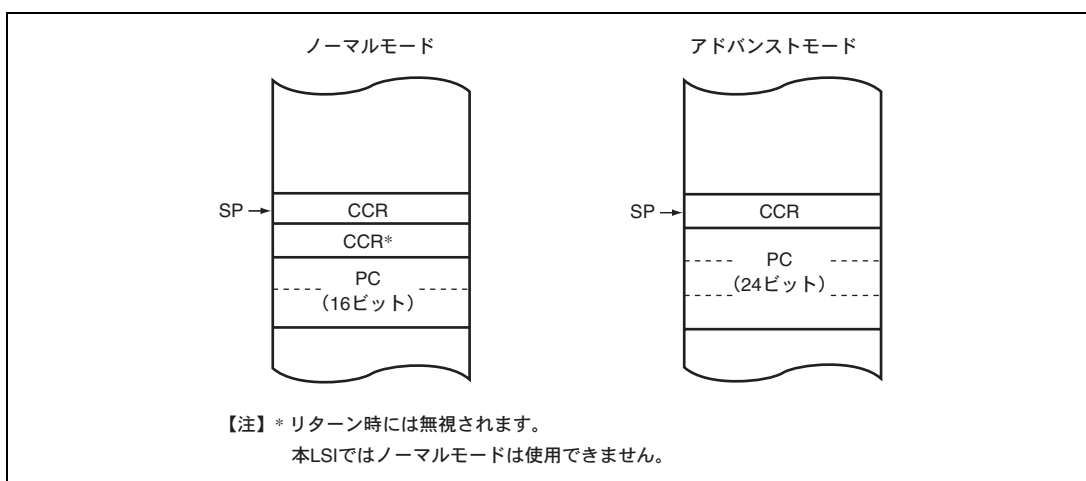


図 4.2 例外処理終了後のスタックの状態

4.7 使用上の注意事項

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

すなわち、レジスタの退避は

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

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

また、レジスタの復帰は

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

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

を使用してください。

SP を奇数に設定すると誤動作の原因となります。SP を奇数に設定したときの動作例を図 4.3 に示します。

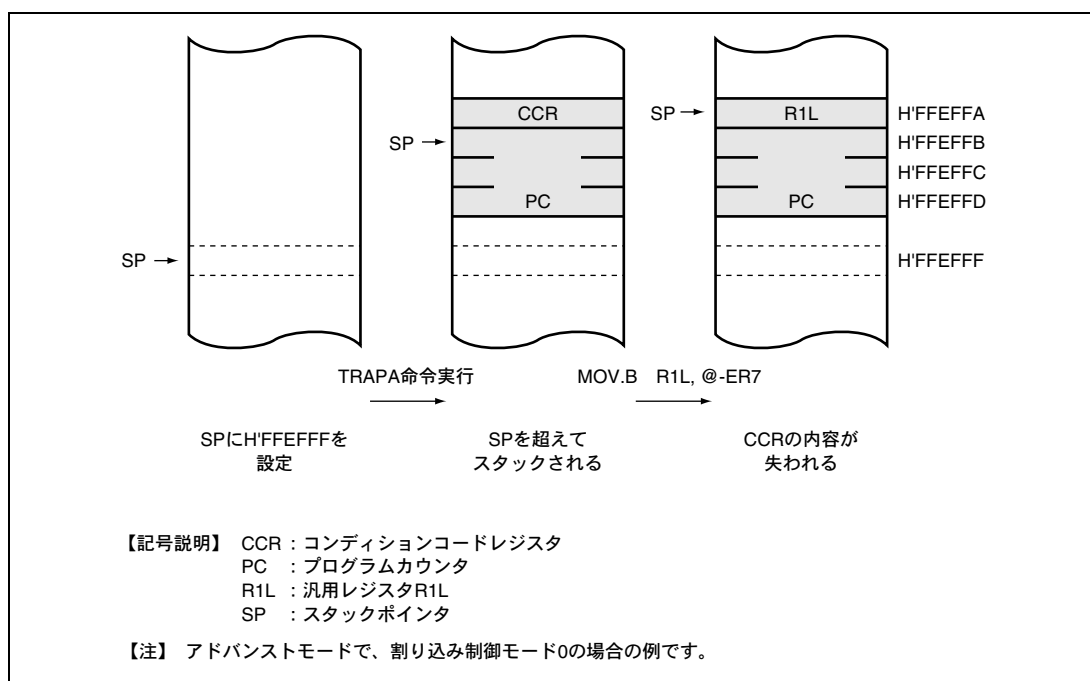


図 4.3 SP を奇数に設定したときの動作

4. 例外处理

5. 割り込みコントローラ

5.1 特長

- 2種類の割り込み制御モード
システムコントロールレジスタ (SYSCR) のINTM1、INTM0ビットにより2種類の割り込み制御モードを設定できます。
- ICRにより、優先順位を設定可能
インタラプトコントロールレジスタ (ICR) により、NMI、アドレスブレイク以外の割り込み要求にはモジュールごとに優先順位を設定できます。
- 3レベルの割り込みマスク制御
割り込み制御モード、CCRのI、UIビット、およびICRにより3レベルの割り込みマスク制御を行うことができます。
- 独立したベクタアドレス
すべての割り込み要因には独立したベクタアドレスが割り当てられており、割り込み処理ルーチンで要因を判別する必要がありません。
- 41本の外部割り込み端子
NMIは最優先の割り込みで常に受け付けられます。NMIは立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択できます。 $\overline{\text{IRQ}}15 \sim \overline{\text{IRQ}}0$ は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。システムコントロールレジスタ3 (SYSCR3) のEIVSビットが0の場合、IRQ6割り込みは $\overline{\text{IRQ}}6$ からの割り込みと $\overline{\text{KIN}}7 \sim \overline{\text{KIN}}0$ との兼用になっています。また、IRQ7割り込みは、 $\overline{\text{IRQ}}7$ からの割り込みと $\overline{\text{KIN}}15 \sim \overline{\text{KIN}}8$ との兼用になっています。システムコントロールレジスタ3 (SYSCR3) のEIVSビットが1の場合、 $\overline{\text{KIN}}15 \sim \overline{\text{KIN}}0$ は立ち下がりエッジで割り込みが要求されます。EIVSビットの値に関わらず、 $\overline{\text{WUE}}15 \sim \overline{\text{WUE}}8$ は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。
- 2種類の割り込みベクタアドレスの選択が可能
システムコントロールレジスタ3 (SYSCR3) のEIVSビットにより、H8S/2140Bグループ互換のベクタアドレスか、拡張した割り込みベクタアドレスを選択できます。割り込みベクタアドレスの拡張モードではKIN7 ~ KIN0、KIN15 ~ KIN8にそれぞれ個別のベクタアドレスを割り当てることができます。
- $\overline{\text{IRQ}}15 \sim \overline{\text{IRQ}}0$ 入力の兼用ポートの選択が可能

5. 割り込みコントローラ

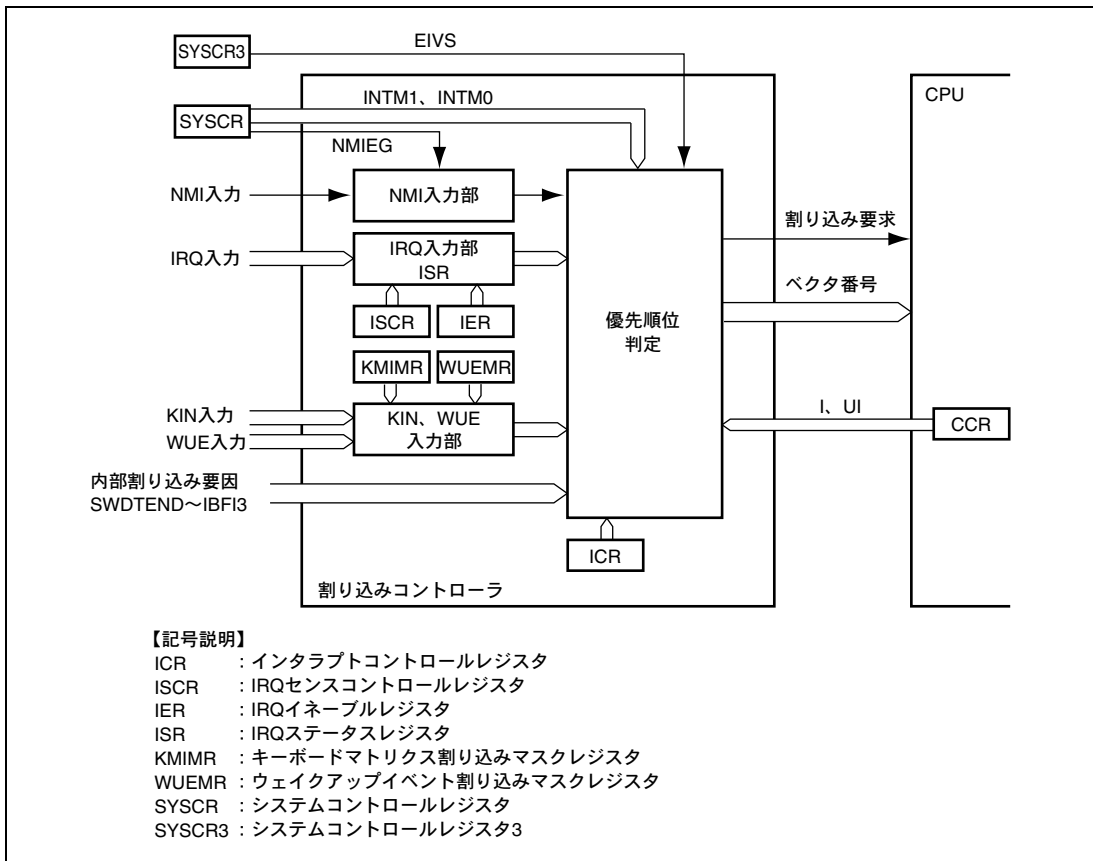


図 5.1 割り込みコントローラのブロック図

5.2 入出力端子

割り込みコントローラの端子構成を表 5.1 に示します。

表 5.1 端子構成

記号	入出力	機能
NMI	入力	ノンマスク可能外部割り込み端子 立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択可能です。
$\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかを独立に選択可能です。IRQ15~IRQ6 割り込みは、 $\overline{\text{IRQm}}$ または $\overline{\text{ExIRQm}}$ のどの端子から入力するかを選択できます。 (m=15~6)
$\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 EIVS=0 のとき 立ち下がりエッジ、レベルセンスのいずれかを選択可能です。 EIVS=1 のとき 立ち下がりエッジで割り込みを要求します。
$\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$	入力	マスク可能な外部割り込み端子 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジのいずれかを独立に選択可能です。

5.3 レジスタの説明

割り込みコントローラには以下のレジスタがあります。システムコントロールレジスタ (SYSCR) およびシステムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) については「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」、
「3.2.4 システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3)」を参照してください。

- インタラプトコントロールレジスタ A~D (ICRA~ICRD)
- アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)
- ブレイクアドレスレジスタ A~C (BARA~BARC)
- IRQ センスコントロールレジスタ (ISCR16H, ISCR16L, ISCRH, ISCR L)
- IRQ イネーブルレジスタ (IER16, IER)
- IRQ ステータスレジスタ (ISR16, ISR)
- キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ (KMIMRA, KMIMR)
ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ (WUEMR)
- IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) IRQ センスポートセレクトレジスタ (ISSR)
- ウェイクアップセンスコントロールレジスタ (WUESCR)
ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ (WUESR)
ウェイクアップイネーブルレジスタ (WER)

5. 割り込みコントローラ

5.3.1 インタラプトコントロールレジスタ A~D (ICRA~ICRD)

ICR は、NMI を除く割り込みのコントロールレベルを設定します。各割り込み要因と ICRA~ICRD の対応を表 5.2 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	割り込みコントロールレベル 0 : 対応する割り込み要因は割り込みコントロールレベル 0 (非優先) 1 : 対応する割り込み要因は割り込みコントロールレベル 1 (優先)

【注】 n : A~D

表 5.2 各割り込み要因と ICR の対応 (H8S/2140B グループ互換ベクタモード EIVS=0)

ビット	ビット名	レジスタ			
		ICRA	ICRB	ICRC	ICRD
7	ICRn7	IRQ0	A/D 変換器	—	IRQ8~IRQ11
6	ICRn6	IRQ1	—	SCI_1	IRQ12~IRQ15
5	ICRn5	IRQ2、IRQ3	—	—	—
4	ICRn4	IRQ4、IRQ5	—	IIC_0	WUE8~WUE15
3	ICRn3	IRQ6、IRQ7	TMR_0	IIC_1、IIC_2	TPU_0
2	ICRn2	—	TMR_1	—	TPU_1
1	ICRn1	WDT_0	TMR_X、TMR_Y	LPC	TPU_2
0	ICRn0	WDT_1	PS2	—	—

【注】 n : A~D

— : リザーブビットです。初期値を変更しないでください。

表 5.3 各割り込み要因と ICR の対応 (拡張ベクタモード EIVS=1)

ビット	ビット名	レジスタ			
		ICRA	ICRB	ICRC	ICRD
7	ICRn7	IRQ0	A/D 変換器	—	IRQ8~IRQ11
6	ICRn6	IRQ1	—	SCI_1	IRQ12~IRQ15
5	ICRn5	IRQ2、IRQ3	—	—	KIN0~KIN15
4	ICRn4	IRQ4、IRQ5	—	IIC_0	WUE8~WUE15
3	ICRn3	IRQ6、IRQ7	TMR_0	IIC_1、IIC_2	TPU_0
2	ICRn2	—	TMR_1	—	TPU_1
1	ICRn1	WDT_0	TMR_X、TMR_Y	LPC	TPU_2
0	ICRn0	WDT_1	PS2	—	—

【注】 n : A~D

— : リザーブビットです。初期値を変更しないでください。

5.3.2 アドレスブレイクコントロールレジスタ (ABRKCR)

ABRKCR は、アドレスブレイクの制御を行います。CMF フラグ、BIE フラグがいずれも 1 にセットされるとアドレスブレイクが要求されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	CMF	不定	R	コンディションマッチフラグ アドレスブレイク要因フラグです。BARA~BARC で設定したアドレスをプリフェッチしたことを示します。 [クリア条件] アドレスブレイク割り込みを例外処理を実行したとき [セット条件] BIE フラグが 1 のとき、BARA~BARC で設定したアドレスのプリフェッチを実行したとき
6~1	—	すべて 0	R	リザーブビットです。 リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。
0	BIE	0	R/W	ブレイク割り込みイネーブル アドレスブレイクの許可/禁止を選択します。 0: 禁止 1: 許可

5.3.3 ブレイクアドレスレジスタ A~C (BARA~BARC)

BAR は、ブレイクアドレスを発生させるアドレスを指定します。ブレイクアドレスは、命令の第 1 バイトが存在するアドレスに設定してください。ノーマルモードでは、アドレス A23~A16 は比較されません。

• BARA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~0	A23~A16	すべて 0	R/W	アドレス 23~16 A23~A16 ビットは、内部アドレスバスの A23~A16 と比較されます。

• BARB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~0	A15~A8	すべて 0	R/W	アドレス 15~8 A15~A8 ビットは、内部アドレスバスの A15~A8 と比較されます。

• BARC

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	A7~A1	すべて 0	R/W	アドレス 7~1 A7~A1 ビットは、内部アドレスバスの A7~A1 と比較されます。
0	—	0	R	リザーブビットです。 リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

5. 割り込みコントローラ

5.3.4 IRQ センスコントロールレジスタ (ISCR16H、ISCR16L、ISCRH、ISCRL)

ISCR は、 $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子から割り込み要求を発生させる要因を選択します。

• ISCR16H

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ15SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B IRQn センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=15~12) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。
6	IRQ15SCA	0	R/W	
5	IRQ14SCB	0	R/W	
4	IRQ14SCA	0	R/W	
3	IRQ13SCB	0	R/W	
2	IRQ13SCA	0	R/W	
1	IRQ12SCB	0	R/W	
0	IRQ12SCA	0	R/W	

• ISCR16L

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ11SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B IRQn センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=11~8) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。
6	IRQ11SCA	0	R/W	
5	IRQ10SCB	0	R/W	
4	IRQ10SCA	0	R/W	
3	IRQ9SCB	0	R/W	
2	IRQ9SCA	0	R/W	
1	IRQ8SCB	0	R/W	
0	IRQ8SCA	0	R/W	

5. 割り込みコントローラ

• ISCRH

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ7SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B IRQn センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=7~4) 【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センスポートセレクトレジスタ (ISSR) により選択します。ExIRQ5、ExIRQ4 端子はサポートしません。
6	IRQ7SCA	0	R/W	
5	IRQ6SCB	0	R/W	
4	IRQ6SCA	0	R/W	
3	IRQ5SCB	0	R/W	
2	IRQ5SCA	0	R/W	
1	IRQ4SCB	0	R/W	
0	IRQ4SCA	0	R/W	

• ISCRL

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ3SCB	0	R/W	IRQn センスコントロール B IRQn センスコントロール A B A 0 0: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 0 1: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1 0: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 1 1: $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生 (n=3~0)
6	IRQ3SCA	0	R/W	
5	IRQ2SCB	0	R/W	
4	IRQ2SCA	0	R/W	
3	IRQ1SCB	0	R/W	
2	IRQ1SCA	0	R/W	
1	IRQ0SCB	0	R/W	
0	IRQ0SCA	0	R/W	

5. 割り込みコントローラ

5.3.5 IRQ イネーブルレジスタ (IER16、IER)

IER は、IRQ15~IRQ0 割り込み要求をイネーブルにします。

• IER16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ15E	0	R/W	IRQn イネーブル このビットが 1 のとき IRQn 割り込み要求がイネーブルになります。 (n=15~8)
6	IRQ14E	0	R/W	
5	IRQ13E	0	R/W	
4	IRQ12E	0	R/W	
3	IRQ11E	0	R/W	
2	IRQ10E	0	R/W	
1	IRQ9E	0	R/W	
0	IRQ8E	0	R/W	

• IER

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ7E	0	R/W	IRQn イネーブル このビットが 1 のとき IRQn 割り込み要求がイネーブルになります。 (n=7~0)
6	IRQ6E	0	R/W	
5	IRQ5E	0	R/W	
4	IRQ4E	0	R/W	
3	IRQ3E	0	R/W	
2	IRQ2E	0	R/W	
1	IRQ1E	0	R/W	
0	IRQ0E	0	R/W	

5.3.6 IRQ ステータスレジスタ (ISR16、ISR)

ISR は、IRQ15～IRQ0 割り込み要求フラグレジスタです。

• ISR16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ15F	0	R/(W)*	[セット条件]
6	IRQ14F	0	R/(W)*	• ISCR16 で選択した割り込み要因が発生したとき
5	IRQ13F	0	R/(W)*	[クリア条件]
4	IRQ12F	0	R/(W)*	• 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
3	IRQ11F	0	R/(W)*	• Low レベル検出設定の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力が High レベルの状態、割り込み例外処理を実行したとき
2	IRQ10F	0	R/(W)*	• 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ検出設定時の状態で IRQn 割り込み例外処理を実行したとき
1	IRQ9F	0	R/(W)*	
0	IRQ8F	0	R/(W)*	
				(n=15～8)
				【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センSPORTセレクトレジスタ 16 (ISSR16) により選択します。

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• ISR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ7F	0	R/(W)*	[セット条件]
6	IRQ6F	0	R/(W)*	• ISCR で選択した割り込み要因が発生したとき
5	IRQ5F	0	R/(W)*	[クリア条件]
4	IRQ4F	0	R/(W)*	• 1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
3	IRQ3F	0	R/(W)*	• Low レベル検出設定の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ または $\overline{\text{ExIRQn}}$ 入力が High レベルの状態、割り込み例外処理を実行したとき
2	IRQ2F	0	R/(W)*	• 立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ検出設定時の状態で IRQn 割り込み例外処理を実行したとき
1	IRQ1F	0	R/(W)*	
0	IRQ0F	0	R/(W)*	
				(n=7～0)
				【注】 $\overline{\text{IRQn}}$ と $\overline{\text{ExIRQn}}$ 端子は、IRQ センSPORTセレクトレジスタ (ISSR) により選択します。ExIRQ5～ExIRQ0 端子はサポートしません。

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

5. 割り込みコントローラ

5.3.7 キーボードマトリクス割り込みマスクレジスタ (KMIMRA、KMIMR) ウェイクアップイベント割り込みマスクレジスタ (WUEMR)

KMIMR、WUEMR は、キーセンス割り込み入力 ($\overline{KIN15} \sim \overline{KIN0}$) およびウェイクアップイベント割り込み入力 ($\overline{WUE15} \sim \overline{WUE8}$) のマスク制御を行います。

• KMIMRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KMIMR15	1	R/W	キーボードマトリクス割り込みマスク
6	KMIMR14	1	R/W	キーセンス入力割り込み要求 (KIN15~KIN8) を制御します。
5	KMIMR13	1	R/W	0 : キーセンス入力割り込み要求を許可
4	KMIMR12	1	R/W	1 : キーセンス入力割り込み要求を禁止
3	KMIMR11	1	R/W	
2	KMIMR10	1	R/W	
1	KMIMR9	1	R/W	
0	KMIMR8	1	R/W	

• KMIMR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KMIMR7	1	R/W	キーボードマトリクス割り込みマスク
6	KMIMR6	0	R/W	キーセンス入力割り込み要求 (KIN7~KIN0) を制御します。
5	KMIMR5	1	R/W	0 : キーセンス入力割り込み要求を許可
4	KMIMR4	1	R/W	1 : キーセンス入力割り込み要求を禁止
3	KMIMR3	1	R/W	KMIMR6 は EIVS=0 のとき IRQ6 端子割り込み要求のマスク制御も同時に行います。EIVS=1 とすると本ビットは 1 にセットされます。
2	KMIMR2	1	R/W	
1	KMIMR1	1	R/W	
0	KMIMR0	1	R/W	

• WUEMR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WUEMR15	1	R/W	ウェイクアップイベント割り込みマスク
6	WUEMR14	1	R/W	ウェイクアップイベント入力割り込み要求 (WUE15~WUE8) を制御します。
5	WUEMR13	1	R/W	0 : ウェイクアップイベント入力割り込み要求を許可
4	WUEMR12	1	R/W	1 : ウェイクアップイベント入力割り込み要求を禁止
3	WUEMR11	1	R/W	
2	WUEMR10	1	R/W	
1	WUEMR9	1	R/W	
0	WUEMR8	1	R/W	

H8S/2140B グループ互換ベクタモードでの IRQ7、IRQ6 割り込み、KMIMR、KMIMRA との関係を図 5.2 に示します。また、拡張ベクタモードでの関係を図 5.3 に示します。

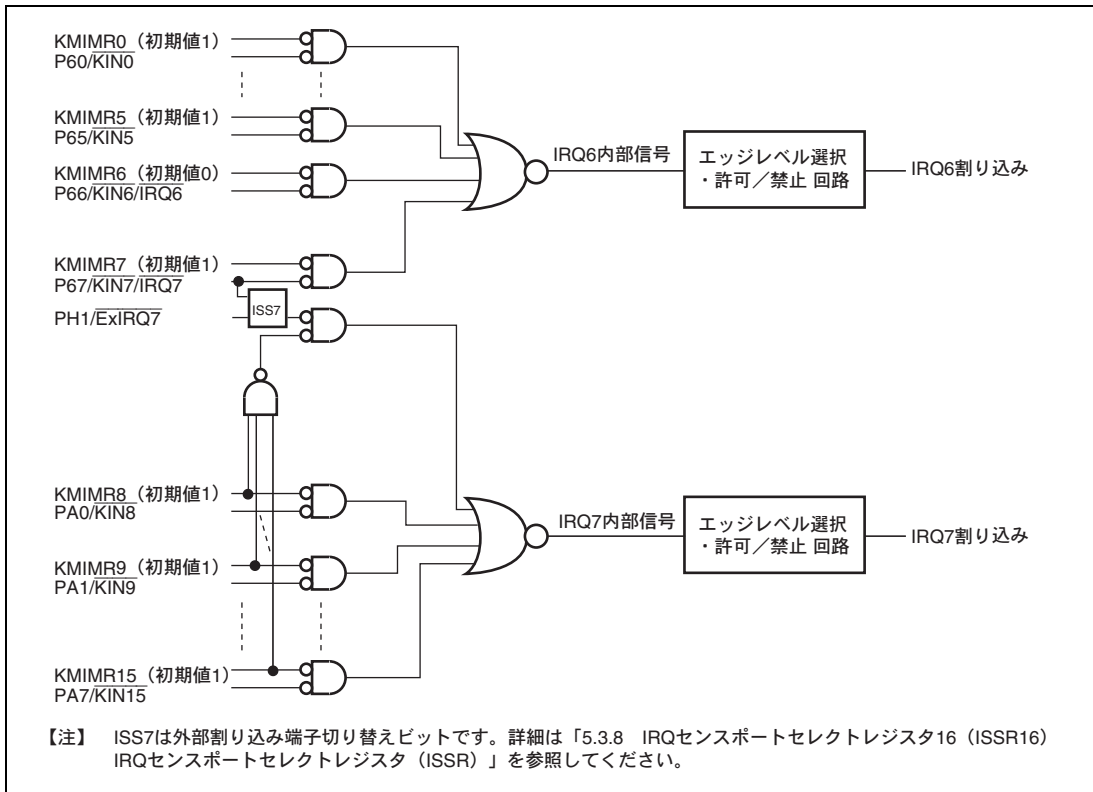


図 5.2 IRQ7、IRQ6 割り込みと KIN15～KIN0 割り込み KMIMR、KMIMRA との関係
(H8S/2140B グループ互換ベクタモード EIVS=0)

5. 割り込みコントローラ

H8S/2140B グループ互換ベクタモードのときは、KMIMR15~KMKMR8の1ビットでも0にクリアされていると、 $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子からの割り込み入力が無視されます。また、 $\overline{\text{KIN7}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 端子、あるいは $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN8}}$ 端子を、キーセンス割り込み入力端子として使用する場合は、それぞれ対応する割り込み要因（IRQ6あるいはIRQ7）の割り込みセンス条件を、必ず Low レベルセンスまたは立ち下りエッジセンスに設定してください。また、 $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子からの割り込み入力はありません。

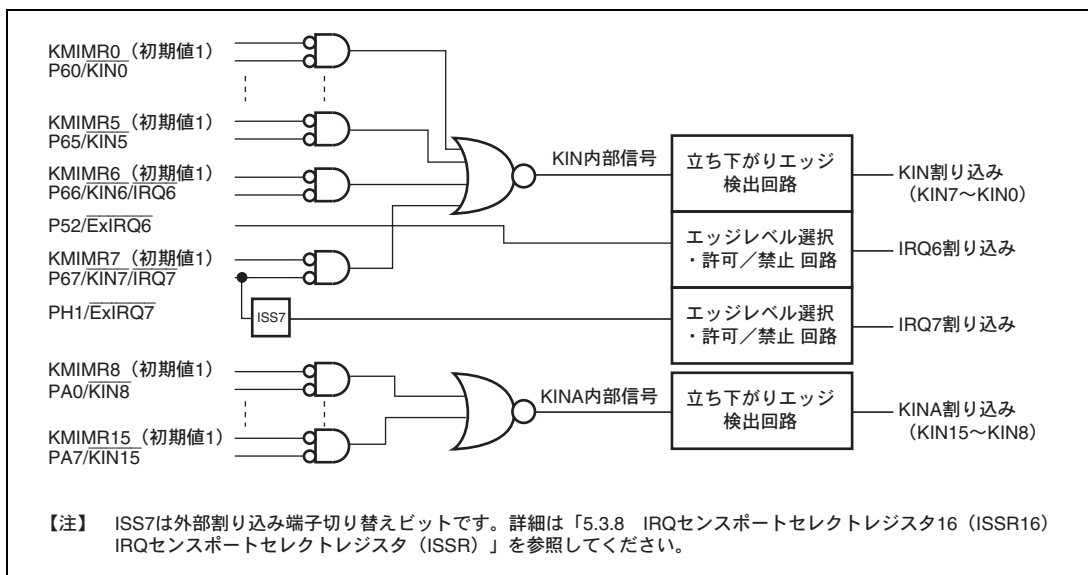


図 5.3 IRQ7、IRQ6 割り込みと KIN15~KIN0 割り込み、KMIMR、KMIMRA との関係（拡張ベクタモード EIVS=1）

拡張ベクタモードでは KMIMR6 の初期値は 1 となり $\overline{\text{IRQ6}}$ 端子割り込みの制御は行いません。IRQ6 割り込みは $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子からの割り込み入力となります。

5.3.8 IRQ センSPORTセレクトレジスタ 16 (ISSR16) IRQ センSPORTセレクトレジスタ (ISSR)

ISSR16、ISSR は、IRQ15~IRQ0 割り込みの外部入力を $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ7}}$ 端子と $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ7}}$ 端子から選択します。

• ISSR16

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ISS15	0	R/W	0 : P97/ $\overline{\text{IRQ15}}$ を選択します。 1 : PG7/ $\overline{\text{ExIRQ15}}$ を選択します。
6	ISS14	0	R/W	0 : P95/ $\overline{\text{IRQ14}}$ を選択します。 1 : PG6/ $\overline{\text{ExIRQ14}}$ を選択します。
5	ISS13	0	R/W	0 : P94/ $\overline{\text{IRQ13}}$ を選択します。 1 : PG5/ $\overline{\text{ExIRQ13}}$ を選択します。
4	ISS12	0	R/W	0 : P93/ $\overline{\text{IRQ12}}$ を選択します。 1 : PG4/ $\overline{\text{ExIRQ12}}$ を選択します。
3	ISS11	0	R/W	0 : PF3/ $\overline{\text{IRQ11}}$ を選択します。 1 : PG3/ $\overline{\text{ExIRQ11}}$ を選択します。
2	ISS10	0	R/W	0 : PF2/ $\overline{\text{IRQ10}}$ を選択します。 1 : PG2/ $\overline{\text{ExIRQ10}}$ を選択します。
1	ISS9	0	R/W	0 : PF1/ $\overline{\text{IRQ9}}$ を選択します。 1 : PG1/ $\overline{\text{ExIRQ9}}$ を選択します。
0	ISS8	0	R/W	0 : PF0/ $\overline{\text{IRQ8}}$ を選択します。 1 : PG0/ $\overline{\text{ExIRQ8}}$ を選択します。

• ISSR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	ISS7	0	R/W	0 : P67/ $\overline{\text{IRQ7}}$ を選択します。 1 : PH1/ $\overline{\text{ExIRQ7}}$ を選択します。
6~0	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

5. 割り込みコントローラ

5.3.9 ウェイクアップセンスコントロールレジスタ (WUESCR) ウェイクアップ入力割り込みステータスレジスタ (WUESR) ウェイクアップイネーブルレジスタ (WER)

WUESCR、WUESR、WER は、ウェイクアップイベント割り込み入力 (WUE15~WUE8) の割り込み要因を選択、割り込み要求フラグレジスタ、割り込み許可/禁止を制御します。

• WUESCR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WUE15SC	0	R/W	ウェイクアップイベント割り込み要因選択 ウェイクアップイベント割り込み入力 (WUE15~WUE8) の割り込み要求を発生させる要因を選択します。 0: \overline{WUE}_n 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 1: \overline{WUE}_n 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 (n=15~8)
6	WUE14SC	0	R/W	
5	WUE13SC	0	R/W	
4	WUE12SC	0	R/W	
3	WUE11SC	0	R/W	
2	WUE10SC	0	R/W	
1	WUE9SC	0	R/W	
0	WUE8SC	0	R/W	

• WUESR

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WUE15F	0	R/W	ウェイクアップ入力割り込み (WUE15~WUE8) 要求フラグレジスタ キーセンス入力割り込み要求 (KIN7~KIN0) を制御します。 [セット条件] • ウェイクアップ入力割り込みが発生したとき。 [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
6	WUE14F	0	R/W	
5	WUE13F	0	R/W	
4	WUE12F	0	R/W	
3	WUE11F	0	R/W	
2	WUE10F	0	R/W	
1	WUE9F	0	R/W	
0	WUE8F	0	R/W	

• WER

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WUEE	0	R/W	WUE イネーブル このビットが1のとき WUE 割り込み要求がイネーブルになります。 0: ウェイクアップ入力割り込み要求を禁止 1: ウェイクアップ入力割り込み要求を許可
6~0	—	すべて0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

5.4 割り込み要因

5.4.1 外部割り込み要因

外部割り込みには、NMI、IRQ15～IRQ0、KIN15～KIN0、WUE15～WUE8 の割り込み要因があります。これらは、すべてソフトウェアスタンバイモードからの復帰に使用できます。

(1) NMI 割り込み

ノンマスクابل割り込み要求 NMI は最優先の外部割り込み要求で、割り込み制御モードや CPU の割り込みマスクビットの状態にかかわらず常に受け付けられます。NMI 端子の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジのいずれで割り込み要求を発生させるか、SYSCR の NMIEG ビットで選択できます。

(2) IRQ15～IRQ0 割り込み

IRQ15～IRQ0 割り込みは $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子の入力信号により割り込み要求を発生します。IRQ15～IRQ0 割り込みには以下の特長があります。

- IRQ15～IRQ0割り込み要求により、独立のベクタアドレスで割り込み例外処理を開始できます。
- $\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 端子または $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子のLowレベル、立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジおよび両エッジのいずれで割り込み要求を発生させるか、ISCRで選択できます。
- IRQ15～IRQ0割り込み要求はIERによりマスクできます。
- IRQ15～IRQ0割り込み要求のステータスは、ISRに表示されます。ISRのフラグはソフトウェアで0にクリアすることができます。

IRQ15～IRQ0 割り込み要求を $\overline{\text{IRQn}}$ 入力の Low レベルで発生するようにした場合、割り込み要求時には当該 $\overline{\text{IRQ}}$ 入力を割り込み処理開始まで Low レベルに保持してください。その後、割り込み処理ルーチン内で、当該 $\overline{\text{IRQ}}$ 入力を High レベルに戻し、かつ ISR の IRQnF ビット (n=15～0) を 0 にクリアしてください。割り込み処理開始前に、当該 IRQ 入力を High レベルに戻すと当該割り込みが実行されない場合があります。

IRQ15～IRQ0 割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応するポートの DDR を 0 にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

IRQ15～IRQ0 割り込みのブロック図を図 5.4 に示します。

5. 割り込みコントローラ

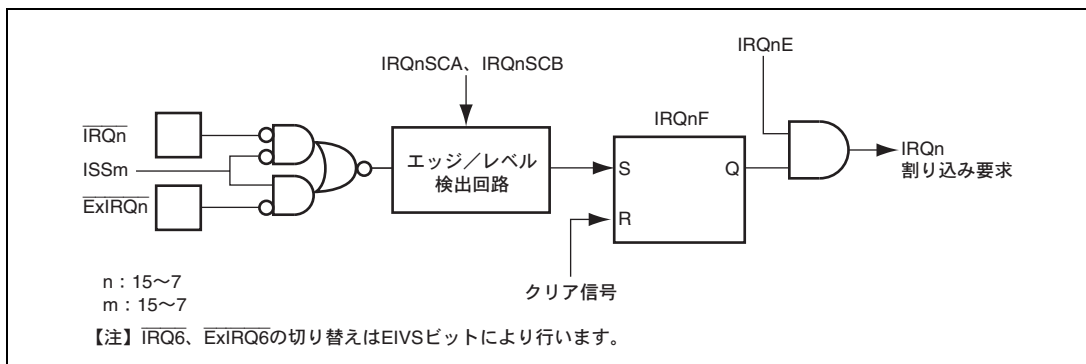


図 5.4 IRQ15~IRQ7 割り込みのブロック図

(3) KIN15~KIN0 割り込み

KIN15~KIN0 割り込みは、 $\overline{KIN15}$ ~ $\overline{KIN0}$ 端子の入力信号により要求されます。システムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) の EIVS ビットにより、KIN15~KIN0 割り込みは以下のように機能が切り換わります。

(a) H8S/2140B グループ互換ベクタモード (SYSCR3 の EIVS ビットが 0 の場合)

- KIN15~KIN8 割り込みは IRQ7 割り込み、KIN7~KIN0 割り込みは IRQ6 割り込みとなります。割り込み要求の発生端子条件、割り込み要求の許可、割り込みコントロールレベルの設定、および割り込み要求のステータス表示は、IRQ7 および IRQ6 割り込みの各設定、表示に従います。
- KIN15~KIN0 割り込み要求は KMIMRA、KMIMR によりマスクできます。
- $\overline{KIN7}$ ~ $\overline{KIN0}$ 端子をキーセンス割り込み入力端子として使用する場合は、それぞれの対応する割り込み要因 (IRQ6 あるいは IRQ7) の割り込みセンス条件を Low レベルセンスまたは立ち下がりエッジセンスに設定する必要があります。
- $\overline{IRQ6}$ 端子を IRQ6 割り込み入力端子として使用する場合は、KMIMR6 ビットを 0 にクリアしてください。また、 $\overline{IRQ7}$ 端子を IRQ7 割り込み入力端子として使用する場合は、必ず KMIMR15~KMIMR8 の各ビットをすべて 1 にセットしてください。いずれか 1 ビットでも 0 にクリアされていると、 $\overline{IRQ7}$ 端子からの IRQ7 割り込みが無視されます。

(b) 拡張ベクタモード (SYSCR3 の EIVS ビットが 1 の場合)

- KIN15~KIN8、KIN7~KIN0 の各々がひとつのグループとなっています。同一グループの割り込み要求は、同一のベクタアドレスから割り込み例外処理を開始します。
- $\overline{KIN15}$ ~ $\overline{KIN0}$ 端子の立ち下がりエッジで割り込み要求が発生します。
- KIN15~KIN0 割り込み要求は KMIMRA、KMIMR によりマスクできます。

- KIN15～KIN0割り込み要求のステータスは表示されません。

IRQ6割り込みは $\overline{\text{ExIRQ6}}$ 端子のみ有効となります。 $\overline{\text{IRQ6}}$ 端子はKIN割り込みのみ有効となり $\overline{\text{KIN6}}$ 端子となります。またこのとき、KMIMR6の初期値は1となります。IRQ7割り込みはISS7ビットの切り替えにより $\overline{\text{IRQ7}}$ 端子および $\overline{\text{ExIRQ7}}$ 端子の選択ができ、KMIMR15～KMIMR8に依存しません。KIN15～KIN0割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応するポートのDDRを0にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

(4) WUE15～WUE8 割り込み

WUE15～WUE8 割り込み要求は SYSCR3 の EIVS ビットに関係なく割り込みの設定が可能です。

WUE15～WUE8 割り込みのブロック図を図 5.5 に示します。

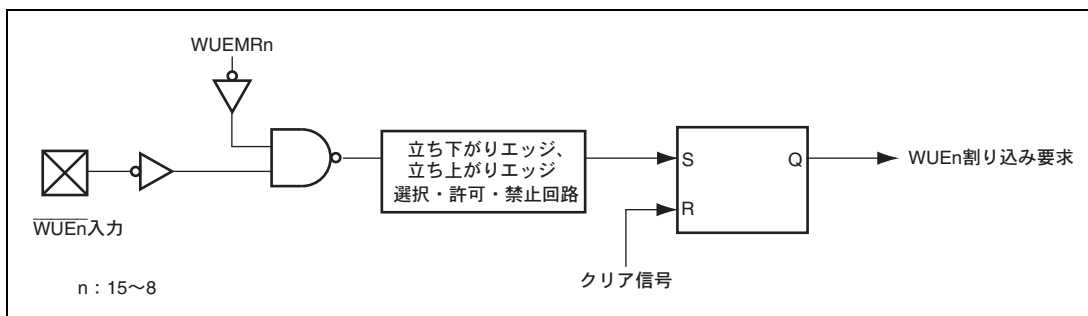


図 5.5 WUE15～WUE8 割り込みのブロック図

5.4.2 内部割り込み要因

内蔵周辺モジュールからの内部割り込み要因には以下の特長があります。

1. 各内蔵周辺モジュールには、割り込み要求のステータスを表示するフラグと、これらの割り込みイネーブルビットがあり、独立にマスクすることができます。イネーブルビットが1のとき割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. ICRによって割り込みのコントロールレベルを設定できます。

5. 割り込みコントローラ

5.5 割り込み例外処理ベクタテーブル

表 5.4、表 5.5 に割り込み例外処理要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位の一覧を示します。ベクタアドレスはシステムコントロールレジスタ 3 (SYSCR3) の EIVS ビットで H8S/2140B グループ互換モードと拡張モードを選択可能です。

デフォルトの優先順位はベクタ番号の小さいものほど高くなっています。同一優先順位に設定されたモジュールはデフォルトの優先順位に従います。モジュール内の優先順位は固定されています。

ICR のビットが割り当てられているモジュールは、割り込みコントロールレベルを設定することができます。割り込みコントロールレベルと CCR の I、UI ビットにより、コントロールレベル 1 (優先) に設定したモジュールの割り込みは、コントロールレベル 0 (非優先) に設定したモジュールの割り込みより優先して処理できます。

表 5.4 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧 (H8S/2140B グループ互換ベクタモード)

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
外部端子	NMI	7	H'00001C	—	↑ 高
	IRQ0	16	H'000040	ICRA7	
	IRQ1	17	H'000044	ICRA6	
	IRQ2	18	H'000048	ICRA5	
	IRQ3	19	H'00004C		
	IRQ4	20	H'000050	ICRA4	
	IRQ5	21	H'000054		
	IRQ6、KIN7~KIN0 IRQ7、KIN15~KIN8	22 23	H'000058 H'00005C	ICRA3	
—	システム予約	24	H'000060	ICRA2	
WDT_0	WOVI0 (インターバルタイマ)	25	H'000064	ICRA1	
WDT_1	WOVI1 (インターバルタイマ)	26	H'000068	ICRA0	
—	アドレスブレーク	27	H'00006C	—	
A/D 変換器	ADI (A/D 変換終了)	28	H'000070	ICRB7	
—	システム予約	29	H'000074	—	
	システム予約	30	H'000078		
	システム予約	31	H'00007C		
外部端子	システム予約	32	H'000080	ICRD4	↓ 低
	WUE15~WUE8	33	H'000084		

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TPU_0	TGI0A (TGR0A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	34	H'000088	ICRD3	高 ▲
	TGI0B (TGR0B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	35	H'00008C		
	TGI0C (TGR0C インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	36	H'000090		
	TGI0D (TGR0D インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	37	H'000094		
	TGI0V (オーバフロー0)	38	H'000098		
TPU_1	TGI1A (TGR1A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	39	H'00009C	ICRD2	
	TGI1B (TGR1B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	40	H'0000A0		
	TGI1V (オーバフロー1)	41	H'0000A4		
	TGI1U (アンダフロー1)	42	H'0000A8		
TPU_2	TGI2A (TGR2A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	43	H'0000AC	ICRD1	
	TGI2B (TGR2B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	44	H'0000B0		
	TGI2V (オーバフロー2)	45	H'0000B4		
	TGI2U (アンダフロー2)	46	H'0000B8		
-	システム予約	47	H'0000BC	ICRB6	
	システム予約	48	H'0000C0		
	システム予約	49	H'0000C4		
	システム予約	50	H'0000C8		
	システム予約	51	H'0000CC		
	システム予約	52	H'0000D0		
	システム予約	53	H'0000D4		
外部端子	IRQ8	54	H'0000D8	ICRD7	
	IRQ9	55	H'0000DC		
	IRQ10	56	H'0000E0		
	IRQ11	57	H'0000E4		
	IRQ12	58	H'0000E8	ICRD6	
	IRQ13	59	H'0000EC		
	IRQ14	60	H'0000F0		
	IRQ15	61	H'0000F4		
		62	H'0000F8		
		63	H'0000FC		低

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TMR_0	CMIA0 (コンペアマッチ A)	64	H'000100	ICRB3	高 ▲
	CMIB0 (コンペアマッチ B)	65	H'000104		
	OVI0 (オーバフロー)	66	H'000108		
	システム予約	67	H'00010C		
TMR_1	CMIA1 (コンペアマッチ A)	68	H'000110	ICRB2	
	CMIB1 (コンペアマッチ B)	69	H'000114		
	OVI1 (オーバフロー)	70	H'000118		
	システム予約	71	H'00011C		
TMR_X TMR_Y	CMIA Y (コンペアマッチ A)	72	H'000120	ICRB1	
	CMIB Y (コンペアマッチ B)	73	H'000124		
	OVI Y (オーバフロー)	74	H'000128		
	ICIX (インプットキャプチャ)	75	H'00012C		
	CMIA X (コンペアマッチ A)	76	H'000130		
	CMIB X (コンペアマッチ B)	77	H'000134		
	OVI X (オーバフロー)	78	H'000138		
	システム予約	79	H'00013C		
システム予約	80	H'000140			
システム予約	81	H'000144			
システム予約	82	H'000148			
システム予約	83	H'00014C			
SCI_1	ERI1 (受信エラー1)	84	H'000150	ICRC6	
	RXI1 (受信完了1)	85	H'000154		
	TXI1 (送信データエンプティ1)	86	H'000158		
	TEI1 (送信終了1)	87	H'00015C		
-	システム予約	88	H'000160	ICRC5	
	システム予約	89	H'000164		
	システム予約	90	H'000168		
	システム予約	91	H'00016C		
IIC_0	IIC10 (1バイト送信/受信完了)	92	H'000170	ICRC4	
	システム予約	93	H'000174		
IIC_1	IIC11 (1バイト送信/受信完了)	94	H'000178	ICRC3	
IIC_2	IIC12 (1バイト送信/受信完了)	95	H'00017C		
					低

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンスモード		
PS2	KBIA (受信完了 A)	96	H'000180	ICRB0	高 ↑
	KBIB (受信完了 B)	97	H'000184		
	KBIC (受信完了 C)	98	H'000188		
	KBTIA (送信完了 A) /KBCA (1st KCLKA)	99	H'00018C		
	KBTIB (送信完了 B) /KBCB (1st KCLKB)	100	H'000190		
	KBTIC (送信完了 C) /KBCC (1st KCLKC)	101	H'000194		
	KBID (受信完了 D)	102	H'000198		
	KBTID (送信完了 D) /KBCD (1st KCLKD)	103	H'00019C		
LPC	システム予約	104	H'0001A0	ICRC1	↑
	システム予約	105	H'0001A4		
	OBEI (ODR1~4 送信完了)	106	H'0001A8		
	IBFI4 (IDR4 受信完了)	107	H'0001AC		
	ERRI (転送エラー他)	108	H'0001B0		
	IBFI1 (IDR1 受信完了)	109	H'0001B4		
	IBFI2 (IDR2 受信完了)	110	H'0001B8		
IBFI3 (IDR3 受信完了)	111	H'0001BC			
-	システム予約	112	H'0001C0	-	↓ 低
		127	H'0001FC		

5. 割り込みコントローラ

表 5.5 割り込み要因とベクタアドレスおよび割り込み優先順位一覧（拡張ベクタモード）

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンスモード		
外部端子	NMI	7	H'00001C	—	高 ↑
	IRQ0	16	H'000040	ICRA7	
	IRQ1	17	H'000044	ICRA6	
	IRQ2	18	H'000048	ICRA5	
	IRQ3	19	H'00004C		
	IRQ4	20	H'000050	ICRA4	
	IRQ5	21	H'000054		
	IRQ6	22	H'000058	ICRA3	
—	システム予約	24	H'000060	ICRA2	
WDT_0	WOVI0（インターバルタイマ）	25	H'000064	ICRA1	
WDT_1	WOVI1（インターバルタイマ）	26	H'000068	ICRA0	
—	アドレスブレーク	27	H'00006C	—	
A/D 変換器	ADI（A/D 変換終了）	28	H'000070	ICRB7	
—	システム予約	29	H'000074	—	
外部端子	KIN7~KIN0	30	H'000078	ICRD5	
	KIN15~KIN8	31	H'00007C		
外部端子	システム予約	32	H'000080	ICRD4	
	WUE15~WUE8	33	H'000084		
TPU_0	TGI0A（TGR0A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	34	H'000088	ICRD3	
	TGI0B（TGR0B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	35	H'00008C		
	TGI0C（TGR0C インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	36	H'000090		
	TGI0D（TGR0D インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	37	H'000094		
	TGI0V（オーバフロー0）	38	H'000098		
TPU_1	TGI1A（TGR1A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	39	H'00009C	ICRD2	
	TGI1B（TGR1B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ）	40	H'0000A0		
	TGI1V（オーバフロー1）	41	H'0000A4		
	TGI1U（アンダフロー1）	42	H'0000A8		
					低

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
TPU_2	TGI2A (TGR2A インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	43	H'0000AC	ICRD1	↑ 高
	TGI2B (TGR2B インพุットキャプチャ/コンペアマッチ)	44	H'0000B0		
	TGI2V (オーバフロー-2)	45	H'0000B4		
	TGI2U (アンダフロー-2)	46	H'0000B8		
	システム予約	47	H'0000BC		
-	システム予約	48	H'0000C0	ICRB6	↑
	システム予約	49	H'0000C4		
	システム予約	50	H'0000C8		
	システム予約	51	H'0000CC		
	システム予約	52	H'0000D0		
	システム予約	53	H'0000D4		
	システム予約	54	H'0000D8		
	システム予約	55	H'0000DC		
外部端子	IRQ8	56	H'0000E0	ICRD7	↑
	IRQ9	57	H'0000E4		
	IRQ10	58	H'0000E8		
	IRQ11	59	H'0000EC		
	IRQ12	60	H'0000F0	ICRD6	
	IRQ13	61	H'0000F4		
	IRQ14	62	H'0000F8		
	IRQ15	63	H'0000FC		
TMR_0	CMIA0 (コンペアマッチ A)	64	H'000100	ICRB3	↓ 低
	CMIB0 (コンペアマッチ B)	65	H'000104		
	OVI0 (オーバフロー)	66	H'000108		
	システム予約	67	H'00010C		
TMR_1	CMIA1 (コンペアマッチ A)	68	H'000110	ICRB2	
	CMIB1 (コンペアマッチ B)	69	H'000114		
	OVI1 (オーバフロー)	70	H'000118		
	システム予約	71	H'00011C		
TMR_X TMR_Y	CMIA Y (コンペアマッチ A)	72	H'000120	ICRB1	
	CMIB Y (コンペアマッチ B)	73	H'000124		
	OVI Y (オーバフロー)	74	H'000128		
	ICIX (インพุットキャプチャ)	75	H'00012C		
	CMIA X (コンペアマッチ A)	76	H'000130		
	CMIB X (コンペアマッチ B)	77	H'000134		
	OVI X (オーバフロー)	78	H'000138		

5. 割り込みコントローラ

割り込み要因 発生元	名 称	ベクタ 番号	ベクタアドレス	ICR	優先 順位
			アドバンストモード		
-	システム予約	79	H'00013C	-	高 ▲
	システム予約	80	H'000140		
	システム予約	81	H'000144		
	システム予約	82	H'000148		
	システム予約	83	H'00014C		
SCI_1	ERI1 (受信エラー1)	84	H'000150	ICRC6	
	RX11 (受信完了 1)	85	H'000154		
	TX11 (送信データエンブティ 1)	86	H'000158		
	TE11 (送信終了 1)	87	H'00015C		
-	システム予約	88	H'000160	ICRC5	
	システム予約	89	H'000164		
	システム予約	90	H'000168		
	システム予約	91	H'00016C		
IIC_0	IIC10 (1バイト送信/受信完了)	92	H'000170	ICRC4	
	システム予約	93	H'000174		
IIC_1	IIC11 (1バイト送信/受信完了)	94	H'000178	ICRC3	
IIC_2	IIC12 (1バイト送信/受信完了)	95	H'00017C		
PS2	KBIA (受信完了 A)	96	H'000180	ICRB0	
	KBIB (受信完了 B)	97	H'000184		
	KBIC (受信完了 C)	98	H'000188		
	KBTIA (送信完了 A) /KBCA (1st KCLKA)	99	H'00018C		
	KBTIB (送信完了 B) /KBCB (1st KCLKB)	100	H'000190		
	KBTIC (送信完了 C) /KBCC (1st KCLKC)	101	H'000194		
	KBID (受信完了 D)	102	H'000198		
KBTID (送信完了 D) /KBCD (1st KCLKD)	103	H'00019C			
LPC	システム予約	104	H'0001A0	ICRC1	
	システム予約	105	H'0001A4		
	OBEI (ODR1~4 送信完了)	106	H'0001A8		
	IBF14 (IDR4 受信完了)	107	H'0001AC		
	ERRI (転送エラー他)	108	H'0001B0		
	IBF11 (IDR1 受信完了)	109	H'0001B4		
	IBF12 (IDR2 受信完了)	110	H'0001B8		
	IBF13 (IDR3 受信完了)	111	H'0001BC		
-	システム予約	112	H'0001C0	-	低
		127	H'0001FC		

5.6 割り込み制御モードと割り込み動作

割り込みコントローラには割り込み制御モード0と割り込み制御モード1の2種類のモードがあり、割り込み制御モードによって動作が異なります。NMI 割り込みおよびアドレスブレイク割り込みは、リセット状態を除き常に受け付けられます。割り込み制御モードの選択はSYSCRで行います。表5.6に割り込み制御モードを示します。

表 5.6 割り込み制御モード

割り込み制御 モード	SYSCR		優先順位設 定レジスタ	割り込み マスクビット	説 明
	INTM1	INTM0			
0	0	0	ICR	I	Iビットにより割り込みマスク制御を行います。ICRにより優先順位の設定ができます。
1		1	ICR	I、UI	I、UIビットにより3レベルの割り込みマスク制御を行います。ICRにより優先順位の設定ができます。

図5.6に優先順位判定回路のブロック図を示します。

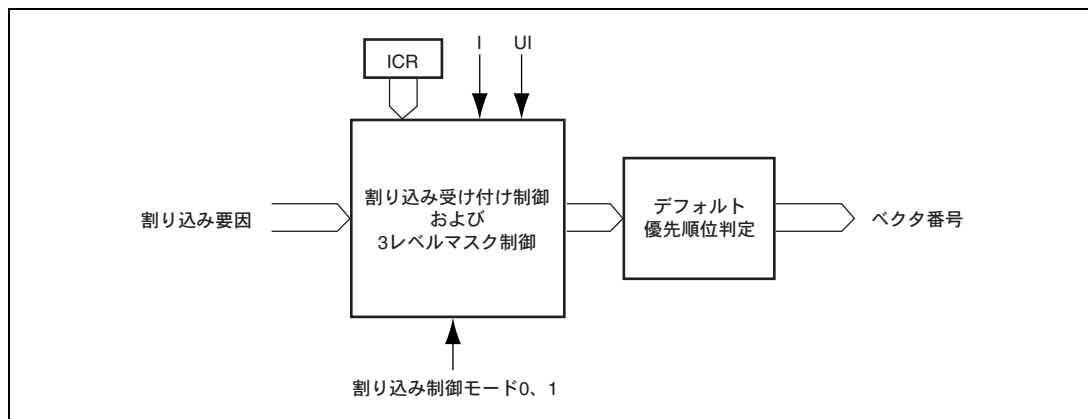


図 5.6 割り込み制御動作のブロック図

5. 割り込みコントローラ

(1) 割り込み受け付け制御および3レベル制御

割り込み制御モード0、1のとき、CCRのI、UIビット、およびICR（割り込みコントロールレベル）により割り込み受け付け制御、3レベルのマスク制御を行います。

表5.7に、割り込み制御モードと選択可能な割り込みについて示します。

表5.7 割り込み制御モードと選択される割り込み

割り込み制御モード	割り込みマスクビット		選択される割り込み
	I	UI	
0	0	*	すべての割り込み（割り込みコントロールレベル1を優先）
	1	*	NMI割り込み、アドレスブレイク割り込み
1	0	*	すべての割り込み（割り込みコントロールレベル1を優先）
	1	0	NMI、アドレスブレイク割り込みおよび割り込みコントロールレベル1の割り込み
		1	NMI、アドレスブレイク割り込み

【記号説明】

* : Don't care

(2) デフォルト優先順位判定

選択された割り込みについて優先順位を判定し、ベクタ番号を生成します。

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

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

表5.8に割り込み制御モードと動作および制御信号機能を示します。

表5.8 割り込み制御モードと動作および制御信号機能

割り込み制御モード	設定			割り込み受け付け制御 3レベル制御			デフォルト優先順位判定
	INTM1	INTM0		I	UI	ICR	
0	0	0	○	IM	—	PR	○
1		1	○	IM	IM	PR	○

【記号説明】

○ : 割り込み動作制御を行います。

IM : 割り込みマスクビットとして使用します。

PR : 優先順位を設定します。

— : 使用しません。

5.6.1 割り込み制御モード0

割り込み制御モード0ではNMIとアドレスブレイク割り込みを除く割り込み要求は、ICRおよびCPUのCCRのIビットによってマスク制御されます。割り込み受け付け動作のフローチャートを図5.7に示します。

1. 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、割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. 割り込みコントローラは、ICRに設定された割り込みコントロールレベルに従って優先度の高い割り込みコントロールレベル1の割り込み要求を選択し、割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は保留します。このとき、複数の割り込み要求があるときは割り込みコントローラは優先順位に従って最も優先度の高い割り込み要求を選択してCPUに対して割り込み処理を要求し、その他は保留します。
3. CCRのIビットが1にセットされているときは、割り込みコントローラはNMIとアドレスブレイク以外の割り込み要求を保留します。Iビットが0にクリアされているときは、割り込み要求を受け付けます。
4. CPUは割り込み要求を受け付けると、実行中の命令の処理が終了した後、割り込み例外処理を開始します。
5. 割り込み例外処理によって、PCとCCRがスタック領域に退避されます。PCにはリターン後に実行する最初の命令のアドレスが退避されます。
6. CCRのIビットを1にセットします。これにより、NMIとアドレスブレイク割り込みを除く割り込みはマスクされます。
7. 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、ベクタテーブルから割り込みルーチン開始アドレスを読み取って割り込み処理を開始します。

5. 割り込みコントローラ

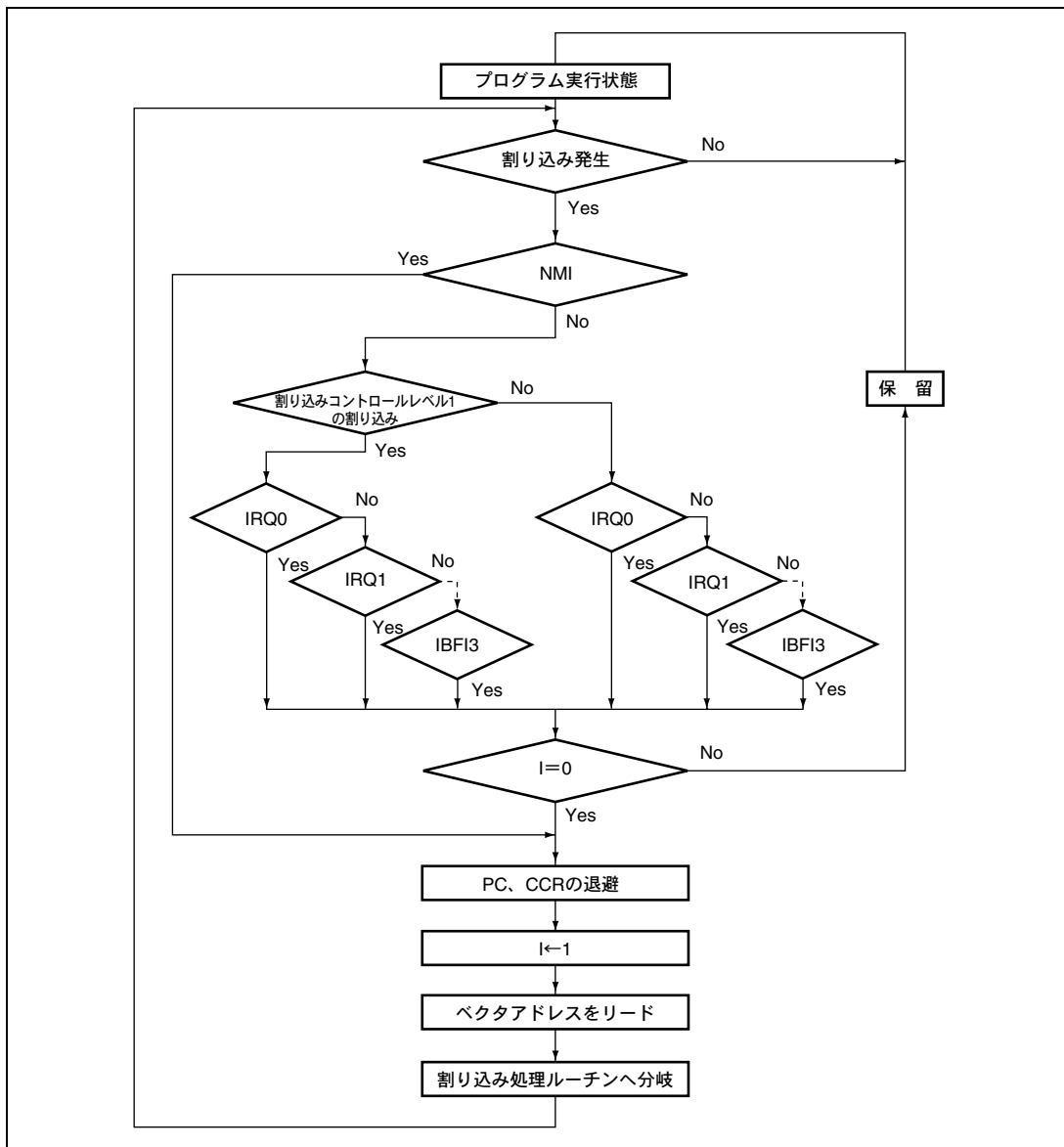


図 5.7 割り込み制御モード 0 の割り込み受け付けまでのフロー

5.6.2 割り込み制御モード 1

割り込み制御モード 1 では NMI とアドレスブレイク割り込みを除く割り込み要求は、ICR および CPU の CCR の I、UI ビットによって 3 レベルのマスク制御を行います。

- 割り込みコントロールレベル 0 の割り込み要求は、CCR の I ビットが 0 にクリアされているときは割り込み要求を受け付けます。I ビットが 1 にセットされているときは割り込み要求を保留します。
- 割り込みコントロールレベル 1 の割り込み要求は、CCR の I ビット、または UI ビットが 0 にクリアされているときは割り込み要求を受け付けます。I ビット、および UI ビットがいずれも 1 にセットされているときは割り込み要求を保留します。

例えば各割り込み要求に対応する割り込みイネーブルビットを 1 にセット、ICRA~ICRD をそれぞれ H'20、H'00、H'00 に設定した場合（IRQ2、IRQ3 割り込みをコントロールレベル 1 に、その他の割り込みをコントロールレベル 0 に設定）、次のようになります。このときの状態遷移を図 5.8 に示します。

- I=0 のときはすべての割り込み要求を受け付けます。
（優先順位：NMI>IRQ2>IRQ3>IRQ0>IRQ1…）
- I=1、UI=0 のときは NMI、IRQ2、IRQ3 とアドレスブレイクの割り込み要求のみを受け付けます。
- I=1、UI=1 のときは NMI とアドレスブレイクの割り込み要求のみを受け付けます。

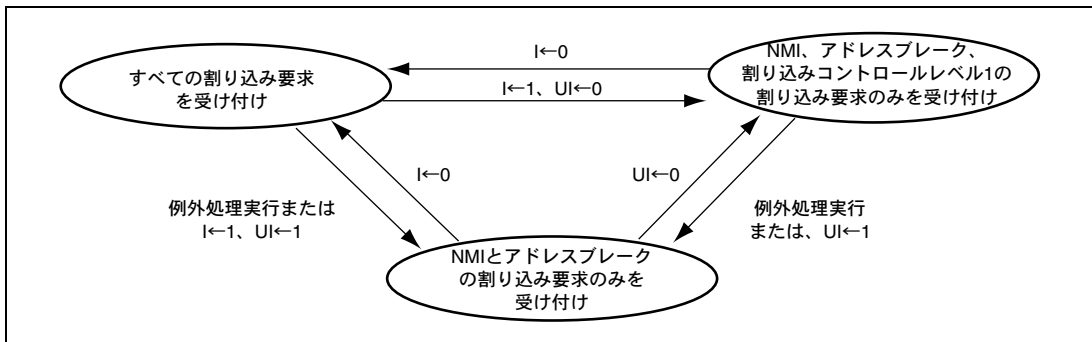


図 5.8 割り込み制御モード 1 の状態遷移

5. 割り込みコントローラ

割り込み受け付けの動作フローチャートを図 5.9 に示します。

1. 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、割り込み要求が割り込みコントローラに送られます。
2. 割り込みコントローラは、ICRに設定された割り込みコントロールレベルに従って優先度の高い割り込みコントロールレベル1の割り込み要求を選択し、割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は保留します。このとき、複数の割り込み要求があるときは割り込みコントローラは優先順位に従って最も優先度の高い割り込み要求を選択してCPUに対して割り込み処理を要求し、その他は保留します。
3. 割り込みコントロールレベル1の割り込み要求は、Iビットが0にクリアされているとき、またはIビットが1にセットされ、UIビットが0にクリアされているときに受け付けます。
割り込みコントロールレベル0の割り込み要求は、Iビットが0にクリアされているときに受け付けます。Iビットが1にセットされているときはNMIとアドレスブレイクの割り込み要求のみ受け付け、その他は保留します。
I、UIビットがいずれも1にセットされているときはNMIとアドレスブレイクの割り込み要求のみ受け付け、その他は保留します。
Iビットが0にクリアされているときは、UIビットの影響を受けません。
4. CPUは割り込み要求を受け付けると、実行中の命令の処理が終了した後、割り込み例外処理を開始します。
5. 割り込み例外処理によって、PCとCCRがスタック領域に退避されます。PCにはリターン後に実行する最初の命令のアドレスが退避されます。
6. CCRのI、UIビットを1にセットします。これにより、NMIとアドレスブレイクを除く割り込みがマスクされます。
7. 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、ベクタテーブルから割り込みルーチン開始アドレスを読み取って割り込み処理を開始します。

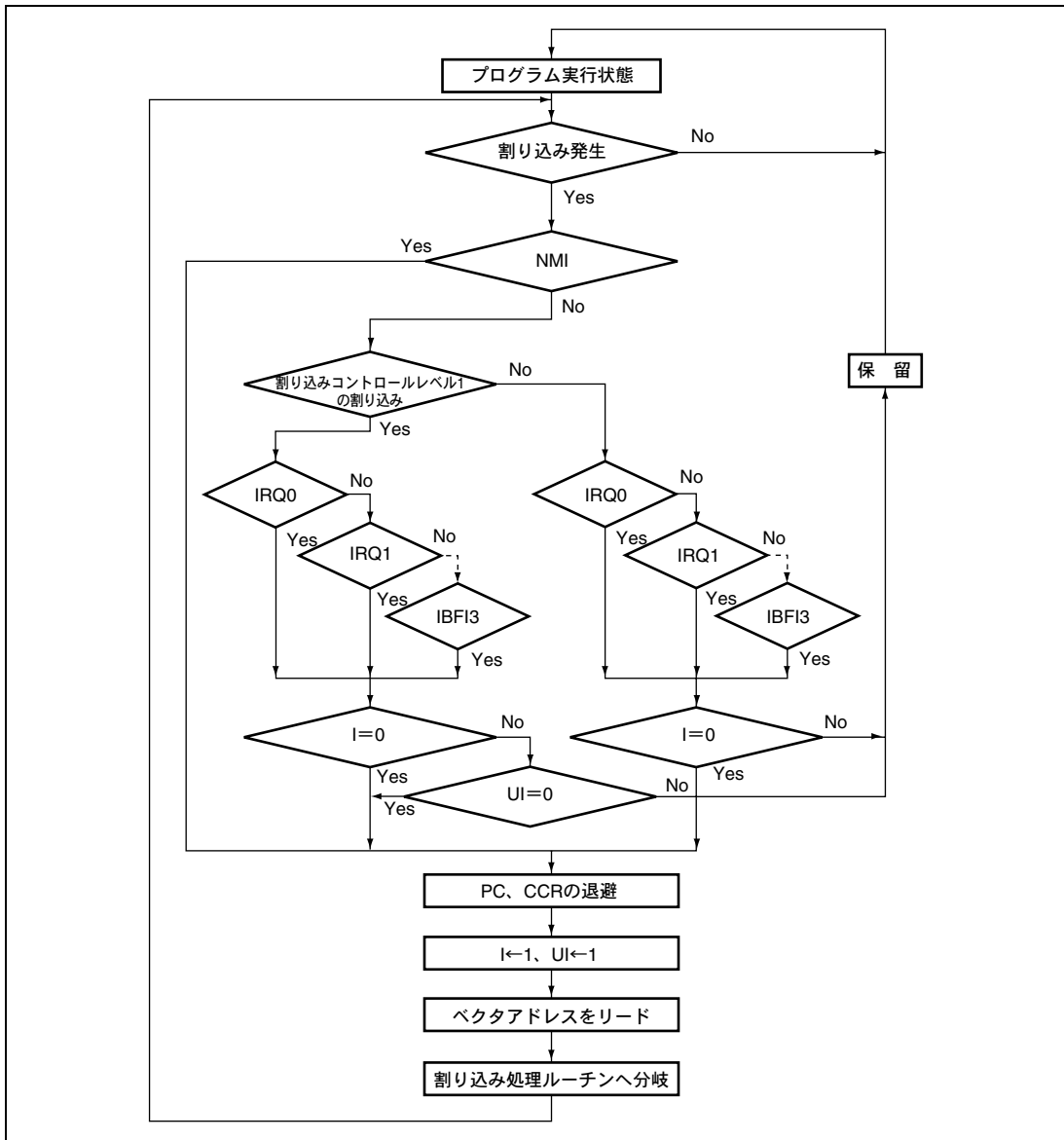


図 5.9 割り込み制御モード 1 の割り込み受け付けまでのフロー

5.6.3 割り込み例外処理シーケンス

図 5.10 に割り込み例外処理シーケンスを示します。アドバンストモードで割り込み制御モード 0、プログラム領域およびスタック領域を内蔵メモリの場合の例です。

5. 割り込みコントローラ

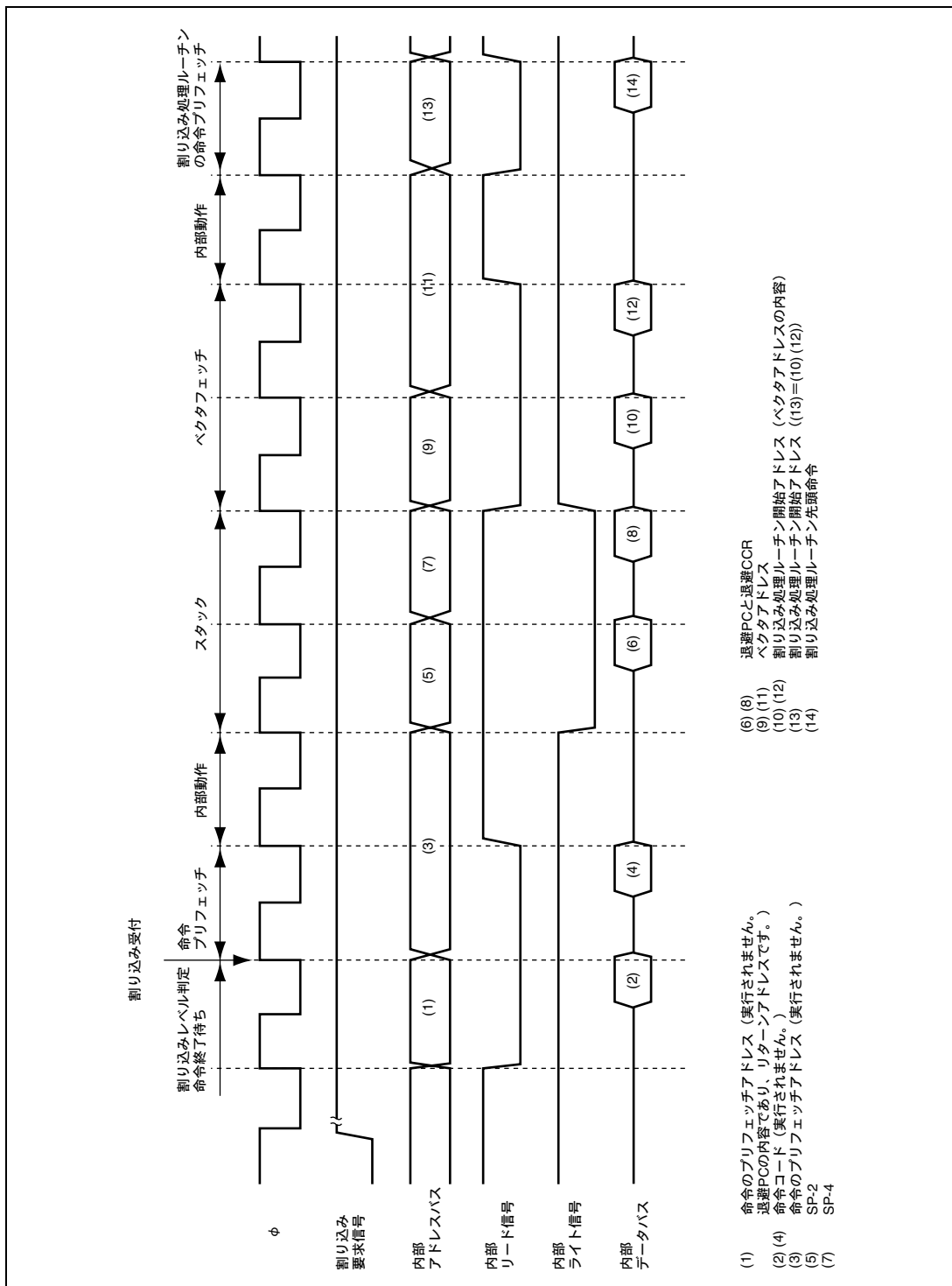


図 5.10 割り込み例外処理

5.6.4 割り込み応答時間

割り込み要求が発生してから、割り込み例外処理ルーチンの先頭命令が実行されるまでの割り込み応答時間を表 5.9 に示します。

表 5.9 割り込み応答時間

No.	実行状態	アドバンスモード
1	割り込み優先順位判定*1	3
2	実行中の命令が終了するまでの待ち状態数*2	1~21
3	PC、CCR のスタック	2
4	ベクタフェッチ	2
5	命令フェッチ*3	2
6	内部処理*4	2
合計（内蔵メモリ使用時）		12~32

- 【注】
- *1 内部割り込みの場合 2 ステートとなります。
 - *2 MULXS、DIVXS 命令について示しています。
 - *3 割り込み受け付け後のプリフェッチおよび割り込み処理ルーチンのプリフェッチです。
 - *4 割り込み受け付け後の内部処理およびベクタフェッチ後の内部処理です。

5.7 アドレスブレイク

5.7.1 特長

本 LSI では、ABRKCR、BAR の設定により、CPU による特定アドレスのプリフェッチを判定し、アドレスブレイク割り込みを発生させることができます。このアドレスブレイク割り込みが発生すると、アドレスブレイク割り込み例外処理を実行します。

本機能によりプログラム上、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。

5.7.2 ブロック図

アドレスブレイクのブロック図を図 5.11 に示します。

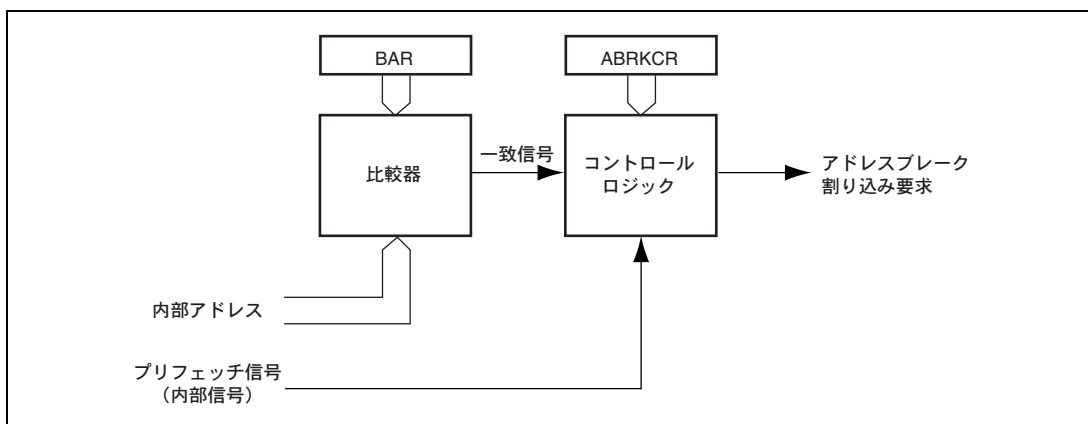


図 5.11 アドレスブレイクのブロック図

5.7.3 動作説明

ABRKCR、BAR の設定により、BAR に設定されたアドレスを CPU がプリフェッチしたときに、アドレスブレイク割り込みを発生させることができます。このアドレスブレイク機能は、プリフェッチした時点で割り込みコントローラに対して、割り込み要求を発生し、割り込みコントローラで優先順位を判定します。割り込み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では CPU の CCR の I、UI ビットによる割り込みマスク制御は無効です。

アドレスブレイクを使用するときは、次のように各レジスタを設定します。

1. ブレイクアドレスをBARのA23～A1ビットに設定します。
2. ABRKCRのBIEビットを1にセットしてアドレスブレイクを許可します。

BIEビットを0にクリアしている場合、アドレスブレイクは要求されません。

設定条件が成立すると、ABRKCR の CMF フラグが 1 にセットされ、割り込みを要求します。割り込み処理ルーチンで、必要に応じて要因の判定を行ってください。

5.7.4 使用上の注意事項

1. アドレスブレイクでは、ブレイクアドレスを命令の第1バイトが存在するアドレスにしてください。その他のアドレスでは、条件成立とみなされない場合があります。
2. ノーマルモードの場合は、アドレスA23～A16は比較されません。
3. BARで設定したアドレスの直前の命令にブランチ命令（Bcc、BSR）、ジャンプ命令（JMP、JSR）、RTS命令、RTE命令を配置した場合、これらの命令の実行により当該アドレスに対するプリフェッチ信号が出力され、アドレスブレイクが要求される場合があります。これらの命令の直後のアドレスに対するブレイクアドレスの設定を行わない、あるいは割り込み処理ルーチンで、本来の条件成立による割り込み処理であったかの判定を行う、などの対策が必要です。
4. アドレスブレイク割り込みは、内部プリフェッチ信号とアドレスの組み合わせにより発生しますので、設定したアドレスの命令および直前の命令内容、実行サイクルにより、割り込み例外処理の入るタイミングが異なります。図5.12にアドレスタイミング例を示します。

5. 割り込みコントローラ

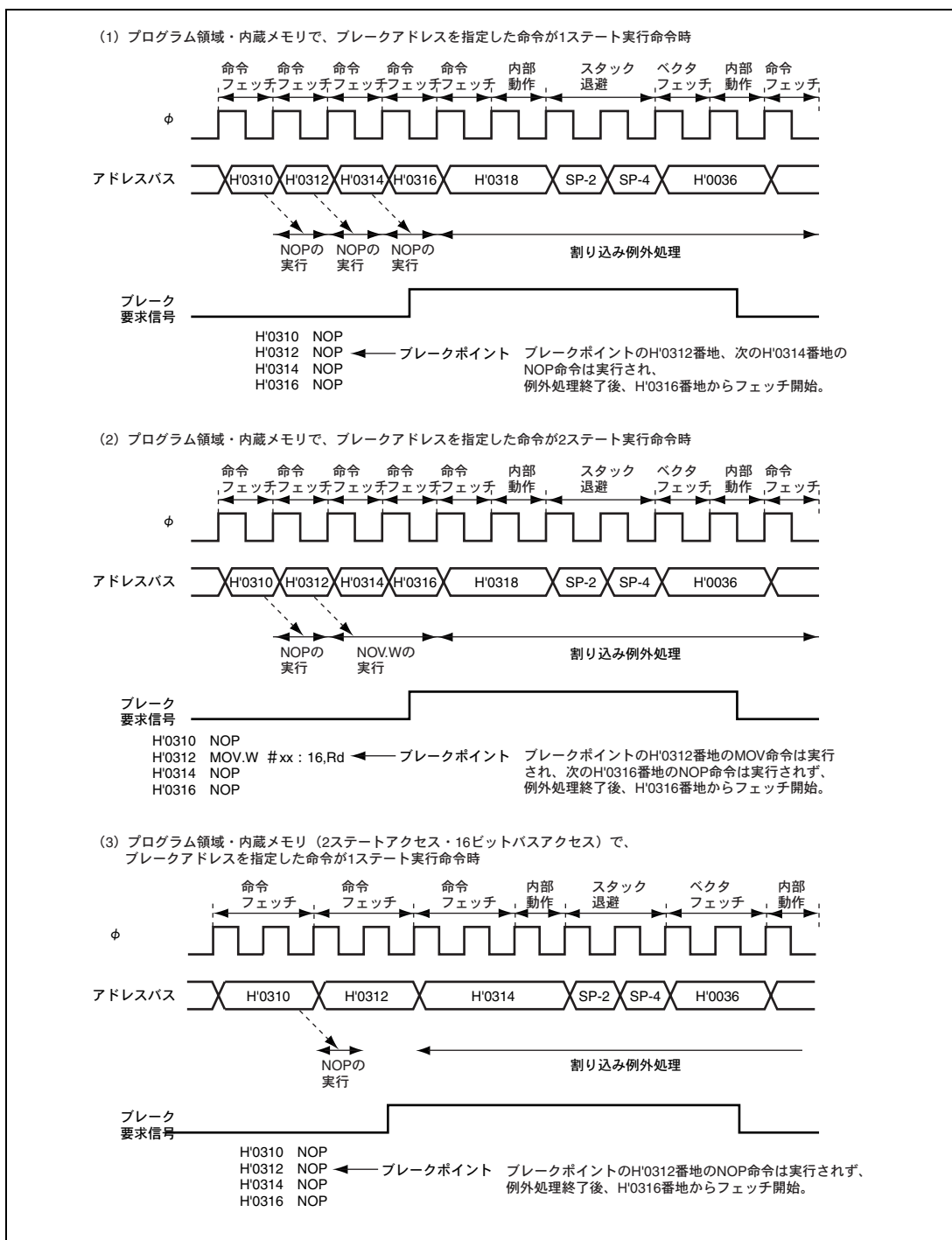


図 5.12 アドレスブレークタイミング例

5.8 使用上の注意事項

5.8.1 割り込みの発生とディスエーブルとの競合

割り込みイネーブルビットをクリアして割り込み要求をマスクする場合、割り込みのマスクはその命令実行終了後に有効になります。BCLR 命令、MOV 命令等で割り込みイネーブルビットをクリアする場合、命令実行中にその割り込みが発生すると、命令実行終了時点では当該割り込みはイネーブル状態にあるため、命令実行終了後にその割り込み例外処理を開始します。ただし、その割り込みより優先順位の高い割り込み要求がある場合には優先順位の高い割り込み例外処理を実行し、その割り込みは無視されます。割り込み要因フラグを 0 にクリアする場合も同様です。TMR の TCR の CMIEA ビットを 0 にクリアする場合の例を図 5.13 に示します。なお、割り込みをマスクした状態でイネーブルビットまたは割り込み要因フラグを 0 にクリアすれば、上記の競合は発生しません。

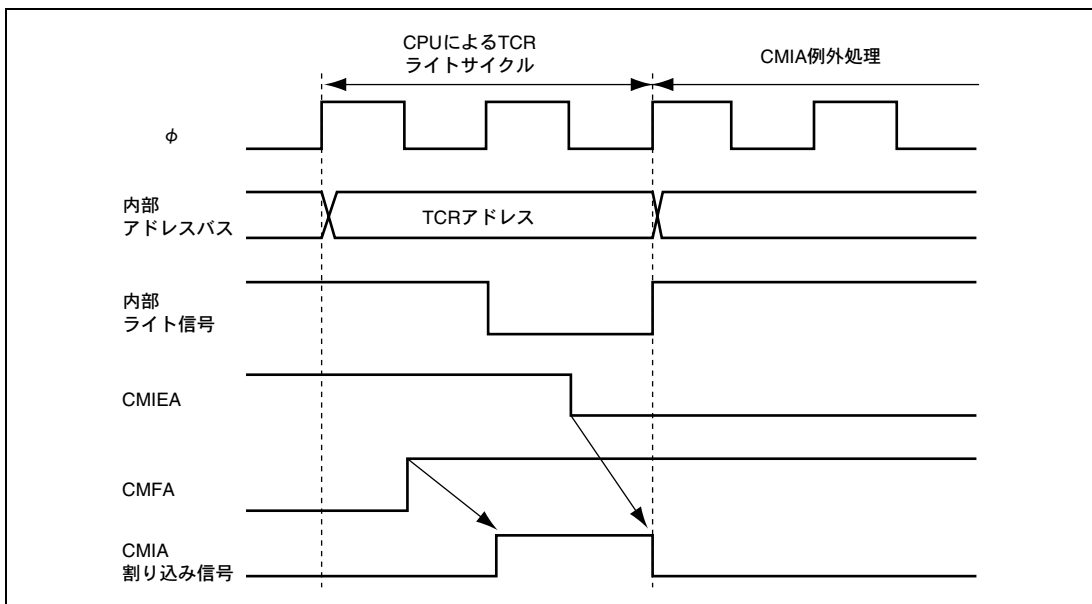


図 5.13 割り込みの発生とディスエーブルの競合

5.8.2 割り込みを禁止している命令

実行直後に割り込み要求を受け付けない命令として、LDC、ANDC、ORC、XORC 命令があります。これらの命令実行終了後は NMI 割り込みを含めて割り込みが禁止され、必ず次の命令を実行します。これらの命令により I ビットまたは UI ビットを設定した場合、命令実行終了の 2 ステート後に新しい値が有効になります。

5. 割り込みコントローラ

5.8.3 EEPMOV 命令実行中の割り込み

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

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

EEPMOV.W 命令のときは、転送中に割り込み要求があった場合、転送サイクルの切れ目で割り込み例外処理が開始されます。このときスタックされる PC の値は次の命令のアドレスとなります。このため、EEPMOV.W 命令実行中に割り込みが発生する場合には、以下のプログラムとしてください。

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

5.8.4 ベクタアドレスの切り替え

H8S/2140B グループ互換ベクタモードと拡張ベクタモードの切り替えは、割り込みが発生しない状態で行ってください。

$\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 端子および $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$ 端子が Low レベルで入力許可状態のときに EIVS=0 から EIVS=1 に切り替えを行うと、立ち下がりエッジを検出し割り込みを入力した状態となります。切り替えは $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 端子および $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$ 端子を High レベルとし、入力禁止状態で行ってください。

5.8.5 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時の外部割り込み端子について

- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時に外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ15}}\sim\overline{\text{IRQ0}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ6}}$ 、 $\overline{\text{KIN15}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$) として使用する場合は端子をフローティングとしないでください。
- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード時に外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ7}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ8}}$ 、 $\overline{\text{KIN7}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$) を使用する場合は、ノイズキャンセラはディスエーブルとしてください。

5.8.6 ノイズキャンセラの切り替え

ノイズキャンセラの切り替えは外部割り込み端子 ($\overline{\text{IRQ7}}$ 、 $\overline{\text{IRQ6}}$ 、 $\overline{\text{ExIRQ15}}\sim\overline{\text{ExIRQ8}}$ 、 $\overline{\text{KIN7}}\sim\overline{\text{KIN0}}$ 、 $\overline{\text{WUE15}}\sim\overline{\text{WUE8}}$) を High レベルの状態で行ってください。

5.8.7 IRQ ステータスレジスタ (ISR) について

リセット後の端子状態により $\text{IRQnF}=1$ となっていることがあるので、リセット後に必ず ISR をリードし、0 をライトしてください。(n=15~0)

6. バスコントローラ (BSC)

本 LSI には、外部拡張機能がないため、バスコントローラの機能は内蔵していません。しかし、類似製品とのソフトウェアの流用性を考慮し、バスコントローラ関連の制御レジスタを不適切な値に設定しないよう注意する必要があります。

6.1 レジスタの説明

BSC には以下のレジスタがあります。

- バスコントロールレジスタ (BCR)
- ウェイトステートコントロールレジスタ (WSCR)

6.1.1 バスコントロールレジスタ (BCR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	ICIS0	1	R/W	アイドルサイクル挿入 初期値を変更しないでください。
5	BRSTRM	0	R/W	バースト ROM イネーブル 初期値を変更しないでください。
4	BRSTS1	1	R/W	バーストサイクルセレクト 1 初期値を変更しないでください。
3	BRSTS0	0	R/W	バーストサイクルセレクト 0 初期値を変更しないでください。
2	—	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	IOS1	1	R/W	IOS セレクト 1、0
0	IOS0	1	R/W	初期値を変更しないでください。

6. バスコントローラ (BSC)

6.1.2 ウェイトステートコントロールレジスタ (WSCR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	ABW	1	R/W	バス幅コントロール 初期値を変更しないでください。
4	AST	1	R/W	アクセスステートコントロール 初期値を変更しないでください。
3	WMS1	0	R/W	ウェイトモードセレクト1、0
2	WMS0	0	R/W	初期値を変更しないでください。
1	WC1	1	R/W	ウェイトカウント1、0
0	WC0	1	R/W	初期値を変更しないでください。

7. I/O ポート

ポートの機能一覧を表 7.1 に示します。各ポートは周辺モジュールの入出力端子や割り込み入力と端子を兼用しています。入出力ポートは入出力を制御するデータディレクションレジスタ（DDR）、出力データを格納するデータレジスタ（DR）から構成されています。入力専用ポートには DDR、DR はありません。

ポート 1～3、6、9、B～D、F、H には、入力プルアップ MOS が内蔵されています。また、ポート 1～3、C、D は LED を駆動する（シンク電流 5mA）ことができます。また、P52、P97、P86、P42、ポート A、G は、NMOS プッシュプル出力、5V Tolerant 入力となっています。PE4、PE2～PE0 は 5V Tolerant 入力となっています。

表 7.1 ポートの機能一覧表（1）

ポート名	概要	シングルチップモード	入出力形態
		モード 2 (EXPE=0)	
ポート 1	汎用入出力ポート	P17 P16 P15 P14 P13 P12 P11 P10	入力プルアップ MOS 内蔵 LED 駆動可能（シンク電流 5mA）
ポート 2	汎用入出力ポート	P27 P26 P25 P24 P23 P22 P21 P20	入力プルアップ MOS 内蔵 LED 駆動可能（シンク電流 5mA）
ポート 3	LPC 入出力端子と 兼用汎用入出力ポート	P37/SERIRQ P36/LCLK P35/ $\overline{\text{LRESET}}$ P34/ $\overline{\text{LFRAME}}$ P33/LAD3 P32/LAD2 P31/LAD1 P30/LAD0	入力プルアップ MOS 内蔵 LED 駆動可能（シンク電流 5mA）

7. I/O ポート

ポート名	概要	シングルチップモード	入出力形態
		モード 2 (EXPE=0)	
ポート 4	PWMX、PWM 出力、TMR_0、TMR_1、IIC_1、SCI_1 入出力端子と兼用汎用入出力ポート	P47/PWX1/PWM1 P46/PWX0/PWM0 P45 P44/TMO1 P43/TMI1/ExSCK1 P42/SDA1 P41/TMO0 P40/TMI0	
ポート 5	IIC_0 入出力と兼用汎用入出力ポート	P52/SCL0 P51 P50	
ポート 6	割り込み入力、キーボード入力と兼用汎用入出力ポート	P67/ $\overline{KIN7}$ / $\overline{IRQ7}$ P66/ $\overline{KIN6}$ / $\overline{IRQ6}$ P65/ $\overline{KIN5}$ P64/ $\overline{KIN4}$ P63/ $\overline{KIN3}$ P62/ $\overline{KIN2}$ P61/ $\overline{KIN1}$ P60/ $\overline{KIN0}$	入力プルアップ MOS 内蔵 ノイズキャンセラ内蔵
ポート 7	A/D 変換器のアナログ入力端子と兼用汎用入力ポート	P77/AN7 P76/AN6 P75/AN5 P74/AN4 P73/AN3 P72/AN2 P71/AN1 P70/AN0	
ポート 8	割り込み入力、IIC_1、SCI_1、IrDA インタフェース、LPC 入出力端子と兼用汎用入出力ポート	P86/ $\overline{IRQ5}$ / $\overline{SCK1}$ / $\overline{SCL1}$ P85/ $\overline{IRQ4}$ / $\overline{RxD1}$ P84/ $\overline{IRQ3}$ / $\overline{TxD1}$ P83/ \overline{LPCPD} P82/ \overline{CLKRUN} P81/GA20 P80/ \overline{PME}	
ポート 9	外部サブクロック、割り込み入力、IIC_0 の入出力、システムクロック出力端子と兼用汎用入出力ポート	P97/SDA0/ $\overline{IRQ15}$ P96/ ϕ / \overline{EXCL} P95/ $\overline{IRQ14}$ P94/ $\overline{IRQ13}$ P93/ $\overline{IRQ12}$ P92/ $\overline{IRQ0}$ P91/ $\overline{IRQ1}$ P90/ $\overline{IRQ2}$	入力プルアップ MOS 内蔵 (P95~P90)

ポート名	概要	シングルチップモード	入出力形態
		モード 2 (EXPE=0)	
ポート A	キーボード入力、PS2 入出力端子と兼用汎用入出力ポート	PA7/ $\overline{\text{KIN15}}$ /PS2CD PA6/ $\overline{\text{KIN14}}$ /PS2CC PA5/ $\overline{\text{KIN13}}$ /PS2BD PA4/ $\overline{\text{KIN12}}$ /PS2BC PA3/ $\overline{\text{KIN11}}$ /PS2AD PA2/ $\overline{\text{KIN10}}$ /PS2AC PA1/ $\overline{\text{KIN9}}$ /PA2DD PA0/ $\overline{\text{KIN8}}$ /PA2DC	
ポート B	LPC 入出力端子と兼用汎用入出力ポート	PB7 PB6 PB5 PB4 PB3 PB2 PB1/LSCI PB0/ $\overline{\text{LSMI}}$	入力プルアップ MOS 内蔵
ポート C	割り込み入力端子と兼用汎用入出力ポート	PC7/TIOCB2/TCLKD/ $\overline{\text{WUE15}}$ PC6/TIOCA2/ $\overline{\text{WUE14}}$ PC5/TIOCB1/TCLKC/ $\overline{\text{WUE13}}$ PC4/TIOCA1/ $\overline{\text{WUE12}}$ PC3/TIOCD0/TCLKB/ $\overline{\text{WUE11}}$ PC2/TIOCC0/TCLKA/ $\overline{\text{WUE10}}$ PC1/TIOCB0/ $\overline{\text{WUE9}}$ PC0/TIOCA0/ $\overline{\text{WUE8}}$	入力プルアップ MOS 内蔵 ノイズキャンセラ内蔵 LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)
ポート D	A/D 変換器のアナログ入力端子と兼用汎用入出力ポート	PD7/AN15 PD6/AN14 PD5/AN13 PD4/AN12 PD3/AN11 PD2/AN10 PD1/AN9 PD0/AN8	入力プルアップ MOS 内蔵 LED 駆動可能 (シンク電流 5mA)
ポート E	エミュレータ入出力端子と兼用汎用入出力ポート	PE4/ETMS PE3/ETDO PE2/ETDI PE1/ETCK PE0	

7. I/O ポート

ポート名	概 要	シングルチップモード	入出力形態
		モード 2 (EXPE=0)	
ポート F	割り込み入力、TMR_X、TMR_Y 出力、PWM 出力端子と兼用汎用入出力ポート	PF7/PWM7 PF6/PWM6 PF5/PWM5 PF4/PWM4 PF3/TMOX/IRQ11 PF2/TMOY/IRQ10 PF1/PWM3/IRQ9 PF0/PWM2/IRQ8	入カプルアップ MOS 内蔵
ポート G	割り込み入力、TMR_X、TMR_Y 入力、IIC_0、IIC_1、IIC_2 入出力端子と兼用汎用入出力ポート	PG7/ExIRQ15/ExSCLB PG6/ExIRQ14/ExSDAB PG5/ExIRQ13/ExSCLA PG4/ExIRQ12/ExSDAA PG3/ExIRQ11/SCL2 PG2/ExIRQ10/SDA2 PG1/ExIRQ9/TMIY1 PG0/ExIRQ8/TMIX	ノイズキャンセラ内蔵
ポート H	外部サブクロック、フラッシュメモリ書き込み/消去イネーブル、割り込み入力端子と汎用入出力ポート	PH5 PH4 PH3/ExEXCL PH2/FWE PH1/ExIRQ7 PH0/ExIRQ6	入カプルアップ MOS 内蔵

7.1 ポート 1

ポート 1 は 8 ビットの入出力ポートです。ポート 1 には以下のレジスタがあります。

- ポート1データディレクションレジスタ (P1DDR)
- ポート1データレジスタ (P1DR)
- ポート1プルアップMOSコントロールレジスタ (P1PCR)

7.1.1 ポート 1 データディレクションレジスタ (P1DDR)

P1DDR は、ポート 1 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P17DDR	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になります。
6	P16DDR	0	W	
5	P15DDR	0	W	
4	P14DDR	0	W	
3	P13DDR	0	W	
2	P12DDR	0	W	
1	P11DDR	0	W	
0	P10DDR	0	W	

7.1.2 ポート 1 データレジスタ (P1DR)

P1DR は、ポート 1 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P17DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P1DDR が 1 に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。P1DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P16DR	0	R/W	
5	P15DR	0	R/W	
4	P14DR	0	R/W	
3	P13DR	0	R/W	
2	P12DR	0	R/W	
1	P11DR	0	R/W	
0	P10DR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.1.3 ポート 1 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P1PCR)

P1PCR は、ポート 1 の入力プルアップ MOS のオン/オフを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P17PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの 1 にセットされたビットに対応する端子の入カプルアップ MOS がオンします。
6	P16PCR	0	R/W	
5	P15PCR	0	R/W	
4	P14PCR	0	R/W	
3	P13PCR	0	R/W	
2	P12PCR	0	R/W	
1	P11PCR	0	R/W	
0	P10PCR	0	R/W	

7.1.4 端子機能

- P17、P16、P15、P14、P13、P12、P11、P10

P1nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

P1nDDR	0	1
端子機能	P1n 入力端子	P1n 出力端子

(n=7~0)

7.1.5 ポート 1 入力プルアップ MOS の状態

ポート 1 はプログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。入力プルアップ MOS の状態を表 7.2 に示します。

表 7.2 ポート 1 入力プルアップ MOS の状態

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 常にオフ状態です。

ON/OFF : P1DDR=0 かつ P1PCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.2 ポート 2

ポート 2 は 8 ビットの入出力ポートです。ポート 2 には以下のレジスタがあります。

- ポート2データディレクションレジスタ (P2DDR)
- ポート2データレジスタ (P2DR)
- ポート2プルアップMOSコントロールレジスタ (P2PCR)

7.2.1 ポート 2 データディレクションレジスタ (P2DDR)

P2DDR は、ポート 2 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P27DDR	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になります。
6	P26DDR	0	W	
5	P25DDR	0	W	
4	P24DDR	0	W	
3	P23DDR	0	W	
2	P22DDR	0	W	
1	P21DDR	0	W	
0	P20DDR	0	W	

7.2.2 ポート 2 データレジスタ (P2DR)

P2DR は、ポート 2 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P27DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P2DDR が 1 に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。P2DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P26DR	0	R/W	
5	P25DR	0	R/W	
4	P24DR	0	R/W	
3	P23DR	0	R/W	
2	P22DR	0	R/W	
1	P21DR	0	R/W	
0	P20DR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.2.3 ポート 2 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P2PCR)

P2PCR は、ポート 2 の入力プルアップ MOS のオン/オフを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P27PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの 1 にセットされたビットに対応する端子の入カプルアップ MOS がオンします。
6	P26PCR	0	R/W	
5	P25PCR	0	R/W	
4	P24PCR	0	R/W	
3	P23PCR	0	R/W	
2	P22PCR	0	R/W	
1	P21PCR	0	R/W	
0	P20PCR	0	R/W	

7.2.4 端子機能

- P27、P26、P25、P24、P23、P22、P21、P20

P2nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

P2nDDR	0	1
端子機能	P2n 入力端子	P2n 出力端子

(n=7~0)

7.2.5 ポート 2 入力プルアップ MOS の状態

ポート 2 はプログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。入力プルアップ MOS の状態を表 7.3 に示します。

表 7.3 ポート 2 入力プルアップ MOS の状態

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 常にオフ状態です。

ON/OFF : P2DDR=0 かつ P2PCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.3 ポート 3

ポート 3 は 8 ビットの入出力ポートです。ポート 3 は、LPC 入出力端子と兼用になっています。ポート 3 には以下のレジスタがあります。

- ポート3データディレクションレジスタ (P3DDR)
- ポート3データレジスタ (P3DR)
- ポート3プルアップMOSコントロールレジスタ (P3PCR)

7.3.1 ポート 3 データディレクションレジスタ (P3DDR)

P3DDR は、ポート 3 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P37DDR	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になります。
6	P36DDR	0	W	
5	P35DDR	0	W	
4	P34DDR	0	W	
3	P33DDR	0	W	
2	P32DDR	0	W	
1	P31DDR	0	W	
0	P30DDR	0	W	

7.3.2 ポート 3 データレジスタ (P3DR)

P3DR は、ポート 3 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P37DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P3DDR が 1 に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。P3DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P36DR	0	R/W	
5	P35DR	0	R/W	
4	P34DR	0	R/W	
3	P33DR	0	R/W	
2	P32DR	0	R/W	
1	P31DR	0	R/W	
0	P30DR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.3.3 ポート 3 プルアップ MOS コントロールレジスタ (P3PCR)

P3PCR は、ポート 3 の入力プルアップ MOS のオン/オフを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P37PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの 1 にセットされたビットに対応する端子の入力プルアップ MOS がオンします。
6	P36PCR	0	R/W	
5	P35PCR	0	R/W	
4	P34PCR	0	R/W	
3	P33PCR	0	R/W	
2	P32PCR	0	R/W	
1	P31PCR	0	R/W	
0	P30PCR	0	R/W	

7.3.4 モード別端子機能

- P37/SERIRQ、P36/LCLK、P35/LRESET、P34/LFRAME、P33/LAD3、P32/LAD2、P31/LAD1、P30/LAD0

LPC の HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E~LPC1E ビットと P3DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{LPCENABLE}=1 : \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$$

LPCENABLE	0		1
P3nDDR	0	1	—
端子機能	P37~P30 入力端子	P37~P30 出力端子	LPC 入出力端子

(n=7~0)

7.3.5 ポート 3 入力プルアップ MOS の状態

ポート 3 はプログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、内蔵周辺機能の出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.4 に示します。

表 7.4 ポート 3 入力プルアップ MOS の状態

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 常にオフ状態です。

ON/OFF : 端子が入力状態で P3DDR=0 かつ P3PCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.4 ポート 4

ポート 4 は 8 ビットの入出力ポートです。ポート 4 は PWMX、PWM 出力端子、TMR_0、TMR_1、SCI_1、IIC_1 入出力端子と兼用になっています。ポート 4 には以下のレジスタがあります。P42 の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、SDA1 の出力形式は、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。

- ポート4データディレクションレジスタ (P4DDR)
- ポート4データレジスタ (P4DR)

7.4.1 ポート 4 データディレクションレジスタ (P4DDR)

P4DDR は、ポート 4 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P47DDR	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になります。
6	P46DDR	0	W	
5	P45DDR	0	W	
4	P44DDR	0	W	
3	P43DDR	0	W	
2	P42DDR	0	W	
1	P41DDR	0	W	
0	P40DDR	0	W	

7.4.2 ポート 4 データレジスタ (P4DR)

P4DR は、ポート 4 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P47DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P4DDR が 1 に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。P4DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P46DR	0	R/W	
5	P45DR	0	R/W	
4	P44DR	0	R/W	
3	P43DR	0	R/W	
2	P42DR	0	R/W	
1	P41DR	0	R/W	
0	P40DR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.4.3 端子機能

- P47/PWX1/PWM1

PWMX の DACR の OEB ビット、PWM の PWOER の OE7 ビットと P47DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

OEB	0		1
P47DDR	0	1	
OE7	—	0	1
端子機能	P47 入力端子	P47 出力端子	PWM1 出力端子 PWX1 出力端子

- P46/PWX0/PWM0

PWMX の DACR の OEA ビット、PWM の PWOER の OE6 ビットと P46DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

OEA	0		1
P46DDR	0	1	
OE6	—	0	1
端子機能	P46 入力端子	P46 出力端子	PWM0 出力端子 PWX0 出力端子

- P45

P45DDR ビットにより、次のように切り替わります。

P45DDR	0	1
端子機能	P45 入力端子	P45 出力端子

- P44/TMO1

TMR_1 の TCR の OS3~OS0 ビットと P44DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

OS3~OS0	すべてが 0		いずれかが 1
P44DDR	0	1	—
端子機能	P44 入力端子	P44 出力端子	TMO1 出力端子

- P43/TMI1/ExSCK1

PTCNT2 の SCK1S ビット、SCL_1 の SCR の CKE1、CKE0 ビット、SMR の C/Ā ビットと P43DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。TMI1 は TMR11 と TMCI1 の兼用入力端子です。TMR_1 の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMI1 (TMR11) 入力端子になります。TMR_1 の TCR の CKS2~CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMI1 (TMCI1) 入力端子になります。

SCK1S	1					0	
CKE1	0			1	-		
C/Ā	0		1	-	-		
CKE0	0		1	-	-		
P43DDR	0	1	-	-	-	0	1
端子機能	P43 入力端子	P43 出力端子	ExSCK1 出力端子	ExSCK1 出力端子	ExSCK1 入力端子	P43 入力端子	P43 出力端子
	TMI1 入力端子						

- P42/SDA1

PTCNT1 の IIC1AS、IIC1BS ビット、IIC_1 の ICCR の ICE ビットと P52DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の IICENABLE は、次の論理式で表されます。

$$IICENABLE = 1 : ICE \cdot \overline{IIC1AS} \cdot \overline{IIC1BS}$$

IICENABLE	0		1
P52DDR	0		1
端子機能	P52 入力端子		P52 出力端子
	SDA1 入出力端子		

【注】 SDA1 として使用する場合は、PTCNT1 の IIC1AS、IIC1BS ビットの各ビットを必ず 0 にクリアしてください。SDA1 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P42 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- P41/TMO0

TMR_0 の TCSR の OS3~OS0 ビットと P41DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

OS3~OS0	すべてが 0		いずれかが 1
P41DDR	0		1
端子機能	P41 入力端子		P41 出力端子
	TMO0 出力端子		

- P40/TMI0

P40DDR ビットにより、次のように切り替わります。TMI0 は TMR10 と TMC10 の兼用入力端子です。TMR_0 の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMI0 (TMR10) 入力端子になります。TMR_0 の TCR の CKS2~CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMI0 (TMC10) 入力端子になります。

P40DDR	0		1
端子機能	P40 入力端子		P40 出力端子
	TMI0 入力端子		

7. I/Oポート

7.5 ポート5

ポート5は3ビットの入出力ポートです。ポート5は、IIC_0 入出力端子と兼用になっています。ポート5には以下のレジスタがあります。P52の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、SCL0の出力形式は、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。

- ポート5データディレクションレジスタ (P5DDR)
- ポート5データレジスタ (P5DR)

7.5.1 ポート5データディレクションレジスタ (P5DDR)

P5DDRは、ポート5の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	—	すべて不定	—	リザーブビット ライトは無効です。
2	P52DDR	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になります。
1	P51DDR	0	W	
0	P50DDR	0	W	

7.5.2 ポート5データレジスタ (P5DR)

P5DRは、ポート5の出力データを格納します。

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 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	P52DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P5DDRが1に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。P5DDRが0にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
1	P51DR	0	R/W	
0	P50DR	0	R/W	

7.5.3 端子機能

- P52/SCL0

PTCNT1 の IIC0AS、IIC0BS ビット、IIC_0 の ICCR の ICE ビットと P52DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の IICENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{IICENABLE}=1 : \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC0AS}} \cdot \overline{\text{IIC0BS}}$$

IICENABLE	0		1
P52DDR	0	1	—
端子機能	P52 入力端子	P52 出力端子	SCL0 入出力端子

【注】 SCL0 として使用する場合は、PTCNT1 の IIC0AS、IIC0BS ビットの各ビットを必ず 0 にクリアしてください。SCL0 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P52 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- P51

P51DDR ビットにより、次のように切り替わります。

P51DDR	0	1
端子機能	P51 入力端子	P51 出力端子

- P50

P50DDR ビットにより、次のように切り替わります。

P50DDR	0	1
端子機能	P50 入力端子	P50 出力端子

7. I/Oポート

7.6 ポート6

ポート6は8ビットの入出力ポートです。ポート6は割り込み入力端子、キーボード入力端子と兼用になっています。ポート6には以下のレジスタがあります。

- ポート6データディレクションレジスタ (P6DDR)
- ポート6データレジスタ (P6DR)
- ブルアップMOSコントロールレジスタ (KMPCR)
- ノイズキャンセライネーブルレジスタ (P6NCE)
- ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (P6NCMC)
- ノイズキャンセラ周期設定レジスタ (P6NCCS)

7.6.1 ポート6データディレクションレジスタ (P6DDR)

P6DDRは、ポート6の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P67DDR	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になります。
6	P66DDR	0	W	
5	P65DDR	0	W	
4	P64DDR	0	W	
3	P63DDR	0	W	
2	P62DDR	0	W	
1	P61DDR	0	W	
0	P60DDR	0	W	

7.6.2 ポート6データレジスタ (P6DR)

P6DRは、ポート6の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P67DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P6DDRが1に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。P6DDRが0にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P66DR	0	R/W	
5	P65DR	0	R/W	
4	P64DR	0	R/W	
3	P63DR	0	R/W	
2	P62DR	0	R/W	
1	P61DR	0	R/W	
0	P60DR	0	R/W	

7.6.3 プルアップ MOS コントロールレジスタ (KMPCR)

KMPCR は、ポート 6 の入力プルアップ MOS のオン/オフを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KM7PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの 1 にセットされたビットに対応する端子の入力プルアップ MOS がオンします。
6	KM6PCR	0	R/W	
5	KM5PCR	0	R/W	
4	KM4PCR	0	R/W	
3	KM3PCR	0	R/W	
2	KM2PCR	0	R/W	
1	KM1PCR	0	R/W	
0	KM0PCR	0	R/W	

7.6.4 ノイズキャンセライネーブルレジスタ (P6NCE)

P6NCE は、ポート 6 端子のノイズキャンセル回路のイネーブルとディセーブル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	P67NCE	0	R/W	このビットを 1 にセットするとノイズキャンセル回路をイネーブルにして、P6NCCS で設定したサンプリング周期で端子設定状態を P6DR に取り込みます。
6	P66NCE	0	R/W	
5	P65NCE	0	R/W	
4	P64NCE	0	R/W	
3	P63NCE	0	R/W	
2	P62NCE	0	R/W	
1	P61NCE	0	R/W	
0	P60NCE	0	R/W	

7.6.5 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (P6NCMC)

P6NCMC は、ポート 6 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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	P67NCMC	0	R/W	1 期待 : 1 が安定入力時にポートデータレジスタに 1 が格納されます。 0 期待 : 0 が安定入力時にポートデータレジスタに 0 が格納されます。
6	P66NCMC	0	R/W	
5	P65NCMC	0	R/W	
4	P64NCMC	0	R/W	
3	P63NCMC	0	R/W	
2	P62NCMC	0	R/W	
1	P61NCMC	0	R/W	
0	P60NCMC	0	R/W	

7. I/Oポート

7.6.6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ (P6NCCS)

P6NCCS は、ポート 6 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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
7~3	—	すべて 不定	R/W	リザーブビット リード値は不定です。ライトするときは 0 をライトしてください。
2	P6NCCK2	0	R/W	ノイズキャンセラのサンプリング周期を設定します。 φ = 10MHz 時 000 : 0.80us φ/2 001 : 12.8us φ/32 010 : 3.3ms φ/8192 011 : 6.6ms φ/16384 100 : 13.1ms φ/32768 101 : 26.2ms φ/65536 110 : 52.4ms φ/131072 111 : 104.9ms φ/262144
1	P6NCCK1	0	R/W	
0	P6NCCK0	0	R/W	

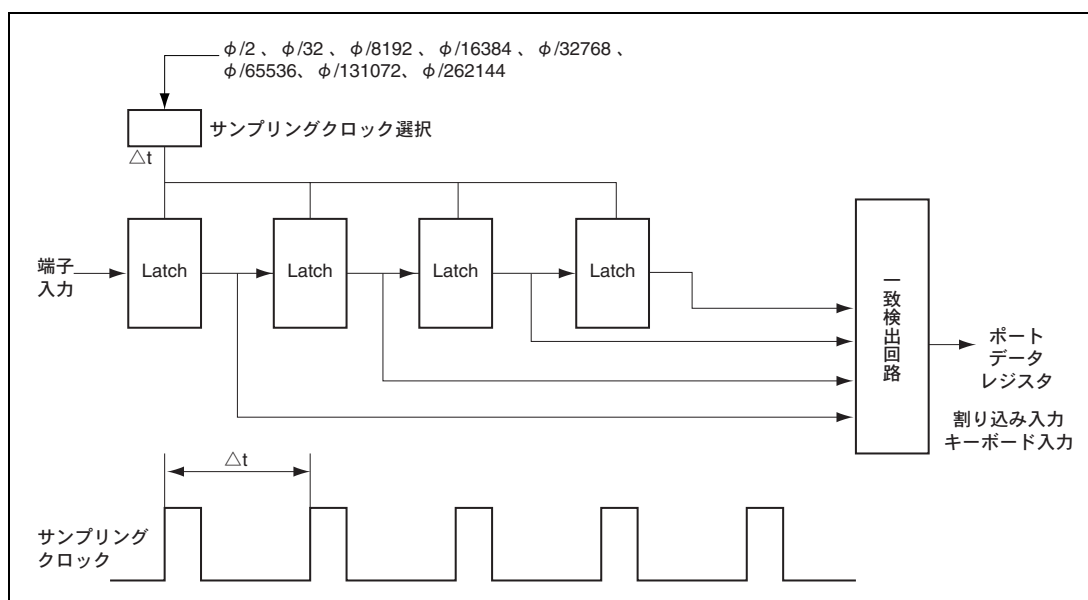


図 7.1 ノイズキャンセル回路

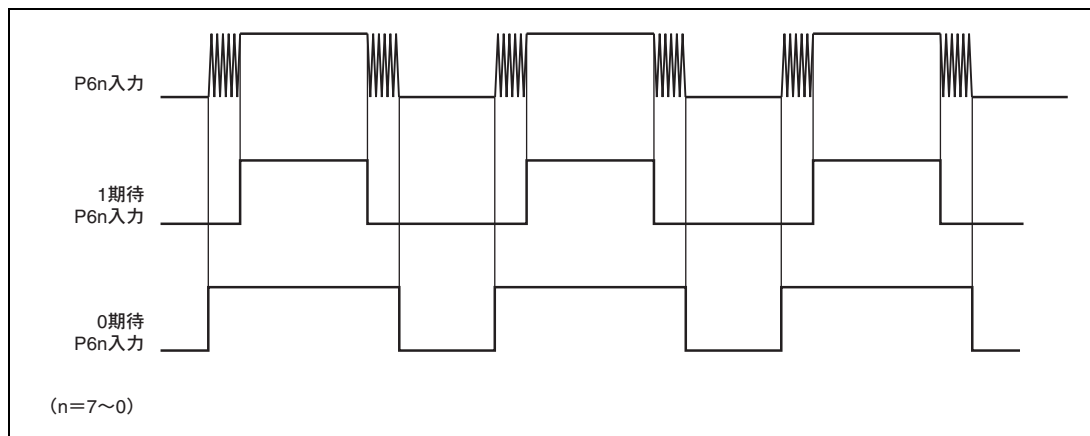


図 7.2 ノイズキャンセル動作概念図

7.6.7 端子機能

- P67/ $\overline{\text{KIN7}}$ / $\overline{\text{IRQ7}}$

P67DDR ビットにより、次のように切り替わります。

割り込みコントローラの KMIMR の KMIM7 ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KIN7}}$ 入力端子になります。ISSR の ISSR ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ7E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子として使用できます。

P67DDR	0	1
端子機能	P67 入力端子	P67 出力端子
	$\overline{\text{KIN7}}$ 入力端子 / $\overline{\text{IRQ7}}$ 入力端子	

- P66/ $\overline{\text{KIN6}}$ / $\overline{\text{IRQ6}}$

P66DDR ビットにより、次のように切り替わります。

割り込みコントローラの KMIMR の KMIM6 ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KIN6}}$ 入力端子になります。SYSCR3 の EIVS ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ6E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ6}}$ 入力端子として使用できます。

P66DDR	0	1
端子機能	P66 入力端子	P66 出力端子
	$\overline{\text{KIN6}}$ 入力端子 / $\overline{\text{IRQ6}}$ 入力端子	

7. I/O ポート

- P65/ $\overline{\text{KIN5}}$, P64/ $\overline{\text{KIN4}}$, P63/ $\overline{\text{KIN3}}$, P62/ $\overline{\text{KIN2}}$, P61/ $\overline{\text{KIN1}}$, P60/ $\overline{\text{KIN0}}$

P6nDDR ビットにより、次のように切り替わります。

割り込みコントローラの KMIMR の KMIMn ビットを 0 にクリアすると、 $\overline{\text{KINn}}$ 入力端子になります。

P6nDDR	0	1
端子機能	P6n 入力端子	P6n 出力端子
	$\overline{\text{KINn}}$ 入力端子	

(n=5~0)

7.6.8 ポート 6 入力プルアップ MOS の状態

ポート 6 はプログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、内蔵周辺機能の出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。

入力プルアップ MOS の状態を表 7.5 に示します。

表 7.5 ポート 6 入力プルアップ MOS の状態

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 常にオフ状態です。

ON/OFF : 入力状態かつ KMPCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.7 ポート 7

ポート 7 は 8 ビットの入力ポートです。ポート 7 は A/D 変換器のアナログ入力端子と兼用になっています。ポート 7 には以下のレジスタがあります。

- ポート 7 入力データレジスタ (P7PIN)

7.7.1 ポート 7 入力データレジスタ (P7PIN)

P7PIN は、ポート 7 の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P77PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。
6	P76PIN	不定*	R	
5	P75PIN	不定*	R	
4	P74PIN	不定*	R	
3	P73PIN	不定*	R	
2	P72PIN	不定*	R	
1	P71PIN	不定*	R	
0	P70PIN	不定*	R	

【注】 * P77～P70 端子の状態により決定されます。

7.7.2 端子機能

- P77/AN7, P76/AN6, P75/AN5, P74/AN4, P73/AN3, P72/AN2, P71/AN1, P70/AN0

端子機能	P7n 入力端子 / ANn 入力端子
------	---------------------

(n=7~0)

7. I/O ポート

7.8 ポート 8

ポート 8 は 7 ビットの入出力ポートです。ポート 8 は割り込み入力端子、SCI_1、IIC_1 入出力端子、LPC 入出力端子と兼用になっています。ポート 8 には以下のレジスタがあります。P86、SCK1 の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、SCL1 の出力形式は、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。

- ポート 8 データディレクションレジスタ (P8DDR)
- ポート 8 データレジスタ (P8DR)

7.8.1 ポート 8 データディレクションレジスタ (P8DDR)

P8DDR は、ポート 8 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	不定	—	リザーブビット ライトは無効です。
6	P86DDR	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になります。
5	P85DDR	0	W	
4	P84DDR	0	W	
3	P83DDR	0	W	
2	P82DDR	0	W	
1	P81DDR	0	W	
0	P80DDR	0	W	

7.8.2 ポート 8 データレジスタ (P8DR)

P8DR は、ポート 8 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	1	—	リザーブビット 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	P86DR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。 このレジスタをリードすると、P8DDR が 1 に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。P8DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
5	P85DR	0	R/W	
4	P84DR	0	R/W	
3	P83DR	0	R/W	
2	P82DR	0	R/W	
1	P81DR	0	R/W	
0	P80DR	0	R/W	

7.8.3 端子機能

- P86/ $\overline{\text{IRQ5}}$ /SCK1/SCL1

PTCNT2 の SCK1S ビット、SCI_1 の SMR の C/ $\overline{\text{A}}$ ビット、SCR の CKE0、CKE1 ビット、PTCNT1 の IIC1AS、IIC1BS ビット、IIC_1 の ICCR の ICE ビットと P86DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS5 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ5E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力端子として使用できます。表中の IICENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{IICENABLE}=1 : \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC1AS}} \cdot \overline{\text{IIC1BS}}$$

IICENABLE	0						1		
SCK1S	0				1		-		
CKE1	0			1			-		
C/ $\overline{\text{A}}$	0			1			-		
CKE0	0		1		-		-		
P86DDR	0	1	-	-	-	0	1	-	
端子機能	P86 入力端子	P86 出力端子	SCK1 出力端子	SCK1 出力端子	SCK1 入力端子	P86 入力端子	P86 出力端子	SCL1 入出力端子	
	$\overline{\text{IRQ5}}$ 入力端子								

【注】 SCL1 として使用する場合は、PTCNT1 の IIC1AS、IIC1BS ビットの各ビットを必ず 0 にクリアしてください。なお、SCL1 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P86 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- P85/ $\overline{\text{IRQ4}}$ /Rx/D1

PTCNT2 の SCD1S ビット、SCI_1 の SCR の RE ビットと P85DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS4 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ4E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力端子として使用できます。

SCD1S=0・RE	0		1	
P85DDR	0		1	
端子機能	P85 入力端子		P85 出力端子	
	Rx/D1 入力端子		$\overline{\text{IRQ4}}$ 入力端子	

- P84/ $\overline{\text{IRQ3}}$ /Tx/D1

PTCNT2 の SCD1S ビット、SCI_1 の SCR の TE ビットと P84DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR の ISS3 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER の IRQ3E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力端子として使用できます。

SCD1S=0・TE	0		1	
P84DDR	0		1	
端子機能	P84 入力端子		P84 出力端子	
	Tx/D1 出力端子		$\overline{\text{IRQ3}}$ 入力端子	

7. I/O ポート

- P83/ $\overline{\text{LPCPD}}$

LPC の HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E~LPC1E ビットと P83DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{LPCENABLE}=1 : \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$$

LPCENABLE	0		1
P83DDR	0	1	—
端子機能	P83 入力端子	P83 出力端子	$\overline{\text{LPCPD}}$ 入力端子

- P82/ $\overline{\text{CLKRUN}}$

LPC の HICR4 の LPC4E ビット、HICR0 の LPC3E~LPC1E ビットと P82DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。表中の LPCENABLE は、次の論理式で表されます。

$$\text{LPCENABLE}=1 : \text{LPC4E} + \text{LPC3E} + \text{LPC2E} + \text{LPC1E}$$

LPCENABLE	0		1
P82DDR	0	1	—
端子機能	P82 入力端子	P82 出力端子	$\overline{\text{CLKRUN}}$ 入出力端子

- P81/GA20

LPC の HICR0 の FGA20E ビットと P81DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

FGA20E	0		1
P81DDR	0	1	—
端子機能	P81 入力端子	P81 出力端子	GA20 出力端子

- P80/ $\overline{\text{PME}}$

LPC の HICR0 の PMEE ビットと P80DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PMEE	0		1
P80DDR	0	1	—
端子機能	P80 入力端子	P80 出力端子	$\overline{\text{PME}}$ 出力端子

7.9 ポート 9

ポート 9 は 8 ビットの入出力ポートです。ポート 9 は割り込み入力端子、サブクロック入力端子、IIC_0 の入出力端子、およびシステムクロック (φ) 出力端子と兼用になっています。P97 の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、SDA0 の出力形式は、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。

ポート 9 には以下のレジスタがあります。

- ポート9データディレクションレジスタ (P9DDR)
- ポート9データレジスタ (P9DR)
- ポート9プルアップMOSコントロールレジスタ (P9PCR)

7.9.1 ポート 9 データディレクションレジスタ (P9DDR)

P9DDR は、ポート 9 の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P97DDR	0	W	汎用入出力ポート機能が選択されているとき、このビットを 1 にセットすると出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
6	P96DDR	0	W	PTCNT0 の EXCLS ビットを 0 クリア、P96DDR を 1 にセットするとシステムクロック出力端子 (φ) となり、それ以外の場合、0 にクリアすると汎用入力ポートになります。
5	P95DDR	0	W	このビットを 1 にセットすると出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
4	P94DDR	0	W	
3	P93DDR	0	W	
2	P92DDR	0	W	
1	P91DDR	0	W	
0	P90DDR	0	W	

7.9.2 ポート 9 データレジスタ (P9DR)

P9DR は、ポート 9 の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P97DR	0	R/W	ビット 6 以外は汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。このレジスタをリードすると、P9DDR が 1 に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。P9DDR が 0 にクリアされているビットは端子の状態が読み出されます。
6	P96DR	不定*	R	
5	P95DR	0	R/W	
4	P94DR	0	R/W	
3	P93DR	0	R/W	
2	P92DR	0	R/W	
1	P91DR	0	R/W	
0	P90DR	0	R/W	

【注】 * P96 端子の状態により決定されます。

7. I/Oポート

7.9.3 ポート9プルアップMOSコントロールレジスタ (P9PCR)

P9PCRは、ポート9の入カプルアップMOSのオン/オフを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	P95PCR	0	R/W	端子が入力状態のとき、このレジスタの1にセットされたビットに対応する端子の入カプルアップMOSがオンします。
4	P94PCR	0	R/W	
3	P93PCR	0	R/W	
2	P92PCR	0	R/W	
1	P91PCR	0	R/W	
0	P90PCR	0	R/W	

7.9.4 端子機能

- P97/ $\overline{\text{IRQ15}}$ /SDA0

PTCNT1のIIC0AS、IIC0BSビット、IIC_0のICCRのICEビットとP97DDRの組み合わせにより、次のように切り替わります。ISSR16のISS15ビットを0にクリアし、割り込みコントローラのIER16のIRQ15Eビットを1にセットすると $\overline{\text{IRQ15}}$ 入力端子として使用できます。表中のIICENABLEは、次の論理式で表されます。

$$\text{IICENABLE} = 1 : \text{ICE} \cdot \overline{\text{IIC0AS}} \cdot \overline{\text{IIC0BS}}$$

IICENABLE	0		1
P97DDR	0	1	—
端子機能	P97入力端子	P97出力端子	SDA0入出力端子
	$\overline{\text{IRQ15}}$ 入力端子		

【注】 SCL0として使用する場合は、PTCNT1のIIC0AS、IIC0BSビットの各ビットを必ず0にクリアしてください。なお、SDA1の出力形式は、NMOSのみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、P97出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOSプッシュプル出力となります。

- P96/ ϕ /EXCL

PTCNT0のEXCLSビット、LPWRCRのEXCLEビットとP96DDRビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

EXCLS	0			1	
P96DDR	0		1	0	1
EXCLE	0	1	—	—	
端子機能	P96入力端子	EXCL入力端子	ϕ 出力端子	P96入力端子	ϕ 出力端子

- P95/ $\overline{\text{IRQ14}}$, P94/ $\overline{\text{IRQ13}}$, P93/ $\overline{\text{IRQ12}}$, P92/ $\overline{\text{IRQ0}}$, P91/ $\overline{\text{IRQ1}}$, P90/ $\overline{\text{IRQ2}}$

P9nDDR ビットにより、次のように切り替わります。ISSR (ISSR16) の ISSm ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER (IER16) の $\overline{\text{IRQmE}}$ ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQm}}$ 入力端子として使用できます。

P9nDDR	0	1
端子機能	P9n 入力端子	P9n 出力端子
	$\overline{\text{IRQm}}$ 入力端子	

(n=5~0)

(m=14, 13, 12, 0, 1, 2)

7.9.5 入力プルアップ MOS

P95~P90 は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。入力プルアップ MOS の状態を表 7.6 に示します。

表 7.6 入力プルアップ MOS の状態 (ポート 9)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 常にオフ状態です。

ON/OFF : P9DDR=0 かつ P9PCR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7. I/O ポート

7.10 ポート A

ポート A は 8 ビットの入出力ポートです。ポート A はキーボード入力端子、PS2 入出力端子と兼用になっています。ポート A の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、PS2 入出力端子の出力形式は、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。

ポート A には以下のレジスタがあります。PADDR と PAPIN は、同一のアドレスにアサインされています。

- ポートAデータディレクションレジスタ (PADDR)
- ポートA出力データレジスタ (PAODR)
- ポートA入力データレジスタ (PAPIN)

7.10.1 ポート A データディレクションレジスタ (PADDR)

PADDR は、ポート A の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PA7DDR	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になります。
6	PA6DDR	0	W	
5	PA5DDR	0	W	
4	PA4DDR	0	W	
3	PA3DDR	0	W	
2	PA2DDR	0	W	
1	PA1DDR	0	W	
0	PA0DDR	0	W	

7.10.2 ポート A 出力データレジスタ (PAODR)

PAODR は、ポート A の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PA7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PA6ODR	0	R/W	
5	PA5ODR	0	R/W	
4	PA4ODR	0	R/W	
3	PA3ODR	0	R/W	
2	PA2ODR	0	R/W	
1	PA1ODR	0	R/W	
0	PA0ODR	0	R/W	

7.10.3 ポート A 入力データレジスタ (PAPIN)

PAPIN は、ポート A の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PA7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。 PAPIN は PADDR と同じアドレスであり、ライトを行うとポート A の設定が変わります。
6	PA6PIN	不定*	R	
5	PA5PIN	不定*	R	
4	PA4PIN	不定*	R	
3	PA3PIN	不定*	R	
2	PA2PIN	不定*	R	
1	PA1PIN	不定*	R	
0	PA0PIN	不定*	R	

【注】 * PA7～PA0 端子の状態により決定されます。

7.10.4 端子機能

- PA7/ $\overline{\text{KIN15}}$ /PS2CD、PA6/ $\overline{\text{KIN14}}$ /PS2CC、PA5/ $\overline{\text{KIN13}}$ /PS2BD、PA4/ $\overline{\text{KIN12}}$ /PS2BC、PA3/ $\overline{\text{KIN11}}$ /PS2AD、PA2/ $\overline{\text{KIN10}}$ /PS2AC、PA1/ $\overline{\text{KIN9}}$ /PS2DD、PA0/ $\overline{\text{KIN8}}$ /PS2DC

PS2 の KBCRH の KBIOE ビットと PAnDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

割り込みコントローラの KMIMRA の KMIMRm ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{KIN}}$ 入力端子になります。

KBIOE	0		1
PAnDDR	0	1	—
端子機能	PAn 入力端子	PAn 出力端子	PS2 入出力端子
	$\overline{\text{KINm}}$ 入力端子		

(n=7～0)

(m=15～8)

【注】 KBIOE ビットを 1 にセットすると N-MOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

PA7～PA4 は STCR の IICS ビットを 1 にセットすると N-MOS オープンドレイン出力となり、直接バス駆動が可能です。

7. I/O ポート

7.11 ポート B

ポート B は 8 ビットの入出力ポートです。ポート B は LPC 入出力端子と兼用になっています。ポート B には以下のレジスタがあります。P8DDR と PBPIN は、同一のアドレスにアサインされています。

- ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR)
- ポート B 出力データレジスタ (PBODR)
- ポート B 入力データレジスタ (PBPIN)

7.11.1 ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR)

PBDDR は、ポート B の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PB7DDR	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になります。
6	PB6DDR	0	W	
5	PB5DDR	0	W	
4	PB4DDR	0	W	
3	PB3DDR	0	W	
2	PB2DDR	0	W	
1	PB1DDR	0	W	
0	PB0DDR	0	W	

7.11.2 ポート B 出力データレジスタ (PBODR)

PBODR は、ポート B の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PB7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PB6ODR	0	R/W	
5	PB5ODR	0	R/W	
4	PB4ODR	0	R/W	
3	PB3ODR	0	R/W	
2	PB2ODR	0	R/W	
1	PB1ODR	0	R/W	
0	PB0ODR	0	R/W	

7.11.3 ポート B 入力データレジスタ (PBPIN)

PBPIN は、ポート B の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PB7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PBPIN のリードを行うと、常に端子の状態が読み出されます。PBPIN は PBDDR と同じアドレスであり、ライトを行うと PBDDR にデータが書き込まれポート B の設定が変わります。
6	PB6PIN	不定*	R	
5	PB5PIN	不定*	R	
4	PB4PIN	不定*	R	
3	PB3PIN	不定*	R	
2	PB2PIN	不定*	R	
1	PB1PIN	不定*	R	
0	PB0PIN	不定*	R	

【注】 * PB7～PB0 端子の状態により決定されます。

7.11.4 端子機能

- PB7、PB6、PB5、PB4、PB3、PB2

PBnDDR ビットにより、次のように切り替わります。

PBnDDR	0	1
端子機能	PBn 入力端子	PBn 出力端子

(n=7～2)

- PB1/LSCI

LPC の HICR0 の LSCIE ビットと PB1DDR ビットにより、次のように切り替わります。

LSCIE	0		1
PB1DDR	0	1	—
端子機能	PB1 入力端子	PB1 出力端子	LSCI 出力端子

- PB0/ $\overline{\text{LSMI}}$ /D0

LPC の HICR0 の LSMIE ビットと PB0DDR ビットにより、次のように切り替わります。

LSMIE	0		1
PB0DDR	0	1	—
端子機能	PB0 入力端子	PB0 出力端子	$\overline{\text{LSMI}}$ 出力端子

7. I/O ポート

7.11.5 入力プルアップ MOS

ポート B は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、内蔵周辺機能の出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.6 に示します。

表 7.7 入力プルアップ MOS の状態 (ポート B)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップは、常にオフ状態です。

ON/OFF : 端子が入力状態で PBDDR=0 かつ PBODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.12 ポート C

ポート C は 8 ビットの入出力ポートです。ポート C はウェイクアップイベント入力、ノイズキャンセル入力端子、TPU 入出力端子と兼用になっています。ポート C には以下のレジスタがあります。PCDDR と PCPIN は、同一のアドレスにアサインされています。

- ポートCデータディレクションレジスタ (PCDDR)
- ポートC出力データレジスタ (PCODR)
- ポートC入力データレジスタ (PCPIN)
- ポートC Nch-ODコントロールレジスタ (PCNOCR)
- ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PCNCE)
- ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PCNCMC)
- ノイズキャンセラ周期設定レジスタ (PCNCCS)

7.12.1 ポート C データディレクションレジスタ (PCDDR)

PCDDR は、ポート C の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PC7DDR	0	W	汎用入出力ポートの機能が選択されているとき、PCDDR を 1 にセットすると対応するポート C の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
6	PC6DDR	0	W	
5	PC5DDR	0	W	
4	PC4DDR	0	W	
3	PC3DDR	0	W	
2	PC2DDR	0	W	
1	PC1DDR	0	W	
0	PC0DDR	0	W	

7.12.2 ポート C 出力データレジスタ (PCODR)

PCODR は、ポート C の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PC7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PC6ODR	0	R/W	
5	PC5ODR	0	R/W	
4	PC4ODR	0	R/W	
3	PC3ODR	0	R/W	
2	PC2ODR	0	R/W	
1	PC1ODR	0	R/W	
0	PC0ODR	0	R/W	

7.12.3 ポート C 入力データレジスタ (PCPIN)

PCPIN は、ポート C の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PC7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PCPIN は PCDDR と同じアドレスであり、ライトを行うと PCDDR にデータが書き込まれポート C の設定が変わります。
6	PC6PIN	不定*	R	
5	PC5PIN	不定*	R	
4	PC4PIN	不定*	R	
3	PC3PIN	不定*	R	
2	PC2PIN	不定*	R	
1	PC1PIN	不定*	R	
0	PC0PIN	不定*	R	

【注】 * PC7～PC0 端子の状態により決定されます。

7.12.4 ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PCNCE)

PCNCE は、ポート C 端子のノイズキャンセル回路のイネーブルとディセーブル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	PC7NCE	0	R/W	このビットを 1 にセットするとノイズキャンセル回路をイネーブルにして、PCNCCS で設定したサンプリング周期で端子設定状態を PCDR に取り込みます。
6	PC6NCE	0	R/W	
5	PC5NCE	0	R/W	
4	PC4NCE	0	R/W	
3	PC3NCE	0	R/W	
2	PC2NCE	0	R/W	
1	PC1NCE	0	R/W	
0	PC0NCE	0	R/W	

7. I/O ポート

7.12.5 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PCNCMC)

PCNCMC は、ポート C 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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	PC7NCMC	0	R/W	1 期待 : 1 が安定入力時にポートデータレジスタに 1 が格納されます。 0 期待 : 0 が安定入力時にポートデータレジスタに 0 が格納されます。
6	PC6NCMC	0	R/W	
5	PC5NCMC	0	R/W	
4	PC4NCMC	0	R/W	
3	PC3NCMC	0	R/W	
2	PC2NCMC	0	R/W	
1	PC1NCMC	0	R/W	
0	PC0NCMC	0	R/W	

7.12.6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PCNCCS)

PCNCCS は、ポート C 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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	
7~3	—	すべて 不定	R/W	リザーブビット リード値は不定です。ライトするときは 0 をライトしてください。	
2	PCNCCK2	0	R/W	ノイズキャンセラのサンプリング周期を設定します。 $\phi=10\text{MHz}$ 時	
1	PCNCCK1	0	R/W		
0	PCNCCK0	0	R/W		000 : 0.80us $\phi/2$
					001 : 12.8us $\phi/32$
				010 : 3.3ms $\phi/8192$	
				011 : 6.6ms $\phi/16384$	
				100 : 13.1ms $\phi/32768$	
				101 : 26.2ms $\phi/65536$	
				110 : 52.4ms $\phi/131072$	
				111 : 104.9ms $\phi/262144$	

7.12.7 端子機能

- PC7/WUE15/TIOCB2/TCLKD

TPU チャンネル2 の設定、TPU の TCR_0 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC7DDR により次のように切り替わります。
割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR15 ビットを 0 にクリアすると WUE15 入力端子になります。

TPU チャンネル 2 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC7DDR	0	1	—
端子機能	PC7 入力端子	PC7 出力端子	TIOCB2 出力端子
	TIOCB2 入力端子* ²		
	WUE15 入力端子/TCLKD 入力端子* ¹		

【注】 *1 TCR_0 の TPSC2~TPSC0=H'111 のとき、TCLKD 入力端子となります。また、チャンネル2 を位相計数モードに設定すると TCLKD 入力端子となります。

*2 TPU チャンネル2 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_2 の IOB3=1 のとき、TIOCB2 入力端子となります。

- PC6/WUE14/TIOCA2

TPU チャンネル2 の設定と PC6DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR14 ビットを 0 にクリアすると WUE14 入力端子になります。

TPU チャンネル 2 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC6DDR	0	1	—
端子機能	PC6 入力端子	PC6 出力端子	TIOCA2 出力端子
	TIOCA2 入力端子*		
	WUE14 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル2 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_2 の IOA3=1 のとき、TIOCA2 入力端子となります。

- PC5/WUE13/TIOCB1/TCLKC

TPU チャンネル1 の設定、TPU の TCR_0、TCR_2 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC5DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR13 ビットを 0 にクリアすると WUE13 入力端子になります。

TPU チャンネル 1 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC5DDR	0	1	—
端子機能	PC5 入力端子	PC5 出力端子	TIOCB1 出力端子
	TIOCB1 入力端子* ²		
	WUE13 入力端子/TCLKC 入力端子* ¹		

【注】 *1 TCR_0、TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0=H'110 のとき、TCLKC 入力端子となります。また、チャンネル2 を位相計数モードに設定すると TCLKC 入力端子となります。

*2 TPU チャンネル1 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_1 の IOB3~IOB0=H'10xx のとき、TIOCB1 入力端子となります。(x : Don't care)

7. I/O ポート

• PC4/ $\overline{WUE12}$ /TIOCA1

TPU チャンネル 1 の設定と PC4DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR12 ビットを 0 にクリアすると $\overline{WUE12}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 1 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC4DDR	0	1	—
端子機能	PC4 入力端子	PC4 出力端子	TIOCA1 出力端子
	TIOCA1 入力端子*		
	$\overline{WUE12}$ 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 1 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_1 の IOA3~IOA0=H'10xx のとき、TIOCA1 入力端子となります。(x : Don't care)

• PC3/ $\overline{WUE11}$ /TIOCD0/TCLKB

TPU チャンネル 0 の設定、TPU の TCR_0~TCR_2 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC3DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR11 ビットを 0 にクリアすると $\overline{WUE11}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC3DDR	0	1	—
端子機能	PC3 入力端子	PC3 出力端子	TIOCD0 出力端子
	TIOCD0 入力端子* ²		
	$\overline{WUE11}$ 入力端子 / TCLKB 入力端子* ¹		

【注】 *¹ TCR_0~TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0=H'101 のとき、TCLKB 入力端子となります。また、チャンネル 1 を位相計数モードに設定すると TCLKB 入力端子となります。

*² TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_0 の IOD3~IOD0=H'10xx のとき、TIOCD0 入力端子となります。(x : Don't care)

• PC2/ $\overline{WUE10}$ /TIOCC0/TCLKA

TPU チャンネル 0 の設定、TPU の TCR_0~TCR_2 の TPSC2~TPSC0 ビットと PC2DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR10 ビットを 0 にクリアすると $\overline{WUE10}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC2DDR	0	1	—
端子機能	PC2 入力端子	PC2 出力端子	TIOCC0 出力端子
	TIOCC0 入力端子* ²		
	$\overline{WUE10}$ 入力端子 / TCLKA 入力端子* ¹		

【注】 *¹ TCR_0~TCR_2 のいずれかの設定が TPSC2~TPSC0=H'100 のとき、TCLKA 入力端子となります。また、チャンネル 1 を位相計数モードに設定すると TCLKA 入力端子となります。

*² TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIOR_0 の IOC3~IOC0=H'10xx のとき、TIOCC0 入力端子となります。(x : Don't care)

- PC1/ $\overline{\text{WUE9}}$ /TIOCB0

TPU チャンネル 0 の設定と PC1DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR9 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE9}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC1DDR	0	1	—
端子機能	PC1 入力端子	PC1 出力端子	TIOCB0 出力端子
	TIOCB0 入力端子*		
	$\overline{\text{WUE9}}$ 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIORH_0 の IOB3~IOB0=H'10xx のとき、TIOCB0 入力端子となります。(x : Don't care)

- PC0/ $\overline{\text{WUE8}}$ /TIOCA0

TPU チャンネル 0 の設定と PC0DDR により次のように切り替わります。

割り込みコントローラの WUEMR の WUEMR8 ビットを 0 にクリアすると $\overline{\text{WUE8}}$ 入力端子になります。

TPU チャンネル 0 の設定	入力設定または初期値		出力設定
PC0DDR	0	1	—
端子機能	PC0 入力端子	PC0 出力端子	TIOCA0 出力端子
	TIOCA0 入力端子*		
	$\overline{\text{WUE8}}$ 入力端子		

【注】 * TPU チャンネル 0 のタイマの動作モードが通常動作または位相計数モードで TIORH_0 の IOA3~IOA0=H'10xx のとき、TIOCA0 入力端子となります。(x : Don't care)

7. I/Oポート

7.12.8 ポート C Nch-OD コントロールレジスタ (PCNOCR)

PCNOCR は、出力に指定されたときの、ポート C の各端子の出力ドラバタイプをビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PC7NOCR	0	R/W	0 : CMOS (P チャネルドライバが有効) 1 : N チャネルオープンドレイン (P チャネルドライバが無効)
6	PC6NOCR	0	R/W	
5	PC5NOCR	0	R/W	
4	PC4NOCR	0	R/W	
3	PC3NOCR	0	R/W	
2	PC2NOCR	0	R/W	
1	PC1NOCR	0	R/W	
0	PC0NOCR	0	R/W	

7.12.9 端子機能

DDR	0		1			
NOCR	-		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
N-ch.ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
P-ch.ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子			出力端子		

7.12.10 ポート C 入力プルアップ MOS

ポート C は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、内蔵周辺機能の出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.8 に示します。

表 7.8 入力プルアップ MOS の状態 (ポート C)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップは、常にオフ状態です。

ON/OFF : 端子が入力状態で PCDDR=0 かつ PCODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.13 ポート D

ポート D は 8 ビットの兼用入出力ポートです。ポート D は A/D 変換器のアナログ入力端子と兼用になっています。ポート D には以下のレジスタがあります。PDDDR と PDPIN は同一のアドレスにアサインされています。

- ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR)
- ポート D 出力データレジスタ (PDODR)
- ポート D 入力データレジスタ (PDPIN)
- ポート D Nch-OD コントロールレジスタ (PDNOCR)

7.13.1 ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR)

PDDDR は、ポート D の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7DDR	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になります。
6	PD6DDR	0	W	
5	PD5DDR	0	W	
4	PD4DDR	0	W	
3	PD3DDR	0	W	
2	PD2DDR	0	W	
1	PD1DDR	0	W	
0	PD0DDR	0	W	

7.13.2 ポート D 出力データレジスタ (PDODR)

PDODR は、ポート D の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PD6ODR	0	R/W	
5	PD5ODR	0	R/W	
4	PD4ODR	0	R/W	
3	PD3ODR	0	R/W	
2	PD2ODR	0	R/W	
1	PD1ODR	0	R/W	
0	PD0ODR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.13.3 ポート D 入力データレジスタ (PDPIN)

PDPIN は、ポート D の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PDPIN は PDDDR と同じアドレスであり、ライトを行うと PDCDDR にデータが書き込まれポート D の設定が変わります。
6	PD6PIN	不定*	R	
5	PD5PIN	不定*	R	
4	PD4PIN	不定*	R	
3	PD3PIN	不定*	R	
2	PD2PIN	不定*	R	
1	PD1PIN	不定*	R	
0	PD0PIN	不定*	R	

【注】 * PD7～PD0 端子の状態により決定されます。

7.13.4 端子機能

- PD7/AN15, PD6/AN14, PD5/AN13, PD4/AN12, PD3/AN11, PD2/AN10, PD1/AN9, PD0/AN8

PDnDDR により、次のように切り替わります。

PDnDDR	0	1
端子機能	PDn 入力端子	PDn 出力端子
	ANm 入力端子*	

(n=7～0)

(m=15～8)

【注】 * アナログ入力端子として使用する場合は、出力端子に設定しないでください。

7.13.5 ポート D Nch-OD コントロールレジスタ (PDNOCR)

PDNOCR は、出力に指定されたときの、ポート D の各端子の出力ドラバタイプをビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7NOCR	0	R/W	0 : CMOS (P チャネルドライバが有効) 1 : N チャネルオープンドレイン (P チャネルドライバが無効)
6	PD6NOCR	0	R/W	
5	PD5NOCR	0	R/W	
4	PD4NOCR	0	R/W	
3	PD3NOCR	0	R/W	
2	PD2NOCR	0	R/W	
1	PD1NOCR	0	R/W	
0	PD0NOCR	0	R/W	

7.13.6 端子機能

DDR	0		1			
NOCR	-		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
N-ch.ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
P-ch.ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子		出力端子			

7.13.7 ポート D 入力プルアップ MOS

ポート D は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.9 に示します。

表 7.9 入力プルアップ MOS の状態 (ポート D)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップは、常にオフ状態です。

ON/OFF : PDDDR=0 かつ PDODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7. I/O ポート

7.14 ポート E

ポート E は 5 ビットの入力ポートです。ポート E はエミュレータ入出力端子と兼用になっています。ポート E には以下のレジスタがあります。

- ポート E 入力データレジスタ (PEPIN)

7.14.1 ポート E 入力データレジスタ (PEPIN)

PEPIN は、ポート E の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R	リザーブビット このレジスタをリードすると、常に 0 が読み出されます。
6	—	0	R	
5	—	0	R	
4	PE4PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。
3	PE3PIN	不定*	R	
2	PE2PIN	不定*	R	
1	PE1PIN	不定*	R	
0	PE0PIN	不定*	R	

【注】 * PE4～PE0 端子の状態により決定されます。

7.14.2 端子機能

- PE4/ETMS, PE3/ETDO, PE2/ETDI, PE1/ETCK

動作モードにより次のように切り替わります。

動作モード	オンチップエミュレーションモード	シングルチップモード
端子機能	エミュレータ入出力端子	PE _n 入力端子

【注】 システム開発ツール (エミュレータ) ではサポートしていません。

- PE0

端子機能	PE0 入力端子
------	----------

7.15 ポート F

ポート F は 8 ビットの入出力ポートです。ポート F は割り込み入力端子、TMR_X、TMR_Y、PWM 出力端子と兼用になっています。ポート F には以下のレジスタがあります。PFDDR と PFPIN は同一のアドレスにアサインされています。

- ポートFデータディレクションレジスタ (PFDDR)
- ポートF出力データレジスタ (PFODR)
- ポートF入力データレジスタ (PFPIN)
- ポートF Nch-ODコントロールレジスタ (PFNOCR)

7.15.1 ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR)

PFDDR は、ポート F の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PF7DDR	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になります。
6	PF6DDR	0	W	
5	PF5DDR	0	W	
4	PF4DDR	0	W	
3	PF3DDR	0	W	
2	PF2DDR	0	W	
1	PF1DDR	0	W	
0	PF0DDR	0	W	

7.15.2 ポート F 出力データレジスタ (PFODR)

PFODR は、ポート F の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PF7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PF6ODR	0	R/W	
5	PF5ODR	0	R/W	
4	PF4ODR	0	R/W	
3	PF3ODR	0	R/W	
2	PF2ODR	0	R/W	
1	PF1ODR	0	R/W	
0	PF0ODR	0	R/W	

7. I/O ポート

7.15.3 ポート F 入力データレジスタ (PFPIN)

PFPIN は、ポート F の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PF7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PFPIN は PFDDR と同じアドレスであり、ライトを行うと PFDDR にデータが書き込まれポート F の設定が変わります。
6	PF6PIN	不定*	R	
5	PF5PIN	不定*	R	
4	PF4PIN	不定*	R	
3	PF3PIN	不定*	R	
2	PF2PIN	不定*	R	
1	PF1PIN	不定*	R	
0	PF0PIN	不定*	R	

【注】 * PF7～PF0 端子の状態により決定されます。

7.15.4 端子機能

- PF7/PWM7、PF6/PWM6、PF5/PWM5、PF4/PWM4

PWM の PWOER の OEn ビットと PFnDDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。

PFnDDR	0	1	
OEn	—	0	1
端子機能	PFn 入力端子	PFn 出力端子	PWMn 出力端子

(n=7～4)

- PF3/TMOX/ $\overline{\text{IRQ11}}$

TMR_X の TCSR の OS3～OS0 ビットと PF3DDR により次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS11 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ11E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ11}}$ 入力端子として使用できます。

OS3～OS0	すべて 0		いずれかが 1
PF3DDR	0	1	—
端子機能	PF3 入力端子	PF3 出力端子	TMOX 出力端子
	$\overline{\text{IRQ11}}$ 入力端子		

- PF2/TMOY/ $\overline{\text{IRQ10}}$

TMR_Y の TCSR の OS3~OS0 ビットと PF2DDR により次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS10 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ10E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ10}}$ 入力端子として使用できます。

OS3~OS0	すべて 0		いずれかが 1
PF2DDR	0	1	—
端子機能	PF2 入力端子	PF2 出力端子	TMOY 出力端子
	$\overline{\text{IRQ10}}$ 入力端子		

- PF1/PWM3/ $\overline{\text{IRQ9}}$

PWM の PWOER の OE3 ビットと PF1DDR により次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS9 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ9E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ9}}$ 入力端子として使用できます。

PF1DDR	0	1	
OE3	—	0	1
端子機能	PF1 入力端子	PF1 出力端子	PWM3 出力端子
	$\overline{\text{IRQ9}}$ 入力端子		

- PF0/PWM2/ $\overline{\text{IRQ8}}$

PWM の PWOER の OE2 ビットと PF0DDR により次のように切り替わります。

ISSR16 の ISS8 ビットを 0 にクリアし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ8E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{IRQ8}}$ 入力端子として使用できます。

PF0DDR	0	1	
OE2	—	0	1
端子機能	PF0 入力端子	PF0 出力端子	PWM2 出力端子
	$\overline{\text{IRQ8}}$ 入力端子		

7. I/Oポート

7.15.5 ポート F Nch-OD コントロールレジスタ (PFNOCR)

PDNOCR は、出力に指定されたときの、ポート D の各端子の出力ドラバタイプをビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PF7NOCR	0	R/W	0 : CMOS (P チャネルドライバが有効) 1 : N チャネルオープンドレイン (P チャネルドライバが無効)
6	PF6NOCR	0	R/W	
5	PF5NOCR	0	R/W	
4	PF4NOCR	0	R/W	
3	PF3NOCR	0	R/W	
2	PF2NOCR	0	R/W	
1	PF1NOCR	0	R/W	
0	PF0NOCR	0	R/W	

7.15.6 端子機能

DDR	0		1			
NOCR	-		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
N-ch.ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
P-ch.ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子			出力端子		

7.15.7 ポート F 入力プルアップ MOS

ポート F は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、内蔵周辺機能の出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.10 に示します。

表 7.10 入力プルアップ MOS の状態 (ポート F)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップは、常にオフ状態です。

ON/OFF : 端子が入力状態で PFDDR=0 かつ PFODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.16 ポート G

ポート G は 8 ビットの入出力ポートです。ポート G は割り込み入力端子、TMR_X、TMR_Y 入力端子、IIC_0、IIC_1、IIC_2 入出力端子と兼用になっています。

ポート G の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。また、ExSCLB、ExSCLA、SCL2、ExSDAB、ExSDAA、SDA2 の出力形式は、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。

ポート G には以下のレジスタがあります。PGDDR と PGPIN は、同一のアドレスにアサインされています。

- ポートGデータディレクションレジスタ (PGDDR)
- ポートG出力データレジスタ (PGODR)
- ポートG入力データレジスタ (PGPIN)
- ポートG Nch-ODコントロールレジスタ (PGNOCR)
- ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PGNCE)
- ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PGNCCM)
- ノイズキャンセラ周期設定レジスタ (PGNCCS)

7.16.1 ポート G データディレクションレジスタ (PGDDR)

PGDDR は、ポート G の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PG7DDR	0	W	このビットを 1 にセットすると対応するポート G の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
6	PG6DDR	0	W	
5	PG5DDR	0	W	
4	PG4DDR	0	W	
3	PG3DDR	0	W	
2	PG2DDR	0	W	
1	PG1DDR	0	W	
0	PG0DDR	0	W	

7. I/O ポート

7.16.2 ポート G 出力データレジスタ (PGODR)

PGODR は、ポート G の出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PG7ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
6	PG6ODR	0	R/W	
5	PG5ODR	0	R/W	
4	PG4ODR	0	R/W	
3	PG3ODR	0	R/W	
2	PG2ODR	0	R/W	
1	PG1ODR	0	R/W	
0	PG0ODR	0	R/W	

7.16.3 ポート G 入力データレジスタ (PGPIN)

PGPIN は、ポート G の端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PG7PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PGPIN は PGDDR と同じアドレスであり、ライトを行うと PGDDR にデータが書き込まれポート G の設定が変わります。
6	PG6PIN	不定*	R	
5	PG5PIN	不定*	R	
4	PG4PIN	不定*	R	
3	PG3PIN	不定*	R	
2	PG2PIN	不定*	R	
1	PG1PIN	不定*	R	
0	PG0PIN	不定*	R	

【注】 * PG7～PG0 端子の状態により決定されます。

7.16.4 ノイズキャンセライネーブルレジスタ (PGNCE)

PGNCE は、ポート G 端子のノイズキャンセル回路のイネーブルとディセーブル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	PG7NCE	0	R/W	このビットを 1 にセットするとノイズキャンセル回路をイネーブルにして、PGNCCS で設定したサンプリング周期で端子設定状態を PGDR に取り込みます。
6	PG6NCE	0	R/W	
5	PG5NCE	0	R/W	
4	PG4NCE	0	R/W	
3	PG3NCE	0	R/W	
2	PG2NCE	0	R/W	
1	PG1NCE	0	R/W	
0	PG0NCE	0	R/W	

7.16.5 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ (PGNCCM)

PGNCCM は、ポート G 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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	PG7NCCM	0	R/W	1 期待 : 1 が安定入力時にポートデータレジスタに 1 が格納されます。 0 期待 : 0 が安定入力時にポートデータレジスタに 0 が格納されます。
6	PG6NCCM	0	R/W	
5	PG5NCCM	0	R/W	
4	PG4NCCM	0	R/W	
3	PG3NCCM	0	R/W	
2	PG2NCCM	0	R/W	
1	PG1NCCM	0	R/W	
0	PG0NCCM	0	R/W	

7.16.6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ (PGNCCS)

PGNCCS は、ポート 6 端子の入力信号で 1 期待か 0 期待か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	
7~3	—	すべて 不定	R/W	リザーブビット リード値は不定です。ライトするときは 0 をライトしてください。	
2	PGNCC2	0	R/W	ノイズキャンセラのサンプリング周期を設定します。 $\phi=10\text{MHz}$ 時	
1	PGNCC1	0	R/W		
0	PGNCC0	0	R/W		000 : 0.80us $\phi/2$
					001 : 12.8us $\phi/32$
				010 : 3.3ms $\phi/8192$	
				011 : 6.6ms $\phi/16384$	
				100 : 13.1ms $\phi/32768$	
				101 : 26.2ms $\phi/65536$	
				110 : 52.4ms $\phi/131072$	
				111 : 104.9ms $\phi/262144$	

7. I/O ポート

7.16.7 端子機能

- PG7/ExSCLB/ $\overline{\text{ExIRQ15}}$

PTCNT1 の IIC1BS、IIC0BS ビットと PG7DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS15 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ15E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ15}}$ 入力端子として使用できます。

IIC1BS、IIC0BS	すべて 0		いずれかが 1
PG7DDR	0	1	—
端子機能	PG7 入力端子	PG7 出力端子	ExSCLB 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ15}}$ 入力端子		

【注】 ExSCLB の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG7 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- PG6/ExSDAB/ $\overline{\text{ExIRQ14}}$

PTCNT1 の IIC1BS、IIC0BS ビットと PG6DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS14 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ14E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ14}}$ 入力端子として使用できます。

IIC1BS、IIC0BS	すべて 0		いずれかが 1
PG6DDR	0	1	—
端子機能	PG6 入力端子	PG6 出力端子	ExSDAB 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ14}}$ 入力端子		

【注】 ExSDAB の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG6 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- PG5/ExSCLA/ $\overline{\text{ExIRQ13}}$

PTCNT1 の IIC1AS、IIC0AS ビットと PG5DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS13 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ13E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ13}}$ 入力端子として使用できます。

IIC1AS、IIC0AS	すべて 0		いずれかが 1
PG5DDR	0	1	—
端子機能	PG5 入力端子	PG5 出力端子	ExSDAA 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ13}}$ 入力端子		

【注】 ExSCLA の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG5 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- PG4/ExSDAA/ $\overline{\text{ExIRQ12}}$

PTCNT1 の IIC1AS、IIC0AS ビットと PG4DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS12 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ12E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ12}}$ 入力端子として使用できます。

IIC1AS、IIC0AS	すべて 0		いずれかが 1
PG4DDR	0	1	—
端子機能	PG4 入力端子	PG4 出力端子	ExSDAA 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ12}}$ 入力端子		

【注】 ExSDAA の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG4 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- PG3/SCL2/ $\overline{\text{ExIRQ11}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビットと PG3DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS11 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ10E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ11}}$ 入力端子として使用できます。

ICE	0		1
PG3DDR	0	1	—
端子機能	PG3 入力端子	PG3 出力端子	SCL2 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ11}}$ 入力端子		

【注】 SCL2 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG3 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

- PG2/SDA2/ $\overline{\text{ExIRQ10}}$

IIC_2 の ICCR の ICE ビットと PG2DDR の組み合わせにより次のように切り替わります。ISSR16 の ISS10 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ10E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ10}}$ 入力端子として使用できます。

ICE	0		1
PG2DDR	0	1	—
端子機能	PG2 入力端子	PG2 出力端子	SDA2 入出力端子
	$\overline{\text{ExIRQ10}}$ 入力端子		

【注】 SDA2 の出力形式は、NMOS のみの出力となり、直接バス駆動が可能です。また、PG2 出力端子に設定した場合の出力形式は、NMOS プッシュプル出力となります。

7. I/O ポート

- PG1/ $\overline{\text{ExIRQ9}}$ /TMIY

PG1DDR により次のように切り替わります。TMIY は TMRIY と TMCYIY の兼用入力端子です。TMR_Y の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMIY (TMRIY) 入力端子になります。TMR_Y の TCR の CKS2~CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMIY (TMCYIY) 入力端子になります。ISSR16 の ISS9 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ9E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ9}}$ 入力端子として使用できます。

PG1DDR	0	1
端子機能	PG1 入力端子	PG1 出力端子
	TMIY 入力端子、 $\overline{\text{ExIRQ9}}$ 入力端子	

- PG0/ $\overline{\text{ExIRQ8}}$ /TMIX

PG0DDR により次のように切り替わります。TMIX は TMRIX と TMCIX の兼用入力端子です。TMR_X の TCR の CCLR1、CCLR0 ビットをいずれも 1 にセットすると TMIX (TMRIX) 入力端子になります。TMR_X の TCR の CKS2~CKS0 ビットで外部クロックを選択すると、TMIX (TMCIX) 入力端子になります。ISSR16 の ISS8 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER16 の IRQ8E ビットを 1 にセットすると $\overline{\text{ExIRQ8}}$ 入力端子として使用できます。

PG0DDR	0	1
端子機能	PG0 入力端子	PG0 出力端子
	TMIX 入力端子、 $\overline{\text{ExIRQ8}}$ 入力端子	

7.16.8 ポート G Nch-OD コントロールレジスタ (PGNOCR)

PGNOCR は、出力に指定されたときのポート G の各端子の出力ドライバタイプをビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PG7NOCR	0	R/W	0 : NMOS プッシュプル (Vcc 側 N チャネルドライバが有効) 1 : Vss 側 N チャネルオープンドレイン (Vcc 側 N チャネルドライバが無効)
6	PG6NOCR	0	R/W	
5	PG5NOCR	0	R/W	
4	PG4NOCR	0	R/W	
3	PG3NOCR	0	R/W	
2	PG2NOCR	0	R/W	
1	PG1NOCR	0	R/W	
0	PG0NOCR	0	R/W	

7.16.9 端子機能

DDR	0		1			
NOCR	-		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
Vss 側 N-ch ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
Vcc 側 N-ch ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
端子機能	入力端子		出力端子			

7.17 ポート H

ポート H は 6 ビットの入出力ポートです。ポート H は外部サブクロック、フラッシュメモリ書き込み/消去イネーブル、割り込み入力端子と兼用になっています。ポート H には以下のレジスタがあります。PHDDR と PHPIN は同一のアドレスにアサインされています。

- ポート H データディレクションレジスタ (PHDDR)
- ポート H 出力データレジスタ (PHODR)
- ポート H 入力データレジスタ (PHPIN)
- ポート H Nch-OD コントロールレジスタ (PHNOCR)

7.17.1 ポート H データディレクションレジスタ (PHDDR)

PHDDR は、ポート H の入出力をビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	不定	-	リザーブビット ライトは無効です。
6	-	不定	-	
5	PH5DDR	0	R/W	このビットを 1 にセットすると対応するポート H の各端子は出力ポートとなり、0 にクリアすると入力ポートになります。
4	PH4DDR	0	W	
3	PH3DDR	0	W	
2	PH2DDR	0	W	
1	PH1DDR	0	W	
0	PH0DDR	0	W	

7. I/Oポート

7.17.2 ポートH出力データレジスタ (PHODR)

PHODR は、ポートHの出力データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	—	0	R/W	
5	PH5ODR	0	R/W	汎用出力ポートとして使用する端子の出力データを格納します。
4	PH4ODR	0	R/W	
3	PH3ODR	0	R/W	
2	PH2ODR	0	R/W	
1	PH1ODR	0	R/W	
0	PH0ODR	0	R/W	

7.17.3 ポートH入力データレジスタ (PHPIN)

PHPIN は、ポートHの端子の状態を反映します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	不定	R	リザーブビット このレジスタをリードすると、常に0が読み出されます。
6	—	不定	R	
5	PH5PIN	不定*	R	このレジスタをリードすると、端子の状態が読み出されます。PHPINはPHDDRと同じアドレスであり、ライトを行うとPHCDDRにデータが書き込まれポートHの設定が変わります。
4	PH4PIN	不定*	R	
3	PH3PIN	不定*	R	
2	PH2PIN	不定*	R	
1	PH1PIN	不定*	R	
0	PH0PIN	不定*	R	

【注】 * PH5～PH0端子の状態により決定されます。

7.17.4 端子機能

- PH5

PH5DDRにより次のように切り替わります。

PH5DDR	0	1
端子機能	PH5 入力端子	PH5 出力端子

- PH4

PH4DDRにより次のように切り替わります。

PH4DDR	0	1
端子機能	PH4 入力端子	PH4 出力端子

- PH3/ExEXCL

PTCNT0 の EXCLS ビット、LPWRCR の EXCLE ビットと PH3DDR ビットの組み合わせにより、次のように切り替わります。EXCL 入力端子として使用する場合は、PH3DDR ビットを 0 にクリアしてください。

EXCLS	0		1		
PH3DDR	0	1	0		1
EXCLE	-		0	1	0
端子機能	PH3 入力端子	PH3 出力端子	PH3 入力端子	EXCL 入力端子	PH3 出力端子

- PH2/FWE

PH2DDR により次のように切り替わります。PTCNT2 の FWEIE ビットを 1 にセットすると FWE 入力有効になります。

PH2DDR	0		1	
端子機能	PH2 入力端子		PH2 出力端子	
	FWE 入力端子			

【注】 ポート入出力端子として使用するときは、FWEIE を 0 に設定してください。このとき FWE 入力は内部的に 1 に固定されます。

- PH1/ExIRQ7

PH1DDR により次のように切り替わります。ISSR の ISS7 ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER の IRQ7E ビットを 1 にセットすると ExIRQ7 入力端子として使用できます。

PH1DDR	0		1	
端子機能	PH1 入力端子		PH1 出力端子	
	ExIRQ7 入力端子			

- PH0/ExIRQ6

PH0DDR により次のように切り替わります。SYSCR3 の EIVS ビットを 1 にセットし、割り込みコントローラの IER の IRQ6E ビットを 1 にセットすると ExIRQ6 入力端子として使用できます。

PH0DDR	0		1	
端子機能	PH0 入力端子		PH0 出力端子	
	ExIRQ6 入力端子			

7. I/O ポート

7.17.5 ポート H Nch-OD コントロールレジスタ (PHNOCR)

PHNOCR は、出力に指定されたときの、ポート H の各端子の出力ドラバタイプをビットごとに指定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	—	0	R/W	
5	PH5NOCR	0	R/W	0 : CMOS (P チャネルドライバが有効) 1 : N チャネルオープンドレイン (P チャネルドライバが無効)
4	PH4NOCR	0	R/W	
3	PH3NOCR	0	R/W	
2	PH2NOCR	0	R/W	
1	PH1NOCR	0	R/W	
0	PH0NOCR	0	R/W	

7.17.6 端子機能

DDR	0		1			
NOCR	—		0		1	
ODR	0	1	0	1	0	1
N-ch.ドライバ	OFF		ON	OFF	ON	OFF
P-ch.ドライバ	OFF		OFF	ON	OFF	
入力プルアップ MOS	OFF	ON	OFF			
端子機能	入力端子			出力端子		

7.17.7 ポート H 入力プルアップ MOS

ポート H は、プログラムで制御可能な入力プルアップ MOS を内蔵しています。なお、出力端子に設定した場合は、入力プルアップ MOS は常にオフとなります。入力プルアップ MOS の状態を表 7.11 に示します。

表 7.11 入力プルアップ MOS の状態 (ポート H)

リセット	ソフトウェアスタンバイモード	その他の動作時
OFF	ON/OFF	

【記号説明】

OFF : 入力プルアップは、常にオフ状態です。

ON/OFF : PHDDR=0 かつ PHODR=1 のときオン状態、その他のときはオフ状態です。

7.18 周辺機能端子の移動

外部サブクロック入力、SCI 入出力、IIC 入出力では、兼用の入出力ポートを変更することができます。外部割り込みは、ISSR16 および ISSR の設定で変更できます。外部サブクロック入力は PTCNT0 の設定で、IIC 入出力は PTCNT1 の設定で、SCI 入出力は PTCNT1 の設定で兼用となる入出力ポートが変更されます。変更先の周辺機能端子名は、元の端子名の先頭に「Ex」を付加して表示します。各周辺機能の説明では元の端子名のみを使用します。

7.18.1 ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)

PTCNT0 は、外部サブクロック入力の兼用ポートを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	EXCLS	0	R/W	0 : P96/EXCL を選択します。 1 : PH3/ExEXCL を選択します。

7.18.2 ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)

PTCNT1 は、IIC 入出力の兼用ポートを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IIC1BS	0	R/W	IIC_1 の入出力端子を選択します。 IIC0BS IIC0AS 0 0 : P52/SCL0, P97/SDA0 を選択します。 0 1 : PG5/ExSCLA, PG4/ExSDAA を選択します。 1 0 : PG7/ExSCLB, PG6/ExSDAB を選択します。 1 1 : 設定禁止
6	IIC1AS	0	R/W	
5	—	0	R/W	
4	—	0	R/W	
3	IIC0BS	0	R/W	IIC_0 の入出力端子を選択します。 IIC0BS IIC0AS 0 0 : P52/SCL0, P97/SDA0 を選択します。 0 1 : PG5/ExSCLA, PG4/ExSDAA を選択します。 1 0 : PG7/ExSCLB, PG6/ExSDAB を選択します。 1 1 : 設定禁止
2	IIC0AS	0	R/W	
1	—	0	R/W	
0	—	0	R/W	

【注】 同一の端子に同時に IIC_0、IIC_1 の入出力を設定しないでください。

7. I/O ポート

7.18.3 ポートコントロールレジスタ 2 (PTCNT2)

PTCNT2 は、SCI 入出力の兼用ポート、FWE 機能を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	SCK1S	0	R/W	0 : P86/SCK1 を選択します。 1 : P43/ExSCK1 を選択します。
5	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	FWEIE	1	R/W	0 : FWE 入力無効。FWE 入力は内部で 1 固定。 1 : FWE 入力有効。
3~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

8. 8ビット PWM タイマ (PWM)

本 LSI は、8 本の出力を持つ PWM (Pulse Width Modulation) を内蔵しています。出力波形は 4 本ごと 2 組の共通タイムベースから生成されます。パルス分割方式により高いキャリア周波数の PWM 出力が可能です。LSI 外部にローパスフィルタを接続することにより、8 ビット D/A 変換器として使用できます。パルス分割を行わずに、0/256~255/256 までデューティ比を直接指定する長周期の PWM 出力を行うことも可能です。

8.1 特長

- パルス分割により、最大1.25MHzのキャリア周波数での動作可能 (20MHz動作時)
- 単パルスのデューティ比直接指定で、最長52.4ms周期の波形出力が可能 (20MHz動作時)
- デューティ0~100%を1/256の分解能で設定可能 (100%はポート出力で実現)
- PWM出力のイネーブル/ディスエーブルの切り替え、直接出力/反転出力の切り替えが可能
- PWM7~4およびPWM3~0の4本ごとに8種類の内部クロックを選択可能

8. 8ビットPWMタイマ (PWM)

PWM タイマのブロック図を図 8.1 に示します。

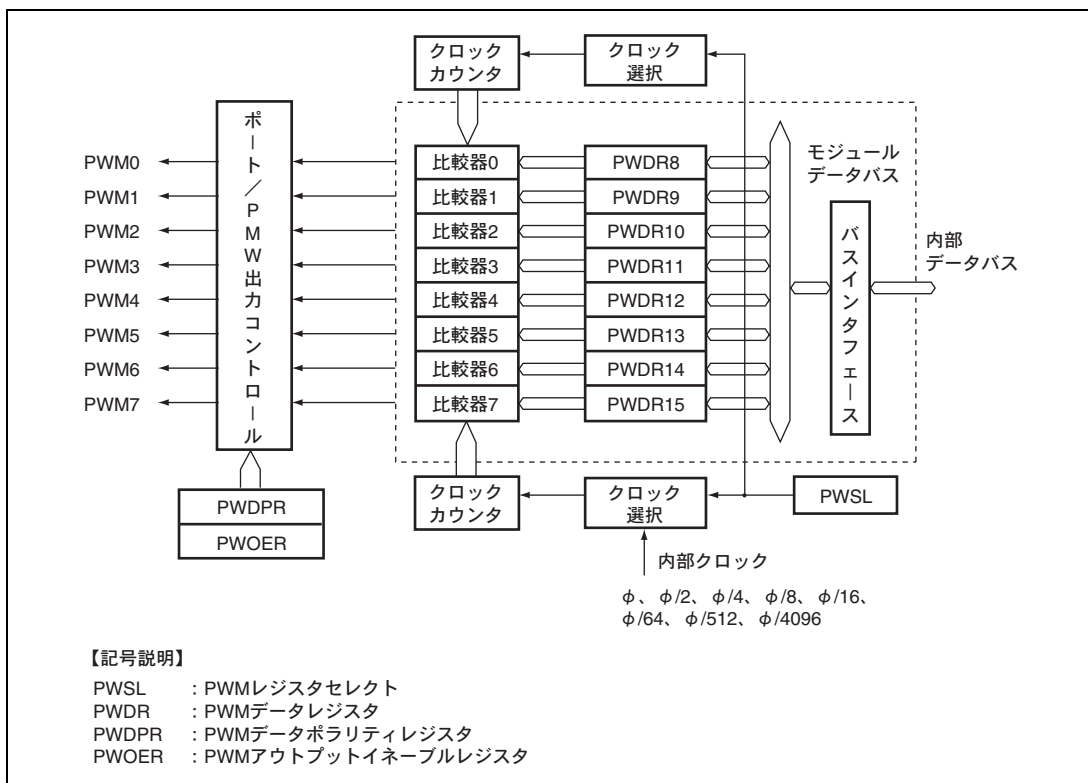


図 8.1 PWM のブロック図

8.2 端子構成

PWM の出力端子を表 8.1 に示します。

表 8.1 端子構成

名 称	記号	入出力	機 能
PWM 出力端子 7~0	PWM7~PWM0	出力	PWM タイマパルス出力 7~0

8.3 レジスタの説明

PWMには以下のレジスタがあります。

- PWMレジスタセレクト (PWSL)
- PWMデータレジスタ7~0 (PWDR7~PWDR0)
- PWMデータポラリティレジスタ (PWDPR)
- PWMアウトプットイネーブルレジスタ (PWOER)
- PWMクロックセレクトレジスタ (PWCSR)

8.3.1 PWMレジスタセレクト (PWSL)

PWSLは、入力クロックの許可およびPWMデータレジスタの選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PWCKBE	0	R/W	PWMクロックイネーブルB PWM7~4へのクロック入力の許可または禁止を選択します。 0: クロック入力を禁止 1: クロック入力を許可
6	PWCKAE	0	R/W	PWMクロックイネーブルA PWM3~0へのクロック入力の許可または禁止を選択します。 0: クロック入力を禁止 1: クロック入力を許可
5	—	1	R	リザーブビット リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。
4	—	0	R	リザーブビット リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。

8. 8ビットPWMタイマ (PWM)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	RS3	0	R/W	レジスタセレクト
2	RS2	0	R/W	PWM データレジスタを選択します。
1	RS1	0	R/W	0000 : PWDR0 選択
0	RS0	0	R/W	0001 : PWDR1 選択 0010 : PWDR2 選択 0011 : PWDR3 選択 0100 : PWDR4 選択 0101 : PWDR5 選択 0110 : PWDR6 選択 0111 : PWDR7 選択 1xxx : 動作に影響を与えません

【注】 x : Don't care

8.3.2 PWM クロックセレクトレジスタ (PWCSR)

PWCSR は、PWM 出力波形モード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	PWFBSB	0	R/W	PWM 出力波形方式セレクト B PWM7~4 の出力波形方式を選択します。 0 : 単パルス方式 1 : パルス分割方式
6	PWCKB2	1	R/W	PWM クロックセレクト B_2
5	PWCKB1	1	R/W	PWM クロックセレクト B_1
4	PWCKB0	1	R/W	PWM クロックセレクト B_0 PWM7~4 の TCNT に入力する内部クロックを選択します。表 8.2 を参照してください。 分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数は、選択した内部クロックにより次の式で求めることができます。 分解能 (最小パルス幅) = 1 / 内部クロック周波数 PWM 変換周期 = 分解能 × 256 キャリア周波数 = 1 / PWM 変換周期 (単パルス方式) キャリア周波数 = 16 / PWM 変換周期 (パルス分割方式) システムクロック (φ) が 20MHz のときの分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数は表 8.3 のようになります。
3	PWFSA	0	R/W	PWM 出力波形モードセレクト A PWM3~0 の出力波形モードを選択します。 0 : 単パルス方式 1 : パルス分割方式

8. 8ビットPWMタイマ (PWM)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	PWCKA2	1	R/W	PWM クロックセレクト A_2 PWM クロックセレクト A_1 PWM クロックセレクト A_0 PWM3~0の TCNT に入力する内部クロックを選択します。表 8.2 を参照してください。 分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数は、選択した内部クロックにより次の式で求めることができます。 分解能 (最小パルス幅) = 1 / 内部クロック周波数 PWM 変換周期 = 分解能 × 256 キャリア周波数 = 1 / PWM 変換周期 (単パルス方式) キャリア周波数 = 16 / PWM 変換周期 (パルス分割方式) システムクロック (φ) が 20MHz のときの分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数は表 8.3 のようになります。
1	PWCKA1	1	R/W	
0	PWCKA0	1	R/W	

表 8.2 内部クロックの選択

PWSL	PWCSR			説明
	PWCKnE	PWCKn2	PWCKn1	
0	—	—	—	クロック入力禁止 (初期値)
1	0	0	0	φ (システムクロック) を選択
	0	0	1	φ/2 を選択
	0	1	0	φ/4 を選択
	0	1	1	φ/8 を選択
	1	0	0	φ/16 を選択
	1	0	1	φ/64 を選択
	1	1	0	φ/512 を選択
1	1	1	φ/4096 を選択	

【注】 n=A, B

表 8.3 φ=20MHz 時の分解能、PWM 変換周期、キャリア周波数

内部クロック周波数	分解能	PWM 変換周期	キャリア周波数	
			単パルス方式	パルス分割方式
φ	50ns	12.8 μs	78.1kHz	1250kHz
φ/2	100ns	25.6 μs	39.1kHz	625kHz
φ/4	200ns	51.2 μs	19.5kHz	313kHz
φ/8	400ns	102 μs	9.77kHz	156kHz
φ/16	800ns	205 μs	4.88kHz	78.1kHz
φ/64	3.2 μs	819 μs	1.22kHz	19.5kHz
φ/512	25.6 μs	6.55ms	153Hz	2.44kHz
φ/4096	205 μs	52.4ms	19Hz	305Hz

8. 8ビットPWM タイマ (PWM)

8.3.3 PWM データレジスタ 7~0 (PWDR7~PWDR0)

PWDR は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。PWM には 8 本の PWDR があります。

- 単パルス方式の場合

出力するパルスのデューティ比を直接指定します。PWDRに設定する値が、変換周期内の0/1比に対応します。出力パルスのデューティ比を0/256~255/256まで1/256の分解能で指定します。デューティ比256/256 (100%) を出力する場合はポート出力を利用してください。

- パルス分割方式の場合

出力する基本パルスのデューティ比および付加パルスの個数を指定します。PWDRに設定する値が、変換周期内の0/1比に対応します。上位4ビットは基本パルスのデューティ比を0/16~15/16まで1/16の分解能で指定し、下位4ビットは16基本パルスで構成される変換周期内にいくつの付加パルスを付加するかを指定します。したがって、変換周期内の0/1比は0/256~255/256まで指定可能です。256/256 (100%) を出力する場合はポート出力を利用してください。

8.3.4 PWM データポラリティレジスタ (PWDPR)

PWDPR は PWM の出力位相を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	OS7	0	R/W	アウトプットセレクト 7~0
6	OS6	0	R/W	PWM の出力位相を選択します。OS7~OS0 ビットがそれぞれ PWM7~PWM0 出力に対応します。 0 : PWM 直接出力 (PWDR の値が出力の High 幅に対応) 1 : PWM 反転出力 (PWDR の値が出力の Low 幅に対応)
5	OS5	0	R/W	
4	OS4	0	R/W	
3	OS3	0	R/W	
2	OS2	0	R/W	
1	OS1	0	R/W	
0	OS0	0	R/W	

8.3.5 PWM アウトプットイネーブルレジスタ (PWOER)

PWOER は PWM 出力とポート出力を切り替えます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	OE7	0	R/W	アウトプットイネーブル7~0
6	OE6	0	R/W	ポートの DDR レジスタの設定値とともに、PWM 出力端子の状態を指定します。OE7~OE0 ビットがそれぞれ PWM7~PWM0 出力に対応します。 DDR OE : 端子状態 0 x : ポート入力 1 0 : ポート出力または PWM の 256/256 出力 1 1 : PWM 出力 (0~255/256 出力)
5	OE5	0	R/W	
4	OE4	0	R/W	
3	OE3	0	R/W	
2	OE2	0	R/W	
1	OE1	0	R/W	
0	OE0	0	R/W	

【記号説明】 x : Don't care

DDR=1、OE=0 のとき PWM の 256/256 出力を実現するためには、該当端子をポート出力にする必要があります。また、該当端子がポート出力のときに出力されるのは、DR のデータです。PWM の 256/256 出力に対応する値は OS ビットで決まるので、この値をあらかじめ DR に設定してください。

8.4 動作説明 (単パルス方式)

PWDR の 8 ビットデータによりデューティ比を 0/256~255/256 まで 1/256 の分解能で直接指定します。

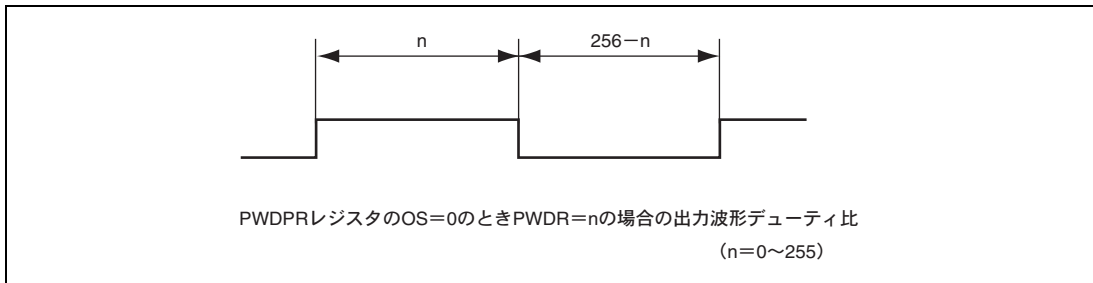


図 8.2 単パルス方式の出力波形デューティ比

8.5 動作説明 (パルス分割方式)

PWDR の上位4ビットは、基本パルスのデューティ比を 0/16~15/16 まで 1/16 の分解能で指定します。表 8.4 に基本パルスのデューティ比を示します。

表 8.4 基本パルスのデューティ比

上位4ビット	基本パルス波形 (内部)															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
B'0000	[High]															
B'0001	[High]	[Low]	[Low]													
B'0010	[High]	[High]	[Low]	[Low]												
B'0011	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]											
B'0100	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]										
B'0101	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]									
B'0110	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]								
B'0111	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]							
B'1000	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]						
B'1001	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]					
B'1010	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]				
B'1011	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]			
B'1100	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]		
B'1101	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]	
B'1110	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]	[Low]
B'1111	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[High]	[Low]

PWDR の下位 4 ビットは、16 基本パルスに対する付加パルスの付加位置を指定します。付加パルスは、基本パルスの立ち上がりエッジの前に分解能分の幅の High 期間 (OS=0 の場合) を付加します。PWDR の上位 4 ビットが B'0000 の場合は基本パルスの立ち上がりエッジは存在しませんが、付加パルスの付加タイミングは同様です。表 8.5 に基本パルスに対応する付加パルスの位置を、図 8.3 に付加パルスタイミング例を示します。

表 8.5 基本パルスに対する付加パルスの位置

下位 4 ビット	基本パルス No.															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B'0000																
B'0001																○
B'0010								○								○
B'0011								○				○				○
B'0100				○				○				○				○
B'0101				○				○				○		○		○
B'0110				○		○		○				○		○		○
B'0111				○		○		○		○		○		○		○
B'1000		○		○		○		○		○		○		○		○
B'1001		○		○		○		○		○		○		○	○	○
B'1010		○		○		○	○	○		○		○		○	○	○
B'1011		○		○		○	○	○		○	○	○		○	○	○
B'1100		○	○	○		○	○	○		○	○	○		○	○	○
B'1101		○	○	○		○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
B'1110		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○
B'1111		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

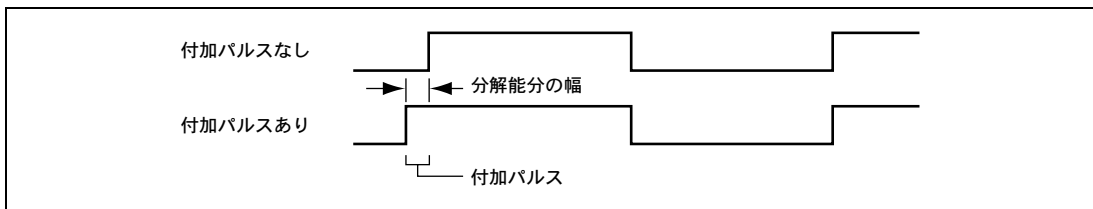


図 8.3 付加パルスタイミング例 (PWDR 上位 4 ビットが B'1000)

8. 8ビットPWM タイマ (PWM)

8.5.1 PWM の設定例 (パルス分割方式)

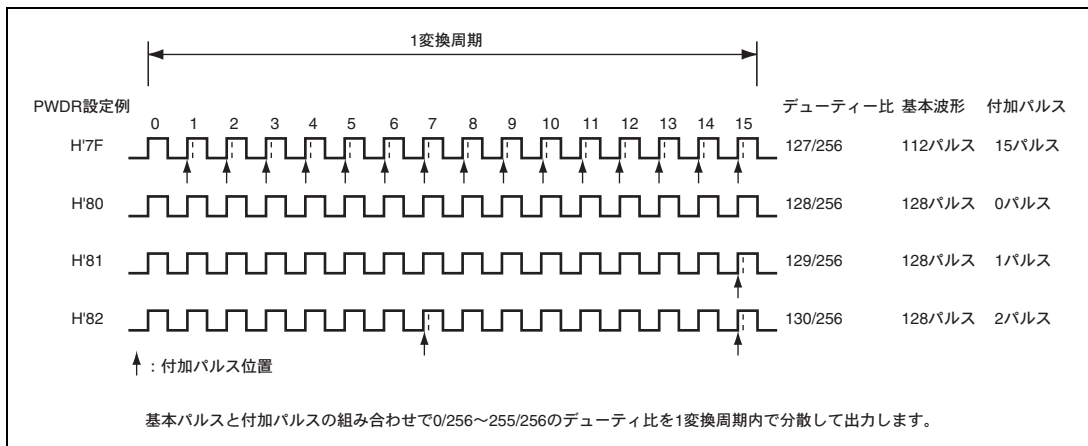


図 8.4 PWM の設定例

8.5.2 D/A として使用する場合の回路例

PWM パルスを D/A として使用する場合の回路例を示します。ローパスフィルタを接続することにより、リップルの少ないアナログ出力を生成することが可能です。パルス分割方式を使用することで、よりリップルの少ない D/A 出力を行うことができます。

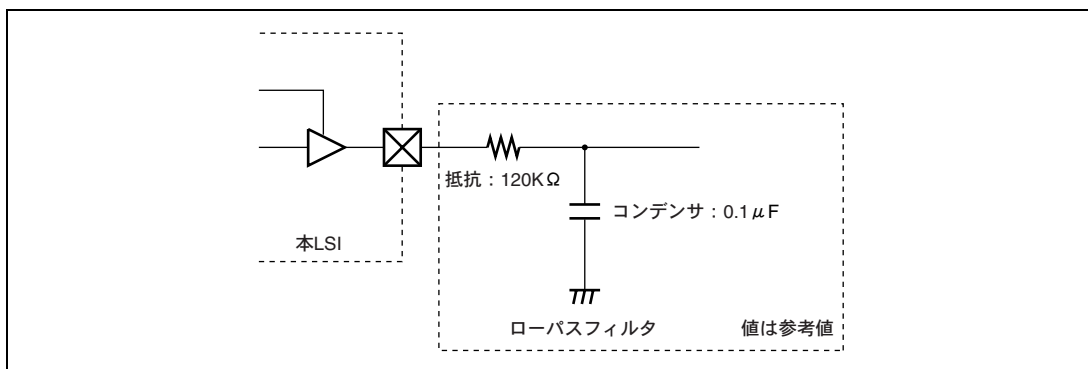


図 8.5 D/A として使用する場合の回路例

8.6 使用上の注意事項

8.6.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、PWMの動作停止/許可を設定することが可能です。初期値ではPWMの動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第21章 低消費電力状態」を参照してください。

8. 8ビットPWMタイマ (PWM)

9. 14 ビット PWM タイマ (PWMX)

本 LSI は 2 チャンネルの 14 ビット PWM (Pulse Width Modulation) を内蔵しています。LSI 外部にローパスフィルタを接続することにより、14 ビット D/A 変換器として使用できます。

9.1 特長

- リップルの少ないパルス分割方式
- 8種類の分解能を選択可能
システムクロック周期
システムクロック周期×2、×64、×128、×256、×1024、×4096、×16384から選択可能
- 2種類の基本周期を設定可能
基本周期 T×64
基本周期 T×256 (T=分解能)
- 16種類の動作クロック (基本周期2種類×分解能8種類) を選択可能

PWMX (D/A) のブロック図を図 9.1 に示します。

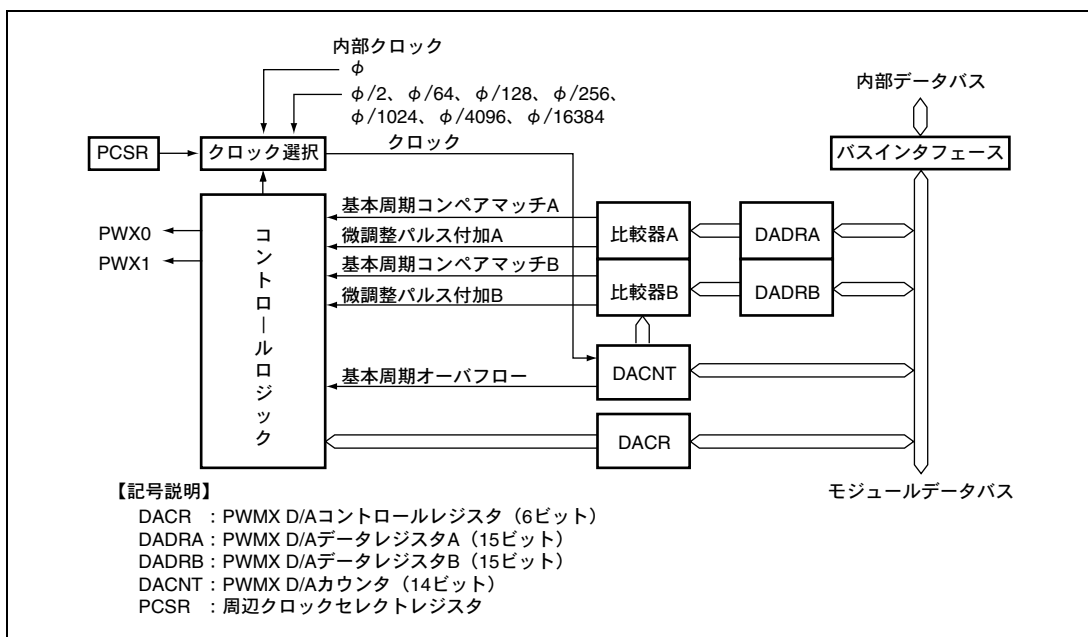


図 9.1 PWMX (D/A) のブロック図

9. 14ビットPWMタイマ (PWMX)

9.2 入出力端子

PWMX (D/A) の入出力端子を表 9.1 に示します。

表 9.1 端子構成

名 称	記号	入出力	機 能
PWMX 出力端子 0	PWX0	出力	チャンネル A の PWM 出力
PWMX 出力端子 1	PWX1	出力	チャンネル B の PWM 出力

9.3 レジスタの説明

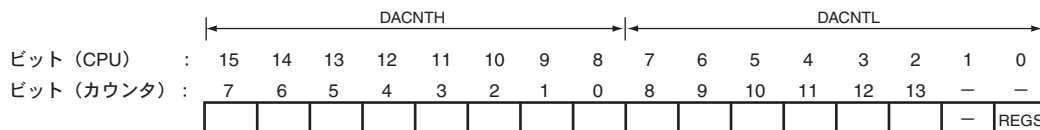
PWMX (D/A) には以下のレジスタがあります。PWMX (D/A) のレジスタは、他のレジスタと同一のアドレスに割り当てられています。レジスタの選択は、シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR) の IICE ビットで行います。なお、モジュールストップコントロールレジスタについては「21.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ H、L、A (MSTPCRH、MSTPCRL、MSTPCRA)」を参照してください。

- PWMX (D/A) カウンタ (DACNT)
- PWMX (D/A) データレジスタ A (DADRA)
- PWMX (D/A) データレジスタ B (DADRB)
- PWMX (D/A) コントロールレジスタ (DACR)
- 周辺クロックセレクトレジスタ (PCSR)

【注】 DADRA と DACR、DADRB と DACNT のアドレスは同一です。レジスタの切り替えは DACNT または DADRB の REGS ビットで行います。

9.3.1 PWMX (D/A) カウンタ H、L (DACNTH、DACNTL)

DACNT は 14 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 DACR の CKS ビットにより選択します。DACNT は、2 チャンネルの PWMX (D/A) のタイムベースとして使用されます。14 ビット精度で使用する場合には全ビットを、12 ビット精度で使用する場合には上位 2 ビット (カウンタ) を無視し、下位 12 ビットを利用します。DACNT は 16 ビット構成になっているため、CPU とのデータ転送はテンポラリレジスタ (TEMP) を介して行います。詳細は「9.4 バスマスタとのインタフェース」を参照してください。



• DACNTH

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~0	DACNT7 ~ DACNT0	すべて0	R/W	上位アップカウンタ

• DACNTL

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~2	DACNT8 ~ DACNT13	すべて0	R/W	下位アップカウンタ
1	—	1	R	リザーブビット リードすると常に1が読み出されます。ライトは無効です。
0	REGS	1	R/W	レジスタセレクト DADRA と DACR、DADRB と DACNT は同一のアドレスに配置されています。 このビットはアクセス可能にするレジスタを選択します。 0: DADRA と DADRB がアクセス可能 1: DACR と DACNT がアクセス可能

9.3.2 PWMX (D/A) データレジスタ A、B (DADRA、DADRB)

DADRA は PWMX (D/A) チャンネル A に、DADRB は PWMX (D/A) チャンネル B に対応します。16 ビット構成になっているため、CPU とのデータ転送はテンポラリレジスタ (TEMP) を介して行います。詳細は「9.4 バスマスタとのインタフェース」を参照してください。

• DADRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	DA13	1	R/W	D/A データ 13~0 D/A 変換データを設定します。このレジスタの値は DACNT の値と常に比較されており、基本周期ごとに出力波形のデューティを選択します。また、分解能幅の付加パルスを出力するか否かを選択します。この動作を可能にするためには、このレジスタをある範囲の値に設定する必要があります。この範囲は CFS ビットによって設定します。範囲外の値を設定すると PWM 出力は固定されません。 12 ビット精度で使用する場合には、DA0、DA1 をそれぞれ 0 に固定します。 この下位 2 ビットデータは DACNT の DACNT12、13 との比較を行いません。
14	DA12	1	R/W	
13	DA11	1	R/W	
12	DA10	1	R/W	
11	DA9	1	R/W	
10	DA8	1	R/W	
9	DA7	1	R/W	
8	DA6	1	R/W	
7	DA5	1	R/W	
6	DA4	1	R/W	
5	DA3	1	R/W	
4	DA2	1	R/W	
3	DA1	1	R/W	
2	DA0	1	R/W	

9. 14 ビット PWM タイマ (PWMX)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	CFS	1	R/W	キャリアフリーケンシセレクト 0: 基本周期=分解能 (T) ×64 で動作 DA13~DA0 の値の範囲は H'0100~H'3FFF 1: 基本周期=分解能 (T) ×256 で動作 DA13~DA0 の値の範囲は H'0040~H'3FFF
0	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。

• DADRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	DA13	1	R/W	D/A データ 13~0 D/A 変換データを設定します。このレジスタの内容は、DACNT の値と常に比較されており、基本周期ごとに出力波形のデューティを選択します。また、分解能幅の付加パルスを出力するか否かを選択します。この動作を可能にするためには、このレジスタをある範囲の値に設定する必要があります。この範囲は CFS ビットによって設定します。範囲外の値を DADR に設定すると PWM 出力は固定されます。 12 ビット精度で使用する場合には、DA0、DA1 をそれぞれ 0 に固定します。この 2 ビットデータは DACNT の DACNT12、13 との比較を行いません。
14	DA12	1	R/W	
13	DA11	1	R/W	
12	DA10	1	R/W	
11	DA9	1	R/W	
10	DA8	1	R/W	
9	DA7	1	R/W	
8	DA6	1	R/W	
7	DA5	1	R/W	
6	DA4	1	R/W	
5	DA3	1	R/W	
4	DA2	1	R/W	
3	DA1	1	R/W	
2	DA0	1	R/W	
1	CFS	1	R/W	キャリアフリーケンシセレクト 0: 基本周期=分解能 (T) ×64 で動作 DA13~DA0 の値の範囲は H'0100~H'3FFF 1: 基本周期=分解能 (T) ×256 で動作 DA13~DA0 の値の範囲は H'0040~H'3FFF
0	REGS	1	R/W	レジスタセレクト DADRA と DACR、DADRB と DACNT は同一のアドレスに配置されています。このビットはアクセス可能にするレジスタを選択します。 0: DADRA と DADRB がアクセス可能 1: DACR と DACNT がアクセス可能

9.3.3 PWMX (D/A) コントロールレジスタ (DACR)

DACR は、出力の許可、出力位相および動作速度を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	PWME	0	R/W	PWMX イネーブル DACNT の動作/停止を選択します。 0 : DACNT は 14 ビットのアップカウンタとして動作 1 : DACNT=H'0003 で停止
5	—	1	R	リザーブビット
4	—	1	R	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	OEB	0	R/W	アウトプットイネーブル B PWMX (D/A) チャンネル B の出力の許可/禁止を選択します。 0 : PWMX (D/A) チャンネル B 出力 (PWX1 出力端子) を禁止 1 : PWMX (D/A) チャンネル B 出力 (PWX1 出力端子) を許可
2	OEA	0	R/W	アウトプットイネーブル A PWMX (D/A) チャンネル A の出力の許可/禁止を選択します。 0 : PWMX (D/A) チャンネル A 出力 (PWX0 出力端子) を禁止 1 : PWMX (D/A) チャンネル A 出力 (PWX0 出力端子) を許可
1	OS	0	R/W	アウトプットセレクト PWMX(D/A)の出力位相を選択します。 0 : PWMX (D/A) 直接出力 1 : PWMX (D/A) 反転出力
0	CKS	0	R/W	クロックセレクト PWMX (D/A) の分解能を選択します。分解能は 8 種類から選択できます。 0 : 分解能 (T) = システムクロック周期 (t_{cyc}) で動作 1 : 分解能 (T) = システムクロック周期 (t_{cyc}) × 2、× 64、× 128、× 256、 × 1024、× 4096、× 16384 で動作

9. 14 ビット PWM タイマ (PWMX)

9.3.4 周辺クロックセレクトレジスタ (PCSR)

PCSR は、DACR の CKS ビットとあわせて動作速度を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	0	R/W	リザーブビット
6	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	PWCKXB	0	R/W	PWMX クロックセレクト
4	PWCKXA	0	R/W	PWMX の DACR の CKS が 1 の状態でクロックを選択します。表 9.2 を参照してください。
3~1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	PWCKXC	0	R/W	PWMX クロックセレクト PWMX の DACR の CKS が 1 の状態でクロックを選択します。表 9.2 を参照してください。

表 9.2 PWMX のクロックセレクト

PWCKXC	PWCKXB	PWCKXA	分解能 (T)
0	0	0	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 2 で動作
0	0	1	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 64 で動作
0	1	0	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 128 で動作
0	1	1	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 256 で動作
1	0	0	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 1024 で動作
1	0	1	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 4096 で動作
1	1	0	システムクロック周期 (t_{cyc}) × 16384 で動作
1	1	1	設定禁止

9.4 バスマスタとのインタフェース

DACNT、DADRA、DADRB は 16 ビットのレジスタです。一方、バスマスタと内蔵周辺モジュールの間のデータバスは 8 ビット幅です。したがって、バスマスタがこれらのレジスタをアクセスするには、8 ビットのテンポラリレジスタ (TEMP) を介して行います。各レジスタのリード/ライトは次のような動作で行われます。

(1) レジスタへのライト時の動作

上位バイトのライトにより、上位バイトのデータが TEMP にストアされます。次に下位バイトのライトにより、TEMP にある上位バイトの値と合わせて 16 ビットデータとしてレジスタにライトされます。

(2) レジスタからのリード時の動作

上位バイトのリードにより、上位バイトの値は CPU に転送され、下位バイトの値は TEMP に転送されます。次に下位バイトのリードにより、TEMP にある下位バイトの値が CPU に転送されます。

これらのレジスタのアクセスは MOV 命令を使用し、常に 16 ビット単位で行い、上位バイト、下位バイトの順序で行ってください。上位バイトのみ、下位バイトのみのアクセスではデータは正しく転送されません。なお、ビット操作命令は使用できません。

例 1 DACNT へのライト

```
MOV.W R0, @DACNT    DACNT へ R0 の内容をライト
```

例 2 DADRA のリード

```
MOV.W @DADRA, R0    DADRA の内容を R0 に転送
```

表 9.3 16 ビットレジスタのリード/ライト別アクセス方式

レジスタ名	リード		ライト	
	ワード	バイト	ワード	バイト
DADRA、DADRB	○	○	○	×
DACNT	○	×	○	×

【記号説明】

○：許されているアクセスを示します。

ワード単位のアクセスとは上位バイト→下位バイトの順序で連続してバイトアクセスすることを含みます。

×：その単位のアクセスでは、結果が保証されません。

9. 14 ビット PWM タイマ (PWMX)

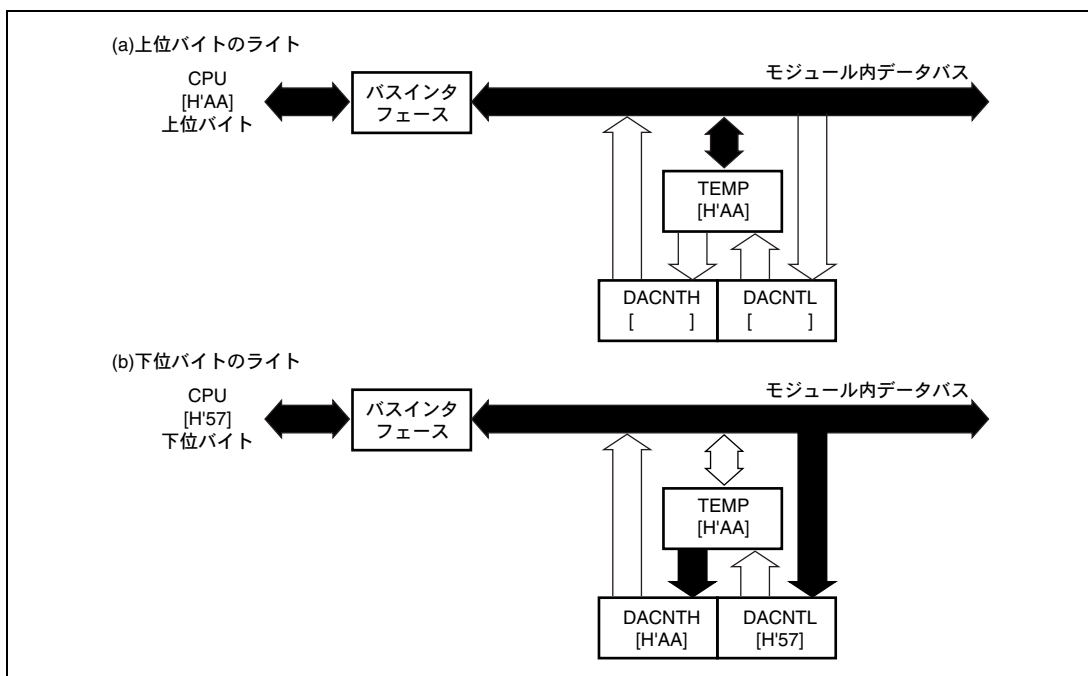


図 9.2 (1) DACNT のアクセス動作 (1) (CPU→DACNT[H'AA57]ライト時)

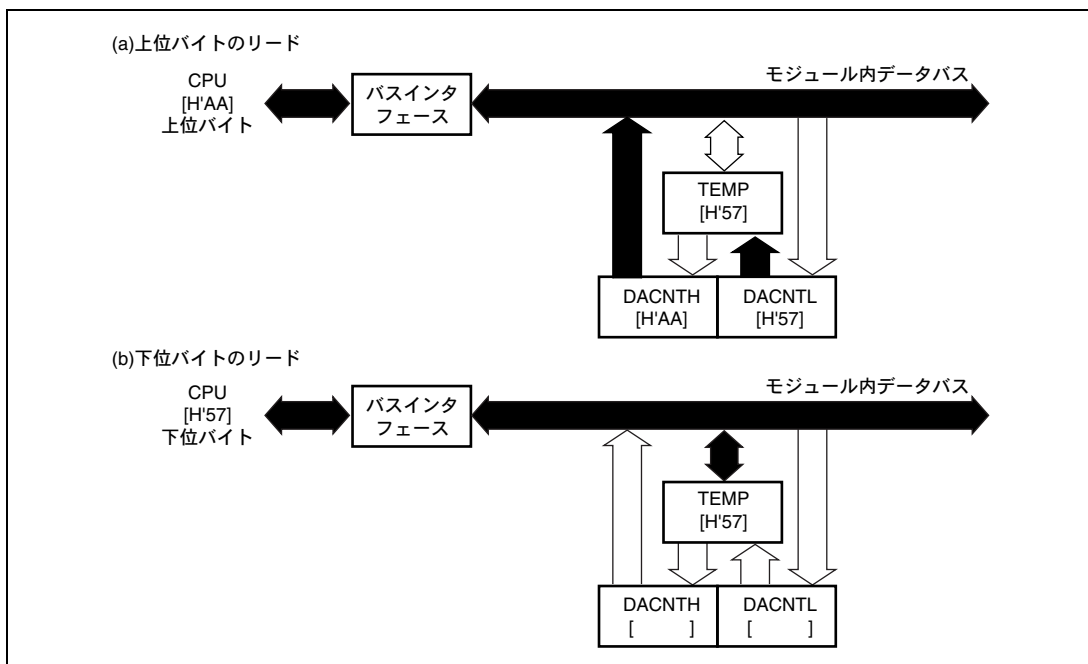


図 9.2 (2) DACNT のアクセス動作 (2) (DACNT→CPU[H'AA57]リード時)

9.5 動作説明

PWX 端子からは、図 9.3 に示すような PWM 波形が出力されます。1 変換周期中に発生するパルス (CFS=0 の場合 64、CFS=1 の場合 256) の 0 レベル幅の合計 (T_L) が DADR の DA13~DA0 と対応しています。OS=0 の場合、この波形が直接出力されます。OS=1 の場合、この波形が反転して出力されます。このとき 1 レベル幅の合計 (T_H) が DADR の DA13~DA0 と対応しています。出力波形を図 9.4、図 9.5 に示します。

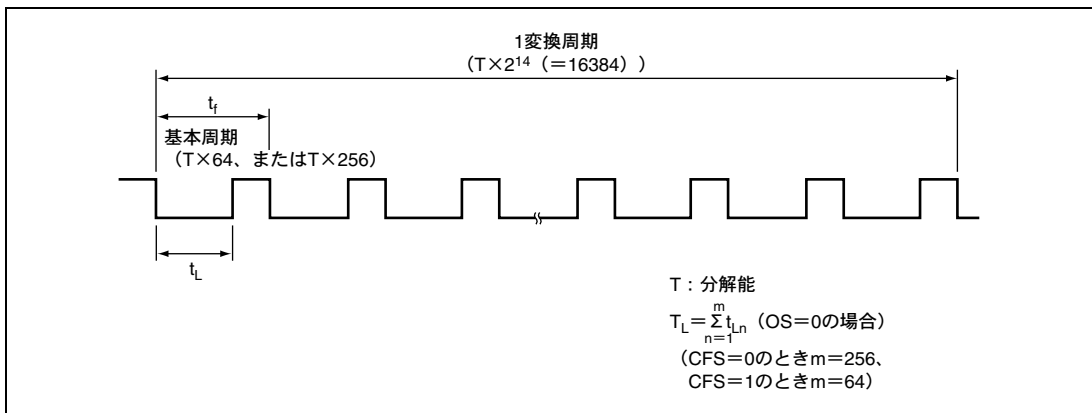


図 9.3 PWMX (D/A) の動作

CKS、CFS の設定と、分解能、基本周期、変換周期との関係を表 9.4 に示します。DADR の DA13~DA0 がある値以上ではないと PWM 出力は固定レベルとなります。また、OS ビットと出力波形の関係を図 9.4 と図 9.5 に示します。

9. 14ビットPWMタイマ (PWMX)

表 9.4 設定値と動作内容 (φ : 20MHz 時の例)

PCSR			CKS	分解能 T (μs)	CFS	基本 周期	変換 周期	TL/TH (OS=0/OS=1)	DADR 固定ビット				変換 周期*				
PWCKX0 PWCKX1									変換精度 (ビット数)	ビットデータ							
C	B	A								DA3	DA2	DA1		DA0			
-	-	-	0	0.05	0	3.2 μs /312.5kHz	819.2 μs	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14					819.2 μs			
									12			0	0	204.8 μs			
									10	0	0	0	0	51.2 μs			
						(φ)			1	12.8 μs /78.1kHz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					819.2 μs
												12			0	0	204.8 μs
												10	0	0	0	0	51.2 μs
0	0	0	1	0.1	0	6.4 μs /156.2kHz	1.64ms	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						1638.4 μs		
									12				0	0	409.6 μs		
									10	0		0	0	0	102.4 μs		
						(φ/2)			1	25.6 μs /39.1kHz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					1638.4 μs
												12			0	0	409.6 μs
												10	0	0	0	0	102.4 μs
0	0	1	1	3.2	0	204.8 μs /4.9kHz	52.4ms	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						52.4ms		
									12				0	0	13.1ms		
									10	0		0	0	0	3.3ms		
						(φ/64)			1	819.2 μs /1.2kHz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					52.4ms
												12			0	0	13.1ms
												10	0	0	0	0	3.3ms
0	1	0	1	6.4	0	409.6 μs /2.4kHz	104.9ms	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						104.9ms		
									12				0	0	26.2ms		
									10	0		0	0	0	6.6ms		
						(φ/128)			1	1638.4 μs /610.4Hz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					104.9ms
												12			0	0	26.2ms
												10	0	0	0	0	6.6ms
0	1	1	1	12.8	0	819.2 μs /1.2kHz	209.7ms	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						209.7ms		
									12				0	0	52.4ms		
									10	0		0	0	0	13.1ms		
						(φ/256)			1	3276.8 μs /305.2Hz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					209.7ms
												12			0	0	52.4ms
												10	0	0	0	0	13.1ms

9. 14ビットPWM タイマ (PWMX)

PCSR			CKS	分解能 T (μs)	CFS	基本 周期	変換 周期	TL/TH (OS=0/OS=1)	DADR 固定ビット				変換 周期*					
PWCKX0		PWCKX1							変換精度 (ビット数)	ビットデータ								
C	B									DA3	DA2	DA1		DA0				
1	0	0	1	51.2 (φ/1024)	0	3.3ms /305.2Hz	838.9ms	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14					838.9ms				
									12			0	0	209.7ms				
									10	0	0	0	0	52.4ms				
						1			13.1ms /76.3Hz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					838.9ms		
											12			0	0	209.7ms		
											10	0	0	0	0	52.4ms		
1	0	1	1	204.8 (φ/4096)	0	13.1ms /76.3Hz	3.4s	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						3.4s			
									12				0	0	838.9ms			
									10		0	0	0	0	209.7ms			
						1			52.4ms /19.1Hz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					3.4s		
											12			0	0	838.9ms		
											10	0	0	0	0	209.7ms		
1	1	0	1	819.2 (φ/16384)	0	52.4ms /19.1Hz	13.4s	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'00FF (2) (データ値) × T DA13~0=H'0100~H'3FFF	14						13.4s			
									12				0	0	3.4s			
									10		0	0	0	0	838.9ms			
						1			209.7ms /4.8Hz	(1) 常時 Low/High レベル出力 DA13~0=H'0000~H'003F (2) (データ値) × T DA13~0=H'0040~H'3FFF	14					13.4s		
											12			0	0	3.4s		
											10	0	0	0	0	838.9ms		
1	1	1	1	禁止	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-

【注】 * DADR の特定のビットを固定することにより得られる変換周期です。

9. 14ビットPWMタイマ (PWMX)

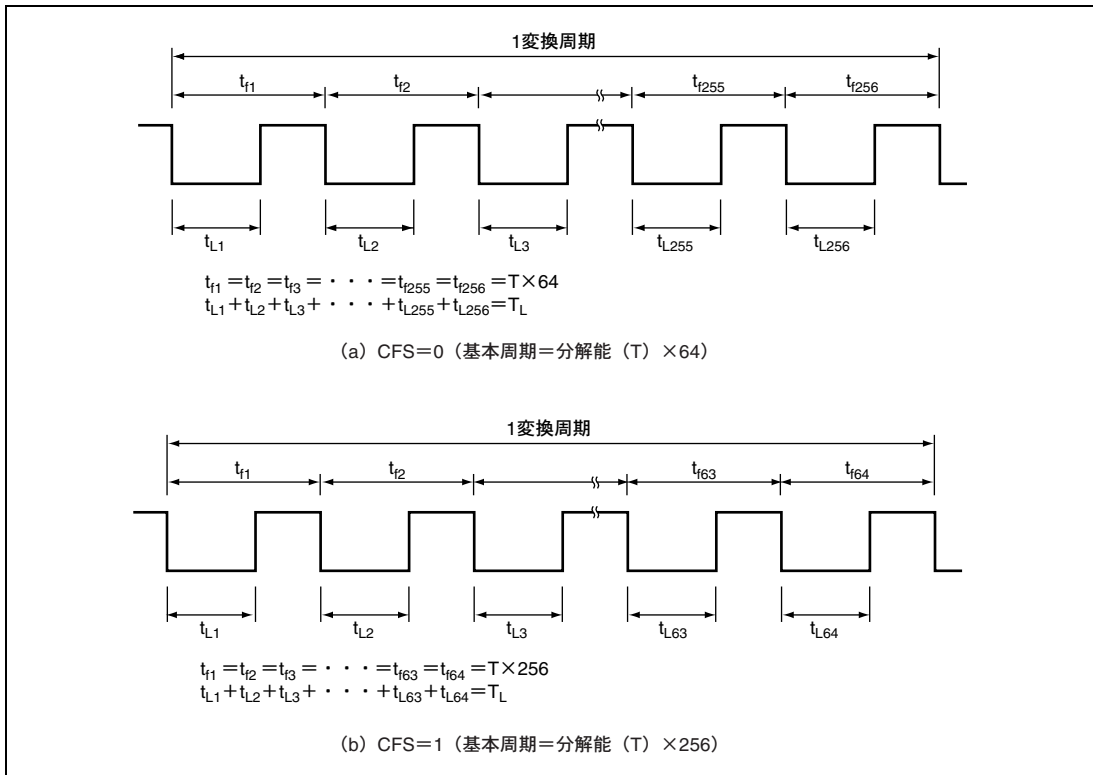


図 9.4 出力波形 (OS=0、DADR は T_L に対応)

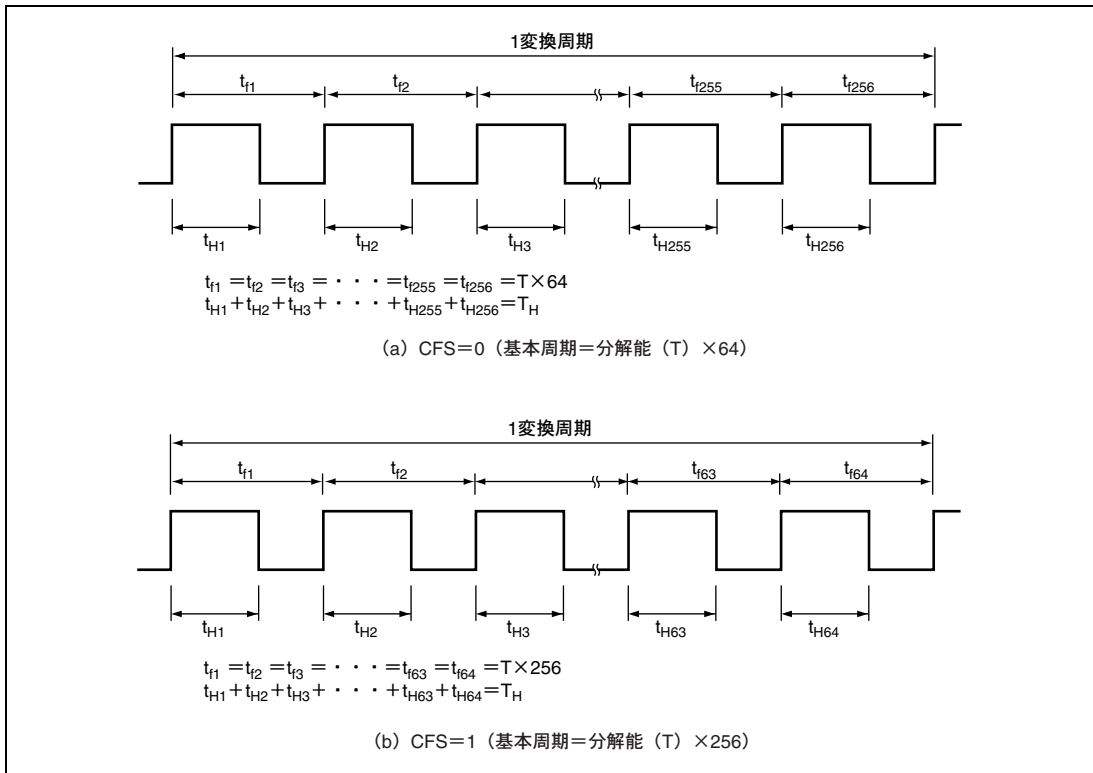


図 9.5 出力波形 (OS=1、DADR は T_H に対応)

9. 14ビットPWMタイマ (PWMX)

付加パルスについては、CFS=1（基本周期=分解能 (T) ×256）かつ OS=1（PWM 反転出力）の設定を例に示します。CFS=1 のとき、図 9.6 に示すように DADR の上位 8 ビット (DA13~DA6) で基本パルスのデューティ比が、次の 6 ビット (DA5~DA0) で付加パルスの位置が決定されます。

表 9.5 に付加パルスの位置を示します。

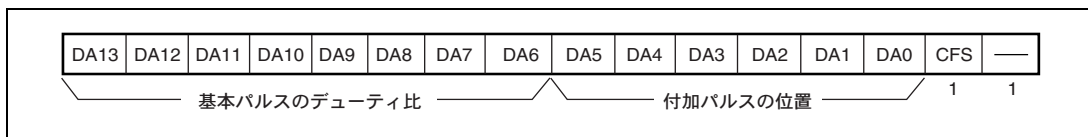


図 9.6 CFS=1 のときの D/A データレジスタの構成

ここでは、DADR=H'0207 (B'0000 0010 0000 0111) の場合を考えます。図 9.7 に出力波形を示します。CFS=1 であり、上位 8 ビットの値が B'0000 0010 ですので、基本パルスは High 幅が $2/256 \times (T)$ のデューティ比となります。

次に続く 6 ビットの値が B'0000 01 ですので、表 9.5 より、付加パルスは基本パルス No.63 の位置でのみ出力されます。付加パルスは基本パルスに $1/256 \times (T)$ だけ追加される形となります。

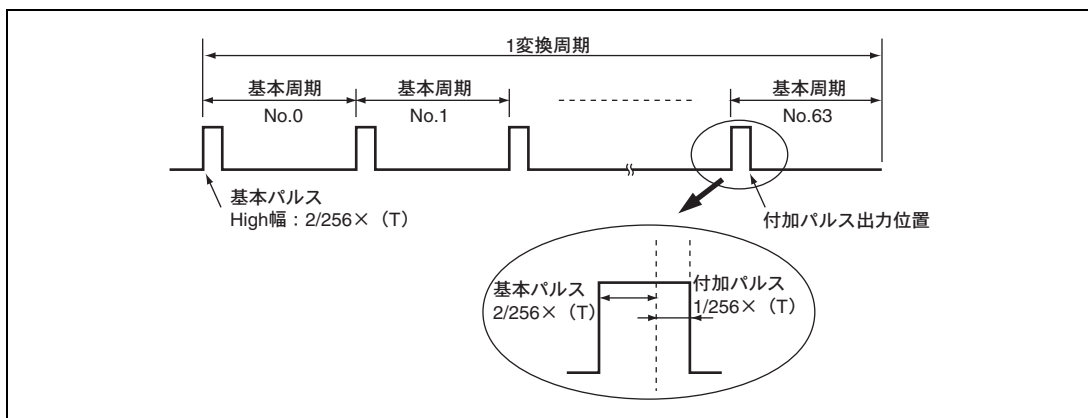


図 9.7 DADR=H'0207 のときの出力波形 (OS=1)

なお、CFS=0（基本周期=分解能 (T) ×64）の場合、基本パルスのデューティ比は上位 6 ビットで、付加パルスの位置はその次の 8 ビットで決定されるという点以外は、同様な考え方となります。

9.6 使用上の注意事項

9.6.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、PWMX の動作停止／許可を設定することが可能です。初期値では PWMX の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

本 LSI は、3 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成される 16 ビットタイマパルスユニット (TPU) を内蔵しています。16 ビットタイマパルスユニットのブロック図を図 10.1 に、機能一覧を表 10.1 に示します。

10.1 特長

- 最大8本のパルス入出力が可能
- チャンネル0、2は8種類、チャンネル1は7種類のカウンタ入力クロックを選択可能
- 各チャンネルとも次の動作を設定可能

コンペアマッチによる波形出力、インプットキャプチャ機能、カウンタクリア動作、複数のタイマカウンタ (TCNT) への同時書き込み、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、カウンタの同期動作による各レジスタの同期入出力、任意デューティのPWM出力、同期動作と組み合わせることによる最大7相のPWM出力

- チャンネル0はバッファ動作を設定可能
- チャンネル1、2は各々独立に位相計数モードを設定可能
- 内部16ビットバスによる高速アクセス
- 13種類の割り込み要因
- レジスタデータの自動転送が可能
- A/D変換器の変換スタートトリガを生成可能

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

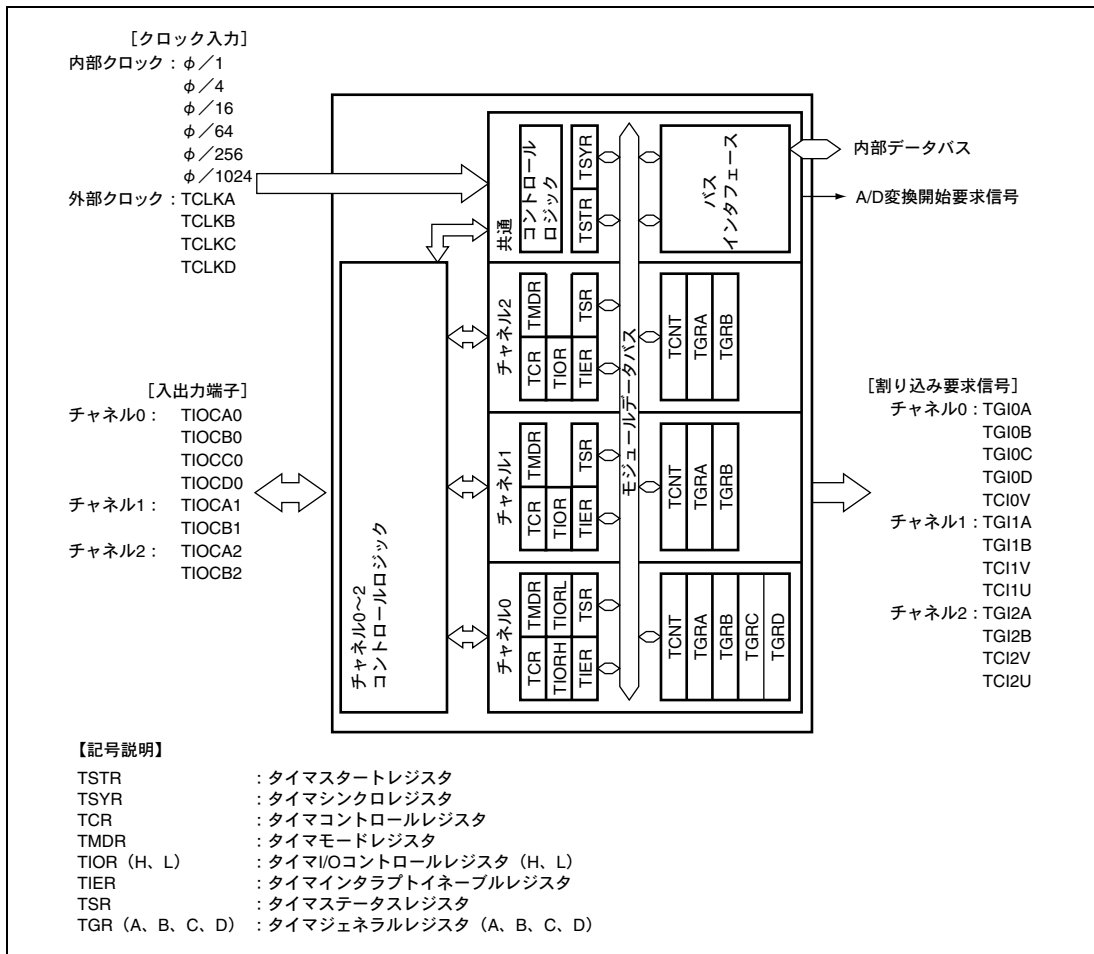


図 10.1 TPU のブロック図

表 10.1 TPU の機能一覧

項目		チャンネル 0	チャンネル 1	チャンネル 2
カウントクロック		φ/1 φ/4 φ/16 φ/64 TCLKA TCLKB TCLKC TCLKD	φ/1 φ/4 φ/16 φ/64 φ/256 TCLKA TCLKB	φ/1 φ/4 φ/16 φ/64 φ/1024 TCLKA TCLKB TCLKC
ジェネラルレジスタ (TGR)		TGRA_0 TGRB_0	TGRA_1 TGRB_1	TGRA_2 TGRB_2
ジェネラルレジスタ/ バッファレジスタ		TGRC_0 TGRD_0	—	—
入出力端子		TIOCA0 TIOCB0 TIOCC0 TIOCD0	TIOCA1 TIOCB1	TIOCA2 TIOCB2
カウンタクリア機能		TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGR のコンペアマッチ または インプットキャプチャ
コンペア マッチ 出力	0 出力	○	○	○
	1 出力	○	○	○
	トグル 出力	○	○	○
インプットキャプチャ機能		○	○	○
同期動作		○	○	○
PWM モード		○	○	○
位相計数モード		—	○	○
バッファ動作		○	—	—

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

項目	チャンネル0	チャンネル1	チャンネル2
A/D 変換開始トリガ	TGRA_0 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGRA_1 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ	TGRA_2 のコンペアマッチ または インプットキャプチャ
割り込み要因	5 要因 <ul style="list-style-type: none"> • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 0A • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 0B • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 0C • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 0D • オーバフロー 	4 要因 <ul style="list-style-type: none"> • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 1A • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 1B • オーバフロー • アンダフロー 	4 要因 <ul style="list-style-type: none"> • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 2A • コンペアマッチ /インプットキャプチャ 2B • オーバフロー • アンダフロー

【記号説明】

○ : 可能

- : 不可

10.2 入出力端子

表 10.2 TPU の端子構成

チャンネル	名称	入出力	機能
共通	TCLKA	入力	外部クロック A 入力端子 (チャンネル 1 の位相計数モード A 相入力)
	TCLKB	入力	外部クロック B 入力端子 (チャンネル 1 の位相計数モード B 相入力)
	TCLKC	入力	外部クロック C 入力端子 (チャンネル 2 の位相計数モード A 相入力)
	TCLKD	入力	外部クロック D 入力端子 (チャンネル 2 の位相計数モード B 相入力)
0	TIOCA0	入出力	TGRA_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB0	入出力	TGRB_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCC0	入出力	TGRC_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCD0	入出力	TGRD_0 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
1	TIOCA1	入出力	TGRA_1 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB1	入出力	TGRB_1 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
2	TIOCA2	入出力	TGRA_2 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子
	TIOCB2	入出力	TGRB_2 のインプットキャプチャ入力/ アウトプットコンペア出力/PWM 出力端子

10.3 レジスタの説明

TPUには各チャンネルに以下のレジスタがあります。

- タイマコントロールレジスタ_0 (TCR_0)
- タイマモードレジスタ_0 (TMDR_0)
- タイマI/OコントロールレジスタH_0 (TIORH_0)
- タイマI/OコントロールレジスタL_0 (TIORL_0)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0 (TIER_0)
- タイマステータスレジスタ_0 (TSR_0)
- タイマカウンタ_0 (TCNT_0)
- タイマジェネラルレジスタA_0 (TGRA_0)
- タイマジェネラルレジスタB_0 (TGRB_0)
- タイマジェネラルレジスタC_0 (TGRC_0)
- タイマジェネラルレジスタD_0 (TGRD_0)
- タイマコントロールレジスタ_1 (TCR_1)
- タイマモードレジスタ_1 (TMDR_1)
- タイマI/Oコントロールレジスタ_1 (TIOR_1)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ_1 (TIER_1)
- タイマステータスレジスタ_1 (TSR_1)
- タイマカウンタ_1 (TCNT_1)
- タイマジェネラルレジスタA_1 (TGRA_1)
- タイマジェネラルレジスタB_1 (TGRB_1)
- タイマコントロールレジスタ_2 (TCR_2)
- タイマモードレジスタ_2 (TMDR_2)
- タイマI/Oコントロールレジスタ_2 (TIOR_2)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ_2 (TIER_2)
- タイマステータスレジスタ_2 (TSR_2)
- タイマカウンタ_2 (TCNT_2)
- タイマジェネラルレジスタA_2 (TGRA_2)
- タイマジェネラルレジスタB_2 (TGRB_2)

共通レジスタ

- タイマスタートレジスタ (TSTR)
- タイマシンクロレジスタ (TSYR)

10.3.1 タイマコントロールレジスタ (TCR)

TCR は各チャンネルの TCNT を制御します。TPU には、チャンネル 0~2 に各 1 本、計 3 本の TCR があります。TCR の設定は、TCNT の動作が停止した状態で行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	CCLR2	0	R/W	カウンタクリア 2~0
6	CCLR1	0	R/W	TCNT のカウンタクリア要因を選択します。詳細は表 10.3、表 10.4 を参照してください。
5	CCLR0	0	R/W	
4	CKEG1	0	R/W	クロックエッジ 1、0 入力クロックのエッジを選択します。内部クロックを両エッジでカウントすると、入力クロックの周期が 1/2 になります (例: $\phi/4$ の両エッジ = $\phi/2$ の立ち上がりエッジ)。チャンネル 1、2 で位相計数モードを使用する場合は、本設定は無視され、位相計数モードの設定が優先されます。内部クロックのエッジ選択は、入力クロックが $\phi/4$ もしくはそれより遅い場合に有効です。入力クロックに $\phi/1$ を選択した場合は本設定は無視され、立ち上がりエッジカウント選択になります。 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: 両エッジでカウント 【記号説明】 X: Don't care
3	CKEG0	0	R/W	
2	TPSC2	0	R/W	タイマプリスケラ 2~0
1	TPSC1	0	R/W	TCNT のカウンタクロックを選択します。各チャンネル独立にクロックソースを選択することができます。詳細は表 10.5~表 10.7 TPSC2~TPSC0 を参照してください。
0	TPSC0	0	R/W	

表 10.3 CCLR2~CCLR0 (チャンネル 0)

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説明
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	
0	0	0	0	TCNT のクリア禁止
	0	0	1	TGRA のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	0	TGRB のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	1	同期クリア/同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1
	1	0	0	TCNT のクリア禁止
	1	0	1	TGRC のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア*2
	1	1	0	TGRD のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア*2
	1	1	1	同期クリア/同期動作をしている他のチャンネルのカウンタクリアで TCNT をクリア*1

【注】 *1 同期動作の設定は、TSYR の SYNC ビットを 1 にセットすることにより行います。

*2 TGRC または TGRD をバッファレジスタとして使用している場合は、バッファレジスタの設定が優先され、コンペアマッチ/インプットキャプチャが発生しないため、TCNT はクリアされません。

10. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 10.4 CCLR2~CCLR0 (チャンネル 1、2)

チャンネル	ビット7	ビット6	ビット5	説明
	リザーブ*2	CCLR1	CCLR0	
1、2	0	0	0	TCNT のクリア禁止
	0	0	1	TGRA のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	0	TGRB のコンペアマッチ/インプットキャプチャで TCNT クリア
	0	1	1	同期クリア/同期動作をしている他のチャンネルのカウントクリアで TCNT をクリア*1

【注】 *1 同期動作の設定は、TSYR の SYNC ビットを 1 にセットすることにより行います。

*2 チャンネル 1、2 ではビット 7 はリザーブです。リードすると常に 0 が読み出しされます。ライトは無効です。

表 10.5 TPSC2~TPSC0 (チャンネル 0)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
0	0	0	0	内部クロック： ϕ でカウント
	0	0	1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
	0	1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
	0	1	1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	1	外部クロック：TCLKD 端子入力でカウント

表 10.6 TPSC2~TPSC0 (チャンネル 1)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
1	0	0	0	内部クロック： ϕ でカウント
	0	0	1	内部クロック： $\phi/4$ でカウント
	0	1	0	内部クロック： $\phi/16$ でカウント
	0	1	1	内部クロック： $\phi/64$ でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	内部クロック： $\phi/256$ でカウント
	1	1	1	設定禁止

【注】 チャンネル 1 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

表 10.7 TPSC2~TPSC0 (チャンネル2)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
2	0	0	0	内部クロック：φでカウント
	0	0	1	内部クロック：φ/4でカウント
	0	1	0	内部クロック：φ/16でカウント
	0	1	1	内部クロック：φ/64でカウント
	1	0	0	外部クロック：TCLKA 端子入力でカウント
	1	0	1	外部クロック：TCLKB 端子入力でカウント
	1	1	0	外部クロック：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	1	内部クロック：φ/1024でカウント

【注】 チャンネル2 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

10.3.2 タイマモードレジスタ (TMDR)

TMDR は各チャンネルの動作モードの設定を行います。TPU には、各チャンネル1本、計3本の TMDR があります。TMDR の設定は、TCNT の動作が停止した状態で行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	—	1	R	リザーブビット
6	—	1	R	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。
5	BFB	0	R/W	バッファ動作 B TGRB を通常動作させるか、TGRB と TGRD を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRD をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRD のインプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。 TGRD を持たないチャンネル1、2ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。 0: TGRB は通常動作 1: TGRB と TGRD はバッファ動作
4	BFA	0	R/W	バッファ動作 A TGRA を通常動作させるか、TGRA と TGRC を組み合わせてバッファ動作させるかを設定します。TGRC をバッファレジスタとして使用した場合は、TGRC のインプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。 TGRC を持たないチャンネル1、2ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。 0: TGRA は通常動作 1: TGRA と TGRC はバッファ動作
3	MD3	0	R/W	モード3~0
2	MD2	0	R/W	MD3~MD0 はタイマの動作モードを設定します。
1	MD1	0	R/W	MD3 はリザーブビットです。ライト時には常に0としてください。
0	MD0	0	R/W	詳細は表 10.8 を参照してください。

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.8 MD3~MD0

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説明
MD3* ¹	MD2* ²	MD1	MD0	
0	0	0	0	通常動作
0	0	0	1	リザーブ
0	0	1	0	PWM モード 1
0	0	1	1	PWM モード 2
0	1	0	0	位相計数モード 1
0	1	0	1	位相計数モード 2
0	1	1	0	位相計数モード 3
0	1	1	1	位相計数モード 4
1	x	x	x	設定禁禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 *1 MD3はリザーブビットです。ライト時には常に0としてください。

*2 チャンネル0では、位相計数モードの設定はできません。MD2には常に0をライトしてください。

10.3.3 タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR)

TIORはTGRを制御します。TPUには、チャンネル0に2本、チャンネル1、2に各1本、計4本のTIORがあります。TIORはTMDRの設定により影響を受けますので注意してください。

TIORで指定した初期出力はカウンタ停止した(TSTRのCSTビットを0にクリアした)状態で有効になります。また、PWMモード2の場合にはカウンタが0にクリアされた時点での出力を指定します。

TGRC、あるいはTGRDをバッファ動作に設定した場合は、本設定は無効となり、バッファレジスタとして動作します。

- TIORH_0、TIOR_1、TIOR_2

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IOB3	0	R/W	I/O コントロール B3~0 TGRBの機能を設定します。
6	IOB2	0	R/W	
5	IOB1	0	R/W	
4	IOB0	0	R/W	
3	IOA3	0	R/W	I/O コントロール A3~0 TGRAの機能を設定します。
2	IOA2	0	R/W	
1	IOA1	0	R/W	
0	IOA0	0	R/W	

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

• TIORL_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IOD3	0	R/W	I/O コントロール D3~0 TGRD の機能を設定します。
6	IOD2	0	R/W	
5	IOD1	0	R/W	
4	IOD0	0	R/W	
3	IOC3	0	R/W	I/O コントロール C3~0 TGRC の機能を設定します。
2	IOC2	0	R/W	
1	IOC1	0	R/W	
0	IOC0	0	R/W	

表 10.9 TIORH_0 (チャンネル 0)

ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	説明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_0 の機能	TIOCB0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペア レジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャ レジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x: Don't care

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 10.10 TIORH_0 (チャンネル 0)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_0 の機能	TIOCA0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

表 10.11 TIORL_0 (チャンネル0)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	TGRD_0の機能	TIOCD0 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ*	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャレジスタ*	キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCD0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 * TMDR_0のBFBビットを1にセットしてTGRD_0をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.12 TIORL_0 (チャンネル0)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説 明	
IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	TGRC_0の機能	TIOCC0の端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ*	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャレジスタ*	キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCC0 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

【注】 * TMDR_0のBFAビットを1にセットしてTGRC_0をバッファレジスタとして使用した場合は、本設定は無効になり、インプットキャプチャ/アウトプットコンペアは発生しません。

表 10.13 TIOR_1 (チャンネル1)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_1の機能	TIOCB1 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB1 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 10.14 TIOR_1 (チャンネル 1)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット1	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_1の機能	TIOCA1 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	0	0	0	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA1 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	x	x		設定禁止

【記号説明】 x : Don't care

表 10.15 TIOR_2 (チャンネル2)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_2の機能	TIOCB2 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	x	0	0	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	1	x		キャプチャ入力元は TIOCB2 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】 x : Don't care

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 10.16 TIOR_2 (チャンネル 2)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_2 の機能	TIOCA2 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ	出力禁止
0	0	0	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	0	1	0		初期出力は 0 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	0	1	1		初期出力は 0 出力 コンペアマッチでトグル出力
0	1	0	0		出力禁止
0	1	0	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 0 出力
0	1	1	0		初期出力は 1 出力 コンペアマッチで 1 出力
0	1	1	1		初期出力は 1 出力 コンペアマッチでトグル出力
1	x	0	0	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	x	1	x		キャプチャ入力元は TIOCA2 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】 x : Don't care

10.3.4 タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER)

TIER は各チャンネルの割り込み要求の許可、禁止を制御します。TPU には、各チャンネル 1 本、計 3 本の TIER が
あります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TTGE	0	R/W	A/D 変換開始要求イネーブル TGRA のインプットキャプチャ/コンペアマッチによる A/D 変換器開始要求の発生を許可または禁止します。 0 : A/D 変換開始要求の発生を禁止 1 : A/D 変換開始要求の発生を許可
6	—	1	R	リザーブビット リードすると 1 が読み出しされます。ライトは無効です
5	TCIEU	0	R/W	アンダフローインタラプトイネーブル チャンネル 1、2 で TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TCFU フラグによる割り込み要求 (TCIU) を許可または禁止します。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。 リードすると常に 0 が読み出しされます。ライトは無効です。 0 : TCFU による割り込み要求 (TCIU) を禁止 1 : TCFU による割り込み要求 (TCIU) を許可
4	TCIEV	0	R/W	オーバフローインタラプトイネーブル TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TCFV フラグによる割り込み要求 (TCIV) を許可または禁止します。 0 : TCFV による割り込み要求 (TCIV) を禁止 1 : TCFV による割り込み要求 (TCIV) を許可
3	TGIED	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル D チャンネル 0 で TSR の TGFD ビットが 1 にセットされたとき、TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可または禁止します。チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0 : TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を禁止 1 : TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可
2	TGIEC	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル C チャンネル 0 で TSR の TGFC ビットが 1 にセットされたとき、TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可または禁止します。 チャンネル 1、2 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。 0 : TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を禁止 1 : TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	TGIEB	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル B TSR の TGFB ビットが 1 にセットされたとき、TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可または禁止します。 0 : TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止 1 : TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止
0	TGIEA	0	R/W	TGR インタラプトイネーブル A TSR の TGFA ビットが 1 にセットされたとき、TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可または禁止します。 0 : TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を禁止 1 : TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可

10.3.5 タイマステータスレジスタ (TSR)

TSR は各チャンネルのステータスの表示を行います。TPU には、各チャンネル 1 本、計 3 本の TSR があります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	TCFD	1	R	カウント方向フラグ チャンネル 1、2 の TCNT のカウント方向を示すステータスフラグです。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。リードすると常に 1 が読み出されます。 ライトは無効です。 0 : TCNT はダウンカウント 1 : TCNT はアップカウント
6	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です
5	TCFU	0	R/(W)*	アンダフローフラグ チャンネル 1、2 が位相計数モードのとき、TCNT のアンダフローの発生を示すステータスフラグです。 チャンネル 0 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 が読み出されます。 ライトは無効です。 [セット条件] • TCNT の値がアンダフロー (H'0000→H'FFFF) したとき [クリア条件] • TCFU=1 の状態で TCFU をリード後、TCFU に 0 をライトしたとき
4	TCFV	0	R/(W)*	オーバフローフラグ TCNT のオーバフローの発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] • TCNT の値がオーバフロー (H'FFFF→H'0000) したとき [クリア条件] • TCFV=1 の状態で TCFV をリード後、TCFV に 0 をライトしたとき

10. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	TGFD	0	R(W)*	<p>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ D</p> <p>チャンネル0のTGRDのインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。</p> <p>チャンネル1、2ではリザーブビットです。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGRD がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT=TGRD になったとき • TGRD がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRD に転送されたとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGFD=1 の状態で TGFD をリード後、TGFD に 0 をライトしたとき
2	TGFC	0	R(W)*	<p>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ C</p> <p>チャンネル0のTGRCのインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。</p> <p>チャンネル1、2ではリザーブビットです。リードすると常に0が読み出されます。ライトは無効です。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGRC がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT=TGRC になったとき • TGRC がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRC に転送されたとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGFC=1 の状態で TGFC をリード後、TGFC に 0 をライトしたとき
1	TGFB	0	R(W)*	<p>インプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ B</p> <p>TGRB のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGRB がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT=TGRB になったとき • TGRB がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRB に転送されたとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • TGFB=1 の状態で TGFB をリード後、TGFB に 0 をライトしたとき

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
0	TGFA	0	R/(W)*	インプットキャプチャ/アウトプットコンペアフラグ A TGRA のインプットキャプチャまたはコンペアマッチの発生を示すステータスフラグです。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none">• TGRA がアウトプットコンペアレジスタとして機能している場合、TCNT = TGRA になったとき• TGRA がインプットキャプチャとして機能している場合、インプットキャプチャ信号により TCNT の値が TGRA に転送されたとき [クリア条件] <ul style="list-style-type: none">• TGFA=1 の状態で TGFA をリード後、TGFA に 0 をライトしたとき

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

10.3.6 タイマカウンタ (TCNT)

TCNT は 16 ビットのリード/ライト可能なカウンタです。各チャンネルに 1 本、計 3 本の TCNT があります。

TCNT は、リセット時に H'0000 に初期化されます。

TCNT の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

10.3.7 タイマジェネラルレジスタ (TGR)

TGR は 16 ビットのリード/ライト可能なアウトプットコンペア/インプットキャプチャ兼用のレジスタです。チャンネル 0 に 4 本、チャンネル 1、2 に各 2 本、計 8 本のジェネラルレジスタがあります。チャンネル 0 の TGRC と TGRD は、バッファレジスタとして動作設定することができます。TRG は、リセット時に H'FFFF に初期化されます。TGR の 8 ビット単位でのアクセスは禁止です。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。TGR とバッファレジスタの組み合わせは、TGRA-TGRC、TGRB-TGRD になります。

10.3.8 タイマスタートレジスタ (TSTR)

TSTR はチャンネル 0~2 の TCNT の動作/停止を選択するレジスタです。対応するビットを 1 にセットしたチャンネルの TCNT がカウント動作を行います。TMDR へ動作モードを設定する場合や TCR へ TCNT のカウントクロックを設定する場合は、TCNT のカウンタ動作を停止させてから行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	CST2	0	R/W	カウンタスタート 2~0
1	CST1	0	R/W	TCNT の動作または停止を選択します。
0	CST0	0	R/W	TIOC 端子を出力状態で動作中に、CST ビットに 0 をライトするとカウンタは停止しますが、TIOC 端子のアウトプットコンペア出力レベルは保持されます。CST ビットが 0 の状態で TIOR へのライトを行うと、設定した初期出力値に端子の出力レベルが更新されます。 0 : TCNTn のカウント動作は停止 1 : TCNTn はカウント動作 (n=2~0)

10.3.9 タイマシンクロレジスタ (TSYR)

TSYR はチャンネル 0~2 の TCNT の独立動作または同期動作を選択します。対応するビットを 1 にセットしたチャンネルが同期動作を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	—	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	SYNC2	0	R/W	タイマ同期 2~0
1	SYNC1	0	R/W	他のチャンネルとの独立動作または同期動作を選択します。
0	SYNC0	0	R/W	同期動作を選択すると、複数の TCNT の同期プリセットや、他チャンネルのカウントクリアによる同期クリアが可能となります。 同期動作の設定には、最低 2 チャンネルの SYNC ビットを 1 にセットする必要があります。同期クリアの設定には、SYNC ビットの他に TCR の CCLR2~CCLR0 ビットで、TCNT のクリア要因を設定する必要があります。 0 : TCNTn は独立動作 (TCNT のプリセット/クリアは他チャンネルと無関係) 1 : TCNTn は同期動作 TCNT の同期プリセット/同期クリアが可能 (n=2~0)

10.4 バスマスタとのインタフェース

10.4.1 16 ビットレジスタ

TCNT、TGR は 16 ビットのレジスタです。バスマスタとの間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位での読み出し／書き込みが可能です。

8 ビット単位での読み出し／書き込みはできません。常に 16 ビット単位でアクセスしてください。

16 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.2 に示します。

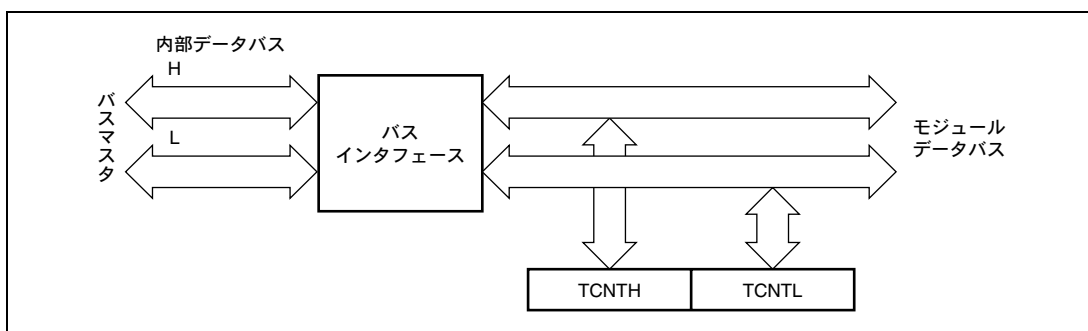


図 10.2 16 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCNT (16 ビット))

10.4.2 8 ビットレジスタ

TCNT、TGR 以外のレジスタは 8 ビットのレジスタです。バスマスタとの間のデータバスは 16 ビット幅なので、16 ビット単位での読み出し／書き込みが可能です。また、8 ビット単位での読み出し／書き込みもできます。

8 ビットレジスタのアクセス動作例を図 10.3～図 10.5 に示します。

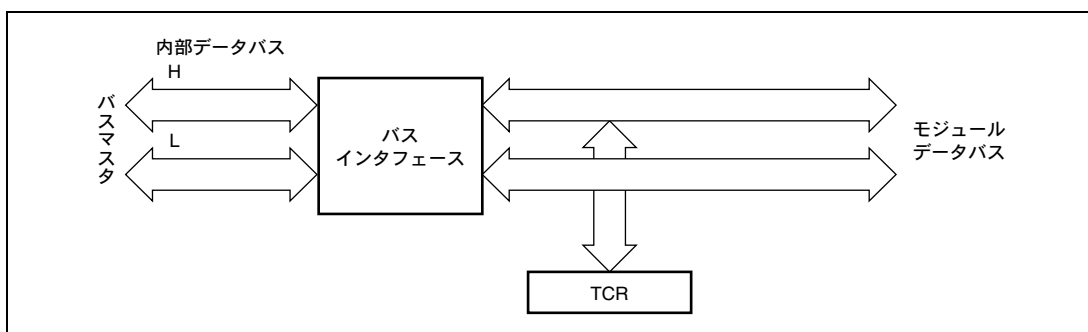


図 10.3 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ↔TCR (上位 8 ビット))

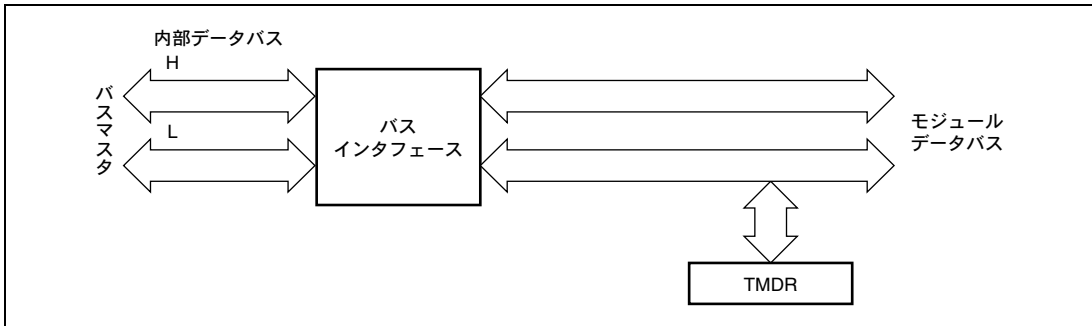


図 10.4 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ ↔ TMDR (下位 8 ビット))

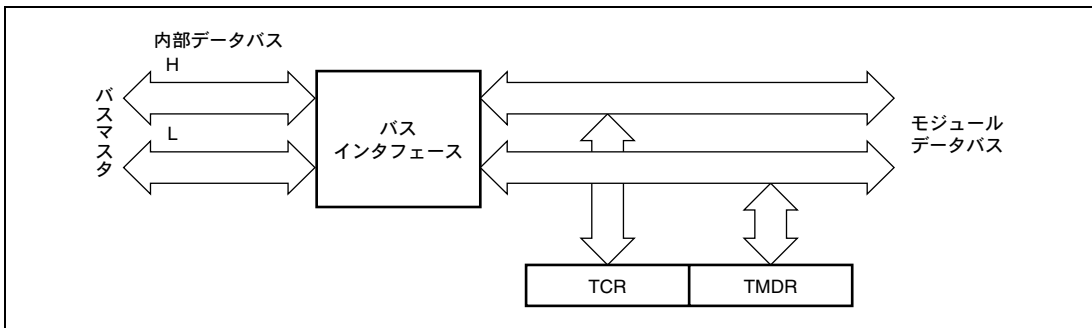


図 10.5 8 ビットレジスタのアクセス動作 (バスマスタ ↔ TCR、TMDR (16 ビット))

10.5 動作説明

10.5.1 基本動作

各チャンネルには、TCNTとTGRがあります。TCNTは、アップカウント動作を行い、フリーランニング動作、周期カウント動作、または外部イベントカウント動作が可能です。

TGRは、それぞれインプットキャプチャレジスタまたはアウトプットコンペアレジスタとして使用することができます。

(1) カウンタの動作

TSTRのCST0～CST2ビットを1にセットすると、対応するチャンネルのTCNTはカウント動作を開始します。フリーランニングカウンタ動作、周期カウンタ動作などが可能です。

(a) カウント動作の設定手順例

カウント動作の設定手順例を図10.6に示します。

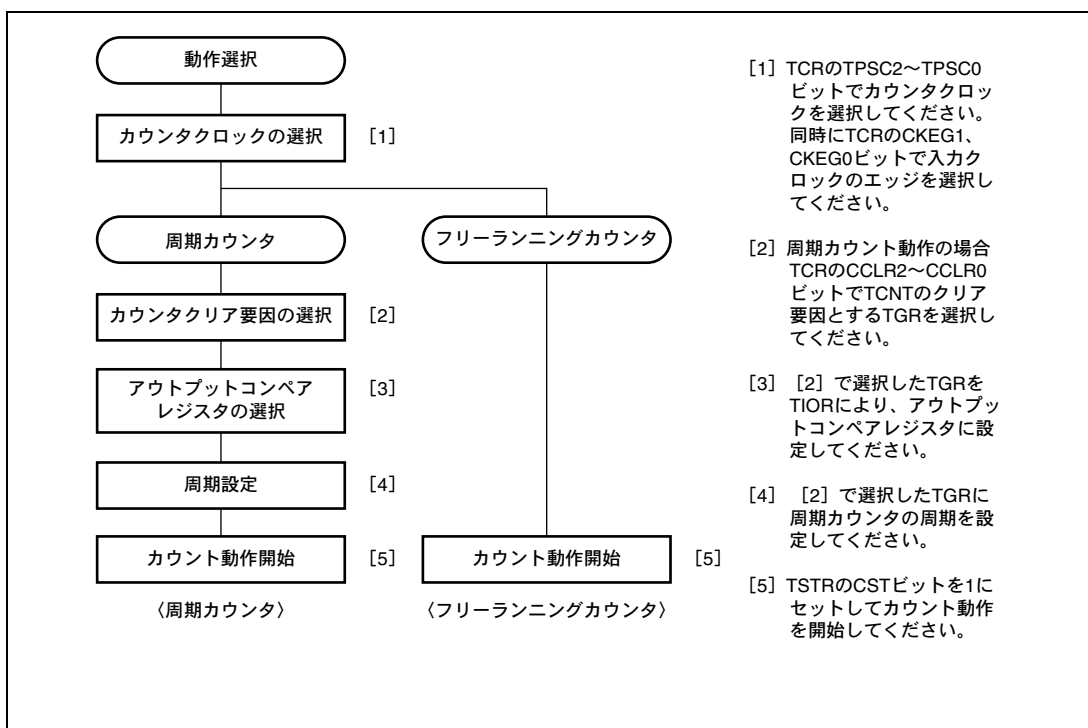


図 10.6 カウンタ動作設定手順例

(b) フリーランニングカウンタ動作と周期カウンタ動作

TPU の TCNT は、リセット直後はすべてフリーランニングカウンタの設定となっており、TSTR の対応するビットを 1 にセットするとフリーランニングカウンタとしてアップカウント動作を開始します。TCNT がオーバーフロー (H'FFFF→H'0000) すると、TSR の TCFV ビットが 1 にセットされます。このとき、対応する TIER の TCIEV ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はオーバーフロー後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

フリーランニングカウンタの動作を図 10.7 に示します。

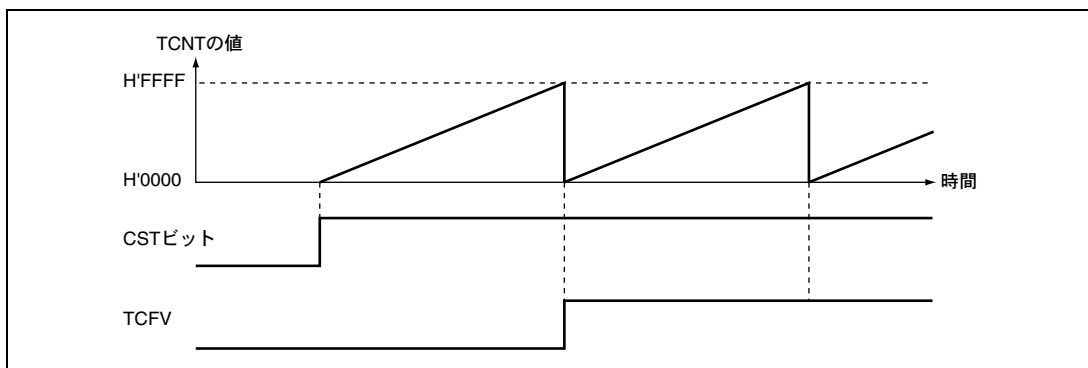


図 10.7 フリーランニングカウンタの動作

TCNT のクリア要因にコンペアマッチを選択したときは、対応するチャンネルの TCNT は周期カウンタ動作を行います。周期設定用の TGR をアウトプットコンペアレジスタに設定し、TCR の CCLR2～CCLR0 ビットによりコンペアマッチによるカウンタクリアを選択します。設定後、TSTR の対応するビットを 1 にセットすると、周期カウンタとしてアップカウント動作を開始します。カウント値が TGR の値と一致すると、TSR の TGF ビットが 1 にセットされ、TCNT は H'0000 にクリアされます。

このとき対応する TIER の TGIE ビットが 1 ならば、TPU は割り込みを要求します。TCNT はコンペアマッチ後、H'0000 からアップカウント動作を継続します。

周期カウンタの動作を図 10.8 に示します。

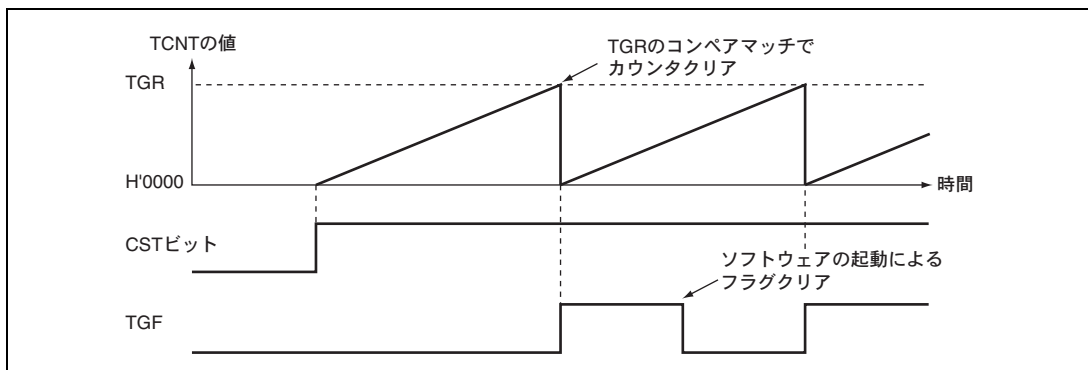


図 10.8 周期カウンタの動作

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(2) コンペアマッチによる波形出力機能

TPU は、コンペアマッチにより対応する出力端子から 0 出力/1 出力/トグル出力を行うことができます。

(a) コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例

コンペアマッチによる波形出力動作の設定手順例を図 10.9 に示します。

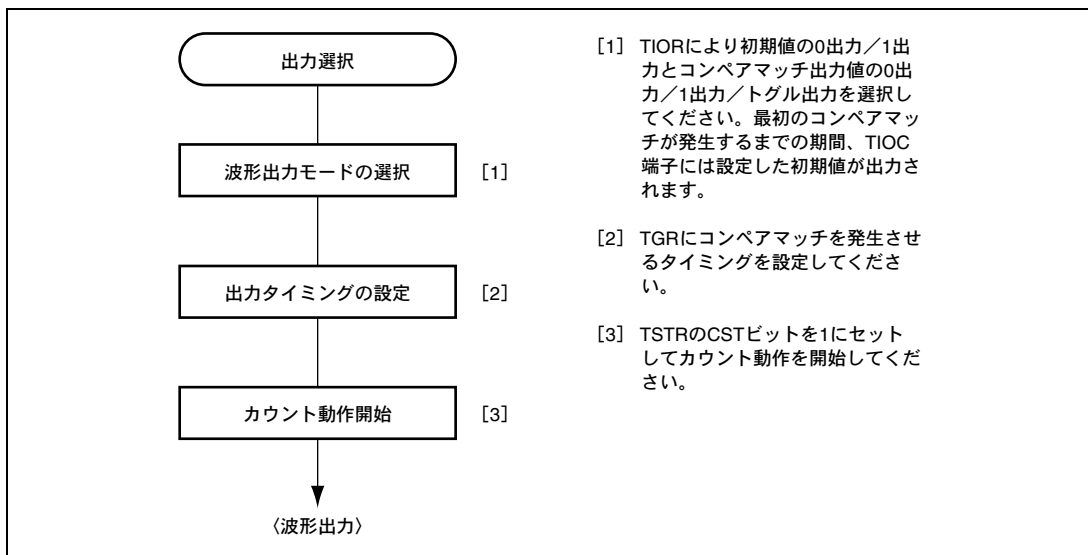


図 10.9 コンペアマッチによる波形出力動作例

(b) 波形出力動作例

0 出力/1 出力例を図 10.10 に示します。

TCNT をフリーランニングカウント動作とし、コンペアマッチ A により 1 出力、コンペアマッチ B により 0 出力となるように設定した場合の例です。設定したレベルと端子のレベルが一致した場合には、端子のレベルは変化しません。

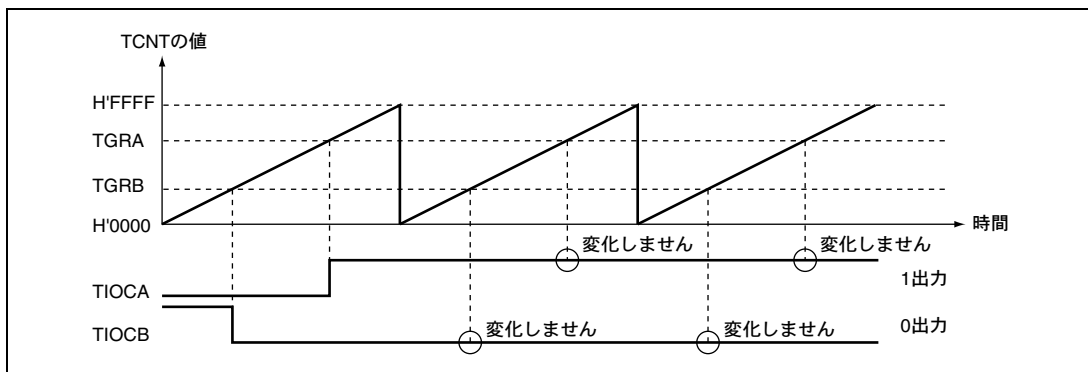


図 10.10 0 出力/1 出力の動作例

トグル出力の例を図 10.11 に示します。

TCNT を周期カウント動作 (コンペアマッチ B によりカウンタクリア) に、コンペアマッチ A、B ともトグル出力となるように設定した場合の例です。

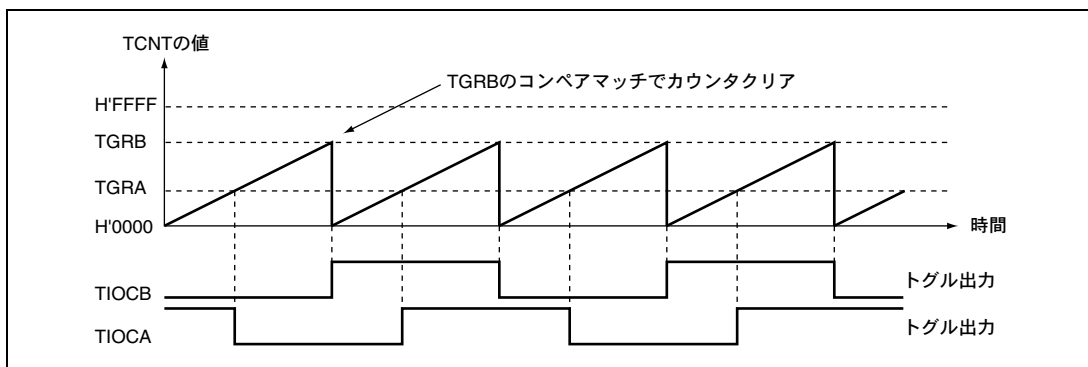


図 10.11 トグル出力の動作例

(3) インพุットキャプチャ機能

TIOC 端子の入力エッジを検出して TCNT の値を TGR に転送することができます。

検出エッジは立ち上がりエッジ/立ち下がりエッジ/両エッジから選択できます。

(a) インพุットキャプチャ動作の設定手順例

インพุットキャプチャ動作の設定手順例を図 10.12 に示します。

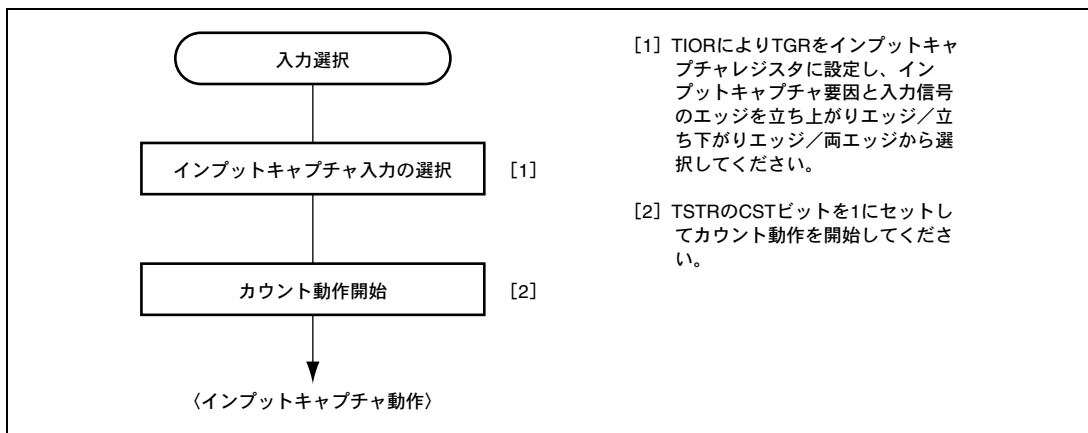


図 10.12 インพุットキャプチャ動作の設定例

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(b) インพุットキャプチャ動作例

インพุットキャプチャ動作例を図 10.13 に示します。

TIOCA 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち上がり/立ち下りの両エッジ、また TIOCB 端子のインพุットキャプチャ入力エッジは立ち下りエッジを選択し、TCNT は TGRB のインพุットキャプチャでカウンタクリアされるように設定した場合の例です。

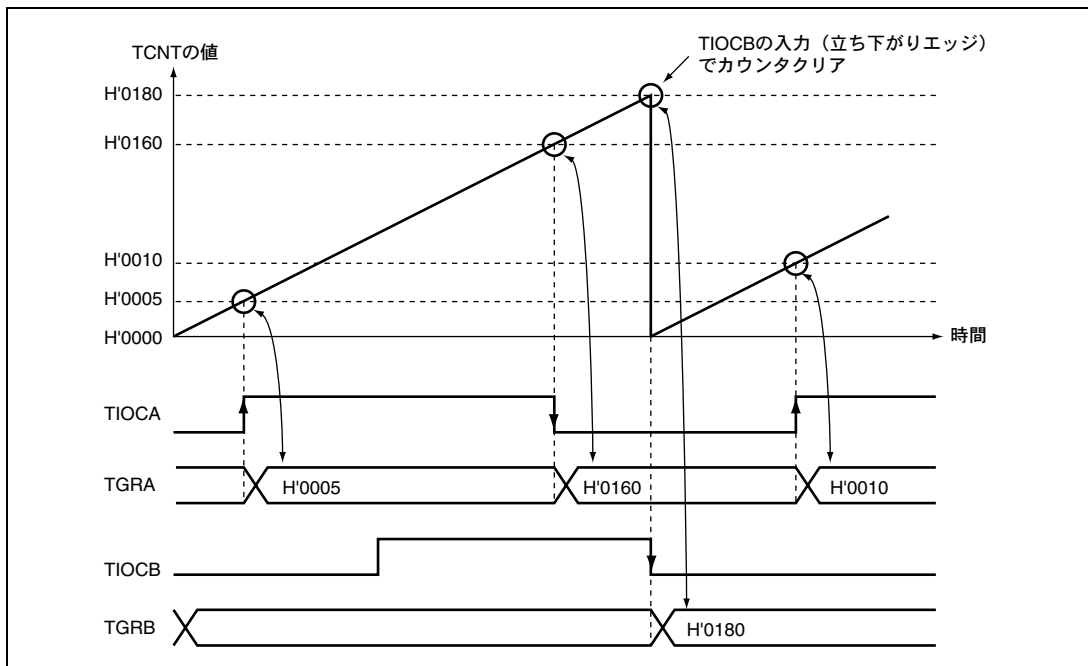


図 10.13 インพุットキャプチャ動作例

10.5.2 同期動作

同期動作は、複数の TCNT の値を同時に書き換えることができます (同期プリセット)。また、TCR の設定により複数の TCNT を同時にクリアすることができます (同期クリア)。

同期動作により、1 つのタイムベースに対して TGR を増加することができます。

チャンネル 0~2 はすべて同期動作の設定が可能です。

(1) 同期動作の設定手順例

同期動作の設定手順例を図 10.14 に示します。

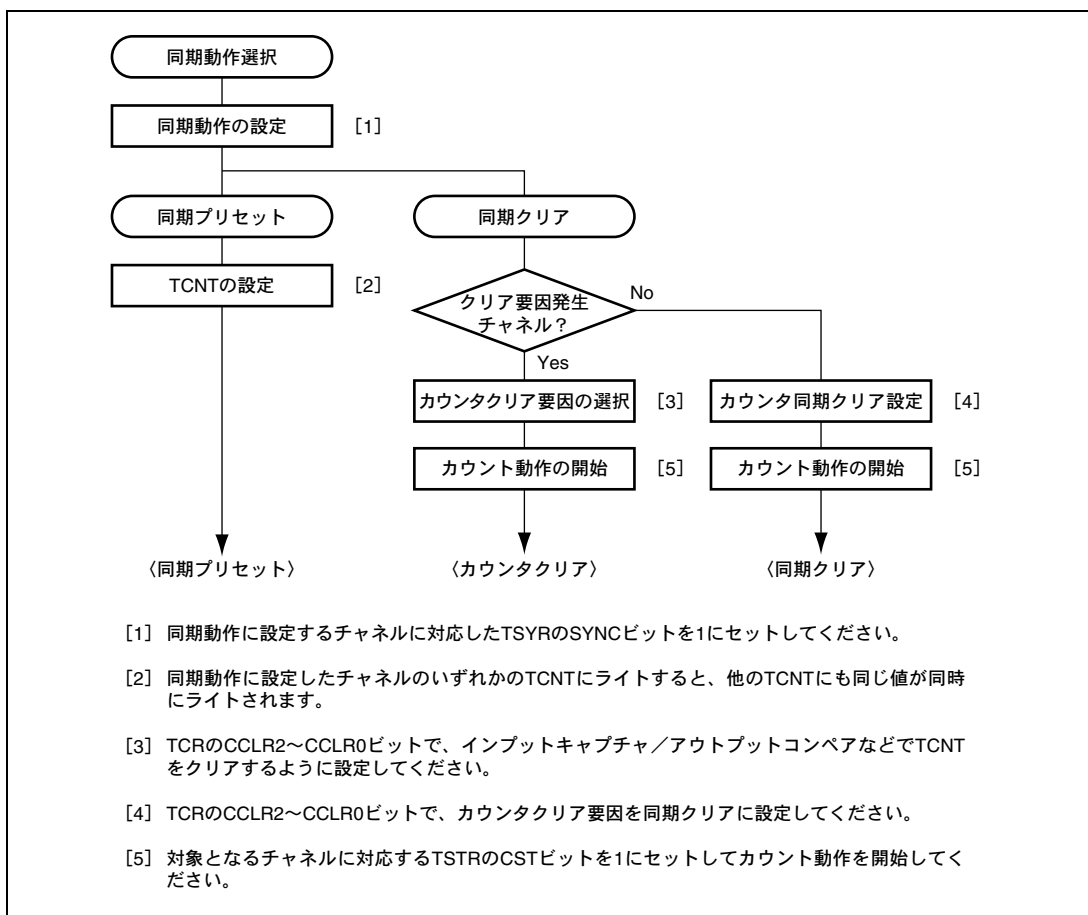


図 10.14 同期動作の設定手順例

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

(2) 同期動作の例

同期動作の例を図 10.15 に示します。

チャンネル 0~2 を同期動作かつ PWM モード 1 に設定し、チャンネル 0 のカウンタクリア要因を TGRB_0 のコンペアマッチ、またチャンネル 1、2 のカウンタクリア要因を同期クリアに設定した場合の例です。

3 相の PWM 波形を TIOCA0、TIOCA1、TIOCA2 端子から出力します。このとき、チャンネル 0~2 の TCNT は同期プリセット、TGRB_0 のコンペアマッチによる同期クリアを行い、TGRB_0 に設定したデータが PWM 周期となります。

PWM モードについては、「10.5.4 PWM モード」を参照してください。

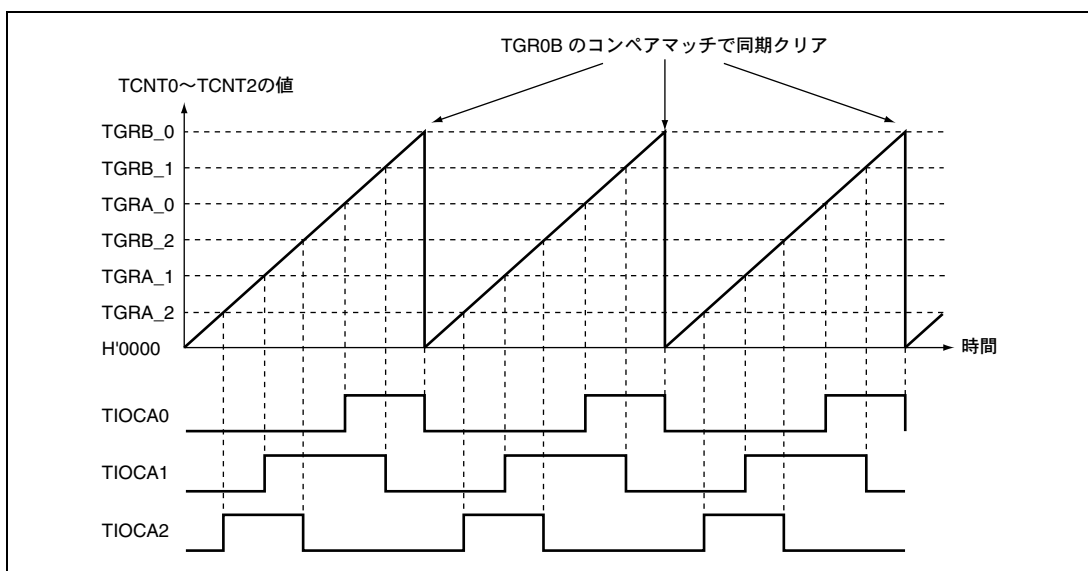


図 10.15 同期動作の動作例

10.5.3 バッファ動作

バッファ動作は、チャンネル 0 が持つ機能です。TGRC と TGRD をバッファレジスタとして使用することができます。バッファ動作は、TGR を入力キャプチャレジスタに設定した場合と、コンペアマッチレジスタに設定した場合のそれぞれで動作内容が異なります。表 10.17 にバッファ動作時のレジスタの組み合わせを示します。

表 10.17 レジスタの組み合わせ

チャンネル	タイマジェネラルレジスタ	バッファレジスタ
0	TGRA_0	TGRC_0
	TGRB_0	TGRD_0

• TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

コンペアマッチが発生すると、対応するチャンネルのバッファレジスタの値がタイマジェネラルレジスタに転送されます。この動作を図 10.16 に示します。

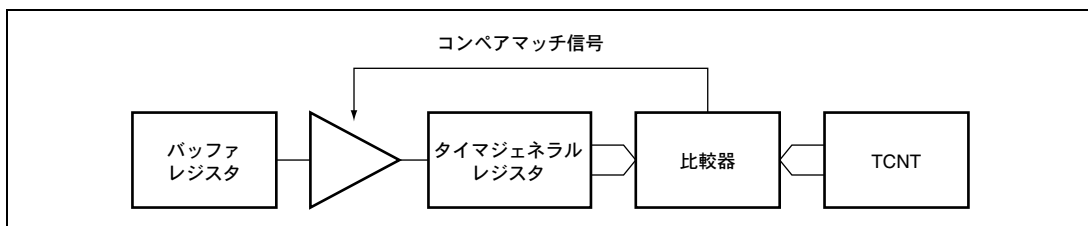


図 10.16 コンペアマッチバッファ動作

• TGR がインプットキャプチャレジスタの場合

インプットキャプチャが発生すると、TCNT の値を TGR に転送すると同時に、それまで格納されていたタイマジェネラルレジスタの値をバッファレジスタに転送します。

この動作を図 10.17 に示します。

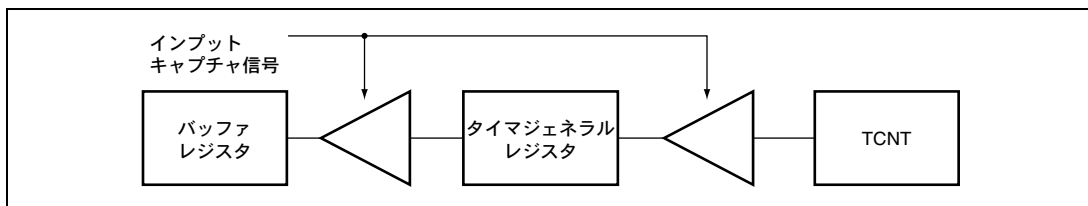


図 10.17 インプットキャプチャバッファ動作

(1) バッファ動作の設定手順例

バッファ動作の設定手順例を図 10.18 に示します。

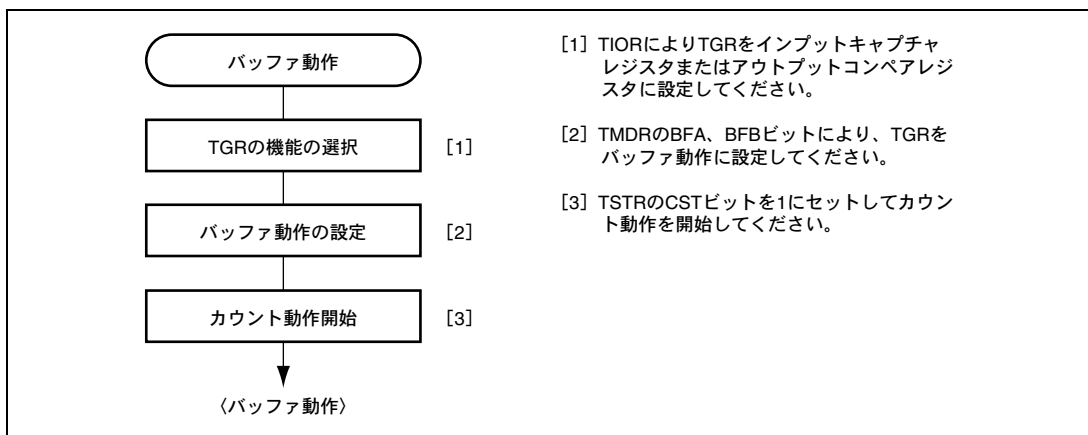


図 10.18 バッファ動作の設定手順例

(2) バッファ動作例

(a) TGR がアウトプットコンペアレジスタの場合

チャンネル0をPWMモード1に設定し、TGRAとTGRCをバッファ動作に設定した場合の動作例を図10.19に示します。TCNTはコンペアマッチBによりクリア、出力はコンペアマッチAで1出力、コンペアマッチBで0出力に設定した例です。

バッファ動作が設定されているため、コンペアマッチAが発生すると出力を変化させると同時に、バッファレジスタTGRCの値がタイマジェネラルレジスタTGRAに転送されます。この動作は、コンペアマッチAが発生する度に繰り返されます。

PWMモードについては、「10.5.4 PWMモード」を参照してください。

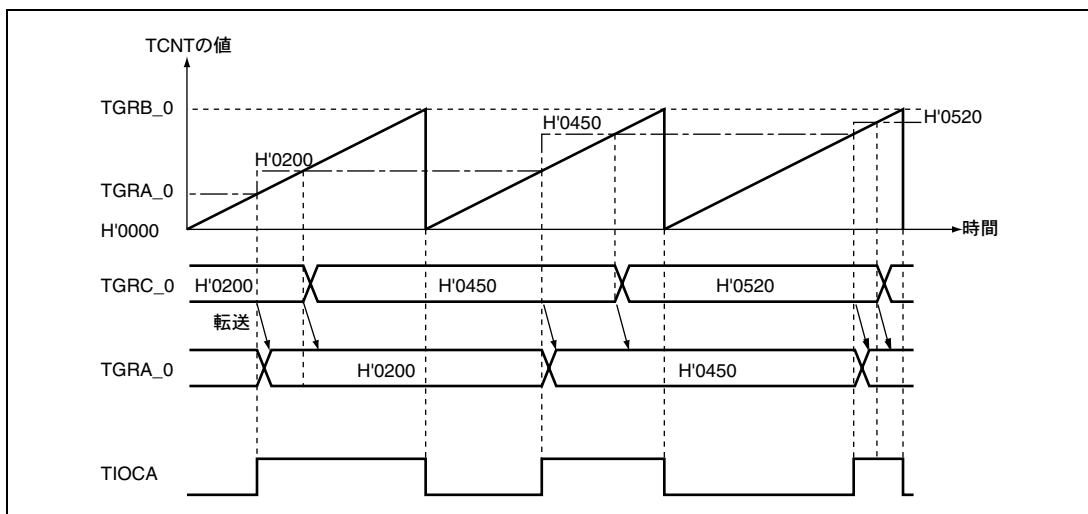


図 10.19 バッファ動作例 (1)

(b) TGR が入力キャプチャレジスタの場合

TGRAをインプットキャプチャレジスタに設定し、TGRAとTGRCをバッファ動作に設定したときの動作例を図10.20に示します。

TCNTはTGRAのインプットキャプチャでカウンタクリア、TIOCA端子のインプットキャプチャ入力エッジは立ち上がりエッジ/立ち下がりエッジの両エッジが選択されています。

バッファ動作が設定されているため、インプットキャプチャAによりTCNTの値がTGRAに格納されると同時に、それまでTGRAに格納されていた値がTGRCに転送されます。

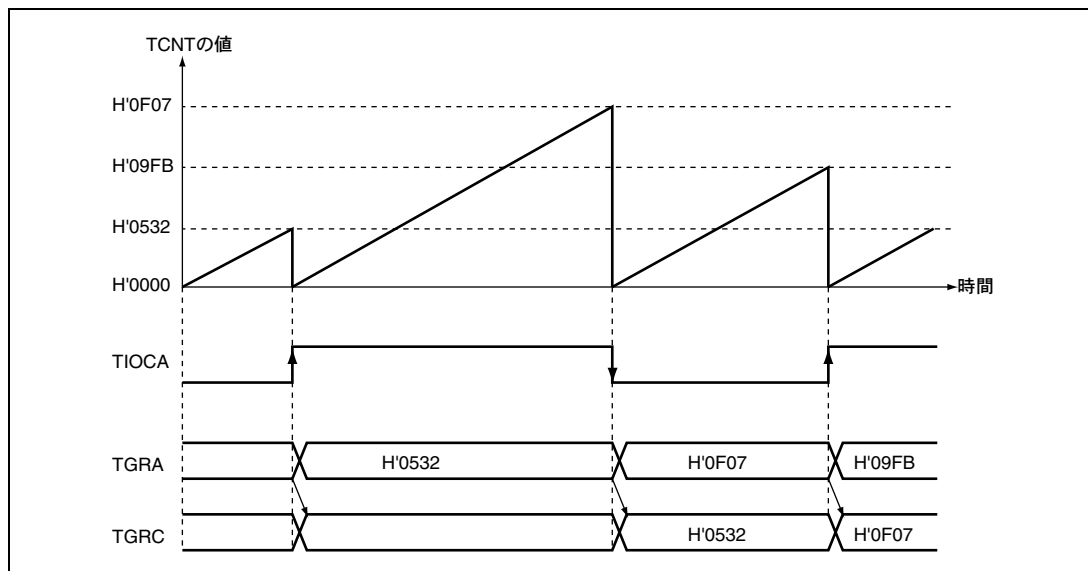


図 10.20 バッファ動作例 (2)

10.5.4 PWM モード

PWM モードは出力端子よりそれぞれ PWM 波形を出力するモードです。各 TGR のコンペアマッチによる出力レベルは 0 出力 / 1 出力 / トグル出力の中から選択可能です。

各 TGR の設定により、デューティ 0~100% の PWM 波形が出力できます。

TGR のコンペアマッチをカウンタクリア要因とすることにより、そのレジスタに周期を設定することができます。全チャンネル独立に PWM モードに設定できます。同期動作も可能です。

PWM モードは次に示す 2 種類あります。

(1) PWM モード 1

TGRA と TGRB、TGRC と TGRD をペアで使用して、TIOCA、TIOCC 端子から PWM 出力を生成します。TIOCA、TIOCC 端子からコンペアマッチ A、C によって TIOR の IOA3~IOA0、IOC3~IOC0 ビットで指定した出力を、また、コンペアマッチ B、D によって TIOR の IOB3~IOB0、IOD3~IOD0 ビットで指定した出力を行います。初期出力値は TGRA、TGRC に設定した値になります。ペアで使用する TGR の設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 1 では、最大 4 相の PWM 出力が可能です。

(2) PWM モード 2

TGR の 1 本を周期レジスタ、他の TGR をデューティレジスタを使用して PWM 出力を生成します。コンペアマッチによって、TIOR で指定した出力を行います。また、同期レジスタのコンペアマッチによるカウンタのクリアで各端子の出力値は TIOR で設定した初期値が出力されます。周期レジスタとデューティレジスタの設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 2 では、同期動作と併用することにより最大 7 相の PWM 出力が可能です。

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

PWM 出力端子とレジスタの対応を表 10.18 に示します。

表 10.18 各 PWM 出力のレジスタと出力端子

チャンネル	レジスタ	出力端子	
		PWM モード 1	PWM モード 2
0	TGRA_0	TIOCA0	TIOCA0
	TGRB_0		TIOCB0
	TGRC_0	TIOCC0	TIOCC0
	TGRD_0		TIOCD0
1	TGRA_1	TIOCA1	TIOCA1
	TGRB_1		TIOCB1
2	TGRA_2	TIOCA2	TIOCA2
	TGRB_2		TIOCB2

【注】 PWM モード 2 の時、周期を設定した TGR の PWM 出力はできません。

(a) PWM モードの設定手順例

PWM モードの設定手順例を図 10.21 に示します。

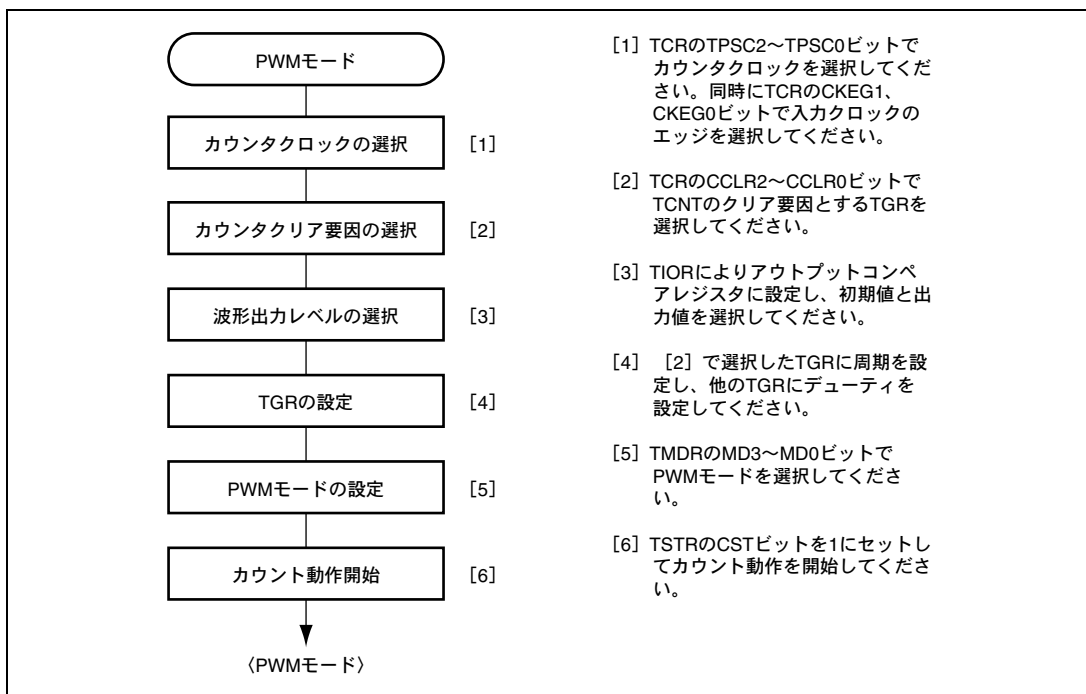


図 10.21 PWM モードの設定手順例

(b) PWM モードの動作例

PWM モード 1 の動作例を図 10.22 に示します。

この図は、TCNT のクリア要因を TGRA のコンペアマッチとし、TGRA の初期出力値と出力値を 0、TGRB の出力値を 1 に設定した場合の例です。

この場合、TGRA に設定した値が周期となり、TGRB に設定した値がデューティになります。

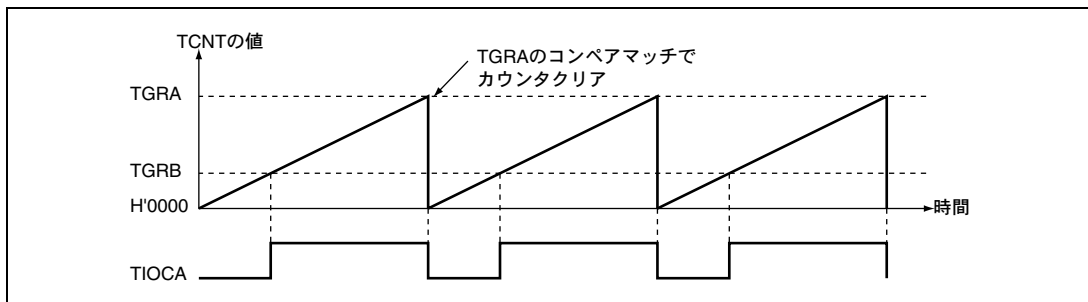


図 10.22 PWM モードの動作例 (1)

PWM モード 2 の動作例を図 10.23 に示します。

この図は、チャンネル 0 と 1 を同期動作させ、TCNT のクリア要因を TGRB_1 のコンペアマッチとし、他の TGR (TGRA_0~TGRD_0, TGRA_1) の初期出力値を 0、出力値を 1 に設定して 5 相の PWM 波形を出力させた場合の例です。

この場合、TGRB_1 に設定した値が周期となり、他の TGR に設定した値がデューティになります。

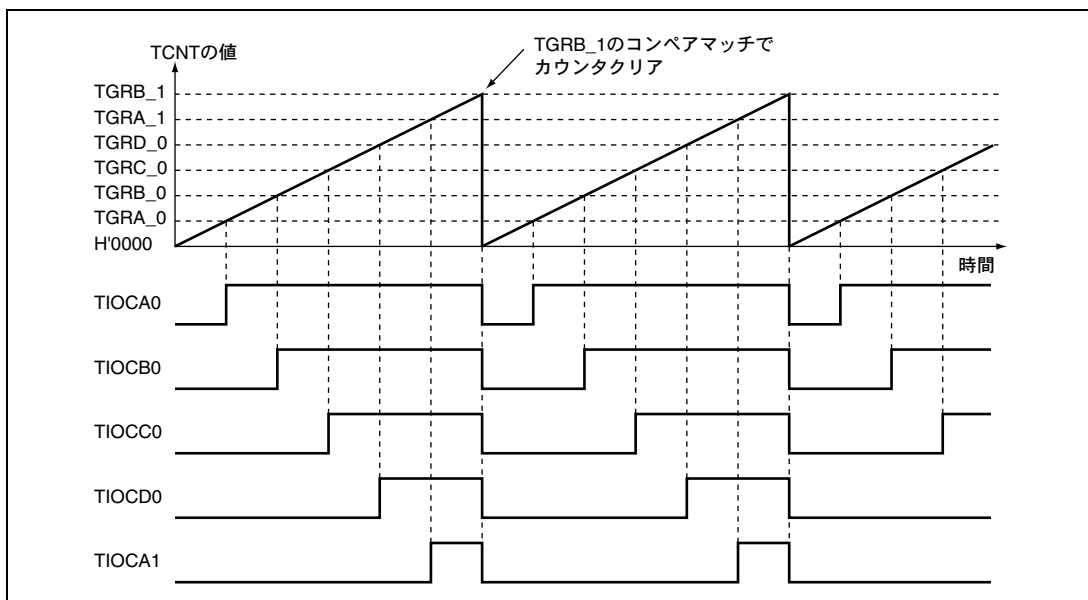


図 10.23 PWM モードの動作例 (2)

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

PWM モードで、デューティ 0%、デューティ 100% の PWM 波形を出力する例を図 10.24 に示します。

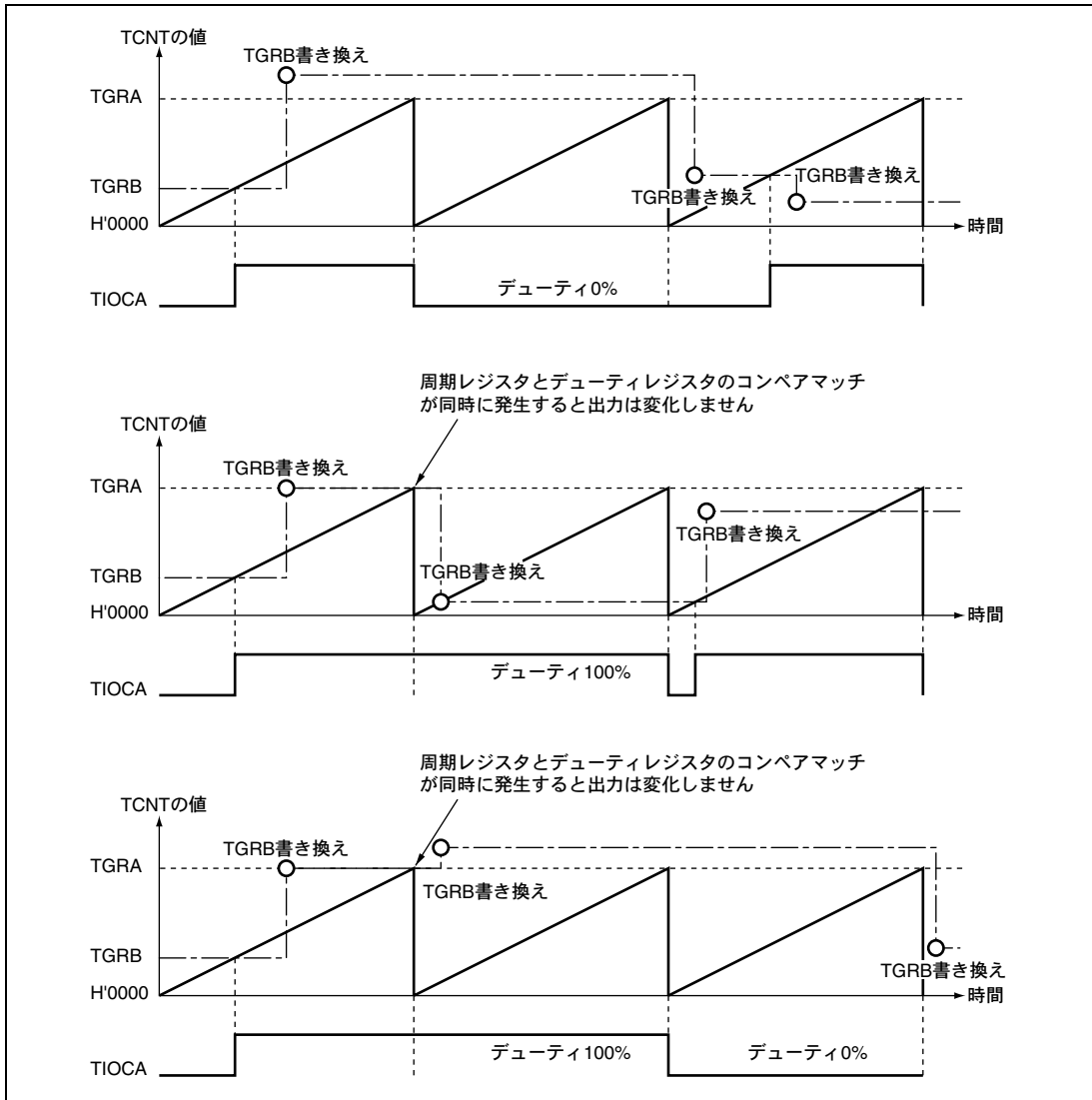


図 10.24 PWM モード動作例 (3)

10.5.5 位相計数モード

位相計数モードは、チャンネル 1、2 の設定により、2 本の外部クロック入力の位相差を検出し、TCNT をアップ／ダウンカウントします。

位相計数モードに設定すると、TCR の TPSC2～TPSC0 ビット、CKEG1、CKEG0 ビットの設定にかかわらずカウンタ入力クロックは外部クロックを選択し、TCNT はアップ／ダウンカウンタとして動作します。ただし、TCR の CCLR1、CCLR0 ビット、TIOR、TIER、TGR の機能は有効ですので、インプットキャプチャ／コンペアマッチ機能や割り込み機能は使用することができます。

TCNT がアップカウント時、オーバフローが発生するとすると TSR の TCFV フラグがセットされます。また、ダウンカウント時にアンダフローが発生すると、TCFU フラグがセットされます。

TSR の TCFD ビットはカウント方向フラグです。TCFD フラグをリードすることにより、TCNT がアップカウントしているかダウンカウントしているかを確認することができます。

表 10.19 に外部クロック端子とチャンネルの対応を示します。

表 10.19 位相計数モードクロック入力端子

チャンネル	外部クロック端子	
	A 相	B 相
チャンネル 1 を位相計数モードとするとき	TCLKA	TCLKB
チャンネル 2 を位相計数モードとするとき	TCLKC	TCLKD

(1) 位相計数モードの設定手順例

位相計数モードの設定手順例を図 10.25 に示します。

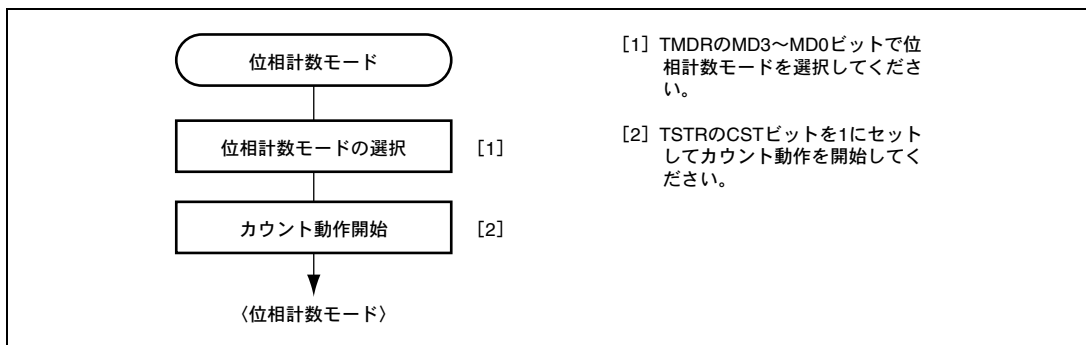


図 10.25 位相計数モードの設定手順例

10. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

(2) 位相計数モードの動作例

位相計数モードでは、2本の外部クロックの位相差でTCNTがアップ/ダウンカウントします。また、カウント条件により4つのモードがあります。

(a) 位相計数モード1

位相計数モード1の動作例を図10.26に、TCNTのアップ/ダウンカウント条件を表10.20に示します。

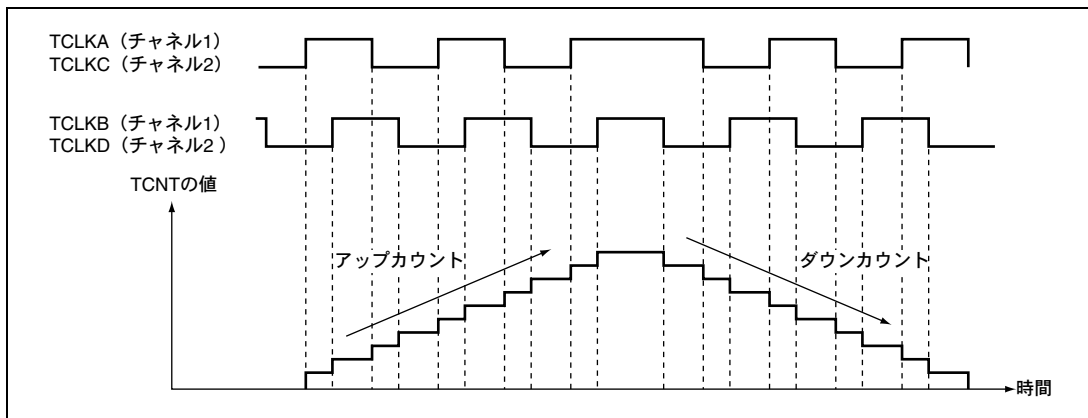


図 10.26 位相計数モード1の動作例

表 10.20 位相計数モード1のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル1) TCLKC (チャンネル2)	TCLKB (チャンネル1) TCLKD (チャンネル2)	動作内容
High レベル	↑	アップカウント
Low レベル	↓	
↑	Low レベル	
↓	High レベル	
High レベル	↓	ダウンカウント
Low レベル	↑	
↑	High レベル	
↓	Low レベル	

【記号説明】

↑ : 立ち上がりエッジ

↓ : 立ち下がりエッジ

(b) 位相計数モード 2

位相計数モード 2 の動作例を図 10.27 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.21 に示します。

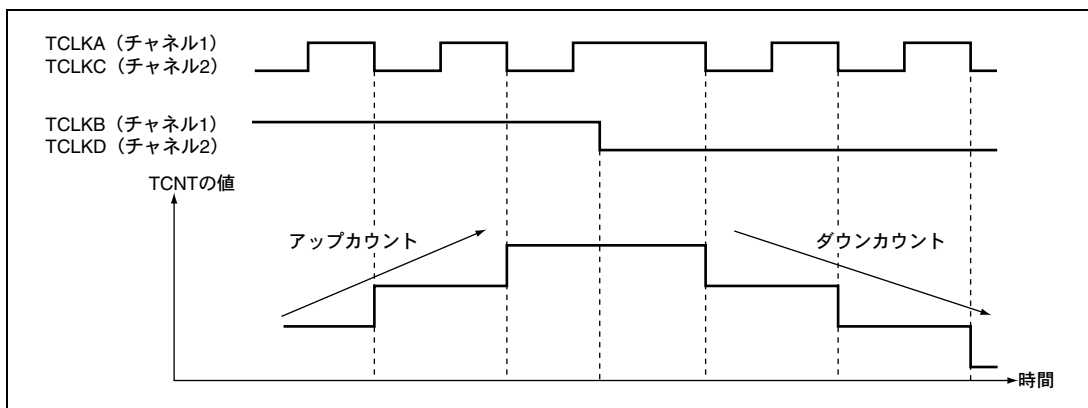


図 10.27 位相計数モード 2 の動作例

表 10.21 位相計数モード 2 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1) TCLKC (チャンネル 2)	TCLKB (チャンネル 1) TCLKD (チャンネル 2)	動作内容
High レベル	\uparrow	Don't care
Low レベル	\downarrow	Don't care
\uparrow	Low レベル	Don't care
\downarrow	High レベル	アップカウント
High レベル	\downarrow	Don't care
Low レベル	\uparrow	Don't care
\uparrow	High レベル	Don't care
\downarrow	Low レベル	ダウンカウント

【記号説明】

\uparrow : 立ち上がりエッジ

\downarrow : 立ち下がりエッジ

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

(c) 位相計数モード3

位相計数モード3の動作例を図10.28に、TCNTのアップ/ダウンカウント条件を表10.22に示します。

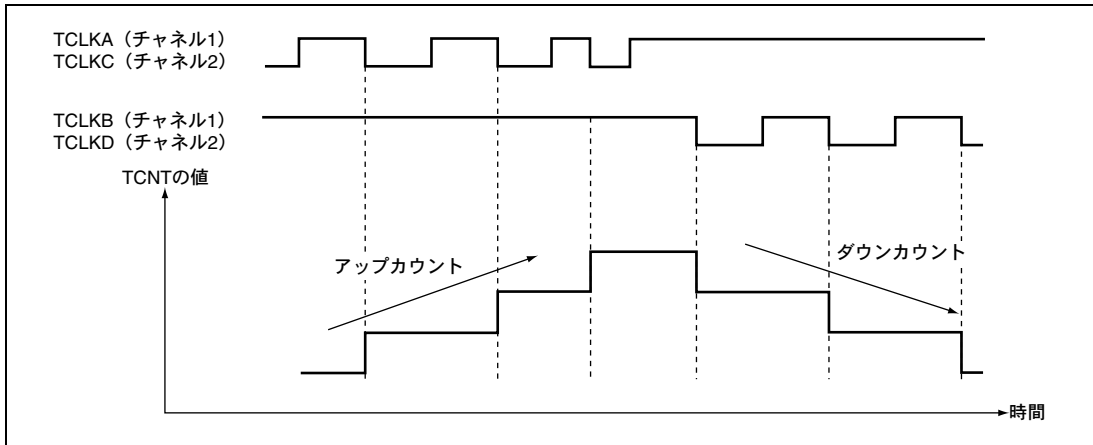


図 10.28 位相計数モード3の動作例

表 10.22 位相計数モード3のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル1) TCLKC (チャンネル2)	TCLKB (チャンネル1) TCLKD (チャンネル2)	動作内容
High レベル	┆┆	Don't care
Low レベル	┆┆	Don't care
┆┆	Low レベル	Don't care
┆┆	High レベル	アップカウント
High レベル	┆┆	ダウンカウント
Low レベル	┆┆	Don't care
┆┆	High レベル	Don't care
┆┆	Low レベル	Don't care

【記号説明】

┆┆ : 立ち上がりエッジ

┆┆ : 立ち下がりエッジ

(d) 位相計数モード 4

位相計数モード 4 の動作例を図 10.29 に、TCNT のアップ/ダウンカウント条件を表 10.23 に示します。

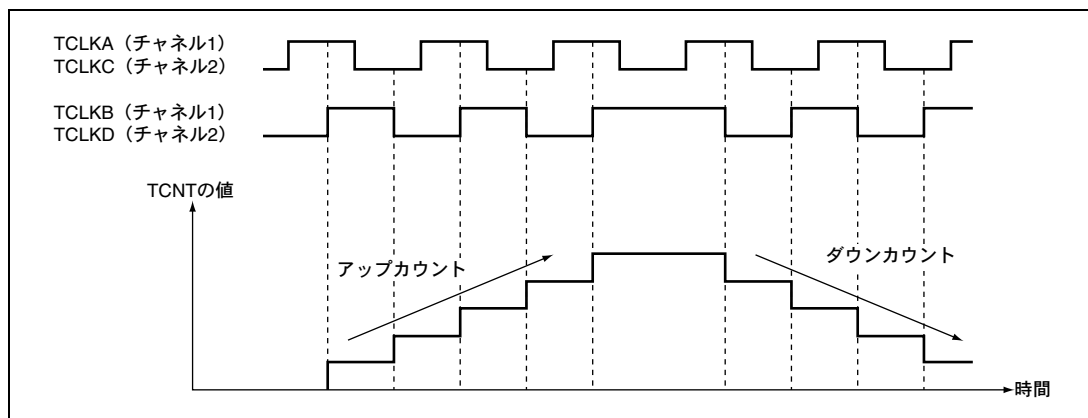


図 10.29 位相計数モード 4 の動作例

表 10.23 位相計数モード 4 のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1) TCLKC (チャンネル 2)	TCLKB (チャンネル 1) TCLKD (チャンネル 2)	動作内容
High レベル	⏏	アップカウント
Low レベル	⏚	
⏏	Low レベル	Don't care
⏚	High レベル	
High レベル	⏚	ダウンカウント
Low レベル	⏏	
⏏	High レベル	Don't care
⏚	Low レベル	

【記号説明】

⏏ : 立ち上がりエッジ

⏚ : 立ち下がりエッジ

10.6 割り込み要因

10.6.1 割り込み要因と優先順位


TPUの割り込み要因には、TGRのインプットキャプチャ/コンペアマッチ、TCNTのオーバフロー、アンダフローの3種類があります。各割り込み要因は、それぞれ専用のステータスフラグと、許可/禁止ビットを持っているため、割り込み要求信号の発生を独立に許可または禁止することができます。

割り込み要因が発生すると、TSRの対応するステータスフラグが1にセットされます。このときTIERの対応する許可/禁止ビットが1にセットされていれば、割り込みを要求します。ステータスフラグを0にクリアすることで割り込み要求は解除されます。

チャンネル間の優先順位は、割り込みコントローラにより変更可能です。チャンネル内の優先順位は固定です。詳細は「第5章 割り込みコントローラ」を参照してください。

表 10.24 に TPU の割り込み要因の一覧を示します。

表 10.24 TPU 割り込み一覧

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位*
0	TGI0A	TGRA_0のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFA	高  低
	TGI0B	TGRB_0のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFB	
	TGI0C	TGRC_0のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFC	
	TGI0D	TGRD_0のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFD	
	TCI0V	TCNT_0のオーバフロー	TCFV	
1	TGI1A	TGRA_1のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFA	
	TGI1B	TGRB_1のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFB	
	TCI1V	TCNT_1のオーバフロー	TCFV	
	TCI1U	TCNT_1のアンダフロー	TCFU	
2	TGI2A	TGRA_2のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFA	
	TGI2B	TGRB_2のインプットキャプチャ/コンペアマッチ	TGFB	
	TCI2V	TCNT_2のオーバフロー	TCFV	
	TCI2U	TCNT_2のアンダフロー	TCFU	

【注】 * リセット直後の初期状態について示しています。チャンネル間の優先順位は割り込みコントローラにより変更可能です。

(1) インプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込み

各チャンネルのTGRのインプットキャプチャ/コンペアマッチの発生により、TSRのTGFフラグが1にセットされたとき、TIERのTGIEビットが1にセットされていれば、割り込みを要求します。TGFフラグを0にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPUには、チャンネル0に各4本、チャンネル1、2に各2本、計8本のインプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みがあります。

(2) オーバフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のオーバフローの発生により、TSR の TCFV フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEV ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFV フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、各チャンネルに 1 本、計 3 本のオーバフロー割り込みがあります。

(3) アンダフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のアンダフローの発生により、TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEU ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFU フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 1、2 に各 1 本、計 2 本のアンダフロー割り込みがあります。

10.6.2 A/D 変換器の起動

各チャンネルの TGRA のインプットキャプチャ/コンペアマッチによって、A/D 変換器を起動できます。

各チャンネルの TGRA のインプットキャプチャ/コンペアマッチの発生により、TSR の TGFA フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TTGE ビットが 1 にセットされていれば、A/D 変換器に対して A/D 変換の開始を要求します。このとき A/D 変換器側で、TPU の変換開始トリガが選択されていれば、A/D 変換が開始されます。

TPU では、各チャンネル 1 本、計 3 本の TGRA のインプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込みを A/D 変換器の変換開始要因とすることができます。

10.7 動作タイミング

10.7.1 入出カタイミング

(1) TCNT のカウントタイミング

内部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 10.30 に示します。また、外部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 10.31 に示します。

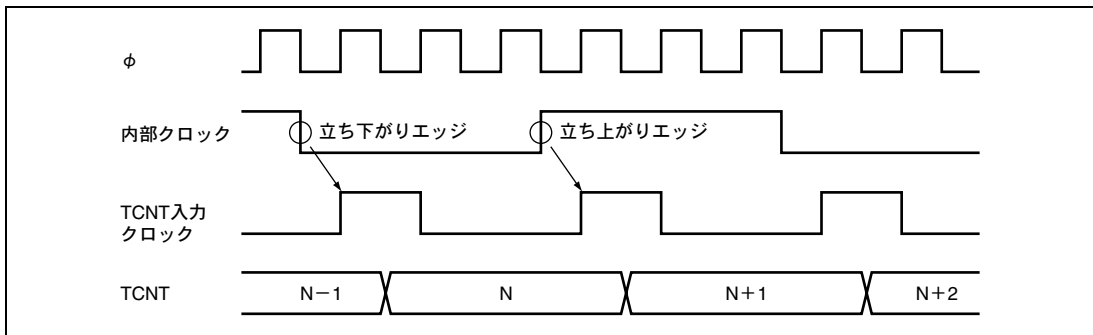


図 10.30 内部クロック動作時のカウントタイミング

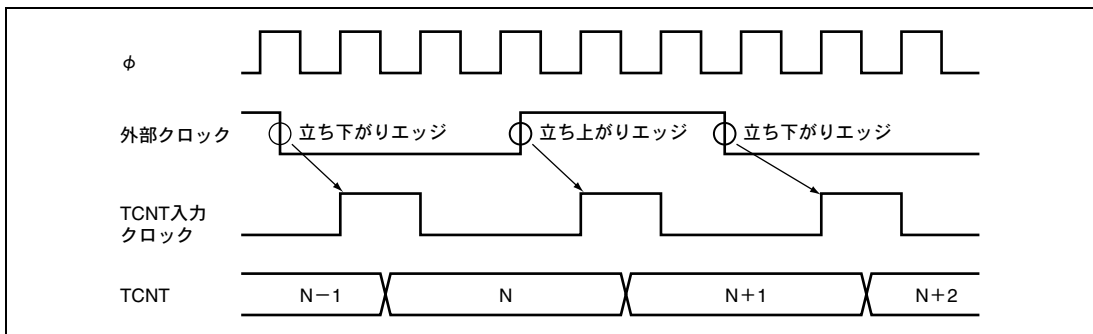


図 10.31 外部クロック動作時のカウントタイミング

(2) アウトプットコンペア出力タイミング

コンペアマッチ信号は、TCNT と TGR が一致した最後のステート (TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング) で発生します。コンペアマッチ信号が発生したとき、TIOR で設定した出力値がアウトプットコンペア出力端子 (TIOC 端子) に出力されます。TCNT と TGR が一致した後、TCNT 入力クロックが発生するまで、コンペアマッチ信号は発生しません。

アウトプットコンペア出力タイミングを図 10.32 に示します。

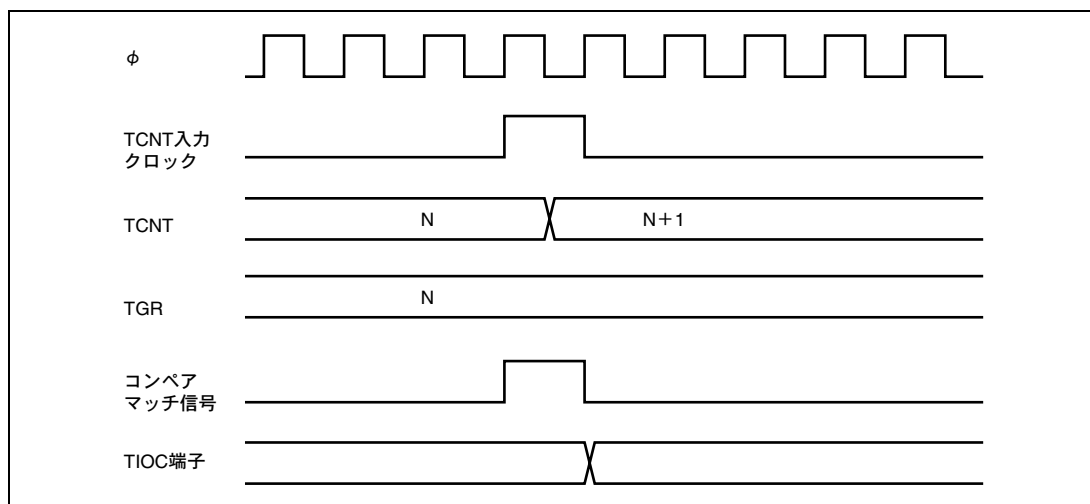


図 10.32 アウトプットコンペア出力タイミング

(3) インพุットキャプチャ信号タイミング

インพุットキャプチャのタイミングを図 10.33 に示します。

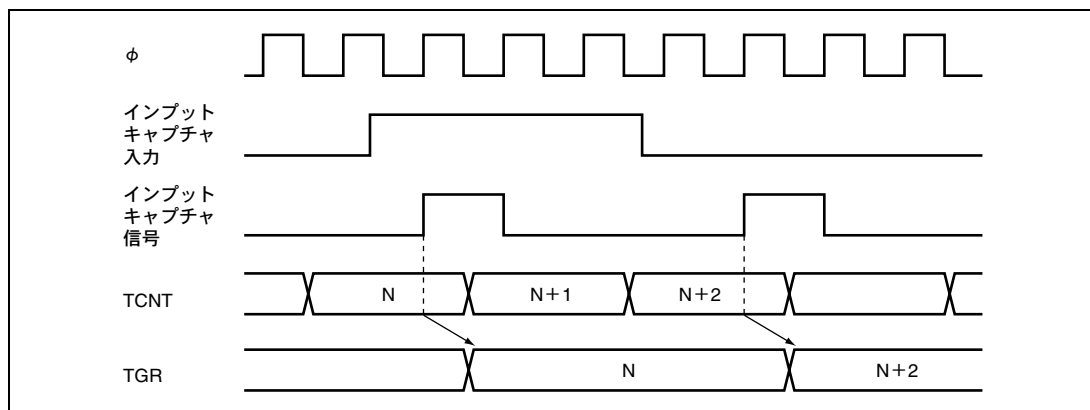


図 10.33 インพุットキャプチャ入力信号タイミング

10. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

(4) コンペアマッチ/インプットキャプチャによるカウンタクリアタイミング

コンペアマッチの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.34 に示します。

インプットキャプチャの発生によるカウンタクリアを指定した場合のタイミングを図 10.35 に示します。

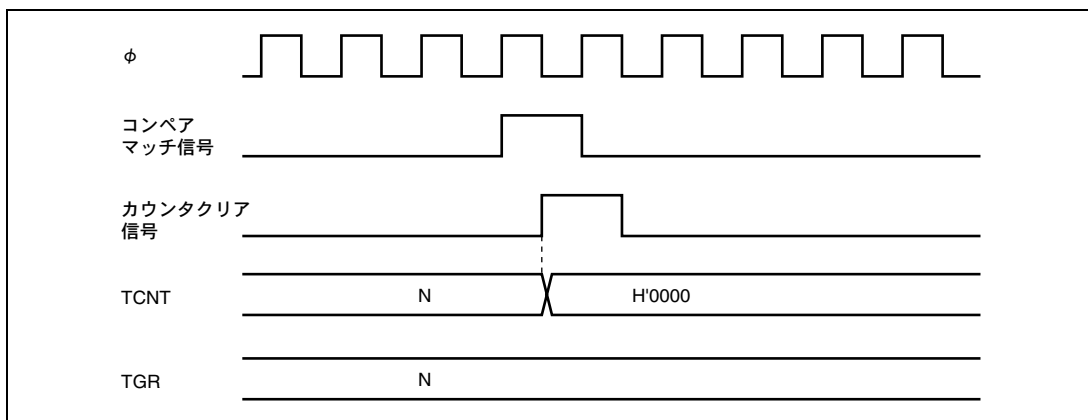


図 10.34 カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)

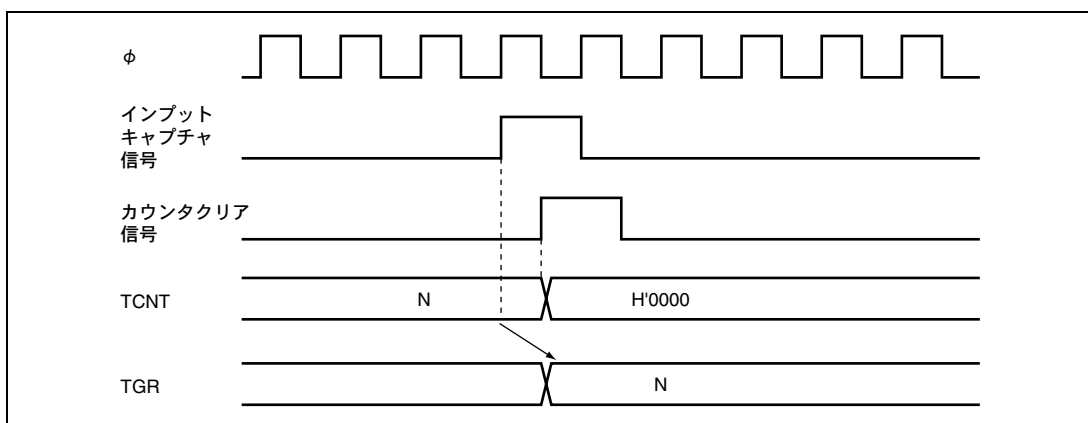


図 10.35 カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)

(5) バッファ動作タイミング

バッファ動作の場合のタイミングを図 10.36、図 10.37 に示します。

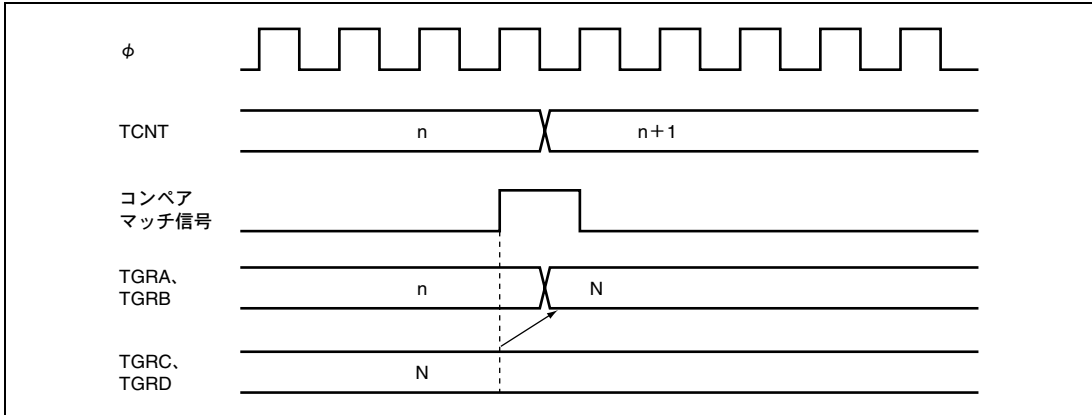


図 10.36 バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)

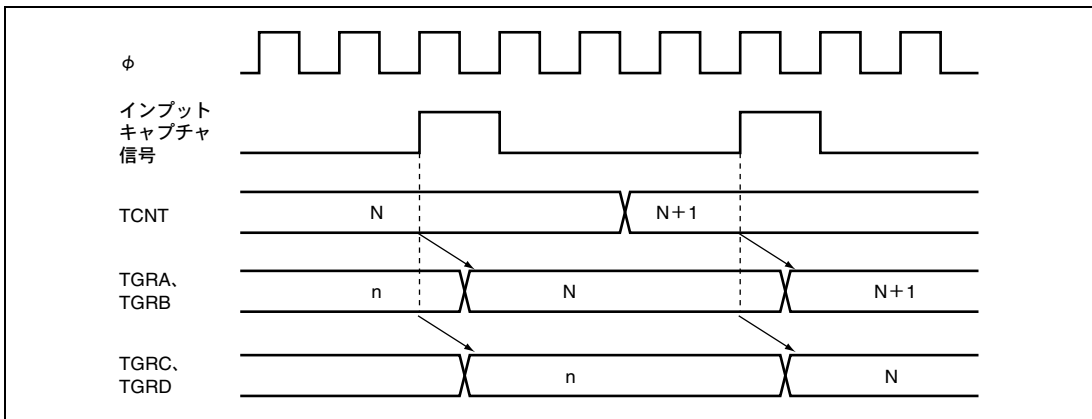


図 10.37 バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)

10.7.2 割り込み信号タイミング

(1) コンペアマッチ時の TGF フラグのセットタイミング

コンペアマッチの発生による TSR の TGF フラグのセットタイミングと、TGI 割り込み要求信号のタイミングを図 10.38 に示します。

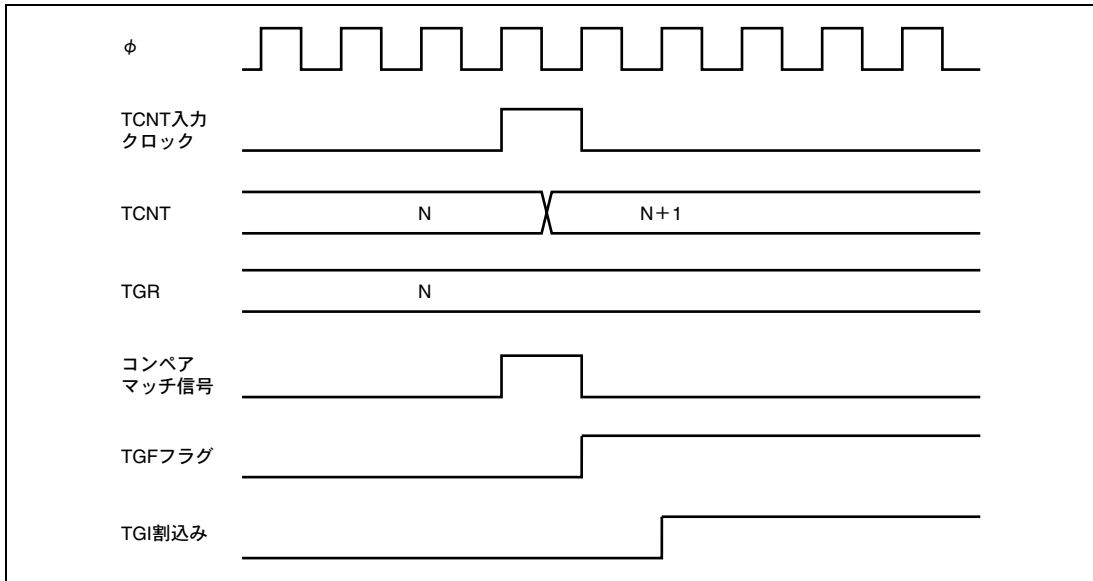


図 10.38 TGI 割り込みタイミング (コンペアマッチ)

(2) インพุットキャプチャ時の TGF フラグのセットタイミング

インพุットキャプチャの発生による TSR の TGF フラグのセットタイミングと、TGI 割り込み要求信号のタイミングを図 10.39 に示します。

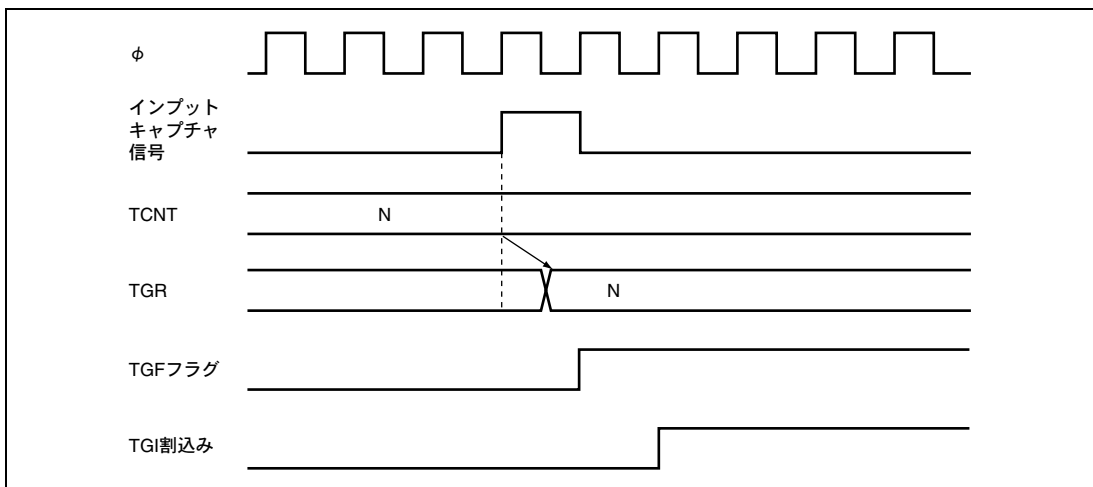


図 10.39 TGI 割り込みタイミング (インพุットキャプチャ)

(3) TCFV フラグ/TCFU フラグのセットタイミング

オーバーフローの発生による TSR の TCFV フラグのセットタイミングと、TCIV 割り込み要求信号のタイミングを図 10.40 に示します。

アンダフローの発生による TSR の TCFU フラグのセットタイミングと、TCIU 割り込み要求信号のタイミングを図 10.41 に示します。

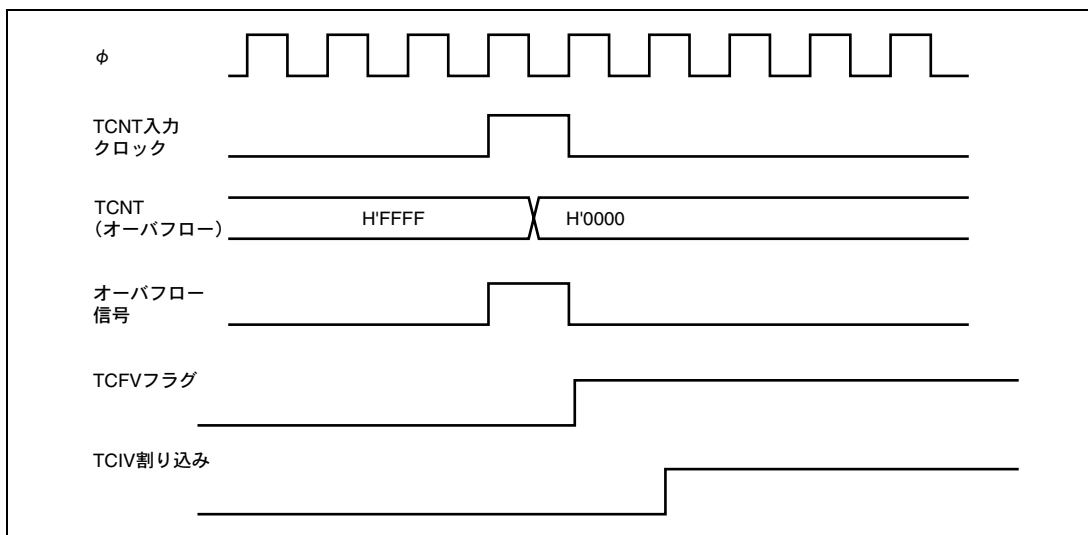


図 10.40 TCIV 割り込みのセットタイミング

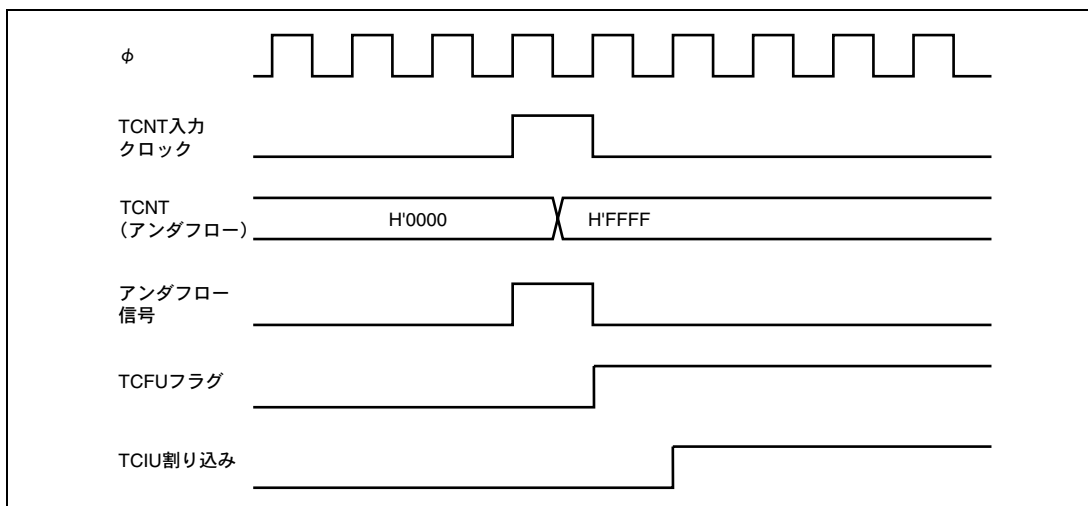


図 10.41 TCIU 割り込みのセットタイミング

(4) ステータスフラグのクリアタイミング

ステータスフラグはCPUが1の状態をリードした後、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10.42に示します。

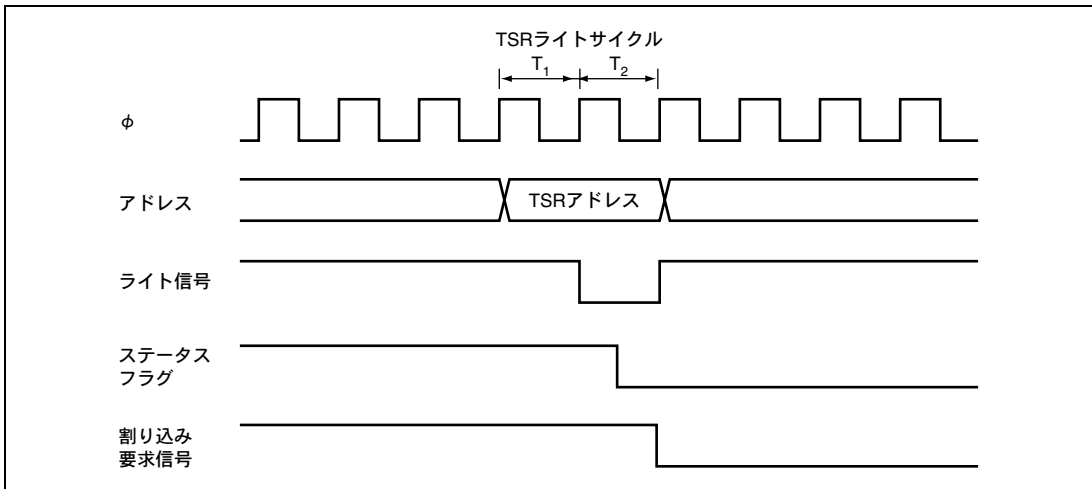


図 10.42 CPU によるステータスフラグのクリアタイミング

10.8 使用上の注意事項

10.8.1 入力クロックの制限事項

入力クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステートクロック以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上が必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんのでご注意ください。

位相計数モードの場合は、2 本の入力クロックの位相差およびオーバーラップはそれぞれ 1.5 ステート以上、パルス幅は 2.5 ステート以上必要です。位相計数モードの入力クロックの条件を図 10.43 に示します。

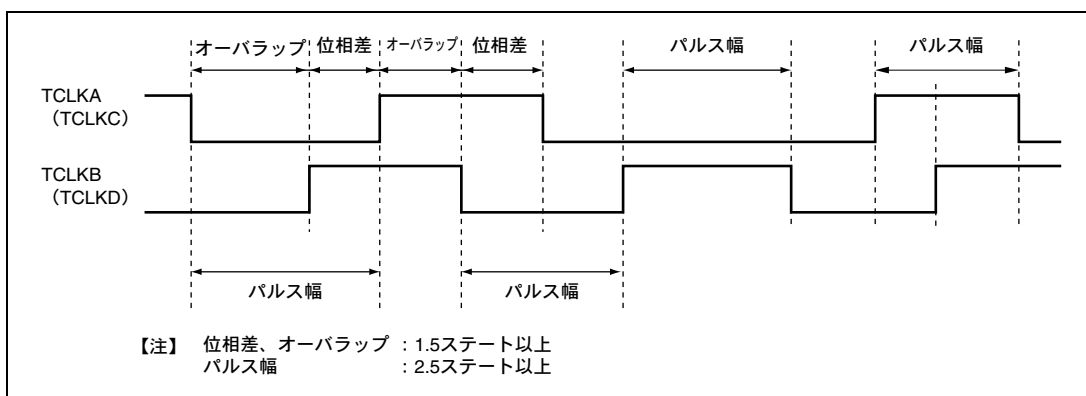


図 10.43 位相計数モード時の位相差、オーバーラップ、およびパルス幅

10.8.2 周期設定上の注意事項

コンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、TCNT は TGR の値と一致した最後のステート（TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング）でクリアされます。このため、実際のカウンタの周波数は次の式のようになります。

$$f = \frac{\phi}{(N+1)}$$

f : カウンタ周波数

ϕ : 動作周波数

N : TGR の設定値

10.8.3 TCNT のライトとクリアの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウンタクリア信号が発生すると、TCNT へのライトは行われずに TCNT のクリアが優先されます。

このタイミングを図 10.44 に示します。

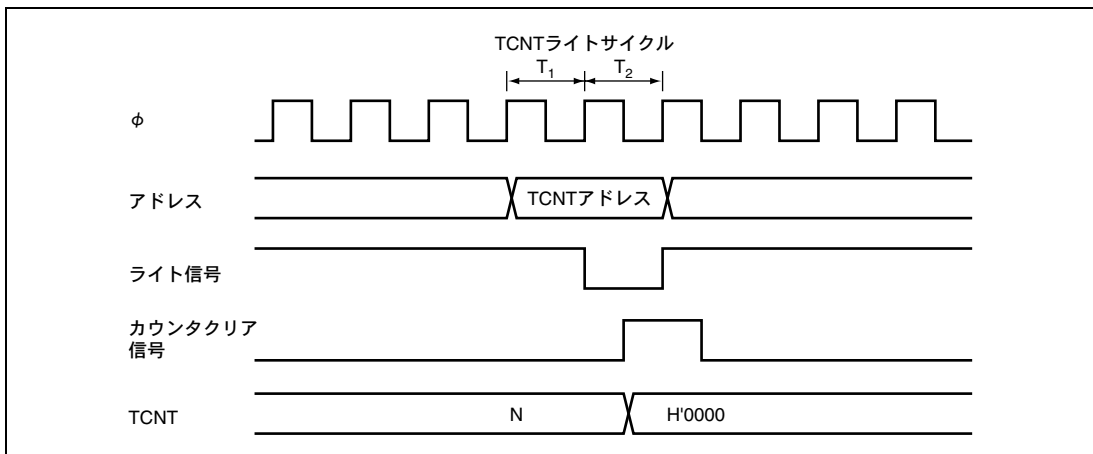


図 10.44 TCNT のライトとクリアの競合

10.8.4 TCNT のライトとカウントアップの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生してもカウントアップされず、TCNT へのライトが優先されます。

このタイミングを図 10.45 に示します。

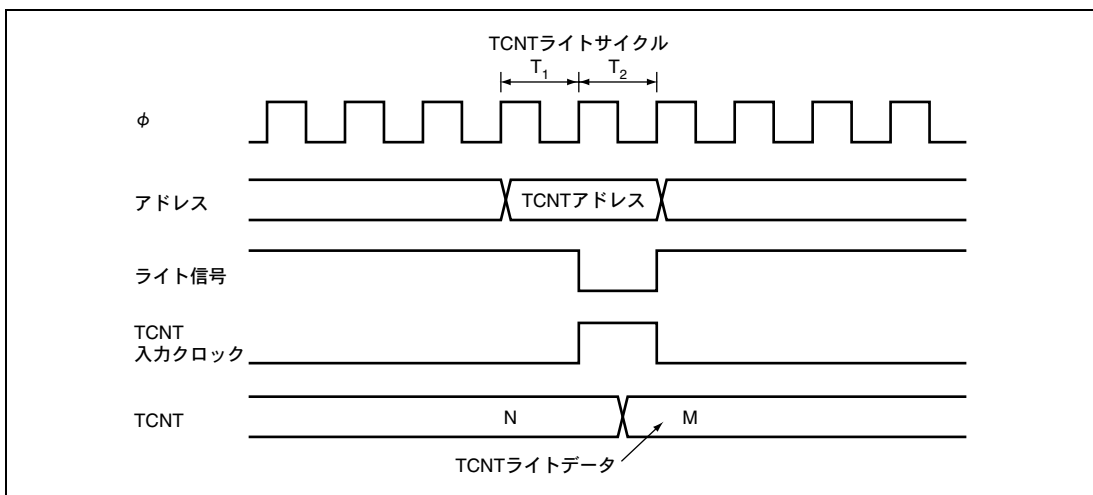


図 10.45 TCNT のライトとカウントアップの競合

10.8.5 TGR のライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生しても TGR のライトが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。前回と同じ値をライトした場合でもコンペアマッチは発生しません。

このタイミングを図 10.46 に示します。

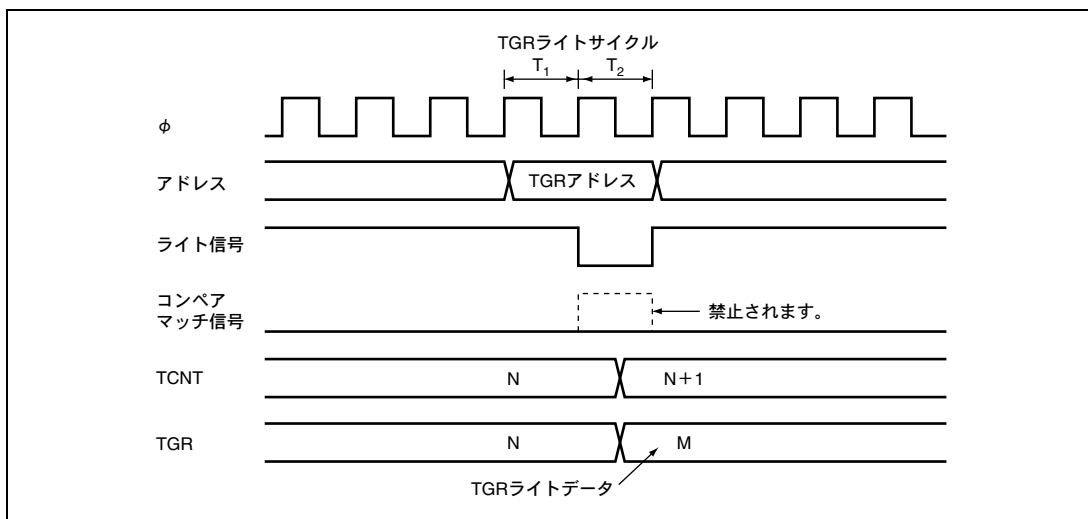


図 10.46 TGR のライトとコンペアマッチの競合

10.8.6 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生すると、バッファ動作によって TGR に転送されるデータはライトデータとなります。

このタイミングを図 10.47 に示します。

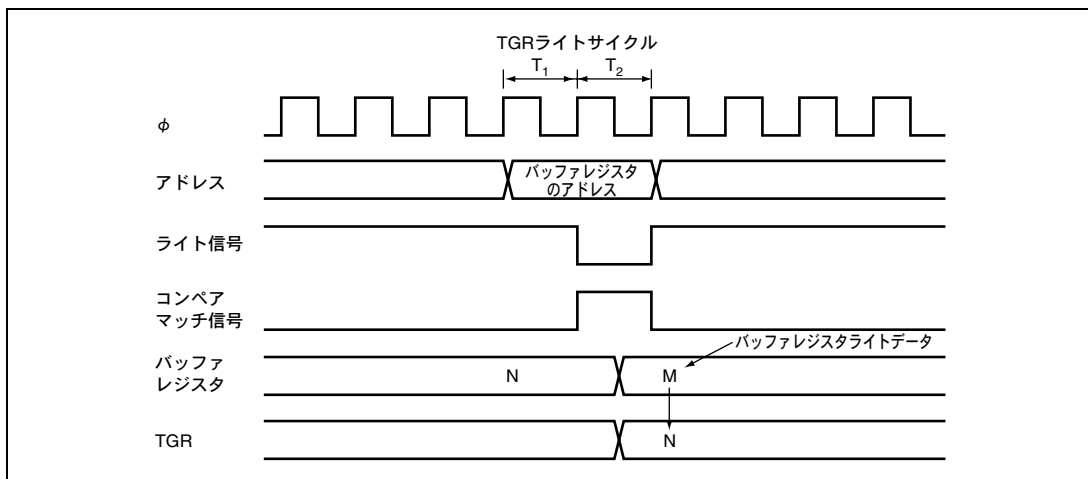


図 10.47 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

10.8.7 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

TGR のリードサイクル中の T_1 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、リードされるデータはインプットキャプチャ転送後のデータとなります。

このタイミングを図 10.48 に示します。

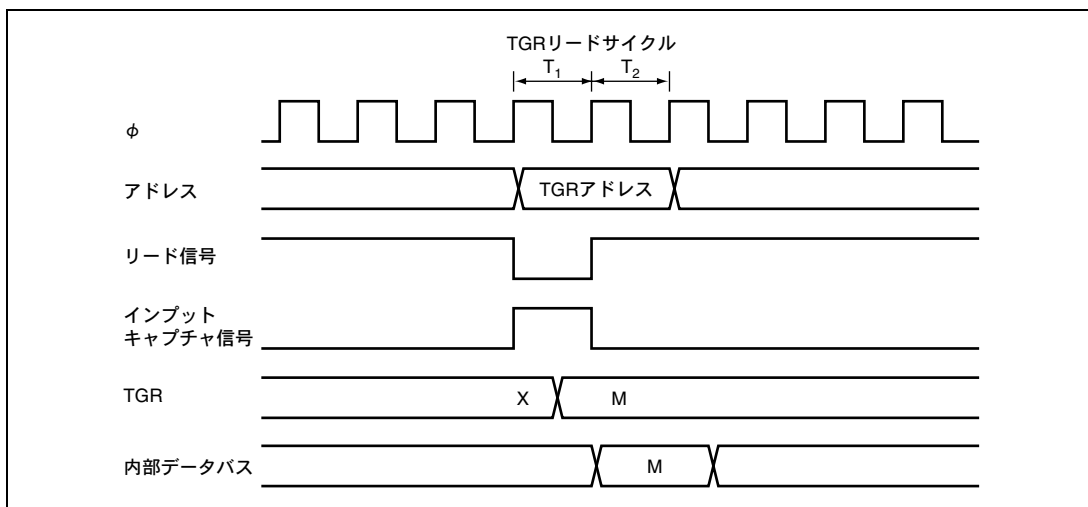


図 10.48 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

10.8.8 TGR のライトとインプットキャプチャの競合

TGR のライトサイクル中の T_2 ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、TGR へのライトは行われず、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 10.49 に示します。

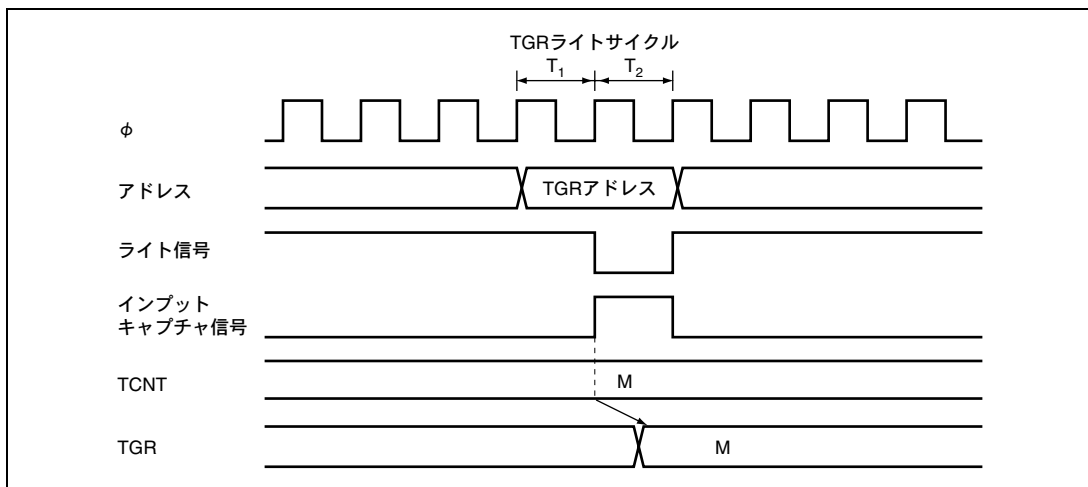


図 10.49 TGR のライトとインプットキャプチャの競合

10.8.9 バッファレジスタのライトと入力キャプチャの競合

バッファレジスタのライトサイクル中の T_2 ステートで入力キャプチャ信号が発生すると、バッファレジスタへのライトは行われず、バッファ動作が優先されます。このタイミングを図 10.50 に示します。

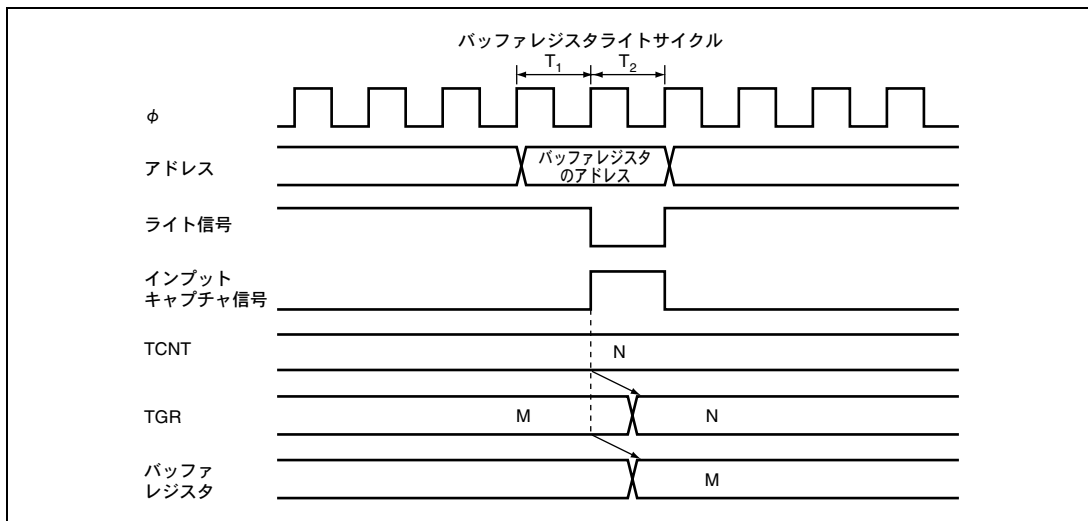


図 10.50 バッファレジスタのライトと入力キャプチャの競合

10.8.10 オーバフロー／アンダフローとカウンタクリアの競合

オーバフロー／アンダフローとカウンタクリアが同時に発生すると、TSR の TCFV / TCFU フラグはセットされず、TCNT のクリアが優先されます。

TGR のコンペアマッチをクリア要因とし、TGR に H'FFFF を設定した場合の動作タイミングを図 10.51 に示します。

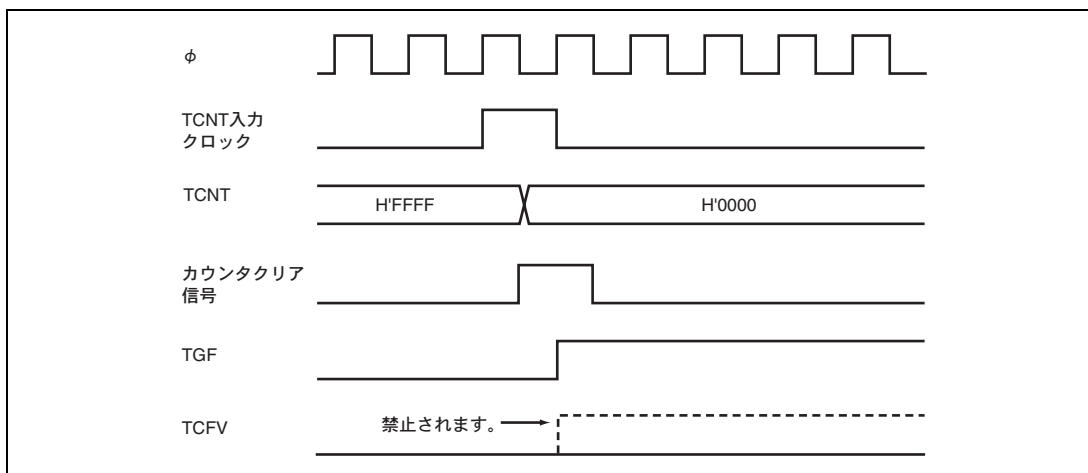


図 10.51 オーバフローとカウンタクリアの競合

10.8.11 TCNTのライトとオーバーフロー/アンダフローの競合

TCNTのライトサイクル中のT₂ステートでカウントアップ/カウントダウンが発生し、オーバーフロー/アンダフローが発生してもTCNTへのライトが優先され、TSRのTCFV/TCFUフラグはセットされません。

TCNTのライトとオーバーフロー競合時の動作タイミングを図10.52に示します。

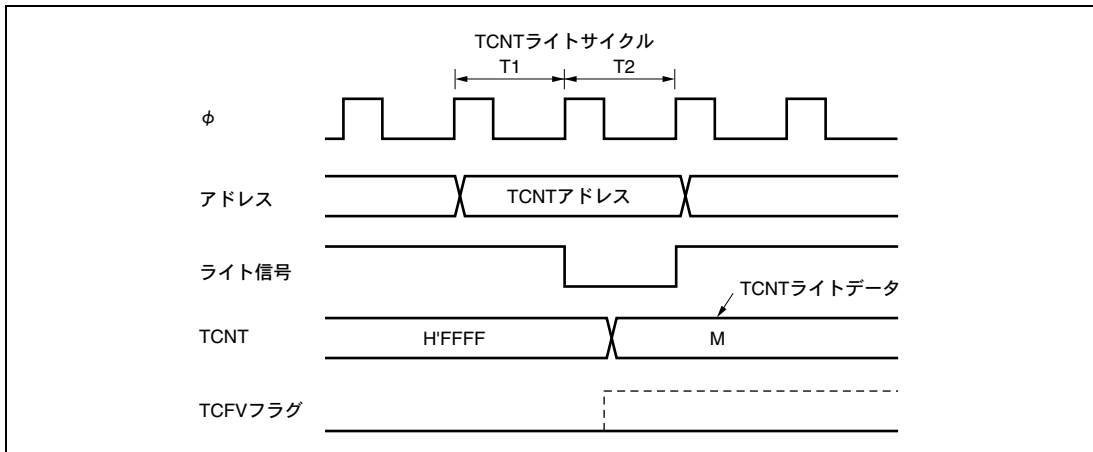


図 10.52 TCNTのライトとオーバーフローの競合

10.8.12 入出力端子の兼用

本LSIでは、TCLKA入力とTIOCC0入出力、TCLKB入力とTIOCD0入出力、TCLKC入力とTIOCBI入出力、TCLKD入力とTIOCB2入出力の端子がそれぞれ兼用になっています。外部クロックを入力する場合には、兼用されている端子からコンペアマッチ出力を行わないでください。

10.8.13 モジュールストップモード時の設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、TPUの動作停止/許可を設定することが可能です。初期値ではTPUの動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は「第21章 低消費電力状態」を参照してください。

11. 8ビットタイマ (TMR)

本 LSI は、8 ビットのカウンタをベースにした 4 チャンネルの 8 ビットタイマ (TMR_0、TMR_1、TMR_Y、TMR_X) を内蔵しています。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、多機能タイマとして種々の応用が可能です。

11.1 特長

- クロックを選択可能
6種類の内部クロックと、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。
- 2つのコンペアマッチ信号の組み合わせでタイマ出力を制御
独立に動作可能な2つのコンペアマッチ信号の組み合わせによって、任意のデューティのパルス出力やPWM出力など種々の応用が可能です。
- 2チャンネルのカスケード接続が可能
TMR_0、TMR_1のカスケード接続：
TMR_0を上位、TMR_1を下位とする16ビットタイマとして動作可能です。(16ビットカウントモード)
TMR_1はTMR_0のコンペアマッチをカウント可能です。(コンペアマッチカウントモード)
TMR_Y、TMR_Xのカスケード接続：
TMR_Yを上位、TMR_Xを下位とする16ビットタイマとして動作可能です。(16ビットカウントモード)
TMR_XはTMR_Yのコンペアマッチをカウント可能です。(コンペアマッチカウントモード)
- 複数の割り込み要因
TMR_0、TMR_1、TMR_Y：コンペアマッチA、コンペアマッチB、オーバフローの3種類があります。
TMR_X：コンペアマッチA、コンペアマッチB、オーバフロー、インプットキャプチャの4種類があります。

11. 8ビットタイマ (TMR)

8ビットタイマのブロック図を図11.1、図11.2に示します。

TMR_Xには、インプットキャプチャ機能が追加されています。

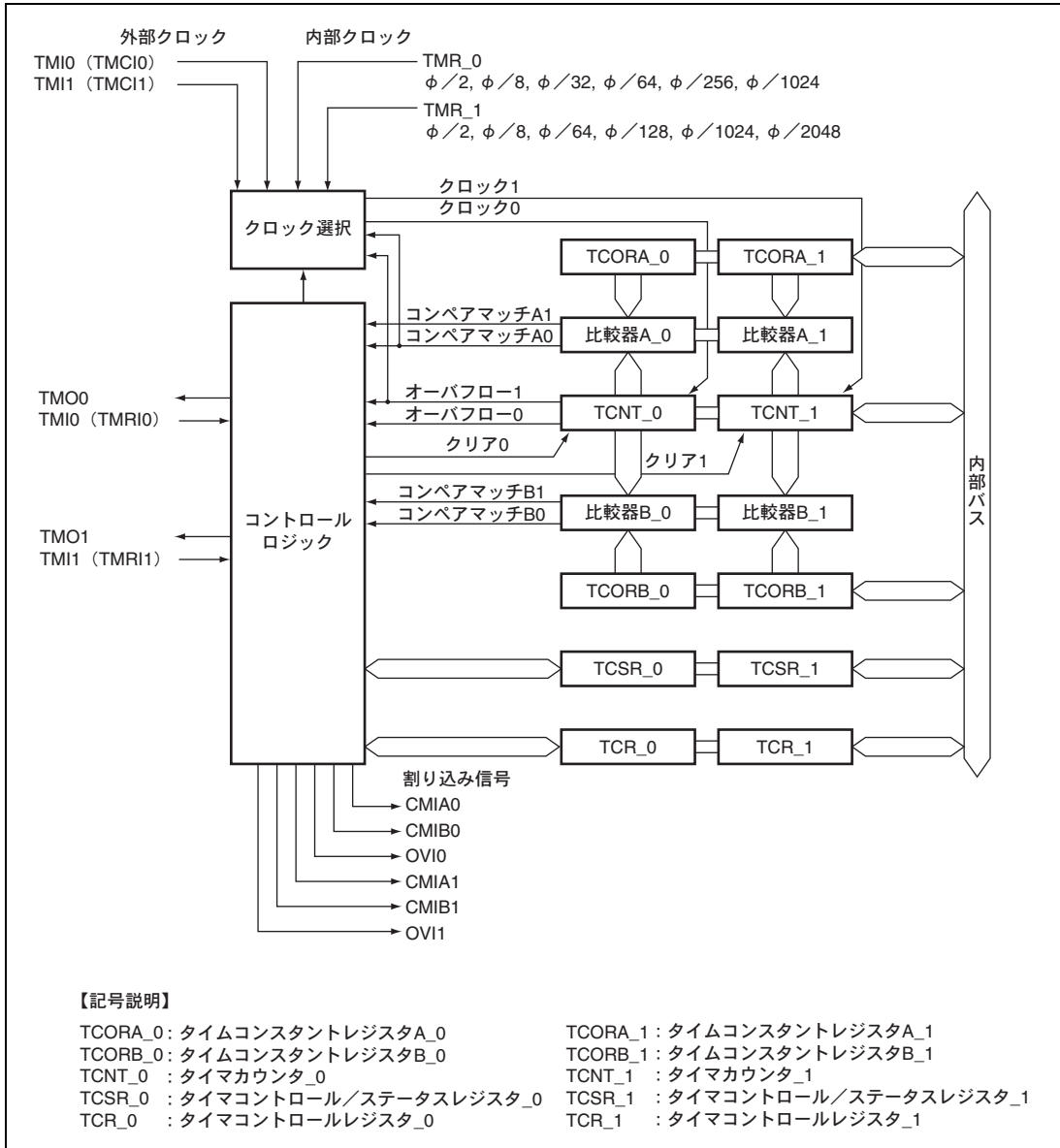


図 11.1 8ビットタイマ (TMR_0, TMR_1) のブロック図

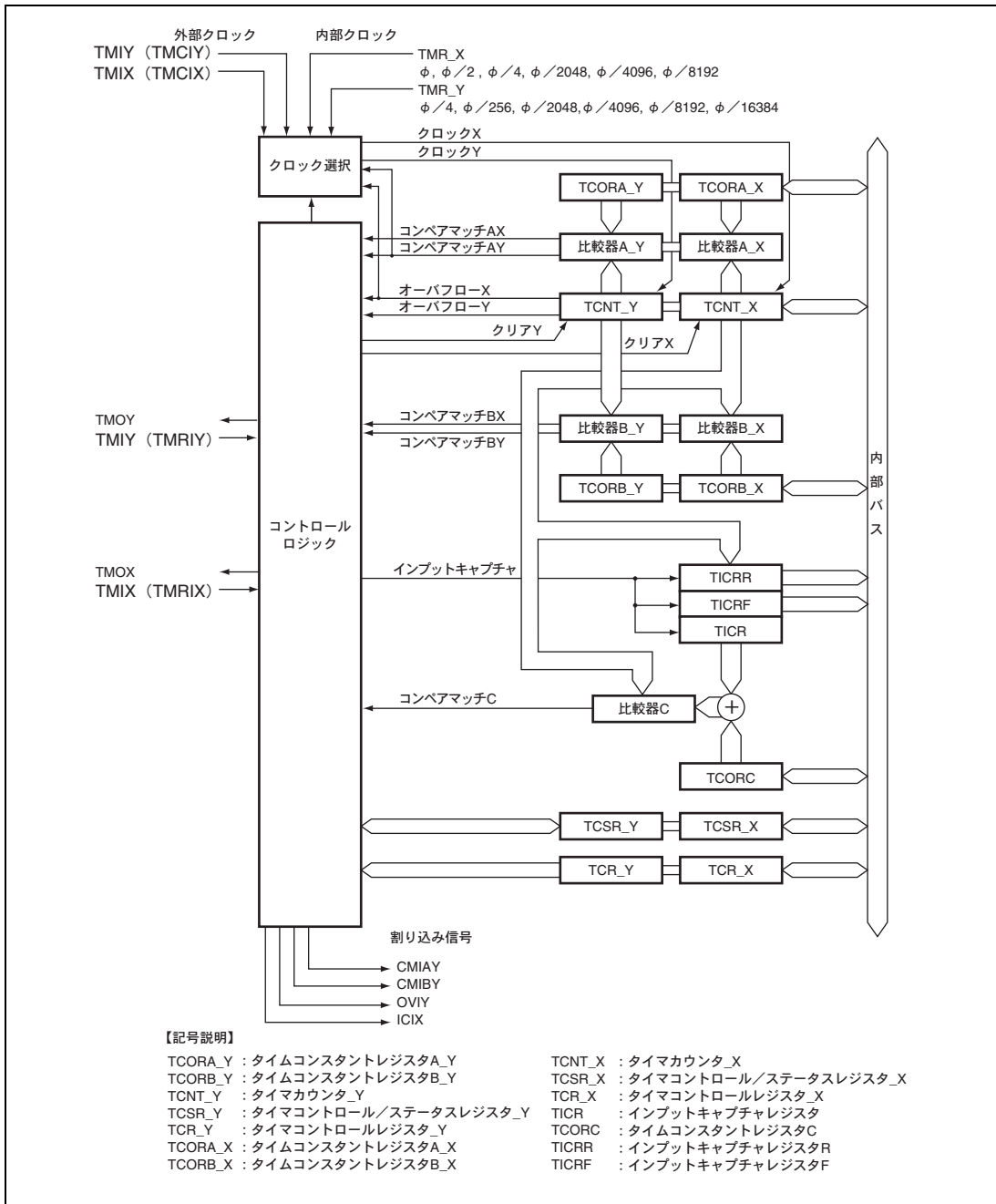


図 11.2 8ビットタイマ (TMR_Y、TMR_X) のブロック図

11. 8ビットタイマ (TMR)

11.2 入出力端子

TMR の入出力端子を表 11.1 に示します。

表 11.1 端子構成

チャンネル	名 称	記号	入出力	機 能
TMR_0	タイマ出力端子	TMO0	出力	コンペアマッチ出力
	タイマクロック/ リセット入力端子	TMI0 (TMCIO/TMRI0)	入力	カウンタ外部クロック入力/リセット入力
TMR_1	タイマ出力端子	TMO1	出力	コンペアマッチ出力
	タイマクロック/ リセット入力端子	TMI1 (TMC11/TMRI1)	入力	カウンタ外部クロック入力/リセット入力
TMR_Y	タイマクロック/ リセット入力端子	TMIY (TMC1Y/TMRIY)	入力	カウンタ外部クロック入力/リセット入力
	タイマ出力端子	TMOY	出力	コンペアマッチ出力
TMR_X	タイマ出力端子	TMOX	出力	コンペアマッチ出力
	タイマクロック/ リセット入力端子	TMIX (TMC1X/TMRIX)	入力	カウンタ外部クロック入力/リセット入力

11.3 レジスタの説明

TMR には以下のレジスタがあります。なお、シリアルタイマコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイマコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。

TMR_0

- タイマカウンタ_0 (TCNT_0)
- タイムコンスタントレジスタA_0 (TCORA_0)
- タイムコンスタントレジスタB_0 (TCORB_0)
- タイマコントロールレジスタ_0 (TCR_0)
- タイマコントロール/ステータスレジスタ_0 (TCSR_0)

TMR_1

- タイマカウンタ_1 (TCNT_1)
- タイムコンスタントレジスタA_1 (TCORA_1)
- タイムコンスタントレジスタB_1 (TCORB_1)
- タイマコントロールレジスタ_1 (TCR_1)
- タイマコントロール/ステータスレジスタ_1 (TCSR_1)

TMR_Y

- タイマカウンタ_Y (TCNT_Y)
- タイムコンスタントレジスタA_Y (TCORA_Y)
- タイムコンスタントレジスタB_Y (TCORB_Y)
- タイマコントロールレジスタ_Y (TCR_Y)
- タイマコントロール/ステータスレジスタ_Y (TCSR_Y)
- タイマコネクションレジスタS (TCONRS)

TMR_X

- タイマカウンタ_X (TCNT_X)
- タイムコンスタントレジスタA_X (TCORA_X)
- タイムコンスタントレジスタB_X (TCORB_X)
- タイマコントロールレジスタ_X (TCR_X)
- タイマコントロール/ステータスレジスタ_X (TCSR_X)
- インプットキャプチャレジスタ (TICR)
- タイムコンスタントレジスタ (TCORC)
- インプットキャプチャレジスタR (TICRR)
- インプットキャプチャレジスタF (TICRF)
- タイマコネクションレジスタI (TCONRI)

TMR_Y、TMR_X 共通

- タイマXYコントロールレジスタ (TCRXY)

【注】 TMR_XとTMR_Yのレジスタは一部同一アドレスです。レジスタの切り替えはTCONRSのTMRX/Yビットで行います。TCNT_Y、TCORA_Y、TCORB_Y、TCR_YはSYSCR3のRELOCATE=0、SYSCRのKINWUE=0、TCONRSのTMRX/Y=1のとき、またはSYSCR3のRELOCATE=1のときアクセス可能です。TCNT_X、TCORA_X、TCORB_X、TCR_XはSYSCR3のRELOCATE=0、SYSCRのKINWUE=0、TCONRSのTMRX/Y=0のとき、またはSYSCR3のRELOCATE=1のときアクセス可能です。

11. 8ビットタイマ (TMR)

11.3.1 タイマカウンタ (TCNT)

TCNTは8ビットのリード/ライト可能なアップカウンタです。TCNT_0、TCNT_1は16ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。クロックは、TCRのCKS2~CKS0ビットにより選択します。TCNTは、外部リセット入力信号またはコンペアマッチA信号、コンペアマッチB信号によりクリアすることができます。いずれの信号でクリアするかは、TCRのCCLR1、CCLR0ビットにより選択します。また、TCNTがオーバフロー(H'FF→H'00)すると、TCSRのOVFが1にセットされます。TCNTの初期値はH'00です。

11.3.2 タイムコンスタントレジスタ A (TCORA)

TCORAは8ビットのリード/ライト可能なレジスタです。TCORA_0、TCORA_1は16ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。TCORAの値はTCNTと常に比較され、一致するとTCSRのCMFAが1にセットされます。ただし、TCORAへのライトサイクルのT2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のOS1、OS0ビットの設定により、TMO端子からのタイマ出力を制御することができます。TCORAの初期値はH'FFです。

11.3.3 タイムコンスタントレジスタ B (TCORB)

TCORBは8ビットのリード/ライト可能なレジスタです。TCORB_0、TCORB_1は16ビットレジスタとしてワードアクセスすることも可能です。TCORBの値はTCNTと常に比較され、一致するとTCSRのCMFBが1にセットされます。ただし、TCORBへのライトサイクルのT2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B)とTCSRのOS3、OS2ビットの設定により、TMO端子からのタイマ出力を制御することができます。TCORBの初期値はH'FFです。

11.3.4 タイマコントロールレジスタ (TCR)

TCRはTCNTの入カクロックの選択、TCNT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 TCSRのCMFBが1にセットされたとき、CMFBによる割り込み要求(CMIB)の許可または禁止を選択します。 0: CMFBによる割り込み要求(CMIB)を禁止 1: CMFBによる割り込み要求(CMIB)を許可
6	CMIEA	0	R/W	コンペアマッチインタラプトイネーブル A TCSRのCMFAが1にセットされたとき、CMFAによる割り込み要求(CMIA)の許可または禁止を選択します。 0: CMFAによる割り込み要求(CMIA)を禁止 1: CMFAによる割り込み要求(CMIA)を許可

11. 8ビットタイマ (TMR)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
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 TCSRのOVFが1にセットされたとき、OVFによる割り込み要求(OVI)の許可または禁止を選択します。 0: OVFによる割り込み要求(OVI)を禁止 1: OVFによる割り込み要求(OVI)を許可
4	CCLR1	0	R/W	カウンタクリア 1、0 TCNTのクリア条件を指定します。 00: クリアを禁止 01: コンペアマッチ A によりクリア 10: コンペアマッチ B によりクリア 11: 外部リセット入力の立ち上がりエッジによりクリア
3	CCLR0	0	R/W	
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 STCRのICKS1、ICKS0ビットとの組み合わせで、TCNTに入力するクロックとカウント条件を選択します。表 11.2 を参照してください。
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

表 11.2 TCNTに入力するクロックとカウント条件 (1)

チャンネル	TCR			STCR		説明
	CKS2	CKS1	CKS0	ICKS1	ICKS0	
TMR_0	0	0	0	—	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	0	内部クロックφ/8 立ち下がりエッジでカウント
	0	0	1	—	1	内部クロックφ/2 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	—	0	内部クロックφ/64 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	—	1	内部クロックφ/32 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	—	0	内部クロックφ/1024 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	—	1	内部クロックφ/256 立ち下がりエッジでカウント
TMR_1	1	0	0	—	—	TCNT_1のオーバフロー信号でカウント*
	0	0	0	—	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	0	—	内部クロックφ/8 立ち下がりエッジでカウント
	0	0	1	1	—	内部クロックφ/2 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	0	—	内部クロックφ/64 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	0	1	—	内部クロックφ/128 立ち下がりエッジでカウント
	0	1	1	0	—	内部クロックφ/1024 立ち下がりエッジでカウント
共通	0	1	1	1	—	内部クロックφ/2048 立ち下がりエッジでカウント
	1	0	0	—	—	TCNT_0のコンペアマッチ A でカウント*
	1	0	1	—	—	外部クロックの立ち上がりエッジでカウント
共通	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

【注】 * TMR_0のクロック入力をTCNT_1のオーバフロー信号とし、TMR_1のクロック入力をTCNT_0のコンペアマッチ信号とするとカウントアップクロックが発生しません。これらの設定は行わないでください。

11. 8ビットタイマ (TMR)

表 11.2 TCNTに入力するクロックとカウント条件 (2)

チャネル	TCR			TCRXY		説 明
	CKS2	CKS1	CKS0	CKSX	CKSY	
TMR_Y	0	0	0	—	0	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	0	$\phi/4$ でカウント
	0	1	0	—	0	$\phi/256$ でカウント
	0	1	1	—	0	$\phi/2048$ でカウント
	1	0	0	—	0	クロック入力を禁止
	0	0	0	—	1	クロック入力を禁止
	0	0	1	—	1	$\phi/4096$ でカウント
	0	1	0	—	1	$\phi/8192$ でカウント
	0	1	1	—	1	$\phi/16384$ でカウント
	1	0	0	—	1	TCNT_X のオーバフローでカウント*
	1	0	1	—	x	外部クロック：立ち上がりエッジカウント
	1	1	0	—	x	外部クロック：立ち下がりエッジカウント
1	1	1	—	x	外部クロック：両エッジカウント	
TMR_X	0	0	0	0	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	0	—	ϕ でカウント
	0	1	0	0	—	$\phi/2$ でカウント
	0	1	1	0	—	$\phi/4$ でカウント
	1	0	0	0	—	クロック入力を禁止
	0	0	0	1	—	クロック入力を禁止
	0	0	1	1	—	$\phi/2048$ でカウント
	0	1	0	1	—	$\phi/4096$ でカウント
	0	1	1	1	—	$\phi/8192$ でカウント
	1	0	0	1	—	TCNT_Y のコンペアマッチ A でカウント*
	1	0	1	x	—	外部クロック：立ち上がりエッジカウント
	1	1	0	x	—	外部クロック：立ち下がりエッジカウント
1	1	1	x	—	外部クロック：両エッジカウント	

【注】 * TMR_Y のクロック入力を TCNT_X のオーバフロー信号とし、TMR_X のクロック入力を TCNT_Y のコンペアマッチ信号とするとカウントアップクロックが発生しません。これらの設定は行わないでください。

【記号説明】 x : Don't care

— : 無効

11.3.5 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)

TCSR 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。

• TCSR_0

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] TCNT_0 の値と TCORB_0 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] TCNT_0 の値と TCORA_0 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)*	タイマオーバーフローフラグ [セット条件] TCNT_0 の値が H'FF から H'00 にオーバーフローしたとき [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	ADTE	0	R/W	A/D トリガインエーブル コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求の許可または禁止を選択します。 0 : コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求を禁止 1 : コンペアマッチ A による A/D 変換開始要求を許可
3	OS3	0	R/W	アウトプットセレクト 3、2
2	OS2	0	R/W	TCORB_0 と TCNT_0 のコンペアマッチ B による TMO0 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 : 反転出力 (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_0 と TCNT_0 のコンペアマッチ A による TMO0 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 : 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

11. 8 ビットタイマ (TMR)

• TCSR_1

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] TCNT_1 の値と TCORB_1 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] TCNT_1 の値と TCORA_1 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] TCNT_1 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	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3、2 TCORB_1 と TCNT_1 のコンペアマッチ B による TMO1 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: 反転出力 (トグル出力)
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1、0 TCORA_1 と TCNT_1 のコンペアマッチ A による TMO1 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: 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• TCSR_Y

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] TCNT_Y の値と TCORB_Y 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] TCNT_Y の値と TCORA_Y 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] TCNT_Y 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	ICIE	1	R/W	インプットキャプチャインタラプトイネーブル TCSR_X の ICF が 1 にセットされたとき、ICF による割り込み要求 (ICIX) の許可または禁止を選択します。 0 : ICF による割り込み要求 (ICIX) を禁止 1 : ICF による割り込み要求 (ICIX) を許可
3	OS3	0	R/W	アウトプットセレクト 3、2
2	OS2	0	R/W	TCORB_Y と TCNT_Y のコンペアマッチ B による TMOY 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 : 反転出力 (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_Y と TCNT_Y のコンペアマッチ A による TMOY 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 : 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

11. 8 ビットタイマ (TMR)

• TCSR_X

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] TCNT_X の値と TCORB_X 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] TCNT_X の値と TCORA_X 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] TCNT_X 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	ICF	0	R/(W)*	インプットキャプチャフラグ [セット条件] 外部リセット信号に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジを検出したとき [クリア条件] ICF=1 の状態で ICF をリードした後、ICF に 0 をライトしたとき
3 2	OS3 OS2	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 3, 2 TCORB_X と TCNT_X のコンペアマッチ B による TMOX 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: 反転出力 (トグル出力)
1 0	OS1 OS0	0 0	R/W R/W	アウトプットセレクト 1, 0 TCORA_X と TCNT_X のコンペアマッチ A による TMOX 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: 反転出力 (トグル出力)

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

11.3.6 タイムコンスタントレジスタ C (TCORC)

TCORC は 8 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。TCORC と TICR の内容を加算した値は TCNT と常に比較され、一致するとコンペアマッチ C 信号が発生されます。ただし、TCORC へのライトサイクルの T2 ステートと TICR のインプットキャプチャサイクルの比較は禁止されています。TCORC の初期値は H'FF です。

11.3.7 インプットキャプチャレジスタ R、F (TICRR、TICRF)

TICRR、TICRF は 8 ビットのリード専用のレジスタです。TICRR、TICRF は、TCONRI の ICST ビットが 1 にセットされている場合に、外部リセット入力 (TMRIX) の立ち上がり、立ち下がりの順で TCNT の内容が転送されます。1 回のキャプチャ動作が終了すると ICST ビットは 0 にクリアされます。TICRR、TICRF の初期値は H'00 です。

11.3.8 タイマコネクションレジスタ I (TCONRI)

TCONRI はインプットキャプチャ機能を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	ICST	0	R/W	インプットキャプチャスタートビット TMR_X はインプットキャプチャレジスタ (TICRR、TICRF) があります。TICRR と TICRF は、このビットの制御で 1 回限りのキャプチャ動作を行い、パルス幅を測定することができます。このビットが 1 にセットされたとき、TMRIX に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジが検出されると、そのときの TCNT の内容が TICRR、TICRF にそれぞれキャプチャされ、このビットはクリアされます。 [クリア条件] TMRIX に立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジの順でエッジを検出したとき [セット条件] ICST=0 の状態で ICST リード後、ICST に 1 をライトしたとき
3~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

11. 8ビットタイマ (TMR)

11.3.9 タイマコネクションレジスタ S (TCONRS)

TCONRS は TMR_X、TMR_Y のアクセスを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TMRX/Y	0	R/W	TMR_X/TMR_Y アクセス選択 表 11.3 を参照してください。 0: アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF5 で TMR_X のレジスタをアクセスする 1: アドレス H'(FF)FFF0~H'(FF)FFF5 で TMR_Y のレジスタをアクセスする
6~0	-	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

表 11.3 TMR_X/TMR_Y のアクセス可能なレジスタ

TMRX/Y	H'FFF0	H'FFF1	H'FFF2	H'FFF3	H'FFF4	H'FFF5	H'FFF6	H'FFF7
0	TMR_X	TMR_X	TMR_X	TMR_X	TMR_X	TMR_X	TMR_X	TMR_X
	TCR_X	TCSR_X	TICRR	TICRF	TCNT_X	TCORC		
1	TMR_Y	TMR_Y	TMR_Y	TMR_Y	TMR_Y	TMR_Y		
	TCR_Y	TCSR_Y	TCORA_Y	TCORB_Y	TCNT_Y			

11.3.10 タイマ XY コントロールレジスタ (TCRXY)

TCRXY は TMR_X、TMR_Y の出力端子および内部クロックを選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	-	0	R/W	リザーブビット
6	-	0	R/W	初期値を変更しないでください。
5	CKSX	0	R/W	TMR_X クロックセレクト 選択の詳細は、表 11.2 を参照してください。
4	CKSY	0	R/W	TMR_X クロックセレクト 選択の詳細は、表 11.2 を参照してください。
3~0	-	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

11.4 動作説明

11.4.1 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 11.3 に示します。

1. TCORAのコンペアマッチによりTCNTがクリアされるようにTCRのCCLR1ビットを0にクリア、CCLR0ビットを1にセットします。
2. TCORAのコンペアマッチにより1出力、TCORBのコンペアマッチにより0出力になるようにTCSRのOS3～OS0ビットをB'0110に設定します。

以上の設定により周期が TCORA、パルス幅が TCORB の波形をソフトウェアの介在なしに出力できます。

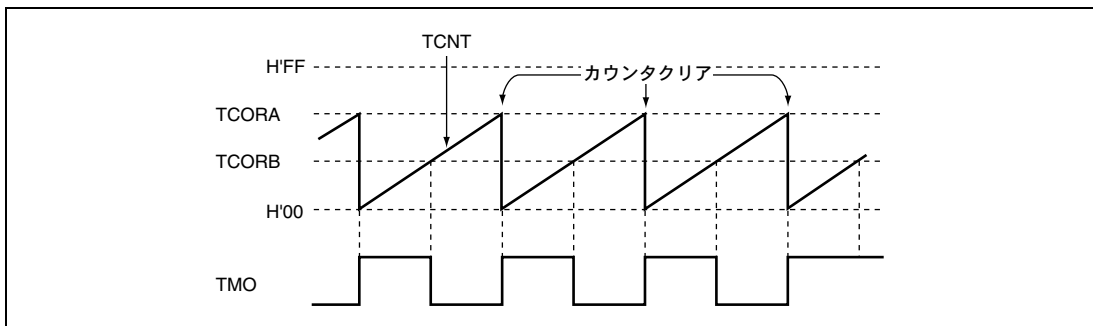


図 11.3 パルス出力例

11.5 動作タイミング

11.5.1 TCNT のカウントタイミング

内部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 11.4 に示します。また、外部クロック動作の場合の TCNT のカウントタイミングを図 11.5 に示します。なお外部クロックのパルス幅は、単エッジの場合は 1.5 ステート以上、両エッジの場合は 2.5 ステート以上必要です。これ以下のパルス幅では正しく動作しませんので注意してください。

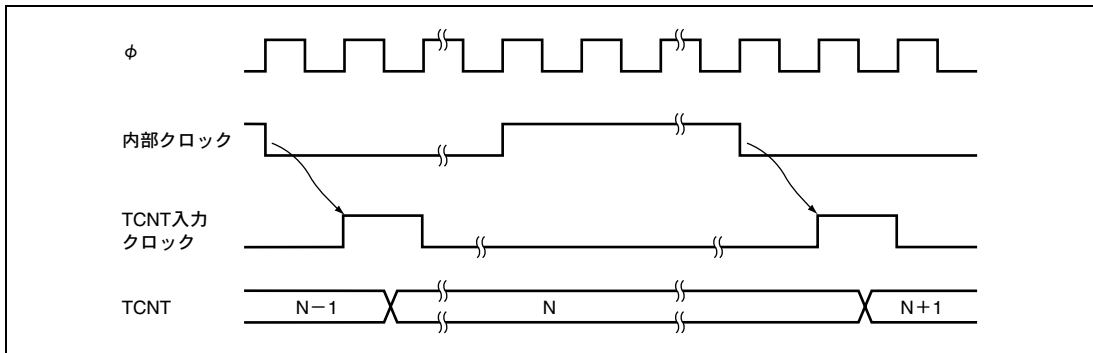


図 11.4 内部クロック動作時のカウントタイミング

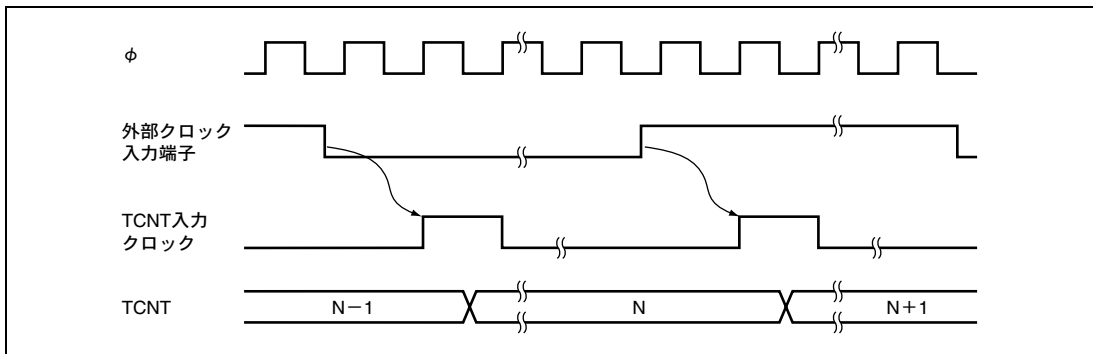


図 11.5 外部クロック動作時のカウントタイミング (両エッジの場合)

11.5.2 コンペアマッチ時の CMFA、CMFB フラグのセットタイミング

TCSR の CMFA、CMFB フラグは、TCNT と TCOR の値が一致したとき出力されるコンペアマッチ信号により 1 にセットされます。コンペアマッチ信号は、一致した最後のステート（TCNT が一致したカウント値を更新するタイミング）で発生します。したがって、TCNT と TCOR の値が一致した後、TCNT 入力クロックが発生するまでコンペアマッチ信号は発生しません。CMF フラグのセットタイミングを図 11.6 に示します。

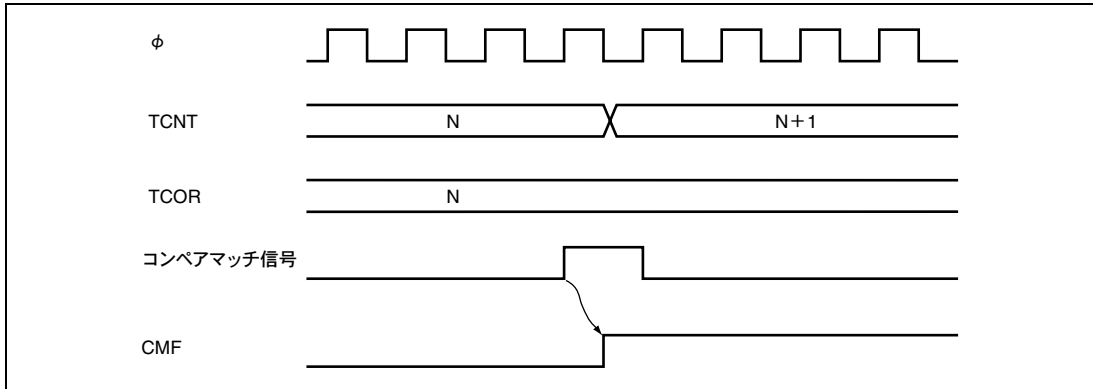


図 11.6 コンペアマッチ時の CMF フラグのセットタイミング

11.5.3 コンペアマッチ時のタイマ出力タイミング

コンペアマッチ信号が発生したとき、TCSR の OS3～OS0 ビットで設定される出力値がタイマ出力端子に出力されます。コンペアマッチ A 信号によるトグル出力の場合のタイマ出力タイミングを図 11.7 に示します。

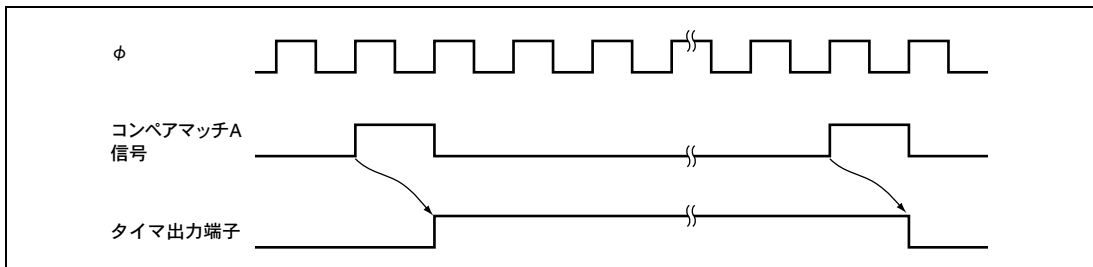


図 11.7 コンペアマッチ A 信号によるトグル出力のタイマ出力タイミング

11.5.4 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

TCNTは、TCRのCCLR1、CCLR0ビットの選択によりコンペアマッチAまたはコンペアマッチBでクリアされます。コンペアマッチによるカウンタクリアタイミングを図11.8に示します。

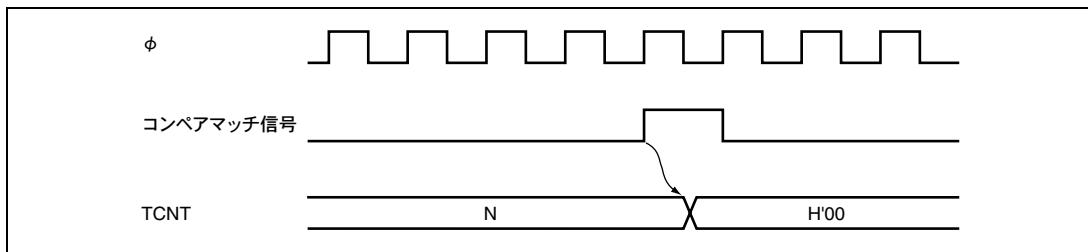


図 11.8 コンペアマッチによるカウンタクリアタイミング

11.5.5 TCNTの外部リセットタイミング

TCNTは、TCRのCCLR1、CCLR0ビットの選択により外部リセット入力の立ち上がりエッジでクリアされます。クリアまでのパルス幅は1.5ステート以上必要となります。外部リセット入力によるクリアタイミングを図11.9に示します。

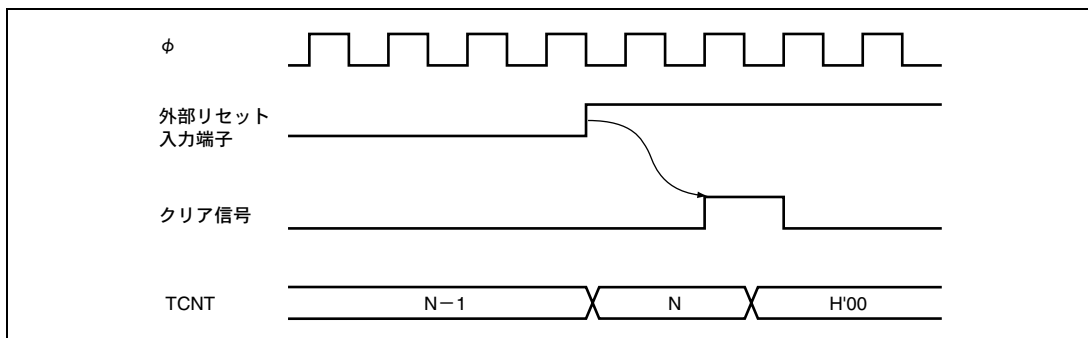


図 11.9 外部リセット入力によるクリアタイミング

11.5.6 オーバフローフラグ (OVF) のセットタイミング

TCSR の OVF は、TCNT がオーバフロー (H'FF→H'00) したとき出力されるオーバフロー信号により 1 にセットされます。OVF フラグのセットタイミングを図 11.10 に示します。

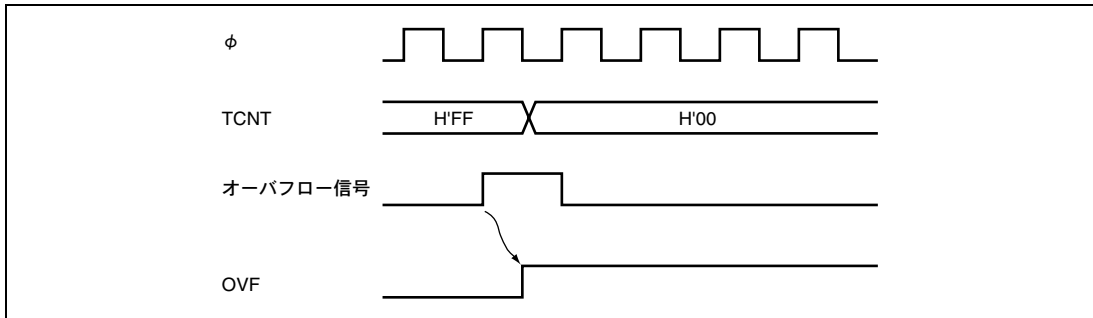


図 11.10 OVF フラグのセットタイミング

11.6 TMR_0、TMR_1 のカスケード接続

TCR_0、TCR_1 のいずれか一方の CKS2～CKS0 ビットを B'100 に設定すると、2 チャンルの 8 ビットタイマはカスケード接続されます。この場合、16 ビットタイマモードか、コンペアマッチカウントモードにすることができます。

11.6.1 16 ビットカウントモード

TCR_0 の CKS2～CKS0 ビットが B'100 のとき、タイマは TMR_0 を上位 8 ビット、TMR_1 を下位 8 ビットとする 1 チャンルの 16 ビットタイマとして動作します。

(1) コンペアマッチフラグのセット

- TCSR_0 の CMF フラグは、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。
- TCSR_1 の CMF フラグは、下位 8 ビットのコンペアマッチが発生したとき 1 にセットされます。

(2) カウンタクリア指定

- TCR_0 の CCLR1、CCLR0 ビットでコンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、16 ビットのコンペアマッチが発生したとき 16 ビットカウンタ (TCNT_0、TCNT_1 の両方) がクリアされます。また、TMI0 端子によるカウンタクリアを設定した場合も、16 ビットカウンタ (TCNT_0、TCNT_1 の両方) がクリアされます。
- TCR_1 の CCLR1、CCLR0 ビットの設定は無効になります。下位 8 ビットのみのカウンタクリアはできません。

(3) 端子出力

- TCSR_0 の OS3～OS0 ビットによる TMO0 端子の出力制御は 16 ビットのコンペアマッチ条件に従います。
- TCSR_1 の OS3～OS0 ビットによる TMO1 端子の出力制御は下位 8 ビットのコンペアマッチ条件に従います。

11. 8ビットタイマ (TMR)

11.6.2 コンペアマッチカウントモード

TCR_1のCKS2~CKS0ビットがB'100のとき、TCNT_1はTMR_0のコンペアマッチAをカウントします。TMR_0、TMR_1の制御はそれぞれ独立に行われます。CMFフラグのセット、割り込みの発生、TMO端子の出力、カウンタクリアなどは各チャンネルの設定に従います。

11.7 TMR_Y、TMR_Xのカスケード接続

TCR_Y、TCR_Xのいずれか一方のCKS2~CKS0ビットをB'100に設定すると、2チャンネルの8ビットタイマはカスケード接続されます。この場合、TCRXYのCKSXおよびCKSYビットの設定により16ビットカウントモードか、コンペアマッチカウントモードにすることができます。

11.7.1 16ビットカウントモード

TCR_YのCKS2~CKS0ビットがB'100かつTCRXYのCKSYビットが1のとき、TMR_Yを上位8ビット、TMR_Xを下位8ビットとする1チャンネルの16ビットタイマとして動作します。

(1) コンペアマッチフラグのセット

- TCSR_YのCMFフラグは、上位8ビットのコンペアマッチが発生したとき1にセットされます。
- TCSR_XのCMFフラグは、下位8ビットのコンペアマッチが発生したとき1にセットされます。

(2) カウンタクリア指定

- TCR_YのCCLR1、CCLR0ビットでコンペアマッチによるカウンタクリアを設定した場合、TCNT_Yの上位8ビットのみクリアされます。また、TMRIY端子によるカウンタクリアを設定した場合もTCNT_Yの上位8ビットのみクリアされます。
- TCR_XのCCLR1、CCLR0ビットの設定は有効でTCNT_Xの下位8ビットのカウンタクリアができます。

(3) 端子出力

- TCSR_YのOS3~OS0ビットによるTMOY端子の出力制御は上位8ビットのコンペアマッチ条件に従います。
- TCSR_XのOS3~OS0ビットによるTMOX端子の出力制御は下位8ビットのコンペアマッチ条件に従います。

11.7.2 コンペアマッチカウントモード

TCR_XのCKS2~CKS0ビットがB'100かつTCRXYのCKSXビットが1のとき、TCNT_XはTMR_YのコンペアマッチAをカウントします。TCNT_X、TMR_Yの制御はそれぞれ独立に行われます。CMFフラグのセット、割り込みの発生、TMO端子の出力、カウンタクリアなどは各チャンネルの設定に従います。

11.7.3 インプットキャプチャ動作

TMR_Xには、インプットキャプチャレジスタ (TICRR、TICRF) があります。TICRRとTICRFは、1回限りのキャプチャ動作をして、短いパルスのパルス幅を測定することができます。TMRX (TMR_Xのインプットキャプチャ入力信号) に立ち上がりエッジ→立ち下がりエッジの順でエッジが検出されると、そのときのTCNT_Xの内容がTICRR、TICRFにそれぞれ転送されます。

(1) インพุットキャプチャ入力タイミング

インพุットキャプチャ機能を設定した場合の動作タイミングを図 11.11 に示します。

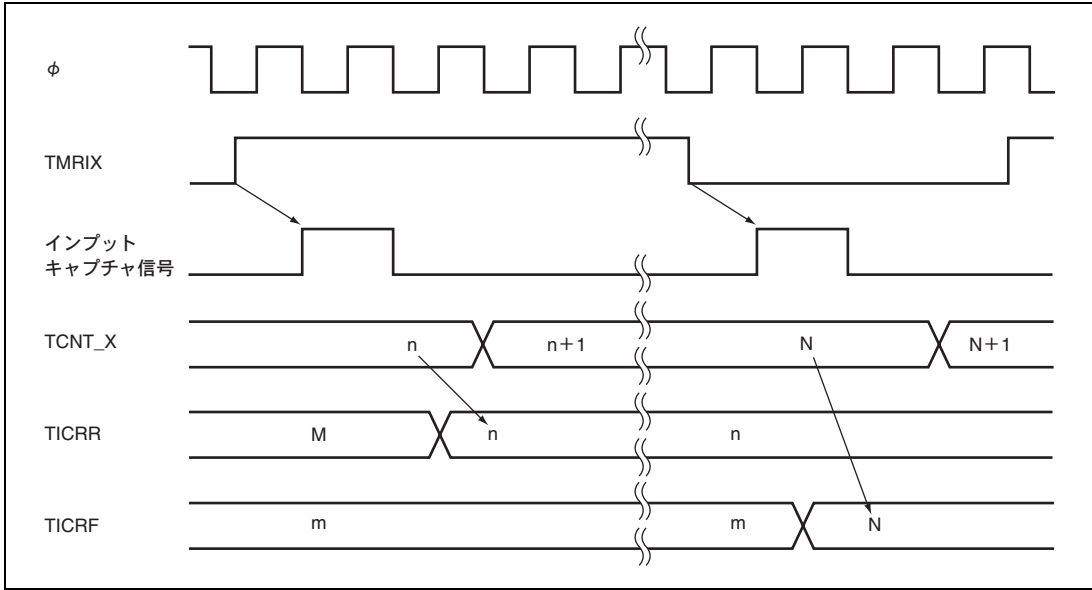


図 11.11 インพุットキャプチャ動作タイミング

また、TICRR、TICRF のリード時に、インพุットキャプチャ入力を入力すると、インพุットキャプチャ信号は 1 システムクロック (φ) 遅延されます。このタイミングを図 11.12 に示します。

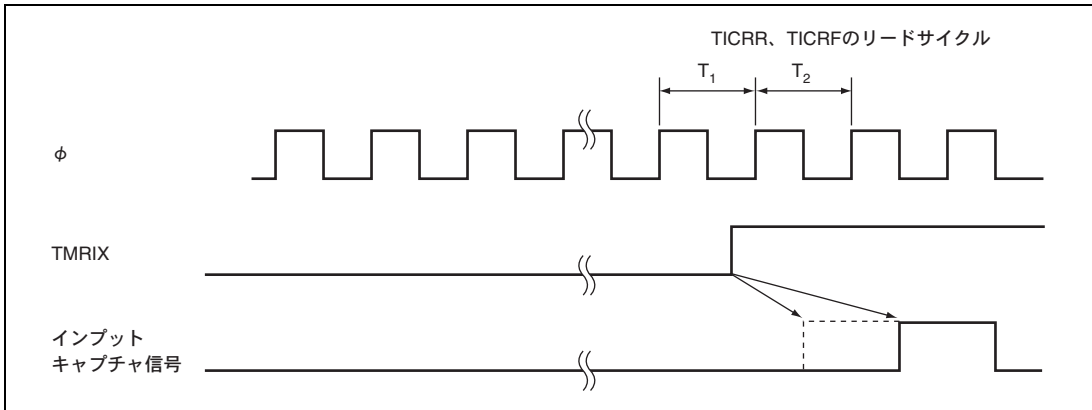


図 11.12 インพุットキャプチャ信号タイミング
(TICRR、TICRF のリード時に、インพุットキャプチャ入力を入力した場合)

11. 8ビットタイマ (TMR)

(2) インพุットキャプチャ入力信号の選択

TCONRI レジスタの ICST ビットの設定により、TMR_X を選択することができます。インพุットキャプチャ信号の選択を表 11.4 に示します。

表 11.4 インพุットキャプチャ信号の選択

TCONRI ビット 4 ICST	説 明
0	インพุットキャプチャ機能を使用しない
1	TMR _X 端子の入力信号を選択

11.8 割り込み要因

TMR₀、TMR₁、TMR_Y の割り込み要因は、CMIA、CMIB、OVI の 3 種類があります。TMR_X の割り込み要因は、CMIA、CMIB、OVI、ICIX の 4 種類があります。表 11.5 に各割り込み要因と優先順位を示します。各割り込み要因は、TCR または TCSR の各割り込みイネーブルビットにより許可または禁止が設定され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

表 11.5 8ビットタイマ TMR₀、TMR₁、TMR_Y、TMR_X の割り込み要因

チャンネル	名 称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
TMR ₀	CMIA0	TCORA ₀ のコンペアマッチ	CMFA	高  低
	CMIB0	TCORB ₀ のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI0	TCNT ₀ のオーバーフロー	OVF	
TMR ₁	CMIA1	TCORA ₁ のコンペアマッチ	CMFA	
	CMIB1	TCORB ₁ のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI1	TCNT ₁ のオーバーフロー	OVF	
TMR _Y	CMIAY	TCORA _Y のコンペアマッチ	OMFA	
	CMIBY	TCORB _Y のコンペアマッチ	CMFB	
	OVIY	TCNT _Y のオーバーフロー	OVF	
TMR _X	ICIX	インพุットキャプチャ	ICF	
	CMIA _X	TCORA _X のコンペアマッチ	CMFA	
	CMIB _X	TCORB _X のコンペアマッチ	CMFB	
	OVI _X	TCNT _X のオーバーフロー	OVF	

11.9 使用上の注意事項

11.9.1 TCNT のライトとカウンタクリアの競合

図 11.13 のように TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウンタクリアが発生すると、カウンタへのライトは行われずクリアが優先されます。

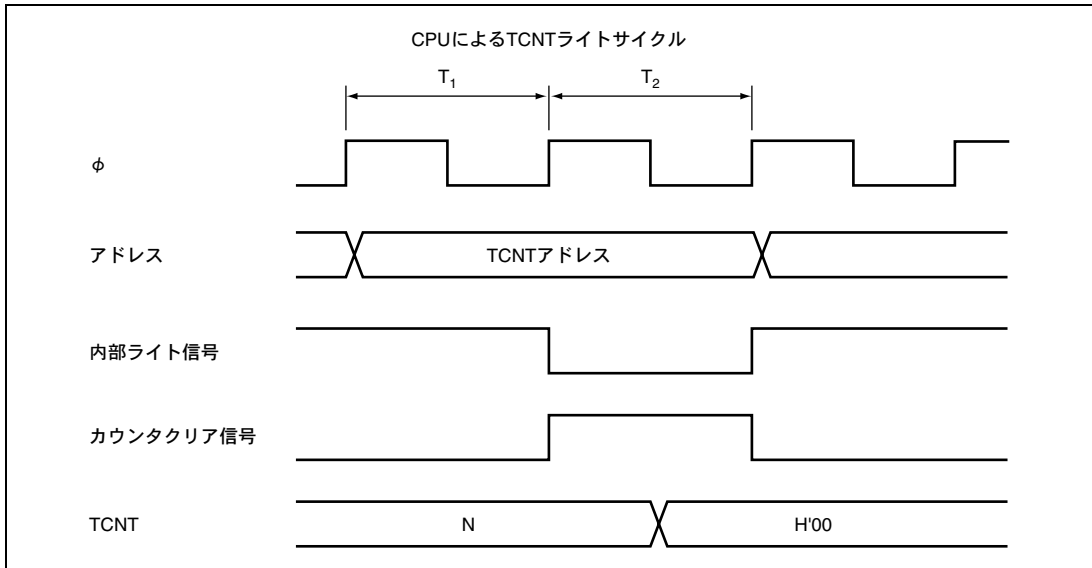


図 11.13 TCNT のライトとクリアの競合

11.9.2 TCNTのライトとカウントアップの競合

図 11.14 のように TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生しても、カウントアップされずカウンタライトが優先されます。

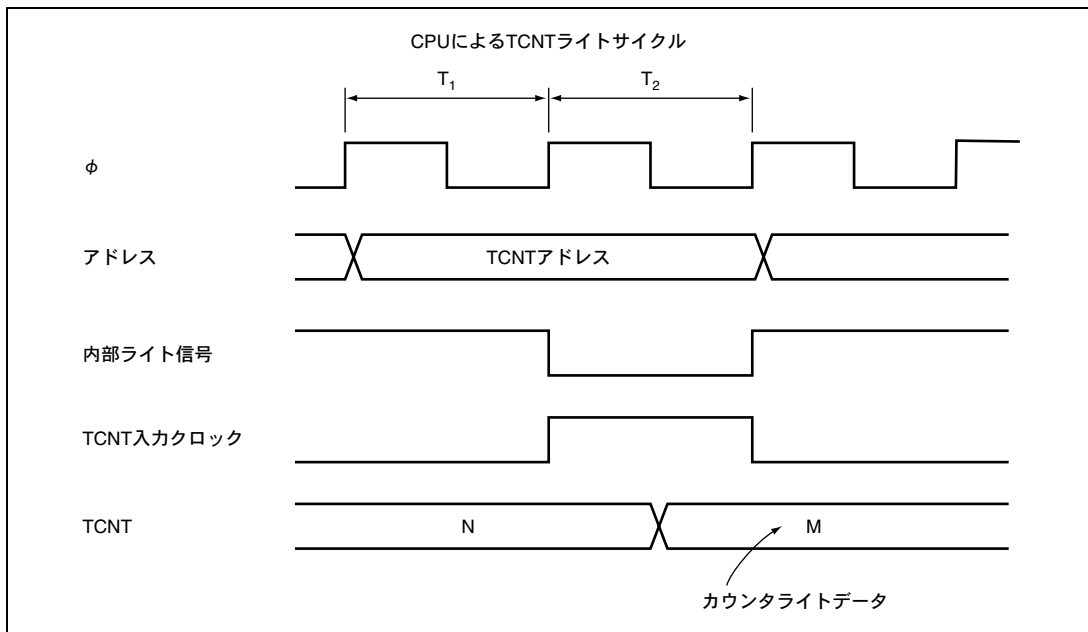


図 11.14 TCNT のライトとカウントアップの競合

11.9.3 TCORのライトとコンペアマッチの競合

図 11.15 のように TCOR のライトサイクル中の T_2 ステートでコンペアマッチが発生しても、TCOR のライトが優先されコンペアマッチ信号は禁止されます。TMR_X では T1CR のインプットキャプチャは、TCORC へのライトと同様にコンペアマッチと競合します。このときもインプットキャプチャが優先され、コンペアマッチ信号は禁止されます。

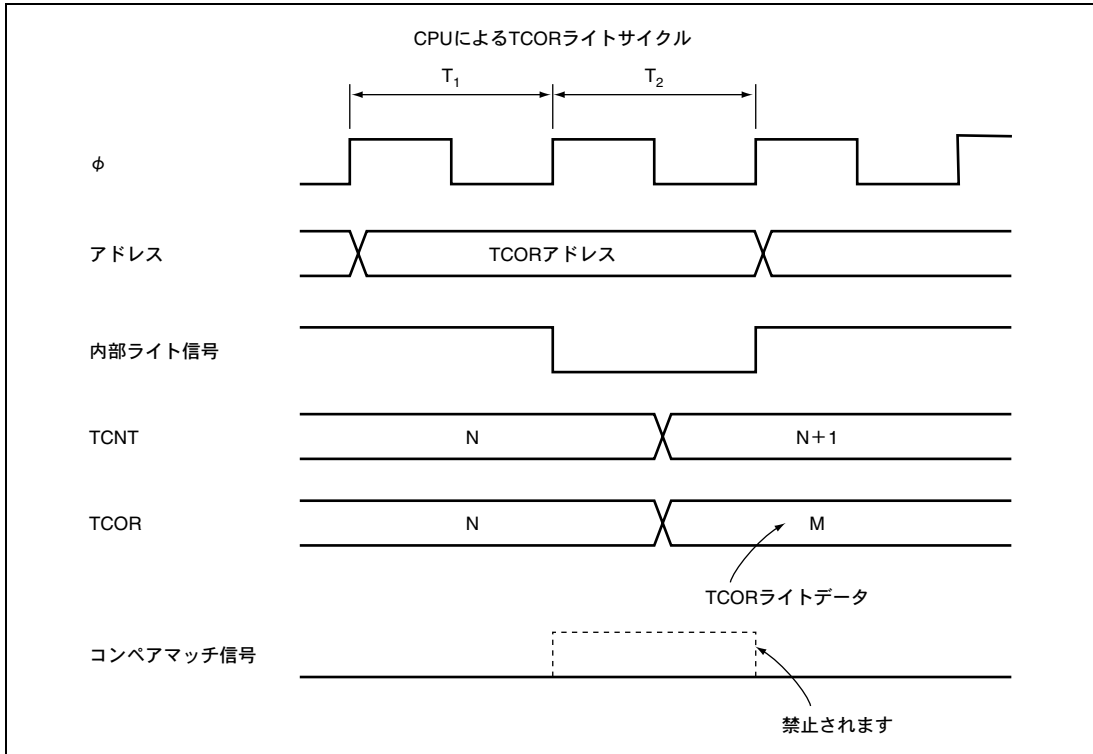


図 11.15 TCOR のライトとコンペアマッチの競合

11.9.4 コンペアマッチ A、B の競合

コンペアマッチ A、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状態と、コンペアマッチ B に対して設定されている出力状態のうち、表 11.6 に示すタイマ出力の優先順位に従って動作します。

表 11.6 タイマ出力の優先順位

出力設定	優先順位
トグル出力	高 ↑ 低
1 出力	
0 出力	
変化しない	

11.9.5 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

内部クロックを切り替えるタイミングによっては、TCNT がカウントアップされてしまう場合があります。内部クロックの切り替えタイミング（CKS1、CKS0 ビットの書き換え）と TCNT 動作の関係を表 11.7 に示します。

内部クロックから TCNT クロックを生成する場合、内部クロックの立ち下がりエッジで検出しています。そのため表 11.7 の No.3 のように、High→Low レベルになるようなクロックの切り替えを行うと、切り替えタイミングを立ち下がりエッジとみなして TCNT クロックが発生し、TCNT がカウントアップされてしまいます。

また、内部クロックと外部クロックを切り替えるときも、TCNT がカウントアップされることがあります。

表 11.7 内部クロックの切り替えと TCNT の動作

No	CKS1、CKS0 ビット 書き換えタイミング	TCNT クロックの動作
1	Low→Low レベル* ¹ の切り替え	<p>切り替え前のクロック</p> <p>切り替え後のクロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>CKSビット書き換え</p>
2	Low→High レベル* ² の切り替え	<p>切り替え前のクロック</p> <p>切り替え後のクロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>CKSビット書き換え</p>

No	CKS1、CKS0 ビット 書き換えタイミング	TCNT クロックの動作
3	High→Low レベル* ³ の切り替え	<p>切り替え前のクロック</p> <p>切り替え後のクロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>CKSビット書き換え</p>
4	High→High レベル の切り替え	<p>切り替え前のクロック</p> <p>切り替え後のクロック</p> <p>TCNT クロック</p> <p>TCNT</p> <p>CKSビット書き換え</p>

【注】 *1 Low レベル→停止、および停止→Low レベルの場合を含みます。

*2 停止→High レベルの場合を含みます。

*3 High レベル→停止を含みます。

*4 切り替えのタイミングを立ち下がりエッジとみなすために発生し、TCNT はカウントアップされてしまいます。

11.9.6 カスケード接続時のモード設定

16ビットカウンタモードとコンペアマッチカウントモードを同時に設定した場合、TCNT_0 と TCNT_1、TCNT_X と TCNT_Y の入力クロックが発生しなくなるためカウンタが停止して動作しません。この設定は行わないでください。

11.9.7 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、TMR の動作停止/許可を設定することが可能です。初期値では TMR の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

11. 8ビットタイマ (TMR)

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

本 LSI は、2 チャンネルのウォッチドッグタイマ (WDT_0、WDT_1) を内蔵しています。WDT 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を CPU が書き換えられずにオーバーフローすると、本 LSI 内部をリセットするかまたは内部 NMI 割り込みを発生させることができます。

ウォッチドッグタイマとして使用しない場合は、インターバルタイマとして使用することもできます。インターバルタイマモードとして使用する場合は、カウンタがオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込みを発生します。WDT_0、WDT_1 のブロック図を図 12.1 に示します。

12.1 特長

- WDT_0は8種類、WDT_1は16種類のカウント入力クロックを選択可能
- ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替え可能

ウォッチドッグタイマモード

- カウンタがオーバーフローすると、本LSI内部をリセットするかまたは内部NMI割り込みを発生するかを選択可能

インターバルタイマモード

- カウンタがオーバーフローすると、インターバルタイマ割り込み (WOVI) を発生

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

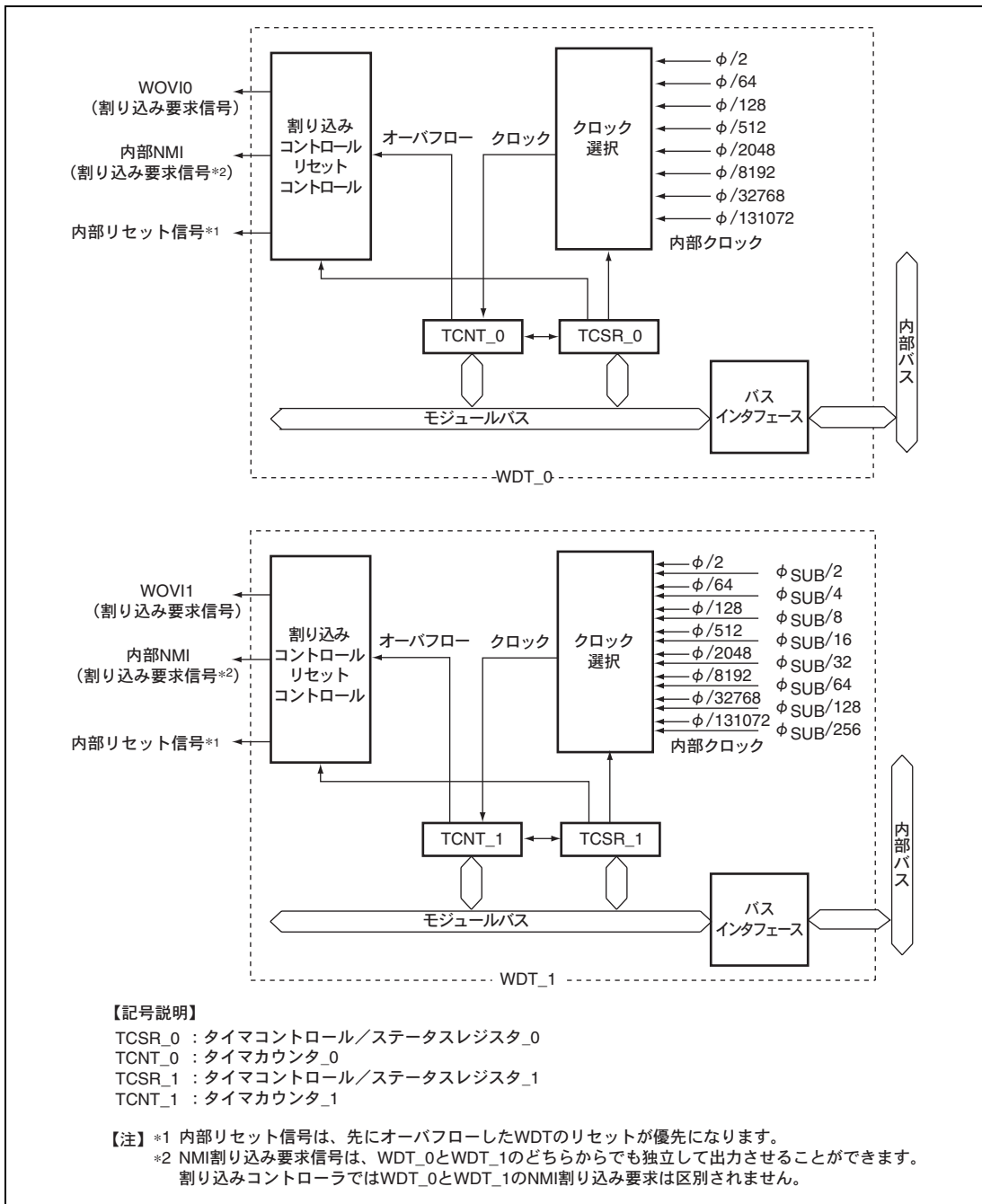


図 12.1 WDT のブロック図

12.2 入出力端子

WDT の入出力端子を表 12.1 に示します。

表 12.1 端子構成

名 称	記号	入出力	機 能
外部サブクロック入力端子	EXCL	入力	WDT_1 のプリスケーラのカウンタ入カクロック

12.3 レジスタの説明

WDT にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。TCNT、TCSR は容易に書き換えられないように、ライト方法が一般のレジスタと異なっています。詳細は「12.6.1 レジスタアクセス時の注意事項」を参照してください。システムコントロールレジスタについては、「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」を参照してください。

- タイマカウンタ (TCNT)
- タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)

12.3.1 タイマカウンタ (TCNT)

TCNT は、リード/ライト可能な 8 ビットのアップカウンタです。TCNT は、タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR) の TME ビットが 0 のとき、H'00 に初期化されます。

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

12.3.2 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)

TCSR は、TCNT に入力するクロック、モードの選択などを行います。

• TCSR_0

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	OVF	0	R/(W)*	<p>オーバーフローフラグ</p> <p>TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <p>TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	<p>タイマモードセレクト</p> <p>ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。</p> <p>0: インターバルタイマモード 1: ウォッチドッグタイマモード</p>
5	TME	0	R/W	<p>タイマイネーブル</p> <p>このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。</p>
4	—	0	R/W	<p>リザーブビット</p> <p>初期値を変更しないでください。</p>
3	RST/NMI	0	R/W	<p>リセットまたは NMI</p> <p>TCNT がオーバーフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。</p> <p>0: NMI 割り込みを要求 1: 内部リセットを要求</p>
2	CKS2	0	R/W	<p>クロックセレクト 2~0</p> <p>TCNT に入力するクロックを選択します。() 内は $\phi=20\text{MHz}$ のときのオーバーフロー周期を表します。</p> <p>000: $\phi/2$ (周期 25.6μs) 001: $\phi/64$ (周期 819.2μs) 010: $\phi/128$ (周期 1.6ms) 011: $\phi/512$ (周期 6.6ms) 100: $\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101: $\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110: $\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111: $\phi/131072$ (周期 1.68s)</p>
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

• TCSR_1

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	OVF	0	R/(W)* ¹	<p>オーバーフローフラグ</p> <p>TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <p>TCNT がオーバーフロー (H'FF→H'00) したとき ただし、ウォッチドッグタイマモードで、内部リセット要求を選択した場合は、セット後、内部リセットにより自動的にクリアされます。</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • OVF=1 の状態で、TCSR をリード後*²、OVF に 0 をライトしたとき • TME ビットに 0 をライトしたとき
6	WT/IT	0	R/W	<p>タイマモード選択</p> <p>ウォッチドッグタイマとして使用するか、インターバルタイマとして使用するかを選択します。</p> <p>0: インターバルタイマモード 1: ウォッチドッグタイマモード</p>
5	TME	0	R/W	<p>タイマイネーブル</p> <p>このビットを 1 にセットすると TCNT がカウントを開始します。クリアすると TCNT はカウント動作を停止し、H'00 に初期化されます。</p>
4	PSS	0	R/W	<p>プリスケラ選択</p> <p>TCNT に入力するクロックを選択します。</p> <p>0: φベースのプリスケラ (PSM) の分周クロックをカウント 1: φSUB ベースのプリスケラ (PSS) の分周クロックをカウント</p>
3	RST/NMI	0	R/W	<p>リセットまたは NMI</p> <p>TCNT がオーバーフローしたときに、内部リセットか NMI 割り込み要求かを選択します。</p> <p>0: NMI 割り込みを要求 1: 内部リセットを要求</p>

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0 TCNT に入力するクロックを選択します。() 内は $\phi=20\text{MHz}$ 、 $\phi\text{SUB}=32.768\text{kHz}$ のときのオーバーフロー周期を表します。 PSS=0 の場合 000 : $\phi/2$ (周期 25.6 μs) 001 : $\phi/64$ (周期 819.2 μs) 010 : $\phi/128$ (周期 1.6ms) 011 : $\phi/512$ (周期 6.6ms) 100 : $\phi/2048$ (周期 26.2ms) 101 : $\phi/8192$ (周期 104.9ms) 110 : $\phi/32768$ (周期 419.4ms) 111 : $\phi/131072$ (周期 1.68s) PSS=1 の場合 000 : $\phi\text{SUB}/2$ (周期 15.6ms) 001 : $\phi\text{SUB}/4$ (周期 31.3ms) 010 : $\phi\text{SUB}/8$ (周期 62.5ms) 011 : $\phi\text{SUB}/16$ (周期 125ms) 100 : $\phi\text{SUB}/32$ (周期 250ms) 101 : $\phi\text{SUB}/64$ (周期 500ms) 110 : $\phi\text{SUB}/128$ (周期 1s) 111 : $\phi\text{SUB}/256$ (周期 2s)
1	CKS1	0	R/W	
0	CKS0	0	R/W	

【注】 *1 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

*2 インターバルタイマ割り込みを禁止して OVF をポーリングした場合、OVF=1 の状態を 2 回以上リードしてください。

12.4 動作説明

12.4.1 ウォッチドッグタイマモード

ウォッチドッグタイマモードとして使用するときは、TCSR の WT/\overline{IT} ビット=1 に、TME ビット=1 に設定してください。ウォッチドッグタイマとして動作しているとき、システムの暴走などにより TCNT の値が書き換えられずオーバーフローすると、内部リセットまたは NMI 割り込み要求を発生します。システムが正常に動作している間は、TCNT のオーバーフローは発生しません。TCNT がオーバーフローする前に必ず TCNT の値を書き換えて（通常は H'00 をライトする）、オーバーフローを発生させないようにプログラミングしてください。

TCSR の RST/\overline{NMI} ビットを 1 にセットしておく、図 12.2 に示すように TCNT がオーバーフローしたときに、本 LSI の内部をリセットする信号が 518 システムクロックの間出力されます。また、 RST/\overline{NMI} ビットを 0 にクリアしておく、TCNT がオーバーフローしたときに、NMI 割り込み要求を発生します。

ウォッチドッグタイマからの内部リセット要求と \overline{RES} 端子からのリセット入力は、同一ベクタで処理されます。リセット要因は SYSCR の XRST ビットの内容によって判別できます。ウォッチドッグタイマからの内部リセット要求と \overline{RES} 端子からのリセット入力が同時に発生したときは、 \overline{RES} 端子からのリセット入力が優先され、SYSCR の XRST ビットは 1 にセットされます。

ウォッチドッグタイマからの NMI 割り込み要求と NMI 端子からの割り込み要求は、同一ベクタで処理されます。ウォッチドッグタイマからの NMI 割り込み要求と NMI 端子からの割り込み要求を同時に扱うことは避けてください。

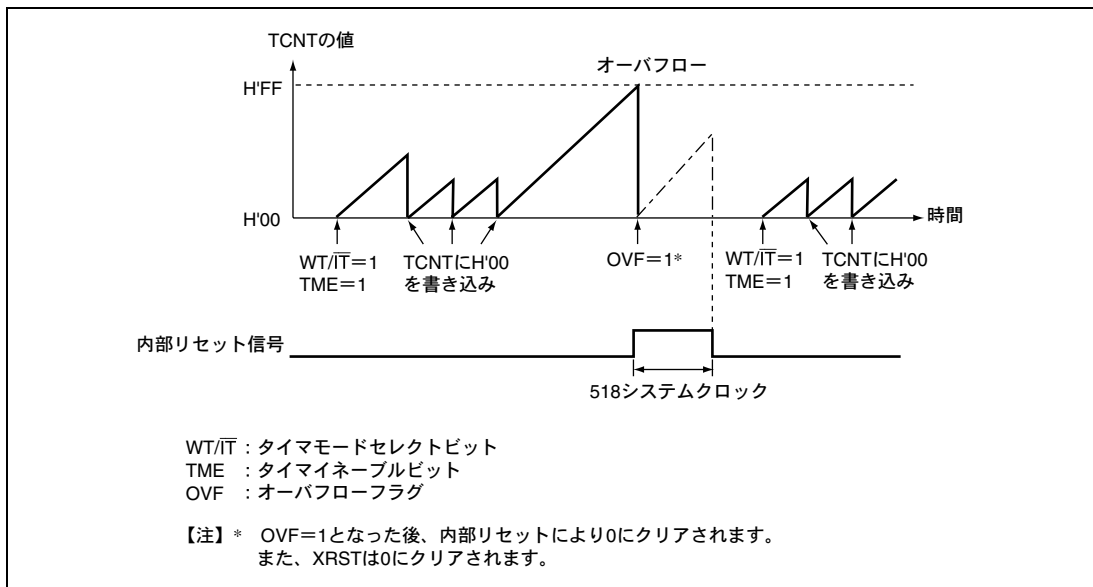


図 12.2 ウォッチドッグタイマモード時 ($RST/\overline{NMI}=1$) の動作

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

12.4.2 インターバルタイマモード

インターバルタイマとして動作しているときは、図 12.3 に示すように TCNT がオーバーフローするごとにインターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生します。したがって、一定時間ごとに、割り込みを発生させることができます。

インターバルタイマモードで TCNT がオーバーフローすると、TCSR の OVF フラグが 1 にセットされ、同時にインターバルタイマ割り込み (WOVI) が要求されます。このタイミングを図 12.4 に示します。

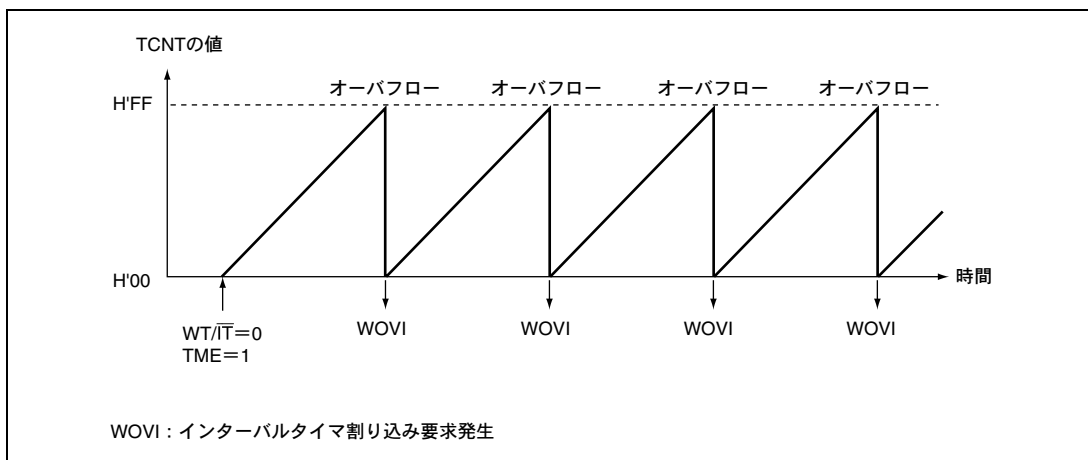


図 12.3 インターバルタイマモード時の動作

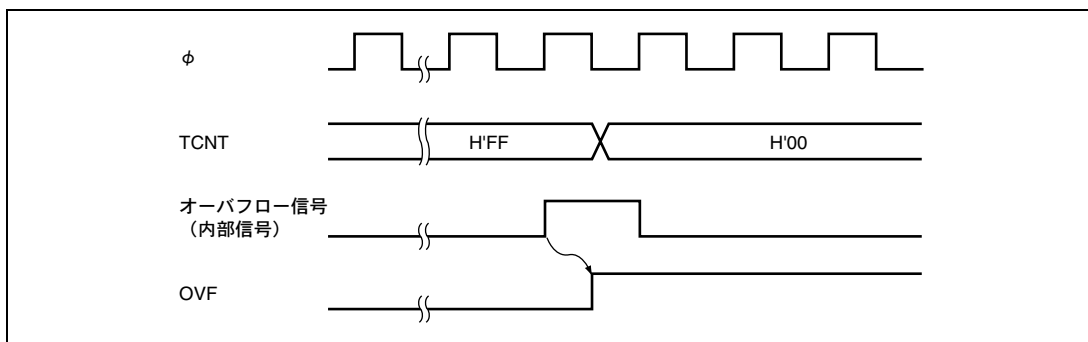


図 12.4 OVF のセットタイミング

12.5 割り込み要因

インターバルタイマモード時、オーバーフローによりインターバルタイマ割り込み (WOVI) が発生します。インターバルタイマ割り込みは、TCSR の OVF フラグが 1 にセットされると常に要求されます。割り込み処理ルーチンで必ず OVF を 0 にクリアしてください。

ウォッチドッグタイマモードで NMI 割り込み要求の選択時は、オーバーフローにより NMI 割り込み要求が発生します。

表 12.2 WDT の割り込み要因

名称	割り込み要因	割り込みフラグ
WOVI	TCNT のオーバーフロー	OVF

12.6 使用上の注意事項

12.6.1 レジスタアクセス時の注意事項

TCNT、TCSR は、容易に書き換えられないように、ライト方法が一般のレジスタと異なっています。次の方法で、リード/ライトを行ってください。

(1) TCNT、TCSR へのライト (WDT_0 の例)

TCNT、TCSR へライトするときは、必ずワード転送命令を使用してください。バイト転送命令では、ライトできません。

ライト時は、TCNT と TCSR が同一アドレスに割り当てられています。このため、**図 12.5** に示すようにして転送してください。TCNT へライトするときは上位バイトを H'5A にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。TCSR へライトするときは上位バイトを H'A5 にし、下位バイトをライトデータにして転送してください。

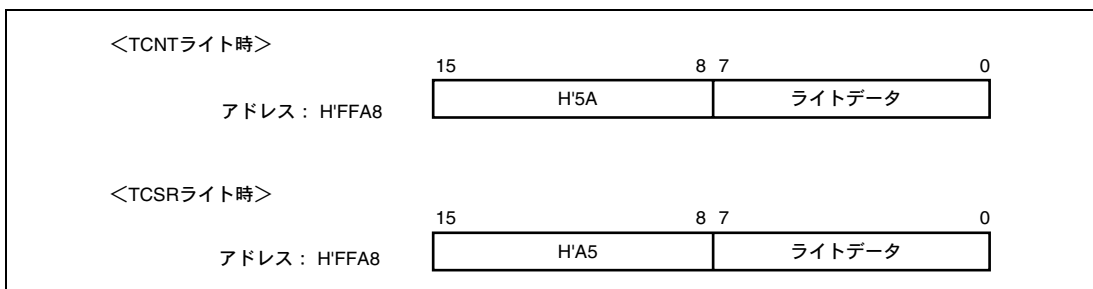


図 12.5 TCNT、TCSR へのライト (WDT_0 の例)

(2) TCNT、TCSR からのリード (WDT_0 の例)

リードは、一般のレジスタと同様の方法で行うことができます。TCSR はアドレス H'FFA8 に、TCNT はアドレス H'FFA9 にそれぞれ割り当てられています。

12. ウォッチドッグタイマ (WDT)

12.6.2 タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合

TCNT のライトサイクル中の T_2 ステートでカウントアップが発生しても、カウントアップされずに TCNT へのカウンタライトが優先されます。これを図 12.6 に示します。

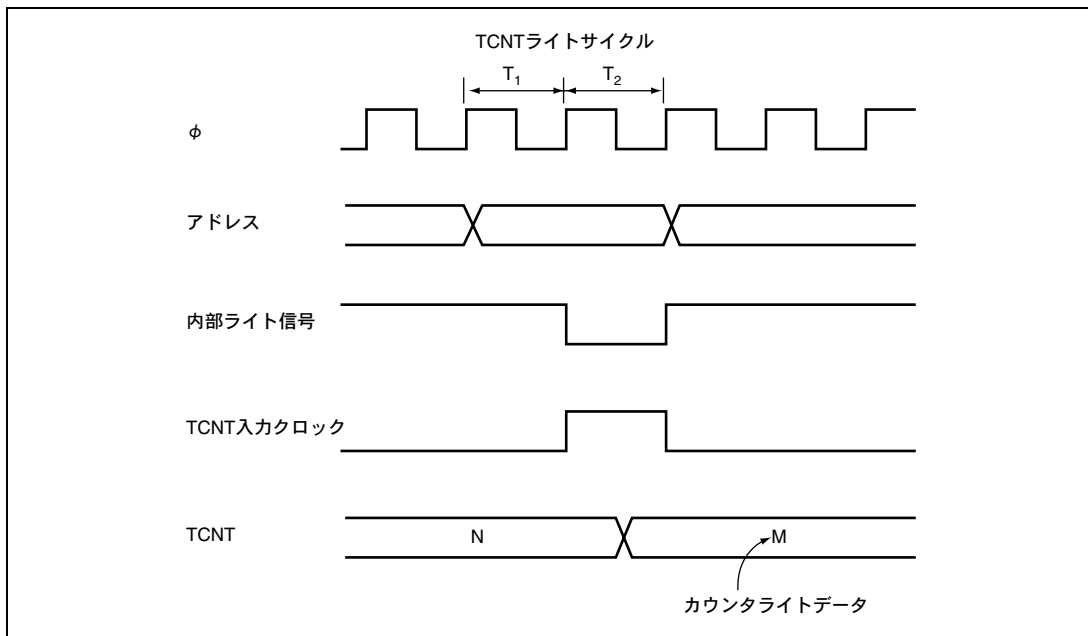


図 12.6 TCNT のライトとカウントアップの競合

12.6.3 CKS2～CKS0 ビットの書き換え

WDT の動作中に TCSR の CKS2～CKS0 ビットを書き換えると、カウントアップが正しく行われな場合があります。CKS2～CKS0 ビットを書き換えるときは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

12.6.4 PSS ビットの書き換え

WDT の動作中に TCSR_1 の PSS ビットを書き換えると、正しい動作が行われな場合があります。PSS ビットを書き換えるときは、必ず WDT を停止させて (TME ビットを 0 にクリアして) から行ってください。

12.6.5 ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え

WDT の動作中にウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替えると、正しい動作が行われな場合があります。タイマモードの切り替えは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

本 LSI は独立したシリアルコミュニケーションインタフェース (SCI : Serial Communication Interface) を備えています。SCI は、調歩同期式とクロック同期式の 2 方式のシリアル通信が可能です。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 LSI とのシリアル通信ができます。また、調歩同期式モードでは複数のプロセッサ間のシリアル通信機能 (マルチプロセッサ通信機能) を備えています。このほか、SCI は調歩同期式モードの拡張機能として、ISO/IEC 7816-3 (Identification Card) に準拠したスマートカード (IC カード) インタフェースをサポートしています。

13.1 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、送信部と受信部は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外部クロックの選択も可能です (スマートカードインタフェースを除く)。
- LSBファースト/MSBファースト選択可能 (調歩同期式7ビットデータを除く)
- 割り込み要因 : 4種類
送信終了、送信データエンプティ、受信データフル、受信エラーの割り込み要因があります。

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リードすることでブレークを検出可能
- マルチプロセッサ間通信が可能

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

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

スマートカードインタフェース

- 受信時パリティエラーを検出するとエラーシグナルを自動送出
- 送信時エラーシグナルを受信するとデータを自動再送信
- ダイレクトコンベンション／インパースコンベンションの両方をサポート

SCIのブロック図を図 13.1 に示します。

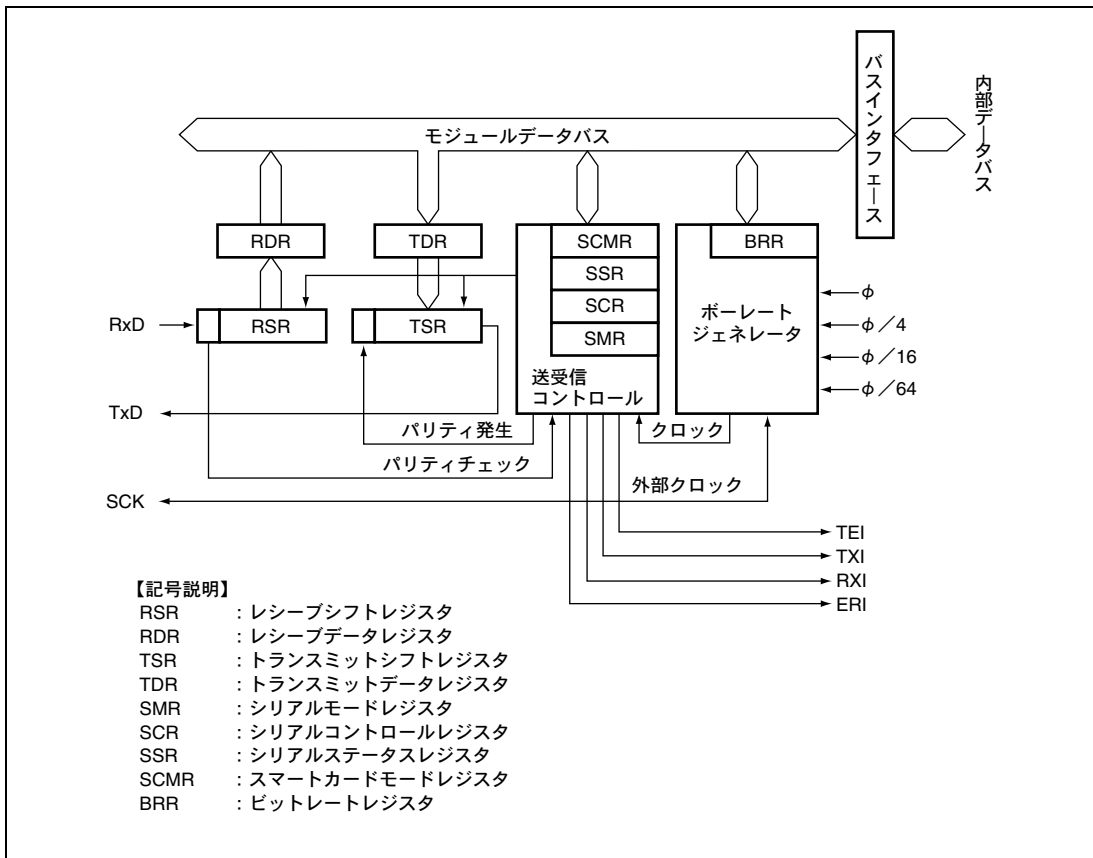


図 13.1 SCIのブロック図

13.2 入出力端子

SCIには、表 13.1 の入出力端子があります。

表 13.1 端子構成

チャンネル	記号*	入出力	機 能
1	SCK1、ExSCK1	入出力	チャンネル1のクロック入出力端子
	RxD1	入力	チャンネル1の受信データ入力端子
	TxD1	出力	チャンネル1の送信データ出力端子

【注】 * 本文中ではチャンネルを省略し、それぞれ SCK、RxD、TxD と略称します。

13.3 レジスタの説明

SCIにはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。シリアルモードレジスタ (SMR)、シリアルステータスレジスタ (SSR)、シリアルコントロールレジスタ (SCR) は通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なるため、別々に記載してあります。

- レシーブシフトレジスタ (RSR)
- レシーブデータレジスタ (RDR)
- トランスミットデータレジスタ (TDR)
- トランスミットシフトレジスタ (TSR)
- 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 (SCR)
- シリアルステータスレジスタ (SSR)
- スマートカードモードレジスタ (SCMR)
- ビットレートレジスタ (BRR)

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

13.3.1 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 から直接アクセスすることはできません。

13.3.2 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。

13.3.3 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 に空きを検出すると TDR にライトされた送信データは 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 につきの送信データがライトされていれば TSR へ転送して送信を継続します。TDR は CPU から常にリード/ライト可能ですが、シリアル送信を確実にを行うため 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 回だけ行ってください。TDR の初期値は H'FF です。

13.3.4 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 にライトされた送信データは自動的に TSR に転送され、TxD 端子に送出することでシリアルデータの送信を行います。CPU からは直接アクセスすることはできません。

13.3.5 シリアルモードレジスタ (SMR)

SMR は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。
SMR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。

● 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	C/Ā	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 ビットで送受信します。 1: データ長 7 ビットで送受信します。LSB ファースト固定となり、 送信では TDR の MSB は送信されません。 クロック同期式モードではデータ長は 8 ビット固定です。
5	PE	0	R/W	パリティイネーブル (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。マルチプロセッサフォーマットではこのビットの設定に かかわらずパリティビットの付加、チェックは行いません。
4	O/Ē	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 の場合は次の送信フレームのスタートビットと 見なします。
2	MP	0	R/W	マルチプロセッサモード (調歩同期式モードのみ有効) 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。 マルチプロセッサモードでは PE、O/Ē ビットの設定は無効です。
1	CKS1	0	R/W	クロックセレクト 1、0
0	CKS0	0	R/W	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: ϕ クロック (n=0) 01: $\phi/4$ クロック (n=1) 10: $\phi/16$ クロック (n=2) 11: $\phi/64$ 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、「13.3.9 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、「13.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	GM	0	R/W	GSM モード このビットを 1 にセットすると GSM モードで動作します。GSM モードでは TEND のセットタイミングが先頭から 11.0etu*に前倒しされ、クロック出力制御機能が追加されます。詳細は「13.7.8 クロック出力制御」を参照してください。
6	BLK	0	R/W	このビットを 1 にセットするとブロック転送モードで動作します。ブロック転送モードについての詳細は「13.7.3 ブロック転送モード」を参照してください。
5	PE	0	R/W	パリティイネーブル (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。スマートカードインタフェースではこのビットは 1 にセットして使用してください。
4	O/E	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。 スマートカードインタフェースにおけるこのビットの使用方法については「13.7.2 データフォーマット (ブロック転送モード時を除く)」を参照してください。
3 2	BCP1 BCP0	0 0	R/W R/W	基本クロックパルス 1、0 スマートカードインタフェースモードにおいて 1 ビット転送期間中の基本クロック数を選択します。 00 : 32 クロック (S=32) 01 : 64 クロック (S=64) 10 : 372 クロック (S=372) 11 : 256 クロック (S=256) 詳細は、「13.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン」を参照してください。S は「13.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の S の値を表します。
1 0	CKS1 CKS0	0 0	R/W R/W	クロックセレクト 1、0 内蔵ポーレートジェネレータのクロックソースを選択します。 00 : ϕ クロック (n=0) 01 : $\phi/4$ クロック (n=1) 10 : $\phi/16$ クロック (n=2) 11 : $\phi/64$ クロック (n=3) このビットの設定値とポーレートの関係については、「13.3.9 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、「13.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。

【注】 * etu : Element Time Unit 1 ビットの転送期間

13.3.6 シリアルコントロールレジスタ (SCR)

SCR は以下の送受信制御と割り込み制御、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「13.8 割り込み要因」を参照してください。SCR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。

● 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

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 にセットすると、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 にセットすると、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 このビットを 1 にセットすると、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 このビットを 1 にセットすると、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、ORER 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「13.5 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 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
0	CKE0	0	R/W	クロックソースおよび SCK 端子の機能を選択します。 調歩同期式の場合 00 : 内部クロック (SCK 端子は入出力ポートとして使用できます) 01 : 内部クロック (SCK 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) 1x : 外部クロック (ビットレートの 16 倍の周波数のクロックを SCK 端子に入力してください。) クロック同期式の場合 0x : 内部クロック (SCK 端子はクロック出力端子となります。) 1x : 外部クロック (SCK 端子はクロック入力端子となります。)

【注】 x : Don't care

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

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にセットすると、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にセットすると、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 このビットを1にセットすると、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 このビットを1にセットすると、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) スマートカードインタフェースではこのビットには0をライトして使用してください。
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 スマートカードインタフェースではこのビットには0をライトして使用してください。
1	CKE1	0	R/W	クロックイネーブル 1、0 SCK 端子からのクロック出力を制御します。GSM モードではクロックの出力をダイナミックに切り替えることができます。詳細は「13.7.8 クロック出力制御」を参照してください。 SMR の GM=0 の場合 00 : 出力ディスエーブル (SCK 端子は入出力ポートとして使用可) 01 : クロック出力 1x : リザーブ SMR の GM=1 の場合 00 : Low 出力固定 01 : クロック出力 10 : High 出力固定 11 : クロック出力
0	CKE0	0	R/W	

【注】 x : Don't care

13.3.7 シリアルステータスレジスタ (SSR)

SSR は SCI 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、ORER、PER、FER はクリアのみ可能です。SSR は通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部のビットの機能が異なります。

● 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモード (SCMRのSMIF=0のとき)

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pty TDR 内の送信データの有無を表示します。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • SCR の TE が 0 のとき • TDR から TSR にデータが転送され、TDR がデータライト可能になったとき [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
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] <ul style="list-style-type: none"> • 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] <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 SCR の RE をクリアしても RDRF は影響を受けず状態を保持します。
5	ORER	0	R/(W)*	オーバランエラー [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • RDRF=1 の状態で次のデータを受信したとき [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
4	FER	0	R/(W)*	フレーミングエラー [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • ストップビットが 0 のとき [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 ストップのときも 1 ビット目のストップビットのみチェックします。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
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を検出したとき [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
2	TEND	1	R	トランスミットエンド [セット条件] • SCR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
1	MPB	0	R	マルチプロセッサビット 受信フレーム中のマルチプロセッサビットの値が格納されます。SCRのREが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 送信フレームに付加するマルチプロセッサビットの値を設定します。

【注】 * フラグをクリアするための0ライトのみ可能です。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

• スマートカードインタフェース (SCMRのSMIF=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TDRE	1	R/(W)* ¹	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] • SCR の TE が 0 のとき • TDR から TSR にデータが転送され、TDR がデータライト可能になったとき [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	RDRF	0	R/(W)* ¹	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 SCR の RE をクリアしても RDRF は影響を受けず状態を保持します。
5	ORER	0	R/(W)* ¹	オーバランエラー [セット条件] • RDRF=1 の状態で次のデータを受信したとき [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	ERS	0	R/(W)* ¹	エラーシグナルステータス [セット条件] • エラーシグナル Low をサンプリングしたとき [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)* ¹	パリティエラー [セット条件] • 受信中にパリティエラーを検出したとき [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

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	TEND	1	R	<p>トランスミットエンド</p> <p>受信側からのエラーシグナルの応答がなく、次の送信データを TDR に転送可能になったときセットされます。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCR の TE=0 かつ ERS=0 のとき • 1 バイトのデータを送信して一定期間後、ERS=0 かつ TDRE=1 のとき。 <p>セットされるタイミングはレジスタの設定により以下のように異なります。</p> <p>GM=0、BLK=0 のとき、送信開始から 2.5etu*²後</p> <p>GM=0、BLK=1 のとき、送信開始から 1.5etu*²後</p> <p>GM=1、BLK=0 のとき、送信開始から 1.0etu*²後</p> <p>GM=1、BLK=1 のとき、送信開始から 1.0etu*²後</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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
1	MPB	0	R	<p>マルチプロセッサビット</p> <p>スマートカードインタフェースでは使用しません。</p>
0	MPBT	0	R/W	<p>マルチプロセッサビットトランスファ</p> <p>スマートカードインタフェースではこのビットには 0 をライトして使用してください。</p>

【注】 *1 フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

*2 etu : Element Time Unit 1 ビットの転送期間

13.3.8 スマートカードモードレジスタ (SCMR)

SCMR はスマートカードインタフェースおよびそのフォーマット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
7~4	—	すべて 1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3	SDIR	0	R/W	スマートカードデータトランスファディレクション シリアル/パラレル変換の方向を選択します。 0 : TDR の内容を LSB ファーストで送信 受信データを LSB ファーストとして RDR に格納 1 : TDR の内容を MSB ファーストで送信 受信データを MSB ファーストとして RDR に格納 送受信フォーマットが 8 ビットデータの場合のみ有効です。7 ビットデータの場合は LSB ファーストに固定されます。
2	SINV	0	R/W	スマートカードデータインバート 送受信データのロジックレベルの反転を指定します。SINV ビットは、パリティビットのロジックレベルには影響しません。パリティビットを反転させる場合は SMR の O/E ビットを反転してください。 0 : TDR の内容をそのまま送信、受信データをそのまま RDR に格納 1 : TDR の内容を反転して送信、受信データを反転して RDR に格納
1	—	1	R	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
0	SMIF	0	R/W	スマートカードインタフェースモードセレクト スマートカードインタフェースモードで動作させるとき 1 をセットします。 0 : 通常の調歩同期式またはクロック同期式モード 1 : スマートカードインタフェースモード

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

13.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)

BRR はビットレートを調整するための 8 ビットのレジスタです。SCI はチャンネルごとにボーレートジェネレータが独立しているため、異なるビットレートを設定できます。通常の調歩同期式モード、クロック同期式モード、スマートカードインタフェースモードにおける BRR の設定値 N とビットレート B の関係を表 13.2 に示します。BRR の初期値は H'FF で、CPU から常にリード/ライト可能です。

表 13.2 BRR の設定値 N とビットレート B の関係

モード	ビットレート	誤差
調歩同期式	$B = \frac{\phi \times 10^6}{64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \frac{\phi \times 10^6}{B \times 64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$
クロック同期式	$B = \frac{\phi \times 10^6}{8 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	
スマートカード インタフェース	$B = \frac{\phi \times 10^6}{S \times 2^{2n+1} \times (N+1)}$	$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \frac{\phi \times 10^6}{B \times S \times 2^{2n+1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$

【注】 B: ビットレート (bit/s)

N: ボーレートジェネレータの BRR の設定値 ($0 \leq N \leq 255$)

ϕ : 動作周波数 (MHz)

n と S: 下表のとおり SMR の設定値によって決まります。

SMR の設定値		n
CKS1	CKS0	
0	0	0
0	1	1
1	0	2
1	1	3

SMR の設定値		S
BCP1	BCP0	
0	0	32
0	1	64
1	0	372
1	1	256

通常の調歩同期式モードにおける BRR の値 N の設定例を表 13.3 に、各動作周波数における設定可能な最大ビットレートを表 13.4 に示します。また、クロック同期式モードにおける BRR の値 N の設定例を表 13.6 に、スマートカードインタフェースにおける BRR の値 N の設定例を表 13.8 に示します。スマートカードインタフェースでは 1 ビット転送期間の基本クロック数 S を選択できます。詳細は「13.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン」を参照してください。また、表 13.5、表 13.7 に外部クロック入力時の最大ビットレートを示します。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 13.3 ビットレートに対する BRR の設定例〔調歩同期モード〕 (1)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	8			9.8304			10			12		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	141	0.03	2	174	-0.26	2	177	-0.25	2	212	0.03
150	2	103	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16	2	155	0.16
300	1	207	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16
600	1	103	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16
1200	0	207	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16
2400	0	103	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16
4800	0	51	0.16	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16
9600	0	25	0.16	0	31	0.00	0	32	-1.36	0	38	0.16
19200	0	12	0.16	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	-2.34
31250	0	7	0.00	0	9	-1.70	0	9	0.00	0	11	0.00
38400	-	-	-	0	7	0.00	0	7	1.73	0	9	-2.34

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	12.288			14			14.7456			16		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	217	0.08	2	248	-0.17	3	64	0.70	3	70	0.03
150	2	159	0.00	2	181	0.16	2	191	0.00	2	207	0.16
300	2	79	0.00	2	90	0.16	2	95	0.00	2	103	0.16
600	1	159	0.00	1	181	0.16	1	191	0.00	1	207	0.16
1200	1	79	0.00	1	90	0.16	1	95	0.00	1	103	0.16
2400	0	159	0.00	0	181	0.16	0	191	0.00	0	207	0.16
4800	0	79	0.00	0	90	0.16	0	95	0.00	0	103	0.16
9600	0	39	0.00	0	45	-0.93	0	47	0.00	0	51	0.16
19200	0	19	0.00	0	22	-0.93	0	23	0.00	0	25	0.16
31250	0	11	2.40	0	13	0.00	0	14	-1.70	0	15	0.00
38400	0	9	0.00	-	-	-	0	11	0.00	0	12	0.16

【注】 誤差はなるべく 1%以内になるように設定してください。

【記号説明】 - : 設定可能ですが誤差がでます。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 13.3 ビットレートに対する BRR の設定例〔調歩同期モード〕 (2)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	17.2032			18			19.6608			20		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	3	75	0.48	3	79	-0.12	3	86	0.31	3	88	-0.25
150	2	223	0.00	2	233	0.16	2	255	0.00	3	64	0.16
300	2	111	0.00	2	116	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16
600	1	223	0.00	1	233	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16
1200	1	111	0.00	1	116	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16
2400	0	223	0.00	0	233	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16
4800	0	111	0.00	0	116	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16
9600	0	55	0.00	0	58	-0.69	0	63	0.00	0	64	0.16
19200	0	27	0.00	0	28	1.02	0	31	0.00	0	32	-1.36
31250	0	16	1.20	0	17	0.00	0	19	-1.70	0	19	0.00
38400	0	16	0.00	0	14	-2.34	0	15	0.00	0	15	1.73

【注】 誤差はなるべく 1%以内になるように設定してください。

【記号説明】 - : 設定可能ですが誤差がでます。

表 13.4 各動作周波数における最大ビットレート (調歩同期モード)

ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
8	250000	0	0	14.7456	460800	0	0
9.8304	307200	0	0	16	500000	0	0
10	312500	0	0	17.2032	537600	0	0
12	375000	0	0	18	562500	0	0
12.288	384000	0	0	19.6608	614400	0	0
14	437500	0	0	20	625000	0	0

表 13.5 外部クロック入力時の最大ビットレート (調歩同期モード)

ϕ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
8	2.0000	125000	14.7456	3.6864	230400
9.8304	2.4576	153600	16	4.0000	250000
10	2.5000	156250	17.2032	4.3008	268800
12	3.0000	187500	18	4.5000	281250
12.288	3.0720	192000	19.6608	4.9152	307200
14	3.5000	218750	20	5.0000	312500

表 13.6 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)	動作周波数 ϕ (MHz)								
	8		10		16		20		
	n	N	n	N	n	N	n	N	
110									
250	3	124	—	—	3	249			
500	2	249	—	—	3	124	—	—	
1k	2	124	—	—	2	249	—	—	
2.5k	1	199	1	249	2	99	2	124	
5k	1	99	1	124	1	199	1	249	
10k	0	199	0	249	1	99	1	124	
25k	0	79	0	99	0	159	0	199	
50k	0	39	0	49	0	79	0	99	
100k	0	19	0	24	0	39	0	49	
250k	0	7	0	9	0	15	0	19	
500k	0	3	0	4	0	7	0	9	
1M	0	1			0	3	0	4	
2.5M			0	0*			0	1	
5M							0	0*	

【記号説明】

空欄 : 設定できません。

— : 設定可能ですが誤差がでます。

* : 連続送信/連続受信はできません。

表 13.7 外部クロック入力時の最大ビットレート (クロック同期式モード)

ϕ (MHz)	外部入カクロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	ϕ (MHz)	外部入カクロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
8	1.3333	1333333.3	16	2.6667	2666666.7
10	1.6667	1666666.7	18	3.0000	3000000.0
12	2.0000	2000000.0	20	3.3333	3333333.3
14	2.3333	2333333.3			

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 13.8 ビットレートに対する BRR の設定例
(スマートカードインタフェースモードで n=0、S=372 のとき)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)											
	10.00			13.00			14.2848			16.00		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
9600	0	1	30	0	1	-8.99	0	1	0.00	0	1	12.01

ビットレート (bit/s)	動作周波数 ϕ (MHz)					
	18.00			20.00		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
9600	0	2	-15.99	0	2	-6.65

表 13.9 各動作周波数における最大ビットレート
(スマートカードインタフェースモードで S=372 のとき)

ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	ϕ (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
10.00	13441	0	0	16.00	21505	0	0
13.00	17473	0	0	18.00	24194	0	0
14.2848	19200	0	0	20.00	26882	0	0

13.4 調歩同期式モードの動作

調歩同期式シリアル通信の一般的なフォーマットを図 13.2 に示します。1 フレームは、スタートビット (Low レベル) から始まり送受信データ、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。調歩同期式シリアル通信では、通信回線は通常マーク状態 (High レベル) に保たれています。SCI は通信回線を監視し、スペース (Low レベル) を検出するとスタートビットとみなしてシリアル通信を開始します。SCI 内部では、送信部と受信部は独立していますので、全二重通信を行うことができます。また、送信部と受信部がともにダブルバッファ構造になっていますので、送信および受信中にデータのリード/ライトができ、連続送受信が可能です。

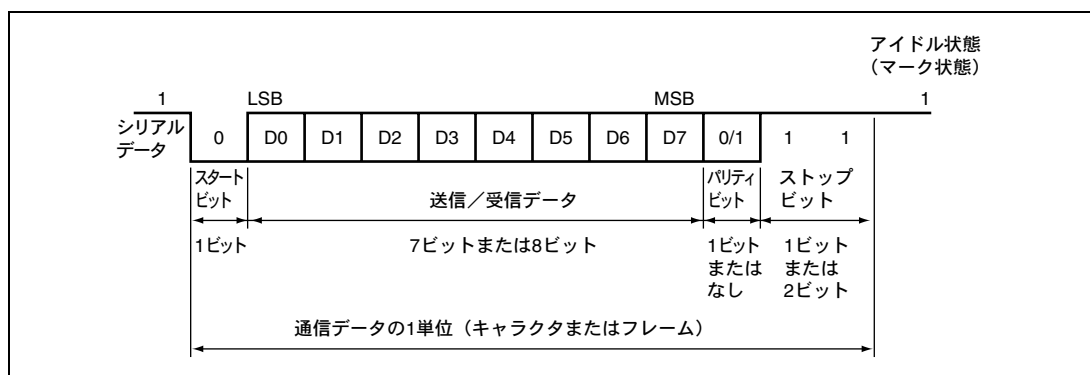


図 13.2 調歩同期式通信のデータフォーマット (8 ビットデータ/パリティあり/2ストップビットの例)

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

13.4.1 送受信フォーマット

調歩同期式モードで設定できる送受信フォーマットを、表 13.10 に示します。フォーマットは 12 種類あり、SMR の選定により選択できます。マルチプロセッサビットについては「13.5 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。

表 13.10 シリアル送信/受信フォーマット (調歩同期式モード)

SMRの設定				シリアル送信/受信フォーマットとフレーム長												
CHR	PE	MP	STOP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
0	0	0	0	S	8ビットデータ								STOP			
0	0	0	1	S	8ビットデータ								STOP	STOP		
0	1	0	0	S	8ビットデータ								P	STOP		
0	1	0	1	S	8ビットデータ								P	STOP	STOP	
1	0	0	0	S	7ビットデータ							STOP				
1	0	0	1	S	7ビットデータ							STOP	STOP			
1	1	0	0	S	7ビットデータ							P	STOP			
1	1	0	1	S	7ビットデータ							P	STOP	STOP		
0	-	1	0	S	8ビットデータ								MPB	STOP		
0	-	1	1	S	8ビットデータ								MPB	STOP	STOP	
1	-	1	0	S	7ビットデータ							MPB	STOP			
1	-	1	1	S	7ビットデータ							MPB	STOP	STOP		

【記号説明】

- S : スタートビット
- STOP : ストップビット
- P : パリティビット
- MPB : マルチプロセッサビット

13.4.2 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミングと受信マージン

調歩同期式モードでは、SCI はビットレートの 16 倍の周波数の基本クロックで動作します。受信時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、図 13.3 に示すように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サンプリングすることで、各ビットの中央でデータを取り込みます。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。

$$M = \left\{ \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - \frac{D-0.5}{N} (1+F) - (L-0.5) F \right\} \times 100 \quad [\%] \quad \cdots \text{式 (1)}$$

M: 受信マージン (%)

N: クロックに対するビットレートの比 (N=16)

D: クロックのデューティ (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、

$$M = \left\{ 0.5 - 1 / (2 \times 16) \right\} \times 100 \quad [\%] = 46.875\%$$

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。

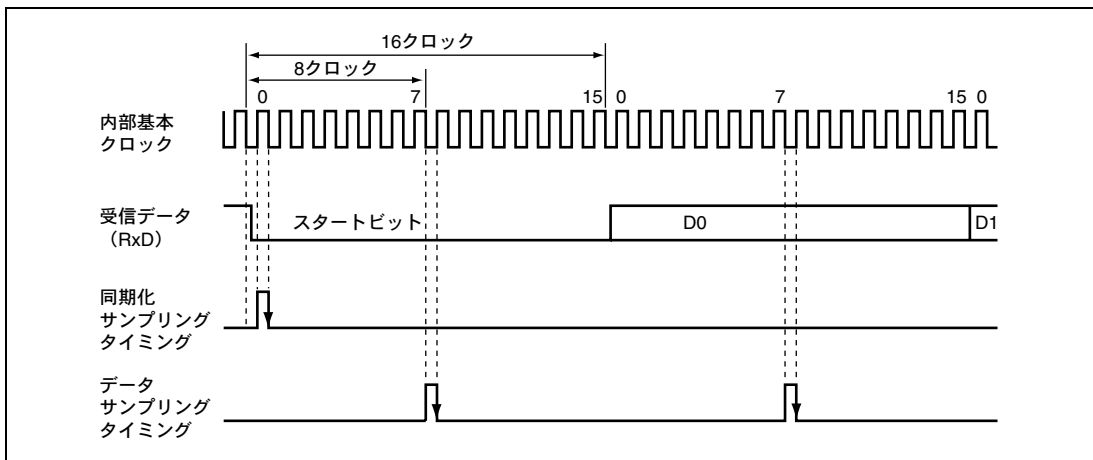


図 13.3 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミング

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

13.4.3 クロック

SCIの送受信クロックは、SMRの C/\bar{A} ビットとSCRのCKE1、CKE0ビットの設定により、内蔵ポーレートジェネレータの生成する内部クロックまたはSCK端子から入力される外部クロックのいずれかを選択できます。外部クロックを使用する場合は、SCK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。

内部クロックで動作させるときはSCK端子からクロックを出力することができます。このとき出力されるクロックの周波数はビットレートと等しく、送信時の位相は図13.4に示すように送信データの中央でクロックが立ち上がります。

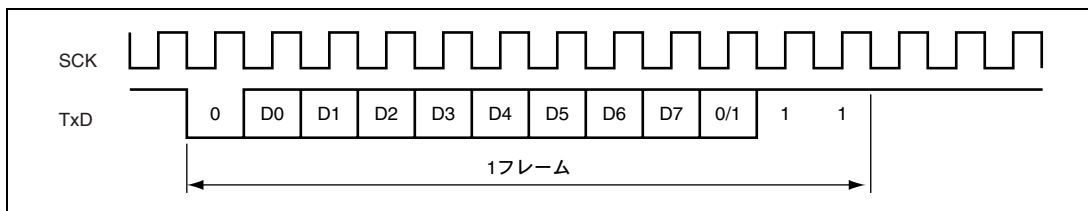


図 13.4 出カクロックと送信データの位相関係 (調歩同期式モード)

13.4.4 SCI の初期化 (調歩同期式)

データの送受信前に、SCR の TE、RE ビットをクリアした後、図 13.5 のフローチャートの例に従って初期化してください。動作モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合も必ず、TE ビットおよび RE ビットを 0 にクリアしてから変更を行ってください。TE を 0 にクリアすると、SSR の TDRE は 1 にセットされますが、RE を 0 にクリアしても、SSR の RDRF、PER、FER、ORER 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。

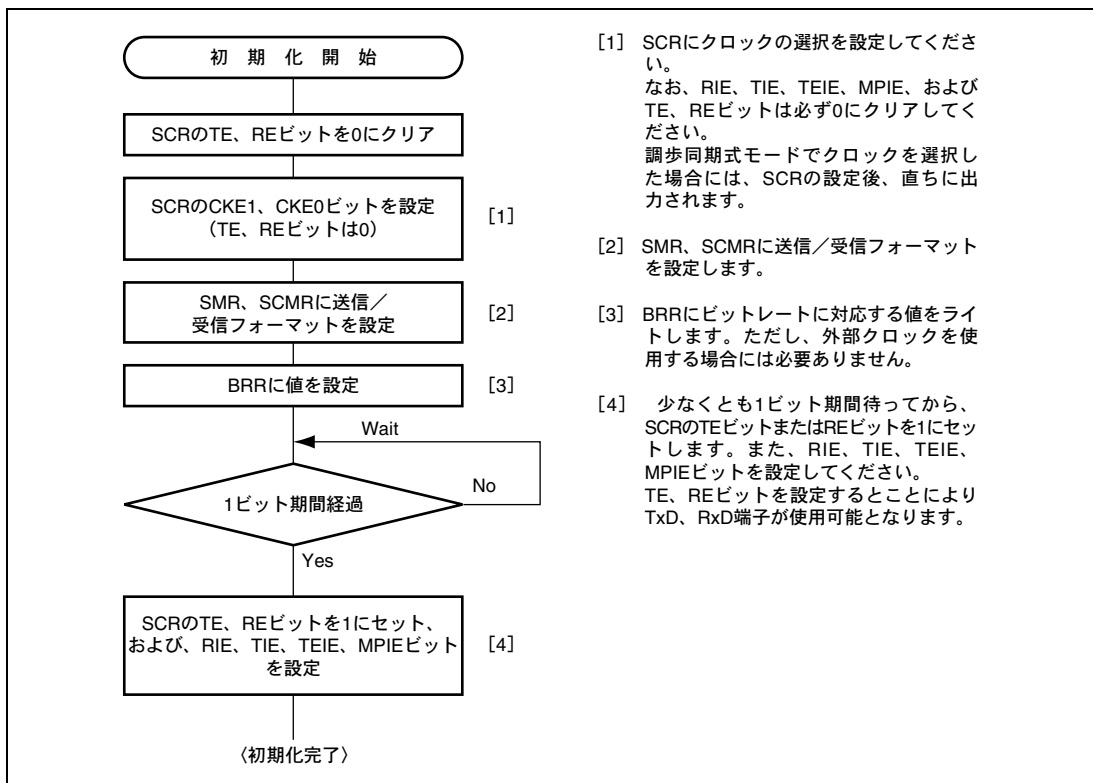


図 13.5 SCI の初期化フローチャートの例

13.4.5 シリアルデータ送信（調歩同期式）

図 13.6 に調歩同期式モードの送信時の動作例を示します。データ送信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIはSSRのTDREを監視し、クリアされるとTDRにデータが書き込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDRからTSRにデータを転送すると、TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCRのTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求を発生します。このTXI割り込みルーチンで、前に転送したデータの送信が終了するまでに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. TxD端子からスタートビット、送信データ、パリティビットまたはマルチプロセッサビット（フォーマットによってはない場合もあります）、ストップビットの順に送り出します。
4. 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。
5. TDREが0であると次の送信データを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。
6. TDREが1であるとSSRのTENDを1にセットし、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SCRのTEIEが1にセットされているとTEI割り込み要求を発生します。

図 13.7 にデータ送信のフローチャートの例を示します。

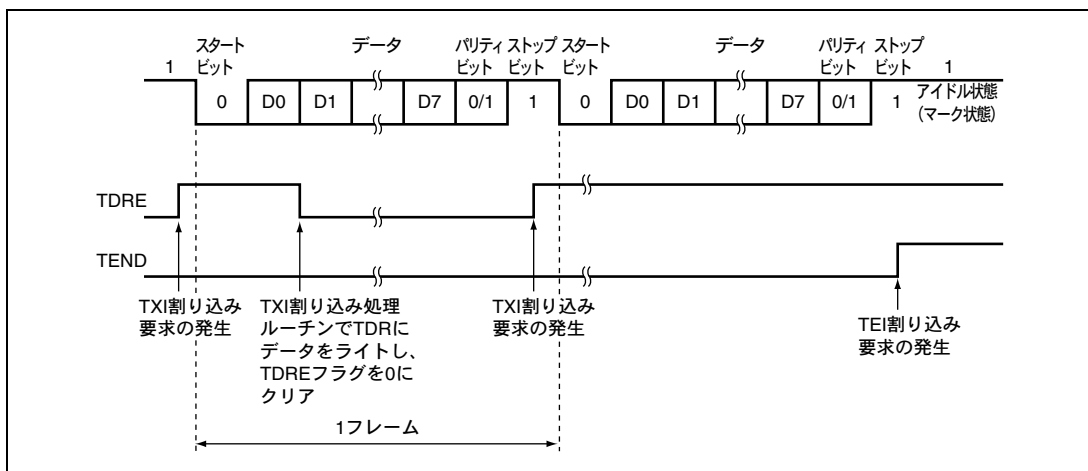


図 13.6 調歩同期式モードの送信時の動作例（8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例）

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

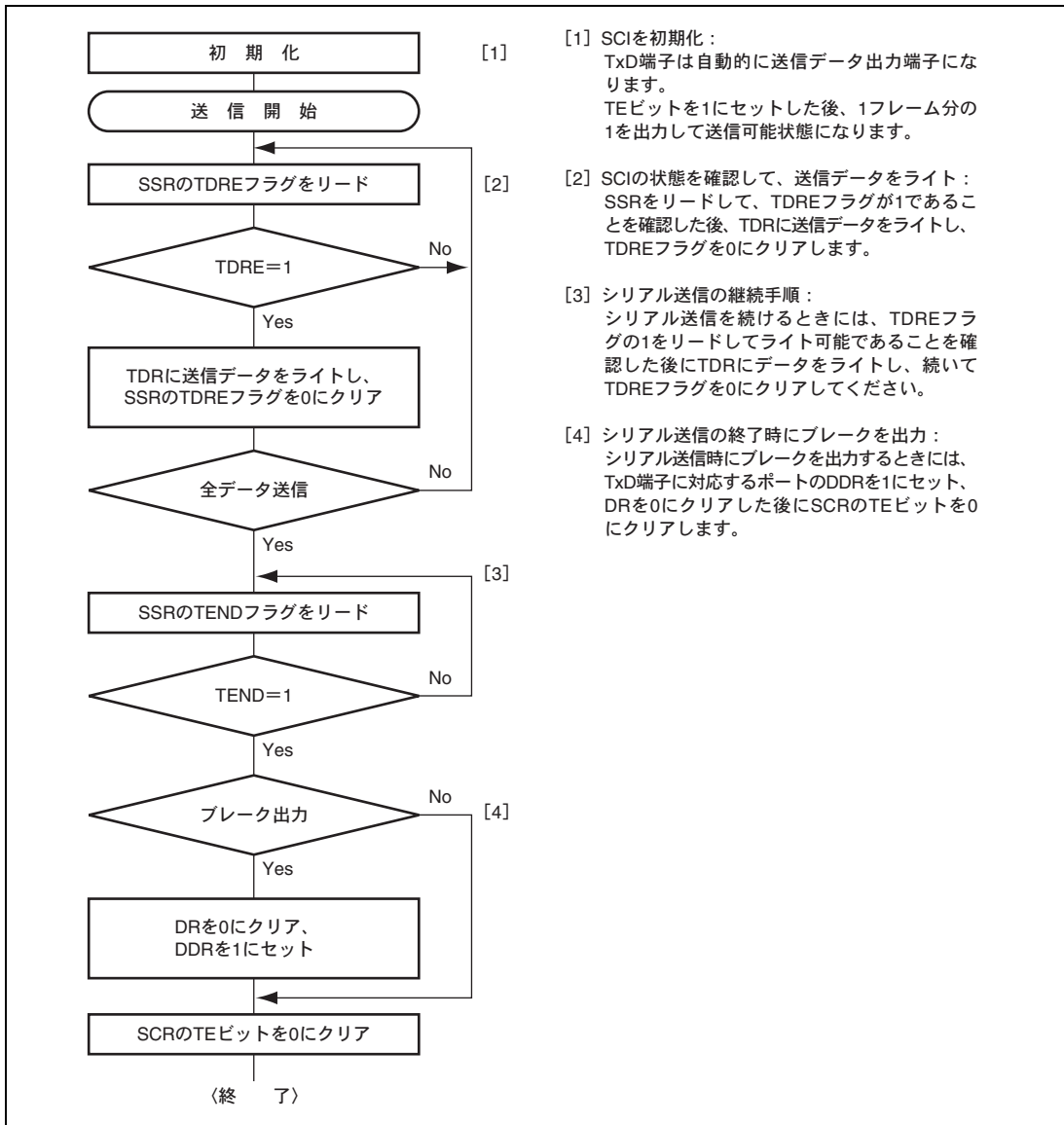


図 13.7 シリアル送信のフローチャートの例

13.4.6 シリアルデータ受信（調歩同期式）

図 13.8 に調歩同期式モードの受信時の動作例を示します。データ受信時 SCI は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ORERをセットします。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求が発生します。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。
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SCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求が発生します。
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SCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求が発生します。
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SCRのRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求が発生します。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。

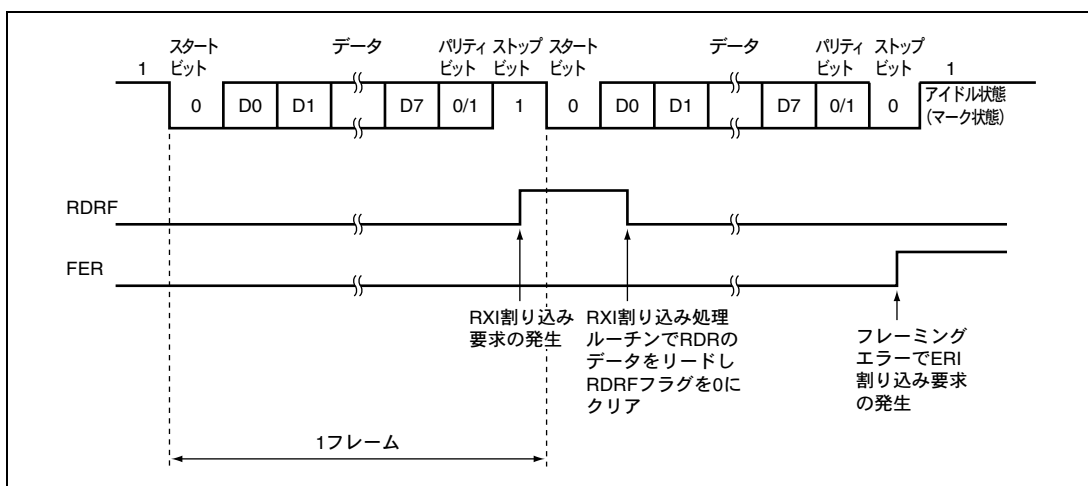


図 13.8 SCI の受信時の動作例（8 ビットデータ／パリティあり／1 ストップビットの例）

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理を表 13.11 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。受信エラーフラグ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 ORER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 13.9 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 13.11 SSR のステータスフラグの状態と受信データの処理

SSR のステータスフラグ				受信データ	受信エラーの状態
RDRF*	ORER	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。

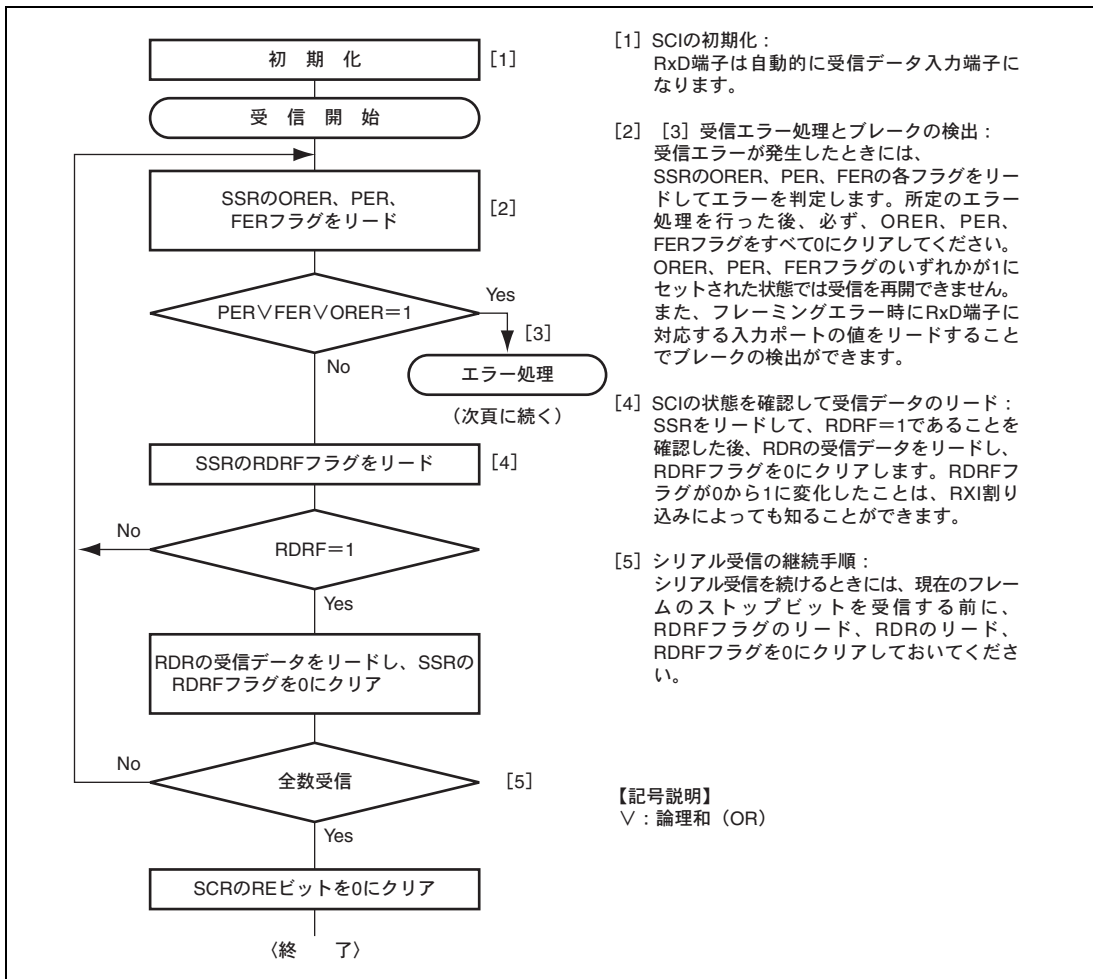


図 13.9 シリアル受信データフローチャートの例 (1)

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

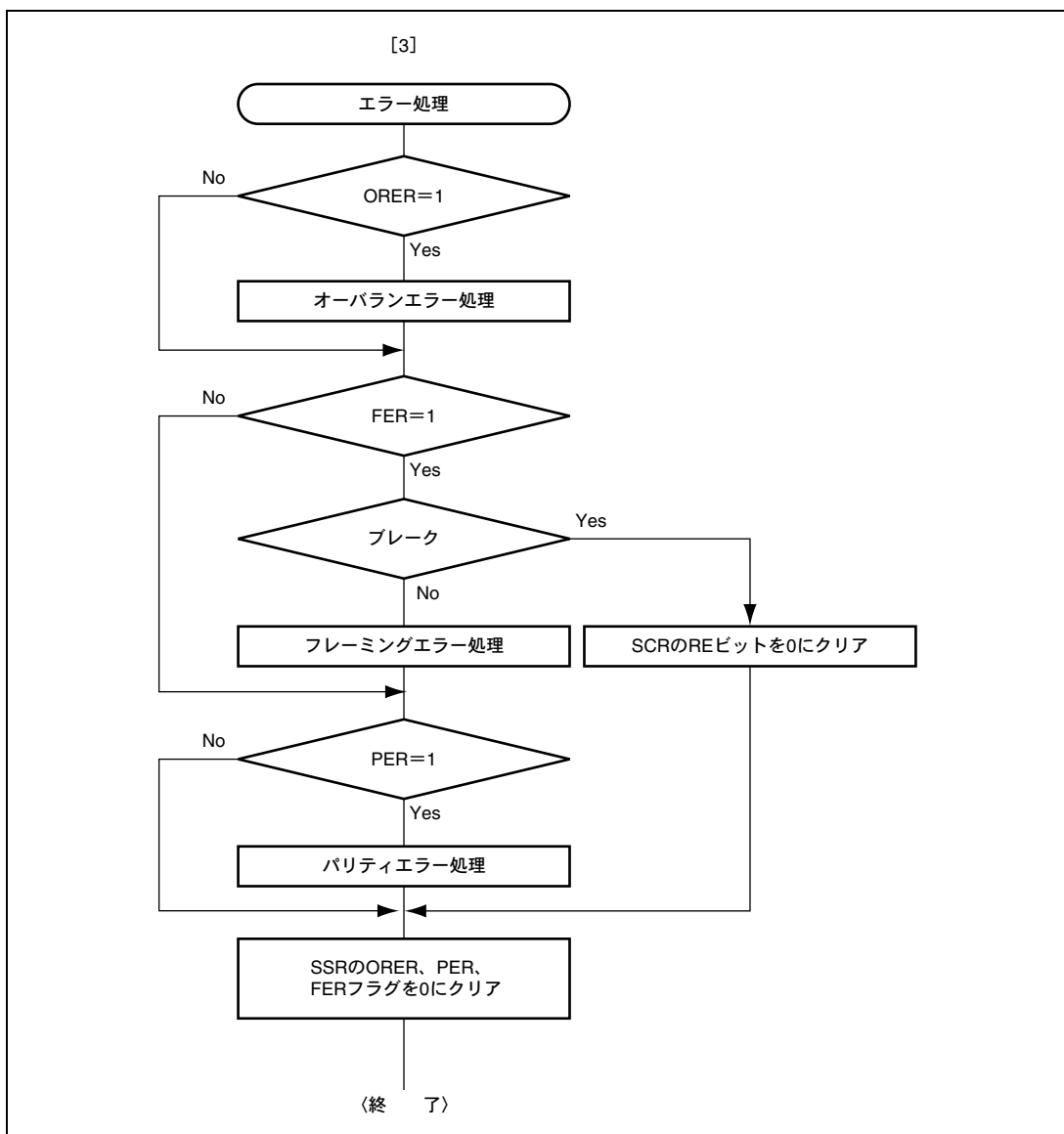


図 13.9 シリアル受信データフローチャートの例 (2)

13.5 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 13.10 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。

SCI はこの機能をサポートするため、SCR 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、ORER 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 MPB 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実動作に戻ります。このとき SCR 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。それ以外は通常の実動作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実動作モードと同一です。

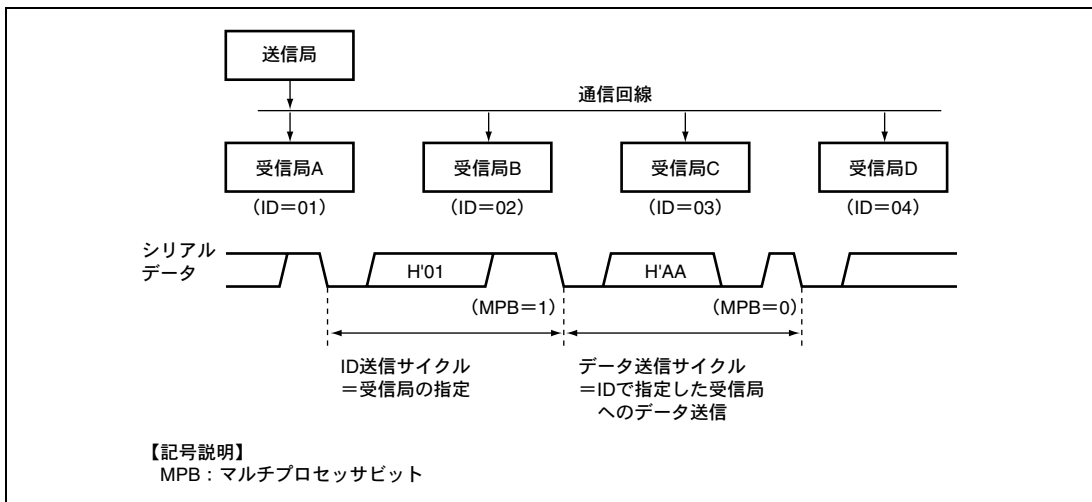


図 13.10 マルチプロセッサフォーマットを使用した通信例（受信局 A へのデータ H'AA の送信の例）

13.5.1 マルチプロセッサシリアルデータ送信

図 13.11 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。

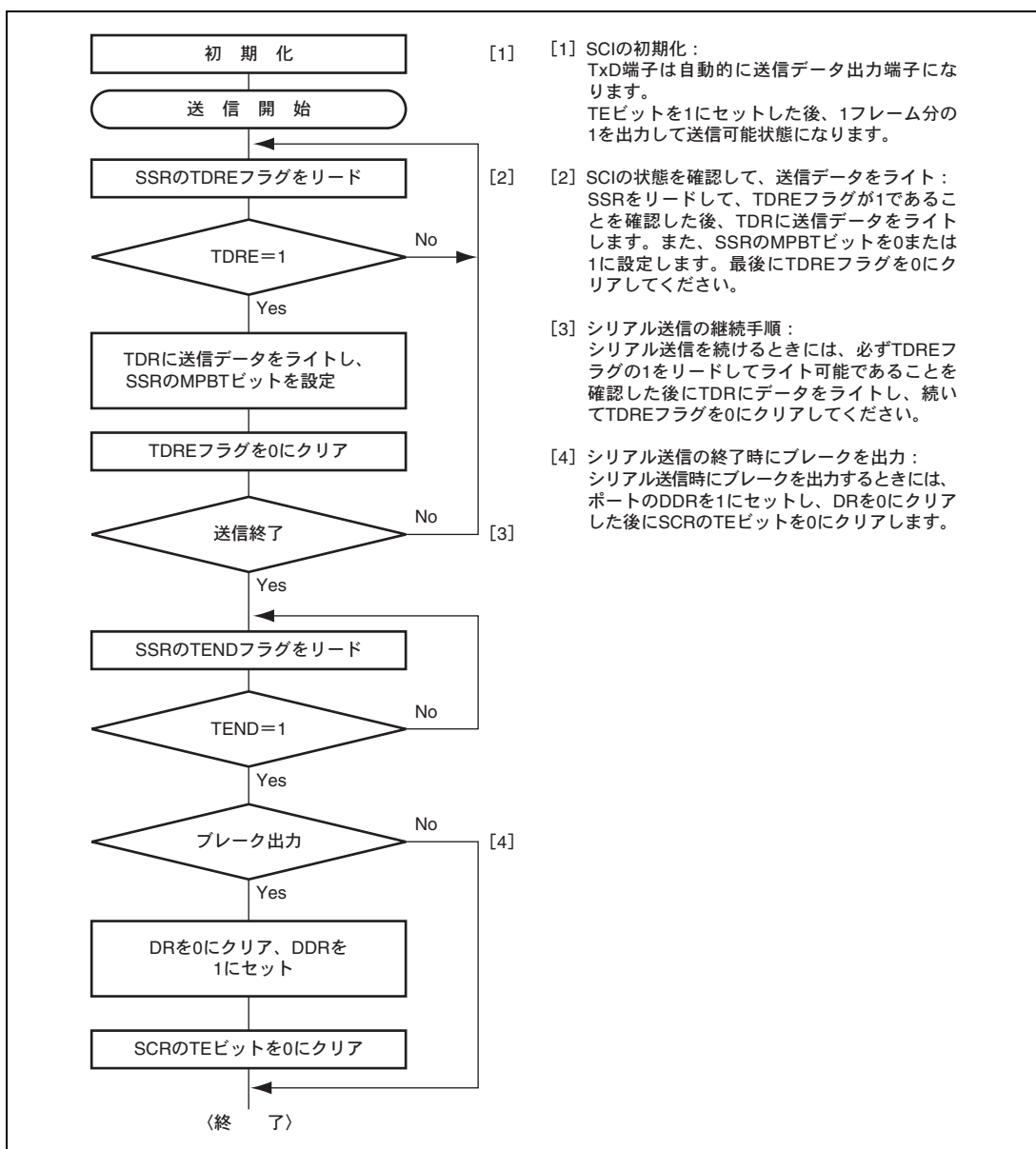


図 13.11 マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例

13.5.2 マルチプロセッサシリアルデータ受信

図 13.13 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。SCR 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 13.12 に受信時の動作例を示します。

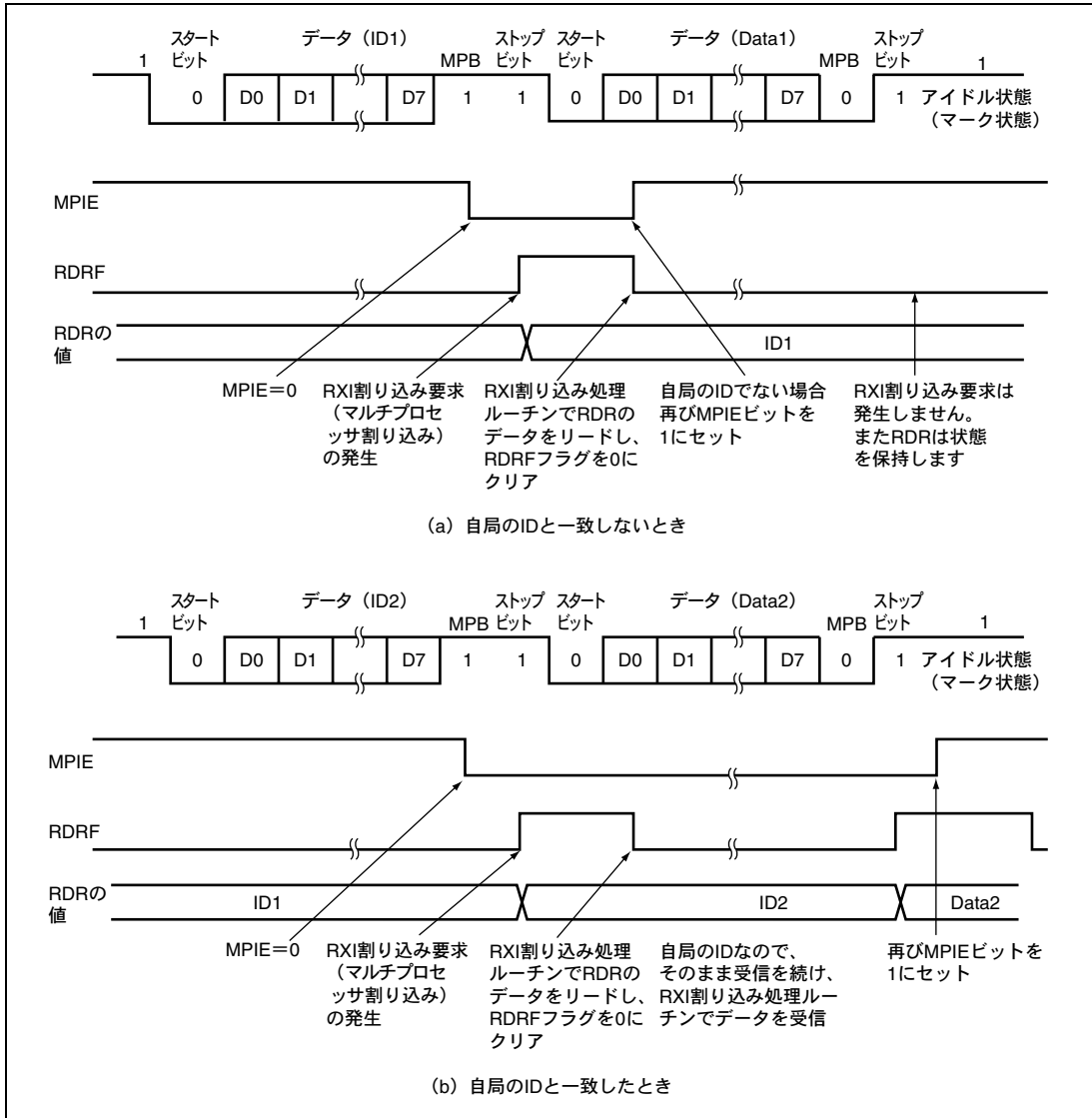


図 13.12 SCI の受信時の動作例 (8 ビットデータ/マルチプロセッサビットあり/1 ストップビットの例)

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

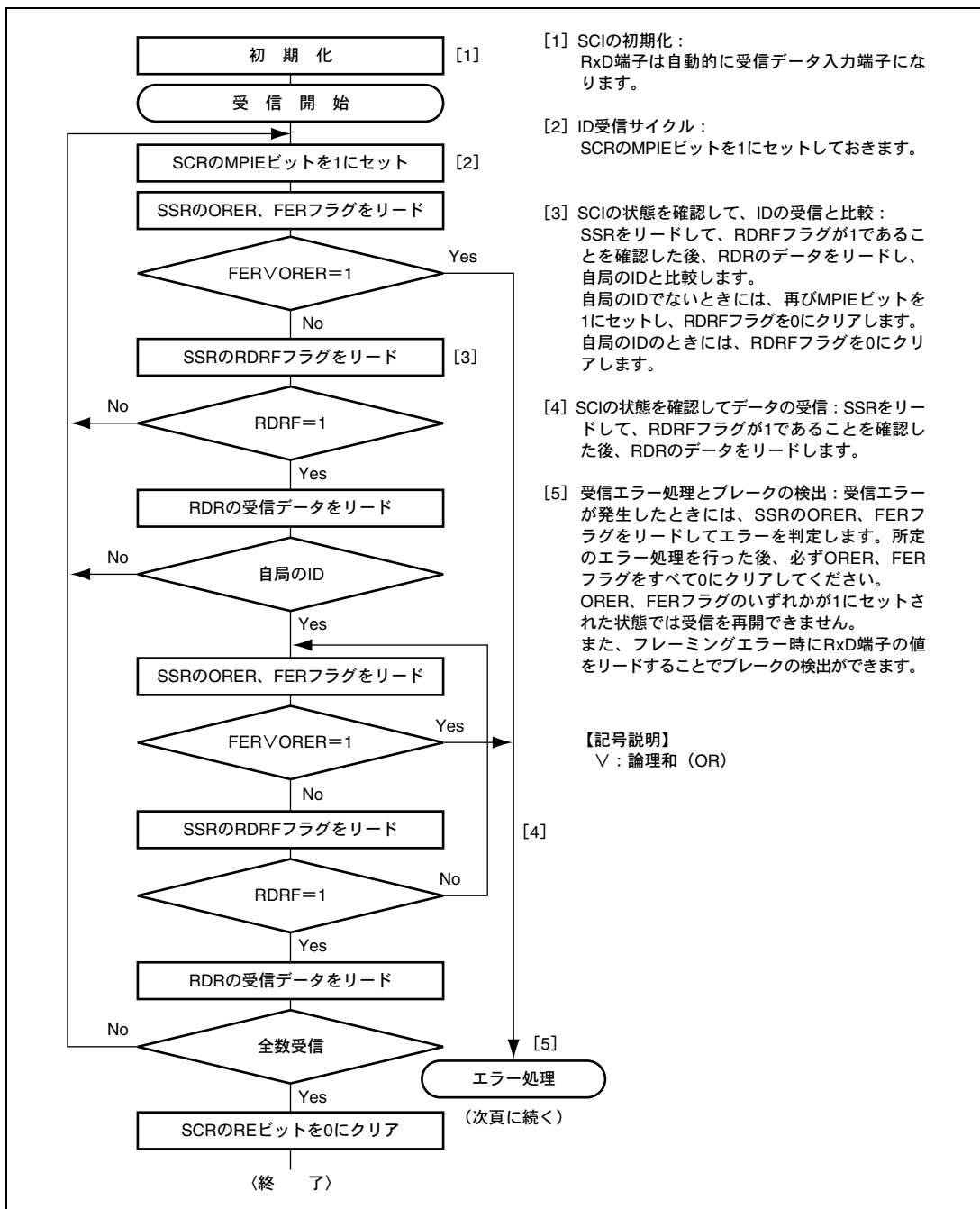


図 13.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (1)

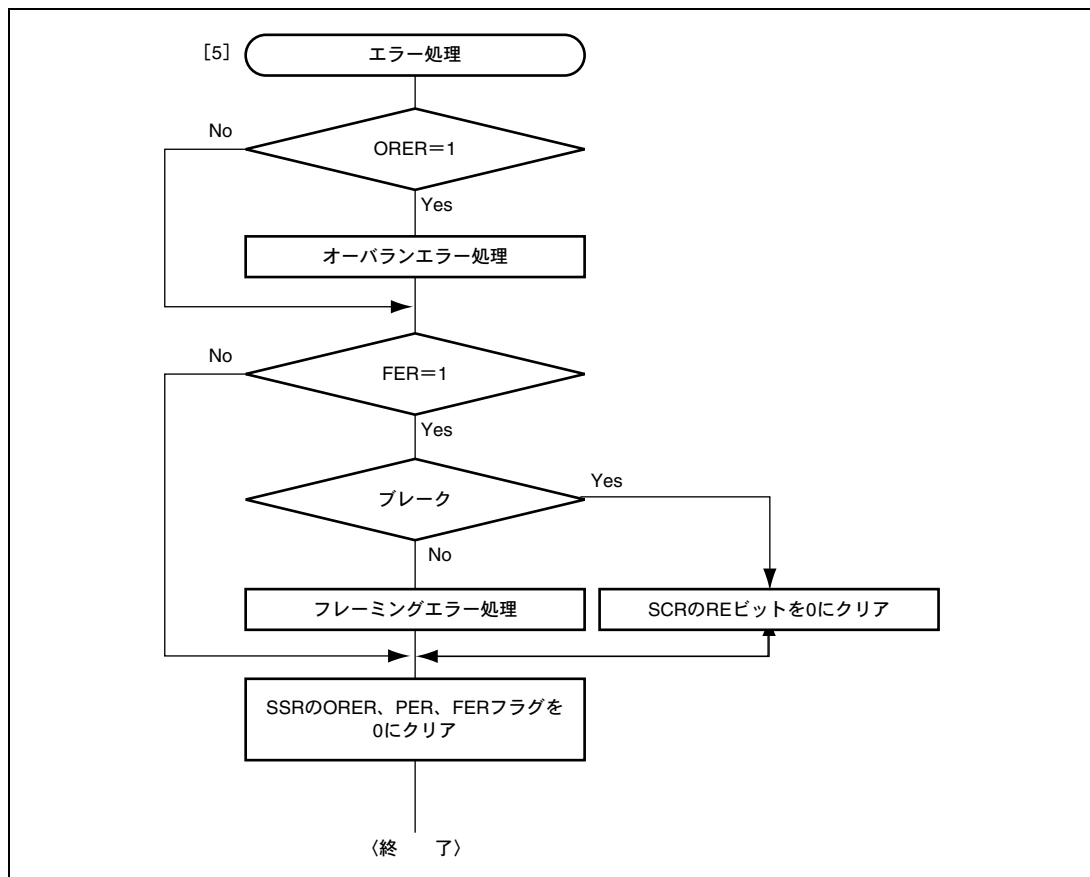


図 13.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (2)

13.6 クロック同期式モードの動作

クロック同期式通信の通信データのフォーマットを図 13.14 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 8 ビットデータで構成されます。SCI 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。8 ビット出力後の通信回線は最終ビット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。SCI 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/受信部はとも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。

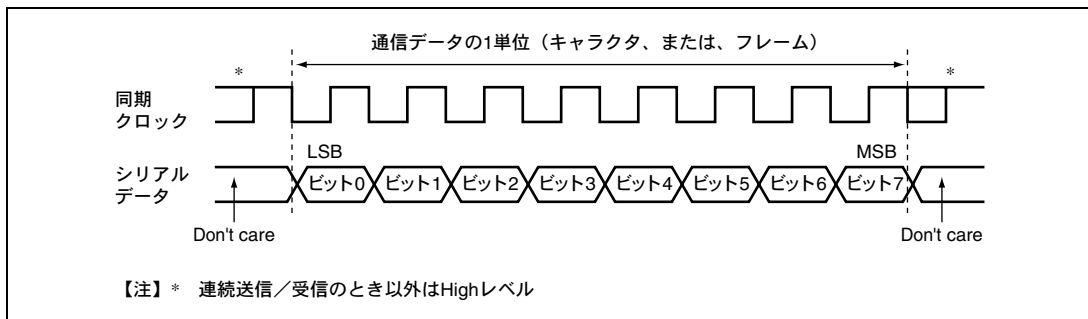


図 13.14 クロック同期式通信のデータフォーマット (LSB ファーストの場合)

13.6.1 クロック

SCR 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 SCK 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、SCK 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。

13.6.2 SCIの初期化 (クロック同期式)

データの送受信前に、SCRのTE、REビットをクリアした後、図13.15のフローチャートの例に従って初期化してください。動作モードの変更、通信フォーマットの変更などの場合も必ず、TEビットおよびREビットを0にクリアしてから変更を行ってください。TEを0にクリアすると、SSRのTDREは1にセットされますが、REを0にクリアしても、SSRのRDRF、PER、FER、ORER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。

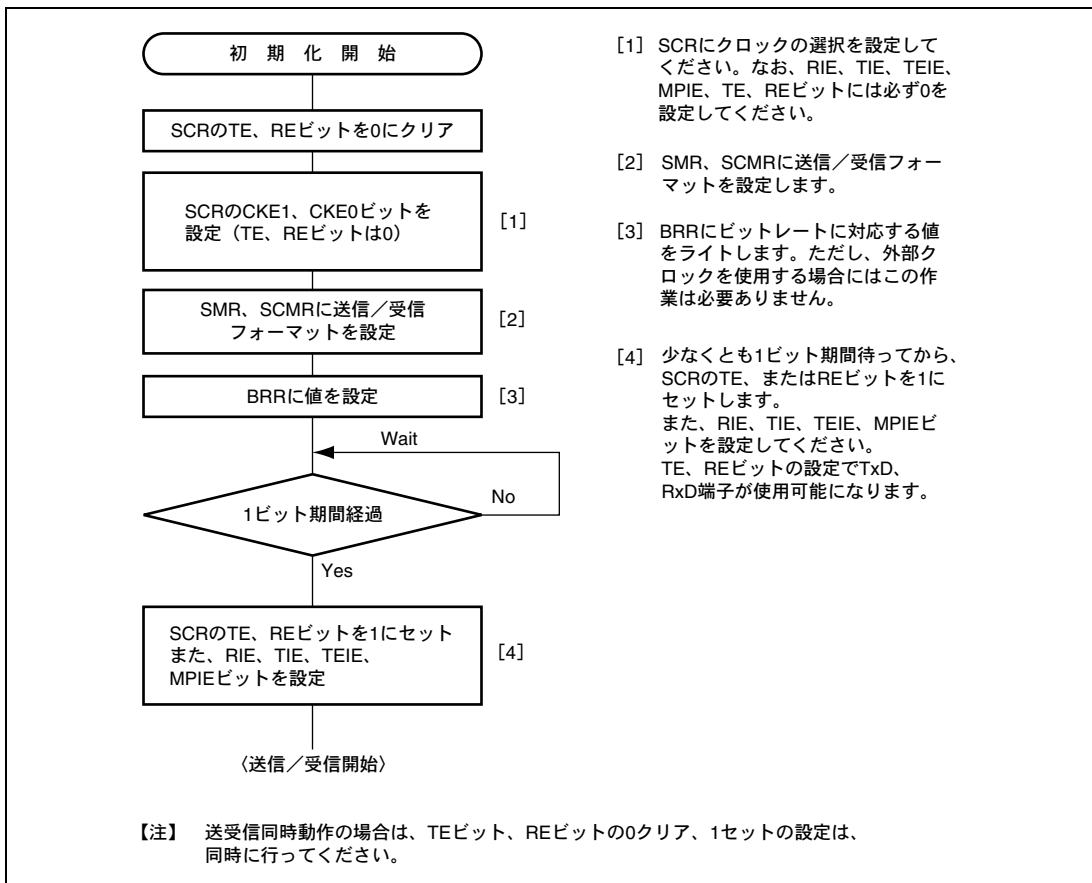


図 13.15 SCIの初期化フローチャートの例

13.6.3 シリアルデータ送信 (クロック同期式)

図 13.16 にクロック同期式モードの送信時の動作例を示します。データ送信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIはSSRのTDREを監視し、クリアされるとTDRにデータが書き込まれたと認識してTDRからTSRにデータを転送します。
2. TDRからTSRにデータを転送すると、TDREを1にセットして送信を開始します。このとき、SCRのTIEが1にセットされているとTXI割り込み要求を発生します。このTXI割り込みルーチンで、前に転送したデータの送信が終了するまでに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. クロック出力モードに設定したときには出力クロックに同期して、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、TxD端子から8ビットのデータを出力します。
4. 最終ビットを送り出すタイミングでTDREをチェックします。
5. TDREが0であると次の送信データを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、最終ビット出力状態を保持します。このときSCRのTEIEが1にセットされているとTEI割り込み要求を発生します。SCK端子はHighレベルに固定されます。

図 13.17 にデータ送信のフローチャートの例を示します。受信エラーフラグ (ORER、FER、PER) が1にセットされた状態では TDRE をクリアしても送信を開始しません。送信開始の前に、必ず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、受信エラーフラグはREビットをクリアしただけではクリアされませんので注意してください。

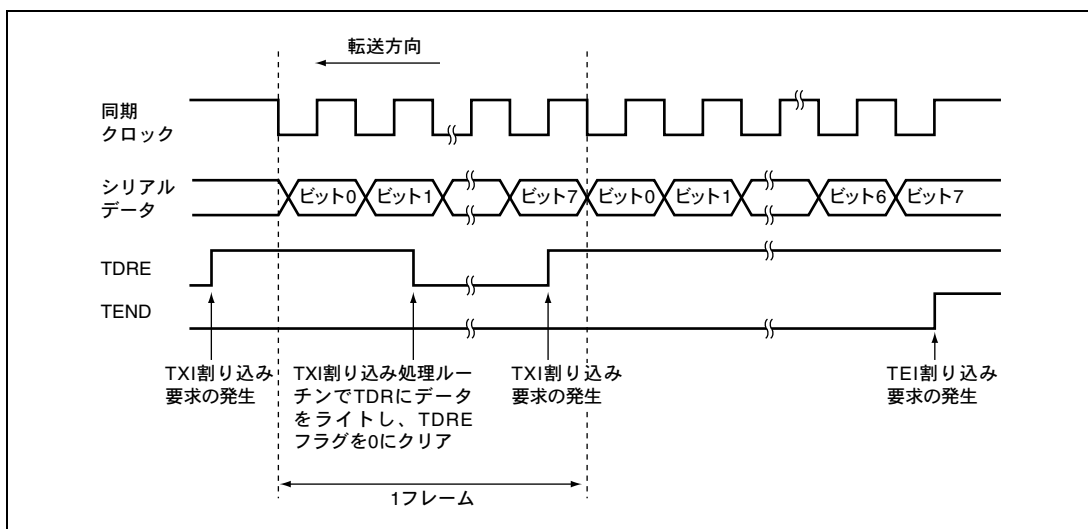


図 13.16 クロック同期式モードの送信時の動作例

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

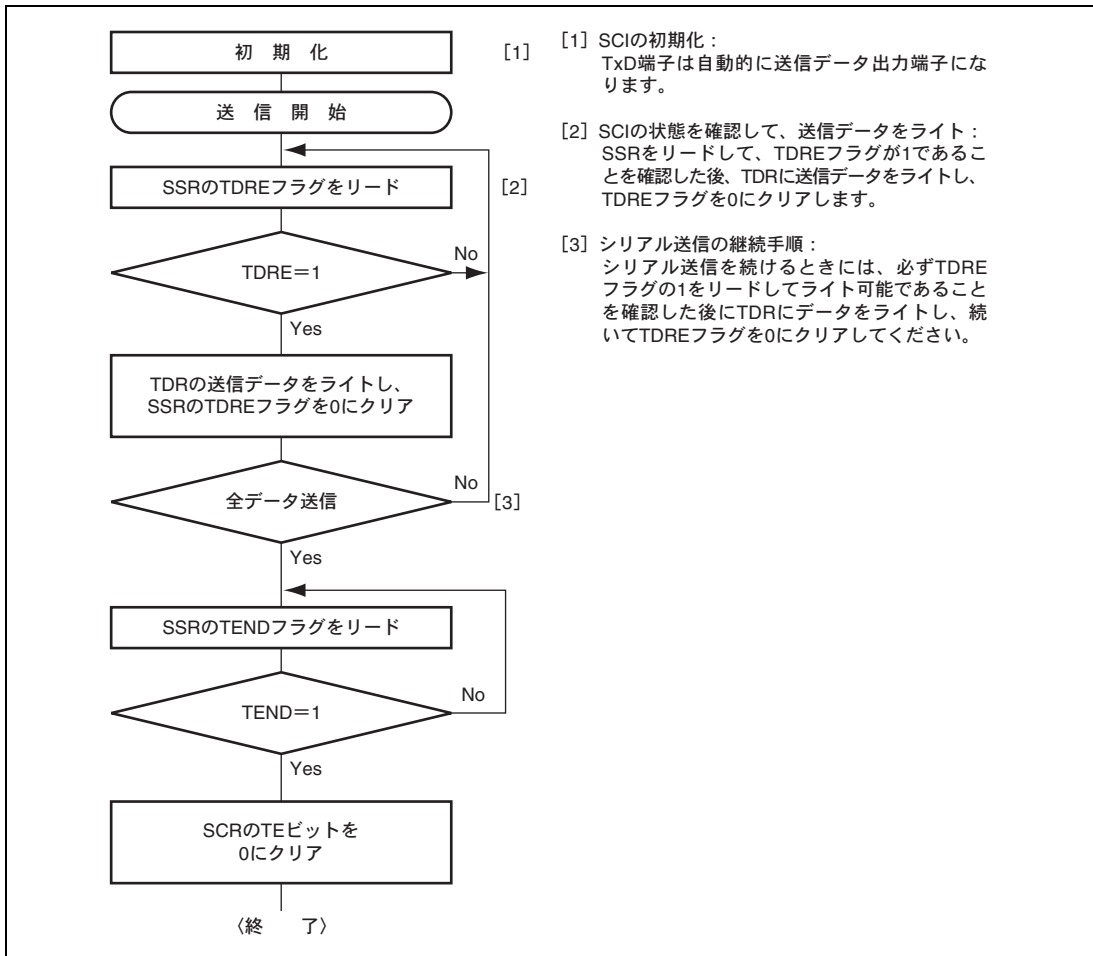


図 13.17 シリアル送信のフローチャートの例

13.6.4 シリアルデータ受信 (クロック同期式)

図 13.18 にクロック同期式モードの受信時の動作例を示します。データ受信時 SCI は以下のように動作します。

1. SCIは同期クロックの入力または、出力に同期して内部を初期化して受信を開始し、受信データをRSRに取り込みます。
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ORERをセットします。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求が発生します。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。
3. 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SCRのRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求が発生します。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。

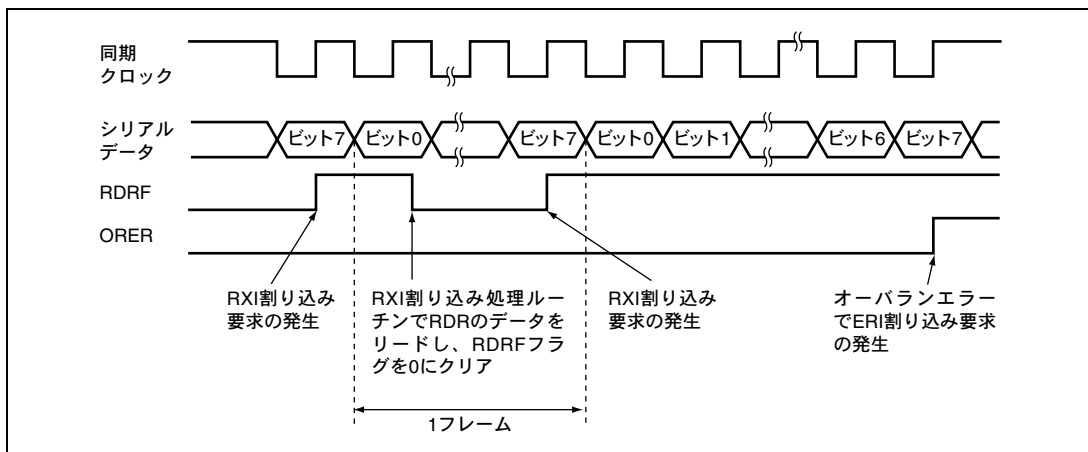


図 13.18 SCI の受信時の動作例

受信エラーフラグ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 ORER、FER、PER、および RDRF を 0 にクリアしてください。図 13.19 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

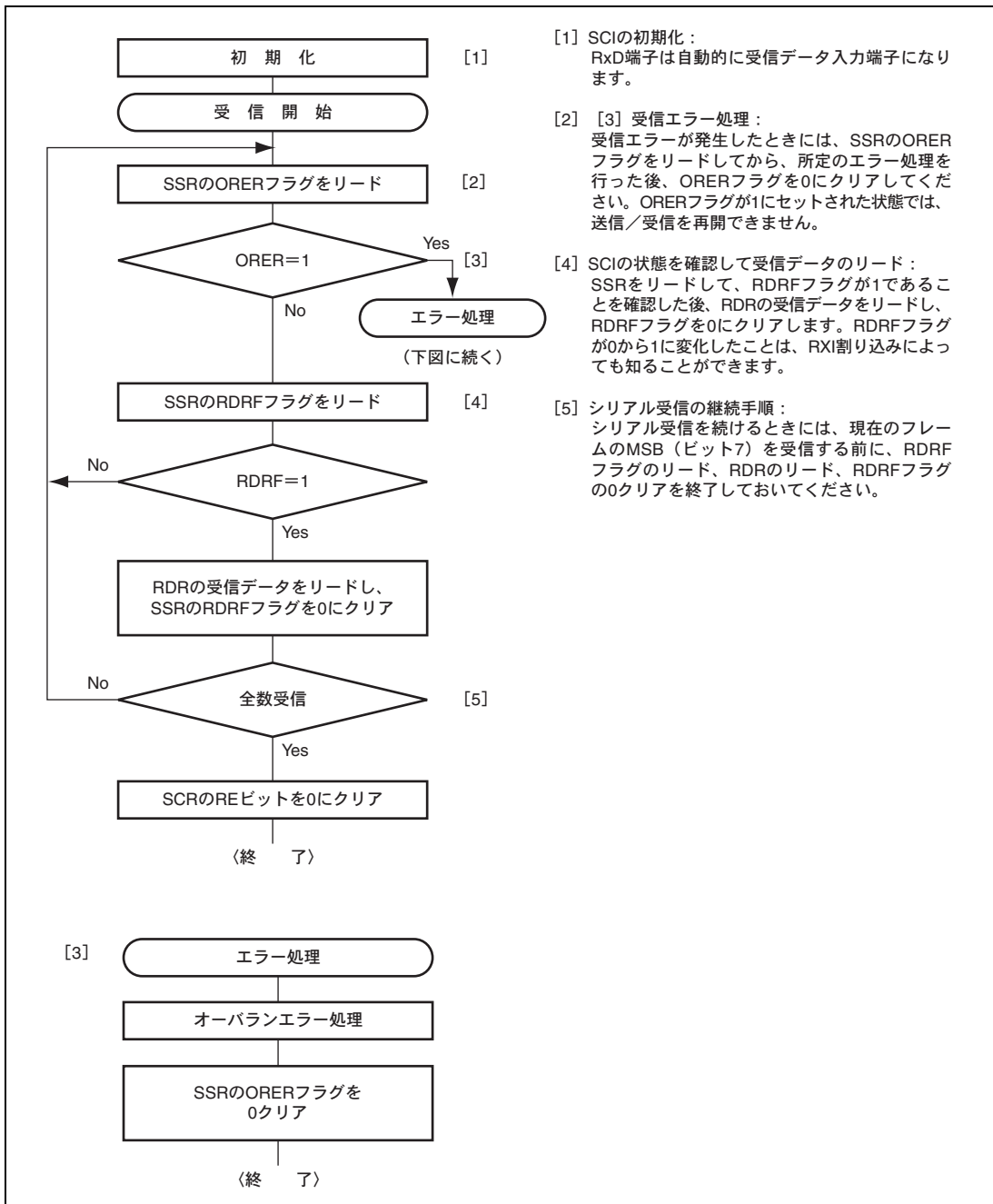


図 13.19 シリアルデータ受信フローチャートの例

13.6.5 シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)

図 13.20 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 SCI 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り替えるときには、SCI が送信終了状態であること、SSR の TDRE および TEND が 1 にセットされていることを確認した後、SCR の TE ビットを 0 にクリアしてから TE および RE ビットを 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り替えるときには、SCI が受信完了状態であることを確認し、RE ビットを 0 にクリアしてから SSR の RDRF およびエラーフラグ (ORER、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 ビットを 1 命令で同時に 1 にセットしてください。

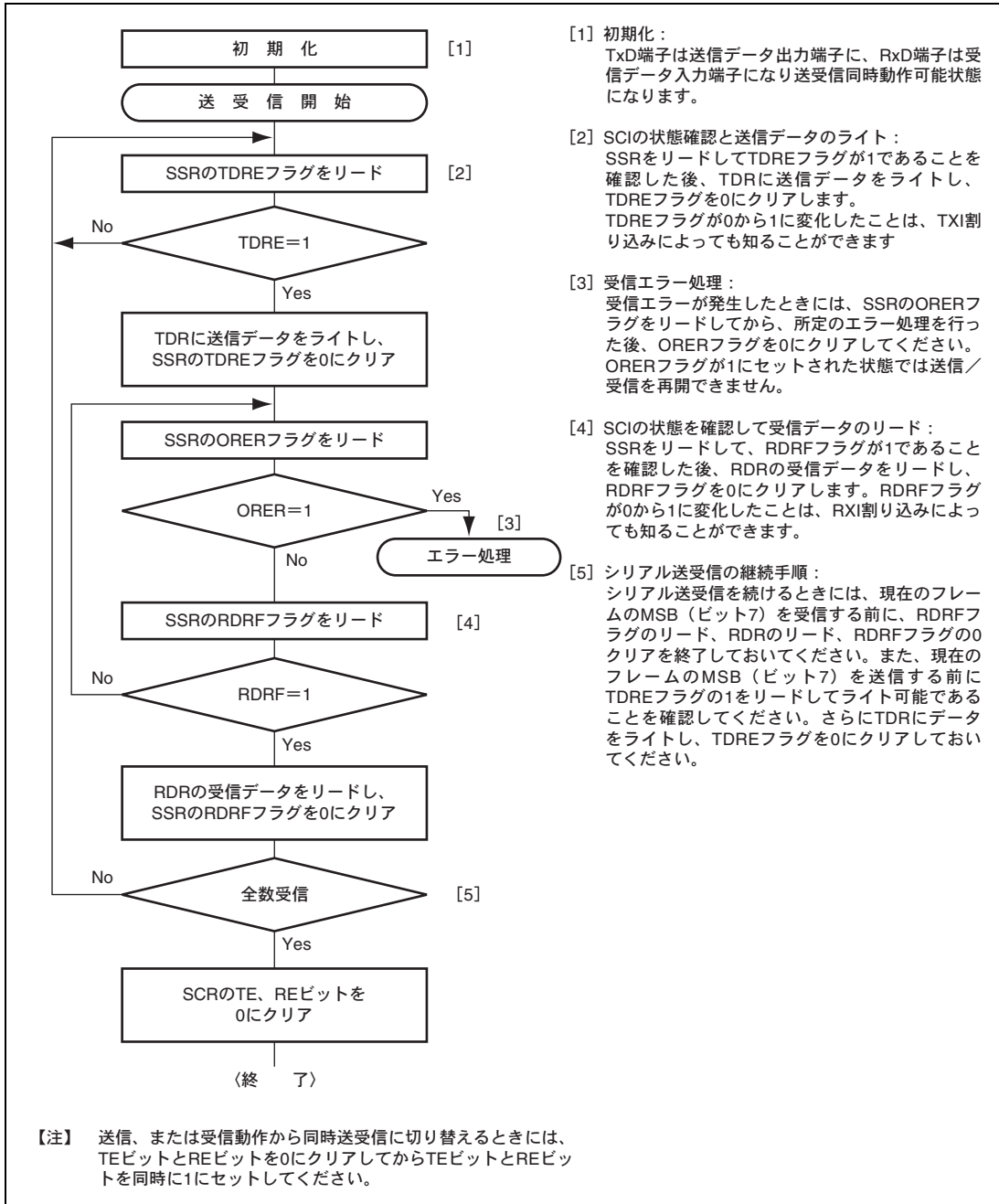


図 13.20 シリアル送受信同時動作のフローチャートの例

13.7 スマートカードインタフェースの動作説明

SCIはシリアルコミュニケーションインタフェースの拡張機能として、ISO/IEC 7816-3 (Identification Card) に準拠したICカード (スマートカード) とのインタフェースをサポートしています。スマートカードインタフェースモードへの切り替えはレジスタにより行います。

13.7.1 接続例

図 13.21 にスマートカードとの接続例を示します。ICカードとは1本のデータ伝送線で送受信が行われるので、TxD 端子と RxD 端子とを結線し、データ伝送線は抵抗で電源 V_{CC} 側にプルアップしてください。ICカードを接続しない状態で SCR の RE、TE ビットをそれぞれ 1 に設定すると、閉じた送信/受信が可能となり自己診断をすることができます。SCI で生成するクロックを IC カードに供給する場合は、SCK 端子出力を IC カードの CLK 端子に入力してください。リセット信号の出力には本 LSI の出力ポートを使用できます。

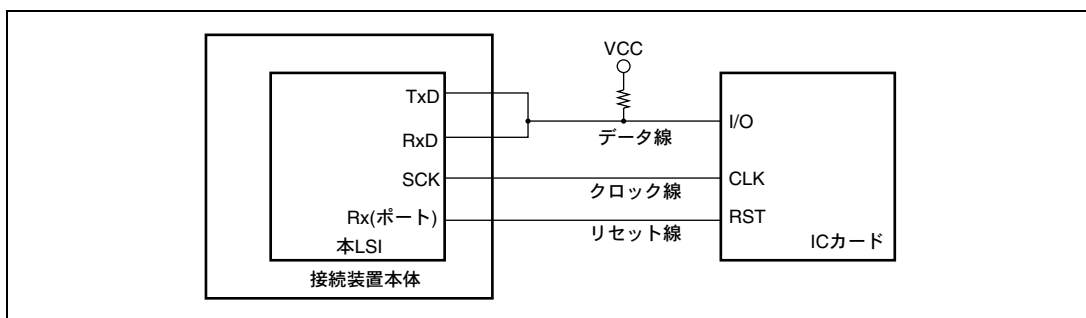


図 13.21 スマートカードインタフェース端子接続概要

13.7.2 データフォーマット（ブロック転送モード時を除く）

図 13.22 にスマートカードインタフェースモードでの送受信フォーマットを示します。

- 調歩同期式で、1フレームは8ビットデータとパリティビットで構成されます。
- 送信時は、パリティビットの終了から次のフレーム開始まで2etu（Elementary Time Unit：1ビットの転送期間）以上のガードタイムをおきます。
- 受信時はパリティエラーを検出した場合、スタートビットから10.5etu経過後、エラーシグナルLowを1etu期間出力します。
- 送信時はエラーシグナルをサンプリングすると、2etu以上経過後、自動的に同じデータを再送信します。

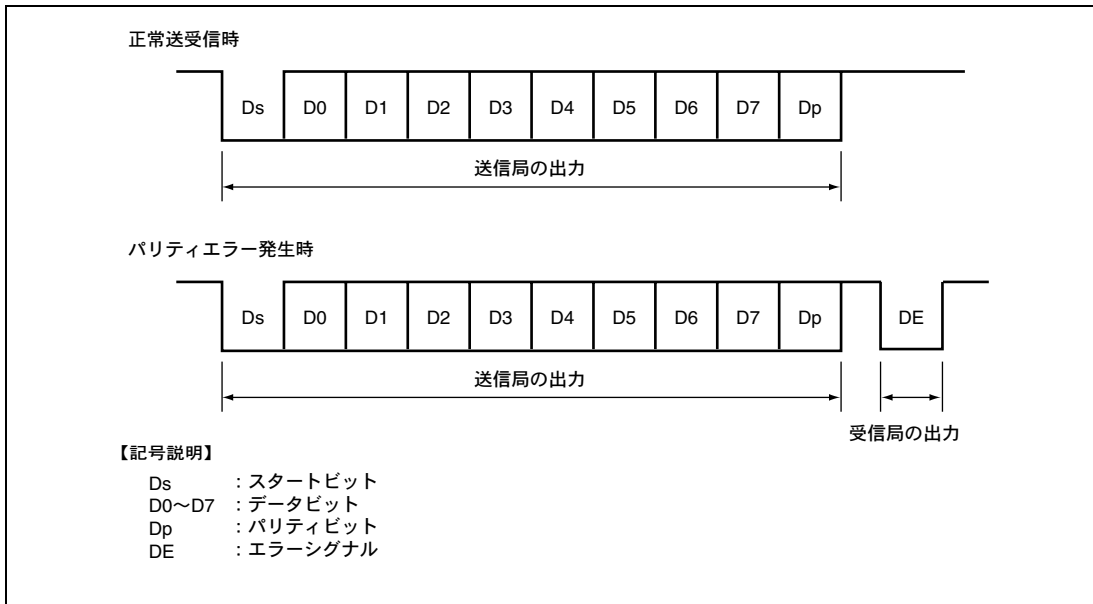


図 13.22 通常のスマートカードインタフェースのデータフォーマット

ダイレクトコンベンションタイプとインバースコンベンションタイプの2種類のICカードとの送受信は次のように行ってください。

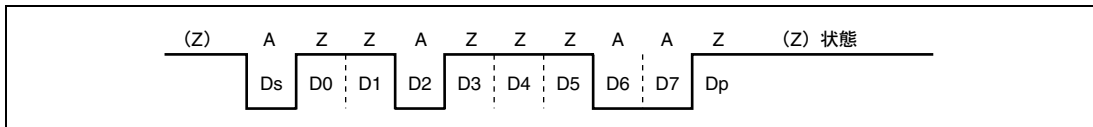


図 13.23 ダイレクトコンベンション (SDIR=SINV=O/E=0)

ダイレクトコンベンションタイプは上記開始キャラクタの例のように、論理1レベルを状態Zに、論理0レベルを状態Aに対応付け、LSBファーストで送受信します。上記の開始キャラクタではデータはH'3Bとなります。ダイレクトコンベンションタイプではSCMRのSDIRビット、SINVビットをともに0にセットしてください。また、スマートカードの規程により偶数パリティとなるようSMRのO/Eビットには0をセットしてください。

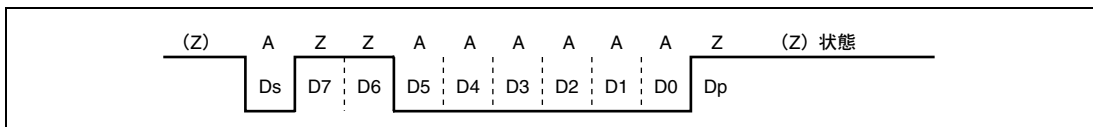


図 13.24 インバースコンベンション (SDIR=SINV=O/E=1)

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

インバースコンベンションタイプは、論理 1 レベルを状態 A に、論理 0 レベルを状態 Z に対応付け、MSB ファーストで送受信します。上記の開始キャラクタではデータは H'3F となります。インバースコンベンションタイプでは SCMR の SDIR ビット、SINV ビットをともに 1 にセットしてください。パリティビットはスマートカードの規程により偶数パリティで論理 0 となり、状態 Z が対応します。本 LSI では、SINV ビットはデータビット D7～D0 のみ反転させます。このため、送受信とも SMR の O/E ビットに 1 を設定してパリティビットを反転させてください。

13.7.3 ブロック転送モード

ブロック転送モードは、通常のスマートカードインタフェースと比較して以下の点が異なります。

- 受信時はパリティチェックを行います。エラーを検出してもエラーシグナルは出力しません。SSRのPERはセットされますので、次のフレームのパリティビットを受信する前にクリアしてください。
- 送信時のパリティビットの終了から次のフレーム開始までのガードタイムは最小1etu以上です。
- 送信時は再送信を行わないため、SSRのTENDフラグは送信開始から11.5etu後にセットされます。
- ERSフラグは通常のスマートカードインタフェースと同じで、エラーシグナルのステータスを示しますが、エラーシグナルの送受信を行わないため常に0となります。

13.7.4 受信データサンプリングタイミングと受信マージン

スマートカードインタフェースで使用できる送受信クロックは内蔵ポーレートジェネレータの生成した内部クロックのみです。スマートカードインタフェースモードでは、SCIはBCP1、BCP0の設定によりビットレートの32倍、64倍、372倍、256倍（通常の調歩同期式モードでは16倍に固定されています）の周波数の基本クロックで動作します。受信時はスタートビットの立ち下がりをもとに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、図 13.25 に示すように受信データを基本クロックのそれぞれ 16、32、186、128 ケ目の立ち上がりエッジでサンプリングすることで、各ビットの中央でデータを取り込みます。このときの受信マージンは次の式で表すことができます。

$$M = \left| \left(0.5 - \frac{1}{2N} \right) - (L - 0.5) F - \frac{|D - 0.5|}{N} (1 + F) \right| \times 100 [\%] \quad \dots \text{式 (1)}$$

M: 受信マージン (%)

N: クロックに対するビットレートの比 (N=32、64、372、256)

D: クロックデューティ (D=0~1.0)

L: フレーム長 (L=10)

F: クロック周波数の偏差の絶対値

式 (1) で、F=0、D=0.5、N=372 とすると、受信マージンは次のようになります。

$$M = \left(0.5 - 1/2 \times 372 \right) \times 100 [\%] = 49.866\%$$

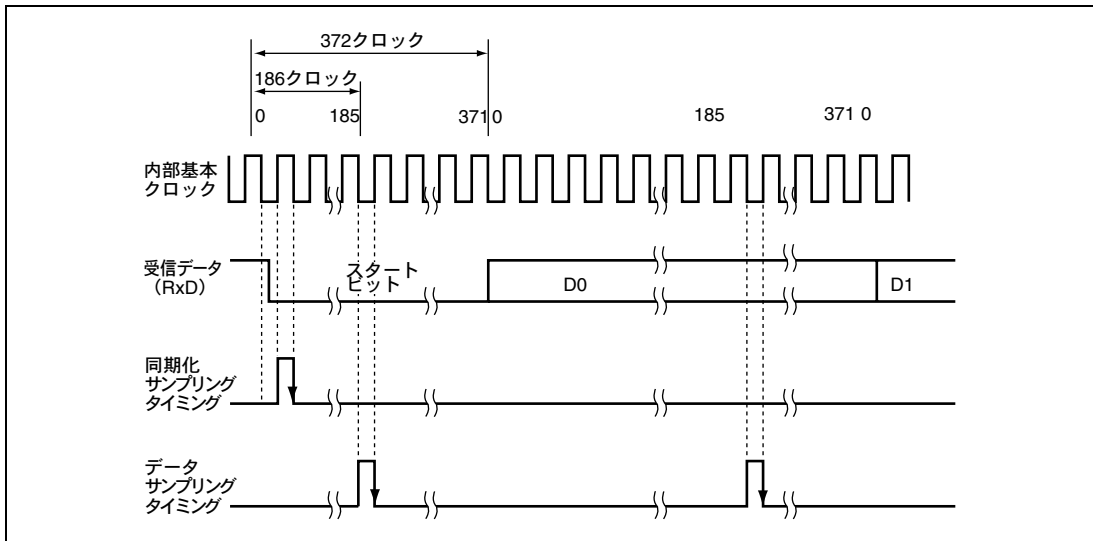


図 13.25 スマートカードインタフェースモード時の受信データサンプリングタイミング (372 倍のクロック使用時)

13.7.5 初期設定

データの送受信の前に、以下の手順で SCI を初期化してください。送信モードから受信モードへの切り替え、受信モードから送信モードへの切り替えにおいても初期化が必要です。

1. SCRのTE、REビットを0にクリアします。
2. SSRのエラーフラグORER、ERS、PERを0にクリアしてください。
3. SMRのGM、BLK、 $O\bar{E}$ 、BCP1、BCP0、CKS1、CKS0ビットを設定してください。このとき、PEビットは1に設定してください。
4. SCMRのSMIF、SDIR、SINVビットを設定してください。
SMIFビットを1にセットすると、TxD端子およびRxD端子はともにポートからSCIの端子に切り替わり、ハイインピーダンス状態となります。
5. ビットレートに対応する値をBRRに設定します。
6. SCRのCKE1、CKE0ビットを設定してください。このとき、TIE、RIE、TE、RE、MPIE、TEIEビットは、0に設定してください。CKE0ビットを1にセットした場合は、SCK端子からクロックを出力します。
7. 少なくとも、1ビット期間待ってから、SCRのTIE、RIE、TE、REビットを設定してください。自己診断以外にはTEビットとREビットを同時にセットしないでください。

受信モードから送信モードに切り替える場合、受信動作が完了していることを確認した後、初期化から開始し、RE=0、TE=1 に設定してください。受信動作の完了は、RDRF フラグ、あるいは PER、ORER フラグで確認できます。送信モードから受信モードに切り替える場合、送信動作が完了していることを確認した後、初期化から開始し、TE=0、RE=1 に設定してください。送信動作の完了は TEND フラグで確認できます。

13.7.6 シリアルデータ送信（ブロック転送モードを除く）

スマートカードモードにおけるデータ送信ではエラーシグナルのサンプリングと再送信処理があるため、通常のシリアルコミュニケーションインタフェースとは動作が異なります（ブロック転送モードを除く）。送信時の再転送動作を図 13.26 に示します。

- 1 フレーム分の送信を完了した後、受信側からのエラーシグナルをサンプリングするとSSRのERSビットが1にセットされます。このとき、SCRのRIEビットがセットされているとERI割り込み要求を発生します。次のパリティビットのサンプリングまでにERSをクリアしてください。
- 2 エラーシグナルを受信したフレームでは、SSRのTENDはセットされません。TDRからTSRに再度データが転送され、自動的に再送信を行います。
- 3 受信側からエラーシグナルが返ってこない場合は、SSRのERSビットはセットされません。再転送を含む1フレームの送信が完了したと判断して、SSRのTENDがセットされます。このときSCRのTIEがセットされていると、TXI割り込み要求を発生します。送信データをTDRに書き込むことにより次のデータが送信されます。

送信処理フローの例を図 13.28 に示します。送信動作では、SSRのTENDフラグが1にセットされると同時にTDREフラグもセットされ、SCRのTIEをセットしておくことでTXI割り込み要求を発生します。エラーが発生した場合はSCIが自動的に同じデータを再送信します。この間TENDは0のまま保持されます。したがって、エラー発生時の再送信を含め、SCIが指定されたバイト数を自動的に送信します。ただし、エラー発生時、ERSフラグは自動的にクリアされませんので、RIEビットを1にセットしておき、エラー発生時にERI割り込み要求を発生させ、ERSをクリアしてください。

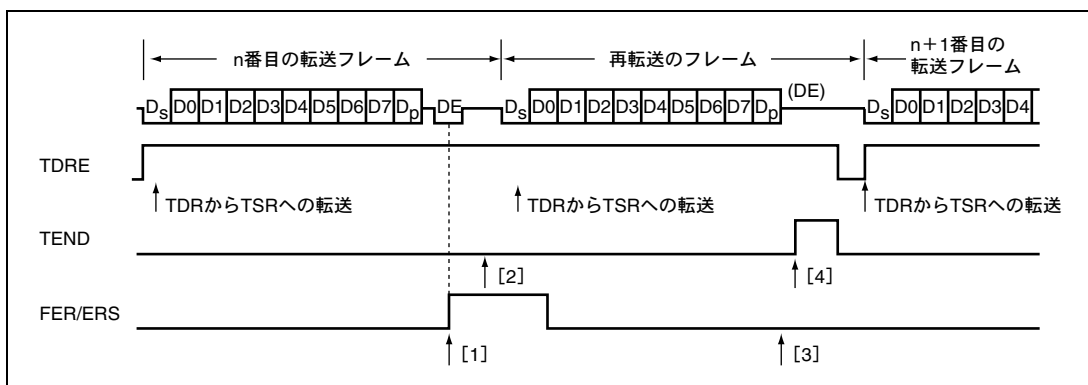


図 13.26 SCI 送信モードの場合の再転送動作

なお、SMR の GM ビットの設定により、TEND フラグのセットタイミングが異なります。図 13.27 に TEND フラグ発生タイミングを示します。

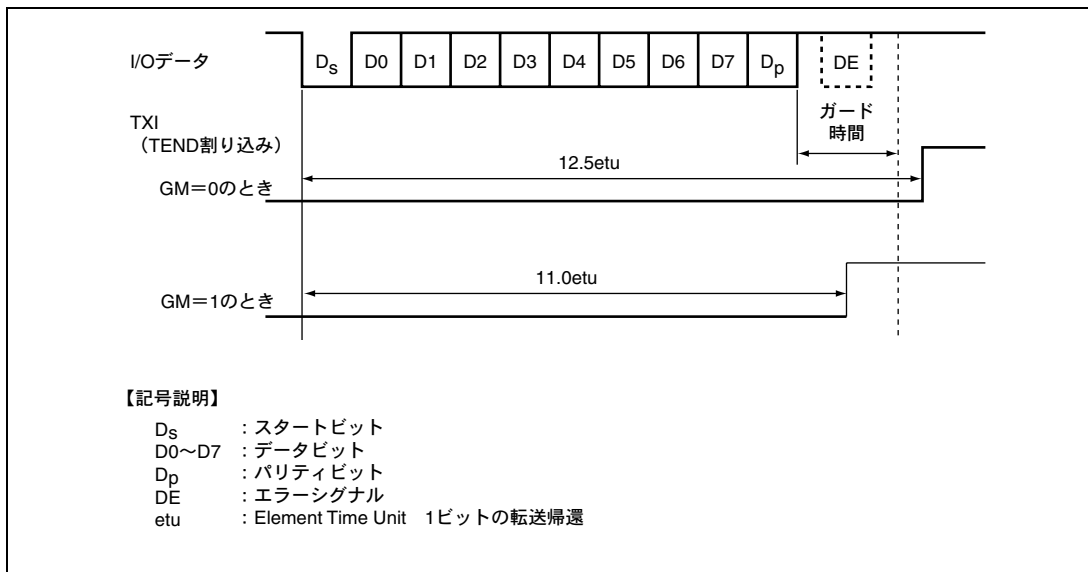


図 13.27 送信動作時の TEND フラグ発生タイミング

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

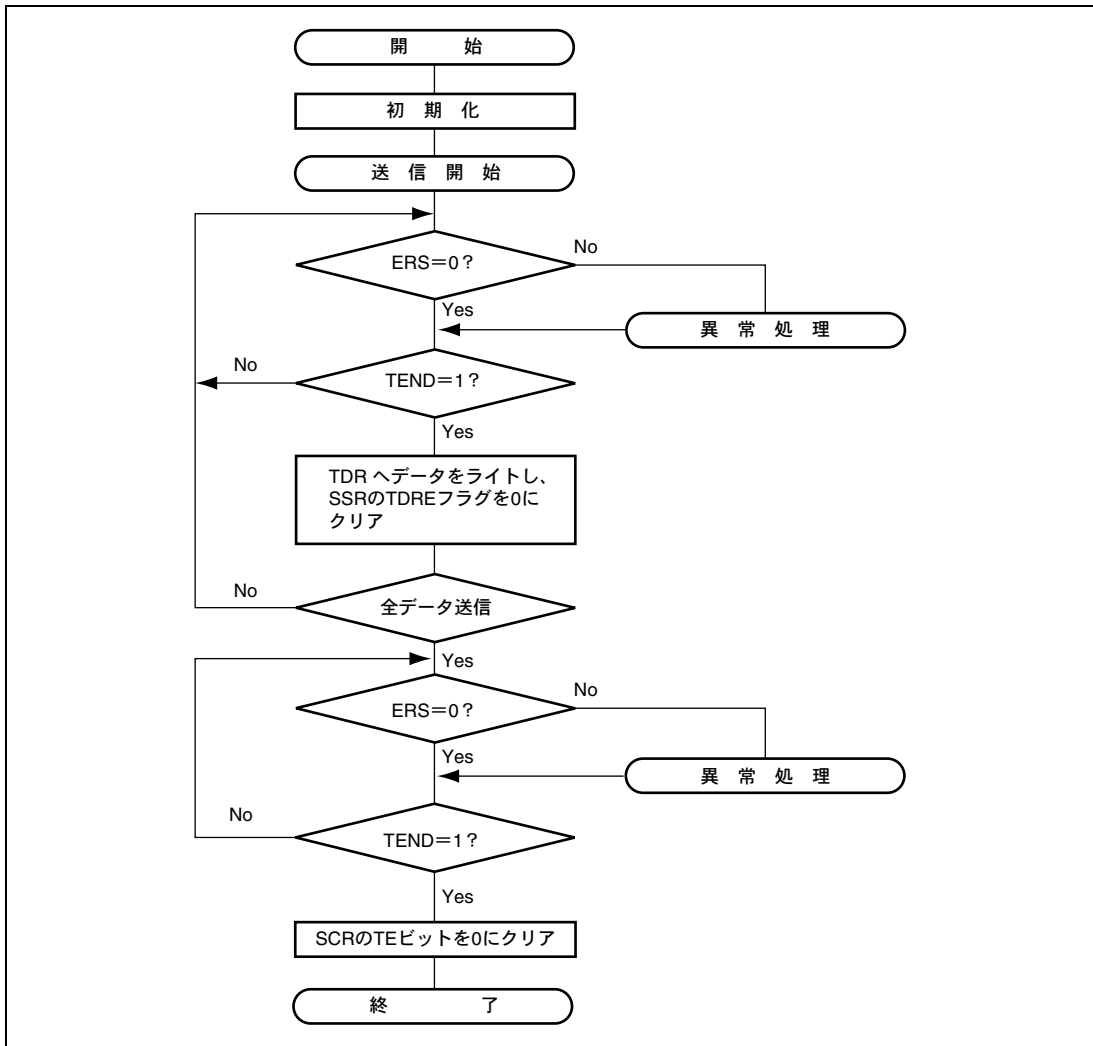


図 13.28 送信処理フローの例

13.7.7 シリアルデータ受信（ブロック転送モードを除く）

スマートカードインタフェースモードにおけるデータ受信は、通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードと同様の処理手順になります。受信モードの場合の再転送動作を図 13.29 示します。

1. 受信データにパリティエラーを検出するとSSRのPERビットが1にセットされます。このとき、SCRのRIEがセットされているとERI割り込み要求を発生します。次のパリティビットのサンプリングタイミングまでにPERビットをクリアしてください。
2. パリティエラーを検出したフレームではSSRのRDRFビットはセットされません。
3. パリティエラーが検出されない場合は、SSRのPERビットはセットされません。正常に受信を完了したと判断して、SSRのRDRFが1にセットされます。このときSCRのRIEビットがセットされていれば、RXI割り込み要求を発生します。

受信フローの例を図 13.30 に示します。受信動作では、RIE ビットを1にセットしておくで RDRF フラグが1にセットされると RXI 要求を発生します。また、受信時にエラーが発生し ORER、PER フラグのいずれかが1にセットされると、送受信エラー割り込み (ERI) 要求を発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。なお、受信時にパリティエラーが発生し PER が1にセットされた場合でも、受信したデータは RDR に転送されるのでこのデータをリードすることは可能です。

【注】 ブロック転送モードの場合は「13.4 調歩同期式モードの動作」を参照してください。

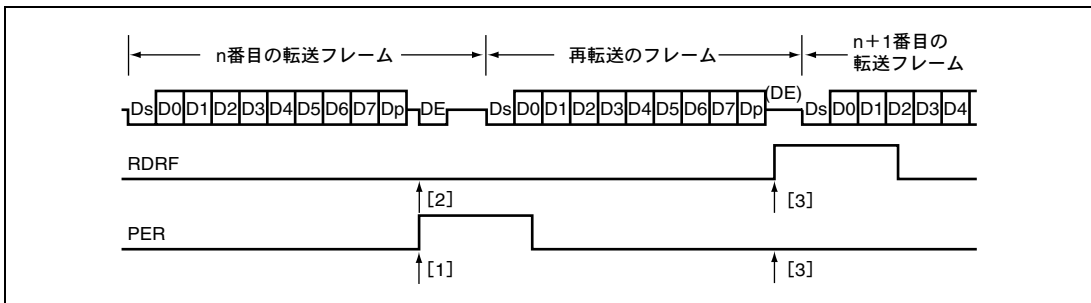


図 13.29 SCI 受信モードの場合の再転送動作

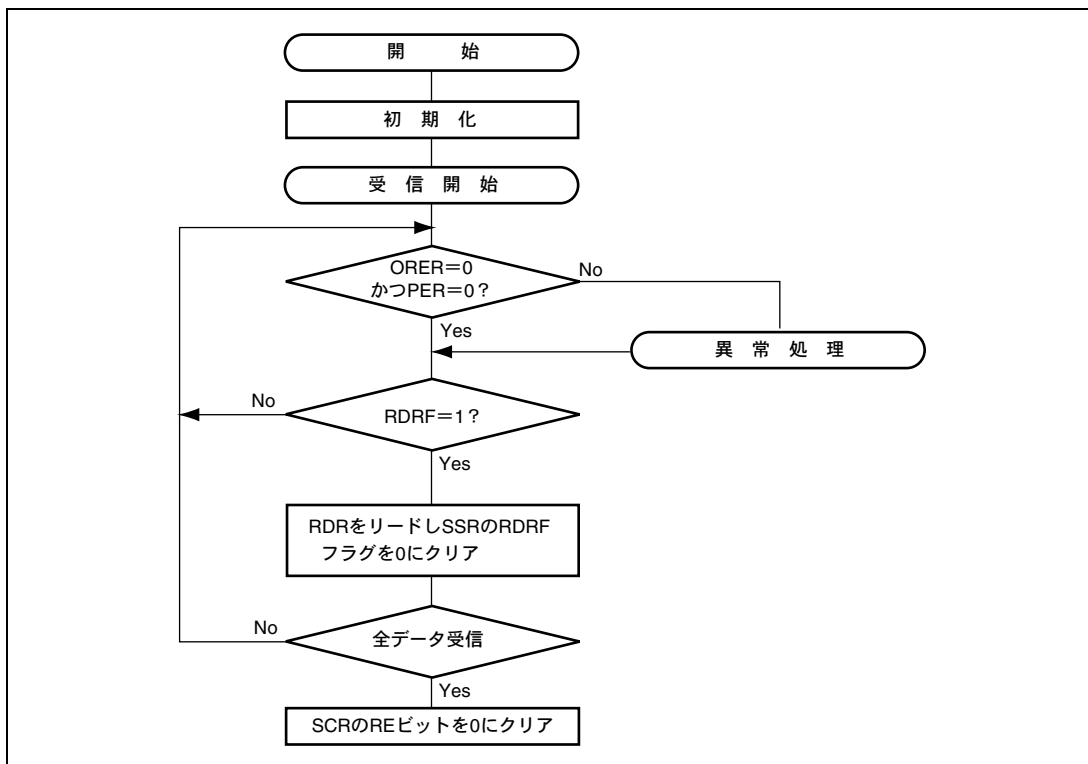


図 13.30 受信フローの例

13.7.8 クロック出力制御

SMR の GM ビットが 1 にセットされているとき、SCR の CKE1、CKE0 ビットによってクロック出力を固定することができます。このときクロックパルスの最小幅を指定の幅とすることができます。

図 13.31 にクロック出力の固定タイミングを示します。GM=1、CKE1=0 とし、CKE0 ビットを制御した場合の例です。

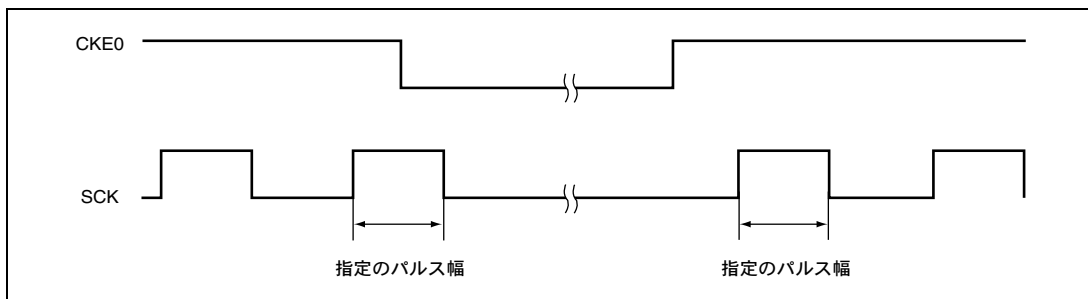


図 13.31 クロック出力固定タイミング

電源投入時およびソフトウェアスタンバイモードへの遷移またはソフトウェアスタンバイモードからの復帰の際は、クロックのデューティを確保するため、以下の手順で処理してください。

● 電源投入時

電源投入時からクロックデューティを確保するため、下記の切り替え手順で処理をしてください。

1. 初期状態は、ポート入力でありハイインピーダンスです。電位を固定するには、プルアップ抵抗／プルダウン抵抗を使用してください。
2. SCRのCKE1ビットでSCK端子を指定の出力に固定してください。
3. SMRとSCMRをセットし、スマートカードモードの動作に切り替えてください。
4. SCRのCKE0ビットを1に設定して、クロック出力を開始させてください。

● スマートカードインタフェースモードからソフトウェアスタンバイモードに遷移するとき

1. SCK端子に対応するポートのデータレジスタ (DR) とデータディレクションレジスタ (DDR) をソフトウェアスタンバイモード時の出力固定状態の値に設定してください。
2. SCRのTEビットとREビットに0をライトし、送信／受信動作を停止させてください。
同時に、CKE1ビットをソフトウェアスタンバイ時の出力固定状態の値に設定してください。
3. SCRのCKE0ビットに0をライトし、クロックを停止させてください。
4. シリアルクロックの1クロック周期の間、待ってください。
この間にデューティを守って、指定のレベルでクロック出力は固定されます。
5. ソフトウェアスタンバイ状態に遷移させてください。

● ソフトウェアスタンバイモードからスマートカードインタフェースモードに戻るとき

1. ソフトウェアスタンバイ状態を解除してください。
2. SCRのCKE0ビットに1をライトし、クロックを出力させてください。正常なデューティにて信号発生を開始します。

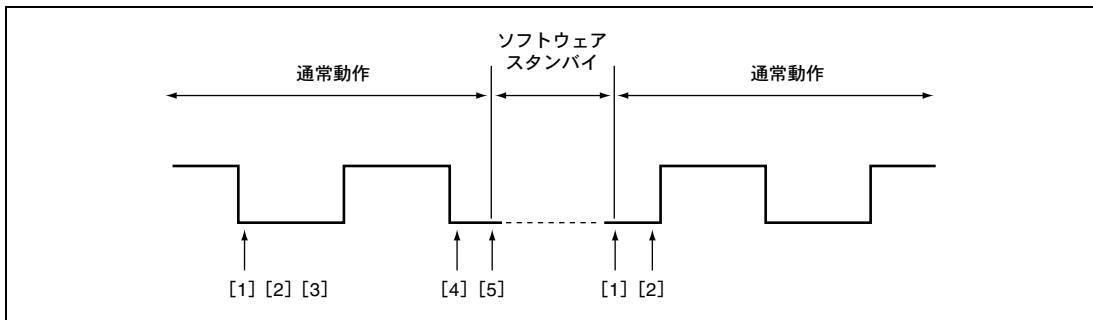


図 13.32 クロック停止・再起動手順

13.8 割り込み要因

13.8.1 通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み

表 13.12 に通常のシリアルコミュニケーションインタフェースモードにおける割り込み要因を示します。各割り込み要因には異なる割り込みベクタが割り当てられており、SCR のイネーブルビットにより独立にイネーブルにすることができます。

SSR の TDRE フラグが 1 にセットされると、TXI 割り込み要求が発生します。また、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると、TEI 割り込み要求が発生します。

SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 割り込み要求が発生します。SSR の ORER、PER、FER フラグのいずれかが 1 にセットされると、ERI 割り込み要求が発生します。

TEI 割り込みは TEIE ビットが 1 にセットされた状態で TEND フラグが 1 にセットされたとき発生します。TEI 割り込みと TXI 割り込みが同時に発生している状態では TXI 割り込みが先に受け付けられ、TXI 割り込みルーチンで TDRE フラグと TEND フラグを同時にクリアする場合は TEI 割り込みルーチンへ分岐できなくなりますので注意してください。

表 13.12 SCI 割り込み要因

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
1	ERI1	受信エラー	ORER、FER、PER	高 ↑ 低
	RXI1	受信データフル	RDRF	
	TXI1	送信データエンプティ	TDRE	
	TEI1	送信終了	TEND	

13.8.2 スマートカードインタフェースモードにおける割り込み

スマートカードインタフェースモードでは、表 13.13 の割り込み要因があります。送信終了割り込み (TEI) 要求は使用できません。

表 13.13 SCI 割り込み要因

チャンネル	名称	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
1	ERI1	受信エラー、エラーシグナル検出	ORER、PER、ERS	高 ↑ 低
	RXI1	受信データフル	RDRF	
	TXI1	送信データエンプティ	TEND	

送信動作では、SSR の TEND フラグが 1 にセットされると同時に TDRE フラグもセットされ、TXI 割り込み要求が発生します。エラーが発生した場合は SCI が自動的に同じデータを再送信します。この間 TEND は 0 のまま保持されます。したがって、エラー発生時の再送信を含め、SCI が指定されたバイト数を自動的に送信します。ただし、エラー発生時、SSR の ERS フラグは自動的にクリアされませんので、SCR の RIE ビットを 1 にセットしておき、エラー発生時に ERI 割り込み要求が発生させ、ERS をクリアしてください。

また、受信動作では、SSR の RDRF フラグが 1 にセットされると RXI 割り込み要求が発生します。エラーが発生した場合は、RDRF フラグはセットされずエラーフラグがセットされます。CPU に対し ERI 割り込み要求が発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。

13.9 使用上の注意事項

13.9.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、SCI の動作停止/許可を設定することが可能です。初期値では SCI の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

13.9.2 ブレークの検出と処理

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、SSR の 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。SCI 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。

13.9.3 マーク状態とブレークの送り出し

SCR の TE が 0 のとき、TxD 端子はポートの DR と DDR 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、DDR=1、DR=1 を設定します。このとき、TE が 0 にクリアされていますので、TxD 端子は I/O ポートとなっており 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、DDR=1、DR=0 に設定した後 TE を 0 にクリアします。TE を 0 にクリアすると現在の送信状態とは無関係に送信部は初期化され、TxD 端子は I/O ポートになり、TxD 端子から 0 が出力されます。

13.9.4 受信エラーフラグと送信動作 (クロック同期式モードのみ)

SSR の受信エラーフラグ (ORER、FER、PER) が 1 にセットされた状態では、SSR の 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、SCR の 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。

13.9.5 TDR へのライトと TDRE フラグの関係

TDR へのデータのライトは SSR の TDRE フラグの状態にかかわらず行うことができます。しかし、TDRE フラグが 0 の状態で新しいデータを TDR にライトすると、TDR に格納されていたデータはまだ TSR に転送されていないため失われてしまいます。したがって、TDR への送信データのライトは必ず TDRE フラグが 1 にセットされていることを確認してから行ってください。

13.9.6 モード遷移時の動作

(1) 送信

モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード、またはサブスリープモードへ遷移するときは、動作を停止 (TE=TIE=TEIE=0) してから行ってください。TSR、TDR および SSR はリセットされます。モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード、またはサブスリープモード期間中の出力端子の状態はポートの設定に依存し、モード解除後に TE=1 に再設定すると High 出力となります。送信中に遷移すると送信中のデータは不確定になります。

モード解除後、送信モードを変えないで送信する場合は、TE=1 に設定し、SSR リード→TDR ライト→TDRE を 0 にクリアで送信を開始してください。送信モードを変えて送信する場合は、初期設定から行ってください。

図 13.33 に送信時のモード遷移フローチャートの例を示します。図 13.34、図 13.35 に送信時の端子状態を示します。

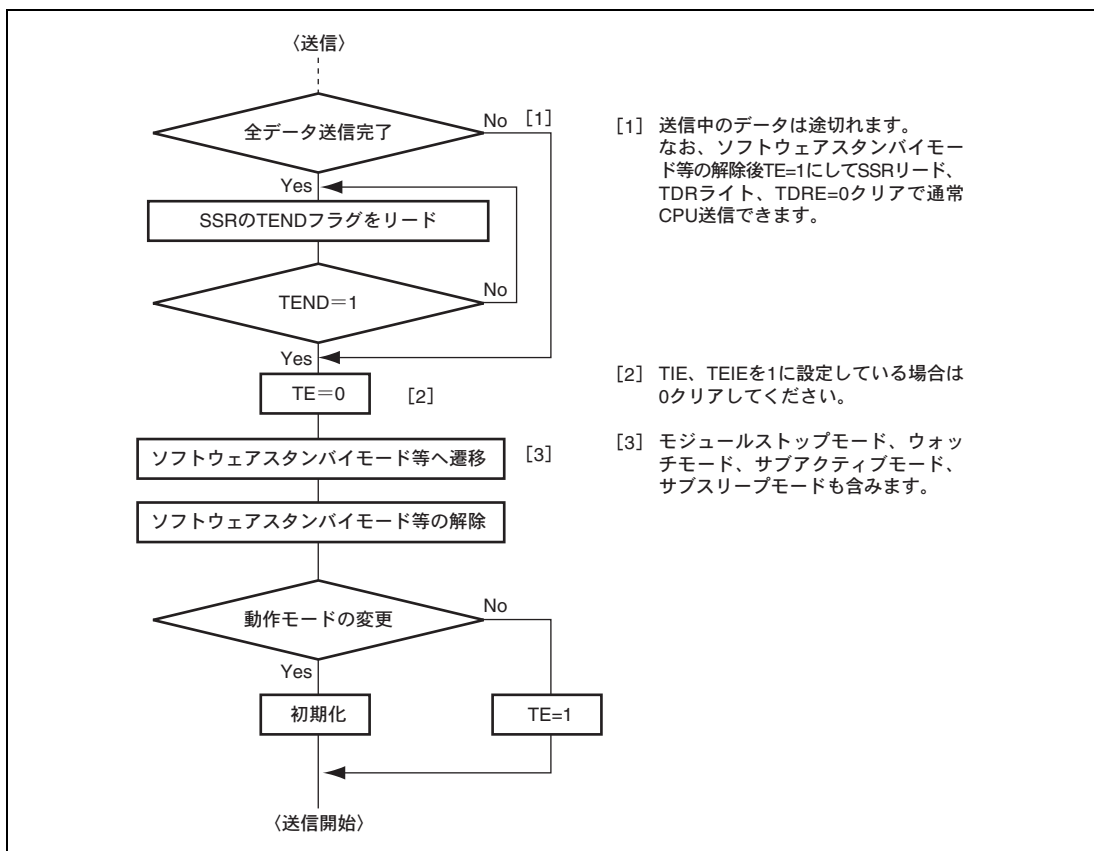


図 13.33 送信時のモード遷移フローチャートの例

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

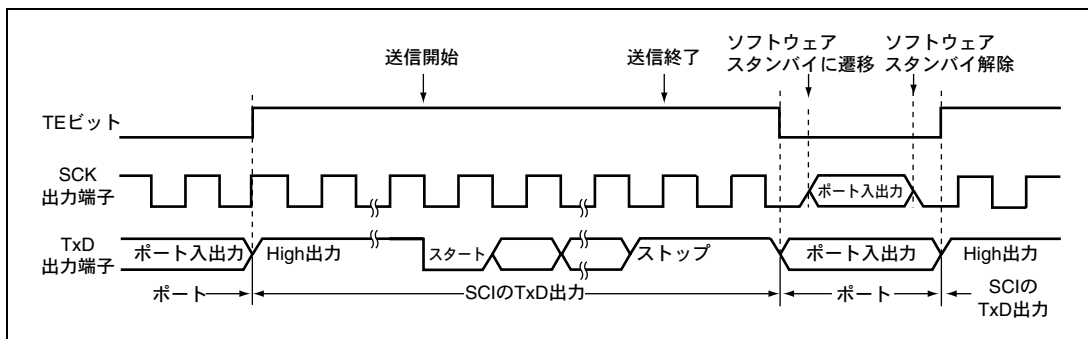
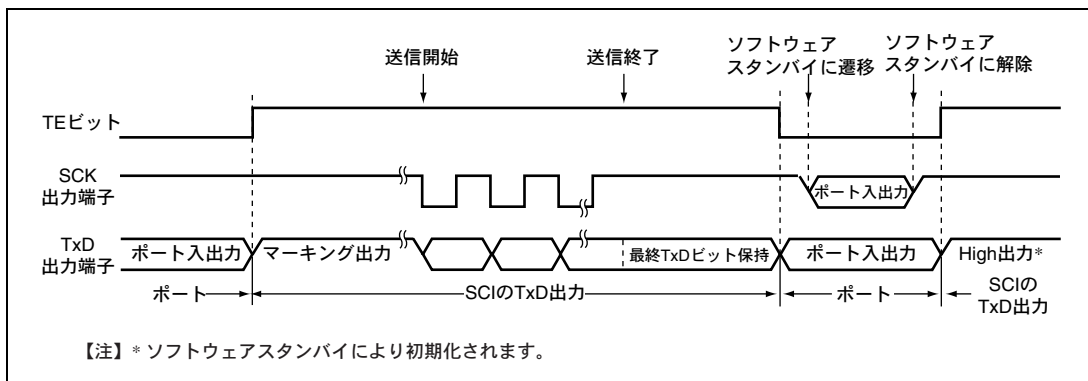


図 13.34 調歩同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態



【注】* ソフトウェアスタンバイにより初期化されます。

図 13.35 クロック同期式モード送信時（内部クロック）の端子状態

(2) 受信

モジュールストップモード、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブアクティブモード、またはサブスリープモードへ遷移するときには、受信動作を停止 (RE=0) してから行ってください。RSR、RDR および SSR はリセットされます。受信中に遷移すると、受信中のデータは無効になります。

モード解除後、受信モードを変えないで受信する場合は、RE=1 に設定してから受信を開始してください。受信モードを変えて受信する場合は、初期設定から行ってください。

図 13.36 に受信時のモード遷移フローチャートの例を示します。

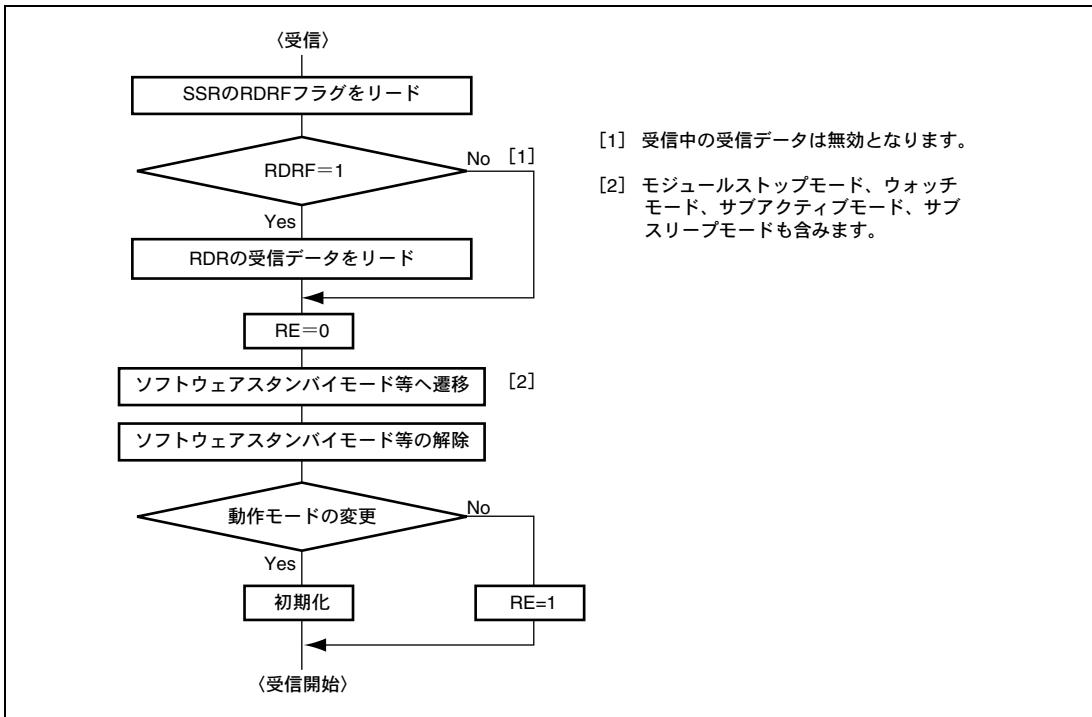


図 13.36 受信時のモード遷移フローチャートの例

13.9.7 SCK 端子からポート端子への切り替え

送信終了状態で SCK 端子をポート端子に切り替えるとき、図 13.37 に示すように半サイクルの Low 出力後にポート出力となります。

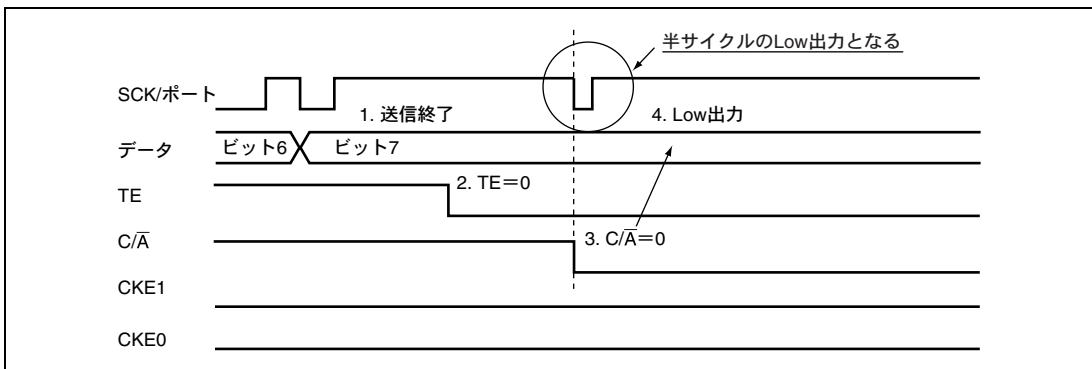


図 13.37 SCK 端子からポート端子へ切り替える時の動作

13. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

SCK 端子をポート端子に切り替えるときに発生する Low 出力を回避するためには、SCK 端子を入力状態にして (SCK/ポート端子を外部回路で Pull-up)、DDR=1、DR=1、 $C/\bar{A}=1$ 、CKE1=0、CKE0=0、TE=1 の状態で次の 1~5 の順で設定してください。

1. シリアルデータ送信終了
2. TEビット=0
3. CKE1ビット=1
4. C/\bar{A} ビット=0 (ポート出力に切り替え)
5. CKE1ビット=0

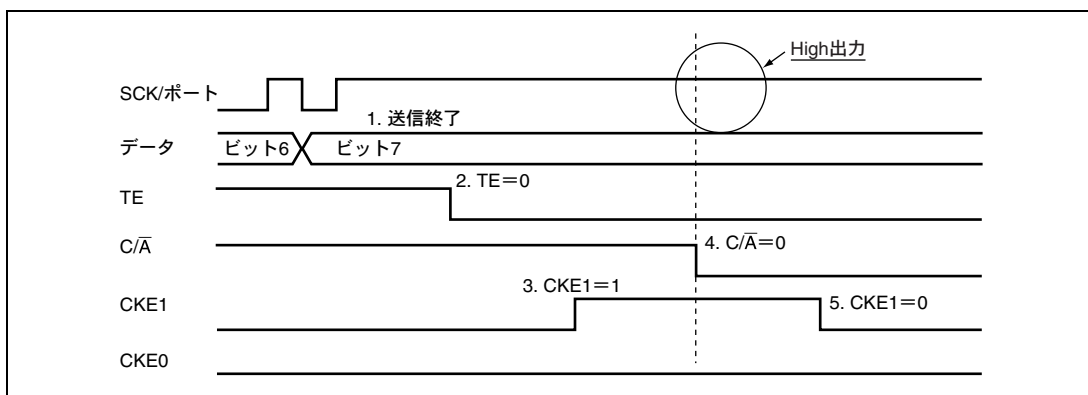


図 13.38 SCK 端子からポート端子へ切り替え時の Low 出力の回避例

14. I²C バスインタフェース (IIC)

- バスを直接駆動 (SCL/SDA 端子)

P52/SCL0、P97/SDA0、P86/SCL1、P42/SDA1、PG2/SDA2、PG3/SCL2、PG4/ExSDAA、PG5/ExSCLA、PG6/ExSDAB、PG7/ExSCLBの10端子は、通常時はNMOSプッシュプル出力、バス駆動機能選択時はNMOSオープンドレイン出力。

I²C バスインタフェースのブロック図を図 14.1 に示します。

入出力端子の外部回路接続例を、図 14.2 に示します。I²C バスインタフェースの入出力端子は通常ポートと端子構造が違うため、端子に印加可能な電圧仕様が異なります。

詳細は「第 23 章 電気的特性」を参照してください。

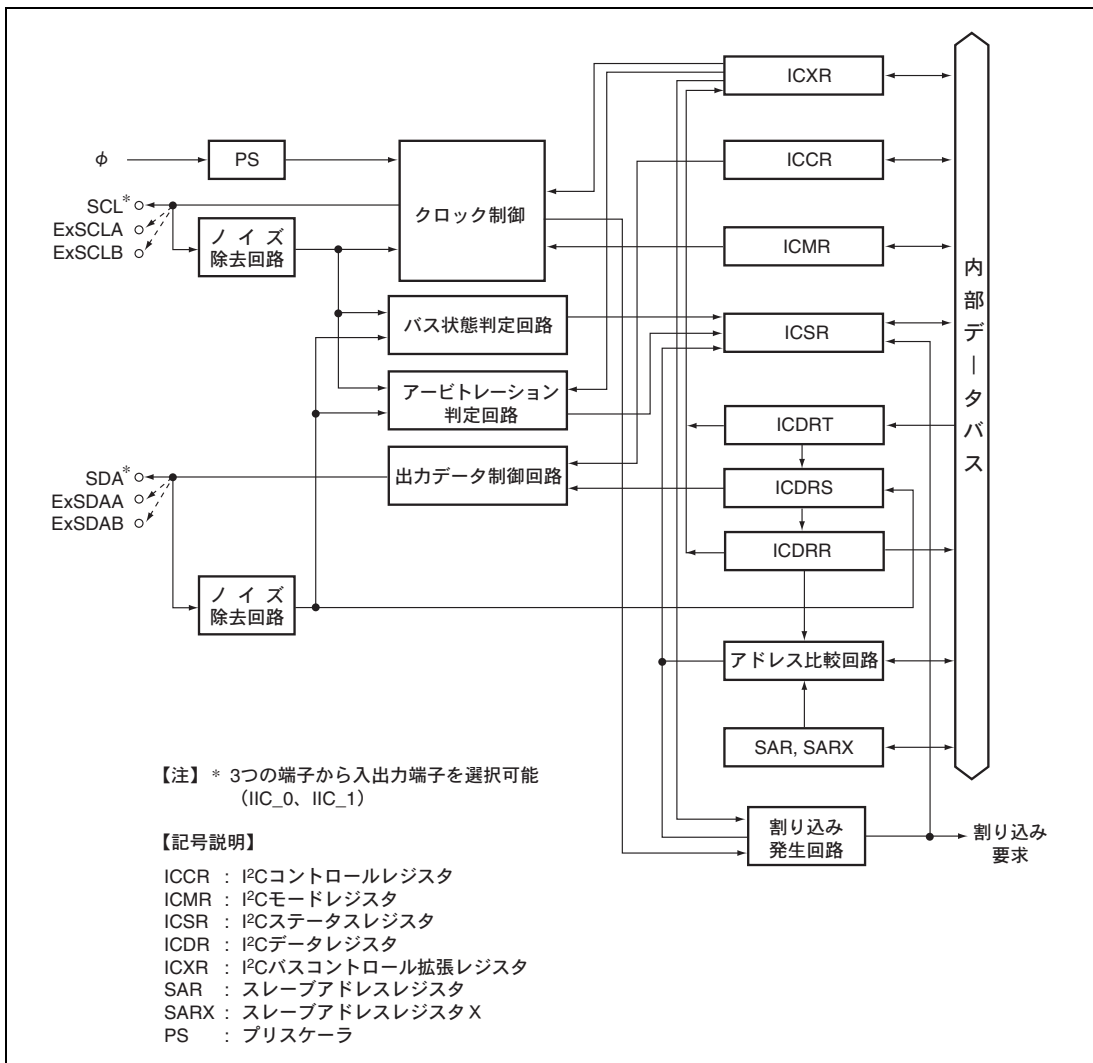
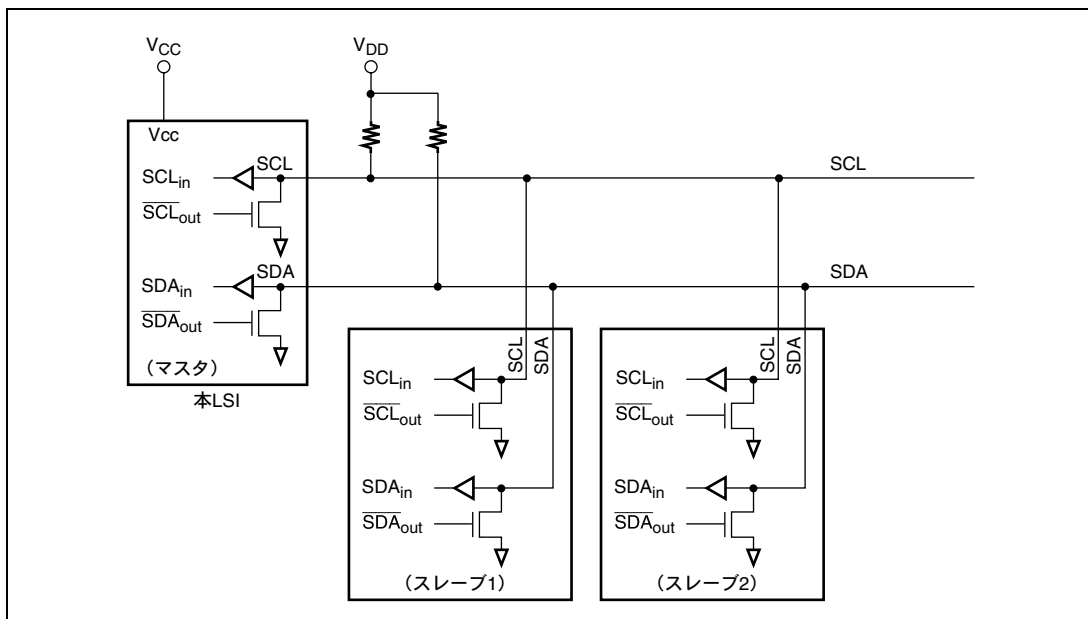


図 14.1 I²C バスインタフェースのブロック図

図 14.2 I²C バスインタフェース接続例 (本 LSI がマスタの場合)

14.2 入出力端子

I²C バスインタフェースで使用する端子を表 14.1 に示します。

IIC0, IIC1 チャンネルにおける SCL、SDA 入出力端子は 3 つの端子から 1 つを選択して使用することができます。1 つのチャンネルに 2 つ以上の入出力端子を設定しないでください。

端子の設定方法は「7.18.2 ポートコントロールレジスタ 1 (PTCNT1)」を参照してください。

表 14.1 端子構成

チャンネル	記号*	入出力	機能
0	SCL0	入出力	IIC_0 シリアルクロック入出力端子
	SDA0	入出力	IIC_0 シリアルデータの入出力端子
1	SCL1	入出力	IIC_1 シリアルクロック入出力端子
	SDA1	入出力	IIC_1 シリアルデータの入出力端子
2	SCL2	入出力	IIC_2 シリアルクロック入出力端子
	SDA2	入出力	IIC_2 シリアルデータの入出力端子
-	ExSCLA	入出力	IIC_0 または IIC_1 のシリアルクロック入出力端子
	ExSDAA	入出力	IIC_0 または IIC_1 のシリアルデータ入出力端子
	ExSCLB	入出力	IIC_0 または IIC_1 のシリアルクロック入出力端子
	ExSDAB	入出力	IIC_0 または IIC_1 のシリアルデータ入出力端子

【注】 * 本文中ではチャンネルを省略し、それぞれ SCL、SDA と略称します。

14.3 レジスタの説明

IICにはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。ICDR と SARX、ICMR と SAR は同じアドレスに割り付けられており、ICCR の ICE ビットによりアクセスできるレジスタが変わります。ICE=0 のとき SAR と SARX、ICE=1 のとき ICMR と ICDR がアクセスできます。なお、シリアルタイムコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。

- I²Cバスコントロールレジスタ (ICCR)
- I²Cバスステータスレジスタ (ICSR)
- I²Cバスデータレジスタ (ICDR)
- I²Cバスモードレジスタ (ICMR)
- スレーブアドレスレジスタ (SAR)
- 第2スレーブアドレスレジスタ (SARX)
- I²Cバスコントロール拡張レジスタ (ICXR)
- I²Cバスコントロール初期化レジスタ (ICRES) *

【注】 * ICRES は IIC_0 と IIC_2 のみです。

14.3.1 I²C バスデータレジスタ (ICDR)

ICDR は、8 ビットのリード/ライト可能なレジスタで、送信時は送信用データレジスタとして、受信時は受信用データレジスタとして機能します。ICDR は、内部的に、シフトレジスタ (ICDRS)、受信バッファ (ICDRR) および送信バッファ (ICDRT) に分かれています。3 本のレジスタ間のデータ転送は、バス状態の変化に関連付けられて自動的に行われ、ICXR の ICDRF フラグ、ICDRE フラグなどの状態に影響を与えます。

送信データの ICDR へのライトは、I²C バスフォーマットのマスタ送信モードでは開始条件検出後に行ってください。開始条件を検出すると、それ以前のライトデータは無視されます。また、スレーブ送信モードでは、スレーブアドレスが一致し TRS ビットが 1 に自動的に切り替わった後にライトしてください。

送信モード (TRS=1) で ICDRT に次のデータがある場合 (ICDRE フラグが 0 の場合)、ICDRS で 1 フレームのデータを正常に送信終了後、自動的に ICDRT から ICDRS へデータが転送されます。ICDRE フラグが 1 で次の送信データのライトを待っている状態では、ICDR ライトにより自動的に ICDRT から ICDRS へデータが転送されます。受信モード (TRS=0) では ICDRT から ICDRS へデータ転送は行われません。受信モードでの ICDR への書き込みは行わないでください。

受信データの ICDR からの読み出しは、ICDRS から ICDRR へデータが転送された後で行います。

受信モードで ICDRR に以前のデータがない場合 (ICDRF フラグが 0 の場合)、ICDRS で 1 フレームのデータを正常に受信終了後、自動的に ICDRS から ICDRR にデータが転送されます。ICDRF フラグが 1 の状態で更に受信データを受け取っている場合、ICDR リードにより自動的に ICDRS から ICDRR へデータが転送されます。送信モードでは ICDRS から ICDRR へデータ転送は行われません。受信モードに設定した上でリードしてください。

1 フレームのアクノリッジを除いたビット数が 8 ビットに満たない場合、送受信データの格納される位置が異なります。送信データは、MLS ビットが 0 のとき MSB 側に、MLS ビットが 1 のとき LSB 側に詰めて書き込んでください。受信データは、MLS ビットが 0 のとき LSB 側に、MLS ビットが 1 のとき MSB 側に詰めて格納されます。

ICDR は ICCR の ICE ビットを 1 に設定したときのみアクセス可能です。ICDR のリセット時の値は不定です。

14.3.2 スレーブアドレスレジスタ (SAR)

SAR は転送フォーマットの設定およびスレーブアドレスを格納します。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きた第 1 フレームの上位 7 ビットと SAR の上位 7 ビットを比較して一致したとき、FS ビットに 0 が設定されていると、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。SAR は ICCR の ICE ビットを 0 に設定したときのみアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	SVA6	0	R/W	スレーブアドレス 6~0 スレーブアドレスを設定します。
6	SVA5	0	R/W	
5	SVA4	0	R/W	
4	SVA3	0	R/W	
3	SVA2	0	R/W	
2	SVA1	0	R/W	
1	SVA0	0	R/W	
0	FS	0	R/W	フォーマットセレクト SARX の FSX ビットとの組み合わせで転送フォーマットを選択します。 表 14.2 を参照してください。 なお、ゼネラルコールアドレスの認識を行う場合は、必ず本ビットを 0 に設定してください。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

14.3.3 第2スレーブアドレスレジスタ (SARX)

SARX は転送フォーマットの設定および第2スレーブアドレスを格納します。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きた第1フレームの上位7ビットと SARX の上位7ビットを比較して一致したとき、FSX ビットに0が設定されていると、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。SARX は ICCR の ICE ビットを0に設定したときのみアクセス可能です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	SVAX6	0	R/W	第2スレーブアドレス6~0 第2スレーブアドレスを設定します。
6	SVAX5	0	R/W	
5	SVAX4	0	R/W	
4	SVAX3	0	R/W	
3	SVAX2	0	R/W	
2	SVAX1	0	R/W	
1	SVAX0	0	R/W	
0	FSX	1	R/W	フォーマットセレクト X SAR の FS ビットとの組み合わせで転送フォーマットを選択します。 表 14.2 を参照してください。

表 14.2 転送フォーマット

SAR	SARX	動作モード
FS	FSX	
0	0	I ² C バスフォーマット <ul style="list-style-type: none"> • SAR と SARX のスレーブアドレスを認識 • ゼネラルコールアドレスを認識
	1	I ² C バスフォーマット <ul style="list-style-type: none"> • SAR のスレーブアドレスを認識 • SARX のスレーブアドレスを無視 • ゼネラルコールアドレスを認識
1	0	I ² C バスフォーマット <ul style="list-style-type: none"> • SAR のスレーブアドレスを無視 • SARX のスレーブアドレスを認識 • ゼネラルコールアドレスを無視
	1	クロック同期式シリアルフォーマット <ul style="list-style-type: none"> • SAR と SARX のスレーブアドレスを無視 • ゼネラルコールアドレスを無視

- I²C バスフォーマット :

アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットあり

- クロック同期式シリアルフォーマット :

ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなし、マスタモード専用

14.3.4 I²C バスモードレジスタ (ICMR)

ICMR は転送フォーマットと転送レートを設定します。ICCR の ICE ビットを 1 に設定したときのみアクセス可能です。

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は、本ビットを 0 に設定してください。
6	WAIT	0	R/W	ウェイト挿入ビット I ² C バスフォーマットでマスタモードのときのみ有効。 0 : ウェイト状態は挿入されず、データとアクノリッジを連続して転送します。 1 : データの最終ビットのクロック (8 クロック目) が立ち下がった後、ICCR の IRIC フラグは 1 にセットされ、ウェイト状態 (SCL=Low レベル) となります。ICCR の IRIC フラグを 0 にクリアすることでウェイト状態を解除しアクノリッジの転送を行います。 詳細は「14.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御」を参照してください。
5 4 3	CKS2 CKS1 CKS0	0 0 0	R/W R/W R/W	転送クロック選択 2~0 STCR レジスタの IICX2 ビット (IIC_2)、IICX1 ビット (IIC_1)、IICX0 ビット (IIC_0) との組み合わせで転送クロックの周波数を選択します。マスタモード時に使用します。 表 14.3 を参照してください。
2 1 0	BC2 BC1 BC0	0 0 0	R/W R/W R/W	ビットカウンタ 2~0 次に転送するフレームのビット数を指定します。設定は転送フレーム間で行ってください。また、B'000 以外を設定する場合は、SCL が Low 状態のときに行ってください。 ビットカウンタは、開始条件検出時 B'000 に初期化されます。また、データ転送終了後、再び B'000 に戻ります。 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

14. I²C バスインタフェース (IIC)

表 14.3 転送レート

STCR ビット 5、6、7	ビット 5	ビット 4	ビット 3	クロック	転送レート				
					φ=8MHz	φ=10MHz	φ=16MHz	φ=20MHz	
0	0	0	0	φ/28	286kHz	357kHz	571kHz*	714kHz*	
			1	φ/40	200kHz	250kHz	400kHz	500kHz*	
		1	0	φ/48	167kHz	208kHz	333kHz	417kHz*	
			1	φ/64	125kHz	156kHz	250kHz	313kHz	
		1	0	0	φ/80	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
				1	φ/100	80.0kHz	100kHz	160kHz	200kHz
	1		0	φ/112	71.4kHz	89.3kHz	143kHz	179kHz	
			1	φ/128	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz	
	1	0	0	0	φ/56	143kHz	179kHz	286kHz	357kHz
				1	φ/80	100kHz	125kHz	200kHz	250kHz
			1	0	φ/96	83.3kHz	104kHz	167kHz	208kHz
				1	φ/128	62.5kHz	78.1kHz	125kHz	156kHz
1			0	0	φ/160	50.0kHz	62.5kHz	100kHz	125kHz
				1	φ/200	40.0kHz	50.0kHz	80.0kHz	100kHz
		1	0	φ/224	35.7kHz	44.6kHz	71.4kHz	89.3kHz	
			1	φ/256	31.3kHz	39.1kHz	62.5kHz	78.1kHz	

【注】 * I²C バスインタフェース仕様（通常モード：最大 100kHz、高速モード：最大 400kHz）の範囲外となりますので、動作は保証できません。

14.3.5 I²C バスコントロールレジスタ (ICCR)

ICCR は I²C バスインタフェースの制御、および割り込みフラグの確認を行います。

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イネーブル 0：本モジュールは機能を停止し、内部状態をクリアします。 SAR および SARX がアクセス可能になります。 1：本モジュールは転送動作可能状態となり、ポートは SCL、SDA 入出力端子となります。ICMR および ICDR がアクセス可能になります。
6	IEIC	0	R/W	I ² C バスインタフェース割り込みイネーブル 0：I ² C バスインタフェースから CPU に対する割り込み要求を禁止 1：I ² C バスインタフェースから CPU に対する割り込み要求を許可

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
5 4	MST TRS	0 0	R/W R/W	<p>マスタ/スレーブ選択</p> <p>送信/受信選択</p> <p>MST TRS</p> <p>0 0: スレーブ受信モード</p> <p>0 1: スレーブ送信モード</p> <p>1 0: マスタ受信モード</p> <p>1 1: マスタ送信モード</p> <p>I²C 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 ビットはともにハードウェアによってリセットされ、スレーブ受信モードに変わります。また、I²C バスフォーマットのスレーブ受信モードのとき、開始条件直後の第1フレームの R/W ビットにより、ハードウェアで自動的に受信/送信モードが設定されます。</p> <p>転送中の TRS ビットの変更は、データ転送終了時まで保留され、転送終了後に切り替わります。</p> <p>[MST クリア条件]</p> <p>(1) ソフトウェアにより 0 をライトしたとき</p> <p>(2) I²C バスフォーマットのマスタモードで、バス競合負けしたとき</p> <p>[MST セット条件]</p> <p>(1) ソフトウェアにより 1 をライトしたとき (MST クリア条件(1)の場合)</p> <p>(2) MST=0 をリード後、1 をライトしたとき (MST クリア条件(2)の場合)</p> <p>[TRS クリア条件]</p> <p>(1) ソフトウェアにより 0 をライトしたとき (TRS セット条件(3)以外の場合)</p> <p>(2) TRS=1 をリード後、0 をライトしたとき (TRS セット条件(3)の場合)</p> <p>(3) I²C バスフォーマットのマスタモードで、バス競合負けしたとき</p> <p>[TRS セット条件]</p> <p>(1) ソフトウェアにより 1 をライトしたとき (TRS クリア条件(3)以外の場合)</p> <p>(2) TRS=0 をリード後、1 をライトしたとき (TRS クリア条件(3)の場合)</p> <p>(3) I²C バスフォーマットのスレーブモードで第1フレームのアドレス一致後に R/W ビットとして 1 を受信したとき</p>
3	ACKE	0	R/W	<p>アクノリッジビット判定選択</p> <p>0: 受信したアクノリッジビットの内容を無視して連続的に転送を行います。受信したアクノリッジビットの内容は ICSR の ACKB ビットに反映されず、常に 0 となります。</p> <p>1: I²C バスフォーマットで受信したアクノリッジビットが 1 ならば転送を中断します。</p> <p>アクノリッジビットは、受信デバイスによって、受信したデータの処理完了などの意味をもたせる場合と、意味をもたず 1 固定の場合があります。</p>

14. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	BBSY	0	R/W*	バスビジー
0	SCP	1	W	<p>開始条件/停止条件発行禁止ビット</p> <p>マスタモード時</p> <ul style="list-style-type: none"> • BBSY=0 かつ SCP=0 ライト：停止条件発行 • BBSY=1 かつ SCP=0 ライト：開始条件、再送開始条件発行 <p>スレーブモード時</p> <ul style="list-style-type: none"> • BBSY フラグのライトは無効 <p>[BBSY セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCL=High レベルの状態 で SDA が High レベルから Low レベルに変化し、開始条件が発行されたと認識したとき <p>[BBSY クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SCL=High レベルの状態 で SDA が Low レベルから High レベルに変化し、停止条件が発行されたと認識したとき <p>開始条件/停止条件の発行は、MOV 命令を用います。</p> <p>開始条件の発行に先立って、I²C バスインタフェースをマスタ送信モードに設定する必要があります。BBSY=1 かつ SCP=0 をライトする以前に、MST=1 かつ TRS=1 を設定してください。</p> <p>BBSY フラグをリードすることにより、I²C バス (SCL, SDA) が占有されているか開放されているかを確認できます。</p> <p>SCP ビットは、リードすると常に 1 が読み出されます。また、0 をライトしてもデータは格納されません。</p>

【注】 * BBSY フラグはライトしてもフラグの値は変化しません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	IRIC	0	R/(W)*	<p>I²C バスインタフェース割り込み要求フラグ</p> <p>I²C バスインタフェースが CPU に対して割り込み要求を発生させたことを示します。</p> <p>SAR の FS ビットと SARX の FSX ビットおよび、ICMR の WAIT ビットの組み合わせにより IRIC フラグのセットタイミングが異なりますので、「14.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御」を参照してください。また、ICCR の ACKE ビットの設定によっても、IRIC フラグがセットされる条件が異なります。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • I²C バスフォーマットでマスタモード <ul style="list-style-type: none"> 開始条件を発行後、バスラインの状態から開始条件を検出したとき (第 1 フレーム送信のため ICDRE フラグが 1 にセットされたとき) WAIT=1 の場合、データとアクノリッジの間にウェイトを挿入したとき (送受信クロックの 8 クロック目の立ち下がりのとき) データ転送終了時 (ウェイト挿入なしで送受信クロックの 9 クロック目の立ち上がりのとき) バス競合負けの後、自分のスレーブアドレスを受信したとき (開始条件に続く第 1 フレーム) ACKE ビットが 1 のとき、アクノリッジビットとして 1 を受信したとき (ACKB ビットが 1 にセットされたとき) ALIE ビットが 1 の状態でバス競合負けし、AL フラグが 1 にセットされたとき • I²C バスフォーマットでスレーブモード <ul style="list-style-type: none"> スレーブアドレス (SVA、SVAX) が一致したとき (AAS、AASX フラグが 1 にセットされたとき)、 および、その後の再送開始条件または停止条件検出までのデータ転送終了時 (送受信クロックの 9 クロック目の立ち上がりのとき) ゼネラルコールアドレスを検出したとき (R/W ビットとして 0 を受信し、ADZ フラグが 1 にセットされたとき)、 および、その後の再送開始条件または停止条件検出までのデータ受信終了時 (受信クロックの 9 クロック目の立ち上がりのとき) ACKE ビットが 1 のとき、アクノリッジビットとして 1 を受信したとき (ACKB ビットが 1 にセットされたとき) STOPIM ビットが 0 の状態で停止条件を検出したとき (STOP または ESTP フラグが 1 にセットされたとき)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	IRIC	0	R/(W)*	<ul style="list-style-type: none"> • クロック同期式シリアルフォーマット データ転送終了時 (送受信クロックの8クロック目立ち上りのとき) 開始条件を検出したとき • すべての動作モードで、ICDRE または ICDRF フラグが 1 にセットされる 条件が発生したとき 送信モードで開始条件を検出したとき (送信モードで開始条件を検出し ICDRE フラグが 1 にセットされたとき) ICDR レジスタバッファデータ転送時 (送信モードで ICDRT から ICDRS にデータが転送され ICDRE フラグが 1 に セットされたとき、または受信モードで ICDRS から ICDRR にデータが 転送され ICDRF フラグが 1 にセットされたとき) <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRIC=1 の状態でリードした後、0 をライトしたとき

【注】 * フラグを 0 にクリアするための 0 ライトのみ可能です。

I²C バスフォーマットで IRIC=1 となり割り込みが発生した場合には、IRIC=1 となった要因を調べるために、他のフラグを調べる必要があります。各要因には、それぞれ対応するフラグがありますが、データ転送終了時に関しては注意が必要です。

ICDRE または ICDRF フラグがセットされたとき、IRTR フラグがセットされる場合とされない場合があります。IRTR フラグがデータ転送終了時にセットされないのは、I²C バスフォーマットでスレープモードの場合に、スレープアドレス (SVA) またはゼネラルコールアドレスが一致した後の再送開始条件または停止条件検出までの期間です。各フラグと転送状態の関係を表 14.4 と表 14.5 に示します。

表 14.4 フラグと転送状態の関係 (マスタモード)

MST	TRS	BBSY	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	ICDRF	ICDRE	状態
1	1	0	0	0	0	0↓	0	0↓	0↓	0	—	0	アイドル状態 (フラグクリア要)
1	1	1↑	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	開始条件検出
1	—	1	0	0	—	0	0	0	0	—	—	—	ウェイト状態
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	1↑	—	—	送信終了 (ACKE=1 かつ ACKB=1)
1	1	1	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	ICDRE=0 の状態から 送信終了
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	1	ICDRE=1 の状態から 送信終了
1	1	1	0	0	—	0	0	0	0	0	—	0↓	上記状態から、または 開始条件検出後の ICDR ライト
1	1	1	0	0	1↑	0	0	0	0	0	—	1↑	上記状態から ICDRT→ ICDRS データ転送 (自動)
1	0	1	0	0	1↑	0	0	0	0	—	1↑	—	ICDRF=0 の状態から受 信終了
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	1	—	ICDRF=1 の状態から 受信終了
1	0	1	0	0	—	0	0	0	0	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
1	0	1	0	0	1↑	0	0	0	0	—	1↑	—	上記状態から ICDRS→ ICDRR データ転送 (自動)
0↓	0↓	1	0	0	—	0	1↑	0	0	—	—	—	アービトレーション ロスト
1	—	0↓	0	0	—	0	0	0	0	—	—	0↓	停止条件検出

【注】 0:0 状態保持 1:1 状態保持 —: 以前の状態を保持 0↓:0 にクリア 1↑:1 にセット

14. I²C バスインタフェース (IIC)

表 14.5 フラグと転送状態の関係 (スレーブモード)

MST	TRS	BBSY	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	ICDRF	ICDRE	状態
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	アイドル状態 (フラグクリア要)
0	0	1↑	0	0	0	0↓	0	0	0	0	—	1↑	開始条件検出
0	1↑/0 (* ¹)	1	0	0	0	0	—	1↑	0	0	1↑	1	第1フレームで SAR に一致 (SARX≠SAR)
0	0	1	0	0	0	0	—	1↑	1↑	0	1↑	1	第1フレームでゼネラル コールアドレスに 一致 (SARX≠H'00)
0	1↑/0 (* ¹)	1	0	0	1↑	1↑	—	0	0	0	1↑	1	第1フレームで SARX に一致 (SAR≠SARX)
0	1	1	0	0	—	—	—	—	0	1↑	—	—	送信終了 (ACKE=1 かつ ACKB=1)
0	1	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	—	—	0	0	—	1↑	ICDRE=0の状態から 送信終了
0	1	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
0	1	1	0	0	—	—	—	—	0	0	—	1	ICDRE=1の状態から 送信終了
0	1	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0	0	—	0↓	上記状態から ICDR ライト
0	1	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	0	0	0	0	—	1↑	上記状態から ICDRT →ICDRS データ転送 (自動)
0	0	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	—	—	—	—	1↑	—	ICDRF=0の状態から 受信終了
0	0	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0↓	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
0	0	1	0	0	—	—	—	—	—	—	1	—	ICDRF=1の状態から 受信終了
0	0	1	0	0	—	—	0↓	0↓	0↓	—	0↓	—	上記状態から ICDR リード
0	0	1	0	0	1↑/0 (* ²)	—	0	0	0	—	1↑	—	上記状態から ICDRS →ICDRR データ転送 (自動)
0	—	0↓	1↑/0 (* ³)	0/1↑ (* ³)	—	—	—	—	—	—	—	0↓	停止条件検出

【注】 0:0 状態保持 1:1 状態保持 —: 以前の状態を保持 0↓:0 にクリア 1↑:1 にセット

*1 アドレスに続く R \bar{W} ビットとして 1 を受信した場合に 1 にセット

*2 AASX ビットに 1 がセットされている場合に 1 にセット

*3 ESTP=1 のとき STOP=0、または STOP=1 のとき ESTP=0

14.3.6 I²C バスステータスレジスタ (ICSR)

ICSR はステータスフラグで構成されます。表 14.4、表 14.5 を併せて参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	ESTP	0	R/(W)*	<p>エラー停止条件検出フラグ</p> <p>I²C バスフォーマットでスレーブモードのとき有効</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> フレームの転送の途中で停止条件を検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ESTP=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき IRIC フラグが 0 にクリアされたとき
6	STOP	0	R/(W)*	<p>正常停止条件検出フラグ</p> <p>I²C バスフォーマットでスレーブモードのとき有効</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"> STOP=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき IRIC フラグが 0 にクリアされたとき
5	IRTR	0	R/(W)*	<p>I²C バスインタフェース連続送受信割り込み要求フラグ</p> <p>I²C バスインタフェースが CPU に対して割り込み要求を発生させており、その要因が 1 フレームデータ送受信の終了であることを示します。</p> <p>IRTR フラグが 1 にセットされると、同時に IRIC フラグも 1 にセットされます。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> I²C バスインタフェースでスレーブモードのとき AASX=1 の状態で、ICDRE または ICDRF フラグが 1 にセットされたとき I²C バスインタフェースでマスタモード、クロック同期式シリアルフォーマットのとき ICDRE または ICDRF フラグが 1 にセットされたとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> IRTR=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき ICE=1 の状態で IRIC フラグが 0 にクリアされたとき

14. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
4	AASX	0	R/(W)*	<p>第 2 スレーブ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で、開始条件直後の第 1 フレームが SARX の SVAX6~SVAX0 と一致したことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> スレーブ受信モードでかつ FSX=0 で第 2 スレーブアドレスを検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> AASX=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき 開始条件を検出したとき マスタモードのとき
3	AL	0	R/(W)*	<p>アービトレーションロストフラグ</p> <p>マスタモード時にバス競合負けをしたことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <p>ALSL=0 のとき</p> <ul style="list-style-type: none"> マスタ送信モードで SCL の立ち上がりで内部 SDA と SDA 端子が不一致のとき マスタモードで SCL の立ち下がりで内部 SCL が High レベルのとき <p>ALSL=1 のとき</p> <ul style="list-style-type: none"> マスタ送信モードで SCL の立ち上がりで内部 SDA と SDA 端子が不一致のとき マスタ送信モードで開始条件命令実行後、自分が SDA 端子を Low に立ち下げる前に他デバイスにより SDA 端子が Low に立ち下げられたとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ICDR にデータをライト (送信時)、データをリード (受信時) したとき AL=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき
2	AAS	0	R/(W)*	<p>スレーブ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で、開始条件直後の第 1 フレームが SAR の SVA6~SVA0 と一致した場合、またはゼネラルコールアドレス (H'00) を検出したことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> スレーブ受信モードかつ FS=0 でスレーブアドレスまたはゼネラルコールアドレス (R/W ビットも含めた 1 フレームが H'00) を検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ICDR にデータをライト (送信時)、または ICDR のデータをリード (受信時) したとき AAS=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき マスタモードのとき

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	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で、開始条件直後の第1フレームでゼネラルコールアドレス (H'00) を検出したことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> スレーブ受信モードかつ、FSX=0 または FS=0 でゼネラルコールアドレス (R/W ビットも含めた1フレームが H'00) を検出したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ICDR にデータをライト (送信時)、または ICDR のデータをリード (受信時) したとき ADZ=1 の状態をリード後、0 をライトしたとき マスタモードのとき <p>FS=1 かつ FSX=0 でゼネラルコールアドレスを検出した場合、ADZ フラグは1にセットされますが、ゼネラルコールアドレスは認識されません (AAS フラグは1にセットされません)。</p>
0	ACKB	0	R/W	<p>アクノリッジビット</p> <p>アクノリッジデータを格納するビットです。</p> <p>送信モード</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 送信モードかつ ACKE=1 でアクノリッジビットとして1を受信したとき <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 送信モードかつ ACKE=1 でアクノリッジビットとして0を受信したとき ACKE ビットに0をライトしたとき <p>受信モード</p> <p>0: データを受信した後、アクノリッジデータとして0を送出します。</p> <p>1: データを受信した後、アクノリッジデータとして1を送出します。</p> <p>本ビットをリードすると、送信時 (TRS=1 のとき) にはロードした値 (受信デバイスから返ってきた値) が読み出され、受信時 (TRS=0 のとき) には設定した値が読み出されます。</p> <p>また、本ビットをライトすると TRS の値にかかわらず受信時に送信するアクノリッジデータの設定値を書き換えます。ICSR レジスタのフラグをビット操作命令によって書き換えた場合は、ACKB ビットのリード値でアクノリッジデータの設定値を書き換えますので、再度アクノリッジデータを設定し直してください。</p> <p>マスタモードで送信動作を終了して停止条件を発行する場合、もしくはスレーブモードで送信動作を終了してマスタデバイスが停止条件を発行できるように SDA を開放する場合は、その前に ACKE ビットに0をライトして ACKB フラグを0にクリアしてください。</p>

【注】 * フラグを0にクリアするための0ライトのみ可能です。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

14.3.7 I²C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)

ICRES は IIC の内部ラッチクリアの制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~5	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	—	0	R	リザーブビット
3	CLR3	1	W*	IIC クリア 3~0
2	CLR2	1	W*	IIC_0、IIC_1 の内部状態の初期化を制御します。(ICRES_0)
1	CLR1	1	W*	00 -- : 設定禁止
0	CLR0	1	W*	0100 : 設定禁止 0101 : IIC_0 内部ラッチクリア 0110 : IIC_1 内部ラッチクリア 0111 : IIC_0、IIC_1 内部ラッチクリア 1 --- : 設定無効 IIC_2 の内部状態の初期化を制御します。(ICRES_2) 00 -- : 設定禁止 0100 : 設定禁止 0101 : IIC_2 内部ラッチクリア 0110 : 設定禁止 0111 : IIC_2 内部ラッチクリア 1 --- : 設定無効 本ビットのライト動作により対応するモジュールの内部ラッチ回路へのクリア信号が発生し、IIC モジュールの内部状態が初期化されます。 本ビットはライト動作のみ可能で、リードすると常に 1 が読み出されます。なお、本ビットへのライトデータは保持されません。 IIC 内部状態の初期化を行う場合は、必ず MOV 命令を使用し、CLR3~CLR0 ビットを同時に書き込んでください。CLR3~CLR0 ビットに対する BCLR などのビット操作命令は使用しないでください。 再度クリアが必要な場合は、すべてのビットとも設定に従い書き込みする必要があります。

【注】 * リードすると常に 1 が読み出されます。

14.3.8 I²C バスコントロール拡張レジスタ (ICXR)

ICXR は I²C バスインタフェースの割り込み動作の許可/禁止、連続受信動作の許可/禁止、受信や送信状態の確認を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	STOPIM	0	R/W	<p>停止条件割り込み要因マスク</p> <p>スレープモード動作時に停止条件検出での割り込み発生の許可/禁止を選択します。</p> <p>0: スレープモード動作時、停止条件検出 (STOP=1 または ESTP=1) での IRIC フラグセットおよび割り込み発生を許可</p> <p>1: 停止条件検出での IRIC フラグセットおよび割り込み発生を禁止</p>
6	HNDS	0	R/W	<p>ハンドシェイク受信動作選択</p> <p>受信モードで連続受信動作をするかどうかを選択します。</p> <p>0: 連続受信動作を許可</p> <p>1: 連続受信動作を禁止</p> <p>HNDS ビットが 0 にクリアされているときは、ICDRF フラグが 0 の状態でデータを正常に受信終了した場合、引き続き受信動作を行います。</p> <p>HNDS ビットが 1 にセットされているときは、ICDRF フラグが 0 の状態でデータを正常に受信終了した場合、SCL を Low レベルに固定し、次のデータ転送を禁止します。ICDR の受信データをリードすることにより SCL バスラインを開放し、次フレームの受信動作を行います。</p>
5	ICDRF	0	R	<p>受信データ読み出し要求フラグ</p> <p>受信モードでの ICDR (ICDRR) の状態を示すフラグです。</p> <p>0: ICDR (ICDRR) にあるデータは既にリードされている、あるいは初期状態であることを示します。</p> <p>1: 正常に受信が完了し、データが ICDRS から ICDRR へ転送され、受信完了後にまだ読み出されていないことを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> データが正常に受信され、ICDRS から ICDRR へデータが転送されたとき <p>(1) ICDRF=0 状態でデータ受信完了したとき (9 クロック目立ち上がり)</p> <p>(2) ICDRF=1 状態でデータ受信完了後、受信モードで ICDR をリードしたとき</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> ICDR (ICDRR) をリードしたとき ICE ビットに 0 をライトしたとき ICRES レジスタ CLR3~CLR0 ビットで内部状態を初期化したとき <p>[セット条件] (2) の場合、ICDR (CDRR) をリードしたときに一度 ICDRF は 0 クリアされますが、直ちに ICDRS から ICDRR へデータが転送されるため再び ICDRF は 1 にセットされます。</p> <p>なお、送信モード (TRS=1) で ICDR をリードしたときは、ICDRS から ICDRR へのデータ転送が行われませんので、正常なデータの読み出しができません。ICDR のデータを読み出すときは受信モード (TRS=0) で ICDR をリードしてください。</p>

14. I²C バスインタフェース (IIC)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	ICDRE	0	R	<p>送信データ書き込み要求フラグ</p> <p>送信モードでの ICDR (ICDRT) の状態を示すフラグです。</p> <p>0: ICDR (ICDRT) に次に送信するデータが書き込まれている、あるいは初期状態であることを示します。</p> <p>1: 送信データが ICDRT から ICDRS へ転送され送信中である、あるいは開始条件を検出または送信完了しており、次の送信データをライトすることが可能な状態であることを示します。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • I²C バスフォーマット、シリアルフォーマットでバスラインの状態から開始条件成立を検出したとき • ICDRT から ICDRS にデータが転送されたとき <p>(1) ICDRE=0 状態でデータ送信完了したとき (9 クロック目立ち上がり)</p> <p>(2) ICDRE=1 状態でデータ送信完了後、送信モードで ICDR をライトしたとき</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • ICDR (ICDRT) に送信データをライトしたとき • I²C バスフォーマットまたはシリアルフォーマットで停止条件を検出したとき • ICE ビットに 0 をライトしたとき • ICRES レジスタ CLR3~CLR0 ビットで内部状態を初期化したとき <p>I²C バスフォーマットで ACKE ビットを 1 に設定し、アクノリッジビット判定を有効にしている場合、アクノリッジビットが 1 でデータ送信が完了した場合、ICDRE はセットされません。</p> <p>[セット条件] (2)の場合、ICDR (ICDRT) にライトしたときに一度 ICDRE は 0 クリアされますが、直ちに ICDRT から ICDRS へデータが転送されるため再び ICDRE は 1 にセットされます。</p> <p>なお、TRS=0 のときは ICDRE フラグの値は無効ですので、ICDR へのライト動作は行わないでください。</p>
3	ALIE	0	R/W	<p>アービトレーションロスト割り込みイネーブル</p> <p>アービトレーションロスト発生時に IRIC フラグを 1 にセットし、割り込み発生を許可するかどうかを選択します。</p> <p>0: アービトレーションロスト発生時の割り込み要求を禁止</p> <p>1: アービトレーションロスト発生時の割り込み要求を許可</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
2	ALSL	0	R/W	アービトレーションロスト条件セレクト アービトレーションロスト発生条件を選択します。 0: SCL 立ち上がり時に、SDA 端子の状態が自分の出力したデータと不一致 または、SCL 端子が他デバイスにより立ち下げられたとき 1: SCL 立ち上がり時に、SDA 端子の状態が自分の出力したデータと不一致 または、アイドル状態または開始条件命令実行後、他デバイスにより SDA 端子を立ち下げられたとき
1	FNC1	0	R/W	ファンクションビット 1、0 一部の使用上の制限事項を解除するためのビットです。 詳細は、「14.6 使用上の注意事項」を参照してください。 00: 動作制限対策無効 01: 設定禁止 10: 設定禁止 11: 動作制限対策有効
0	FNC0	0	R/W	

14.4 動作説明

I²C バスインタフェースには、I²C バスフォーマットとシリアルフォーマットがあります。

14.4.1 I²C バスデータフォーマット

I²C バスフォーマットは、アドレッシングフォーマットでアクノリッジビットありです。これを図 14.3 に示します。開始条件に続く第 1 フレームは必ず 9 ビット構成となります。

シリアルフォーマットは、ノンアドレッシングフォーマットでアクノリッジビットなしです。これを図 14.4 に示します。また、I²C バスのタイミングを図 14.5 に示します。

図 14.3～図 14.5 の記号説明を表 14.6 に示します。

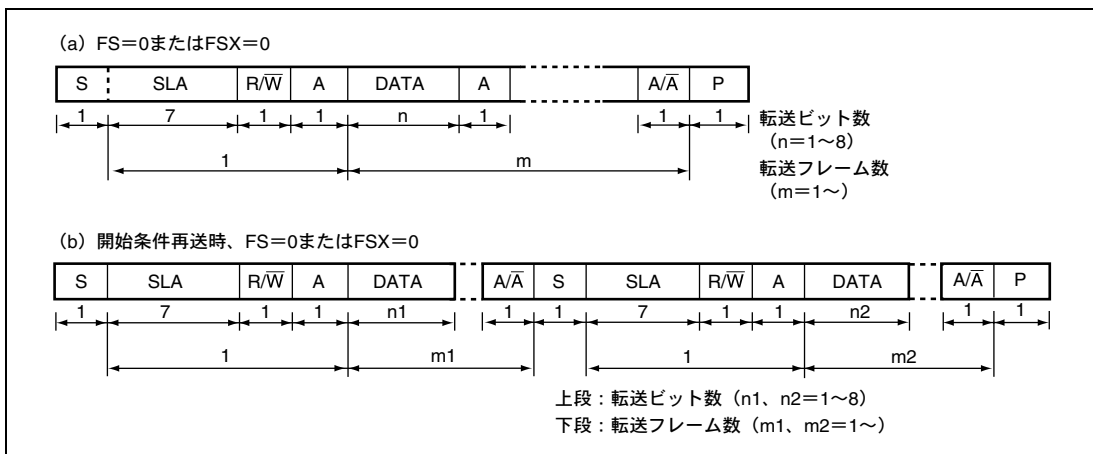


図 14.3 I²C バスデータフォーマット (I²C バスフォーマット)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

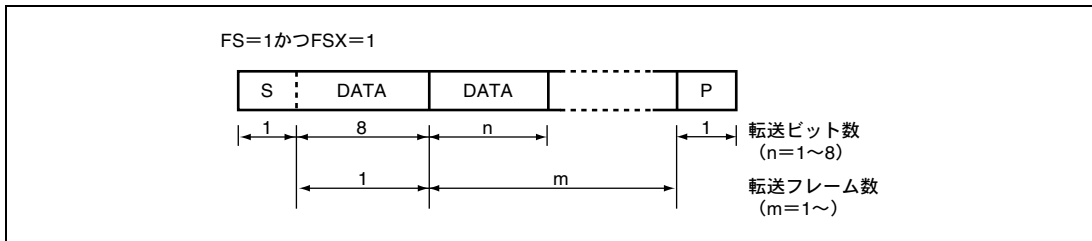


図 14.4 I²C バスデータフォーマット (シリアルフォーマット)

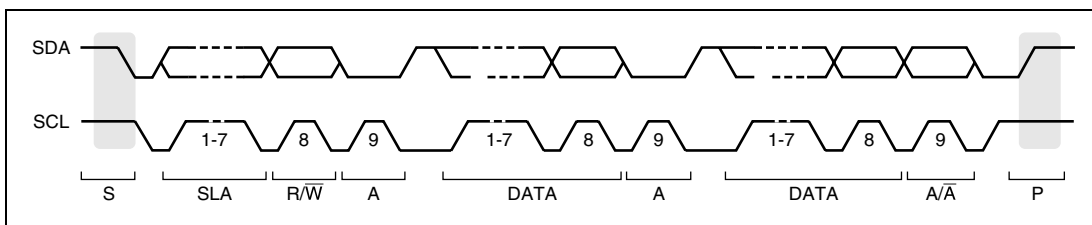


図 14.5 I²C バスタイミング

表 14.6 I²C バスデータフォーマット記号説明

S	開始条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態では SDA を High レベルから Low レベルに変化させます。
SLA	スレーブアドレスを示します。マスタデバイスがスレーブデバイスを選択します。
R/W	送信/受信の方向を示します。R/W ビットが 1 の場合スレーブデバイスからマスタデバイス、R/W ビットが 0 の場合マスタデバイスからスレーブデバイスへデータを転送します。
A	アックノリッジを示します。受信デバイスが SDA を Low レベルにします (マスタ送信モード時スレーブが、マスタ受信モード時マスタがアックノリッジを返します)。
DATA	送受信データを示します。送受信するデータのビット長は ICMR の BC2~BC0 ビットで設定します。また MSB ファースト/LSB ファーストの切り替えは ICMR の MLS ビットで選択します。
P	停止条件を示します。マスタデバイスが SCL=High レベルの状態では SDA を Low レベルから High レベルに変化させます。

14.4.2 初期設定

データ送信/受信を開始するとき、以下の手順に従い IIC を初期化してください。

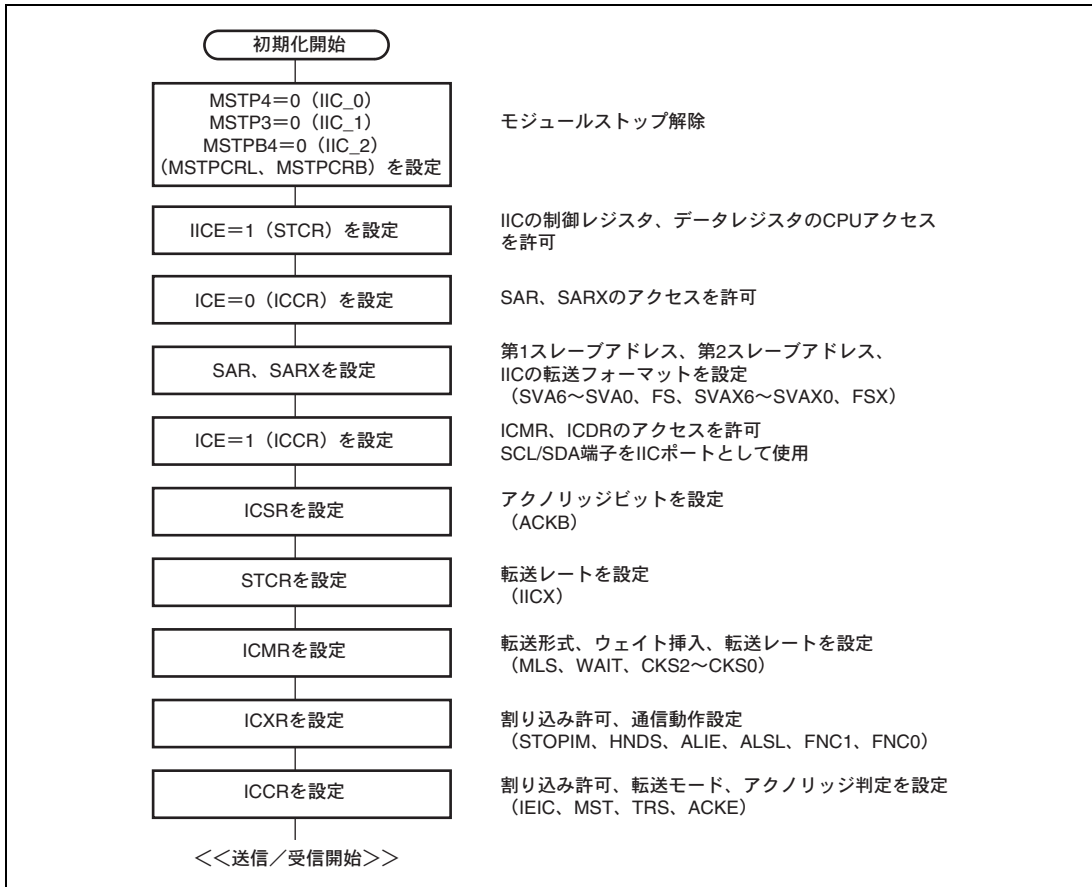


図 14.6 IIC の初期化フローチャートの例

【注】 ICMR レジスタの書き換えは、必ず送受信動作の終了後に行ってください。

送受信動作の途中で ICMR レジスタに対しライト動作を行うと、ビットカウンタ BC2~BC0 の値が不正に書き換えられ、正常に動作しなくなる恐れがあります。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

14.4.3 マスタ送信動作

I²C バスフォーマットによるマスタ送信モードでは、マスタデバイスが送信クロック、送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。

図 14.7 にマスタ送信モードのフローチャート例を示します。

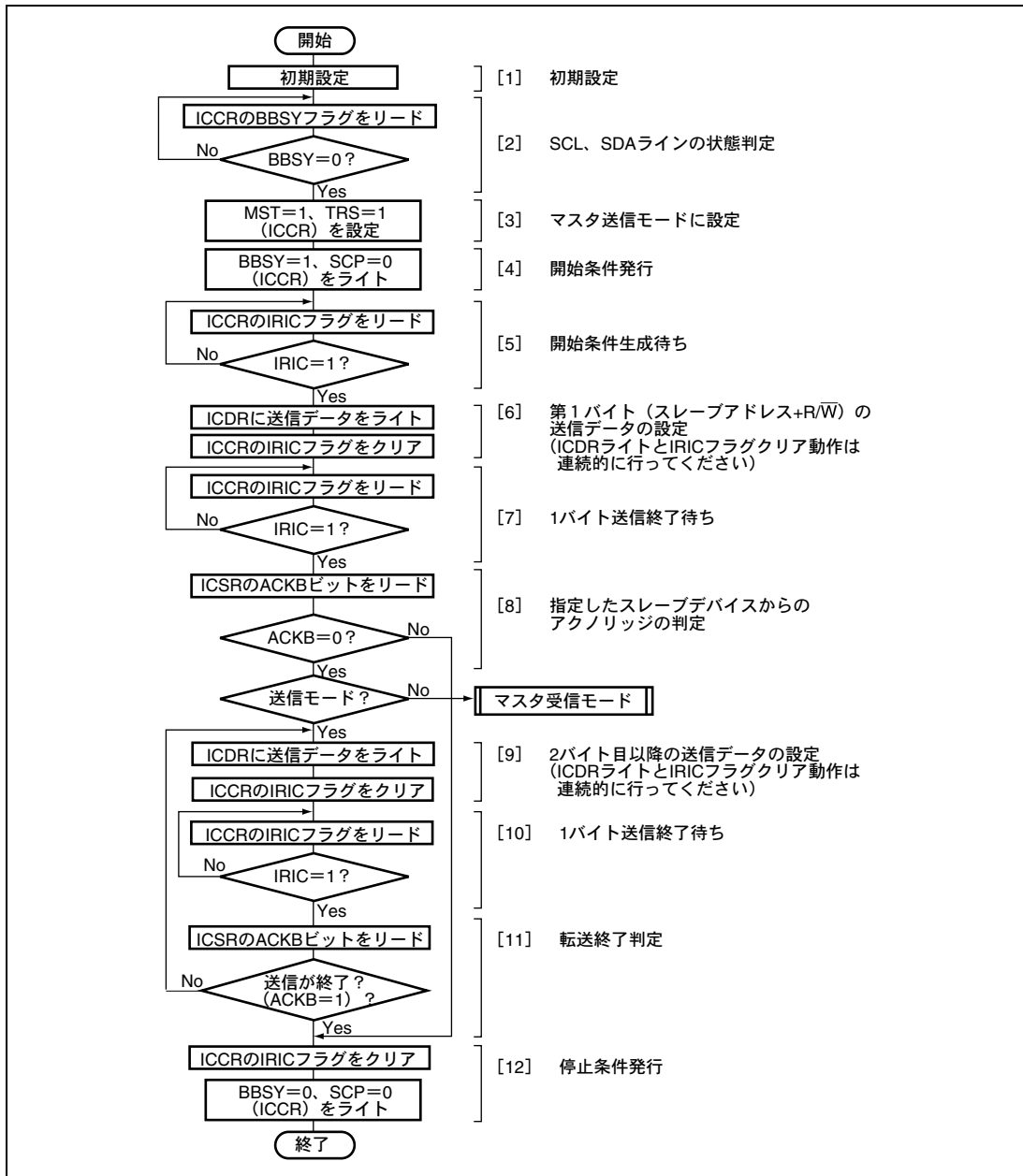


図 14.7 マスタ送信モードフローチャート例

以下に ICDR (ICDRT) のライト動作に同期して、データを逐次的に送信する送信手順と動作を示します。

1. 「14.4.2 初期設定」に従い初期設定を行います。
2. ICCRのBBSYフラグをリードし、バスがフリー状態であることを確認します。
3. ICCRのMST、TRSビットをそれぞれ1にセットしてマスタ送信モードに設定します。
4. ICCRにBBSY=1かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのときSDAをHighレベルからLowレベルに変化させ、開始条件を生成します。
5. 開始条件の生成に伴いIRIC、IRTRフラグが1にセットされます。このとき、ICCRのIEICビットが1にセットされているとCPUに対して割り込み要求を発生します。
6. 開始条件を検出後、ICDRにデータ (スレーブアドレス+R \bar{W}) をライトします。
I²Cバスフォーマット (SARのFSビットまたはSARXのFSXビットが0のとき) では、開始条件に続く第1フレームデータは7ビットのスレーブアドレスと送信/受信の方向(R \bar{W})を示します。
次に転送終了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
ここでICDRのライトとIRICフラグのクリアは連続的に行い、他の割り込み処理が入らないようにしてください。もしIRICフラグのクリアまでに1バイト分の転送時間が経過した場合には転送終了を判定することができなくなります。
マスタデバイスは送信クロックとICDRにライトされたデータを順次送出します。選択された (スレーブアドレスが一致した) スレーブデバイスは、送信クロックの9クロック目にSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。
7. 1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされず。
SCLは1フレーム転送終了後、次の送信データをライトするまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。
8. ICSRのACKBビットをリードしてACKB=0であることを確認します。
スレーブデバイスがアクノリッジを返さずACKB=1となっている場合は、12.の送信終了処理を行い、再度送信動作をやり直してください。
9. ICDRに送信データをライトします。
次に転送終了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
ここで6.同様にICDRのライトとIRICフラグのクリアは連続的に行ってください。
次フレームの送信は内部クロックに同期して行われます。
10. 1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされず。
SCLは1フレーム転送終了後、次の送信データをライトするまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

11. ICSRのACKBビットをリードします。

スレーブデバイスがアクノリッジを返しACKB=0となっていることを確認します。引き続きデータを送信する場合には、9に戻り次の送信動作に移ります。スレーブデバイスがアクノリッジを返さずACKB=1となっている場合は、12.の送信終了処理を行います。

12. IRICフラグを0にクリアします。

ICCRのACKEビットに0をライトし、受信したACKBビットの内容を0にクリアします。

ICCRにBBSY=0かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのときSDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。

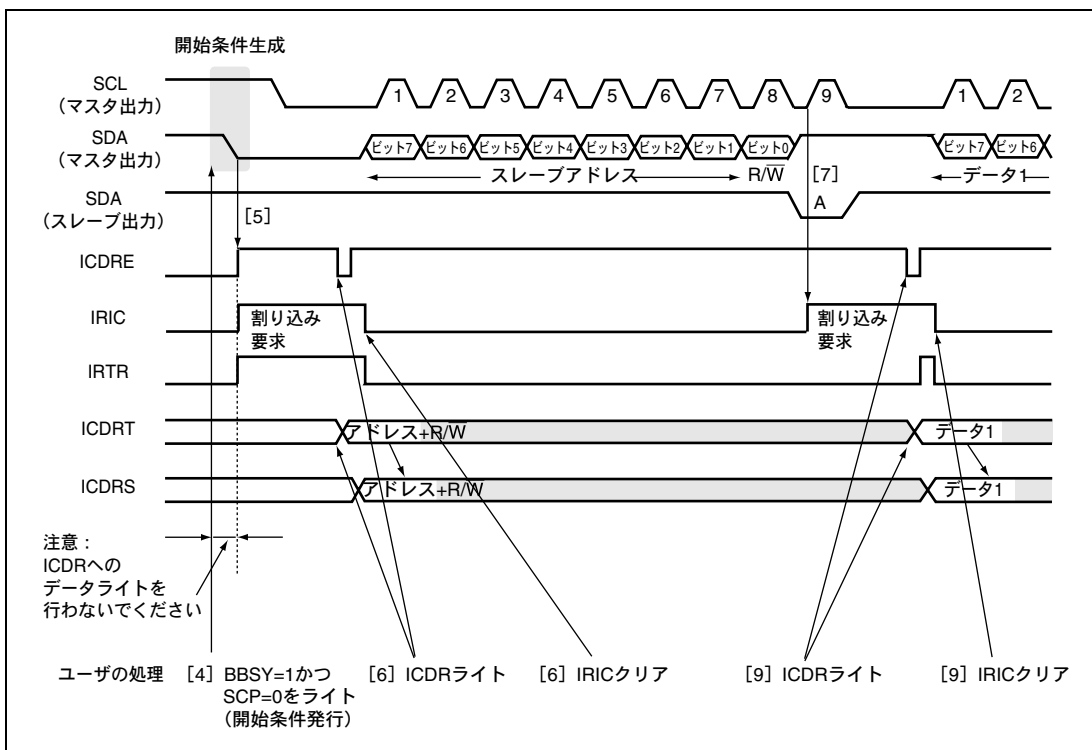


図 14.8 マスタ送信モード動作タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

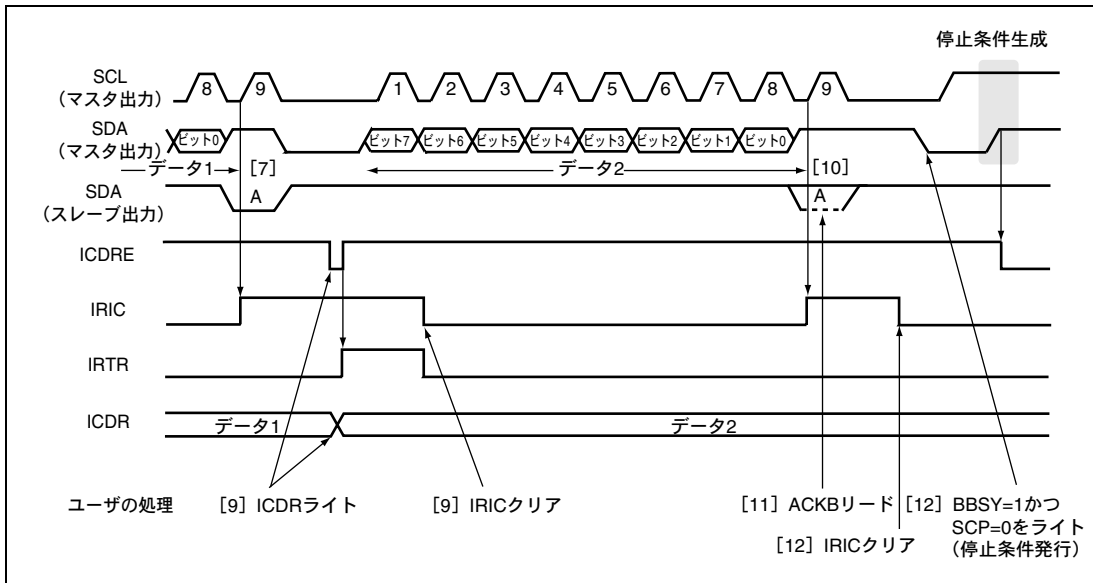


図 14.9 マスタ送信モード停止条件発行動作タイミング例 (MLS=WAIT=0 のとき)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

14.4.4 マスタ受信動作

I²C バスフォーマットによる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、データを受信し、アックノリッジを返します。スレーブデバイスはデータを送信します。

マスタデバイスは、マスタ送信モードにて開始条件発行後の第一フレームでスレーブアドレス+R/W (1:リード) のデータを送信し、スレーブデバイスを選択した後、受信動作に切り替えます。

(1) HNDS 機能を利用した受信動作 (HNDS=1)

図 14.10 にマスタ受信モードのフローチャート例 (HNDS=1) を示します。

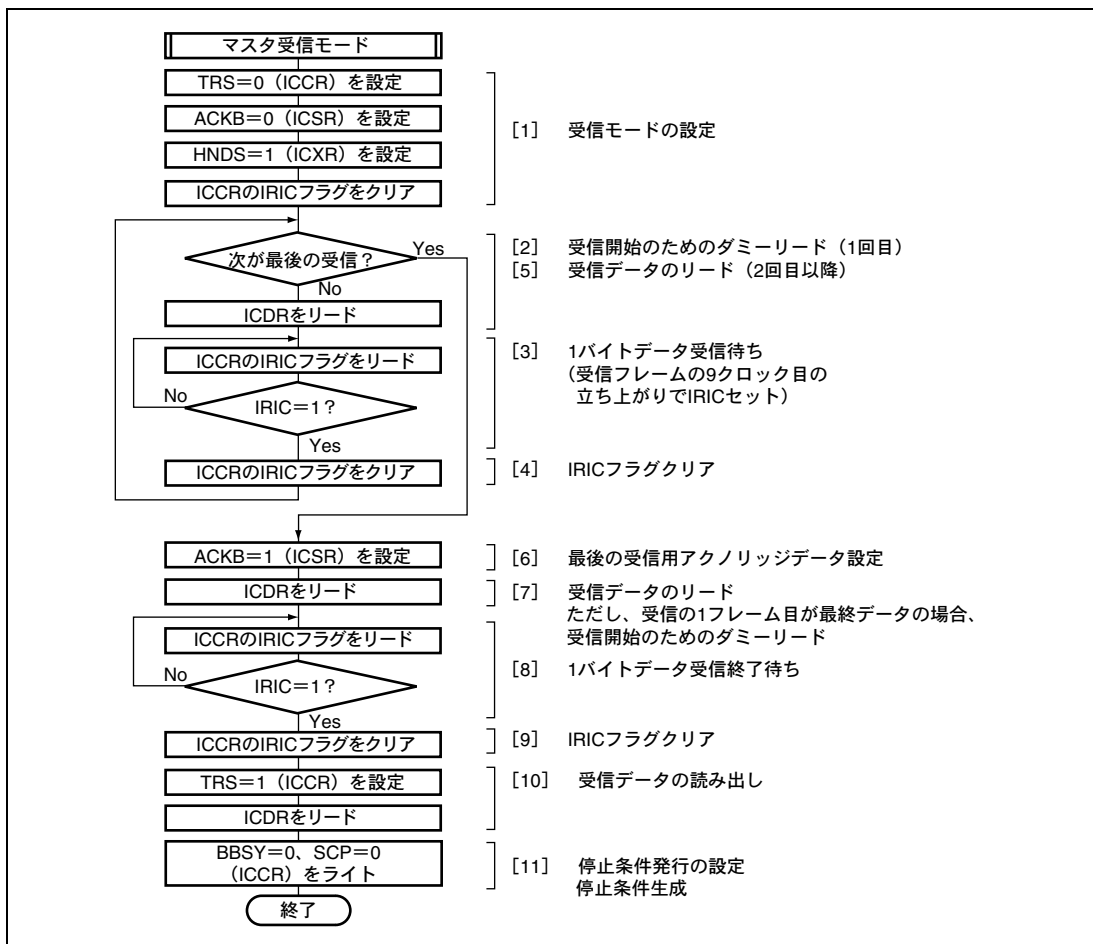


図 14.10 マスタ受信モードフローチャート例 (HNDS=1)

以下に HNDS ビット機能を利用し、データ受信ごとに SCL を Low に固定することで 1 バイトごとのデータ受信処理を行う受信手順と動作を示します。

1. ICCRのTRSビットを0にクリアし、送信モードから受信モードに切り替えます。
ICSRのACKBビットを0にクリアします。(アクノリッジデータの設定)
ICXRのHNDSビットを1にセットします。
受信完了を判断するためIRICフラグを0にクリアします。
受信の1フレーム目が最後の受信データの場合は、6以降の終了処理を行ってください。
2. ICDRをリード(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。(受信クロックの立ち上がりに同期してSDA端子のデータをICDRSに順次格納します。)
3. 受信フレームの9クロック目でマスタデバイスはSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。受信データは9クロック目の立ち上がりでICDRSからICDRRに転送され、ICDRF、IRIC、IRTRの各フラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされていると、CPUに対し割り込み要求を発生します。
マスタデバイスは受信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRのデータをリードするまでSCLをLowレベルにします。
4. 次の割り込みを判断するためIRICフラグを0にクリアします。
次のフレームが最後の受信データの場合は、6以降の終了処理を行ってください。
5. ICDRの受信データをリードします。このときICDRFフラグが0にクリアされ、マスタデバイスは次のデータ受信のため、引き続き受信クロックを出力します。

3から5を繰り返し行うことにより、データを受信することができます。
6. ACKBビットを1にセットします。(最後の受信用アクノリッジデータの設定)
7. ICDRの受信データをリードします。このときICDRFフラグが0にクリアされ、マスタデバイスはデータ受信のため、受信クロックを出力します。
8. 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ICDRF、IRIC、IRTRの各フラグが1にセットされます。
9. IRICフラグを0にクリアします。
10. TRSビットを1にセット後、ICDRの受信データをリードします。このとき、ICDRFフラグが0にクリアされます。
11. 停止条件生成のため、ICCRにBBSY=0かつSCP=0をライトします。
これによりSCLがHighレベルのときSDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

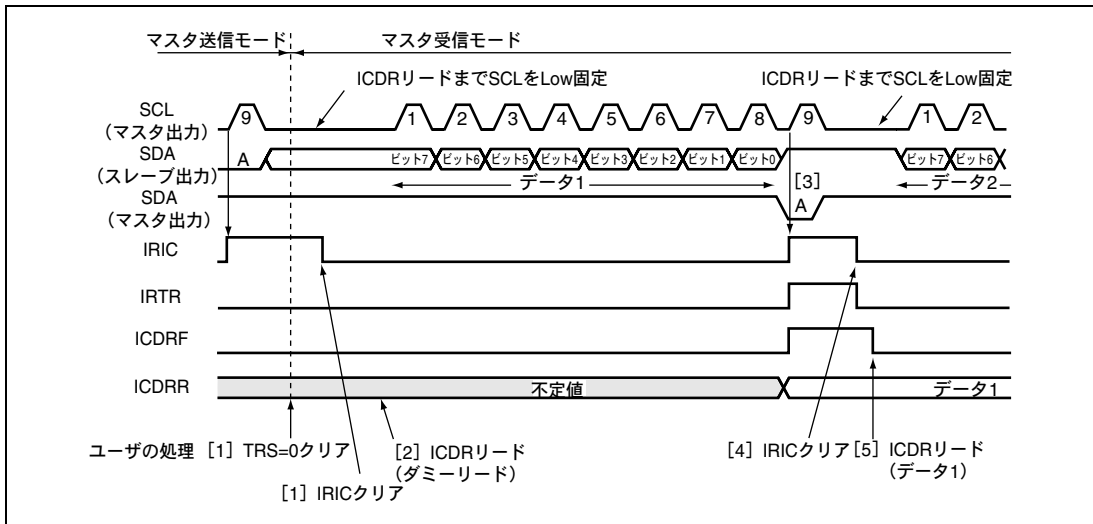


図 14.11 マスタ受信モード動作タイミング例 (MLS=WAIT=0、HNDS=1 のとき)

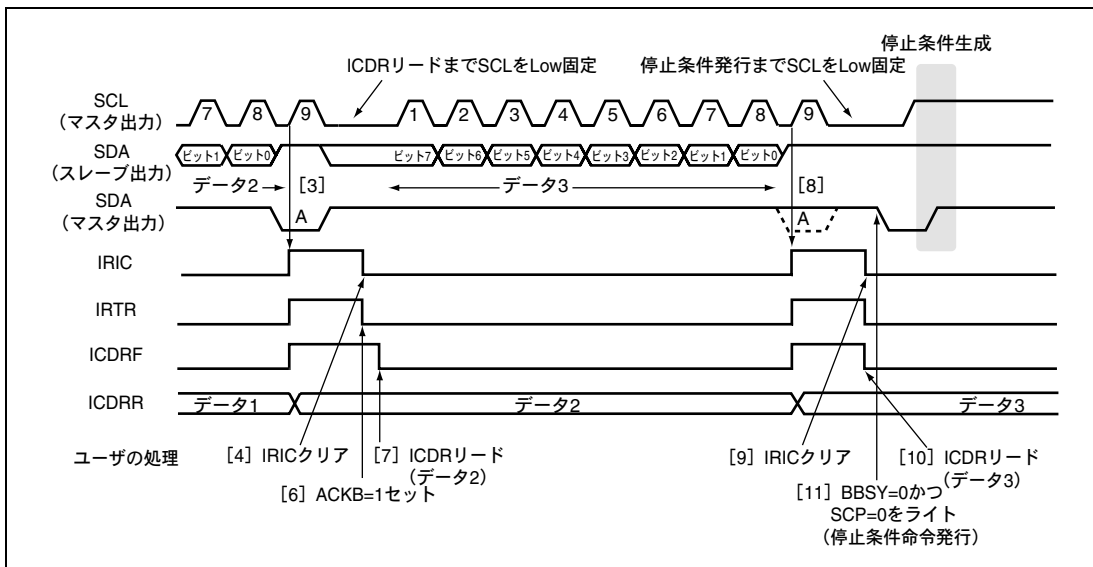


図 14.12 マスタ受信モード動作停止条件発行タイミング例 (MLS=WAIT=0、HNDS=1 のとき)

(2) ウェイトを利用した受信動作

図 14.13、図 14.14 にマスタ受信モードのフローチャート例 (WAIT=1) を示します。

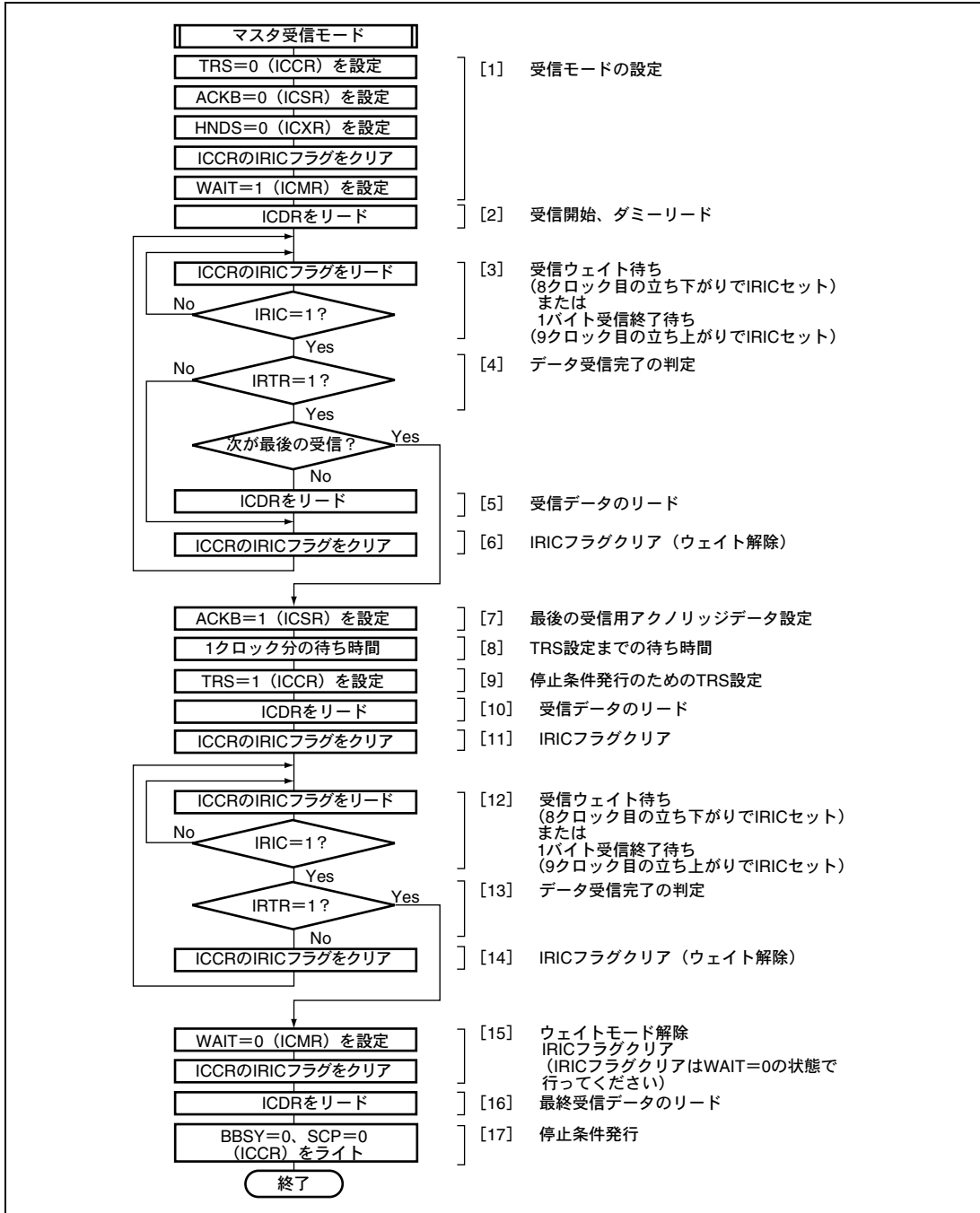


図 14.13 マスタ受信モード (複数バイト数受信) のフローチャート例 (WAIT=1)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

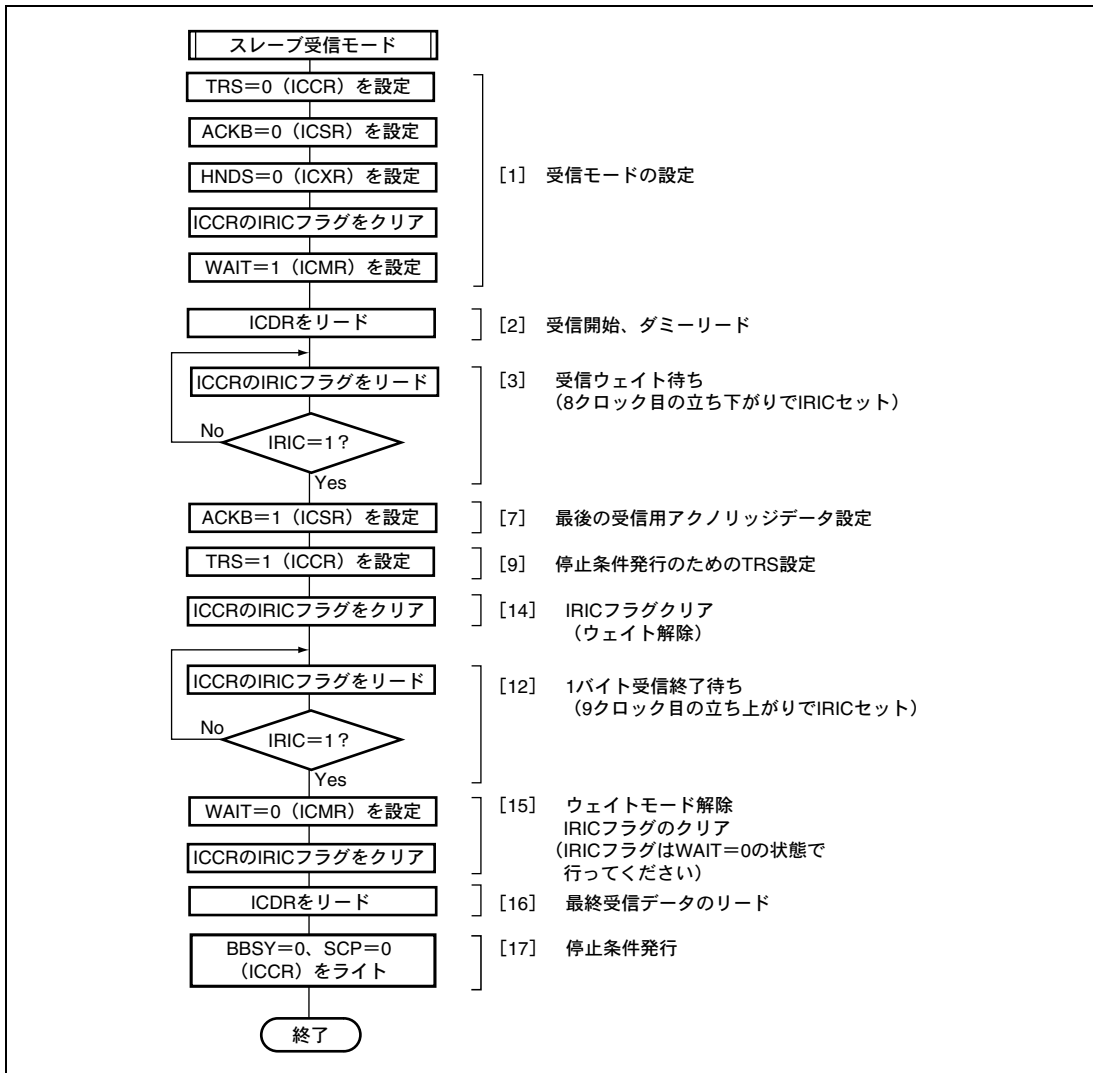


図 14.14 マスタ受信モード (1バイトのみ受信) のフローチャート例 (WAIT=1)

以下にウェイト動作 (WAIT ビット) を利用し、ICDR (ICDRR) のリード動作に同期してデータを逐次的に受信する受信手順と動作を示します。

下記手順は複数バイト受信動作について説明しています。1 バイトのみ受信の場合は一部手順が省略されていますので、図 14.14 のフローチャートに従って動作を行ってください。

1. ICCRのTRSビットを0にクリアし、送信モードから受信モードに切り替えます。
ICSRのACKBビットを0にクリアします。(アクノリッジデータの設定)
ICXRのHNDSビットを0にクリアします。(ハンドシェイク機能の解除)
IRICフラグを0にクリアし、その後にICMRのWAITビットを1にセットします。
2. ICDRをリード (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。
3. IRICフラグが以下の2条件で1にセットされます。このとき、ICCRのIEICビットが1にセットされているとCPUに対して割り込み要求を発生します。
 - (1) 1フレームの受信クロックの8クロック目の立ち下がりでセットされます。
SCLはIRICフラグがクリアされるまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。
 - (2) 1フレームの受信クロックの9クロック目の立ち上がりでセットされます。
IRTRフラグとICDRFフラグが1にセットされ、1フレームのデータ受信が終了したことを示します。
マスタデバイスは引き続き次の受信データの受信クロックを出力します。
4. ICSRのIRTRフラグをリードします。
IRTRフラグが0の場合は6.のIRICフラグクリアでウェイト解除を行います。
IRTRフラグが1で、次に受信するデータが最後の受信データの場合は、7.の終了処理を行ってください。
5. IRTRフラグが1の場合は、ICDRの受信データをリードします。
6. IRICフラグを0にクリアします。3. (1) の場合、マスタデバイスは受信クロックの9クロック目を出力するとともに、SDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。

3.から6.を繰り返し行うことにより、データを受信することができます。
7. ICSRのACKBビットを1にセットし、最後の受信用アクノリッジデータを設定します。
8. IRICフラグが1にセットされてから少なくとも1クロック分の待ち時間を取り、次の受信データの1クロック目が立ち上がるのを待ちます。
9. ICCRのTRSビットを1にセットし、受信モードから送信モードに切り替えます。ここで設定したTRSビットの値は次の9クロック目の立ち上がりエッジが入力されてから有効になります。
10. ICDRの受信データをリードします。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

11. IRICフラグを0にクリアします。

12. IRICフラグが以下の2条件で1にセットされます。

- (1) 1フレームの受信クロックの8クロック目の立ち下がりでセットされます。

SCLはIRICフラグがクリアされるまで内部クロックに同期して自動的にLowレベルに固定されます。

- (2) 1フレームの受信クロックの9クロック目の立ち上がりでセットされます。

IRTRフラグとICDRFフラグが1にセットされ、1フレームのデータ受信が終了したことを示します。

マスタデバイスは引き続き次の受信データの受信クロックを出力します。

13. ICSRのIRTRフラグをリードします。

IRTRフラグが0の場合は14.のIRICフラグクリアでウェイト解除を行います。

IRTRフラグが1で受信動作が完了している場合は、15.の停止条件発行処理を行ってください。

14. IRTRフラグが0の場合は、IRICフラグを0にクリアし、ウェイトを解除します。

受信動作の完了を検出するため12.のIRICフラグリードに戻ります。

15. ICMRのWAITビットを0にクリアし、ウェイトモードを解除します。

その後、IRICフラグを0にクリアします。

IRICフラグのクリアはWAIT=0の状態で行ってください。

(IRICフラグを0にクリアした後にWAITビットを0にクリアし、停止条件発行命令を実行した場合、停止条件が正常に出力されない場合があります。)

16. ICDRにある最終受信データをリードします。

17. ICCRにBBSY=0かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのときSDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。

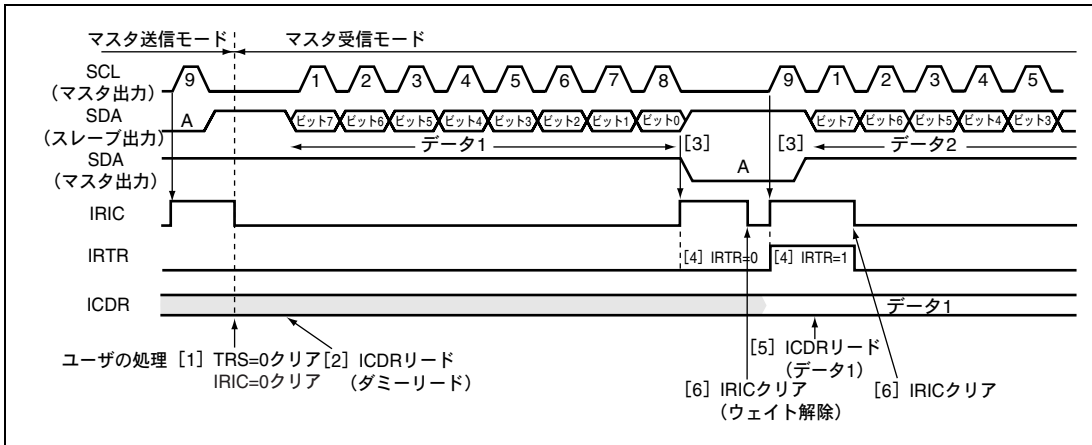


図 14.15 マスタ受信モード動作タイミング例 (MLS=ACKB=0、WAIT=1 のとき)

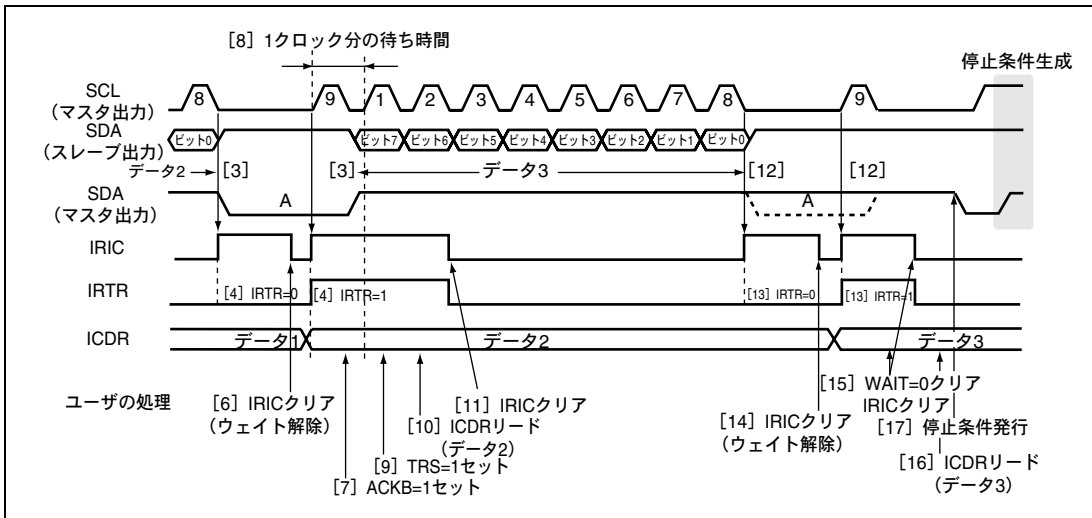


図 14.16 マスタ受信モード停止条件発行動作タイミング例 (MLS=ACKB=0、WAIT=1 のとき)

14.4.5 スレーブ受信動作

I²C バスフォーマットによる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、送信データを出力し、スレーブデバイスがアクノリッジを返します。

スレーブデバイスは、マスタが発行する開始条件後の第 1 フレームのスレーブアドレスと自分のアドレスを比較し、一致したときにマスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。

(1) HNDS 機能を利用した受信動作 (HNDS=1)

図 14.17 にスレーブ受信モードのフローチャート例 (HNDS=1) を示します。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

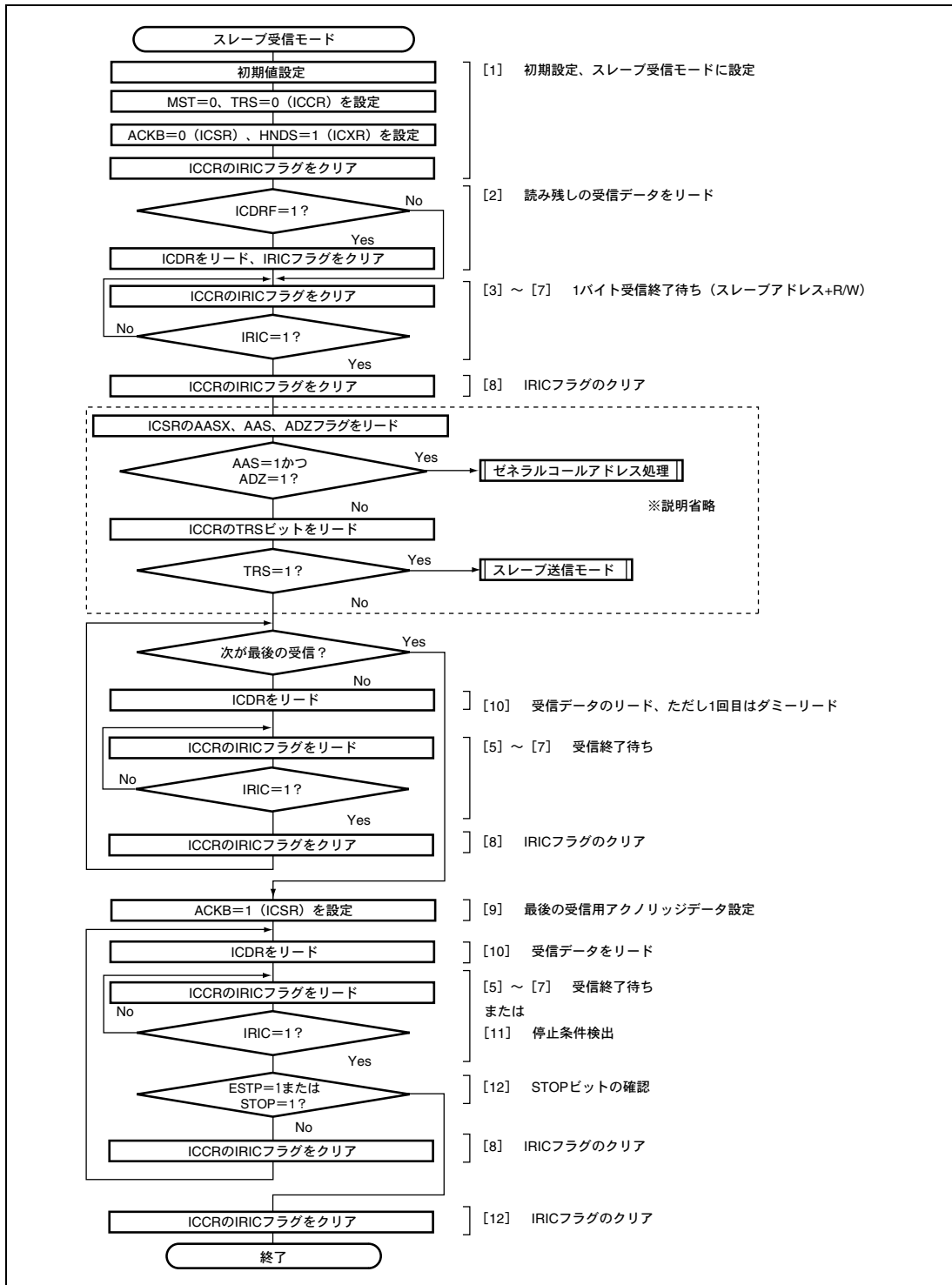


図 14.17 スレーブ受信モードのフローチャート例 (HNDS=1)

以下に HNDS ビット機能を利用し、データ受信ごとに SCL を Low に固定することで 1 バイトごとのデータ受信処理を行う受信手順と動作を示します。

1. 「14.4.2 初期設定」に従い初期設定を行います。

MST、TRS ビットをそれぞれ 0 にクリアしてスレーブ受信モードに設定します。また、HNDS ビットを 1 にセットし、ACKB ビットを 0 に設定します。受信完了を判断するため、ICCR の IRIC フラグを 0 にクリアします。

2. ICDRF フラグが 0 であることを確認します。もし ICDRF フラグが 1 にセットされているときは、ICDR をリードし、その後で IRIC フラグを 0 にクリアしておきます。
3. マスタデバイスの出力した開始条件を検出すると、ICCR の BBSY フラグが 1 にセットされます。マスタデバイスは、開始条件に引き続き 7 ビットのスレーブアドレスと送受信の方向 (R/\bar{W}) のデータを送信クロックに合せ順次出力します。
4. 開始条件後の第 1 フレームでスレーブアドレスが一致したとき、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。8 ビット目のデータ (R/\bar{W}) が 0 のとき TRS ビットは 0 のまま変化せず、スレーブ受信動作を行います。8 ビット目のデータ (R/\bar{W}) が 1 のとき TRS ビットは 1 にセットされ、スレーブ送信動作を行います。

なお、アドレスが一致しなかった場合は、次の開始条件の検出までデータ受信動作は行いません。

5. 受信フレームの 9 クロック目でスレーブデバイスは ACKB ビットに設定したデータをアクノリッジとして返します。
6. 9 クロック目の立ち上がりで IRIC フラグが 1 にセットされます。このとき、IEIC ビットが 1 にセットされていると、CPU に対し割り込み要求を発生します。
また、AASX ビットが 1 にセットされていると IRTR フラグも 1 にセットされます。
7. 9 クロック目の立ち上がりで、受信データは ICDRS から ICDRR に転送され、ICDRF フラグが 1 にセットされます。スレーブデバイスは受信クロックの 9 クロック目の立ち下がりから ICDR のデータをリードするまで SCL を Low レベルにします。
8. STOP ビットが 0 にクリアされていることを確認し、IRIC フラグを 0 にクリアします。
9. 次のフレームが最後の受信フレームのときは ACKB ビットを 1 にセットしておきます。
10. ICDR をリードすると、ICDRF フラグが 0 にクリアされ、SCL バスラインを開放します。これによりマスタデバイスは次のデータの転送が可能となります。

5. から 10. を繰り返し行うことにより、受信動作を継続できます。

11. 停止条件 (SCL が High レベルのとき、SDA が Low レベルから High レベルに変化) が検出されると、BBSY フラグが 0 にクリアされます。また、STOP ビットが 1 にセットされます。このとき STOPIM ビットが 0 にクリアされていると IRIC フラグは 1 にセットされます。
12. STOP ビットが 1 にセットされていることを確認し、IRIC フラグを 0 にクリアします。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

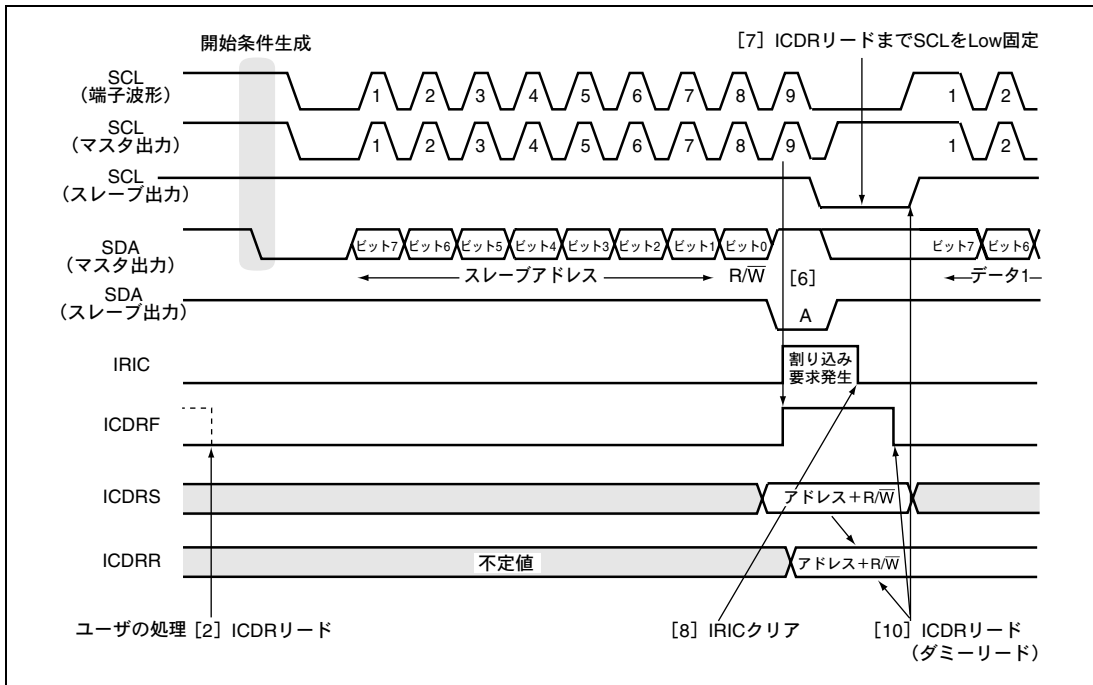


図 14.18 スレーブ受信モード動作タイミング例 1 ($MLS=0$ 、 $HNDS=1$ のとき)

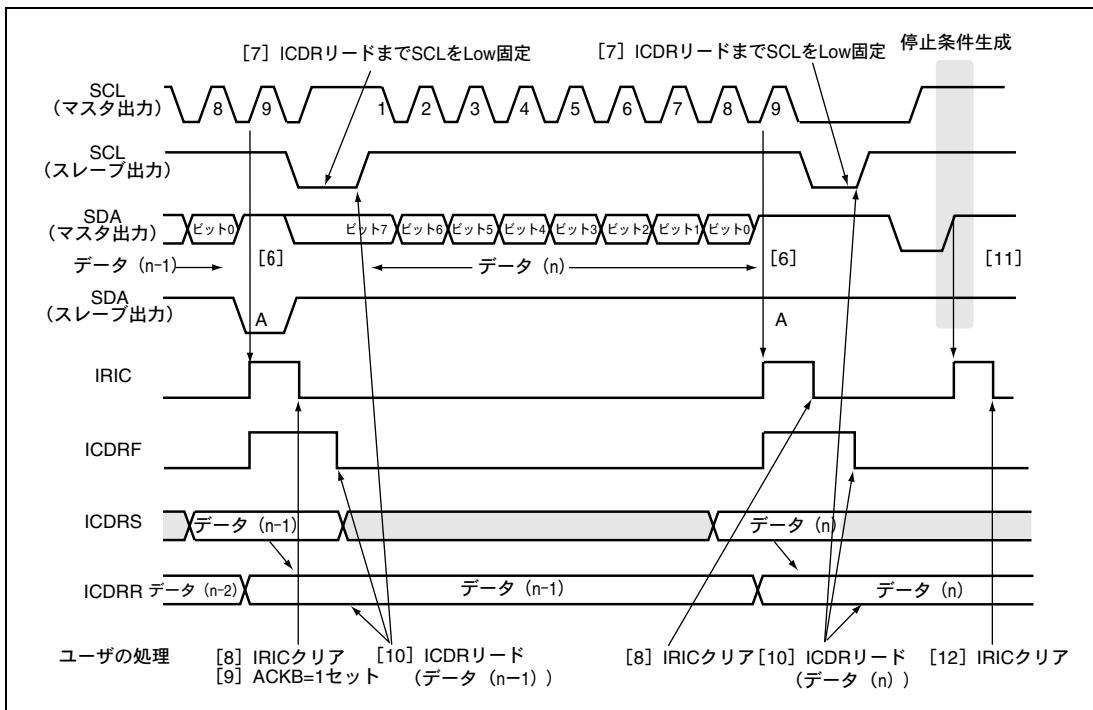


図 14.19 スレーブ受信モード動作タイミング例 2 ($MLS=0$ 、 $HNDS=1$ のとき)

(2) 連続受信動作

図 14.20 にスレーブ受信モードのフローチャート例 (HNDS=0) を示します。

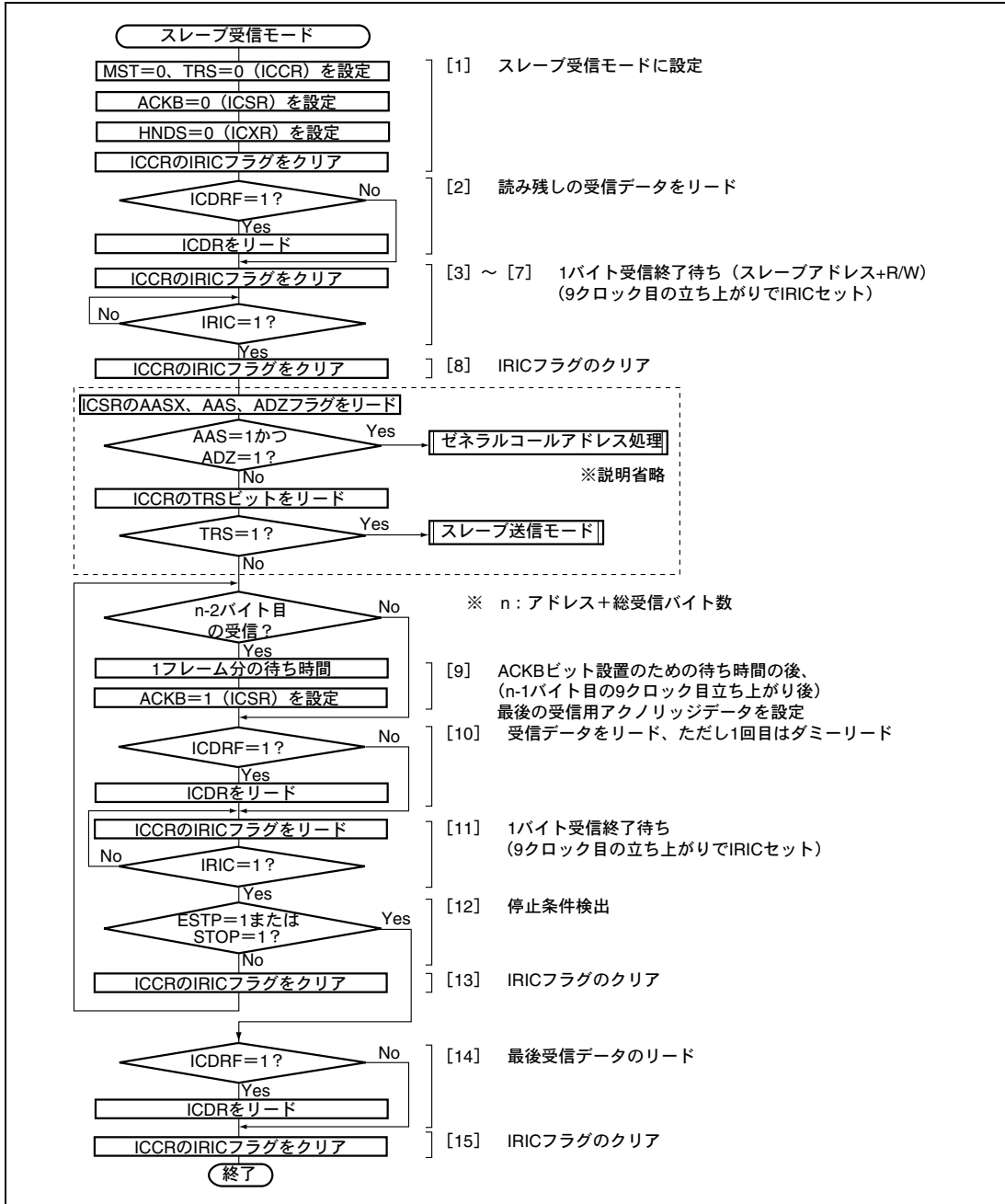


図 14.20 スレーブ受信モードのフローチャート例 (HNDS=0)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

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. 「14.4.2 初期設定」に従い初期設定を行います。

MST、TRSビットをそれぞれ0にクリアしてスレーブ受信モードに設定します。また、HNDSビットを0にセットし、ACKBビットを0に設定します。受信完了を判断するため、ICCRのIRICフラグを0にクリアします。

2. ICDRFフラグが0であることを確認します。ICDRFフラグが1にセットされているときは、ICDRをリードし、その後でIRICフラグを0にクリアしておきます。
3. マスタデバイスの出力した開始条件を検出すると、ICCRのBBSYフラグが1にセットされます。マスタデバイスは、開始条件に引き続き7ビットのスレーブアドレスと送受信の方向 (R/W) のデータを送信クロックに合せ順次出力します。
4. 開始条件後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、マスタデバイスに指定されたスレーブデバイスとして動作します。8ビット目のデータ (R/W) が0のときTRSビットは0のまま変化せず、スレーブ受信動作を行います。8ビット目のデータ (R/W) が1のときTRSビットは1にセットされ、スレーブ送信動作を行います。

なお、アドレスが一致しなかった場合は、次の開始条件の検出までデータ受信動作は行いません。

5. 受信フレームの9クロック目でスレーブデバイスはACKBビットに設定したデータをアクノリッジとして返します。
6. 9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされていると、CPUに対し割り込み要求を発生します。
また、AASXビットが1にセットされているとIRTRフラグも1にセットされます。
7. 9クロック目の立ち上がりで、受信データはICDRSからICDRRに転送され、ICDRFフラグが1にセットされます。
8. STOPビットが0にクリアされていることを確認し、IRICフラグを0にクリアします。

9. 次にリードするデータが最後から2つ前の受信フレームのときはACKBビット設定のため最低1フレーム分の待ち時間を設けます。最後から1つ前の受信フレームの9クロック目が立ち上がった後にACKBビットを1にセットしておきます。

10. ICDRFフラグが1にセットされていることを確認し、ICDRをリードします。

ICDRをリードすると、ICDRFフラグが0にクリアされます。

11. 9クロック目の立ち上がりまたは、ICDRリード動作により受信データがICDRSからICDRRに転送されるとIRICフラグおよびICDRFフラグが1にセットされます。
12. 停止条件 (SCLがHighレベルのとき、SDAがLowレベルからHighレベルに変化) が検出されると、BBSYフラグが0にクリアされます。また、STOPフラグまたは、ESTPフラグが1にセットされます。このときSTOPIMビットが0にクリアされているとIRICフラグは1にセットされます。この場合は14.の最終受信データのリードを行います。

13. IRICフラグを0にクリアします。

9から13を繰り返す行うことにより、受信動作を継続できます。

14. ICDRFフラグが1にセットされていることを確認し、ICDRをリードします。

15. IRICフラグを0にクリアします。

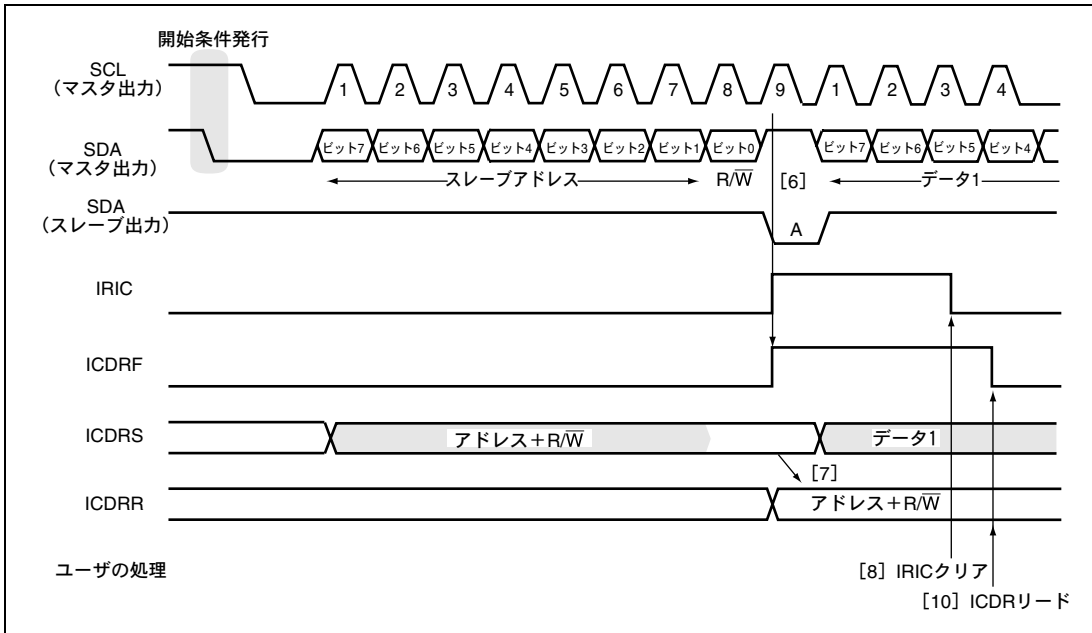


図 14.21 スレーブ受信モード動作タイミング例 1 (MLS=ACKB=0, HNDS=0 のとき)

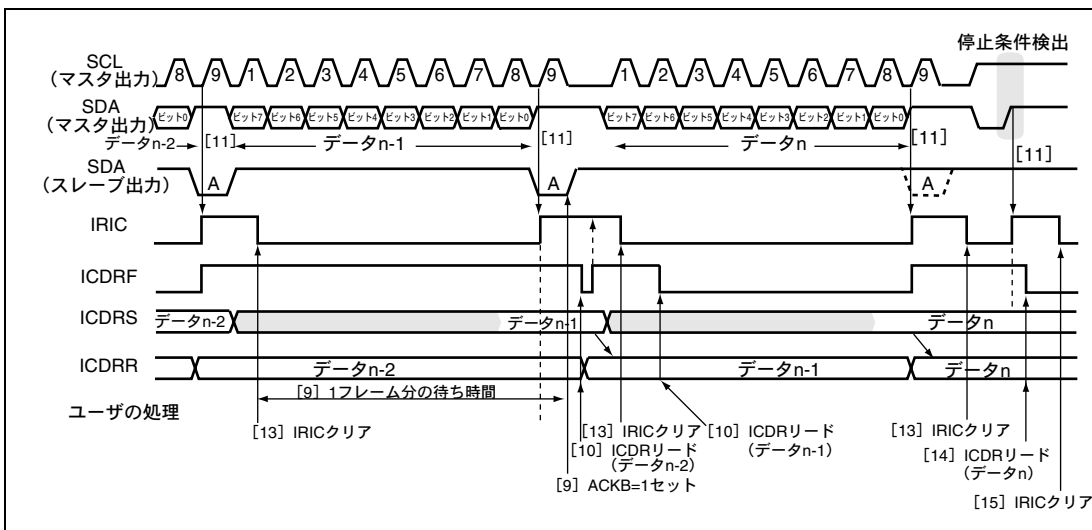
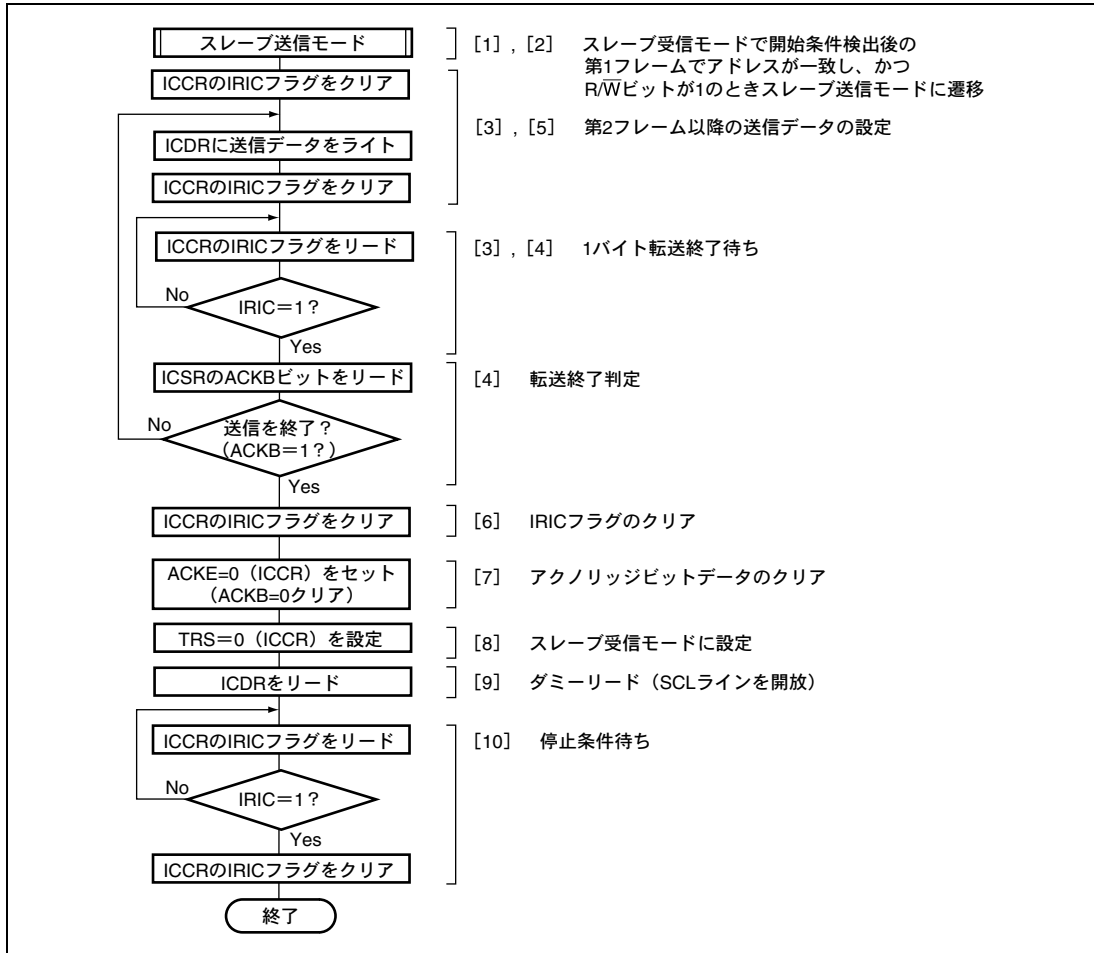


図 14.22 スレーブ受信モード動作タイミング例 2 (MLS=ACKB=0, HNDS=0 のとき)

14.4.6 スレーブ送信動作

スレーブ送信動作は、スレーブ受信モードで開始条件検出後の第1フレーム（アドレス受信フレーム）にてマスタが送信したアドレスと自分のアドレスが一致し、かつ8ビット目のデータ (R/W) が1（リード）のときに ICCR の TRS ビットが自動的に1にセットされ、スレーブ送信モードになります。

図 14.23 にスレーブ送信モードのフローチャート例を示します。



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、アクノリッジを返します。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. スレーブ受信モードの初期設定を行い、自分のアドレス受信を待ちます。
2. 開始条件を検出後の第1フレームでスレーブアドレスが一致したとき、9クロック目でスレーブデバイスはSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。また、8ビット目のデータ (R/W) が1のときTRSビットが1にセットされ、自動的にスレーブ送信モードになります。9クロックの立ち上がりのタイミングでIRICフラグが1にセットされます。このとき、IEICビットが1にセットされているとCPUに対し割り込み要求を発生します。このとき、ICDREフラグは1にセットされています。スレーブデバイスは送信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRにデータをライトするまでSCLをLowレベルにしマスタデバイスが次の転送クロックを出力できないようにします。
3. IRICフラグを0にクリア後、ICDRに送信データをライトします。このときICDREフラグは0にクリアされます。ライトされたデータはICDRSに転送され、ICDREフラグとIRICフラグが再び1にセットされます。スレーブデバイスはマスタデバイスが出力するクロックに従い、ICDRSに転送されたデータを順次送出します。
送信完了を検知するためにIRICフラグを0にクリアします。ICDRレジスタライトからIRICフラグクリアまでは連続的に行い、この間に他の処理が入らないようにしてください。
4. マスタデバイスは転送フレームの9クロック目にSDAをLowレベルにし、アクノリッジを返します。このアクノリッジはICSRのACKBビットに格納されるので転送動作が正常に行われたかどうか確認することができます。1フレームのデータ送信が終了し、送信クロックの9クロック目の立ち上がりでIRICフラグが1にセットされます。ICDREフラグが0のときは、ICDRにライトされたデータはICDRSに転送され送信を開始し、ICDREフラグとIRICフラグが再び1にセットされます。ICDREフラグが1にセットされていると、送信クロックの9クロック目の立ち下がりからICDRにデータライトするまでSCLをLowレベルにします。
5. 送信を続ける場合は、次に送信するデータをICDRにライトします。このときICDREフラグは0にクリアされます。送信完了を検知するためにIRICフラグを0にクリアします。ICDRライトからIRICフラグクリアまでは連続的に行い、この間に他の処理が入らないようにしてください。
4から5を繰り返し行うことにより、送信動作を継続できます。
6. IRICフラグを0にクリアします。
7. 送信を終了する場合は、ICCRのACKEビットを0にクリアし、ACKBビットに格納されているアクノリッジビットの値を0にクリアします。
8. 次のアドレス受信動作のため、TRSビットを0にクリアし、スレーブ受信モードに設定します。
9. スレーブ側でSCLを開放するためにICDRをダミーリードします。
10. SCLがHighレベルのときSDAがLowレベルからHighレベルに変化して停止条件を検出すると、ICCRのBBSYフラグが0にクリアされ、ICSRのSTOPフラグが1にセットされます。ICXRのSTOPIMビットが0の場合は、IRICフラグが1にセットされます。IRICフラグがセットされているときは、IRICフラグを0にクリアします。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

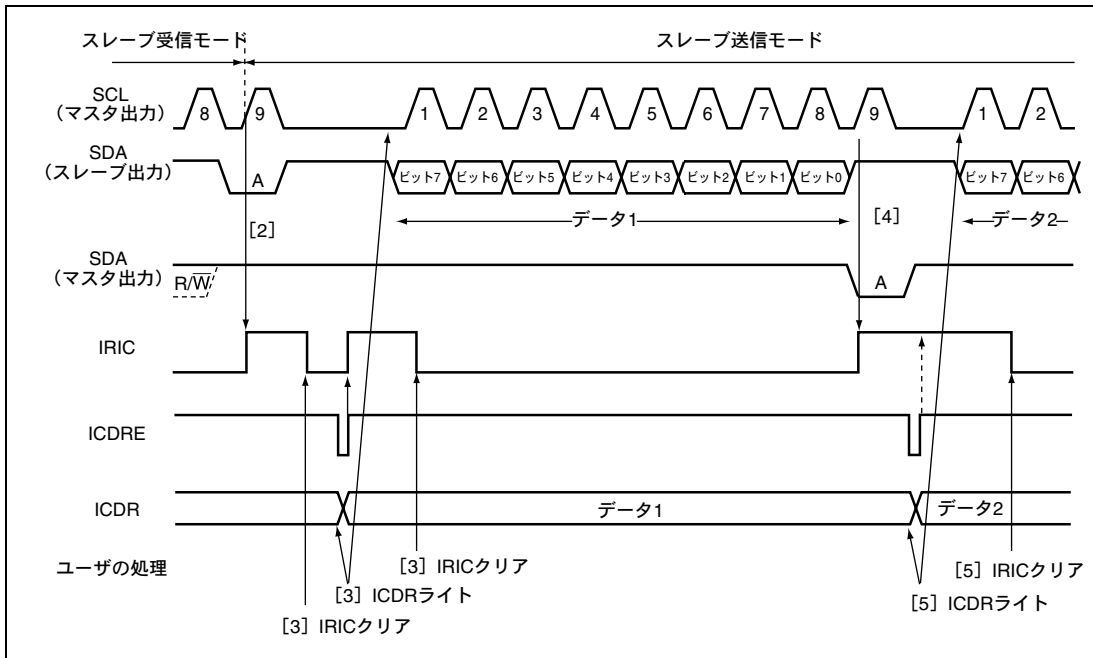


図 14.24 スレーブ送信モード動作タイミング例 (MLS=0 のとき)

14.4.7 IRIC セットタイミングと SCL 制御

割り込み要求フラグ (IRIC) セットタイミングは ICMR の WAIT ビット、SAR の FS ビットおよび SARX の FSX ビットの組み合わせにより異なります。また SCL は、ICDRE や ICDRF フラグが 1 にセットされていると、1 フレーム転送終了後内部クロックに同期して自動的に Low レベルに固定します。図 14.25～図 14.27 に IRIC セットタイミングと SCL 制御を示します。

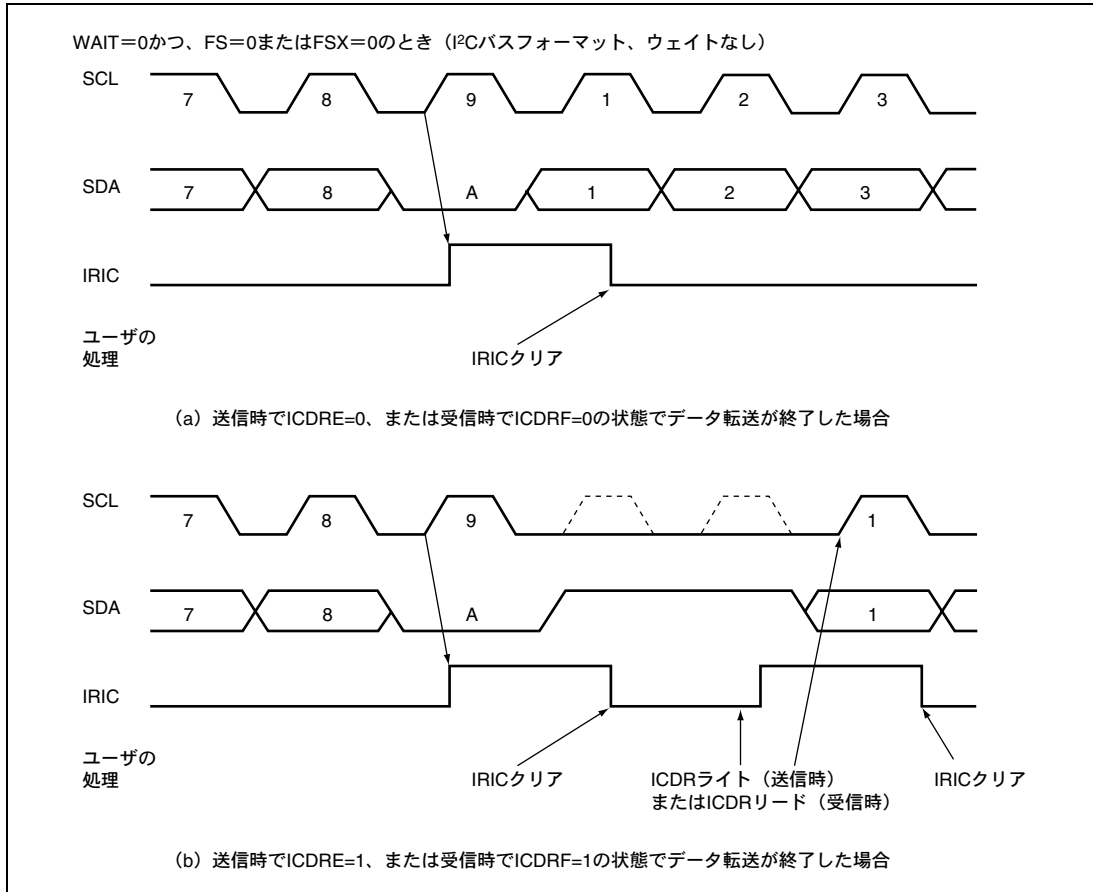


図 14.25 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (1)

14. I²C バスインタフェース (IIC)

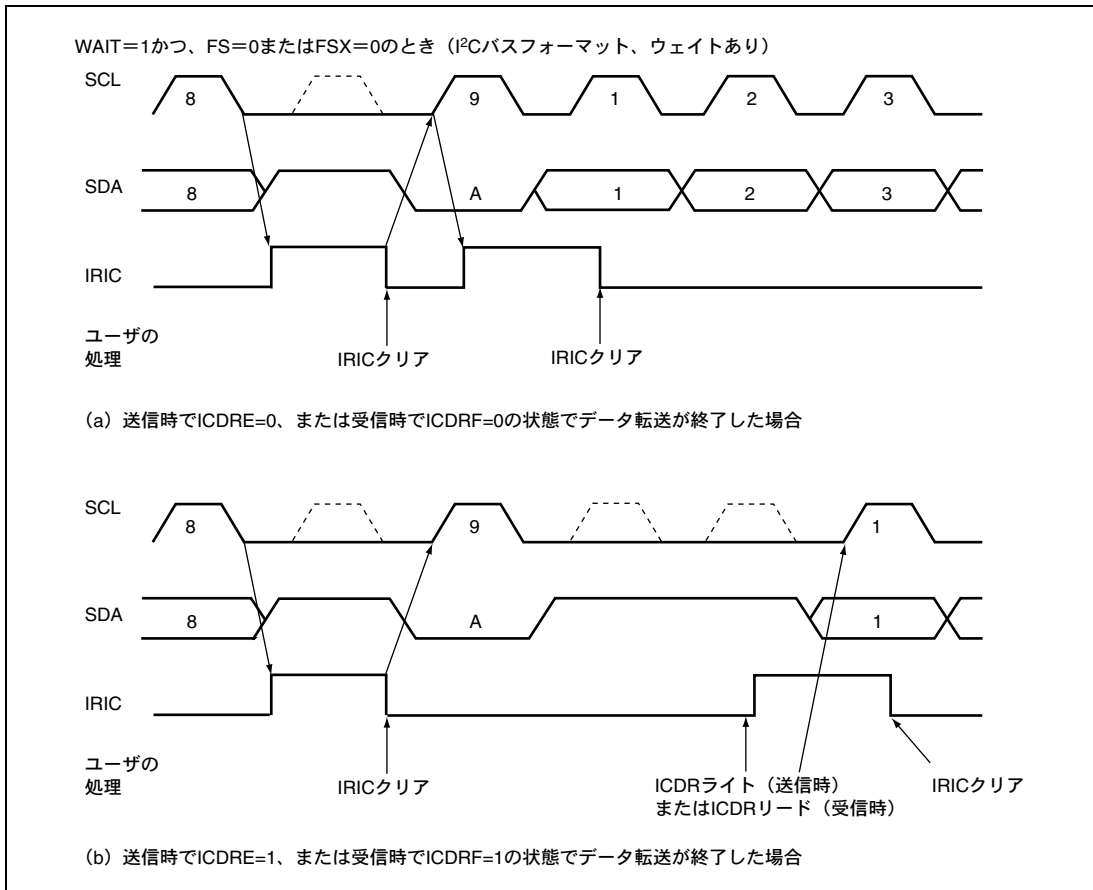


図 14.26 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (2)

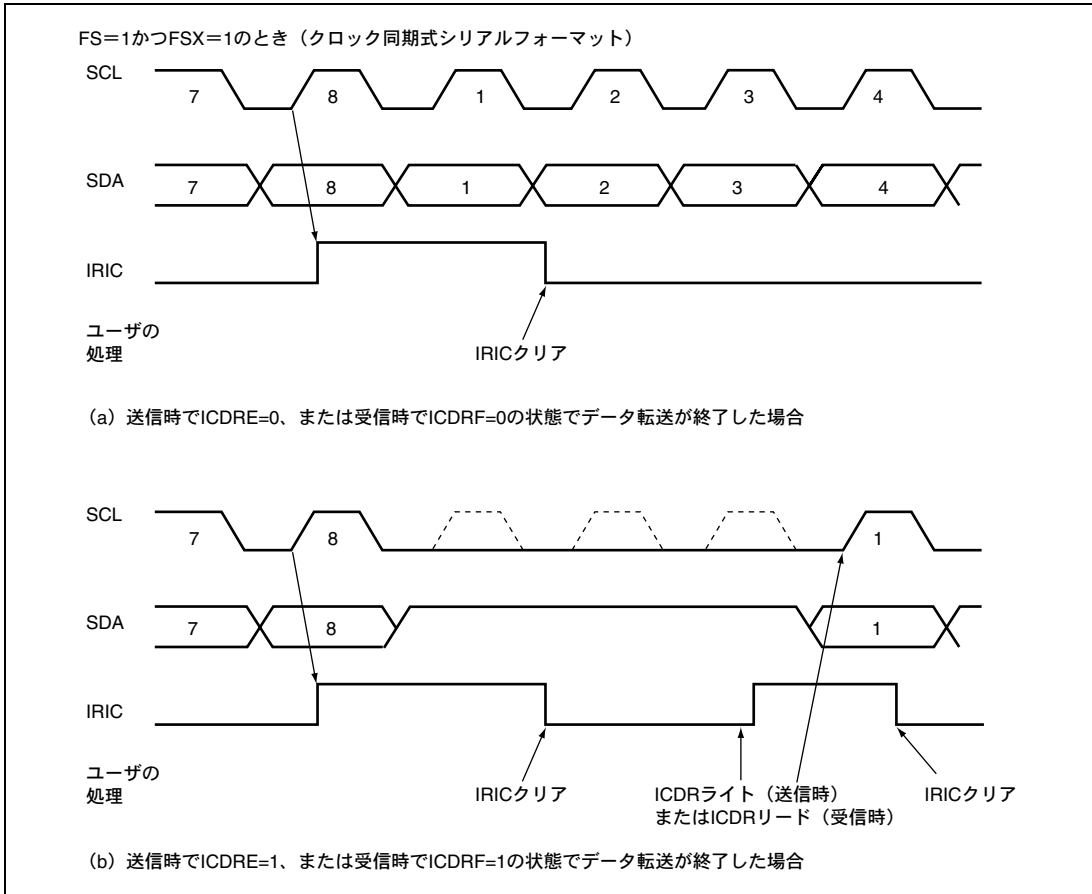


図 14.27 IRIC フラグセットタイミングと SCL 制御 (3)

14.4.8 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 14.28 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。

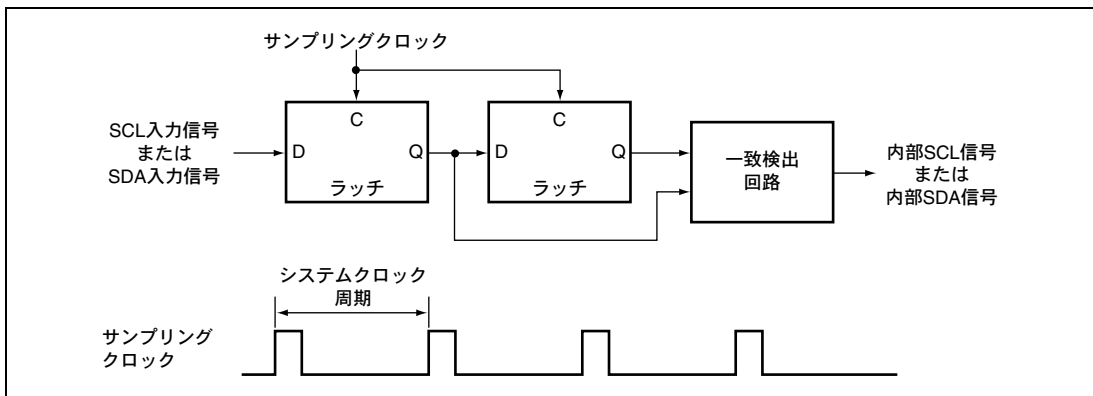


図 14.28 ノイズ除去回路のブロック図

14.4.9 内部状態の初期化

本 IIC モジュールは、通信動作中のデッドロック発生時に、強制的に IIC 内部状態を初期化させる機能をもっています。

初期化は、(1) ICRES レジスタの CLR3~CLR0 ビットの設定、または (2) ICE ビットのクリアにより実行されます。CLR3~CLR0 ビットの設定の詳細は、「14.3.7 I²C バスコントロール初期化レジスタ (ICRES)」を参照してください。

(1) 初期化の範囲

本機能により初期化されるのは、次の範囲となります。

- ICDRE、ICDRF 内部フラグ
- 送信/受信シーケンサ、内部動作クロックのカウンタ
- SCL、SDA 端子出力状態を保持するための内部ラッチ (ウェイト、クロック、データ出力など)

なお、以下の内容は初期化されません。

- レジスタ自体の値 (ICDR、SAR、SARX、ICMR、ICCR、ICSR、ICXR (ICDRE、ICDRF フラグ以外))
- ICMR、ICCR、ICSR 各レジスタのフラグのセット/クリアのためのレジスタリード情報保持用内部ラッチ
- ICMR のビットカウンタ (BC2~BC0) の値
- 発生した割り込み要因 (割り込みコントローラに転送された割り込み要因)

(2) 初期化における注意事項

- 割り込みフラグ、割り込み要因はクリアされませんので、必要に応じてフラグを0にクリアする処置が必要です。
- その他のレジスタフラグも基本的にクリアされませんので、必要に応じてフラグを0にクリアする処置が必要です。
- ICRESにより初期化を行う場合、CLR3~CLR0ビットのライトデータは保持されません。IICクリアを行う場合は、必ずMOV命令を使用し、CLR3~CLR0ビットを同時に書き込んでください。BCLRなどのビット操作命令は使用しないでください。
- また、再度クリアが必要な場合は、同様にすべてのビットとも設定に従い、同時に書き込みする必要があります。
- 送受信中にフラグのクリア設定を行うと、その時点でIICモジュールは送受信を中止しSCL、SDA端子を開放します。再度送受信を開始する際には、システムとして正しく通信できるよう、必要に応じてレジスタの初期化などを行ってください。

なお、本モジュールクリア機能により直接 BBSY ビットの値を書き換えませんが、SCL、SDA 端子の状態、開放するタイミングにより、停止条件の端子波形が生成され、結果的に BBSY ビットをクリアする場合があります。また、他のビット、フラグも同様に、状態の切り替わりに伴い影響が発生する場合があります。

これらによる問題を回避するため、IIC の状態を初期化するときは、以下の手順に従ってください。

1. CLR3~CLR0ビットの設定、またはICEビットによる内部状態の初期化実行
2. BBSYビットを0にクリアするための、停止条件発行命令実行 (BBSY=0かつSCP=0ライト) および、転送レート₀の2クロック分の期間ウェイト
3. CLR3~CLR0ビットの設定、またはICEビットによる内部状態の初期化の再実行
4. IICの各レジスタの初期化 (再設定)

14.5 割り込み要因

IIC の割り込み要因は、IIC1 があります。表 14.7 に各割り込み要因と優先順位を示します。各割り込み要因は、ICCR 割り込みイネーブルビットにより許可または禁止が設定され、それぞれ独立に割り込みコントローラに送られます。

表 14.7 IIC 割り込み要因

チャンネル	名称	イネーブルビット	割り込み要因	割り込みフラグ	優先順位
0	IIC10	IEIC	I ² C バスインタフェース割り込み要求	IRIC	高 ↑ 低
1	IIC11	IEIC	I ² C バスインタフェース割り込み要求	IRIC	
2	IIC12	IEIC	I ² C バスインタフェース割り込み要求	IRIC	

14.6 使用上の注意事項

1. マスタモードで、開始条件生成のための命令を発行した際に、実際に開始条件がI²Cバスに出力される前に停止条件生成のための命令を発行すると、開始条件も停止条件も正常に出力されなくなります。

開始条件に引き続いて停止条件を出力する*必要がある場合は、開始条件生成のための命令を発行後、各I²Cバス出力端子のDRレジスタをリードし、SCL、SDAが共に、Lowレベルになっていることを確認してください。ICEビットに1が設定された状態でもDRレジスタのリードで、端子状態をモニタすることができます。その後、停止条件生成のための命令を発行してください。BBSY=0となったタイミングでは、まだSCLがLowレベルになっていない場合がありますのでご注意ください。

【注】 * I²Cバスの仕様では、不正なフォーマットです。

2. 次転送のスタート条件が次の2条件となっています。ICDRをリード/ライトする場合は注意してください。
 - ICE=1かつTRS=1かつICDRにライトしたとき (ICDRT→ICDRSの自動転送を含む)
 - ICE=1かつTRS=0かつICDRをリードしたとき (ICDRS→ICDRRの自動転送を含む)
3. SCL、SDA出力は、内部クロックに同期して表14.8に示すタイミングで出力されます。バス上でのタイミングは、バスの負荷容量、直列抵抗、および並列抵抗に影響される信号の立ち上がり/立ち下がり時間によって定まります。

表 14.8 I²C バスタイミング (SCL、SDA 出力)

項目	記号	出力タイミング	単位	備考
SCL 出力サイクル時間	t_{SCLO}	$28t_{CYC} \sim 256t_{CYC}$	ns	図 23.19 (参考)
SCL 出力 High パルス幅	t_{SCLHO}	$0.5t_{SCLO}$	ns	
SCL 出力 Low パルス幅	t_{SCLLO}	$0.5t_{SCLO}$	ns	
SDA 出力バスフリー時間	t_{BUFO}	$0.5t_{SCLO} - 1t_{CYC}$	ns	
開始条件出力ホールド時間	t_{STAHO}	$0.5t_{SCLO} - 1t_{CYC}$	ns	
再送開始条件出力セットアップ時間	t_{STASO}	$1t_{SCLO}$	ns	
停止条件出力セットアップ時間	t_{STOSO}	$0.5t_{SCLO} + 2t_{CYC}$	ns	
データ出力セットアップ時間 (マスタ時)	t_{SDASO}	$1t_{SCLLO} - 3t_{CYC}$	ns	
データ出力セットアップ時間 (スレーブ時)		$1t_{SCLL} - (6t_{CYC} \text{ または } 12t_{CYC}^*)$	ns	
データ出力ホールド時間	t_{SDAHO}	$3t_{CYC}$	ns	

【注】 * IICX が 0 のとき $6t_{CYC}$ 、IICX が 1 のとき $12t_{CYC}$ となります。

4. SCL、SDA入力は、内部クロックに同期してサンプリングされます。そのため、ACタイミングは、「第23章 電気的特性」のI²Cバスタイミングに示すように、システムクロック周期 t_{CYC} に依存しています。システムクロック周波数が5MHzに満たないと、I²CバスインタフェースのACタイミング仕様を満足しなくなりますのでご注意ください。

5. SCLの立ち上がり時間 t_{sr} は、I²Cバスインタフェースの仕様で1000ns（高速モード時は300ns）以内と定められています。本I²Cバスインタフェースは、マスタモード時SCLをモニタし、ビットごとに同期をとりながら通信を行います。そのためSCLの立ち上がり時間 t_{sr} （Lowレベルから V_{IH} まで変化する時間）が、I²Cバスインタフェースの入力クロックで決まる時間を超えた場合、SCLのHigh期間が延ばされます。SCLの立ち上がり時間は、SCLラインのプルアップ抵抗、負荷容量で決定されますので、設定した転送レートで動作させるためには、表14.9に示す時間以下になるようにプルアップ抵抗、負荷容量を設定してください。

表 14.9 SCL 立ち上がり時間 (t_{sr}) の許容範囲

IICX	t_{cyc} 表示	時間表示 [ns]					
		I ² C バス仕様 (max.)	$\phi=8\text{MHz}$	$\phi=10\text{MHz}$	$\phi=16\text{MHz}$	$\phi=20\text{MHz}$	
0	7.5 t_{cyc}	標準モード	1000	937	750	468	375
		高速モード	300	←	←	←	←
1	17.5 t_{cyc}	標準モード	1000	←	←	←	875
		高速モード	300	←	←	←	←

6. SCL、SDAの立ち上がり、立ち下がり時間は、I²Cバスインタフェースの仕様で1000nsおよび300ns以内と定められています。一方、本I²CバスインタフェースのSCL、SDA出力タイミングは、表14.10に示すように t_{cyc} によって規定されますが、立ち上がり、立ち下がり時間の影響で最大の転送レートではI²Cバスインタフェースの仕様を満足しない場合があります。表14.10は出力タイミングを各動作周波数で計算し、ワーストケースの立ち上がり、立ち下がり時間の影響を加えたものです。

t_{BUFO} はどの周波数でもI²Cバスインタフェースの仕様を満足しません。これに対しては、(a) 停止条件発行後、開始条件の発行まで必要なインターバル（1 μ s程度）を確保するようプログラムする必要があります。あるいは、(b) I²Cバスに接続されるスレーブデバイスとして、入力タイミングがこの出力タイミングを許容するものを選択してください。

高速モード時の t_{SCLLO} 、標準モード時の t_{STASO} では、 t_{sr}/t_{sf} をワーストケースとして計算した場合にI²Cバスインタフェースの仕様を満足しません。(a) プルアップ抵抗、容量負荷により立ち上がり、立ち下がり時間を調整するか、(b) 転送レートを下げて仕様を満足するよう調整するなどの対応を検討してください。あるいは、(c) I²Cバスに接続されるスレーブデバイスとして、入力タイミングがこの出力タイミングを許容するものを選択してください。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

表 14.10 I²C バスタイミング (t_{Sr}/t_{Sf} 影響最大の場合)

項目	tcyc 表示	時間表示 (最大転送レート時) [ns]						
			t_{Sr}/t_{Sf} 影響 (max.)	I ² C バス 仕様 (min.)	$\phi=8\text{MHz}$	$\phi=10\text{MHz}$	$\phi=16\text{MHz}$	$\phi=20\text{MHz}$
t_{SCLHO}	$0.5t_{SCLO}$	標準モード	-1000	4000	4000	4000	4000	4000
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	600	950	950	950	950
t_{SCLLO}	$0.5t_{SCLO}$	標準モード	-250	4700	4750	4750	4750	4750
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-250	1300	1000* ¹	1000* ¹	1000* ¹	1000* ¹
t_{BUFO}	$0.5t_{SCLO}-1tcyc$	標準モード	-1000	4700	3875* ¹	3900* ¹	3939* ¹	3950* ¹
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	1300	825* ¹	850* ¹	888* ¹	900* ¹
t_{STAHO}	$0.5t_{SCLO}-1tcyc$	標準モード	-250	4000	4625	4650	4688	4700
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-250	600	875	900	938	950
t_{STASO}	$1t_{SCLO}$	標準モード	-1000	4700	9000	9000	9000	9000
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	600	2200	2200	2200	2200
t_{STOSO}	$0.5t_{SCLO}+2tcyc$	標準モード	-1000	4000	4250	4200	4125	4100
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	600	1200	1150	1075	1050
t_{SDASO} マスタ時	$1t_{SCLLO}^3-3tcyc$	標準モード	-1000	250	3325	3400	3513	3550
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	100	625	700	813	850
t_{SDASO} スレーブ時	$1t_{SCLL}^3-12tcyc^2$	標準モード	-1000	250	2200	2500	2950	3100
	($-t_{Sr}$)	高速モード	-300	100	-500* ¹	-200* ¹	250	400
t_{SDAHO}	$3tcyc$	標準モード	0	0	375	300	188	150
		高速モード	0	0	375	300	188	150

【注】 *1 I²C バスインタフェースの仕様を満足しません。以下の4つの対応などが必要です。

- (1) 開始/停止条件発行のインターバルを確保する。
- (2) プルアップ抵抗・容量負荷により、立ち上がり、立ち下がり時間を調整する。
- (3) 転送レートを下げて調整する。
- (4) 入カタイミングが本出カタイミングを許容するスレーブデバイスを選択する。

なお、上記の値は、IICX ビット、CKS2~CKS0 ビットの設定値により変わります。周波数により最大転送レートを実現できない場合もありますので、実際の設定条件に合せ、I²C バスインタフェースの仕様を満足するか検討してください。

*2 IICX ビットが1 のときです。IICX ビットを0 に設定すると、($t_{SCLL}-6t_{cyc}$) となります。

*3 I²C バス仕様値 (標準モード : 4700ns min.、高速モード : 1300ns min.) で計算しています。

7. マスタ受信終了時におけるICDRリードの注意

マスタ受信モードでの受信動作完了後、受信をやめる場合は、TRSビットを1にセットし、ICCRのBBSY=0かつSCP=0をライトします。これにより、SCLがHighレベルのとき、SDAをLowレベルからHighレベルに変化させ、停止条件を生成します。この後で受信データはICDRのリードにより読み出すことができますが、バッファにデータが残っている場合、ICDRSの受信データはICDR (ICDRR) に転送されなくなりますので、第2バイト目のデータは、読み出すことができなくなります。

第2バイト目のデータを読み出す必要があるときは、マスタ受信モードの状態 (TRSビットが0の状態) で停止条件の発行を行ってください。受信データの読み出しは、必ずICCRレジスタのBBSYビットが0になり、停止条件が生成され、バスが開放されていることを確認後に、TRSが0の状態(ICDR)をリードしてください。

このとき、停止条件発行のための命令実行 (ICCRのBBSY=0かつSCP=0をライト) から実際に停止条件が生成されるまでの期間において、受信データ (ICDRのデータ) を読み出すと、次のマスタ送信時に正しくクロックが出なくなる場合がありますので注意が必要です。

なお、マスタ送受信完了後のMSTビットのクリアなど、送受信の動作モード、設定変更のためのIIC制御ビットの書き換えについては、必ず図14.29 (a) の期間中 (ICCRのBBSYビットの0クリア確認後) に行ってください。

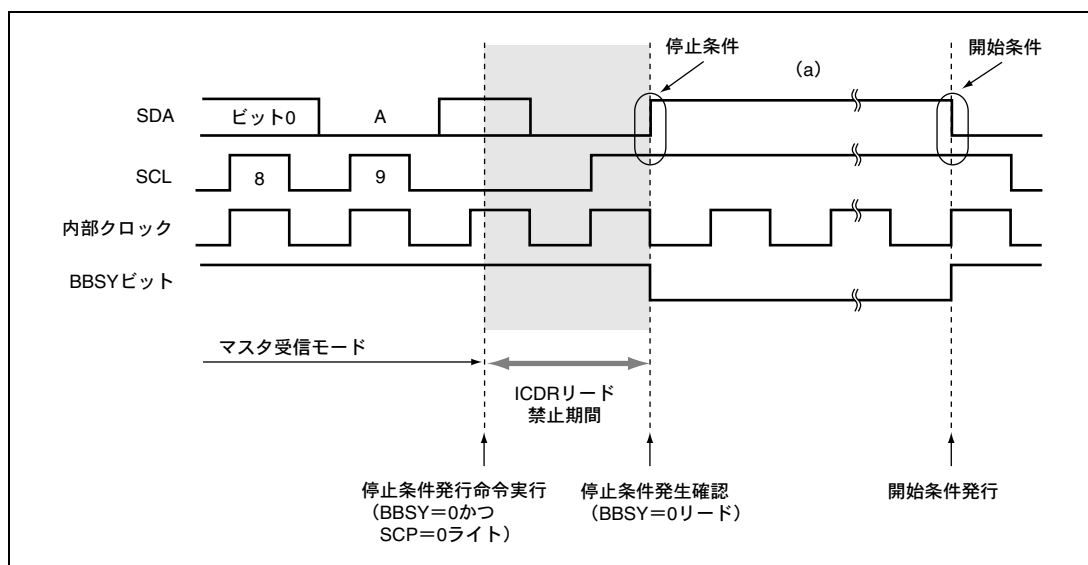


図 14.29 マスタ受信データの読み出しにおける注意

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

8. 再送のための開始条件発行時の注意事項

図14.30に、再送のための開始条件発行のタイミングと、それに連続してICDRにデータを書き込むタイミングおよびフローチャートを示します。再送開始条件を発行し、開始条件が生成した後でICDRに送信データをライトしてください。

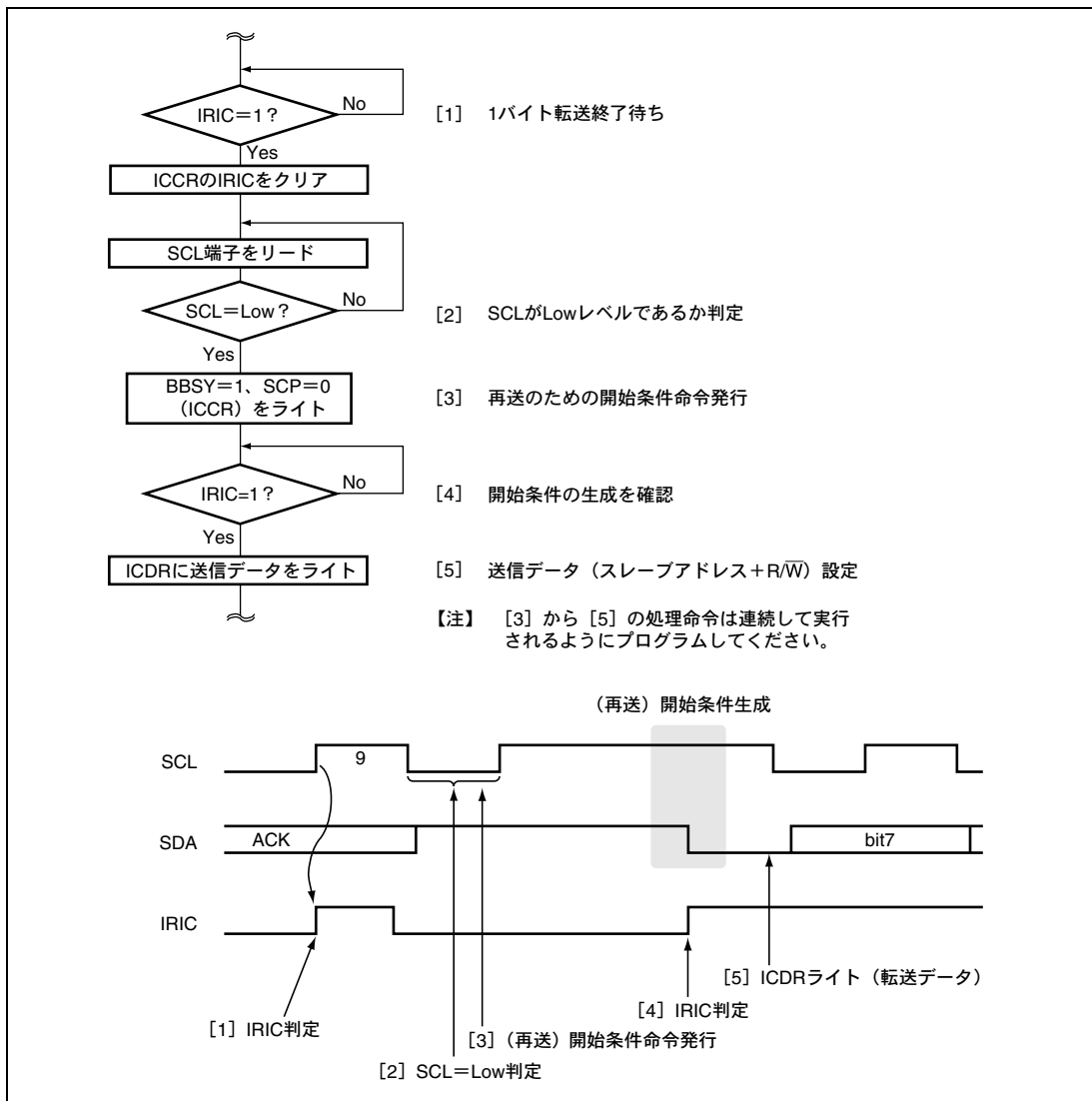


図 14.30 再送のための開始条件命令発行フローチャートおよびタイミング

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

9. I²Cバスインタフェース停止条件命令発行時の注意事項

バス負荷容量が大きいため、SCLの9クロック目の立ち上がり時間が規定を越えてしまう場合や、SCLをLowにしてウェイトをかけるタイプのスレーブデバイスがある場合は、下記のように9クロック目の立ち上がり後にSCLをリードして、Lowを判定してから停止条件命令を発行してください。

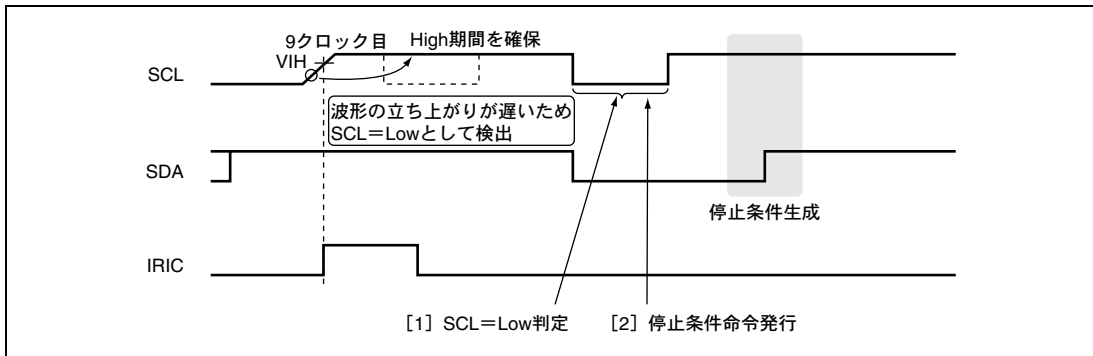


図 14.31 停止条件発行タイミング

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

10. ウェイト機能使用時のIRICフラグクリアの注意事項

I²Cバスインタフェースのマスタモードでウェイト機能を使用しているときに、SCLの立ち上がり時間が規定を越えてしまう場合や、SCLをLowにしてウェイトをかけるタイプのスレーブデバイスがある場合は、下記のようにSCLをリードして、SCLがLowに立ち下がったことを判定してからIRICフラグのクリアをしてください。

SCLがHigh期間を引き延ばしている最中にWAIT=1の状態ではIRICフラグを0にクリアすると、SCLが立ち下がる前にSDAの値が変化し、開始条件や停止条件が誤って発生してしまうことがあります。

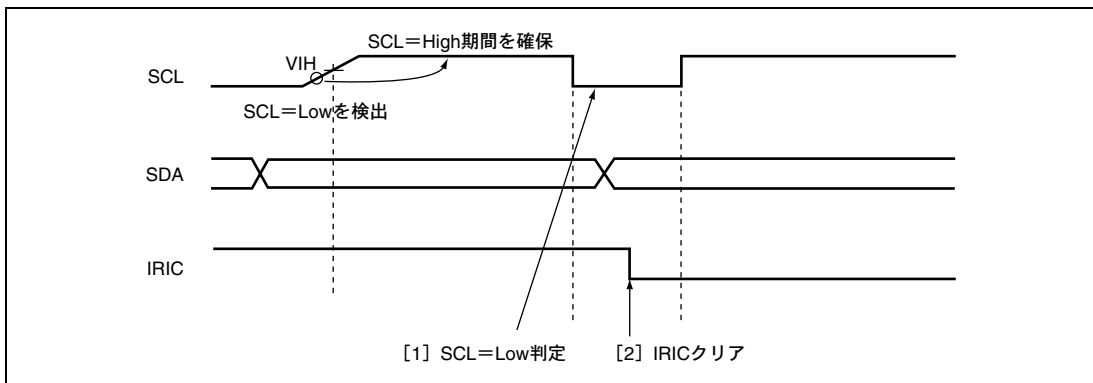


図 14.32 WAIT=1 状態での IRIC フラグクリアタイミング

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

11. スレーブ送信モードでのICDRリードとICCRアクセスの注意事項

I²Cバスインタフェースのスレーブモード送信動作では、図14.33の網かけ期間中にICDRのリードまたは、ICCRのリード/ライト動作を行わないようにしてください。

通常9クロック立ち上がりエッジに同期して発生する割り込み処理では、割り込み処理に移行するまでに問題の期間は経過しているため、ICDRレジスタリードまたは、ICCRレジスタリード/ライト動作を行っても問題ありません。

この割り込み処理を確実にするために、下記のいずれかの条件で使用願います。

- 次のスレーブアドレス受信動作が開始される前に、それまでに受信したICDRのリード動作および、ICCRのリード/ライト動作を完了させるようにしてください。
- ICMRのBC2~BC0ビットカウンタをモニタし、BC2~BC0=B'000（8クロック目または9クロック目）の場合は、2転送クロック期間以上の待ち時間を設けて、問題となる期間を避けてICDRのリードまたは、ICCRのリード/ライト動作を行ってください。

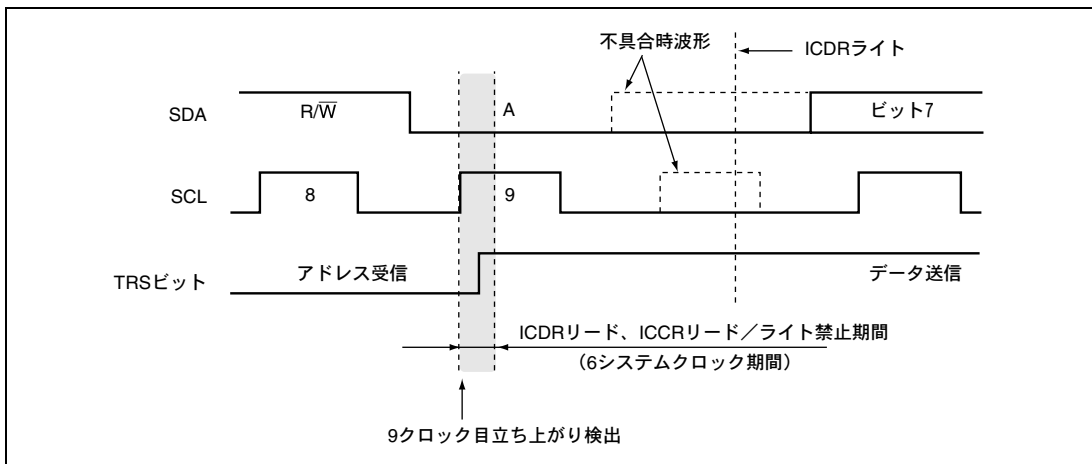


図 14.33 スレーブ送信モードでのICDRリード、ICCRアクセスタイミング

【注】 本使用上の制限はICXRレジスタのFNC1、FNC0ビットにB'11を設定することで解除することができます。

12. スレープモードでのTRSビット設定の注意事項

I²Cバスインタフェースのスレープモードでは、9クロック目の立ち上がりエッジ検出または、停止条件検出時から次にSCL端子に立ち上がりエッジを検出するまで（図14.34 (a) の期間）は、ICCRのTRSビットに設定された値は、直ちに有効となります。

しかし、上記以外の期間（図14.34 (b) の期間）に設定されたTRSビットの値は、次に9クロック目の立ち上がりエッジが検出されるか停止条件が検出されるまで設定値が保留されるため、すぐには有効になりません。そのため、停止条件が入らない再送開始条件入力に続くアドレス受信動作時は、内部的なTRSビットの実効値は1（送信モード）のままとなり、9クロック目のアドレス受信完了に伴うアクノリッジビット送信が行われません。

スレープモードのアドレス受信を行う場合は、図14.34 (a) の期間中に、TRSビットを0クリアしてください。スレープモード時のウェイト機能によるSCL端子のLow固定解除については、TRSビット0クリア後ICDRのダミーリードにより行います。

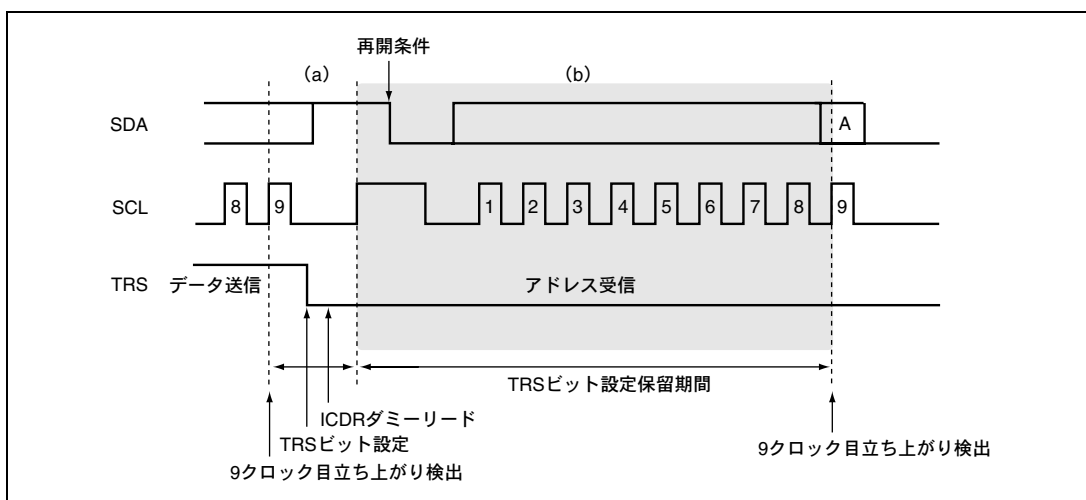


図 14.34 スレープモードでの TRS ビット設定タイミング

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

13. 送信モードでのICDRリードと受信モードでのICDRライトの注意事項

送信モード（TRS=1）でのICDRリード動作または、受信モード（TRS=0）でのICDRライト動作を行った場合、条件によっては送受信動作終了後のSCL端子のLow固定が行われず、正規のICDRのアクセス動作以前にクロックがSCLバスラインに出力される場合があります。

ICDRをアクセスするときは、受信モードに設定した後にリード動作を行うか、または送信モードに設定した後にライト動作を行うようにしてください。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

14. スレーブモードでのACKビットとTRSビットの注意事項

I²Cバスインタフェースにおいて、送信モード (TRS=1) でアクノリッジビットとして1を受信 (ACKB=1) した後に、その状態のままスレーブモードでアドレスを受信すると、アドレス不一致のときも9クロック目の立ち上がりで、割り込み動作が発生することがあります。

また、スレーブモードで送信モード (TRS=1) の状態でマスタデバイスから開始条件およびアドレスが送信された場合、ICDREフラグセットおよびアクノリッジビットとして1を受信 (ACKB=1) することでIRICフラグがセットされ、アドレス不一致のときも割り込み要因が発生することがあります。

I²Cバスインタフェースモジュールでスレーブモード動作を行う際は、下記処置を行ってください。

- 一連の送信動作の終了時、最終送信データに対するアクノリッジビットとして1を受信した場合には、ICCRのACKビットを一旦0にクリアすることで、ACKビットを0に初期化してください。
- スレーブモードで次の開始条件が入力される前に受信モード (TRS=0) にセットしてください。

スレーブ送信モードから確実にスレーブ受信モードに切り替えるために、[図14.23](#)に従って送信を終了してください。

15. マスタモードでのアービトレーションロスト発生時の注意事項

I²Cバスインタフェースではマスタモードでアービトレーションロストにより、スレーブ受信モードに自動遷移した場合、アービトレーションロストが発生した送受信フレームのデータをアドレスとして認識する仕様となっています。

そのため、マスタモード第1フレーム送信動作でアービトレーションロストが発生せず、第2フレーム目以降でアービトレーションロストが発生すると、本来アドレスではない送受信データをアドレス値としてSAR、SARXの設定値と比較を行います。このとき、受信データがSAR、SARXの値と一致した場合、I²Cバスインタフェースに対し、アドレスコールがあったものとして動作してしまいます。(図14.35参照)

マルチマスタ環境でバス権の競合が起こり得る状況にあって、マスタモードで動作させている場合は、1フレームごとの送受信動作完了時にICSRのALビットの確認を行ってください。

第2フレーム以降でアービトレーションロストの発生が確認された場合は、異常動作として回避処置を行ってください。

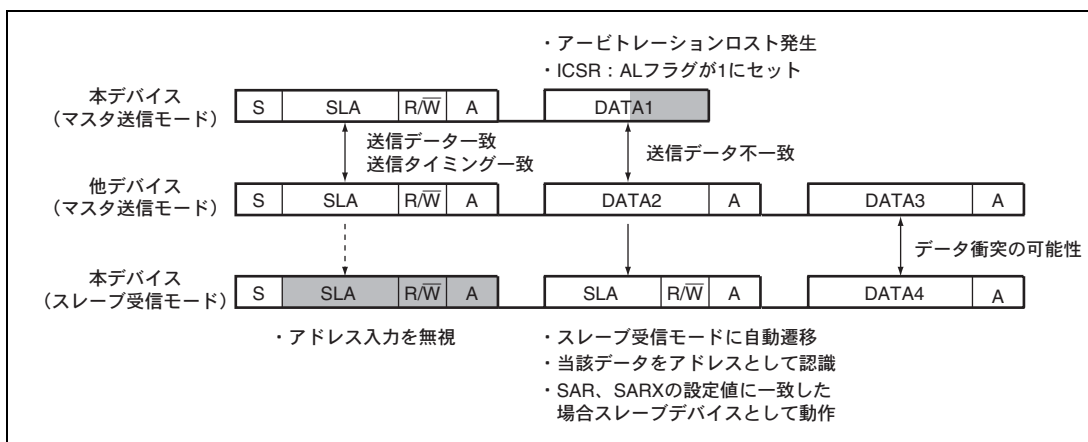


図 14.35 アービトレーションロスト時の動作模式図

本来のI²Cバスプロトコルでは禁止されている動作ですが、スレーブモードで送受信を行っている中に誤ってMSTビットを1にセットしてマスタモードに設定した場合も、同様の現象が発生する可能性があります。マルチマスタ動作でバス権の競合が予想される場合、ICCRのMSTビットに1をセットするときは、以下の手順で行ってください。

- (1) MSTビットのセット直前にICCRのBBSYフラグが0であり、バスがフリー状態であることを確認する。
- (2) MSTビットに1を設定する。
- (3) MSTビットの設定中にバスがビジー状態にならなかったことを確認する意味で、MSTビットのセット直後も、ICCRのBBSYフラグが0であることを確認する。

【注】 本使用上の制限はICXRのFNC1、FNC0ビットにB'11を設定することで解除できます。

14. I²C バスインタフェース (IIC)

16. マスタモードでのウェイト動作時の注意事項

ウェイト機能を使用したマスタモード動作において割り込みフラグIRICビットを7クロック目の立ち下がりから、8クロック目の立ち下がりの間の期間に1から0にクリアした場合、8クロック目の立ち下がり後にウェイトが入らず、9クロック目のクロックパルスが連続的に出力されることがあります。

ウェイト動作を使用する際はIRICフラグのクリアに関し、以下の点に注意してください。

9クロック目の立ち上がり時にIRICフラグが1にセットされた後、7クロック目が立ち上がる前（BC2～BC0カウンタの値が2以上のとき）にIRICフラグをクリアしてください。

もし、割り込み処理等でIRICフラグクリアが遅れてBCカウンタの値が1または0になった場合は、BC2～BC0カウンタが0になった後、SCL端子がLになったことを確認してからIRICフラグをクリアしてください。（図14.36参照）

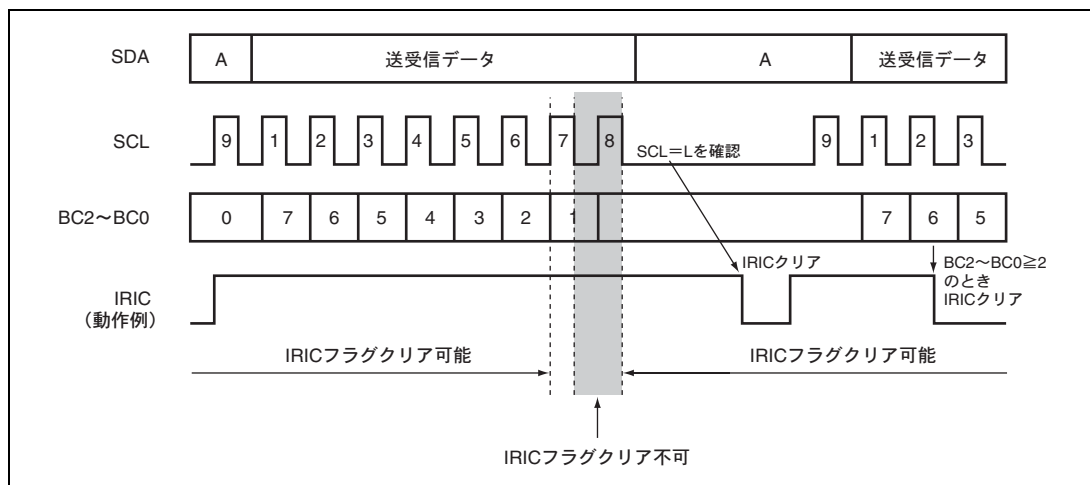


図 14.36 ウェイト動作時の IRIC フラグクリアタイミング

【注】 本使用上の制限は ICXR レジスタの FNC1、FNC0 ビットに B'11 を設定することで解除することができます。

14.6.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、IIC の動作停止/許可を設定することが可能です。初期値では IIC の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

本 LSI は、4 チャンネルのキーボードバッファコントロールユニット (PS2) を内蔵しています。PS2 は、PS/2 インタフェースに準拠した機能を備えています。

PS2 を用いたデータ転送は、データライン (KD) 一本、クロックライン (KCLK) 一本で構成され、コネクタやプリント基盤の面積などを経済的に使用できます。図 15.1 に PS2 のブロック図を示します。

15.1 特長

- PS/2インタフェースに準拠
- バスを直接駆動 (KCLK、KD端子)
- 割り込み要因：データ受信完了時、データ送信完了時、クロックの立ち下がりエッジ検出時、1stクロックの立ち下がりエッジ検出時
- エラー検出：パリティエラー、ストップビットモニタ、受信完了通知モニタ

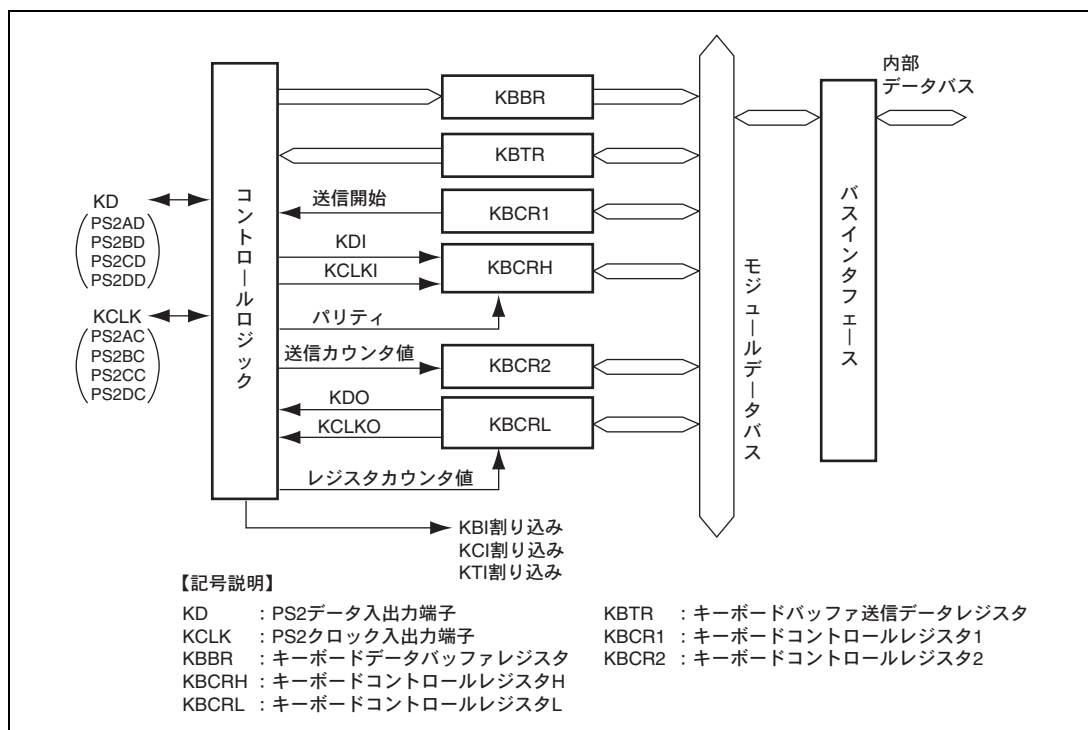


図 15.1 PS2 のブロック図

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

PS2 の接続方法を図 15.2 に示します。

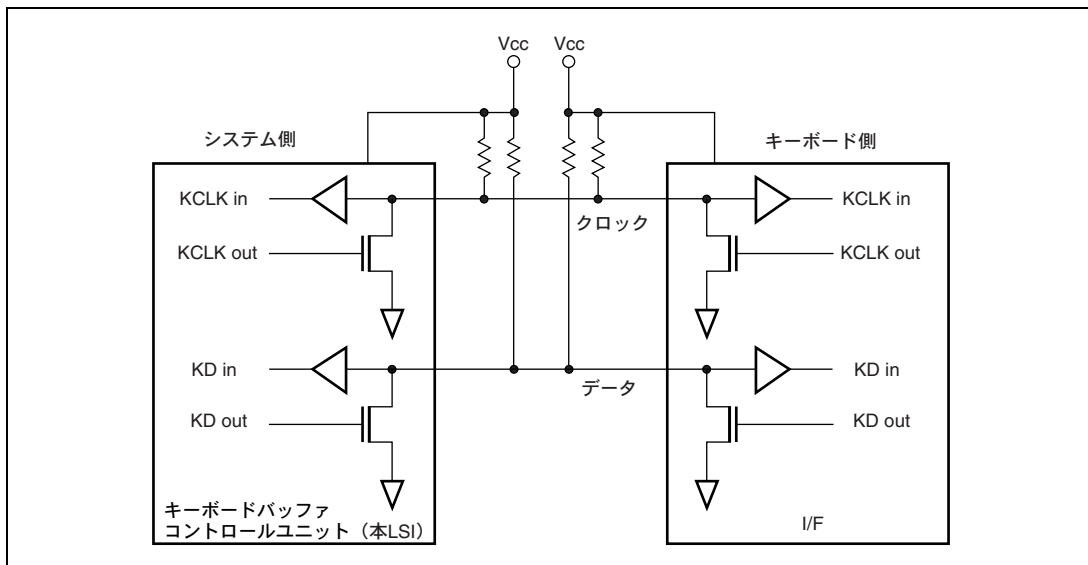


図 15.2 PS2 接続方法

15.2 入出力端子

キーボードバッファコントロールユニットで使用する端子を表 15.1 に示します。

表 15.1 端子構成

チャンネル	名称	略称*	入出力	機能
0	PS2 クロック入出力端子 (KCLK0)	PS2AC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD0)	PS2AD	入出力	PS2 データ入出力
1	PS2 クロック入出力端子 (KCLK1)	PS2BC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD1)	PS2BD	入出力	PS2 データ入出力
2	PS2 クロック入出力端子 (KCLK2)	PS2CC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD2)	PS2CD	入出力	PS2 データ入出力
3	PS2 クロック入出力端子 (KCLK3)	PS2DC	入出力	PS2 クロック入出力
	PS2 データ入出力端子 (KD3)	PS2DD	入出力	PS2 データ入出力

【注】 * 外部入出力端子名です。本文中ではチャンネルを省略し、クロック入出力端子を KCLK、データ入出力端子を KD と記載します。

15.3 レジスタの説明

PS2にはチャンネルごとに以下のレジスタがあります。

- キーボードコントロールレジスタ1 (KBCR1)
- キーボードコントロールレジスタ2 (KBCR2)
- キーボードコントロールレジスタH (KBCRH)
- キーボードコントロールレジスタL (KBCRL)
- キーボードデータバッファレジスタ (KBBR)
- キーボードバッファ送信データレジスタ (KBTR)

15.3.1 キーボードコントロールレジスタ 1 (KBCR1)

KBCR1は送信制御、割り込みの制御、パリティの選択および送信エラーの検出を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KBTS	0	R/W	送信開始 データの送信を開始、または禁止を選択します。 0: データの送信を禁止 [クリア条件] ・0をライト ・KBTEが1にセットされたとき ・KBIOEが0にクリアされたとき 1: データの送信を開始 [セット条件] ・KBTS=0をリードした後、1をライトしたとき
6	PS	0	R/W	送信パリティ選択 奇数パリティ/偶数パリティを選択します。 0: 奇数パリティを選択 1: 偶数パリティを選択
5	KCIE	0	R/W	1st KCLK 立ち下がり割り込みイネーブル 1st KCLK 立ち下がり割り込みの禁止/許可を選択します。 0: 1st KCLK 立ち下がり割り込みを禁止 1: 1st KCLK 立ち下がり割り込みを許可
4	KTIE	0	R/W	送信完了割り込みイネーブル 送信完了割り込みの禁止/許可を選択します。 0: 送信完了割り込みを禁止 1: 送信完了割り込みを許可

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	—	0	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	KCIF	0	R/(W)*	1st KCLK 立ち下がり割り込みフラグ 1st KCLK 立ち下がりを検出したことを示します。また、KCIE=1 で KCIF=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0: [クリア条件] KCIF=1 をリードした後、0 をライト 1: [セット条件] 1st KCLK 立ち下がりを検出したとき ただし、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードからの解除時はセットされません（内部フラグはセットされます）。
1	KBTE	0	R/(W)*	送信完了フラグ データの送信が完了したことを示します。また、KTIE=1 で KBTE=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0: [クリア条件] KBTE=1 をリードした後、0 をライト 1: [セット条件] KBTR のデータすべて送信完了したとき（11th KCLK の立ち上がりでセット）
0	KTER	0	R	送信エラー 受信完了通知を格納します。KBTE=1 のときのみ有効です。 0: 受信完了通知として 0 を受信したとき 1: 受信完了通知として 1 を受信したとき

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

15.3.2 キーボードバッファコントロールレジスタ 2 (KBCCR2)

KBCCR2 は 4 ビットのカウンタで、KCLK の立ち下がりに同期してカウントアップします。送信データは、送信カウンタに同期し、KBTR のデータを LSB より順次 KD に出力します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	—	0	R/W	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。初期値を変更しないでください。
3	TXCR3	0	R	トランスミットカウンタ 送信データのビットを示します。KCLK の立ち下がりでカウントアップします。 トランスミットカウンタはリセット時、KBTS が 0 にクリアされたとき、KBIOE が 0 にクリアされたとき、KBTE が 1 にセットされたときに初期化されます。 0000 : クリア 0001 : KBT0 0010 : KBT1 0011 : KBT2 0100 : KBT3 0101 : KBT4 0110 : KBT5 0111 : KBT6 1000 : KBT7 1001 : パリティビット 1010 : ストップビット 1011 : 送信完了通知
2	TXCR2	0	R	
1	TXCR1	0	R	
0	TXCR0	0	R	

15.3.3 キーボードコントロールレジスタ H (KBCCRH)

KBCCRH は、キーボードバッファコントロールユニットの動作状態を示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KBIOE	0	R/W	キーボードインアウトイネーブル キーボードバッファコントロールユニットを使用するかしないかを選択します。 0 : 本モジュールは非動作 (KCLK、KD 信号端子はポート機能状態) 1 : 本モジュールは送受信可能 (KCLK、KD 信号端子はバス駆動状態)
6	KCLKI	1	R	キーボードクロックイン KCLK 入出力端子をモニタするビットです。ライトは無効です。 0 : KCLK 入出力端子は Low レベル 1 : KCLK 入出力端子は High レベル

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
5	KDI	1	R	キーボードデータイン KDI 入出力端子をモニタするビットです。ライトは無効です。 0 : KD 入出力端子は Low レベル 1 : KD 入出力端子は High レベル
4	KBFSEL	1	R/W	キーボードバッファレジスタフルセレクト KBF ビットをキーボードバッファレジスタフルフラグとして使用するか、KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用するかを選択します。KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用する場合には、KBCRL の KBE ビットを 0 にして受信禁止状態にしてください。 0 : KBF ビットを KCLK の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用する 1 : KBF ビットをキーボードバッファフルフラグとして使用する
3	KBIE	0	R/W	キーボードインタラプトイネーブル キーボードバッファコントロールユニットから CPU に対する、割り込みの許可または禁止を選択します。 0 : 割り込み要求を禁止 1 : 割り込み要求を許可
2	KBF	0	R/(W)*	キーボードバッファレジスタフル データの受信が完了し、受信したデータが KBBR に入っていることを示します。また、KBIE=1 で KBF=1 になると CPU に割り込みを要求します。 0 : [クリア条件] KBF=1 の状態をリードした後、0 をライトしたとき 1 : [セット条件] ・ KBFSEL=1 の状態でデータが正常に受信され、KBBR ヘデータが転送されたとき (キーボードバッファレジスタフルフラグ) ・ KBFSEL=0 の状態で KCLK の立ち下がりエッジを検出したとき (KCLK 割り込みフラグ)
1	PER	0	R/(W)*	パリティエラー 奇数パリティのエラーが発生したことを示します。 0 : [クリア条件] PER=1 の状態でリードした後、0 をライトしたとき 1 : [セット条件] 奇数パリティのエラーが発生したとき
0	KBS	0	R	キーボードストップ 受信データのストップビットを示します。KBF=1 のときのみ有効です。 0 : ストップビット 0 を受信 1 : ストップビット 1 を受信

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

15.3.4 キーボードコントロールレジスタ L (KBCRL)

KBCRL は、受信カウンタのカウンタ許可、キーボードバッファコントロールユニット端子出力の制御を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KBE	0	R/W	キーボードイネーブル KBBR への受信データのロードの許可、または禁止を選択します。 0 : KBBR への受信データのロードを禁止 1 : KBBR への受信データのロードを許可
6	KCLKO	1	R/W	キーボードクロックアウト PS2 クロック入出力端子の出力を制御します。 0 : PS2 クロック入出力端子は Low レベル 1 : PS2 クロック入出力端子は High レベル
5	KDO	1	R/W	キーボードデータアウト PS2 データ入出力端子の出力を制御します。 0 : PS2 データ入出力端子は Low レベル 1 : PS2 データ入出力端子は High レベル 自動送信を使用しスタートビット (KDO=0) が自動クリア (KDO=1) された場合は、1 をリード後 0 ライトとなります。
4	—	1	—	リザーブビット リードすると常に 1 が読み出されます。ライトは無効です。
3 2 1 0	RXCR3 RXCR2 RXCR1 RXCR0	0 0 0 0	R R R R	レシーブカウンタ 受信したデータのビットを示します。KCLK の立ち下がりでカウントアップします。ライトは無効です。 レシーブカウンタはリセット時および KBE の 0 ライト時に初期化されます。また、ストップビット受信後、B'0000 に戻ります。 0000 : — 0001 : スタートビット 0010 : KB0 0011 : KB1 0100 : KB2 0101 : KB3 0110 : KB4 0111 : KB5 1000 : KB6 1001 : KB7 1010 : パリティビット 1011 : — 11-- : —

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

15.3.5 キーボードデータバッファレジスタ (KBBR)

KBBR は、受信データを格納します。KBBR の値は、KBF=1 のときのみ有効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KB7	0	R	キーボードデータ 7~0 8 ビットの読み出し専用のデータです。 リセット時、または KBI0E ビットが 0 にクリアされたときに、H'00 に初期化されます。
6	KB6	0	R	
5	KB5	0	R	
4	KB4	0	R	
3	KB3	0	R	
2	KB2	0	R	
1	KB1	0	R	
0	KB0	0	R	

15.3.6 キーボードバッファ送信データレジスタ (KBTR)

KBTR は、送信データを格納します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	KBT7	1	R/W	キーボードバッファ送信データレジスタ 7~0 リセット時、H'00 に初期化されます。
6	KBT6	1	R/W	
5	KBT5	1	R/W	
4	KBT4	1	R/W	
3	KBT3	1	R/W	
2	KBT2	1	R/W	
1	KBT1	1	R/W	
0	KBT0	1	R/W	

15.4 動作説明

15.4.1 受信動作

受信動作では、KCLK (クロック)、KD (データ) とともに、キーボード側が出力し、本 LSI (システム側) は、入力となります。KD は、スタートビット、データ 8 ビット (LSB から)、奇数パリティ、ストップビットの順で受信します。KD の値は、KCLK が Low レベルのとき有効です。受信処理フローチャートの例を図 15.3、受信タイミングを図 15.4 に示します。

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

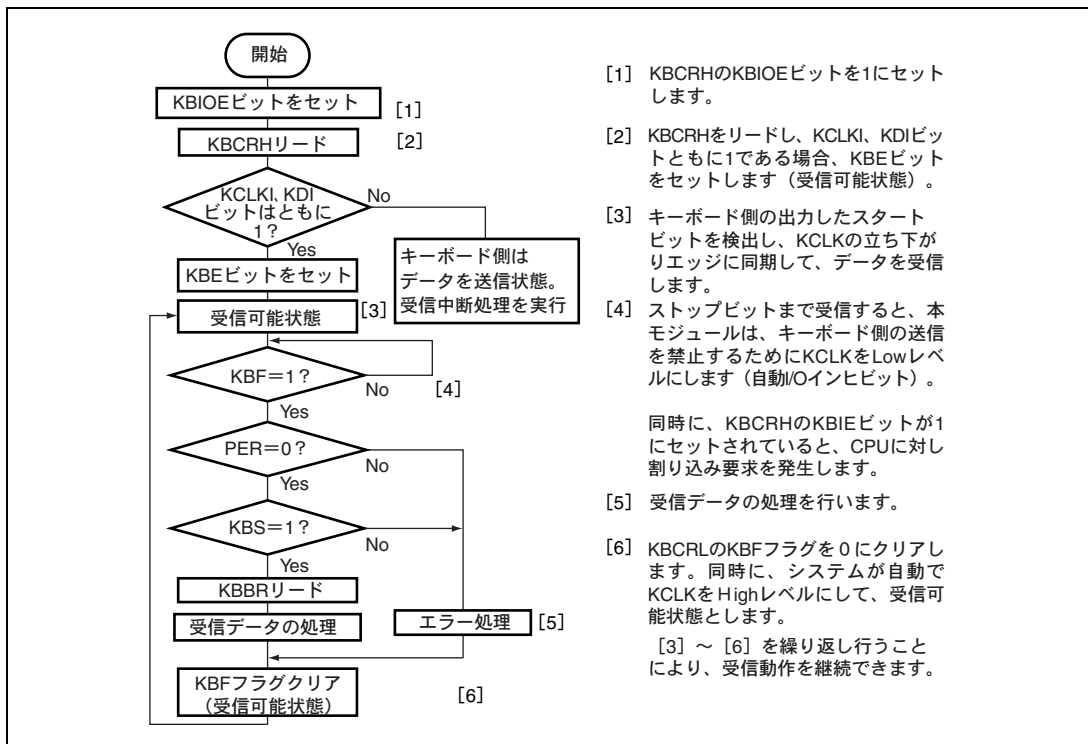


図 15.3 受信処理フローチャートの例

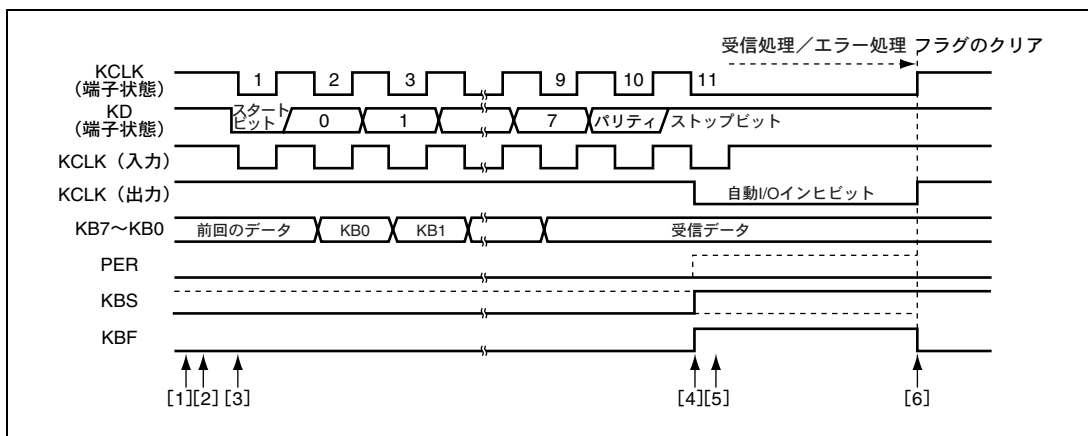


図 15.4 受信タイミング

15.4.2 送信動作

送信動作では、KCLK (クロック) は、キーボード側が出力し、KD (データ) は、本デバイス (システム側) が出力します。KD は、スタートビット、データ 8 ビット (LSB から)、パリティ、ストップビットの順で、出力します。KD の値は、KCLK が High レベルのとき、有効です。送信処理フローチャートの例を図 15.5、送信タイミングを図 15.6 に示します。

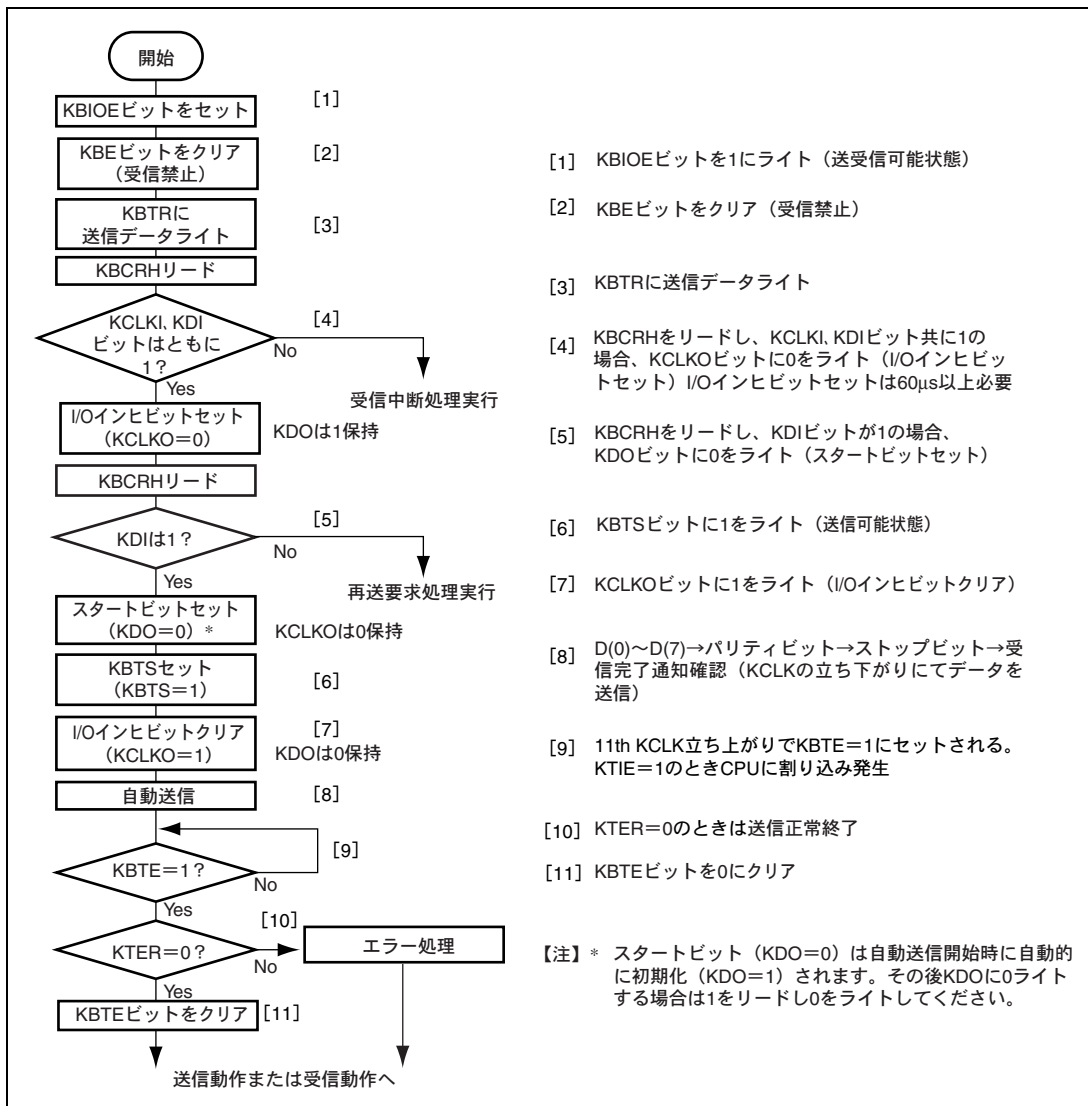


図 15.5 送信処理フローチャートの例

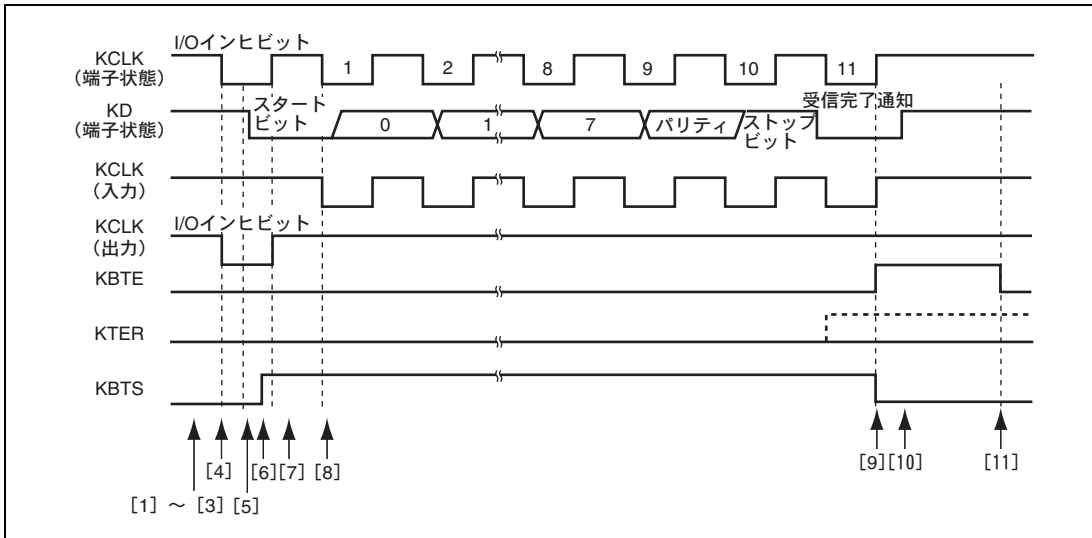


図 15.6 送信タイミング

15.4.3 受信中断動作

本 LSI (システム側) は、プロトコル異常発生時などに、本 LSI に接続されている LSI (キーボード側) からの送信を強制的に中断させることができます。この場合、システムはクロックを Low レベルに保持します。受信動作中は、キーボード側も同期用のクロックを出力していますが、キーボードからの出力クロックが High レベルのタイミングで、クロックを監視しています。このタイミングでクロックが Low レベルの場合、キーボードはシステムからの中断要求であると判断し、キーボード側からのデータ送信を中断します。このように、システムが一定期間クロックを Low レベルに保持することによって、受信動作を中断させることができます。受信中断処理フローチャートの例を図 15.7、受信中断タイミングを図 15.8 に示します。

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

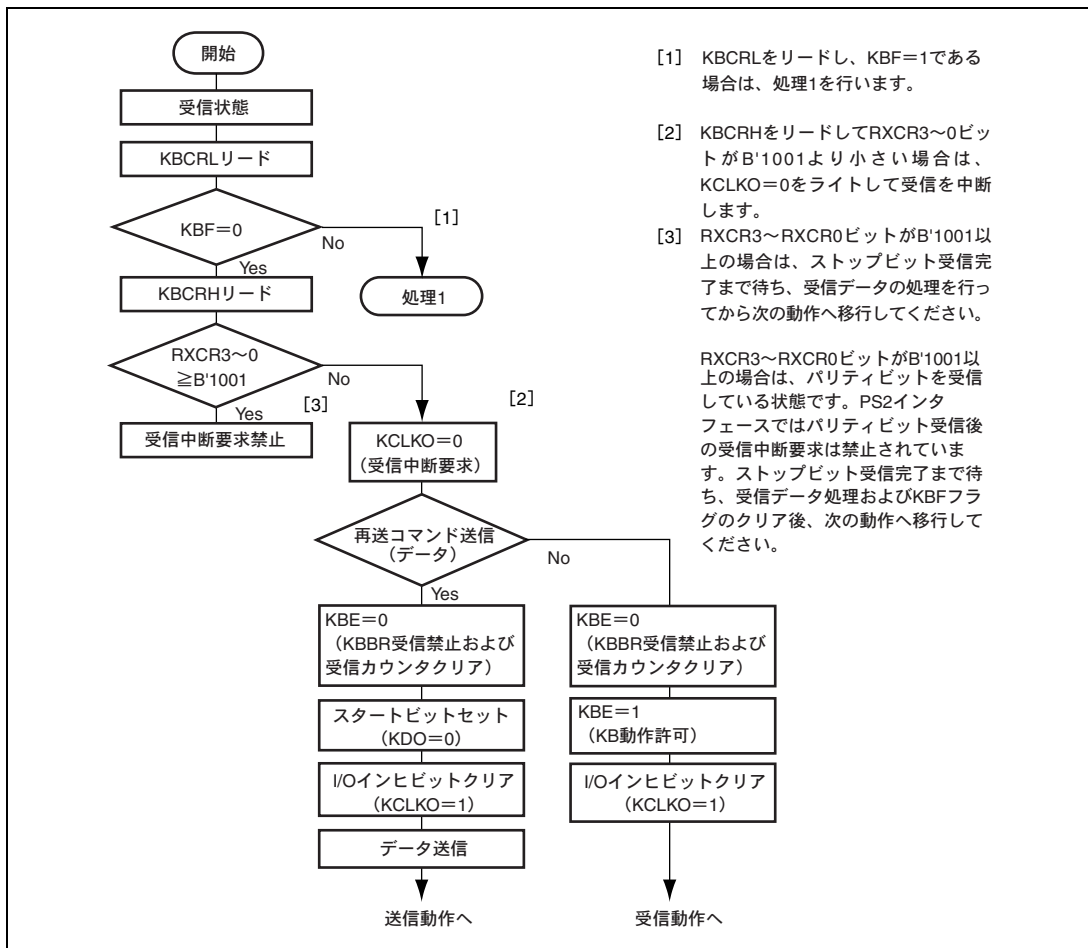


図 15.7 (1) 受信中断処理フローチャートの例

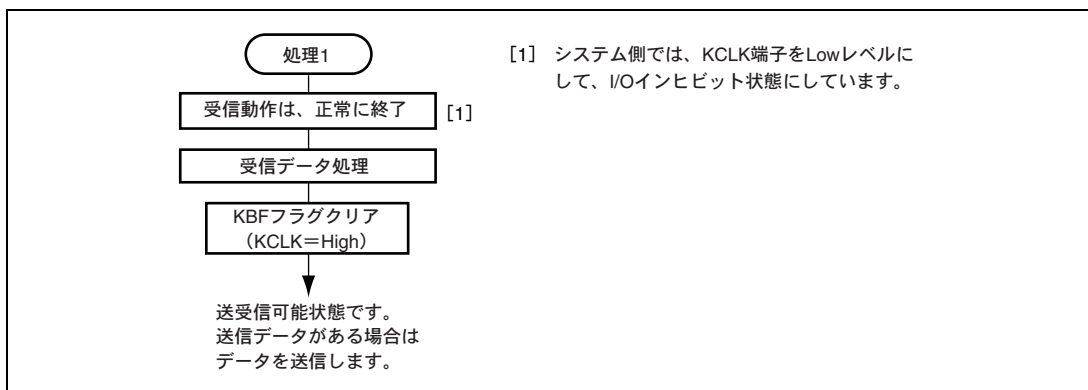


図 15.7 (2) 受信中断処理フローチャートの例

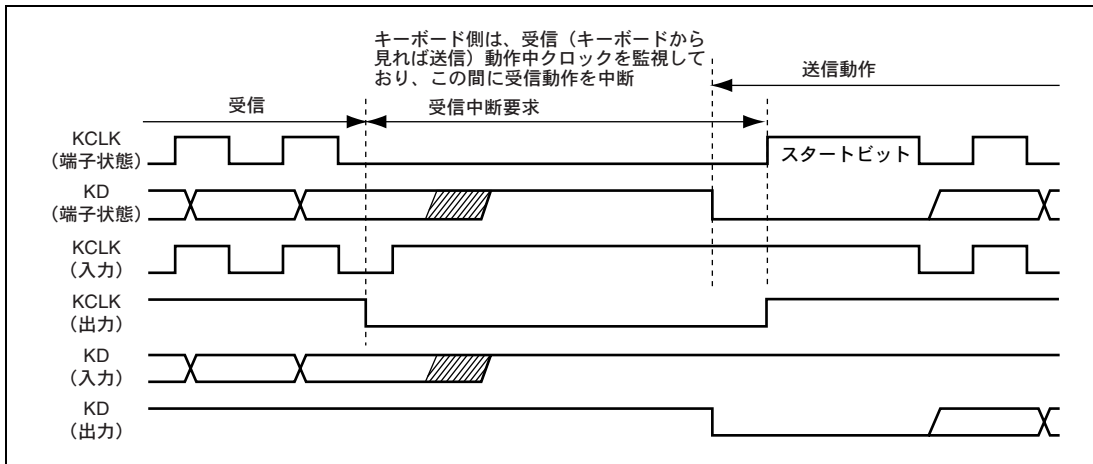


図 15.8 受信中断および送信開始（送/受信切り替え）タイミング

15.4.4 KCLKI、KDI リードタイミング

KCLKI、KDI リードタイミングを図 15.9 に示します。

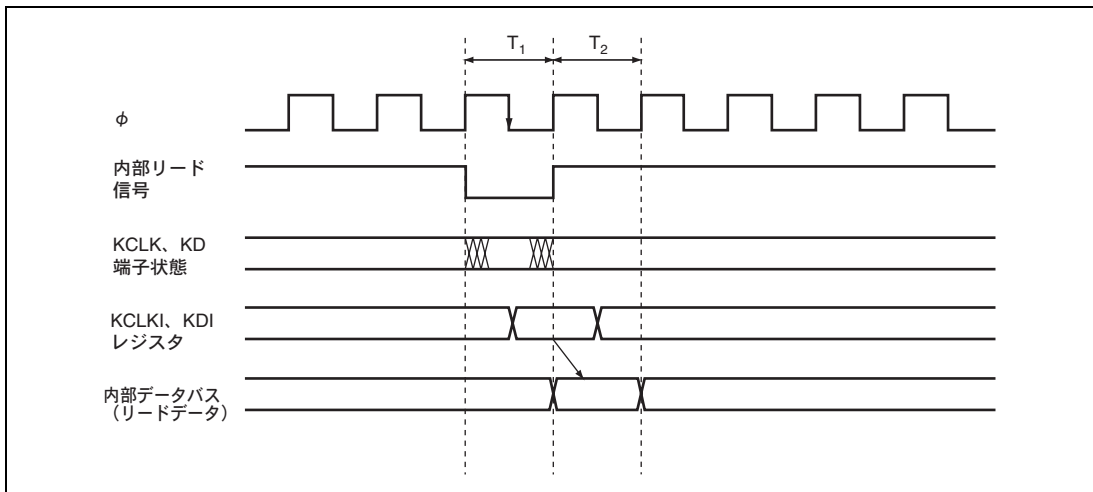


図 15.9 KCLKI、KDI のリードタイミング

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

15.4.5 KCLKO、KDO ライトタイミング

KCLKO、KDO ライトタイミングと KCLK、KD 端子状態を図 15.10 に示します。

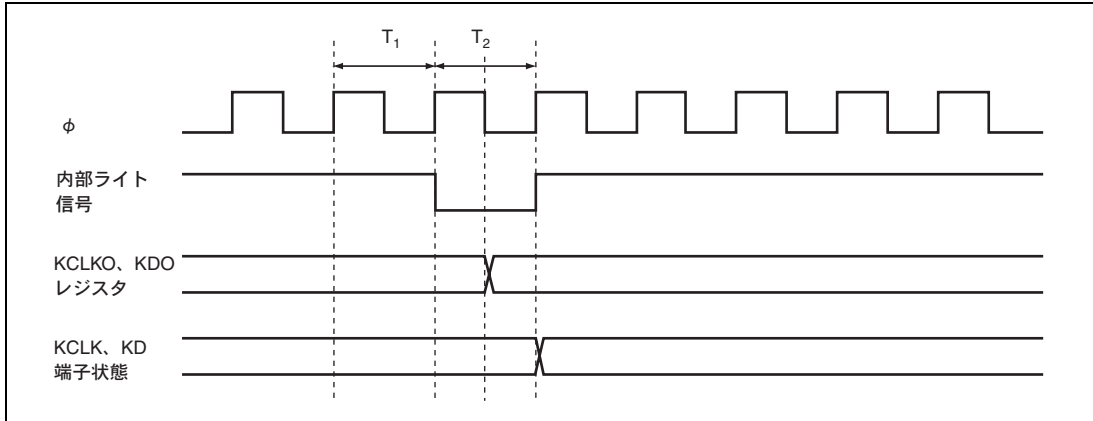


図 15.10 KCLKO、KDO のライトタイミング

15.4.6 KBF セットタイミングと KCLK 制御

KBF セットタイミングと KCLK 端子状態を図 15.11 に示します。

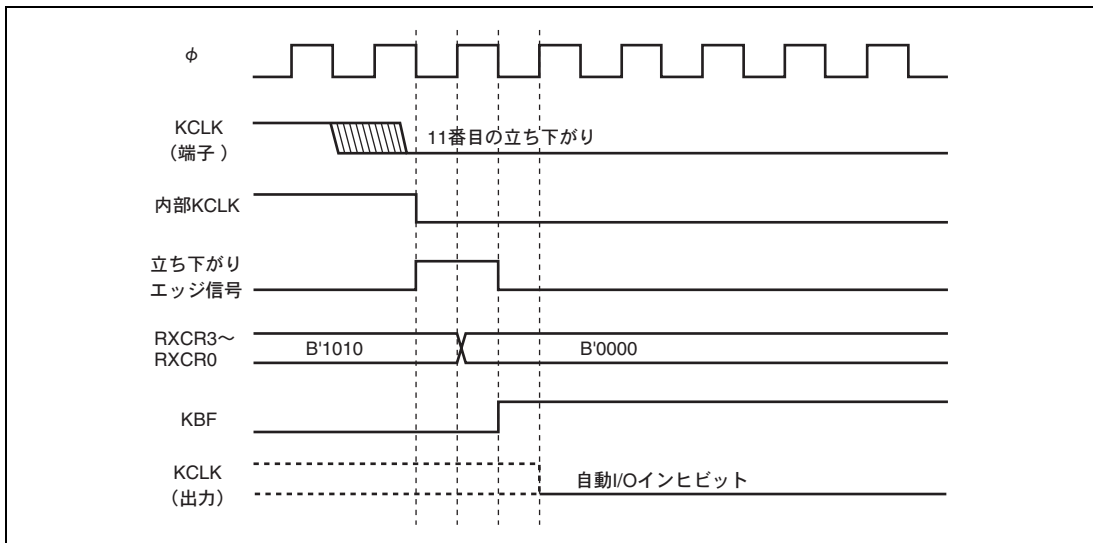


図 15.11 KBF セットと KCLK 自動 I/O インヒビット生成のタイミング

15.4.7 受信タイミング

受信タイミングを図 15.12 に示します。

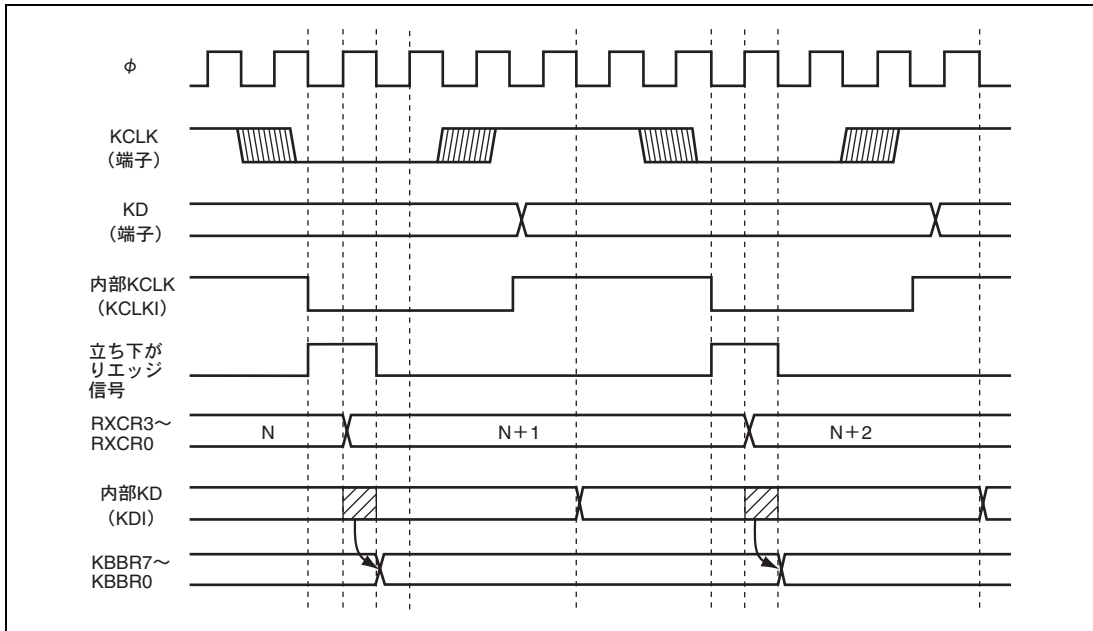


図 15.12 受信カウンタと KBBR へのデータロードのタイミング

15.4.8 データ受信中の動作

KBCRH の KBS ビットを 1 にセットした場合、他のキーボードバッファコントロールユニット受信時*は自動的に KCLK をプルダウンします。図 15.13 に受信タイミングと KCLK を示します。

【注】 * 1st KCLK 立ち下がりから受信完了 (KBF=1) までの期間。

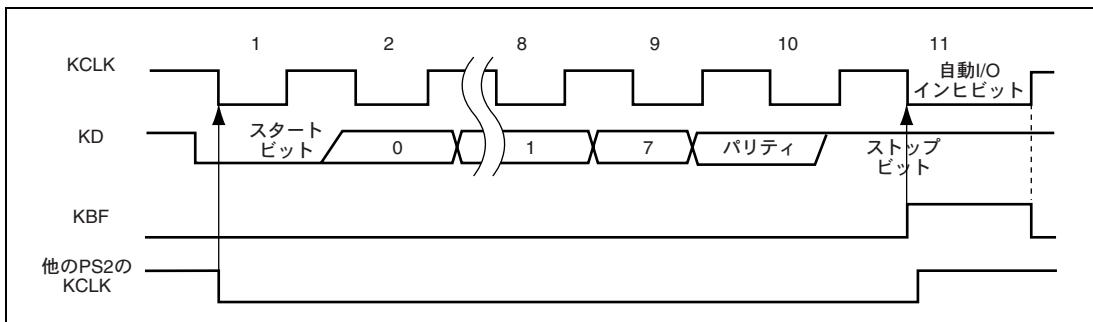


図 15.13 受信タイミングと KCLK

15.4.9 KCLK 立ち下がり割り込みの動作

本 LSI は KBCRH の KBFSEL ビットを 0 にクリアすることにより、KBCRH の KBF ビットを KCLK 入力の立ち下がりによる割り込みフラグとして使用できます。

図 15.14 に設定方法、および動作例を示します。

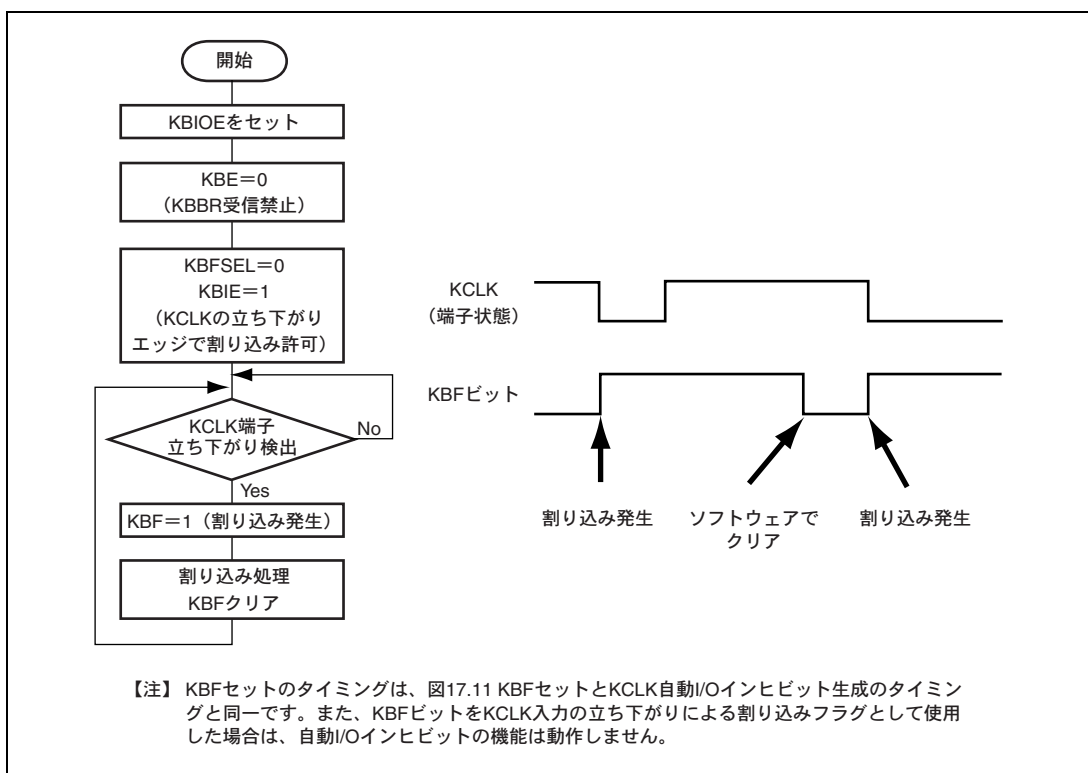


図 15.14 KCLK 入力の立ち下がりによる割り込み動作例

15.4.10 1st KCLK 立ち下がり割り込みの動作

受信および送信時に 1st KCLK 立ち下がりを検出し、割り込みの発生が可能です。また、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードの解除が可能です。

- 受信動作時

KBIOE=1かつKBE=1のときに1st KCLK立ち下がりを検出した場合、KCIFがセットされます。

このときKCIE = 1の場合CPUに割り込みを要求します。

KCIFはKBCRLのRXCR3~RXCR0がB'0000→B'0001にカウントアップするタイミングでセットされます。

● 送信動作時

KBIOE=1かつKBTS=1のときに1st KCLK立ち下がりを検出した場合、KCIFがセットされます。

このときKCIE=1の場合CPUに割り込みを要求します。

KCIFはKBCR2のTXCR3~TXCR0がB'0000→B'0001にカウントアップするタイミングでセットされます。

● 割り込みの判別

1st KCLK立ち下がり割り込みが受信か送信中のどちらで発生したかは、KBEビット、KBTSビット、KBTEビットにて判別できます。

受信中：KBE=1

送信中：KBTS=1またはKBTE=1 (KBTSは送信完了後自動クリアされるためKBTE=1を確認)

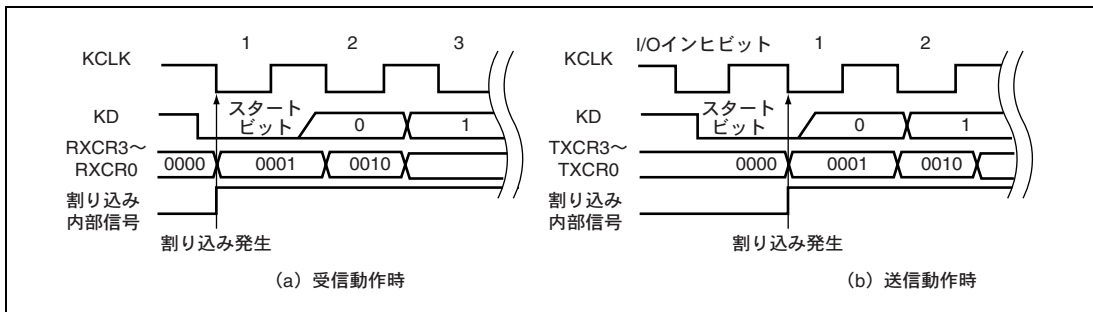


図 15.15 1st KCLK 割り込みタイミング

● ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードの解除

1st KCLK 立ち下がり割り込みでソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードの解除が可能です。ただしこの場合、ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード遷移後の最初の KCLK にて割り込みが発生します (図 15.17 参照)。

解除動作についての注意事項を示します。

● KBIOE=1、KCIE=1でソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードに遷移した場合、1st KCLK立ち下がり割り込みでの解除が可能になります (KBE、KBTSは影響しません)。

● 1st KCLK立ち下がり割り込みでソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードを解除した場合、KCIFフラグはセットされません (内部フラグのみセットされます)。

1st KCLK割り込み処理ルーチンでは、KCIFビットを確認しKCIF=0である場合ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードの解除後の割り込みであることを確認できます。

● ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時に受信クロックを受け、解除した場合、受信は無効です。割り込み処理ルーチンで受信中断処理を行い、再送要求を行ってください。

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

- 送信中にソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモードに遷移し1st KCLK立ち下がり割り込みで解除した場合、解除直後はソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード遷移前の状態が保持されています。割り込み処理ルーチンで初期化の処理が必要です。また、割り込み発生について図15.17の (b)、(c) のような注意が必要です。
- ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード解除時の割り込み優先順位はICRの設定に従います。
- 1st KCLKの割り込みは、通常の実行時とソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時の割り込み経路およびフラグのセットが異なります。1st KCLKの割り込み経路の概略を図15.16に示します。

信号A：通常オペレーション時の割り込み信号経路

信号B：ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時の割り込み信号経路

ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時はPS2を介さず直接割り込みコントロールブロックへKCLKを入力し、立ち下がりエッジを検出して割り込みを発生します。このため、KCIFのフラグはセットされません。また、この場合割り込みコントロールブロック内部にフラグを持っておりこれがセットされます。内部フラグはCPUに割り込みを要求後自動的にクリアされます。セットおよびクリアタイミングを図15.18に示します。

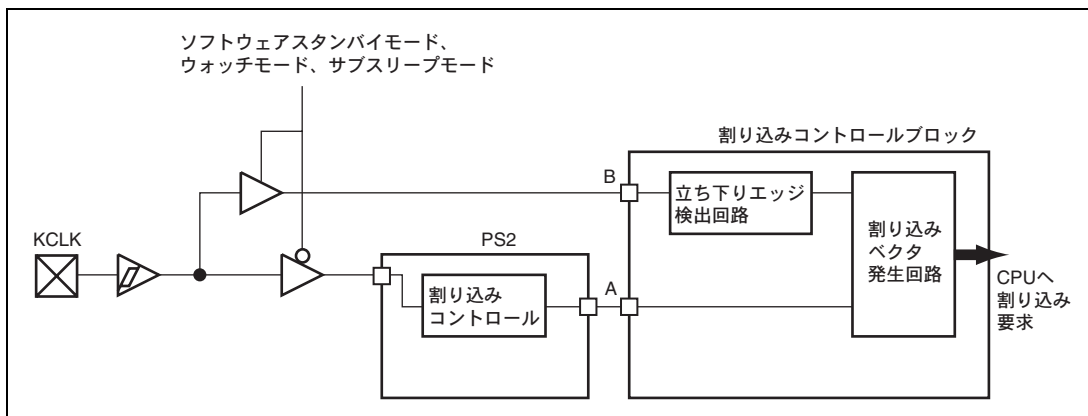


図 15.16 1st KCLK 割り込み経路図

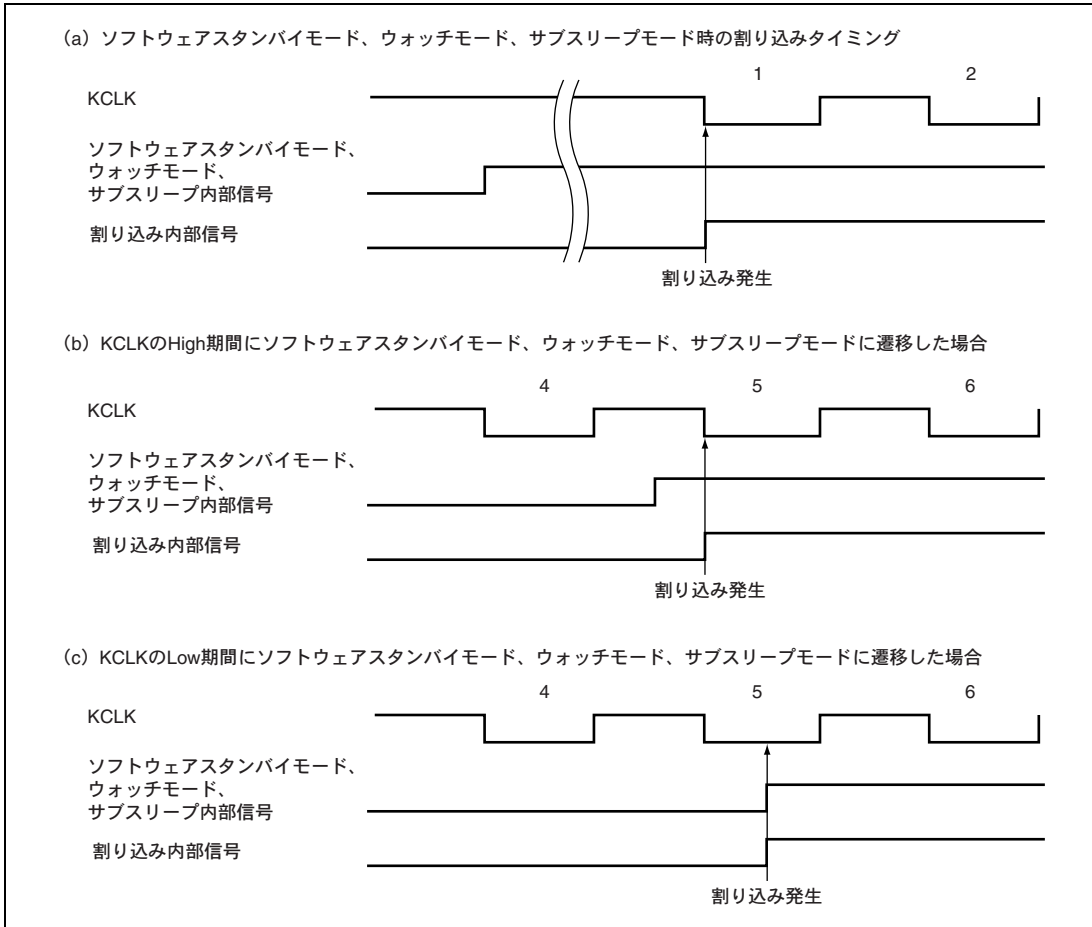


図 15.17 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時の割り込みタイミング

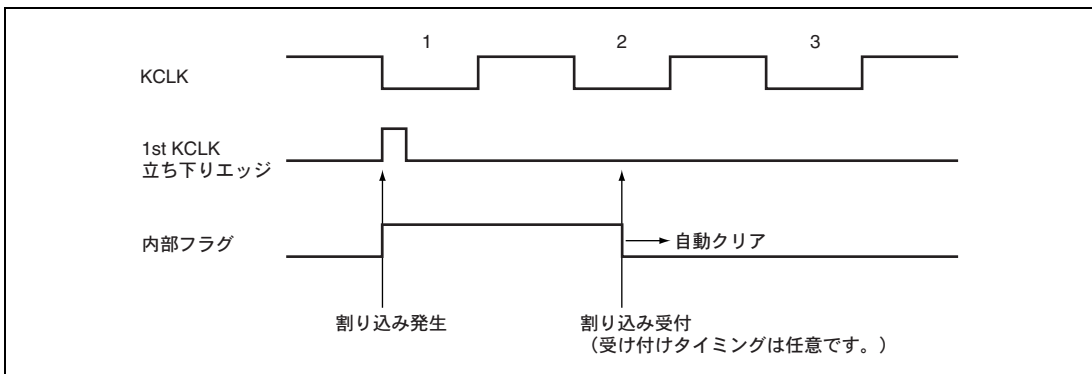


図 15.18 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブスリープモード時の
1st KCLK 立ち下り割り込み内部フラグ

15.5 使用上の注意事項

15.5.1 KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出

KBIOE が 0 のとき、内部 KCLK、内部 KD は 1 に固定されています。したがって、KBIOE ビットを 1 にセットするときに、KCLK 端子が Low の場合、エッジ検出回路が動作し、KCLK 立ち下がりエッジを検出します。

このとき、KBFSEL ビットが 0、KBE ビットが 0 の場合、KBF ビットがセットされます。図 15.19 に KBIOE セットタイミングと KCLK 立ち下がりエッジ検出のタイミングを示します。

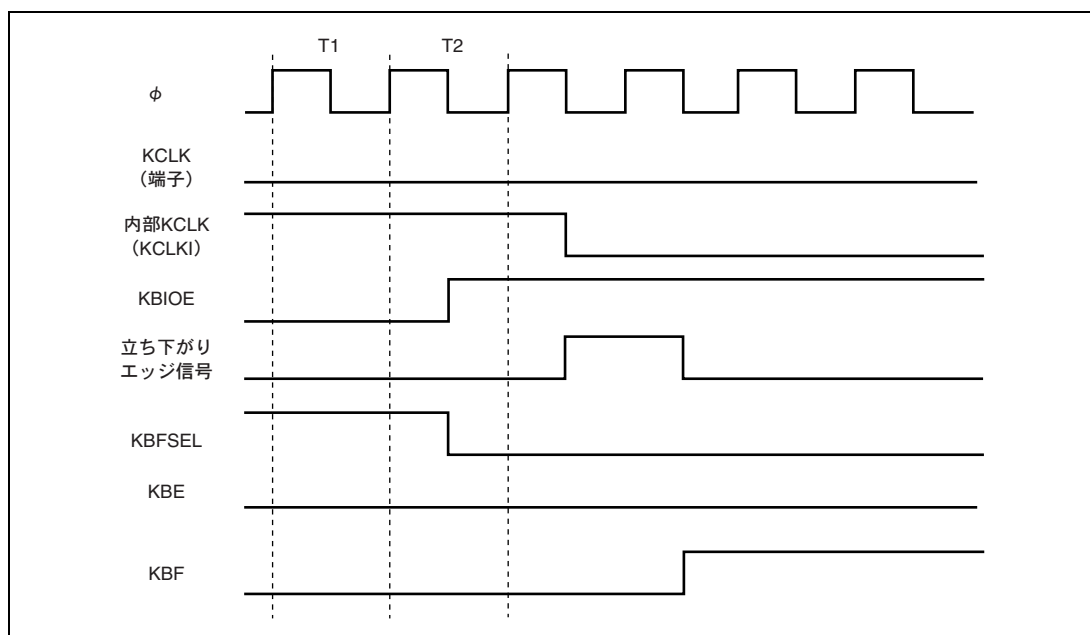


図 15.19 KBIOE セットと KCLK 立ち下がりエッジ検出のタイミング

15.5.2 KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係

図 15.20 に KDO ビット (KBCRL) による KD 出力と自動送信による KD 出力の関係を示します。KBTS=1 で TXCR が 0 でない場合は自動送信による KD 出力に切り替わります。この場合は、KDO ビット (KBCRL) による KD 出力はマスクされます。

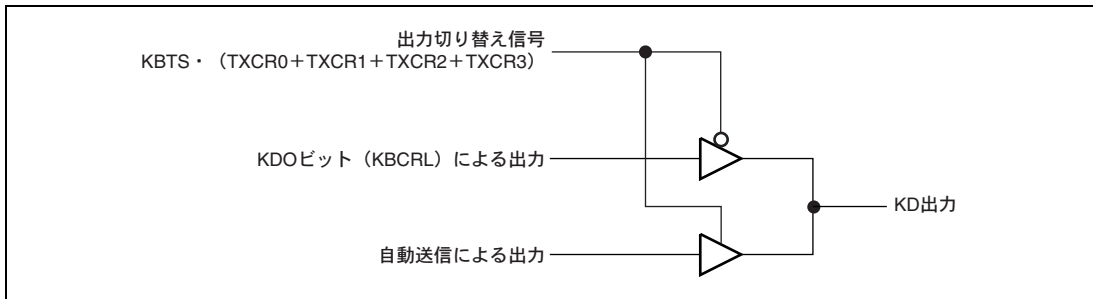


図 15.20 KDO 出力の関係

15.5.3 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、キーボードバッファコントロールユニットの動作停止/許可を設定することが可能です。初期値ではキーボードバッファコントロールユニットの動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

15.5.4 送信完了フラグ (KBTE) について

TXCR3~0 ビットが B'1011 (送信完了通知) のときに KBIOE=0 または KBTS=0 として TXCR を初期化した場合送信完了フラグ (KBTE) がセットされます。また、そのときの KTER は無効です。

15. キーボードバッファコントロールユニット (PS2)

16. LPC インタフェース (LPC)

本 LSI は、LPC インタフェースを内蔵しています。

LPC は、データレジスタとステータスレジスタからなるレジスタセットを 4 セットと、コントロールレジスタと高速 GATE A20 ロジックおよびホスト割り込み要求回路から構成されています。

LPC は、33MHz の PCI クロックに同期して、転送の種類、アドレスおよびデータをシリアルに転送します。アドレス/データ用に 4 本、ホスト割り込み要求用に 1 本の信号線を用い、I/O リードサイクルと I/O ライトサイクルの転送に対応します。そのほか、低消費電力機能として、PCI クロックを制御する機能や LPC インタフェースをシャットダウンする機能があります。

16.1 特長

- LPC インタフェースの I/O リードサイクルおよび I/O ライトサイクルに対応
転送の種類/アドレス/データを、4 本の信号線 (LAD3~LAD0) で転送します。
制御信号として、クロック (LCLK)、リセット ($\overline{\text{LRESET}}$)、フレーム ($\overline{\text{LFRAME}}$) 信号を用います。
- データレジスタとステータスレジスタからなるレジスタセットを 4 セットで構成
基本のレジスタセットは、入力レジスタ (IDR)、出力レジスタ (ODR)、ステータスレジスタ (STR) の 3 バイトからなります。
チャンネル 1~4 は、I/O アドレスを H'0000~H'FFFF に設定可能です。
チャンネル 1 は、高速 GATE A20 機能があります。
チャンネル 3 は、基本レジスタセットのほか双方向レジスタ 16 バイトを操作可能です。
- SERIRQ に対応
ホスト割り込み要求を、1 本の信号線 (SERIRQ) でシリアルに転送します。
チャンネル 1 は、HIRQ1、HIRQ12 を生成可能です。
チャンネル 2、3、4 は、SMI、HIRQ6、HIRQ9~HIRQ11 をそれぞれ生成可能です。
クワイエットモードとコンティニュアスモードの切り替えに対応します。
 $\overline{\text{CLKRUN}}$ 信号を操作し、PCI クロック (LCLK) の再起動を要求可能です。
- 低消費電力機能、割り込みほか
 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号を入力し、LPC モジュールをシャットダウンすることができます。
汎用入出力として $\overline{\text{PME}}$ 、 $\overline{\text{LSMI}}$ 、LSCI の 3 端子があります。

16. LPC インタフェース (LPC)

LPC のブロック図を図 16.1 に示します。

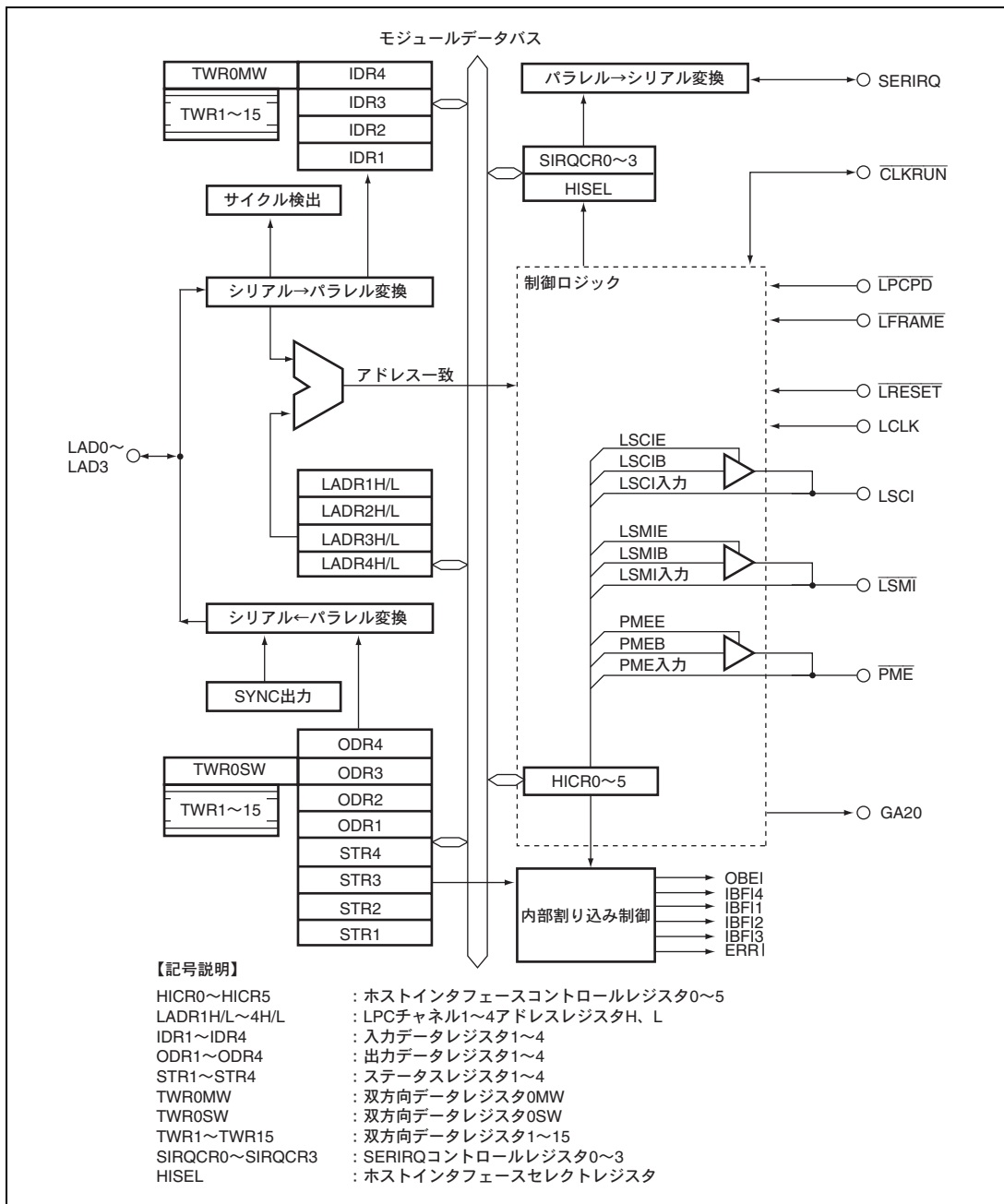


図 16.1 LPC のブロック図

16.2 入出力端子

LPC の入出力端子を表 16.1 に示します。

表 16.1 端子構成

名称	略称	ポート	入出力	機能
LPC アドレス/ データ 3~0	LAD3~ LAD0	P33~ P30	入出力	LCLK に同期した、シリアル (4 信号線) の、転送サイクル 種類/アドレス/データ信号
LPC フレーム	$\overline{\text{LFRAME}}$	P34	入力* ¹	転送サイクルの開始および強制終了信号
LPC リセット	$\overline{\text{LRESET}}$	P35	入力* ¹	LPC インタフェースのリセット信号
LPC クロック	LCLK	P36	入力	33MHz の PCI クロック信号
シリアルインタラプト リクエスト	SERIRQ	P37	入出力* ¹	LCLK に同期した、シリアルホスト割り込み要求信号 (SMI、HIRQ1、HIRQ6、HIRQ9~HIRQ12)
LSCI 汎用出力	LSCI	PB1	出力* ¹ * ²	汎用出力
LSMI 汎用出力	$\overline{\text{LSMI}}$	PB0	出力* ¹ * ²	汎用出力
PME 汎用出力	PME	P80	出力* ¹ * ²	汎用出力
GATE A20	GA20	P81	出力* ¹ * ²	GATE A20 コントロール信号出力
LPC クロックラン	$\overline{\text{CLKRUN}}$	P82	入出力* ¹ * ²	シリアルホスト割り込み要求時の、LCLK 再起動要求信号
LPC パワーダウン	$\overline{\text{LPCPD}}$	P83	入力* ¹	LPC モジュールのシャットダウン信号

【注】 *1 LPC インタフェースの制御入出力機能以外に、端子状態をモニタする入力が可能です。

*2 0 出力のみ可能です。1 出力時はハイインピーダンスとなるため、Vcc へのプルアップ抵抗を外付けする必要があります。

16.3 レジスタの説明

LPC のレジスタ構成を以下に示します。

- ホストインタフェースコントロールレジスタ0~5 (HICR0~HICR5)
- LPCチャネル1~4アドレスレジスタH、L (LADR1~4H、LADR1~4L)
- 入力データレジスタ1~4 (IDR1~IDR4)
- 出力データレジスタ1~4 (ODR1~ODR4)
- 双方向レジスタ0~15 (TWR0~TWR15)
- ステータスレジスタ1~4 (STR1~STR4)
- SERIRQコントロールレジスタ0~3 (SIRQCR0~SIRQCR3)
- ホストインタフェースセレクトレジスタ (HISEL)

【注】 レジスタ説明に記載している「RW」の表記方法は下記のとおりです。

1. 「RW スレーブ」は、スレーブ (本 LSI) からのアクセスを表示しています。
2. 「RW ホスト」は、ホストからのアクセスを表示しています。

16.3.1 ホストインタフェースコントロールレジスタ 0、1 (HICR0、HICR1)

HICR0、HICR1 には、LPC インタフェースの機能を許可/禁止する制御ビット、端子出力および LPC インタフェースの内部状態を決める制御ビット、および LPC インタフェースの内部状態をモニタするステータスフラグがあります。

• HICR0

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7 6 5	LPC3E LPC2E LPC1E	0 0 0	R/W R/W R/W	— — —	<p>LPC イネーブル 3~1</p> <p>LPC インタフェース機能を許可または禁止します。許可時 (3 ビットのうち、いずれかが 1 にセット) は、LAD3~LAD0、$\overline{\text{LFRAME}}$、$\overline{\text{LRESET}}$、LCLK、SERIRQ、$\overline{\text{CLKRUN}}$、$\overline{\text{LPCPD}}$ 端子を利用して、スレーブ (本 LSI) とホスト間のデータ転送処理を行います。</p> <ul style="list-style-type: none"> • LPC3E <ul style="list-style-type: none"> 0: LPC チャネル 3 の動作を禁止 IDR3、ODR3、STR3、TWR0~TWR15 に関してアドレス (LADR3) 一致発生なし 1: LPC チャネル 3 の動作を許可 • LPC2E <ul style="list-style-type: none"> 0: LPC チャネル 2 の動作を禁止 IDR2、ODR2、STR2 に関してアドレス (H'0062、66) 一致発生なし 1: LPC チャネル 2 の動作を許可 • LPC1E <ul style="list-style-type: none"> 0: LPC チャネル 1 の動作を禁止 IDR1、ODR1、STR1 に関してアドレス (H'0060、64) 一致発生なし 1: LPC チャネル 1 の動作を許可
4	FGA20E	0	R/W	—	<p>高速 GATE A20 イネーブル</p> <p>高速 GATE A20 の機能を許可または禁止します。高速 GATE A20 が禁止された場合、通常の GATE A20 は P81 出力をファームウェアで操作することで実現できます。</p> <ul style="list-style-type: none"> 0: 高速 GATE A20 機能を禁止 端子の兼用機能の入出力を許可 GA20 出力の内部状態を 1 に初期化 1: 高速 GATE A20 機能を許可 GA20 端子出力はオープンドレイン (V_{CC} ヘブルアップ抵抗外付け要)

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
3	SDWNE	0	R/W	—	<p>LPC ソフトウェアシャットダウンイネーブル</p> <p>LPC インタフェースをシャットダウンを制御します。LPC シャットダウン機能の詳細、および LPC リセットおよび LPC シャットダウンで初期化される範囲は、「16.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。</p> <p>0 : 通常状態、LPC ソフトウェアシャットダウンの設定許可 [クリア条件] 0 ライト LPC ハードウェアリセットおよびLPCソフトウェアリセット LPC ハードウェアシャットダウン解除 (LPCPD 信号立ち上がりエッジ)</p> <p>1 : LPC ハードウェアシャットダウン状態の設定許可 LPCPD 信号ローレベル時にハードウェアシャットダウン状態 [セット条件] SDWNE=0 リード後の 1 ライト</p>
2	PMEE	0	R/W	—	<p>PME 出力イネーブル</p> <p>HICR1 の PMEB ビットとの組み合わせにより PME 出力を制御します。PME 端子出力はオープンドレインであり、Vcc へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。</p> <p>PMEE PMEB</p> <p>0 x : PME 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可 1 0 : PME 出力を許可、$\overline{\text{PME}}$ 端子出力は 0 レベル 1 1 : PME 出力を許可、$\overline{\text{PME}}$ 端子出力はハイインピーダンス</p>
1	LSMIE	0	R/W	—	<p>LSMI 出力イネーブル</p> <p>HICR1 の LSMIB ビットとの組み合わせにより LSMI 出力を制御します。$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はオープンドレインであり、Vcc へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。</p> <p>LSMIE LSMIB</p> <p>0 x : LSMI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可 1 0 : LSMI 出力を許可、$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力は 0 レベル 1 1 : LSMI 出力を許可、$\overline{\text{LSMI}}$ 端子出力はハイインピーダンス</p>

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
0	LSCIE	0	R/W	—	<p>LSCI 出力イネーブル</p> <p>HICR1のLSCIB ビットとの組み合わせにより LSCI 出力を制御します。LSCI 端子出力はオープンドレインであり、Vcc へのプルアップ抵抗の外付けが必要です。</p> <p>LSCIE LSCIB</p> <p>0 x : LSCI 出力を禁止、端子の兼用機能の入出力を許可</p> <p>1 0 : LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力は 0 レベル</p> <p>1 1 : LSCI 出力を許可、LSCI 端子出力はハイインピーダンス</p>

【注】 x : Don't care

• HICR1

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	LPCBSY	0	R	—	<p>LPC ビジー</p> <p>LPC インタフェースが、転送サイクルを処理中であることを示します。</p> <p>0 : LPC インタフェースが転送サイクル待ち状態 バスアイドル、または処理対象外の転送サイクル中 転送サイクル中、転送の種類またはアドレスが未確定の状態 [クリア条件] LPCハードウェアリセットまたはLPCソフトウェアリセット LPCハードウェアシャットダウンまたはLPCソフトウェアシャットダウン 処理対象転送サイクルの強制終了 (アボート) 処理対象転送サイクルの正常終了</p> <p>1 : LPC インタフェースが転送サイクル処理中 [セット条件] 転送の種類およびアドレスの一致</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
6	CLKREQ	0	R	—	<p>LCLK リクエスト</p> <p>LPC インタフェースの SERIRQ が、LCLK の再起動を要求中であることを示します。</p> <p>0 : LCLK の再起動要求なし</p> <p>[クリア条件]</p> <p>LPC ハードウェアリセットまたは LPC ソフトウェアリセット LPC ハードウェアシャットダウンまたは LPC ソフトウェアシャットダウン</p> <p>SERIRQ がコンティニュアスモードに設定されたクワイエットモード時に、新たにホストに転送する割り込みがなくなった</p> <p>1 : LCLK の再起動要求あり</p> <p>[セット条件]</p> <p>クワイエットモード時・LCLK 停止中に SERIRQ 割り込み出力の必要が生じた</p>
5	IRQBSY	0	R	—	<p>SERIRQ ビジー</p> <p>LPC インタフェースの SERIRQ が、転送処理中であることを示します。</p> <p>0 : SERIRQ の転送フレーム開始待ち状態</p> <p>[クリア条件]</p> <p>LPC ハードウェアリセットまたは LPC ソフトウェアリセット LPC ハードウェアシャットダウンまたは LPC ソフトウェアシャットダウン</p> <p>SERIRQ の転送フレーム終了</p> <p>1 : SERIRQ の転送処理中</p> <p>[セット条件]</p> <p>SERIRQ の転送フレーム開始</p>
4	LRSTB	0	R/W	—	<p>LPC ソフトウェアリセットビット</p> <p>LPC インタフェースをリセットします。LPC リセットで初期化される範囲は、「16.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。</p> <p>0 : 通常状態</p> <p>[クリア条件]</p> <p>0 ライト</p> <p>LPC ハードウェアリセット</p> <p>1 : LPC ソフトウェアリセット状態</p> <p>[セット条件]</p> <p>LRSTB=0 リード後の 1 ライト</p>

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
3	SDWNB	0	R/W	—	<p>LPC ソフトウェアシャットダウンビット</p> <p>LPC インタフェースのシャットダウンを制御します。LPC シャットダウン機能の詳細、LPC リセットおよび LPC シャットダウンで初期化される範囲は、「16.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)」を参照してください。</p> <p>0 : 通常状態</p> <p>[クリア条件]</p> <p>0 ライト</p> <p>LPC ハードウェアリセットおよび LPC ソフトウェアリセット</p> <p>LPC ハードウェアシャットダウン (SDWNE=1 のとき、$\overline{\text{LPCPD}}$ 信号立ち下がりエッジ)</p> <p>LPC ソフトウェアシャットダウン解除 (SDWNE=0 のとき、$\overline{\text{LPCPD}}$ 信号立ち上がりエッジ)</p> <p>1 : LPC ソフトウェアシャットダウン状態</p> <p>[セット条件]</p> <p>SDWNB=0 リード後の 1 ライト</p>
2	PMEB	0	R/W	—	<p>PME 出力ビット</p> <p>PMEE ビットとの組み合わせにより PME 出力を制御します。詳細は HICR0 の PMEE ビットを参照してください。</p>
1	LSMIB	0	R/W	—	<p>LSMI 出力ビット</p> <p>LSMIE ビットとの組み合わせにより LSMI 出力を制御します。詳細は HICR0 の LSMIE ビットを参照してください。</p>
0	LSCIB	0	R/W	—	<p>LSCI 出力ビット</p> <p>HICR1 の LSCIE ビットとの組み合わせにより LSCI 出力を制御します。詳細は LSCIE ビットを参照してください。</p>

16.3.2 ホストインタフェースコントロールレジスタ 2、3 (HICR2、HICR3)

HICR2は、LPC インタフェースのスレーブ（本 LSI）に対する割り込みを制御します。HICR3は、LPC インタフェースの端子状態をモニタします。HICR2 のビット 6~0 は、リセット時に H'00 に初期化されます。それ以外のビットの状態は、端子の状態によって決定されます。端子モニタビットは、LPC インタフェースの動作状態や端子を兼用する機能の動作状態にかかわらず、端子の状態をモニタすることができます。

- HICR2

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	GA20	不定	R	—	GA20 端子モニタ
6	LRST	0	R/(W)*	—	LPC リセット割り込みフラグ LPC ハードウェアリセット発生時に ERR1 割り込みを発生させるフラグです。 0: [クリア条件] LRST=1 リード後の 0 ライト 1: [セット条件] LRESET 端子の立ち下がりエッジ検出
5	SDWN	0	R/(W)*	—	LPC シャットダウン割り込みフラグ LPC ハードウェアシャットダウン要求発生時に ERR1 割り込みを発生させる割り込みフラグです。 0: [クリア条件] SDWN=1 リード後の 0 ライト LPC ハードウェアリセット (LRESET 端子の立ち下がりエッジ検出) LPC ソフトウェアリセット (LRSTB=1) 1: [セット条件] LPCPD 端子の立ち下がりエッジ検出

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
4	ABRT	0	R/(W)*	—	<p>LPC アボート割り込みフラグ</p> <p>LPC 転送サイクルの強制終了 (アボート) 発生時に ERRI 割り込みを発生させる割り込みフラグです。</p> <p>0: [クリア条件]</p> <p>ABRT=1 リード後の 0 ライト</p> <p>LPC ハードウェアリセット (LRESET 端子の立ち下がりエッジ検出)</p> <p>LPC ソフトウェアリセット (LRSTB=1)</p> <p>LPC ハードウェアシャットダウン (SDWNE=1 かつ LPCPD 端子の立ち下がりエッジ検出)</p> <p>LPC ソフトウェアシャットダウン (SDWNB=1)</p> <p>1: [セット条件]</p> <p>LPC 転送サイクル中の LFRAME 端子の立ち下がりエッジ検出</p>
3	IBFIE3	0	R/W	—	<p>IDR3、TWR 受信完了割り込みイネーブル</p> <p>スレーブ (本 LSI) に対して IBFI1 割り込みを許可または禁止します。</p> <p>0: 入力データレジスタ (IDR3) および TWR の受信完了割り込み要求を禁止</p> <p>1: [LADR3 の TWRIE=0 の場合] 入力データレジスタ (IDR3) 受信完了割り込み要求を許可</p> <p>[LADR3 の TWRIE=1 の場合] 入力データレジスタ (IDR3) および TWR 受信完了割り込み要求を許可</p>
2	IBFIE2	0	R/W	—	<p>IDR2 受信完了割り込みイネーブル</p> <p>スレーブ (本 LSI) に対して IBFI2 割り込みを許可または禁止します。</p> <p>0: 入力データレジスタ (IDR2) 受信完了割り込み要求を禁止</p> <p>1: 入力データレジスタ (IDR2) 受信完了割り込み要求を許可</p>
1	IBFIE1	0	R/W	—	<p>IDR1 受信完了割り込みイネーブル</p> <p>スレーブ (本 LSI) に対して IBFI3 割り込みを許可または禁止します。</p> <p>0: 入力データレジスタ (IDR1) 受信完了割り込み要求を禁止</p> <p>1: 入力データレジスタ (IDR1) 受信完了割り込み要求を許可</p>
0	ERRIE	0	R/W	—	<p>エラー割り込みイネーブル (ERRIE)</p> <p>スレーブ (本 LSI) に対して ERRI 割り込みを許可または禁止します。</p> <p>0: エラー割り込み要求を禁止</p> <p>1: エラー割り込み要求を許可</p>

【注】 * ビット 6~4 はフラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• HICR3

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	LFRAME	不定	R	—	LFRAME 端子モニタ
6	CLKRUN	不定	R	—	CLKRUN 端子モニタ
5	SERIRQ	不定	R	—	SERIRQ 端子モニタ
4	LRESET	不定	R	—	LRESET 端子モニタ
3	LPCPD	不定	R	—	LPCPD 端子モニタ
2	PME	不定	R	—	PME 端子モニタ
1	LSMI	不定	R	—	LSMI 端子モニタ
0	LSCI	不定	R	—	LSCI 端子モニタ

16.3.3 ホストインタフェースコントロールレジスタ 4 (HICR4)

HICR4 は、LPC インタフェースのスレーブ（本 LSI）のチャンネル 4 に対する動作を許可/禁止、割り込みを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	—	0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	LPC4E	0	R/W	—	LPC イネーブル 4 0 : LPC チャンネル 4 の動作を禁止 IDR4、ODR4、STR4 に関してアドレス (LADR4) 一致発生なし 1 : LPC チャンネル 4 の動作を許可
5	IBFIE4	0	R/W	—	IDR4 受信完了割り込みイネーブル スレーブ（本 LSI）に対して IBFIE4 割り込みを許可または禁止します。 0 : 入力データレジスタ (IDR4) 受信完了割り込み要求を禁止 1 : 入力データレジスタ (IDR4) 受信完了割り込み要求を許可
4~0	—	すべて 0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

16. LPC インタフェース (LPC)

16.3.4 ホストインタフェースコントロールレジスタ 5 (HICR5)

HICR5 は、OBEI 割り込みを制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	OBEIE	0	R/W	—	アウトプットバッファエンプティ割り込みイネーブル スレーブ (本 LSI) に対して OBEI 割り込みを許可または禁止します。 0: アウトプットバッファエンプティ割り込み要求を禁止 1: アウトプットバッファエンプティ割り込み要求を許可
6	OBEI	0	R/W	—	アウトプットバッファエンプティ割り込みフラグ 0: [クリア条件] OBEI=1 リード後の 0 ライト LPC ハードウェアリセットおよび LPC ソフトウェアリセット 1: [セット条件] OBF1、OBF2、OBF3A、OBF3B および OBF4 のいずれかがクリアされたとき
5~0	—	すべて 0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

16.3.5 LPC チャネル 1 アドレスレジスタ H、L (LADR1H、LADR1L)

LADR1 は LPC チャネル 1 のホストアドレスの設定を行います。LADR1 は、チャネル 1 動作時 (LPC1E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR1H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 1 アドレスビット 15~8 LPC チャネル 1 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR1L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル1 アドレスビット7~3 LPC チャンネル1 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	1	R/W	—	
5	bit5	1	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル1 アドレスビット1、0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル1 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
bit15~3	bit2	bit1、0		
LADR1 (bit15~3)	0	LADR1 (bit1、0)	I/O ライト	IDR1 ライト (データ)
LADR1 (bit15~3)	1	LADR1 (bit1、0)	I/O ライト	IDR1 ライト (コマンド)
LADR1 (bit15~3)	0	LADR1 (bit1、0)	I/O リード	ODR1 リード
LADR1 (bit15~3)	1	LADR1 (bit1、0)	I/O リード	STR1 リード

【注】 チャンネル1 を使用する場合は、LADR1 をチャンネル2、3、4 と異なるアドレスに設定にしてください。

16.3.6 LPC チャンネル2 アドレスレジスタ H、L (LADR2H、LADR2L)

LADR2 は LPC チャンネル2 のホストアドレスの設定を行います。LADR2 は、チャンネル2 動作時 (LPC2E を1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR2H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル2 アドレスビット15~8 LPC チャンネル2 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

16. LPC インタフェース (LPC)

• LADR2L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル2 アドレスビット 7~3 LPC チャンネル2 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	1	R/W	—	
5	bit5	1	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	1	R/W	—	チャンネル2 アドレスビット 1, 0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル2 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
bit15~3	bit2	bit1, 0		
LADR2 (bit15~3)	0	LADR2 (bit1, 0)	I/O ライト	IDR2 ライト (データ)
LADR2 (bit15~3)	1	LADR2 (bit1, 0)	I/O ライト	IDR2 ライト (コマンド)
LADR2 (bit15~3)	0	LADR2 (bit1, 0)	I/O リード	ODR2 リード
LADR2 (bit15~3)	1	LADR2 (bit1, 0)	I/O リード	STR2 リード

【注】 チャンネル2 を使用する場合は、LADR2 をチャンネル1、3、4 と異なるアドレスに設定にしてください。

16.3.7 LPC チャンネル3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)

LADR3 は LPC チャンネル3 のホストアドレスの設定、および、双方向レジスタの動作の制御を行います。LADR3 のアドレス部分は、チャンネル3 動作時 (LPC3E を1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR3H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル3 アドレスビット 15~8 LPC チャンネル3 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR3L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル3アドレスビット7~3 LPCチャンネル3のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	0	R/W	—	
5	bit5	0	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	—	0	R/W	—	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル3アドレスビット1 LPCチャンネル3のホストアドレスの設定を行います。
0	TWRE	0	R/W	—	双方向レジスタイネーブル 双方向レジスタの動作を許可または禁止します。 0: TWRの動作を禁止 TWRに関してI/Oアドレスの一致判定を停止 1: TWRの動作を許可

LPC3E=1の場合、LPCのI/Oサイクルで受信したI/Oアドレスは、LADR3の内容と比較されます。IDR3、ODR3、STR3のアドレス一致判定時には、LADR3のビット0を0とみなし、ビット2の内容は無視します。TWR0~TWR15のアドレス一致判定時には、LADR3のビット4を反転し、ビット3~0の内容は無視します。

• ホスト選択レジスタ

I/Oアドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0		
bit4	bit3	0	bit1	0	I/Oライト	IDR3ライト、C/D3←0
bit4	bit3	1	bit1	0	I/Oライト	IDR3ライト、C/D3←1
bit4	bit3	0	bit1	0	I/Oリード	ODR3リード
bit4	bit3	1	bit1	0	I/Oリード	STR3リード
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	0	I/Oライト	TWR0MWライト
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	1	I/Oライト	TWR1ライト
$\overline{\text{bit4}}$:	:	:	:		~
$\overline{\text{bit4}}$	1	1	1	1		TWR15ライト
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	0	I/Oリード	TWR0SWリード
$\overline{\text{bit4}}$	0	0	0	1	I/Oリード	TWR1リード
$\overline{\text{bit4}}$:	:	:	:		~
$\overline{\text{bit4}}$	1	1	1	1		TWR15リード

【注】 チャンネル3を使用する場合は、LADR3の設定をチャンネル1、2、4と異なるアドレスに設定にしてください。

16. LPC インタフェース (LPC)

16.3.8 LPC チャンネル 4 アドレスレジスタ H、L (LADR4H、LADR4L)

LADR4 は、LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。LADR4 は、チャンネル 4 動作時 (LPC4E を 1 にセットした状態) では、内容を変更しないでください。

• LADR4H

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit15	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 15~8 LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit14	0	R/W	—	
5	bit13	0	R/W	—	
4	bit12	0	R/W	—	
3	bit11	0	R/W	—	
2	bit10	0	R/W	—	
1	bit9	0	R/W	—	
0	bit8	0	R/W	—	

• LADR4L

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
7	bit7	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 7~3 LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。
6	bit6	0	R/W	—	
5	bit5	0	R/W	—	
4	bit4	0	R/W	—	
3	bit3	0	R/W	—	
2	bit2	0	R/W	—	リザーブビット アドレス一致判定では無視されます。
1	bit1	0	R/W	—	チャンネル 4 アドレスビット 1、0
0	bit0	0	R/W	—	LPC チャンネル 4 のホストアドレスの設定を行います。

• ホスト選択レジスタ

I/O アドレス			転送サイクル	ホスト選択レジスタ
bit15~3	bit2	bit1、0		
LADR4 (bit15~3)	0	LADR4 (bit1、0)	I/O ライト	IDR4 ライト (データ)
LADR4 (bit15~3)	1	LADR4 (bit1、0)	I/O ライト	IDR4 ライト (コマンド)
LADR4 (bit15~3)	0	LADR4 (bit1、0)	I/O リード	ODR4 リード
LADR4 (bit15~3)	1	LADR4 (bit1、0)	I/O リード	STR4 リード

【注】 チャンネル 4 を使用する場合は、LADR4 をチャンネル 1、2、3 と異なるアドレスに設定にしてください。

16.3.9 入力データレジスタ 1~4 (IDR1~IDR4)

IDR1~IDR4は8ビットの、スレーブ（本LSI）に対してはリード専用の、ホストに対してはライト専用のレジスタです。I/Oアドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPCのI/Oライトサイクルで転送されたデータが、選択されたレジスタにライトされます。I/Oアドレスのビット2はSTRの C/\bar{D} ビットに反映され、コマンドライトとデータライトの識別に用いられます。IDR1~IDR4の初期値は不定です。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15~4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15~4	bit3	0	bit1	bit0	I/O ライト	IDRn ライト、 $C/\bar{D}n \leftarrow 0$
bit15~4	bit3	1	bit1	bit0	I/O ライト	IDRn ライト、 $C/\bar{D}n \leftarrow 1$

(n=1~4)

16.3.10 出力データレジスタ 1~4 (ODR1~ODR4)

ODR1~ODR4は8ビットの、スレーブ（本LSI）に対してはリード/ライト可能な、ホストに対してはリード専用のレジスタです。I/Oアドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPCのI/Oリードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。ODR1~ODR4の初期値は不定です。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15~4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15~4	bit3	0	bit1	bit0	I/O リード	ODRn リード

(n=1~4)

16.3.11 双方向データレジスタ 0~15 (TWR0~TWR15)

TWR0~TWR15は、スレーブ（本LSI）とホストで、どちらからもリード/ライト可能な16バイトの8ビットレジスタです。ただし、TWR0は、ホストアドレス、スレーブアドレスとも同一のアドレスにふたつのレジスタ（TWR0MW、TWR0SW）が割り当てられています。TWR0MWは、ホストからはライト専用、スレーブからはリード専用のレジスタです。TWR0SWは、スレーブからはライト専用、ホストからはリード専用のレジスタです。ホストとスレーブがライトを開始する場合、それぞれTWR0にライトした後、そのライトが有効だったかをステータスフラグで確認することにより同時アクセス時のアクセス権の調停を行います。I/Oアドレスによってホストから選択されるレジスタは、「16.3.7 LPC チャンネル3 アドレスレジスタ H、L (LADR3H、LADR3L)」を参照してください。

LPCのI/Oライトサイクルで転送されたデータが、選択されたレジスタにライトされ、LPCのI/Oリードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。TWR0~TWR15の初期値は不定です。

16. LPC インタフェース (LPC)

16.3.12 ステータスレジスタ 1~4 (STR1~STR4)

STR1~STR4は、8ビットのレジスタで、LPC インタフェース処理中の状態を表示します。I/O アドレスによってホストから選択されるレジスタは以下のようになります。LPC の I/O リードサイクルで、選択されたレジスタのデータがホストに転送されます。

I/O アドレス					転送 サイクル	ホスト選択レジスタ
ビット 15~4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0		
bit15~4	bit3	1	bit1	bit0	I/O リード	STRn リード

(n=1~4)

• STR1

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU17	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU16	0	R/W	R	
5	DBU15	0	R/W	R	
4	DBU14	0	R/W	R	
3	C/D1	0	R	R	コマンド/データ ホストが IDR1 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR1 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0 : 入力データレジスタ (IDR1) の内容はデータ 1 : 入力データレジスタ (IDR1) の内容はコマンド
2	DBU12	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF1	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 なお、高速 GATE A20 を使用しているときは IBF1 フラグのセット/クリア条件が変わります。詳細は表 16.4 を参照してください。 0 : [クリア条件] スレーブが IDR1 をリード 1 : [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR1 にホストライト
0	OBF1	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0 : [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR1 をホストリード、またはスレーブが OBF1 ビットに 0 ライト 1 : [セット条件] スレーブが ODR1 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR2

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU27	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU26	0	R/W	R	
5	DBU25	0	R/W	R	
4	DBU24	0	R/W	R	
3	C/D2	0	R	R	コマンド/データ ホストが IDR2 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR2 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0 : 入力データレジスタ (IDR2) の内容はデータ 1 : 入力データレジスタ (IDR2) の内容はコマンド
2	DBU22	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF2	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0 : [クリア条件] スレーブが IDR2 をリード 1 : [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR2 にホストライト
0	OBF2	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0 : [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR2 をホストリード、またはスレーブが OBF2 ビットに 0 ライト 1 : [セット条件] スレーブが ODR2 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

16. LPC インタフェース (LPC)

- STR3 (TWRE=1またはSELSTR3=0のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	IBF3B	0	R	R	双方向レジスタ入力データフルフラグ スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが TWR15 をリード 1: [セット条件] ホストが I/O ライトサイクルにより TWR15 にライト
6	OBF3B	0	R/(W)*	R	双方向レジスタ出力データフルフラグ 0: [クリア条件] ホストが I/O リードサイクルにより TWR15 をリード、またはスレーブが OBF3B ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが TWR15 にライト
5	MWMF	0	R	R	マスタライトモードフラグ 0: [クリア条件] スレーブが TWR15 をリード 1: [セット条件] ホストが SWMF=0 の状態で、I/O ライトサイクルにより TWR0 にライト
4	SWMF	0	R/(W)*	R	スレーブライトモードフラグ マスタとスレーブの同時ライト時にはマスタのライトが優先されます。 0: [クリア条件] ホストが I/O リードサイクルにより TWR15 をリード、またはスレーブが SWMF ビットに 0 ライト 1: [セット条件] MWMF=0 の状態で、スレーブが TWR0 にライト
3	C/D $\bar{3}$	0	R	R	コマンド/データフラグ ホストが IDR3 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR3 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はコマンド
2	DBU32	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
1	IBF3A	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR3 をリード 1: [セット条件] ホストが I/O ライトサイクルにより IDR にライト
0	OBF3A	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR3 をホストリード、またはスレーブが OBF3 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR3 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR3 (TWRE=0でSELSTR3=1のとき)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU37	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU36	0	R/W	R	
5	DBU35	0	R/W	R	
4	DBU34	0	R/W	R	
3	C/D3	0	R	R	コマンド/データ ホストが IDR3 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR3 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR3) の内容はコマンド
2	DBU32	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF3	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR3 をリード 1: [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR3 にホストライト

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
0	OBF3	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR3 をホストリード、またはスレーブが OBF3 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR3 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

• STR4

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	DBU47	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
6	DBU46	0	R/W	R	
5	DBU45	0	R/W	R	
4	DBU44	0	R/W	R	
3	C/D4	0	R	R	コマンド/データ ホストが IDR4 に対してライトを行ったときの、I/O アドレスのビット 2 の状態がライトされ、IDR4 の内容がデータかコマンドかを識別します。 0: 入力データレジスタ (IDR4) の内容はデータ 1: 入力データレジスタ (IDR4) の内容はコマンド
2	DBU42	0	R/W	R	ユーザ定義ビット ユーザが必要に応じて使用できるビットです。
1	IBF4	0	R	R	入力データレジスタフル スレーブ (本 LSI) に対しての内部割り込み要因の 1 つとなります。 0: [クリア条件] スレーブが IDR4 をリード 1: [セット条件] I/O ライトサイクルにより IDR4 にホストライト
0	OBF4	0	R/(W)*	R	出力データレジスタフル 0: [クリア条件] I/O リードサイクルにより ODR4 をホストリード、またはスレーブが OBF4 ビットに 0 ライト 1: [セット条件] スレーブが ODR4 にライト

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

16.3.13 SERIRQ コントロールレジスタ 0 (SIRQCR0)

SIRQCR0 には、SERIRQ の動作モードを示すステータスビットと、SERIRQ の割り込みソースを指定するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	Q/C	0	R	—	クワイエット/コンティニュアスモードフラグ SERIRQ の転送サイクルの最後で、ホストにより指定されたモードを示します。 0: コンティニュアスモード [クリア条件] • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • SERIRQ 転送サイクルのストップフレームによる指定 1: クワイエットモード [セット条件] SERIRQ 転送サイクルのストップフレームによる指定
6	SELREQ	0	R/W	—	スタートフレーム起動要求選択 クワイエットモードでホスト割り込み要求がクリアされた場合のスタートフレーム起動の条件を選択します。 0: すべての割り込み要求がクリアされたとき 1: 1 つ以上の割り込み要求がクリアされたとき
5	IEDIR2	0	R/W	—	割り込みイネーブルダイレクトモード 2 LPC チャネル 2 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連付けて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。 0: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求 1: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求
4	SMIE3B	0	R/W	—	ホスト SMI 割り込みイネーブル 3B TWR15 ライトにより OBF3B がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。 0: OBF3B および SMIE3B による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件] • SMIE3B への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3B の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) 1: [IEDIR3=0 の場合] OBF3B の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE3B=0 リード後の 1 ライト

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
3	SMIE3A	0	R/W	—	<p>ホスト SMI 割り込みイネーブル 3A ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF3A および SMIE3A による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SMIE3A への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) <p>1 : [IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE3A=0 リード後の 1 ライト</p>
2	SMIE2	0	R/W	—	<p>ホスト SMI 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、SMI 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF2 および SMIE2 による SMI 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SMIE2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) <p>1 : [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] SMI 割り込みを要求 [セット条件] SMIE2=0 リード後の 1 ライト</p>
1	IRQ12E1	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ12 割り込みイネーブル 1 ODR1 ライトにより OBF1 がセットされた場合の、HIRQ12 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF1 および IRQ12E1 による HIRQ12 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ12E1 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF1 の 0 クリア <p>1 : OBF1 の 1 セットによる HIRQ12 割り込み要求を許可 [セット条件] IRQ12E1=0 リード後の 1 ライト</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
0	IRQ1E1	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ1 割り込みイネーブル 1</p> <p>ODR1 ライトにより OBF1 がセットされた場合の、HIRQ1 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF1 および IRQ1E1 による HIRQ1 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ1E1 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF1 の 0 クリア <p>1 : OBF1 の 1 セットによる HIRQ1 割り込み要求を許可 [セット条件]</p> <p>IRQ1E1=0 リード後の 1 ライト</p>

16.3.14 SERIRQ コントロールレジスタ 1 (SIRQCR1)

SIRQCR1 には、SERIRQ の割り込み要求の許可または禁止を指定するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	IRQ11E3	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 3</p> <p>ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ11 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF3A および IRQ11E3 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ11E3 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) <p>1 : [IEDIR3=0 の場合] OBF3A の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合] HIRQ11 割り込みを要求 [セット条件]</p> <p>IRQ11E3=0 リード後の 1 ライト</p>

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
6	IRQ10E3	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 3</p> <p>ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ10 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF3A および IRQ10E3 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ10E3 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) <p>1 : [IEDIR3=0 の場合]</p> <p>OBF3A の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合]</p> <p>HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件]</p> <p>IRQ10E3=0 リード後の 1 ライト</p>
5	IRQ9E3	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 3</p> <p>ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ9 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF3A および IRQ9E3 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ9E3 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) <p>1 : [IEDIR3=0 の場合]</p> <p>OBF3A の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合]</p> <p>HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件]</p> <p>IRQ9E3=0 リード後の 1 ライト</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W		説 明
			スレーブ	ホスト	
4	IRQ6E3	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 3</p> <p>ODR3 ライトにより OBF3A がセットされた場合の、HIRQ6 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF3A および IRQ6E3 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ6E3 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF3A の 0 クリア (IEDIR3=0 の場合) <p>1 : [IEDIR3=0 の場合]</p> <p>OBF3A の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可 [IEDIR3=1 の場合]</p> <p>HIRQ6 割り込みを要求 [セット条件]</p> <p>IRQ6E3=0 リード後の 1 ライト</p>
3	IRQ11E2	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 2</p> <p>ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ11 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF2 および IRQ11E2 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ11E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) <p>1 : [IEDIR2=0 の場合]</p> <p>OBF2 の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合]</p> <p>HIRQ11 割り込みを要求 [セット条件]</p> <p>IRQ11E2=0 リード後の 1 ライト</p>

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
2	IRQ10E2	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ10 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF2 および IRQ10E2 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ10E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) <p>1 : [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件] IRQ10E2=0 リード後の 1 ライト</p>
1	IRQ9E2	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ9 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF2 および IRQ9E2 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ9E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) <p>1 : [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件] IRQ9E2=0 リード後の 1 ライト</p>
0	IRQ6E2	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 2 ODR2 ライトにより OBF2 がセットされた場合の、HIRQ6 割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF2 および IRQ6E2 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ6E2 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF2 の 0 クリア (IEDIR2=0 の場合) <p>1 : [IEDIR2=0 の場合] OBF2 の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可 [IEDIR2=1 の場合] HIRQ6 割り込みを要求 [セット条件] IRQ6E2=0 リード後の 1 ライト</p>

16.3.15 SERIRQ コントロールレジスタ 2 (SIRQCR2)

SIRQCR2 には、SERIRQ の割り込み要求の許可または禁止を指定するビットがあります。また、ホスト割り込み要求信号の出力を選択するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	IEDIR3	0	R/W	—	<p>割り込みイネーブルダイレクトモード 3</p> <p>LPC チャネル 3 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連づけて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。</p> <p>0: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求</p> <p>1: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求</p>
6	IEDIR4	0	R/W	—	<p>割り込みイネーブルダイレクトモード 4</p> <p>LPC チャネル 4 の SERIRQ の割り込み要因の発生を、OBF に関連づけて行うか、ホスト割り込み許可ビットのみで行うかを制御します。</p> <p>0: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットと、対応する OBF が両方とも 1 にセットされたときに要求</p> <p>1: ホスト割り込みは、ホスト割り込み許可ビットが 1 にセットされたときに要求</p>
5	IRQ11E4	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ11 割り込みイネーブル 4</p> <p>ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ11 の割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0: OBF4 および IRQ11E4 による HIRQ11 割り込みの要求を禁止</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ11E4 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) <p>1: [IEDIR4=0 の場合]</p> <p>OBF4 の 1 セットによる HIRQ11 割り込み要求を許可</p> <p>[IEDIR4=1 の場合]</p> <p>HIRQ11 割り込みを要求</p> <p>[セット条件]</p> <p>IRQ11E4=0 リード後の 1 ライト</p>

16. LPC インタフェース (LPC)

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
4	IRQ10E4	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ10 割り込みイネーブル 4</p> <p>ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ10 の割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0: OBF4 および IRQ10E4 による HIRQ10 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ10E4 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) <p>1: [IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ10 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ10 割り込みを要求 [セット条件] IRQ10E4=0 リード後の 1 ライト</p>
3	IRQ9E4	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ9 割り込みイネーブル 4</p> <p>ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ9 の割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0: OBF4 および IRQ9E4 による HIRQ9 割り込みの要求を禁止 [クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ9E4 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) <p>1: [IEDIR4=0 の場合] OBF4 の 1 セットによる HIRQ9 割り込み要求を許可 [IEDIR4=1 の場合] HIRQ9 割り込みを要求 [セット条件] IRQ9E4=0 リード後の 1 ライト</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
2	IRQ6E4	0	R/W	—	<p>ホスト IRQ6 割り込みイネーブル 4</p> <p>ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、HIRQ6 の割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF4 および IRQ6E4 による HIRQ6 割り込みの要求を禁止</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • IRQ6E4 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) <p>1 : [IEDIR4=0 の場合]</p> <p>OBF4 の 1 セットによる HIRQ6 割り込み要求を許可</p> <p>[IEDIR4=1 の場合]</p> <p>HIRQ6 割り込みを要求</p> <p>[セット条件]</p> <p>IRQ6E4=0 リード後の 1 ライト</p>
1	SMIE4	0	R/W	—	<p>ホスト SMI 割り込みイネーブル 4</p> <p>ODR4 ライトにより OBF4 がセットされた場合の、SMI の割り込み要求を許可または禁止します。</p> <p>0 : OBF4 および SMIE4 による SMI 割り込みの要求を禁止</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> • SMIE4 への 0 ライト • LPC ハードウェアリセット、LPC ソフトウェアリセット • OBF4 の 0 クリア (IEDIR4=0 の場合) <p>1 : [IEDIR4=0 の場合]</p> <p>OBF4 の 1 セットによる SMI 割り込み要求を許可</p> <p>[IEDIR4=1 の場合]</p> <p>SMI 割り込みを要求</p> <p>[セット条件]</p> <p>SMIE4=0 リード後の 1 ライト</p>
0	—	0	R/W	—	<p>リザーブビット</p> <p>初期値を変更しないでください。</p>

16.3.16 SERIRQ コントロールレジスタ 3 (SIRQCR3)

SIRQCR3 には、ホスト割り込み要求信号の出力を選択するビットがあります。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	SELIRQ15	0	R/W	—	ホスト IRQ 割り込み選択 SERIRQ 出力を選択するビットです。 0 : SERIRQ 端子出力はハイインピーダンス 1 : SERIRQ 端子出力はロウレベル
6	SELIRQ14	0	R/W	—	
5	SELIRQ13	0	R/W	—	
4	SELIRQ8	0	R/W	—	
3	SELIRQ7	0	R/W	—	
2	SELIRQ5	0	R/W	—	
1	SELIRQ4	0	R/W	—	
0	SELIRQ3	0	R/W	—	

16.3.17 ホストインタフェースセレクトレジスタ (HISEL)

HISEL は、STR3 レジスタのビット 7~4 の機能を選択することができます。また、各フレームのホスト割り込み要求信号の出力を選択することができます。

ビット	ビット名	初期値	R/W		説明
			スレーブ	ホスト	
7	SELSTR3	0	R/W	—	ステータスレジスタ 3 の選択 LADR3L の TWRE ビットとの組み合わせにより、STR3 のビット 7~4 の機能を選択します。STR3 についての詳細は、「16.3.12 ステータスレジスタ 1~4 (STR1~STR4) を参照してください。 0 : ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 1 : [TWRE=0] のとき ホストインタフェース処理中の状態を表示します。 [TWRE=1] のとき ユーザが必要に応じて使用できるリード/ライト可能なビットになります。
6	SELIRQ11	0	R/W	—	ホスト IRQ 割り込み選択 SERIRQ 出力を選択するビットです。 0 : [ホスト割り込み要求がクリアされている場合] SERIRQ 端子出力はハイインピーダンス [ホスト割り込み要求がセットされている場合] SERIRQ 端子出力はロウレベル 1 : [ホスト割り込み要求がクリアされている場合] SERIRQ 端子出力はロウレベル [ホスト割り込み要求がセットされている場合] SERIRQ 端子出力はハイインピーダンス
5	SELIRQ10	0	R/W	—	
4	SELIRQ9	0	R/W	—	
3	SELIRQ6	0	R/W	—	
2	SELSMI	0	R/W	—	
1	SELIRQ12	1	R/W	—	
0	SELIRQ1	1	R/W	—	

16.4 動作説明

16.4.1 LPC インタフェースの起動

HICR0 の LPC3E~LPC1E ビット、HICR4 の LPC4E ビットのいずれかひとつを 1 にセットすることにより、LPC インタフェースが起動します。LPC インタフェースを起動することにより、関連する I/O ポート (P37~P30、P83、P82) は LPC インタフェース専用入出力となります。さらに HICR0 の FGA20E、PMEE、LSMIE および LSCIE ビットを 1 にセットすることにより、関連する I/O ポート (P81、P80、PB1、PB0) が LPC インタフェースの入出力に加わります。

リセット解除後の LPC インタフェースの起動は、以下の手順に従ってください。

1. 信号線の状態をリードして、LPCを接続可能であることを確認します。
また、LPCの内部状態が初期状態であることを確認します。
2. チャンネル4を使用する場合は、LADR4を設定してI/Oアドレスを決定します。
3. チャンネル3を使用する場合は、LADR3を設定してチャンネル3のI/Oアドレスおよび双方向レジスタの使用の有無を決定します。
LPC/FWメモリサイクルを使用する場合は、関連するレジスタを設定します。
4. 使用するチャンネルのイネーブルビット (LPC4E~LPC1E) をセットします。
5. 使用する付加機能のイネーブルビット (FGA20E、PMEE、LSMIE、LSCIE) をセットします。
6. その他の機能の選択ビット (SDWNE、IEDIR) を設定します。
7. 念のため、割り込みフラグ (LRST、SDWN、ABRT、OBF、OBEI) をクリアします。IBFをクリアするために、IDRやTWR15をリードします。
8. 受信完了割り込みが必要なときは、受信完了割り込みイネーブルビット (IBFIE4~IBFIE1、ERRIE、OBEIE) を設定します。

16.4.2 LPC の I/O サイクル

LPC の転送サイクルには、LPC メモリリード、LPC メモリライト、I/O リード、I/O ライト、DMA リード、DMA ライト、バスマスタメモリリード、バスマスタメモリライト、バスマスタ I/O リード、バスマスタ I/O ライト、FW メモリリード、FW メモリライトの、合計 12 種類が存在します。本 LSI の LPC は、このうち I/O リード、I/O ライトをサポートします。

LPC の転送サイクルは、バスアイドル状態で $\overline{\text{LFRAME}}$ 信号が Low レベルになることにより起動されます。バスアイドルでない状態で $\overline{\text{LFRAME}}$ 信号が Low レベルになると、その LPC 転送サイクルの強制終了 (アポート) が要求されたことを表します。

I/O リードサイクルおよび I/O ライトサイクルでは、LCLK に同期して、次の順番で LAD3~LAD0 を用いて転送が行われます。スレーブからの同期返送サイクルは、B'0000 以外の値を返送してホストを待たせることが可能ですが、本 LSI の LPC では必ず B'0000 を返送します。

16. LPC インタフェース (LPC)

LPC インタフェースは、受信したアドレスが LPC のレジスタ (IDR、ODR、STR、TWR) のホストアドレスに一致した場合にビジーとなり、ステートカウンタ 12 のターンアラウンドを出力することによりアイドル状態に戻ります。レジスタおよびフラグの変更は、このタイミングで行われるため、転送サイクルの強制終了 (アポルト) があつた場合にはレジスタおよびフラグの内容の変更は行われません。

$\overline{\text{LFRAME}}$ 、LCLK、LAD 信号のタイミングを図 16.2、図 16.3 に示します。

表 16.2 LPC I/O サイクル

ステート カウンタ	I/O リードサイクル			I/O ライトサイクル		
	内容	駆動元	値 (3~0)	内容	駆動元	値 (3~0)
1	スタート	ホスト	0000	スタート	ホスト	0000
2	サイクル種類/方向	ホスト	0000	サイクル種類/方向	ホスト	0010
3	アドレス 1	ホスト	bit15~12	アドレス 1	ホスト	bit15~12
4	アドレス 2	ホスト	bit11~8	アドレス 2	ホスト	bit11~8
5	アドレス 3	ホスト	bit7~4	アドレス 3	ホスト	bit7~4
6	アドレス 4	ホスト	bit3~0	アドレス 4	ホスト	bit3~0
7	ターンアラウンド (リカバー)	ホスト	1111	データ 1	ホスト	bit3~0
8	ターンアラウンド	なし	ZZZZ	データ 2	ホスト	bit7~4
9	同期	スレーブ	0000	ターンアラウンド (リカバー)	ホスト	1111
10	データ 1	スレーブ	bit3~0	ターンアラウンド	なし	ZZZZ
11	データ 2	スレーブ	bit7~4	同期	スレーブ	0000
12	ターンアラウンド (リカバー)	スレーブ	1111	ターンアラウンド (リカバー)	スレーブ	1111
13	ターンアラウンド	なし	ZZZZ	ターンアラウンド	なし	ZZZZ

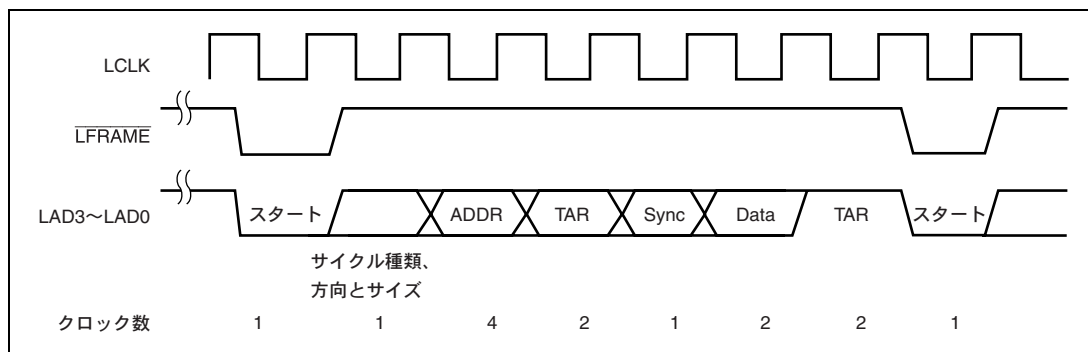


図 16.2 $\overline{\text{LFRAME}}$ のタイミング例

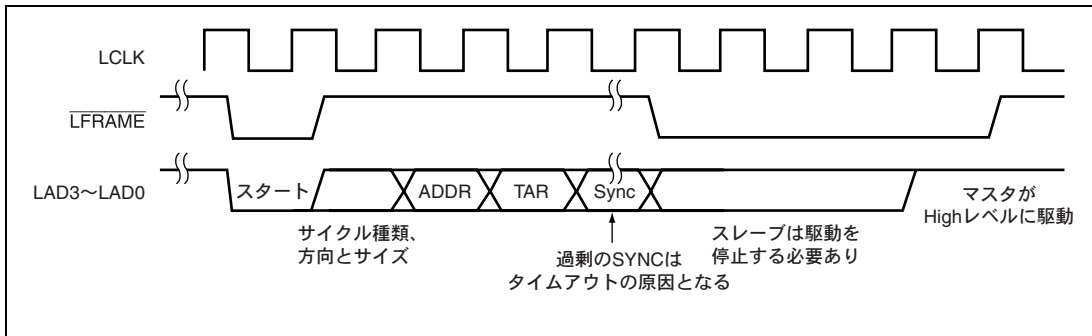


図 16.3 アポルトメカニズム

16.4.3 GATE A20

GATE A20 は 8086*系 CPU を使用したパソコンのアドレッシングモードをエミュレートするための機能で、アドレス A20 をマスクすることができます。本出力は通常 GATE A20 としてファームウェアで制御されますが、HICR0 の FGA20E ビットを 1 にセットすることによりハードウェアで処理速度を上げた、高速 GATE A20 機能を使用することが可能です。

【注】 * 米国インテル社のマイクロプロセッサの名称です。

(1) 通常の GATE A20 の動作

H'D1 コマンドとデータの組み合わせで GATE A20 の出力を制御することができます。スレーブ (本 LSI) がデータを受信するときは、通常は IBF11 割り込みによる割り込みルーチン使用して IDR1 をリードします。このとき、ファームウェアにより H'D1 コマンドに続くデータのビット 1 の値をコピーして GATE A20 端子に出力します。

(2) 高速 GATE A20 の動作

GA20 出力の内部状態は、FGA20E=0 であることにより 1 に初期化されます。FGA20E ビットを 1 にセットすると、GA20 は高速 GA20 信号の出力端子となります。GA20 端子の状態をモニタする場合は、HICR2 の GA20 ビットをリードしてください。

端子は、最初に初期値である 1 を出力します。その後ホストはコマンド/データを送ることにより本端子の出力を操作することができます。本機能は IDR1 によってのみ使用できます。この場合、ホストインタフェースはホストから入力されてくるコマンドをデコードします。ホストコマンド H'D1 が検出されると、このホストコマンドに続くデータのビット 1 が GA20 出力端子から出力されます。本動作は、ファームウェアや割り込みに依存しないため、通常の割り込みを使用した処理よりも高速です。表 16.3 に GA20 のセット/クリアの条件を、図 16.4 に GA20 出力のフローを示します。また、表 16.4 に GA20 出力信号の値を示します。

表 16.3 GA20 のセット/クリアタイミング

端子名	セット条件	クリア条件
GA20	H'D1 ホストコマンドに続くデータのビット 1 が 1 のとき	H'D1 ホストコマンドに続くデータのビット 1 が 0 のとき

16. LPC インタフェース (LPC)

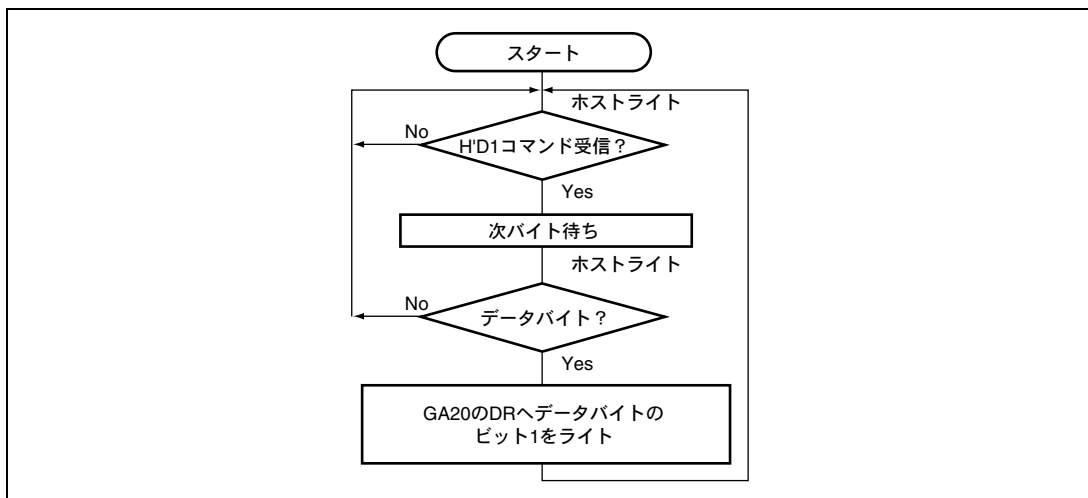


図 16.4 GA20 出力

表 16.4 高速 GATE A20 出力信号

C/D1	データ/コマンド	内部 CPU 割り込みフラグ (IBF)	GA20	備 考
1 0 1	H'D1 コマンド 1 データ*1 H'FF コマンド	0 0 0	Q 1 Q (1)	ターンオンシーケンス
1 0 1	H'D1 コマンド 0 データ*2 H'FF コマンド	0 0 0	Q 0 Q (0)	ターンオフシーケンス
1 0 1/0	H'D1 コマンド 1 データ*1 H'FF・H'D1 コマンド以外	0 0 1	Q 1 Q (1)	ターンオンシーケンス (短縮形)
1 0 1/0	H'D1 コマンド 0 データ*2 H'FF・H'D1 コマンド以外	0 0 1	Q 0 Q (0)	ターンオフシーケンス (短縮形)
1 1	H'D1 コマンド H'D1 以外のコマンド	0 1	Q Q	シーケンスの取消し
1 1	H'D1 コマンド H'D1 コマンド	0 0	Q Q	シーケンスの再トリガ
1 0 1	H'D1 コマンド 任意のデータ H'D1 コマンド	0 0 0	Q 1/0 Q (1/0)	シーケンスの連続実行

【注】 *1 ビット 1 が 1 の任意のデータ

*2 ビット 1 が 0 の任意のデータ

16.4.4 LPC インタフェースのシャットダウン機能 (LPCPD)

$\overline{\text{LPCPD}}$ 端子の状態により、LPC インタフェースをシャットダウン状態にすることができます。LPC インタフェースのシャットダウン状態には、LPC ハードウェアシャットダウン状態と LPC ソフトウェアシャットダウン状態の 2 種類があります。LPC ハードウェアシャットダウン状態は $\overline{\text{LPCPD}}$ 端子で、LPC ソフトウェアシャットダウン状態は SDWNB ビットで制御されます。いずれの状態でも、LPC インタフェースは部分的にリセット状態となり、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号および $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号以外の外部信号の影響を受けなくなります。

シャットダウン状態での消費電流を低減するためには、スレーブをスリープモードまたはソフトウェアスタンバイモードに設定することが有効です。ソフトウェアスタンバイモードに設定した場合には、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号によるシャットダウン状態の解除の前にソフトウェアスタンバイモードを解除しておく手段が必要です。

SDWNE ビットをあらかじめ 1 にセットしておく、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち下がりと同時に LPC ハードウェアシャットダウン状態になり、事前の準備ができません。一方、SDWNB ビットによって LPC ソフトウェアシャットダウン状態に設定すると、 $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち上がりと同時に LPC ソフトウェアシャットダウン状態の解除ができません。これを考慮して、LPC ソフトウェアシャットダウンと LPC ハードウェアシャットダウンを組合わせた操作手順を以下に示します。

1. SDWNE ビットは 0 にクリアしておきます。
2. ERRIE ビットを 1 にセットしておき、SDWN フラグによる割り込みを待ちます。
3. SDWN フラグによる ERRI 割り込みが発生したら、LPC インタフェースの内部状態フラグを確認し、処理すべき事項があれば処理します。
4. SDWNB ビットを 1 にセットして LPC ソフトウェアスタンバイモードを設定します。
5. SDWNE ビットを 1 にセットして LPC ハードウェアスタンバイモードに移行します。SDWNB ビットは自動的にクリアされます。
6. $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の状態を確認して、3~5 の操作中に $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号が立ち上がっていないことを確認します。もし立ち上がっていれば、SDWNE を 0 にクリアして (1) の状態に戻ります。
7. 必要に応じて、LMCCR1 の LMCE ビットが 0 にクリアされていることを確認してから、スレーブをスリープモードまたはソフトウェアスタンバイモードに設定します。
8. ソフトウェアスタンバイモードを設定した場合は、LPC と関係のない手段でソフトウェアスタンバイモードを解除します。
9. $\overline{\text{LPCPD}}$ 信号の立ち上がりエッジを検出すると、SDWNE ビットが自動的に 0 にクリアされます。スレーブがスリープモードに設定されている場合は、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号入力や LPC の転送サイクルの完了などによって解除されます。

16. LPC インタフェース (LPC)

表 16.5 に LPC インタフェース端子シャットダウン範囲を示します。

表 16.5 LPC インタフェース端子シャットダウン範囲

略 称	ポート	シャット ダウン範囲	入出力	備 考
LAD3~LAD0	P33~P30	○	入出力	Hi-Z
LFRAME	P34	○	入力	Hi-Z
LRESET	P35	×	入力	LPC ハードウェアリセット機能はアクティブ
LCLK	P36	○	入力	Hi-Z
SERIRQ	P37	○	入出力	Hi-Z
LSCI	PB1	△	入出力	Hi-Z、LSCIE=1 のときのみ
LSMI	PB0	△	入出力	Hi-Z、LSMIE=1 のときのみ
PME	P80	△	入出力	Hi-Z、PMEE=1 のときのみ
GA20	P81	△	入出力	Hi-Z、FGA20E=1 のときのみ
CLKRUN	P82	○	入力	Hi-Z
LPCPD	P83	×	入力	シャットダウン状態解除に必要

【記号説明】

- ：シャットダウン機能によりシャットダウンされる端子
- △：レジスタの設定による LPC 機能選択時のみシャットダウンされる端子
- ×

LPC シャットダウン状態では、LPC の内部状態および一部のレジスタビットが初期化されます。LPC リセット状態との優先順位は以下のようになっています。

1. システムリセット ($\overline{\text{STBY}}$ 、 $\overline{\text{RES}}$ 端子入力、WDT0オーバーフローによるリセット)
LPC4E~LPC1Eビットをはじめ、すべてのレジスタビットを初期化します。
2. LPCハードウェアリセット ($\overline{\text{LRESET}}$ 端子入力によるリセット)
LRSTB、SDWNE、SDWNBビットを0にクリアします。
3. LPCソフトウェアリセット (LRSTBによるリセット)
SDWNE、SDWNBビットを0にクリアします。
4. LPCハードウェアシャットダウン
SDWNBビットを0にクリアします。
5. LPCソフトウェアシャットダウン

各モードで初期化される範囲を表 16.6 に示します。

表 16.6 LPC インタフェースの各モードで初期化される範囲

初期化対象	システムリセット	LPC リセット	LPC シャットダウン
LPC 転送サイクルシーケンサ (内部状態) および LPCBSY フラグ、ABRT フラグ	初期化	初期化	初期化
SERIRQ 転送サイクルシーケンサ (内部状態) および CLKREQ、IRQBSY フラグ	初期化	初期化	初期化
LPC インタフェースフラグ (IBF1、IBF2、IBF3A、IBF3B、IBF4、MWMF、C/D $\bar{1}$ 、C/D $\bar{2}$ 、 C/D $\bar{3}$ 、C/D $\bar{4}$ 、OBF1、OBF2、OBF3A、OBF3B、OBF4、 SWMF、DBU、OBEI) および GA 20 (内部状態)	初期化	初期化	保持
ホスト割り込みイネーブル (IRQ1E1、IRQ12E1、SMIE2、IRQ6E2、IRQ9E2~ IRQ11E2、SMIE3B、SMIE3A、IRQ6E3、IRQ9E3~IRQ11E3、 SELREQ、SMIE4、IRQ6E4、IRQ9E4~IRQ11E4、IEDIR2 ~IEDIR4) および Q/C フラグ	初期化	初期化	保持
LRST フラグ	初期化 (0)	セット/クリア可能	セット/クリア可能
SDWN フラグ	初期化 (0)	初期化 (0)	セット/クリア可能
LRSTB ビット	初期化 (0)	HR : 0 SR : 1	0 (セット可能)
SDWNB ビット	初期化 (0)	初期化 (0)	HS : 0 SS : 1
SDWNE ビット	初期化 (0)	初期化 (0)	HS : 1 SS : 0 または 1
LPC インタフェース動作制御ビット (LPC4E~LPC1E、FGA20E、LADR1~LADR4、IBFIE1 ~IBFIE4、PMEE、PMEB、LSMIE、LSMIB、LSCIE、LSCIB、 TWRE、SELSTR3、SELIRQ1、SELSMI、SELIRQ3~ SELIRQ15、OBEIE)	初期化	保持	保持
LRESET 信号	入力 (ポート機能)	入力	入力
LPCPD 信号		入力	入力
LAD3~LAD0、LFRAME、LCLK、SERIRQ、CLKRUN 信号		入力	Hi-Z
PME、LSMI、LSCI、GA20 信号 (機能選択時)		出力	Hi-Z
PME、LSMI、LSCI、GA20 信号 (機能非選択時)		ポート機能	

【注】 システムリセット : STBY 入力、RES 入力、WDT オーバフローによるリセット

LPC リセット : LPC ハードウェアリセット (HR)、LPC ソフトウェアリセット (SR) によるリセット

LPC シャットダウン : LPC ハードウェアシャットダウン (HS)、LPC ソフトウェアシャットダウン (SS) によるリセット

16. LPC インタフェース (LPC)

$\overline{\text{LPCPD}}$ 、 $\overline{\text{LRESET}}$ 信号のタイミングを図 16.5 に示します。

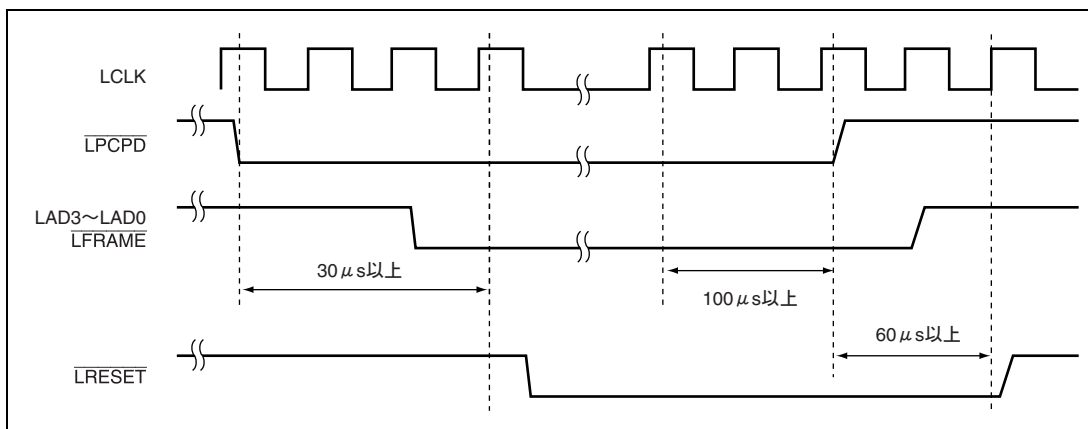


図 16.5 パワーダウン状態の終了タイミング

16.4.5 LPC インタフェースのシリアル割り込み動作 (SERIRQ)

SERIRQ 端子により、LPC インタフェースからホスト割り込み要求をすることができます。SERIRQ 端子によるホスト割り込み要求は、ホストまたは周辺機能から発生されるシリアル割り込み転送サイクルの開始フレームから起算して LCLK をカウントし、当該割り込みに対応するフレームで要求信号を発生します。このタイミングを図 16.6 に示します。

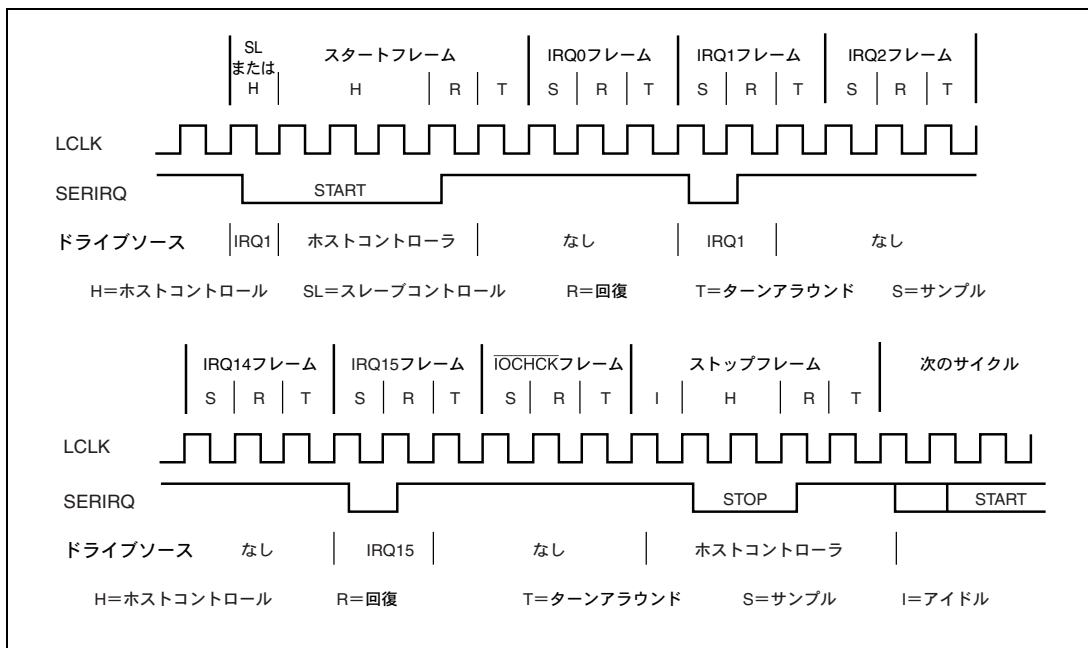


図 16.6 SERIRQ タイミング

シリアル割り込み転送サイクルのフレームの配列は次の通りです。各フレームのステート数のうち2ステートは、フレームの終わりに SERIRQ 信号を1レベルに戻すリカバーステートと、SERIRQ 信号をドライブしないターンアラウンドステートです。リカバーステートは、直前のステートをドライブしていたホストまたはスレーブがドライブする必要があります。

表 16.7 シリアル割り込み転送サイクルのフレームの配列

フレーム カウント	シリアル割り込み転送サイクル			備 考
	内 容	駆動元	ステート数	
0	スタート	スレーブ ホスト	6	クワイエットモード時のみ、先頭ステートのスレーブ駆動可能 続く3ステートをホストが0駆動
1	IRQ0	スレーブ	3	
2	IRQ1	スレーブ	3	LPC チャンネル1で駆動可能
3	SMI	スレーブ	3	LPC チャンネル2、3、4で駆動可能
4	IRQ3	スレーブ	3	
5	IRQ4	スレーブ	3	
6	IRQ5	スレーブ	3	
7	IRQ6	スレーブ	3	LPC チャンネル2、3、4で駆動可能
8	IRQ7	スレーブ	3	
9	IRQ8	スレーブ	3	
10	IRQ9	スレーブ	3	LPC チャンネル2、3、4で駆動可能
11	IRQ10	スレーブ	3	LPC チャンネル2、3、4で駆動可能
12	IRQ11	スレーブ	3	LPC チャンネル2、3、4で駆動可能
13	IRQ12	スレーブ	3	LPC チャンネル1で駆動可能
14	IRQ13	スレーブ	3	
15	IRQ14	スレーブ	3	
16	IRQ15	スレーブ	3	
17	IOCHCK	スレーブ	3	
18	ストップ	ホスト	不定	先頭に1ステート以上のアイドルステート その後ホストが2または3ステート0駆動 2ステート：次はクワイエットモード 3ステート：次はコンティニュアスモード

16. LPC インタフェース (LPC)

シリアル割り込みには、コンティニューアスモードとクワイエットモードがあり、次の転送サイクルがいずれのモードで起動されるかは、ひとつ前に終了したシリアル割り込み転送サイクルの停止フレームで選択されています。

コンティニューアスモードでは、ホストが定期的にホスト割り込み転送サイクルを起動します。クワイエットモードでは、ホストの他に、要求すべき割り込み要因をもつスレーブが割り込み転送サイクルを起動することができます。クワイエットモードでは、必ずしもホストが割り込み転送サイクルを起動する必要がないため、クロック (LCLK) 供給を中断して低消費電力状態に入ることが可能です。このときスレーブが割り込み要求を転送するためには、事前にクロックの再起動をホストに要求する必要があります。詳細は「16.4.6 LPC インタフェースのクロック起動要求」を参照してください。

16.4.6 LPC インタフェースのクロック起動要求

$\overline{\text{CLKRUN}}$ 端子により、ホストにクロック (LCLK) の再起動を要求することができます。LPC のデータ転送およびコンティニューアスモードの SERIRQ では、転送サイクルはホストにより起動されるため、クロックの再起動を要求することはありません。クワイエットモードの SERIRQ では、ホスト割り込み要求が発生すると $\overline{\text{CLKRUN}}$ 信号を駆動し、ホストにクロック (LCLK) の再起動を要求します。このタイミングを図 16.7 に示します。

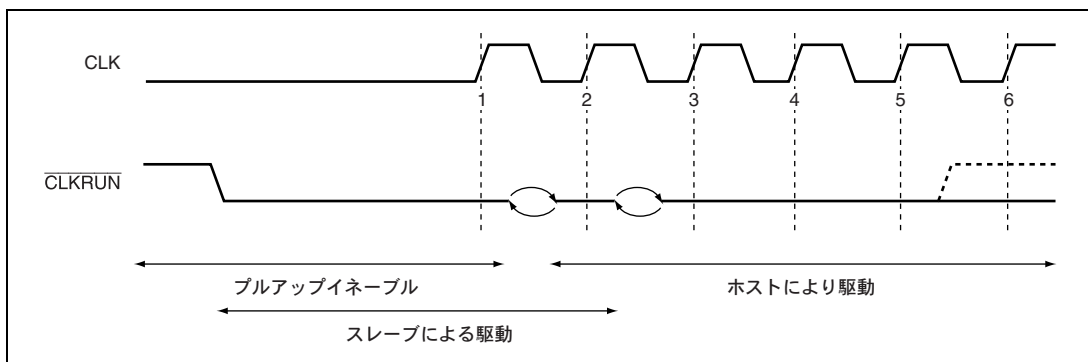


図 16.7 クロック起動要求タイミング

クワイエットモードの SERIRQ 以外の場合でクロックの再起動が必要な場合は、 $\overline{\text{PME}}$ 信号等を用いた別プロトコルによる対応が必要です。

16.5 割り込み要因

16.5.1 IBF11、IBF12、IBF13、IBF14、OBEI、ERRI

LPC インタフェースはスレーブ (本 LSI) に対して IBF1、IBF2、IBF3、IBF4、OBEI、ERRI の 6 つの割り込み要求があります。IBF11、IBF12、IBF13、IBF14 はそれぞれ入力データレジスタ IDR1、IDR2、IDR3、IDR4 および TWR についての受信完了割り込みです。ERRI は、LPC リセット、LPC シャットダウン、転送サイクルのアポートなど、特別な状態が発生したことを示す割り込みです。OBEI は、アウトプットバッファエンプティ割り込みです。割り込み要求は対応するイネーブルビットをセットすることにより許可されます。

表 16.8 受信完了割り込みおよびエラー割り込み

割り込み	説明
IBF11	IBFIE1 が 1 にセットされ、IDR1 が受信完了になったとき
IBF12	IBFIE2 が 1 にセットされ、IDR2 が受信完了になったとき
IBF13	IBFIE3 が 1 にセットされ、IDR3 が受信完了になったときまたは、TWRE と IBFIE3 が 1 にセットされ、TWR15 まで受信完了になったとき
IBF14	IBFIE4 が 1 にセットされ、IDR4 が受信完了になったとき
OBEI	OBEIE が 1 にセットされ、OBEI が 1 にセットされたとき
ERRI	ERRIE が 1 にセットされ、LRST、SDWN、ABRT のいずれかが 1 にセットされたとき

16.5.2 SMI、HIRQ1、HIRQ6、HIRQ9、HIRQ10、HIRQ11、HIRQ12

LPC インタフェースは、SERIRQ により 7 種類のホスト割り込みを要求することができます。HIRQ1 と HIRQ12 は LPC チャネル 1 専用で、SMI、HIRQ6、HIRQ9、HIRQ10 および HIRQ11 は LPC チャネル 2、チャネル 3 およびチャネル 4 のどちらからでも要求できます。

ホスト割り込み要求のクリアにはふたつの方法があります。

SIRQCR の IEDIR ビットが 0 にクリアされている場合は、ホスト割り込み要因と LPC チャネルは、すべてホスト割り込み要求イネーブルビットで関連付けられています。対応する LPC チャネルの ODR または TWR15 がホストにリードされることにより OBF フラグが 0 にクリアされると、対応するホスト割り込みイネーブルビットが自動的に 0 にクリアされ、ホスト割り込み要求がクリアされます。

SIRQCR の IEDIR ビットが 1 にセットされていると、ホスト割り込み要求は、ホスト割り込みイネーブルビットのみによって要求されます。また、OBF がクリアされても、ホスト割り込みイネーブルビットはクリアされません。したがって、SMIE1、SMIE2、SMIE3A、SMIE3B と SMIE4、IRQ6En、IRQ9En、IRQ10En、IRQ11En は、それぞれ機能上の違いはなくなります。ホスト割り込み要求をクリアするには、ホスト割り込みイネーブルビットをクリアする必要があります。(n=2~4)

表 16.9 に、これらのビットのセットとクリアの方法を示します。また、図 16.8 に処理フローを示します。

表 16.9 HIRQ のセット/クリア

ホスト割り込み	セット条件	クリア条件
HIRQ1	内部 CPU が、ODR1 にライトした後、IRQ1E1 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQ1E1 ビットに内部 CPU から 0 ライト、または ODR1 をホストリード
HIRQ12	内部 CPU が、ODR1 にライトした後、IRQ12E1 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQ12E1 ビットに内部 CPU から 0 ライト、ODR1 をホストリード
SMI (IEDIR2=0 または IEDIR3=0 または IEDIR4=0)	内部 CPU が、 ODR2 にライトした後、SMIE2 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR3 にライトした後、SMIE3A ビットの 0 リード後、1 をライト TWR15 にライトした後、SMIE3B ビットの 0 リード後、1 をライト ODR4 にライトした後、SMIE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	SMIE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR2 をホストリード SMIE3A ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR3 をホストリード SMIE3B ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または TWR15 をホストリード SMIE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR4 をホストリード
SMI (IEDIR2=1 または IEDIR3=1 または IEDIR4=1)	内部 CPU が、 SMIE2 ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE3A ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE3B ビットの 0 リード後、1 をライト SMIE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	SMIE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE3A ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE3B ビットに内部 CPU から 0 ライト SMIE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト
HIRQi (i=6、9、10、11) (IEDIR2=0 または IEDIR3=0 または IEDIR4=0)	内部 CPU が、 ODR2 にライトした後、IRQiE2 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR3 にライトした後、IRQiE3 ビットの 0 リード後、1 をライト ODR4 にライトした後、IRQiE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQiE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR2 をホストリード IRQiE3 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR3 をホストリード IRQiE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト、 または ODR4 をホストリード
HIRQi (i=6、9、10、11) (IEDIR2=1 または IEDIR3=1 または IEDIR4=1)	内部 CPU が、 IRQiE2 ビットの 0 リード後、1 をライト IRQiE3 ビットの 0 リード後、1 をライト IRQiE4 ビットの 0 リード後、1 をライト	IRQiE2 ビットに内部 CPU から 0 ライト IRQiE3 ビットに内部 CPU から 0 ライト IRQiE4 ビットに内部 CPU から 0 ライト

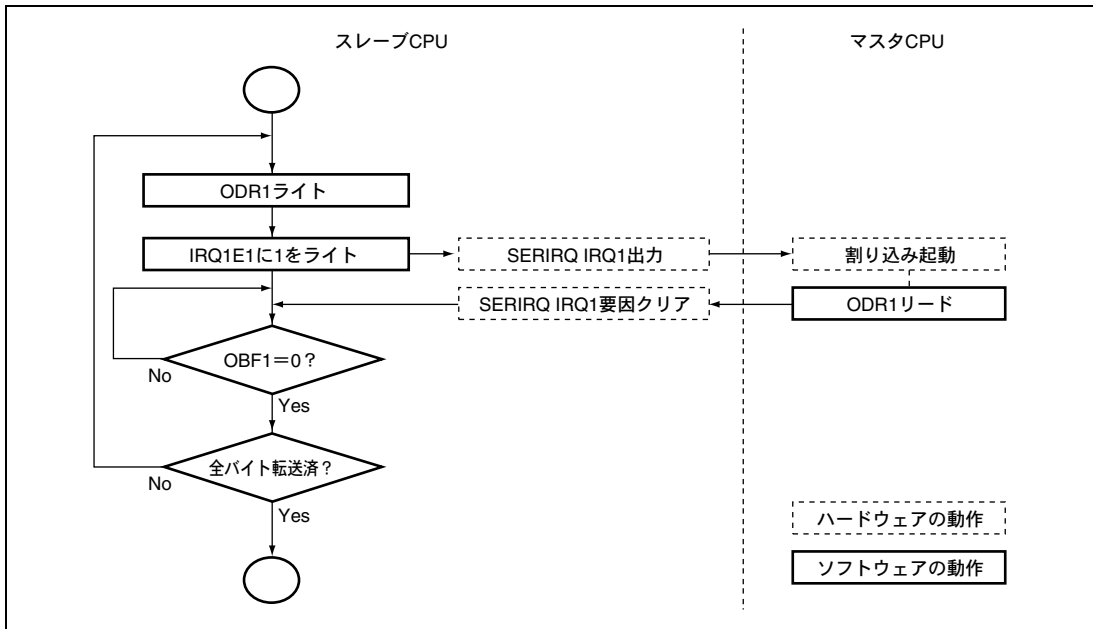


図 16.8 HIRQ の処理フロー (チャンネル1 の例)

16.6 使用上の注意事項

16.6.1 データアクセスの競合

LPC インタフェースはホストとスレーブ (本 LSI) からの非同期データのバッファリングを提供しています。データアクセスの競合を防ぐためには、STR 中のフラグを利用したインタフェースのプロトコルが必要です。たとえば、ホストとスレーブ (本 LSI) が同時に IDR や ODR をアクセスしようとする、正しいデータが得られません。同時アクセスを防ぐためには、IBF や OBF を利用して、書き込みの終わったデータのみをアクセスする必要があります。

双方向レジスタ (TWR) では、IDR や ODR と異なり、転送の方向が固定されていません。これを解決するために、STR 中に MWMF と SWMF があります。TWR0 にライトした後、TWR1~TWR15 の書き込み権を得られたのを MWMF と SWMF を利用して確認する必要があります。

LADR3 と IDR3、ODR3、STR3、TWR0MW、TWR0SW、TWR1~TWR15 レジスタのホストアドレス例を表 16.10 に示します。

16. LPC インタフェース (LPC)

表 16.10 ホストアドレス

レジスタ	LADR3=H'A24F の場合のホストアドレス	LADR3=H'FD0 の場合のホストアドレス
IDR3	H'A24A と H'A24E	H'3FD0 と H'3FD4
ODR3	H'A24A	H'3FD0
STR3	H'A24E	H'3FD4
TWR0MW	H'A250	H'3FC0
TWR0SW	H'A250	H'3FC0
TWR1	H'A251	H'3FC1
TWR2	H'A252	H'3FC2
TWR3	H'A253	H'3FC3
TWR4	H'A254	H'3FC4
TWR5	H'A255	H'3FC5
TWR6	H'A256	H'3FC6
TWR7	H'A257	H'3FC7
TWR8	H'A258	H'3FC8
TWR9	H'A259	H'3FC9
TWR10	H'A25A	H'3FCA
TWR11	H'A25B	H'3FCB
TWR12	H'A25C	H'3FCC
TWR13	H'A25D	H'3FCD
TWR14	H'A25E	H'3FCE
TWR15	H'A25F	H'3FCF

17. A/D 変換器

本 LSI は、逐次比較方式の 10 ビットの A/D 変換器を内蔵しており、最大 16 チャンネルのアナログ入力を選択することができます。A/D 変換器のブロック図を図 17.1 に示します。

17.1 特長

- 分解能：10ビット
- 入力チャンネル：16チャンネル
- 変換時間：1チャンネル当たり $6.7\mu\text{s}$ （20MHz動作時）
- 動作モード：2種類
 - シングルモード：1チャンネルのA/D変換
 - スキャンモード：1～4チャンネルの連続A/D変換または1～8チャンネルの連続A/D変換
- データレジスタ：8本
 - A/D変換結果は各チャンネルに対応した16ビットデータレジスタに保持
- サンプル&ホールド機能付き
- A/D変換開始方法：3種類
 - ソフトウェア
 - 16ビットタイマパルスユニット（TPU）または8ビットタイマ（TMR）による変換開始トリガ
- 割り込み要因
 - A/D変換終了割り込み要求（ADI）を発生

17. A/D 変換器

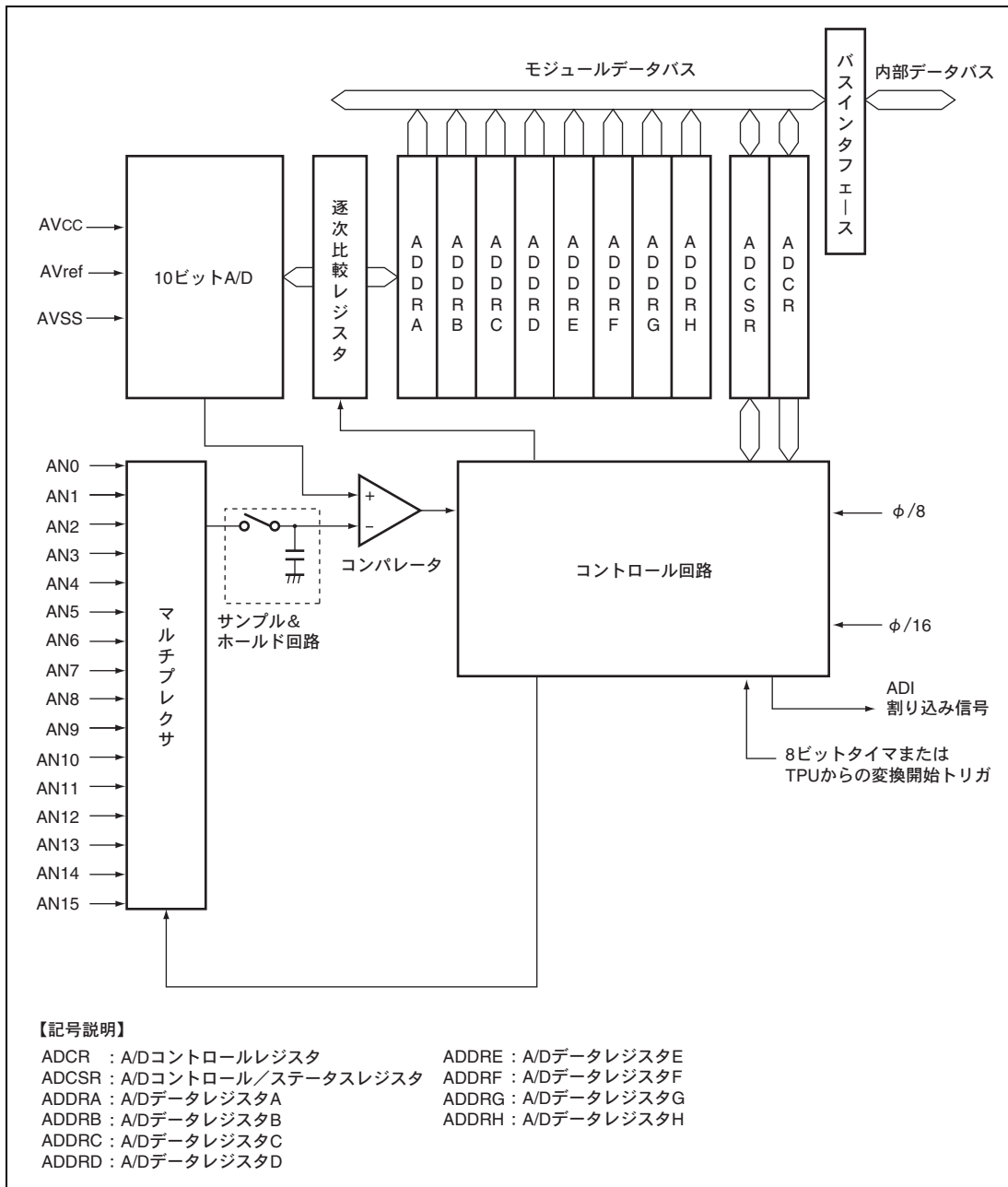


図 17.1 A/D 変換器のブロック図

17.2 入出力端子

A/D 変換器で使用する入力端子を表 17.1 に示します。

AVCC、AVSS 端子は、A/D 変換器内部のアナログ部の電源です。AVref 端子は、A/D 変換基準電圧端子です。

16 本のアナログ入力端子は 2 チャネルセットに分類されておりアナログ入力端子 0~7 (AN0~AN7) がチャネルセット 0、アナログ入力端子 8~15 (AN8~AN15) がチャネルセット 1 になっています。

表 17.1 端子構成

端子名	記号	入出力	機能
アナログ電源端子	AVcc	入力	アナログ部の電源端子
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
リファレンス電圧端子	AVref	入力	A/D 変換器の基準電圧端子
アナログ入力端子 0	AN0	入力	チャネルセット 0 のアナログ入力
アナログ入力端子 1	AN1	入力	
アナログ入力端子 2	AN2	入力	
アナログ入力端子 3	AN3	入力	
アナログ入力端子 4	AN4	入力	
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	チャネルセット 1 のアナログ入力
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	
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	

17.3 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データレジスタE (ADDRE)
- A/DデータレジスタF (ADDRF)
- A/DデータレジスタG (ADDRG)
- A/DデータレジスタH (ADDRH)
- 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)

17.3.1 A/D データレジスタ A~H (ADDRA~ADDRH)

ADDR は、A/D 変換された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~ADDRH の 8 本があります。各アナログ入力チャネルの変換結果が格納される ADDR は表 17.2 のとおりです。

10 ビットの変換データは ADDR のビット 15 からビット 6 に格納されます。下位 6 ビットはリードすると常に 0 がリードされます。

CPU 間のデータバスは 16 ビット幅です。常に CPU から直接リードできます。

表 17.2 アナログ入力チャネルと ADDR 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
チャンネルセット 0 (CH3=0)	チャンネルセット 1 (CH3=1)	
AN0	AN8	ADDRA
AN1	AN9	ADDRB
AN2	AN10	ADDRC
AN3	AN11	ADDRD
AN4	AN12	ADDRE
AN5	AN13	ADDRF
AN6	AN14	ADDRG
AN7	AN15	ADDRH

17.3.2 A/D コントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)

ADCSR は A/D 変換動作を制御します。

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 A/D 変換の終了を示すステータスフラグです。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> • シングルモードで 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ンネルの A/D 変換が終了したとき [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
6	ADIE	0	R/W	A/D インタラプトイネーブル 1 にセットすると ADF による ADI 割り込みがイネーブルになります。
5	ADST	0	R/W	A/D スタート 0 にクリアすると A/D 変換を中止し、待機状態になります。ソフトウェア、TPU、TMR の変換開始トリガによって 1 にセットし A/D 変換を開始します。A/D 変換中は 1 を保持します。シングルモードでは選択したチャンネルの A/D 変換が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リセット、ソフトウェアによってクリアされるまで選択されたチャンネルを順次連続変換します。
4	—	0	—	リザーブビット リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

【注】 * フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

17. A/D 変換器

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
3	CH3	0	R/W	チャンネルセレクト 3~0
2	CH2	0	R/W	ADCRS の SCANE ビット、SCANS ビットとともに、アナログ入力を選択します。 入力チャンネルの設定は変換停止中 (ADST=0) に行ってください。 SCANE=0、 SCANE=1、 SCANE=1、 SCANS=x のとき SCANS=0 のとき SCANS=1 のとき
1	CH1	0	R/W	
0	CH0	0	R/W	
				0000 : AN0 0000 : AN0 0000 : AN0
				0001 : AN1 0001 : AN0、AN1 0001 : AN0、AN1
				0010 : AN2 0010 : AN0~AN2 0010 : AN0~AN2
				0011 : AN3 0011 : AN0~AN3 0011 : AN0~AN3
				0100 : AN4 0100 : AN4 0100 : AN0~AN4
				0101 : AN5 0101 : AN4、AN5 0101 : AN0~AN5
				0110 : AN6 0110 : AN4~AN6 0110 : AN0~AN6
				0111 : AN7 0111 : AN4~AN7 0111 : AN0~AN7
				1000 : AN8 1000 : AN8 1000 : AN8
				1001 : AN9 1001 : AN8、AN9 1001 : AN8、AN9
				1010 : AN10 1010 : AN8~AN10 1010 : AN8~AN10
				1011 : AN11 1011 : AN8~AN11 1011 : AN8~AN11
				1100 : AN12 1100 : AN12 1100 : AN8~AN12
				1101 : AN13 1101 : AN12、AN13 1101 : AN8~AN13
				1110 : AN14 1110 : AN12~AN14 1110 : AN8~AN14
				1111 : AN15 1111 : AN12~AN15 1111 : AN8~AN15

【記号説明】 x : Don't care

17.3.3 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	TRGS1	0	R/W	タイマトリガセレクト 1、0
6	TRGS0	0	R/W	トリガ信号による A/D 変換開始をイネーブルにします。 00 : 外部トリガによる A/D 変換開始を禁止 01 : TPU からの変換トリガによる A/D 変換開始 10 : TMR からの変換トリガによる A/D 変換開始 11 : 設定禁止
5	SCANE	0	R/W	スキャンモード
4	SCANS	0	R/W	A/D 変換の動作モードを選択します。 0x : シングルモード 10 : スキャンモード。1~4 チャンネルの連続 A/D 変換 11 : スキャンモード。1~8 チャンネルの連続 A/D 変換
3	CKS1	0	R/W	クロックセレクト
2	CKS0	1	R/W	A/D 変換時間の設定を行います。変換時間の設定は変換停止中 (ADST=0) に行ってください。 00 : 設定禁止 01 : 変換時間=266 ステート (max) 10 : 変換時間=134 ステート (max) 11 : 設定禁止
1	—	0	R/W	リザーブビット
0	—	0	R/W	リードすると常に 0 が読み出されます。ライトは無効です。

【記号説明】 x : Don't care

17.4 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。動作モードにはシングル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。

17.4.1 シングルモード

シングルモードは、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 変換終了後、ADCSR の ADF ビットが 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。A/D 変換中に ADST ビットを 0 にクリアすると変換を中止し、A/D 変換器は待機状態になります。

17.4.2 スキャンモード

スキャンモードは指定された最大 4 チャネルまたは最大 8 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、TPU 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セットの第 1 チャネルから A/D 変換を開始します。
最大 4 チャネルの連続 A/D 変換 (SCANE=1, SCANS=0) または最大 8 チャネルの連続 A/D 変換 (SCANE=1, SCANS=1) を選択できます。4 チャネルの連続 A/D 変換の場合は、CH3=0、CH2=0 のとき AN0、CH3=0、CH2=1 のとき AN4、CH3=1、CH2=0 のとき AN8、CH3=1、CH2=1 のとき AN12 から A/D 変換を開始します。8 チャネル連続 A/D 変換の場合は、CH3=0、CH2=0 のとき AN0、CH3=1、CH2=0 のとき AN8 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 ビットが 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 変換器は再びチャネルセットの第一チャネルから 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 変換を中止し、A/D 変換器は待機状態になります。その後、ADST ビットを 1 にセットすると再び第 1 チャネルから A/D 変換を開始します。

17.4.3 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、ADCSR の ADST ビットが 1 にセットされてから A/D 変換開始遅延時間 (t_D) 時間経過後、入力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 17.2 に示します。また、A/D 変換時間を表 17.3 に示します。

A/D 変換時間 (t_{CONV}) は、図 17.2 に示すように、 t_D と入力サンプリング時間 (t_{SPL}) 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 17.3 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 17.3 に示す値が 1 回目の変換時間となります。2 回目以降の変換時間は表 17.4 に示す値となります。134 ステートの変換時間はシステムクロック (ϕ) が 16MHz 以下のときのみ使用してください

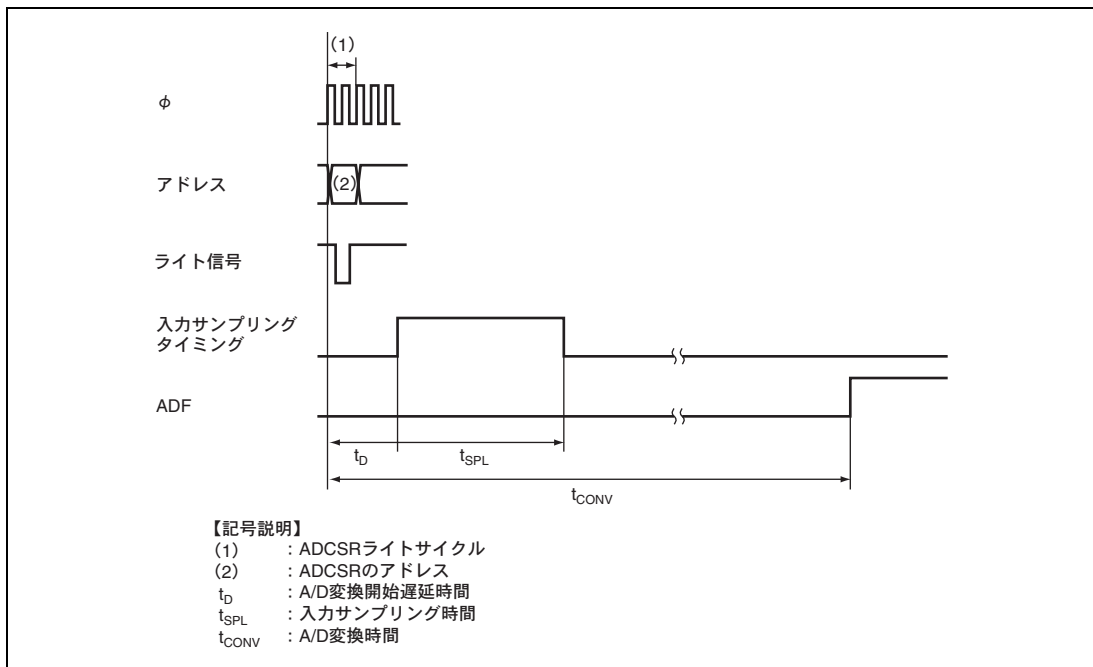


図 17.2 A/D 変換タイミング

表 17.3 A/D 変換時間 (シングルモード)

項目	記号	CKS1=0, CKS0=1			CKS1=1, CKS0=0*		
		min.	typ.	max.	min.	typ.	max.
A/D 変換開始遅延時間	t_D	10	—	17	6	—	9
入力サンプリング時間	t_{SPL}	—	63	—	—	31	—
A/D 変換時間	t_{CONV}	259	—	266	131	—	134

【注】 表中の数値の単位はステートです。

* システムクロック (ϕ) が 16MHz 以下

17. A/D 変換器

表 17.4 A/D 変換時間（スキャンモード）

CKS1	CKS0	変換時間（ステート）
0	1	256（固定）
1	0	128（固定）

17.5 割り込み要因

A/D 変換器は、A/D 変換が終了すると、A/D 変換終了割り込み（ADI）を発生します。ADI 割り込み要求は、A/D 変換終了後 ADCSR の ADF が 1 にセットされ、このとき ADIE ビットが 1 にセットされるとイネーブルになります。

表 17.5 A/D 変換器の割り込み要因

名 称	割り込み要因	割り込みフラグ
ADI	A/D 変換終了	ADF

17.6 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 LSBで与えられる（図17.3）

- オフセット誤差

デジタル出力が最小電圧値B'0000000000（H'000）からB'0000000001（H'001）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17.4）

- フルスケール誤差

デジタル出力がB'1111111110（H'3FE）からB'1111111111（H'3FF）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17.4）

- 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（図17.4）。

- 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。

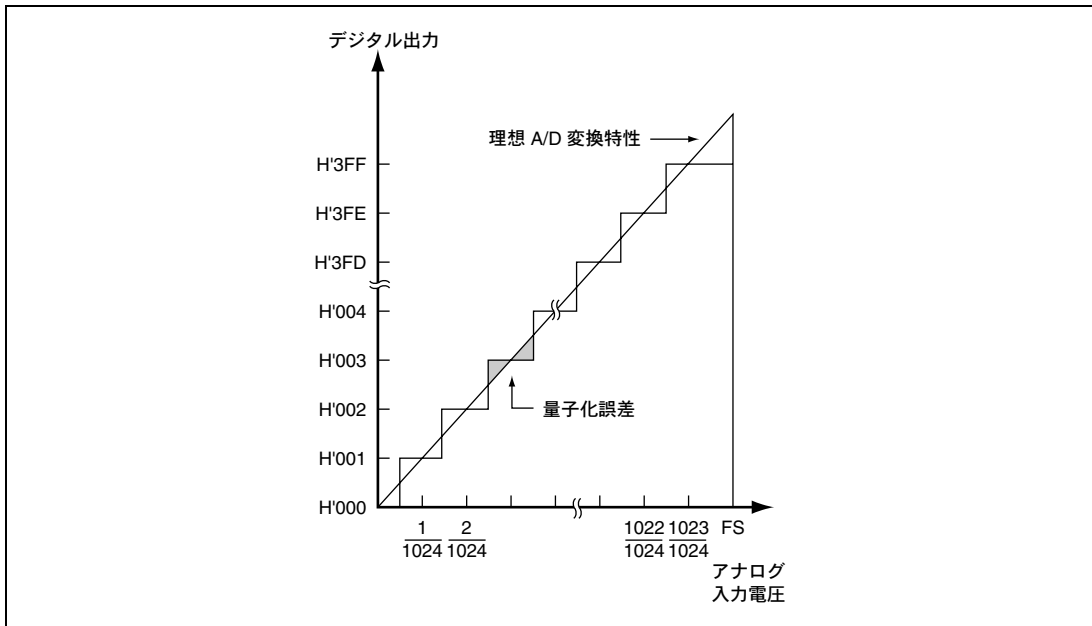


図 17.3 A/D 変換精度の定義

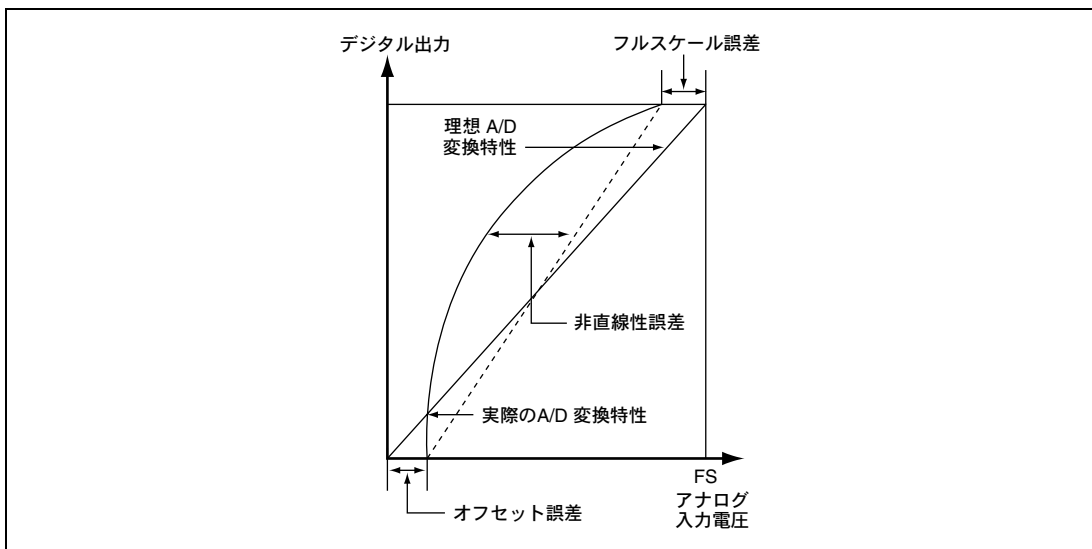


図 17.4 A/D 変換精度の定義

17.7 使用上の注意事項

17.7.1 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、A/D 変換器の動作禁止/許可を設定することが可能です。初期値では、A/D 変換器の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

17.7.2 許容信号源インピーダンスについて

本 LSI のアナログ入力は、信号源インピーダンスが $5k\Omega$ 以下の入力信号に対し、変換精度が保証される設計となっています。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の規格で、センサの出カインピーダンスが $5k\Omega$ を超える場合は、充電不足が生じて、A/D 変換精度が保証できなくなります。シングルモードで変換を行うときに外部に大容量を設けている場合は、入力の負荷は実質的に内部入力抵抗の $10k\Omega$ だけになりますので、信号源インピーダンスは不問となります。ただし、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 $5mV/\mu s$ 以上)には追従できないことがあります(図 17.5)。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。

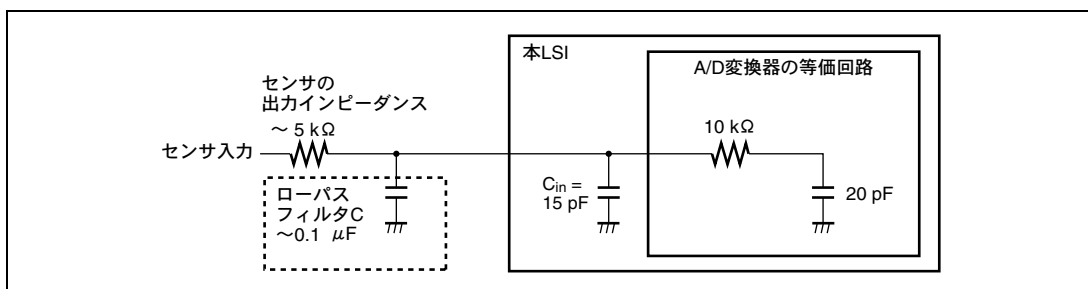


図 17.5 アナログ入力回路の例

17.7.3 絶対精度への影響

容量を付加することにより、GND とのカップリングを受けることになりますので、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ので、必ず AV_{SS} 等の電氣的に安定な GND に接続してください。

またフィルタ回路が実装基板上でデジタル信号と交渉したり、アンテナとならないように注意してください。

17.7.4 アナログ電源端子他の設定範囲

以下に示す電圧の設定範囲を超えて LSI を使用した場合、LSI の信頼性に悪影響を及ぼすことがあります。

- アナログ入力電圧の設定範囲

A/D変換中、アナログ入力端子 (AN0~AN15) に印加する電圧は $AV_{SS} \leq AN_n \leq AV_{REF}$ の範囲としてください。

- AV_{CC} 、 AV_{SS} と V_{CC} 、 V_{SS} の関係

AV_{CC} 、 AV_{SS} と V_{CC} 、 V_{SS} との関係は $AV_{CC} \geq V_{CC}$ かつ $AV_{SS} = V_{SS}$ とし、さらに、A/D変換器を使用しないときも AV_{CC} 、 AV_{SS} 端子をオープンにしないでください。

- AV_{REF} の設定範囲

AV_{REF} 端子によるリファレンス電圧の設定範囲は、 $AV_{REF} \leq AV_{CC}$ にしてください。

17.7.5 ボード設計上の注意事項

ボード設計時には、デジタル回路とアナログ回路をできるだけ分離してください。また、デジタル回路の信号線とアナログ回路の信号配線を交差させたり、近接させないでください。誘導によりアナログ回路が誤動作し、A/D変換値に悪影響を及ぼします。アナログ入力端子 (AN0~AN15)、アナログ基準電源 (AV_{REF})、アナログ電源電圧 (AV_{CC}) は、アナロググランド (AV_{SS}) で、デジタル回路と分離してください。さらに、アナロググランド (AV_{SS}) は、ボード上の安定したグランド (V_{SS}) に一点接続してください。

17.7.6 ノイズ対策上の注意事項

過大なサージなど異常電圧によるアナログ入力端子 (AN0~AN15) の破壊を防ぐために、図 17.6 に示すように AV_{CC} — AV_{SS} 間に保護回路を接続してください。 AV_{CC} に接続するバイパスコンデンサ、AN0~AN15 に接続するフィルタ用のコンデンサは、必ず AV_{SS} に接続してください。

なお、フィルタ用のコンデンサを接続すると、AN0~AN15 の入力電流が平均化されるため、誤差を生じることがあります。また、スキャンモードなどで A/D 変換を頻繁に行う場合、A/D 変換器内部のサンプル&ホールド回路の容量に充放電される電流が入力インピーダンス (R_{in}) を経由して入力される電流を上回ると、アナログ入力端子の電圧に誤差を生じます。したがって、回路定数は充分ご検討の上決定してください。

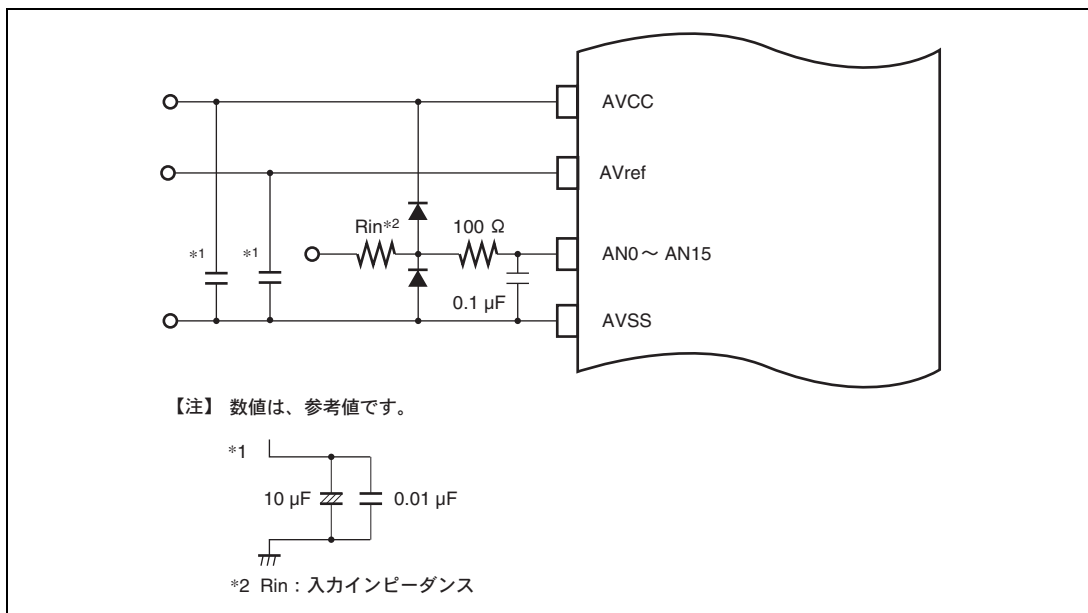


図 17.6 アナログ入力保護回路の例

表 17.6 アナログ端子の規格

項 目	min.	max.	単位
アナログ入力容量	—	20	pF
許容信号源インピーダンス	—	5	kΩ

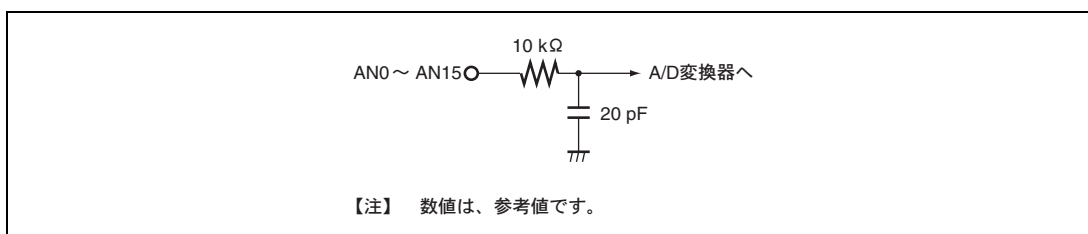


図 17.7 アナログ入力端子等価回路

17.7.7 モジュールストップモードの設定

モジュールストップコントロールレジスタにより、A/D 変換器の動作停止/許可を設定することが可能です。初期値では A/D 変換器の動作は停止します。モジュールストップモードを解除することにより、レジスタのアクセスが可能になります。詳細は、「第 21 章 低消費電力状態」を参照してください。

18. RAM

本 LSI は 8K バイトの高速スタティック RAM を内蔵しています。RAM は、CPU と 16 ビット幅のデータバスで接続されており、バイトデータ、ワードデータにかかわらず、1 ステートでアクセスできます。

RAM は、システムコントロールレジスタ (SYSCR) の RAM イネーブルビットにより有効または無効の制御が可能です。SYSCR については「3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)」を参照してください。

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

フラッシュメモリの特長を以下に示します。フラッシュメモリのブロック図を図 19.1 に示します。

19.1 特長

- 容量

製品区分		ROM 容量	ROM アドレス
H8S/2116	R4F2116	128K バイト	H'000000~H'1FFFF (モード 2)

- LSI起動モードに合わせた2種類のフラッシュメモリマット

内蔵しているフラッシュメモリには、同一アドレス空間に配置される2種類のメモリ空間（以下メモリマットと呼びます）があり、起動時のモード設定により、どちらのメモリマットから起動するかを選択できます。また、起動後もバンク切り替え方式でマットを切り替えることも可能です。

ユーザモードでパワーオンリセット時に起動するユーザメモリマット：128Kバイト

ユーザブートモードでパワーオンリセット時に起動するユーザブートメモリマット：8Kバイト

- 内蔵プログラムのダウンロードによる書き込み/消去インタフェース

本LSIでは専用の書き込み/消去プログラムを内蔵しています。このプログラムを内蔵RAMにダウンロードした後、引数パラメータを設定するだけで書き込み/消去が可能です。

- 書き込み/消去時間

フラッシュメモリの書き込み時間は、128バイト同時書き込みにて3ms (typ)、1バイト当たり換算にて約25 μ s、消去時間は64KBブロックあたり1000ms (typ) です。

- 書き換え回数

フラッシュメモリの書き換えは、100回 (min.回数) 可能です (保証は1~100回の範囲)。

- オンボードプログラミングモード：3種類

ブートモード：

内蔵SCIインタフェースを使用するプログラムモードで、ユーザマットとユーザブートマットの書き換えができます。本モードでは、ホストと本LSI間のビットレートを自動で合わせることができます。

ユーザプログラムモード：

任意のインタフェースで、ユーザマットの書き換えができます。

ユーザブートモード：

任意のインタフェースのユーザブートプログラム作成が可能で、ユーザマットの書き換えが可能です。

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

- 書き込み/消去プロテクト

ハードウェアプロテクト、ソフトウェアプロテクト、エラープロテクトの3種類で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。

- ライターモード

PROMライターを用いたライターモードで、ユーザマットとユーザブートマットの書き換えが可能です。

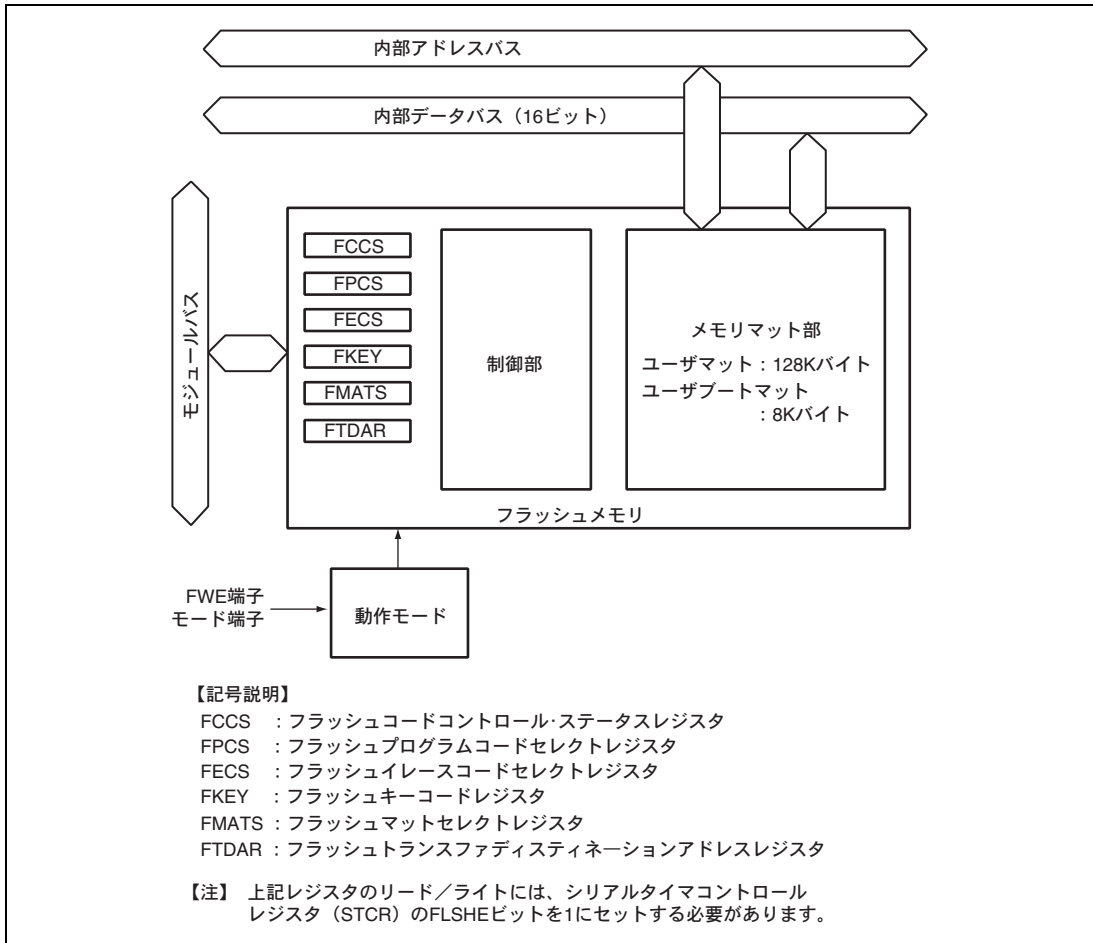


図 19.1 フラッシュメモリのブロック図

19.1.1 モード遷移図

リセット状態でモード端子と FWE 端子を設定しリセットスタートすると、本 LSI は図 19.2 に示すような動作モードへ遷移します。

1. ユーザモードではフラッシュメモリの読み出しはできますが、書き込み/消去はできません。
2. オンボードでフラッシュメモリの読み出し/書き込み/消去ができるのは、ユーザプログラムモード、ユーザブートモード、ブートモードです。
3. ライタモードでは、PROMライタを利用してフラッシュメモリの読み出し/書き込み/消去を行います。

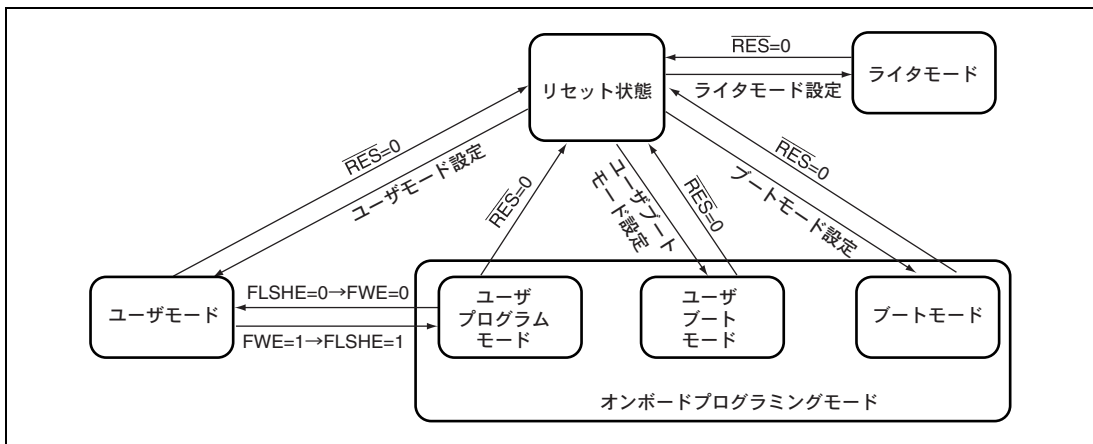


図 19.2 フラッシュメモリに関するモード遷移図

19.1.2 モード比較

ブートモード、ユーザプログラムモード、ユーザブートモード、ライターモードについての書き込み/消去関連項目の比較表を表 19.1 に示します。

表 19.1 プログラミングモードの比較

	ブートモード	ユーザプログラムモード	ユーザブートモード	ライターモード
書き込み/消去環境	オンボード			PROMライター
書き込み/消去可能マット	ユーザマット ユーザブートマット	ユーザマット	ユーザマット	ユーザマット ユーザブートマット
全面消去	○ (自動)	○	○	○ (自動)
ブロック分割消去	○* ¹	○	○	×
書き込みデータ転送	ホストから SCI 経由	任意のデバイス経由	任意のデバイス経由	ライター経由
リセット起動マット	組み込みプログラム格納マット	ユーザマット	ユーザブートマット* ²	—
ユーザモードへの遷移	モード設定変更 & リセット	FWE 端子と FLSHE ビット設定変更	モード設定変更 & リセット	—

【注】 *1 一旦全面消去が行われます。その後、特定ブロックの消去を行うことができます。

*2 一旦組み込みプログラム格納マットから起動し、フラッシュ関連レジスタのチェックが実行された後、ユーザブートマットのリセットベクタから起動します。

- ユーザブートマットの書き込み/消去は、ブートモードとライターモードでのみ可能です。
- ブートモードでは、一旦ユーザマットとユーザブートマットが全面消去されます。その後、コマンド方式でユーザマットまたはユーザブートマットの書き込みができますが、この状態になるまではマット内容の読み出しはできません。

ユーザブートマットだけ書き込んでユーザマットの書き換えはユーザブートモードで実施する、あるいは、ユーザブートモードは使用しないためユーザマットだけ書き換えるなどの使い方が可能です。

- ユーザブートモードでは、ユーザプログラムモードと異なるモード端子設定で、任意のインタフェースのブート動作を実現できます。

19.1.3 フラッシュメモリマット構成

本 LSI のフラッシュメモリは、128K バイトのユーザマットと 8K バイトのユーザブートマットから構成されています。

ユーザマットとユーザブートマットは先頭アドレスが同じアドレスに割り当てられていますので、2 つのマット間でプログラム実行またはデータアクセスがまたがる場合は、FMATS によるマット切り替えが必要です。

ユーザマット/ユーザブートマットの読み出しはどのモードでも可能ですが、ユーザブートマットの書き換えはブートモードとライタモードでのみ可能です。

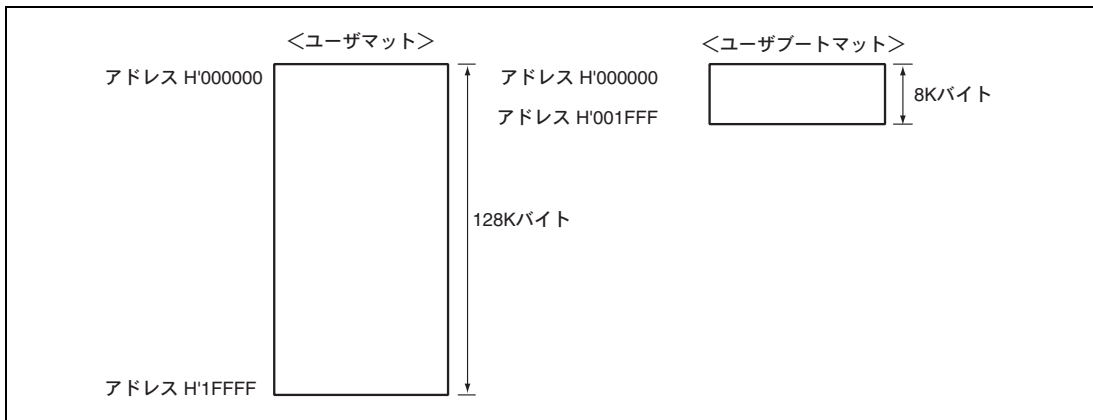


図 19.3 フラッシュメモリ構成図

ユーザマットとユーザブートマットはメモリサイズが異なります。8K バイト空間以上のユーザブートマットをアクセスしないようにしてください。8K バイト空間以上のユーザブートマットを読み出した場合、不定値が読み出されます。

19.1.4 ブロック分割

ユーザマツトは、図 19.4 に示すように 64K バイト (1 ブロック)、32K バイト (1 ブロック)、4K バイト (8 ブロック) に分割されています。この分割ブロック単位に消去ができ、消去時に EB0~EB9 の消去ブロック番号で指定します。

EB0 消去単位4kバイト	H'000000	H'000001	H'000002	←書き込み単位 128バイト→	H'00007F
	H'000F80	H'000F81	H'000F82	-----	H'000FFF
EB1 消去単位4kバイト	H'001000	H'001001	H'001002	←書き込み単位 128バイト→	H'00107F
	H'001F80	H'001F81	H'001F82	-----	H'001FFF
EB2 消去単位4kバイト	H'002000	H'002001	H'002002	←書き込み単位 128バイト→	H'00207F
	H'002F80	H'002F81	H'002F82	-----	H'002FFF
EB3 消去単位4kバイト	H'003000	H'003001	H'003002	←書き込み単位 128バイト→	H'00307F
	H'003F80	H'003F81	H'003F82	-----	H'003FFF
EB4 消去単位32kバイト	H'004000	H'004001	H'004002	←書き込み単位 128バイト→	H'00407F
	H'00BF80	H'00BF81	H'00BF82	-----	H'00BFFF
EB5 消去単位4kバイト	H'00C000	H'00C001	H'00C002	←書き込み単位 128バイト→	H'00C07F
	H'00CF80	H'00CF81	H'00CF82	-----	H'00CFFF
EB6 消去単位4kバイト	H'00D000	H'00D001	H'00D002	←書き込み単位 128バイト→	H'00D07F
	H'00DF80	H'00DF81	H'00DF82	-----	H'00DFFF
EB7 消去単位4kバイト	H'00E000	H'00E001	H'00E002	←書き込み単位 128バイト→	H'00E07F
	H'00EF80	H'00EF81	H'00EF82	-----	H'00EFFF
EB8 消去単位4kバイト	H'00F000	H'00F001	H'00F002	←書き込み単位 128バイト→	H'00F07F
	H'00FF80	H'00FF81	H'00FF82	-----	H'00FFFF
EB9 消去単位64kバイト	H'010000	H'010001	H'010002	←書き込み単位 128バイト→	H'01007F
	H'01FF80	H'01FF81	H'01FF82	-----	H'01FFFF

図 19.4 ユーザマツトのブロック分割 (1)

19.1.5 書き込み/消去インタフェース

書き込み/消去の実行は内蔵されているプログラムを内蔵 RAM 上にダウンロードし、書き込みアドレス/データ、消去ブロックなどをインタフェースレジスタ/パラメータで指定して行います。

ユーザプログラムモード/ユーザブートモードでは、これらの一連の手続きプログラムはユーザで作成していただきます。手順の概要を以下に示します。なお、詳細は「19.4.2 ユーザプログラムモード」で説明します。

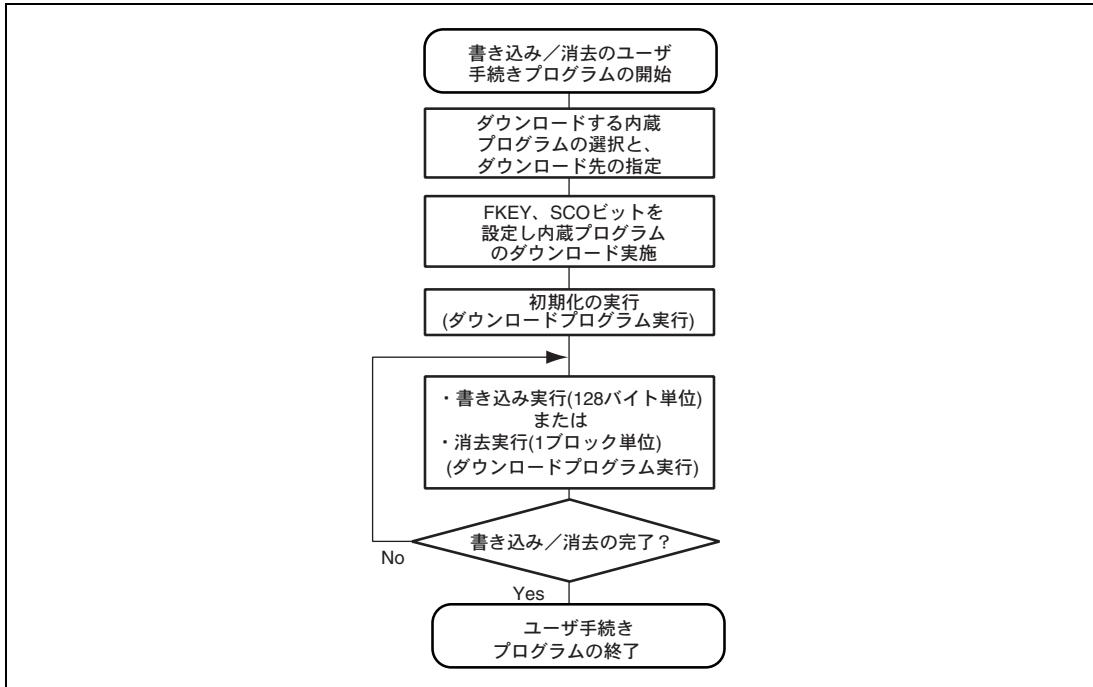


図 19.5 ユーザの手続きプログラムの概要

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

(1) ダウンロードする内蔵プログラムの選択

書き込み/消去を実施するためには、STCR の FLSHE ビットを 1 に設定しユーザプログラムモードにする必要があります。

本 LSI には、書き込み/消去関係のプログラムが内蔵されており、内蔵 RAM 上へのダウンロードが可能です。ダウンロードする内蔵プログラムの選択は、書き込み/消去インタフェースレジスタの対応ビットをセットすることで行います。また、ダウンロード先のアドレスはフラッシュトランスファディステーションアドレスレジスタ (FTDAR) で指定することができます。

(2) 内蔵プログラムのダウンロード

内蔵プログラムのダウンロードは、書き込み/消去インタフェースレジスタのフラッシュキーレジスタ (FKEY) と、フラッシュコードステータスレジスタ (FCCS) の SCO ビットの設定を行うことで自動的に行われます。

ダウンロード中はフラッシュメモリマップが組み込みプログラム格納領域と入れ替わります。また、書き込み/消去時はフラッシュメモリマップの読み出しはできないため、ダウンロード以降書き込み/消去完了までの一連の手続きプログラムはフラッシュメモリ以外 (内蔵 RAM 上など) で実行するようにしてください。

ダウンロードの結果は、書き込み/消去インタフェースパラメータに戻されますので、正常にダウンロードできたかの確認ができます。

(3) 書き込み/消去の初期化

書き込み/消去の実行前に、動作周波数の設定を行います。この設定は書き込み/消去インタフェースパラメータで行います。

(4) 書き込み/消去の実行

書き込み/消去を行うためには、FWE 端子と STCR の FLSHE ビットを 1 にセットしユーザプログラムモードにしてください。

書き込みでは書き込みデータ/書き込み先アドレスの指定を 128 バイト単位で行います。消去では消去ブロックの指定を消去ブロック単位で行います。

これらの指定を書き込み/消去インタフェースパラメータで設定し、内蔵プログラムを起動します。内蔵プログラムは、内蔵 RAM 上の特定アドレスを JSR 命令または BSR 命令でサブルーチンコールすることで実行します。実行結果は、書き込み/消去インタフェースパラメータに戻されます。

フラッシュメモリの書き込みにおいては事前に対象領域が消去されている必要があります。書き込み/消去処理中は、すべての割り込みを禁止する必要があります。ユーザのシステム上で、割り込みが入らないようにしてください。

(5) 引き続き、書き込み/消去を実行する場合

128 バイトの書き込み、1 ブロックの消去で処理が終わらない場合、書き込みアドレス/データ、消去ブロック番号を更新して書き込み/消去を連続して行う必要があります。

ダウンロードした内蔵プログラムは処理終了後も内蔵 RAM 上に残っていますので、引き続き同じ処理を実行する場合はダウンロードと初期化の必要はありません。

19.2 入出力端子

フラッシュメモリは表 19.2 に示す端子により制御されます。

表 19.2 端子構成

端子名	入出力	機能
RES	入力	リセット
FWE*	入力	フラッシュメモリ書き込み/消去イネーブル端子
MD2	入力	本 LSI の動作モードを設定
MD1	入力	本 LSI の動作モードを設定
TxD1	出力	シリアル送信データ出力 (ブートモードで使用)
RxD1	入力	シリアル受信データ入力 (ブートモードで使用)

【注】 * PTCNT2 の FEWIE ビットを 0 にクリアすると PH2/FWE は PH2 として機能します。FWE 信号は本 LSI 内部で 1 に固定されます。

19.3 レジスタの説明

フラッシュメモリをコントロールするレジスタ/パラメータを以下に示します。これらのレジスタをアクセスするためには、STCR の FLSHE ビットを 1 セットする必要があります。STCR については「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。

- フラッシュコードコントロール・ステータスレジスタ (FCCS)
- フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ (FPCS)
- フラッシュイレースコードセレクトレジスタ (FECS)
- フラッシュキーコードレジスタ (FKEY)
- フラッシュマットセレクトレジスタ (FMATS)
- フラッシュトランスファディステーションアドレスレジスタ (FTDAR)
- ダウンロードパス・フェイルリザルト (DPFR)
- フラッシュパス・フェイルリザルト (PPFR)
- フラッシュマルチパーパスアドレスエリア (FMPAR)
- フラッシュマルチパーパスデータディステーションエリア (FMPDR)
- フラッシュイレースブロックセレクト (FEBS)
- フラッシュプログラム・イレース周波数コントロール (FPEFEQ)

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

フラッシュメモリのアクセスには読み出しモード／書き込みモードなどいくつかの動作モードがあります。

また、メモリマットもユーザマットとユーザブートマットがあり、それぞれの動作モード、マット選択で専用のレジスタ／パラメータが割り当てられています。動作モードと使用レジスタ／パラメータの対応表を表 19.3 に示します。

表 19.3 使用レジスタ／パラメータと対象モード

		ダウンロード	初期化	書き込み	消去	読み出し
書き込み／ 消去インタ フェース レジスタ	FCCS	○	—	—	—	—
	FPCS	○	—	—	—	—
	FECS	○	—	—	—	—
	FKEY	○	—	○	○	—
	FMATS	—	—	○ (*1)	○ (*1)	○ (*2)
	FTDAR	○	—	—	—	—
書き込み／ 消去インタ フェース パラメータ	DPFR	○	—	—	—	—
	FPFR	—	○	○	○	—
	FPEFEQ	—	○	—	—	—
	FMPAR	—	—	○	—	—
	FMPDR	—	—	○	—	—
	FEBS	—	—	—	○	—

【注】 *1 ユーザブートモードでの、ユーザマットへの書き込み／消去時に設定が必要です。

*2 起動モードと読み出し対象マットの組み合わせで設定が必要な場合があります。

19.3.1 書き込み／消去インタフェースレジスタ

書き込み／消去インタフェースレジスタは8ビットのレジスタでバイトアクセスのみ可能です。これらのレジスタはリセットで初期化されます。

(1) フラッシュコードコントロール・ステータスレジスタ (FCCS)

FCCS は FWE 端子状態のモニタ、フラッシュメモリの書き込み／消去実行中のエラー発生時のモニタ、および内蔵プログラムのダウンロードを要求します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	FWE	1/0	R	フラッシュライトイネーブル FWE 端子に入力されているレベルをモニタします。 0 : FWE 端子に Low レベルが入力 (ハードウェアプロテクト状態) 1 : FWE 端子に High レベルが入力
6	—	0	R/W	リザーブビット
5	—	0	R/W	初期値を変更しないでください。

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
4	FLER	0	R	<p>フラッシュメモリエラー</p> <p>フラッシュメモリへの書き込み/消去実行中にエラーが発生したことを示します。FLER=1にセットされると、フラッシュメモリはエラープロテクト状態に遷移します。なお、FLER=1になった場合は、フラッシュメモリ内部に高電圧が印加されていますので、フラッシュメモリへのダメージを低減するために、通常より長い100μsのリセット入力期間の後にリセットリリースしてください。</p> <p>0: フラッシュメモリは正常に動作 フラッシュメモリへの書き込み/消去プロテクト (エラープロテクト) は無効</p> <p>[クリア条件] リセットのとき</p> <p>1: フラッシュメモリへの書き込み/消去中にエラーが発生 フラッシュメモリへの書き込み/消去プロテクト (エラープロテクト) が有効</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> 書き込み/消去中に NMI などの割り込みが発生したとき 書き込み/消去中にフラッシュメモリを読み出したとき (ベクタリードおよび命令フェッチを含む) 書き込み/消去中に SLEEP 命令を実行したとき (ソフトウェアスタンバイを含む)
3~1	—	すべて 0	R/W	<p>リザーブビット</p> <p>初期値を変更しないでください。</p>
0	SCO	0	(R)W*	<p>ソースプログラムコピーオペレーション</p> <p>内蔵書き込み/消去プログラムを内蔵 RAM にダウンロードする要求ビットです。本ビットを1にセットすると、FPCS/FECS で選択した内蔵プログラムが、FTDAR で指定された内蔵 RAM の領域に自動的にダウンロードされます。本ビットを1にセットするためには、FKEY への H'A5 の書き込み、および内蔵 RAM 上での実行が必要です。</p> <p>本ビットを1にセットした直後には、4個の NOP 命令を必ず実行するようにしてください。なお、ダウンロード完了時点では本ビットは0クリアされているため、本ビットの1状態を読み出すことはできません。ダウンロード中は、すべての割り込みを禁止する必要があります。ユーザのシステム上で割り込みが入らないようにしてください。</p> <p>0: 内蔵されている書き込み/消去プログラムの内蔵 RAM へのダウンロードは行いません</p> <p>[クリア条件] ダウンロードが完了したとき</p> <p>1: 内蔵されている書き込み/消去プログラムの内蔵 RAM へのダウンロードリクエストを発生します。</p> <p>[セット条件] 以下の条件がすべて満足されている状態で、1をセットしたとき</p> <ul style="list-style-type: none"> FKEY に H'A5 が書かれていること 内蔵 RAM 上で実行中であること

【注】 * ライトのみ可能です。リードすると常に0が読み出されます。

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

(2) フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ (FPCS)

FPCS は、ダウンロードする書き込み関係の内蔵プログラムを選択するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	PPVS	0	R/W	プログラムパルスベリファイ 書き込みプログラムを選択します。 0 : 内蔵の書き込みプログラムを選択しない [クリア条件] 転送が終了したとき 1 : 内蔵の書き込みプログラムを選択する

(3) フラッシュイレースコードセレクトレジスタ (FECS)

FECS は、消去関係の内蔵プログラムのダウンロードを選択するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~1	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	EPVB	0	R/W	イレースパルスベリファイブロック 消去プログラムを選択します。 0 : 内蔵消去プログラムを選択しない [クリア条件] 転送が終了したとき 1 : 内蔵消去プログラムを選択する

(4) フラッシュキーコードレジスタ (FKEY)

FKEY は、内蔵プログラムのダウンロードとフラッシュメモリの書き込み/消去を許可するソフトウェアプロテクトのレジスタです。内蔵プログラムのダウンロード実施のため、SCO ビットを 1 にセットする前、およびダウンロードした書き込み/消去プログラム実行前に、キーコードを書き込まないとそれぞれの処理が実行できません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	K7	0	R/W	キーコード
6	K6	0	R/W	H'A5 を書き込んだ場合にのみ、SCO ビットの書き込みが有効になります。H' A5 以外の値が FKEY に書かれている場合、SCO ビットを 1 にセットすることができないため、内蔵 RAM へのダウンロードができません。また、H'5A を書き込んだ場合のみ、書き込み/消去が可能になります。内蔵の書き込み/消去プログラムを実行しても、H'5A 以外の値が FKEY レジスタに書かれている場合はフラッシュメモリの書き込み/消去はできません。
5	K5	0	R/W	
4	K4	0	R/W	
3	K3	0	R/W	
2	K2	0	R/W	
1	K1	0	R/W	
0	K0	0	R/W	
				H'A5 : SCO ビットの書き込みを許可 (H'A5 以外では SCO ビットのセットはできません) H'5A : 書き込み/消去を許可 (H'5A 以外ではソフトウェアプロテクト状態) H'00 : 初期値

(5) フラッシュマツトセレクトレジスタ (FMATS)

FMATS は、ユーザマツト/ユーザブツトマツトのどちらを選択するかを指定するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MS7	0/1*	R/W	マツトセレクト
6	MS6	0	R/W	H'AA 以外の場合はユーザマツト選択状態、H'AA が書かれている状態はユーザブツトマツト選択状態です。FMATS に値を書き込みことによりマツト切り替えが発生します。マツト切り替えは、必ず「19.6 ユーザマツトとユーザブツトマツトの切り替え」に従ってください (ユーザプログラミングモードでのユーザブツトマツトの書き換えは、FMATS でユーザブツトマツトを選択してもできません。ユーザブツトマツトの書き換えは、ブツトモードかライタモードで実施してください)。 H'AA : ユーザブツトマツトを選択 (H'AA 以外ではユーザマツト選択状態となります)。 ユーザブツトモードで立ち上がった場合の初期値です。 H'00 : ユーザブツトモード以外で立ち上がった場合の初期値 (ユーザマツト選択状態です)。 [書き込み可能条件] 内蔵 RAM 上での実行状態であること
5	MS5	0/1*	R/W	
4	MS4	0	R/W	
3	MS3	0/1*	R/W	
2	MS2	0	R/W	
1	MS1	0/1*	R/W	
0	MS0	0	R/W	

【注】 * ユーザブツトモードのときは1になります。それ以外のときは0となります。

(6) フラッシュトランスファディステネーションアドレスレジスタ (FTDAR)

FTDAR は、内蔵プログラムのダウンロード先の内蔵 RAM 上のアドレスを指定するレジスタです。FCCS の SCO ビットを1にセツトする前に、本レジスタの設定を行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	TDER	0	R/W	トランスファディステネーションアドレス設定エラー TDA6~TDA0 ビットで指定するダウンロード先頭アドレス指定にエラーがあった場合、1がセツトされます。アドレス指定のエラー判定は、FCCS の SCO ビットを1にセツトして、ダウンロード処理が実行されたときに、TDA6~TDA0 の値が H'00~H'02 の範囲にあるかどうかを判定します。SCO ビットを1にセツトする前に、本ビットの値を0にすることも含めて、FTDAR の値を H'00~H'02 の範囲に設定してください。 0 : TDA6~TDA0 の設定は、正常値です。 1 : TDER、TDA6~TDA0 の設定値が H'03~H'7F であり、ダウンロードは中断したことを示します。
6	TDA6	0	R/W	トランスファディステネーションアドレス ダウンロード先頭アドレスを指定します。設定可能な値は H'00 で、内蔵 RAM 上のダウンロード先頭アドレスを指定できます。 H'00 : ダウンロード先頭アドレスを H'FFD080 に設定 H'01 : ダウンロード先頭アドレスを H'FFD880 に設定 H'02 : ダウンロード先頭アドレスを H'FFE080 に設定 H'03~H'7F : 設定しないでください。この値が設定された場合、ダウンロード処理において、TDER ビットが1になり、内蔵プログラムのダウンロード処理は中断されます。
5	TDA5	0	R/W	
4	TDA4	0	R/W	
3	TDA3	0	R/W	
2	TDA2	0	R/W	
1	TDA1	0	R/W	
0	TDA0	0	R/W	

19.3.2 書き込み/消去インタフェースパラメータ

書き込み/消去インタフェースパラメータは、ダウンロードした内蔵プログラムに対して動作周波数、書き込みデータの格納場所、書き込み先アドレス、消去ブロックなどの指定および処理結果のやりとりをするものです。このパラメータは、CPU の汎用レジスタ (ER0、ER1) や内蔵 RAM 領域を使用します。リセットでの初期値は不定です。

ダウンロード、初期化、内蔵プログラム実行においては、R0L 以外の CPU のレジスタは保存されます。R0L は、処理結果の戻り値が記入されます。R0L 以外のレジスタ保存のためにスタック領域を使用しますので、処理開始においてはスタック領域の確保をしてください (使用スタック領域サイズは、最大 128 バイトです)。

書き込み/消去インタフェースパラメータは、次の 4 項目で使用します。

1. ダウンロード制御
2. 書き込み/消去実行前の初期化実行
3. 書き込み実行
4. 消去実行

それぞれ使用するパラメータは異なります。対応表を、表 19.4 に示します。

ここで FPFR パラメータは初期化処理、書き込み処理、消去処理において処理結果が戻されますが、処理内容によりビットの意味が異なります。各処理ごとの FPFR 説明部分をご覧ください。

表 19.4 使用パラメータと対象モード

パラメータ名	略称	ダウンロード	初期化	書き込み	消去	R/W	初期値	割り当て
ダウンロードバス・フェイルリザルト	DPFR	○	—	—	—	R/W	不定	内蔵 RAM*
フラッシュバス・フェイルリザルト	FPFR	—	○	○	○	R/W	不定	CPU の R0L
フラッシュプログラムイレース周波数 コントロール	FPEFEQ	—	○	—	—	R/W	不定	CPU の ER0
フラッシュマルチバースアドレスエリア	FMPAR	—	—	○	—	R/W	不定	CPU の ER1
フラッシュマルチバースデータ デスティネーションエリア	FMPDR	—	—	○	—	R/W	不定	CPU の ER0
フラッシュイレースブロックセレクト	FEBS	—	—	—	○	R/W	不定	CPU の R0L

【注】 * FTDAR レジスタで指定したダウンロード先の先頭アドレス 1 バイト

(1) ダウンロード制御

内蔵プログラムのダウンロードは、SCO ビットを 1 にセットすることで自動的に行われます。ダウンロードされる内蔵 RAM の領域は、FTDAR レジスタで指定した先頭アドレスから 2K バイト分の領域です。

ダウンロード制御は書き込み/消去インタフェースレジスタで設定し、戻り値は DPFR パラメータで渡されます。

(a) ダウンロードパス・フェイルリザルトパラメータ (DPFR : FTDAR レジスタで指定した内蔵 RAM の先頭アドレス 1 バイト)

ダウンロード結果の戻り値です。ダウンロードが実行できたかどうかは、本パラメータの値で判断します。SCO ビットを 1 にセットできたかの確認が困難のため、ダウンロード開始前 (SCO ビットを 1 にセットする前) に、FTDAR で指定した内蔵 RAM の先頭アドレス 1 バイトをダウンロードの戻り値以外 (H'FF など) にして、確実な判断ができるようにしてください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~3	-	-	-	未使用ビット 値 0 が戻されます
2	SS	-	R/W	ソースセレクトエラー検出ビット ダウンロード可能な内蔵プログラムは 1 種類のみ指定できます。2 種類以上の選択を行った場合、選択されていない場合、およびマッピングされていない選択の場合にはエラーとなります。 0 : ダウンロードプログラムの選択関係は正常 1 : ダウンロードエラー発生 (多重選択または、マッピングされていないプログラム選択)
1	FK	-	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット FKEY の値が、H'A5 であるかどうかをチェックした結果を返すビットです。 0 : FKEY の設定は正常 (FKEY=H'A5) 1 : FKEY の設定値エラー (FKEY は、H'A5 以外の値)
0	SF	-	R/W	サクセス/フェイルビット ダウンロードが正常に終了したかどうかを返すビットです。内蔵 RAM 上にダウンロードしたプログラムをリードバックし、内蔵 RAM 上に転送できているかの判定結果です。 0 : 内蔵プログラムのダウンロードは正常終了 (エラーなし) 1 : 内蔵プログラムのダウンロードが異常終了 (エラーが発生している)

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

(2) 書き込み/消去の初期化

ダウンロードされる書き込み/消去の内蔵プログラムには、初期化プログラムも含まれています。

書き込み/消去では決められた時間幅のパルス印加が必要で、ウェイトループを CPU 命令で構成する方法で規定のパルス幅を作成しています。このため、CPU の動作周波数を設定する必要があります。

これらの設定をダウンロードした書き込み/消去プログラムのパラメータとして設定するのが初期化プログラムです。

(a) フラッシュプログラム/イレース周波数パラメータ (FPEFEQ : CPU の汎用レジスタ ER0)

CPU の動作周波数を設定するパラメータです。本 LSI の動作周波数範囲は 8 s MHz~20MHz です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31~16	—	—	—	未使用ビット 値 0 を設定してください。
15~0	F15~F0	—	R/W	周波数設定ビット CPU の動作周波数を設定します。設定値は以下のように算出してください。 <ul style="list-style-type: none"> • MHz 単位で表現した動作周波数を小数点第 3 位で四捨五入し、小数点第 2 位までとする。 • 100 倍した値を 16 進数に変換し、FPEFEQ パラメータ (汎用レジスタ ER0) に書き込む。 具体例として、CPU の動作周波数が 20.000MHz の場合には、以下のようになります。 <ul style="list-style-type: none"> • 20.000 の小数点第 3 位を四捨五入し、20.00。 • $20.00 \times 100 = 2000$ を 16 進数変換し、H'07D0 を ER0 に設定。

(b) フラッシュバス/フェイルパラメータ (FPFR : CPU の汎用レジスタ R0L)

初期化結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~2	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます
1	FQ	—	R/W	周波数エラー検出ビット 指定された CPU 動作周波数が、サポートしている動作周波数の範囲にあるかをチェックした結果を戻します。 0 : 動作周波数の設定は正常値 1 : 動作周波数の設定が異常値
0	SF	—	R/W	サクセス/フェイルビット 初期化が正常に終了したかどうかを戻すビットです。 0 : 初期化は正常終了 (エラーなし) 1 : 初期化が異常終了 (エラーが発生している)

(3) 書き込み実行

フラッシュメモリへの書き込み実行においては、ユーザマット上の書き込み先アドレスと書き込みデータをダウンロードした書き込みプログラムに渡すことが必要です。

1. ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスを汎用レジスタER1に設定してください。このパラメータをフラッシュマルチパースアドレスエリアパラメータ (FMPAR) と呼びます。

書き込みデータは常に128バイト単位ですので、ユーザマット上の書き込み先頭アドレスの境界はアドレスの下位8ビット (A7~A0) が、H'00またはH'80のいずれかとしてください。

2. ユーザマットへの書き込みデータを連続領域に準備してください。書き込みデータはCPUのMOV.B命令でアクセス可能な連続空間で、内蔵フラッシュメモリ空間以外としてください。

書き込みたいデータが128バイトに満たない場合でも、ダミーコード (H'FF) を埋め込んで128バイトの書き込みデータを準備してください。

準備した書き込みデータが格納されている領域の先頭アドレスを、汎用レジスタER0に設定してください。

このパラメータをフラッシュマルチパースデータデスティネーションエリアパラメータ (FMPDR) と呼びます。

書き込み処理の手続きの詳細については、「19.4.2 ユーザプログラムモード」を参照してください。

(a) フラッシュマルチパースアドレスエリアパラメータ (FMPAR : CPUの汎用レジスタ ER1)

ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスを設定します。

フラッシュメモリ空間以外の領域のアドレスが設定されている場合、エラーとなります。

また、書き込み先の先頭アドレスは128バイト境界である必要があります。この境界条件になっていない場合も、エラーとなります。これらのエラーはFPFRパラメータのビット1: WAビットに反映されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
31~0	MOA31 ~ MOA0	—	R/W	ユーザマット上の書き込み先の先頭アドレスを格納します。ここで指定されたユーザマットの先頭アドレスから連続128バイトの書き込みが行われます。よって、指定する書き込み先の先頭アドレスは128バイト境界となり、MOA6~MOA0は常に0になります。

(b) フラッシュマルチパースデータデスティネーションパラメータ (FMPDR : CPUの汎用レジスタ ER0)

ユーザマットに書き込むデータが格納されている領域の先頭アドレスを設定します。書き込みデータの格納先がフラッシュメモリ内の場合には、エラーとなります。このエラーはFPFRパラメータのWDビットに反映されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
31~0	MOD31 ~ MODA0	—	R/W	ユーザマットへの書き込みデータが格納されている領域の先頭アドレスを格納します。ここで指定された先頭アドレスから連続128バイトのデータが、ユーザマットに対して書き込まれます。

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

(c) フラッシュバス/フェイルパラメータ (FPFR : CPU の汎用レジスタ R0L)

書き込み処理結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます
6	MD	—	R/W	書き込みモード関連設定エラー検出ビット FWE 端子への入力値が High レベルであること、およびエラープロテクト状態でないことのチェック結果を返します。FWE 端子が Low レベルであったり、エラープロテクト状態になっている場合、1 が書き込まれます。これらの状態は、FCCS の FWE ビット、FLER ビットで確認できます。なお、エラープロテクト状態への遷移条件につきましては、「19.5.3 エラープロテクト」を参照してください。 0 : FWE、FLER 状態は正常 (FWE=1、FLER=0) 1 : FWE=0 または FLER=1 であり、書き込みできない状態
5	EE	—	R/W	書き込み実行時エラー検出ビット ユーザマットが消去されていないために、指定データを書き込めなかった場合に、本ビットには 1 が返されます。これらが原因で、本ビットが 1 になった場合、ユーザマットは途中まで書き換えられている可能性が高いため、エラーになる原因を取り除いた後、消去から実施し直してください。また、FMATS の値が H'AA となっており、ユーザブートマット選択状態のときに書き込みを実施しても、書き込み実行時エラーとなります。この場合は、ユーザマット/ユーザブートマットともに、書き換えられてはいません。ユーザブートマットの書き込みはブートモードまたはライターモードで実施してください。 0 : 書き込み処理は正常終了 1 : 書き込み処理が異常終了し、書き込み結果は保証できない
4	FK	—	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット 書き込み処理開始前に FKEY の値をチェックした結果を戻します。 0 : FKEY の設定は正常 (FKEY=H'5A) 1 : FKEY の設定値エラー (FKEY は、H'5A 以外の値)
3	—	—	—	未使用ビット 値 0 が戻されます
2	WD	—	R/W	ライトデータアドレス検出ビット 書き込みデータの格納先の先頭アドレスとして、フラッシュメモリ領域のアドレスが指定された場合にはエラーとなります。 0 : 書き込みデータアドレス設定は正常値 1 : 書き込みデータアドレス設定が異常値
1	WA	—	R/W	ライトアドレスエラー検出ビット 書き込み先先頭アドレスとして、以下が指定された場合にはエラーとなります。 • フラッシュメモリの領域外が書き込み先アドレスとして指定された場合 • 指定されたアドレスが 128 バイト境界でない場合 (アドレスの下位 8 ビットが H'00 か H'80 以外) 0 : 書き込み先アドレス設定は正常値 1 : 書き込み先アドレス設定が異常値

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
0	SF	—	R/W	サクセス/フェイルビット 書き込み処理が正常に終了したかどうかを戻すビットです。 0 : 書き込みは正常終了 (エラーなし) 1 : 書き込みが異常終了 (エラーが発生している)

(4) 消去実行

フラッシュメモリの消去実行においては、ユーザマツト上の消去ブロック番号をダウンロードした消去プログラムに渡す必要があります。これを、FEBS パラメータ (汎用レジスタ ER0) に設定します。

0~23 のブロック番号から 1 ブロックを指定します。

消去処理の手続きの詳細については、「19.4.2 ユーザプログラムモード」を参照してください。

(a) フラッシュイレースブロックセレクトパラメータ (FEBS : CPU の汎用レジスタ ER0)

消去ブロック番号を指定します。複数のブロック番号の指定はできません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
31~10	—	—	—	未使用ビット 値 0 を設定してください。
9	EB9	—	R/W	イレースブロック 0~9 の範囲で消去ブロック番号を設定します。0 は EB0 ブロック、9 は EB9 ブロックに対応します。0~10 (H'00~H'0A) 以外の設定ではエラーになります。
8	EB8	—	R/W	
7	EB7	—	R/W	
6	EB6	—	R/W	
5	EB5	—	R/W	
4	EB4	—	R/W	
3	EB3	—	R/W	
2	EB2	—	R/W	
1	EB1	—	R/W	
0	EB0	—	R/W	

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

(b) フラッシュバス/フェイルパラメータ (FPFR: CPU の汎用レジスタ R0L)

消去処理結果の戻り値です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	—	—	—	未使用ビット 値0が戻されます
6	MD	—	R/W	消去モード関連設定エラー検出ビット FWE 端子への入力値が High レベルであることと、エラープロテクト状態でないことのチェック結果を返します。FWE 端子が Low レベルであったり、エラープロテクト状態になっている場合、1が書き込まれます。これらの状態は、FCCS の FWE ビット、FLER ビットで確認できます。なお、エラープロテクト状態への遷移条件につきましては、「19.5.3 エラープロテクト」を参照してください。 0: FWE、FLER 状態は正常 (FWE=1、FLER=0) 1: FWE=0 または FLER=1 であり、消去できない状態
5	EE	—	R/W	消去実行時エラー検出ビット ユーザマットの消去ができなかったり、フラッシュ関連レジスタの一部が書き換えられている場合に、本ビットには1が返されます。これらが原因で、本ビットが1になった場合、ユーザマットは途中まで消去されている可能性が高いため、エラーになる原因を取り除いた後、再度消去を実施し直してください。また、FMATS レジスタの値が H'AA となっており、ユーザブートマット選択状態のときに消去を実施しても、消去実行時エラーとなります。この場合は、ユーザマット/ユーザブートマットともに、消去されてはなりません。ユーザブートマットの消去はブートモードまたはライタモードで実施してください。
4	FK	—	R/W	フラッシュキーレジスタエラー検出ビット 消去処理開始前に FKEY の値をチェックした結果を返します。 0: FKEY の設定は正常 (FKEY=H'5A) 1: FKEY の設定値エラー (FKEY は、H'5A 以外の値)
3	EB	—	R/W	イレースブロックセレクトエラー検出ビット 指定された消去ブロック番号が、ユーザマットのブロック範囲内であるかのチェック結果です。 0: 消去ブロック番号の設定は正常値 1: 消去ブロック番号の設定が異常値
2	—	—	—	未使用ビット
1	—	—	—	値0が戻されます
0	SF	—	R/W	サクセス/フェイルビット 消去処理が正常に終了したかどうかを戻すビットです。 0: 消去は正常終了 (エラー無し) 1: 消去が異常終了 (エラーが発生している)

19.4 オンボードプログラミング

オンボードプログラミングモードに端子を設定しリセットスタートすると、内蔵フラッシュメモリへの書き込み/消去を行うことができるオンボードプログラミング状態へ遷移します。オンボードプログラミングモードにはブートモード、ユーザプログラムモードとユーザブートモードの3種類の動作モードがあります。

各モードへの設定方法は、表 19.5 を参照してください。また、フラッシュメモリに対する各モードへの状態遷移図は図 19.2 を参照してください。

表 19.5 オンボードプログラミングモードの設定方法

モード設定	FWE	MD2	MD1	NMI
ブートモード	1	1	0	1
ユーザプログラムモード	1*	0	1	0/1
ユーザブートモード	1	1	0	0

【注】 * 書き込み/消去プログラムのダウンロードを行う前に FLSHE ビットを 1 に設定し、ユーザプログラムモードに遷移してください。

19.4.1 ブートモード

ブートモードは、内蔵の SCI を使用してホストから制御コマンドや書き込みデータを送信する方式でユーザマットやユーザブートマットへの書き込み/消去を実行するモードです。ホスト上に制御コマンドを送信するためのツールと書き込みデータを準備しておく必要があります。使用する SCI 通信モードは調歩同期式モードに設定されています。本 LSI の端子をブートモードに設定後、リセットスタートするとあらかじめマイコン内部に組み込まれているブートプログラムを起動し、SCI ビットレートの自動調整実施後、制御コマンド方式でのホストとの通信を行います。

図 19.6 にブートモード時のシステム構成図を示します。なお、ブートモードの端子設定は表 19.5 を参照してください。ブートモードでの NMI およびその他の割り込みは無視されます。しかし、NMI およびその他の割り込みはシステム側で発生しないようにしてください。

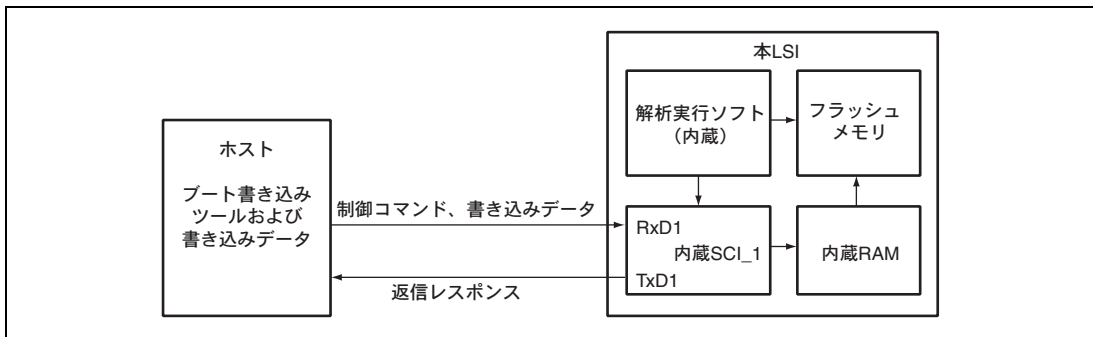


図 19.6 ブートモード時のシステム構成図

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

(1) ホストの SCI インタフェース設定

ブートモードが起動すると、本 LSI はホストより連続送信される調歩同期式 SCI 通信のデータ (H'00) の Low 期間を測定します。このときの SCI 送信/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」に設定してください。本 LSI は、測定した Low 期間よりホストの送信するビットレートを計算し、ビット調整終了合図 (H'00 を 1 バイト) をホストへ送信します。ホストは、この調整終了合図 (H'00) を正常に受信したことを確認し、本 LSI へ H'55 を 1 バイト送信してください。受信が正常に行われなかった場合は、再度ブートモードを起動し (リセット)、上述の操作を行ってください。ホストが送信するビットレート、および本 LSI のシステムクロックの周波数によってホストと本 LSI のビットレートに誤差が生じます。正常に SCI を動作させるために、ホストの転送ビットレートを 4,800bps、9,600bps または 19,200bps に設定してください。

ホストの転送ビットレートと本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数を、表 19.6 に示します。このシステムクロックの範囲内でブートモードを起動してください。

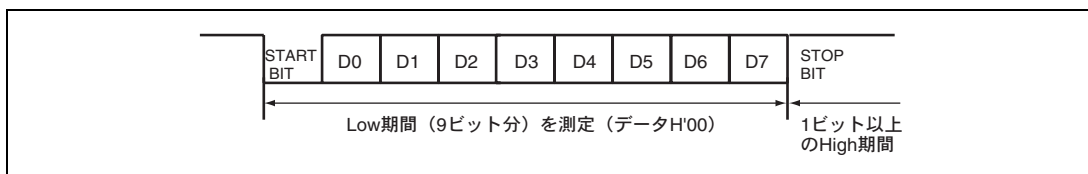


図 19.7 SCI ビットレートの自動合わせ込み動作

表 19.6 本 LSI の自動合わせ込みが可能なシステムクロックの周波数

ホストのビットレート	本 LSI のビットレートの自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数
4,800 bps	8~20 MHz
9,600 bps	8~20 MHz
19,200 bps	8~20 MHz

(2) 状態遷移図

ブートモード起動後の、状態遷移図の概要を図 19.8 に示します。

1. ビットレート合わせ込み

ブートモード起動後、ホストとの SCI インタフェースのビットレート合わせ込みを行います。

2. 問い合わせ設定コマンド待ち

ユーザマットサイズ、ユーザマット構成、マット先頭アドレス、サポート状況などの問い合わせに対して、必要情報をホストに送信します。

3. 全ユーザマットおよびユーザブートマットの自動消去

問い合わせが完了すると、すべてのユーザマットとユーザブートマットを自動消去します。

4. 書き込み/消去コマンド待ち

- 「書き込み準備通知」を受信すると、書き込みデータ待ち状態に遷移します。書き込みコマンドに続けて書き込み先頭アドレス、書き込みデータを送信してください。書き込み終了時は、書き込み先頭アドレスをH'FFFFFFFと設定して送信してください。これにより書き込みデータ待ち状態から、書き込み/消去コマンド待ち状態に戻ります。
- 「消去準備通知」を受信すると、消去ブロックデータ待ち状態に遷移します。消去コマンドに続けて消去ブロック番号を送信してください。消去終了時は、消去ブロック番号をH'FFと設定して送信してください。これにより消去ブロックデータ待ち状態から、書き込み/消去コマンド待ち状態に戻ります。なお、消去の実行はブートモードで一旦書き込んだ後に、リセットスタートせずに特定のブロックのみを書き換える場合に使用してください。1回の操作で書き込みができる場合には、書き込み/消去/他コマンド待ち状態に遷移する前に全ブロックの消去が行われていますので、本消去操作は必要ありません。
- 書き込み/消去以外に、ユーザマット/ユーザブートマットのサムチェック、ユーザマット/ユーザブートマットのブランクチェック（消去チェック）、ユーザマット/ユーザブートマットのメモリリード、および現在のステータス情報取得のコマンドがあります。

ユーザマット/ユーザブートマットのメモリ読み出しは、すべてのユーザマット/ユーザブートマットを自動消去した後に書き込んだデータについてのみ読み出しができます。それ以外は読み出しができませんので、ご注意ください。

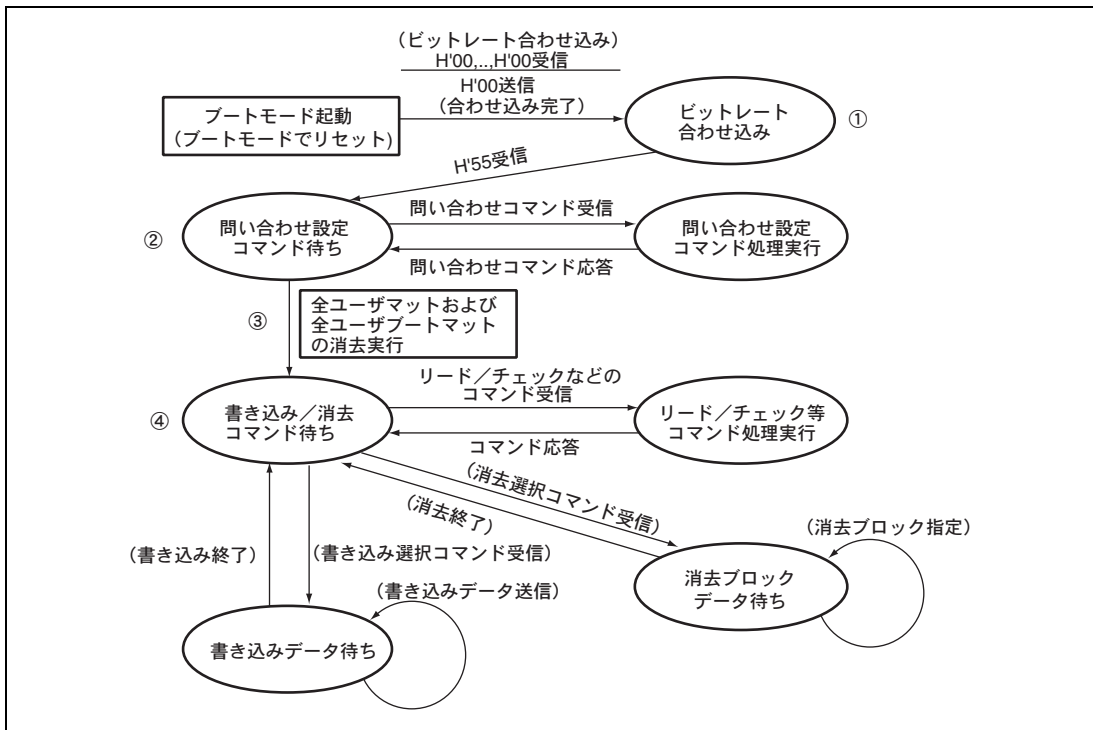


図 19.8 ブートモードの状態遷移の概略図

19.4.2 ユーザプログラムモード

ユーザプログラムモードでは、ユーザマットの書き込み/消去ができます（ユーザブートマットの書き込み/消去はできません）。

あらかじめマイコン内に内蔵されているプログラムをダウンロードして書き込み/消去を実施します。

書き込み/消去概略フローを図 19.9 に示します。

なお、書き込み/消去処理中はフラッシュメモリ内部に高電圧が印加されていますので、書き込み/消去処理中にはリセットへの遷移は行わないようにしてください。フラッシュメモリにダメージを与え破壊する可能性があります。誤って、リセットしてしまった場合は、100 μ s の通常より長いリセット入力期間のあとにリセットリリースしてください。

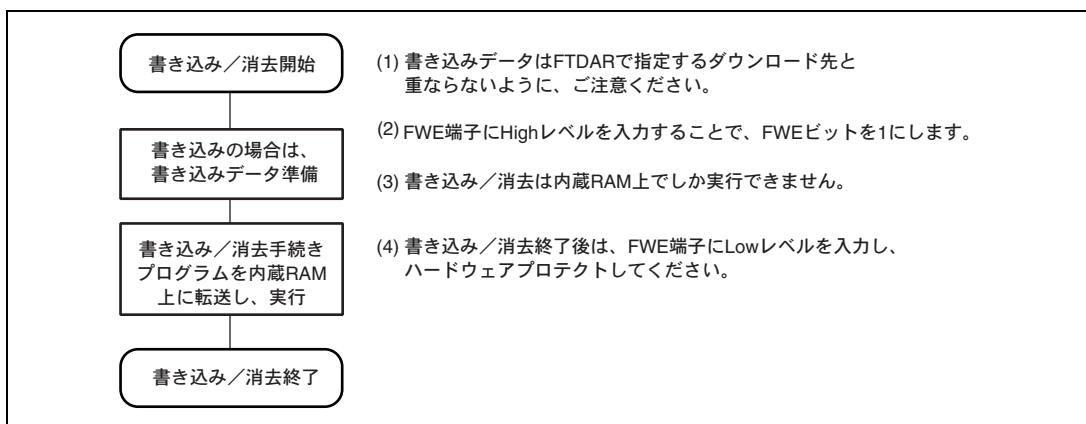


図 19.9 書き込み/消去概略フロー

(1) 書き込み/消去実行時の内蔵 RAM のアドレスマップ

ダウンロードの要求、書き込み/消去の手順、結果の判定などのユーザで作成してもらう手続きプログラムの一部は必ず内蔵 RAM 上で実行する必要があります。また、ダウンロードされる内蔵プログラムはすべて内蔵 RAM 上に存在します。これらが重複することのないように、内蔵 RAM 上の領域管理に気を付けてください。

図 19.10 にダウンロードされるプログラムの領域を示します。

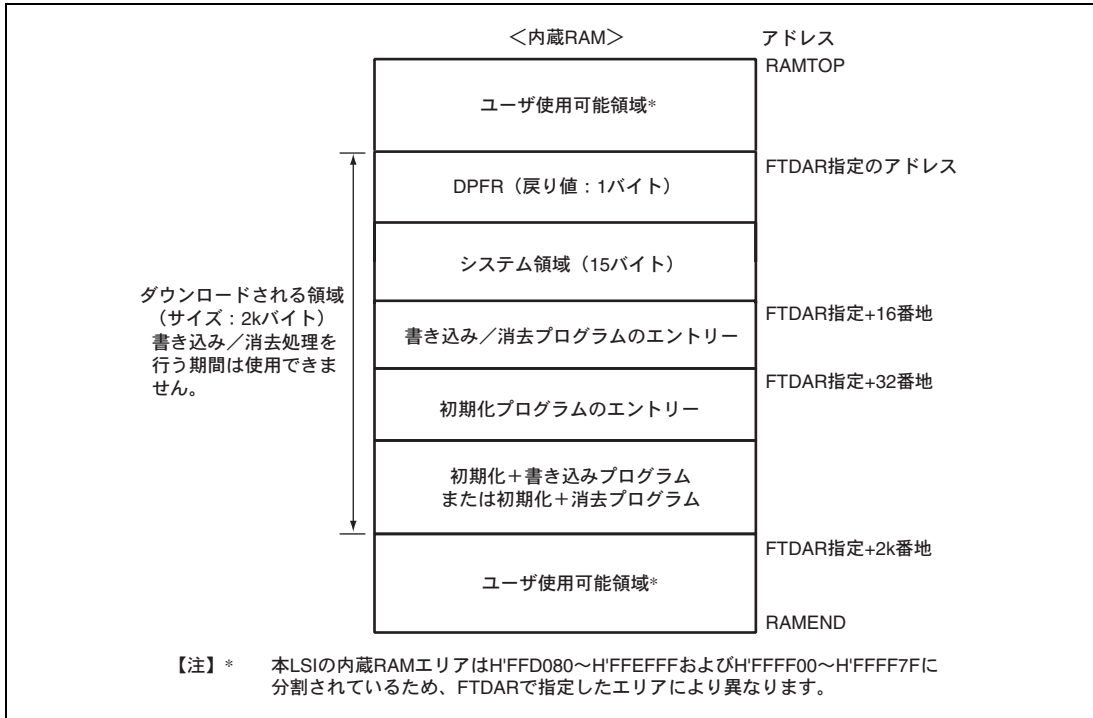


図 19.10 書き込み/消去実施時の RAM マップ

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

(2) ユーザプログラムモードでの書き込み手順

ダウンロード、初期化、書き込みの手順を図 19.11 に示します。

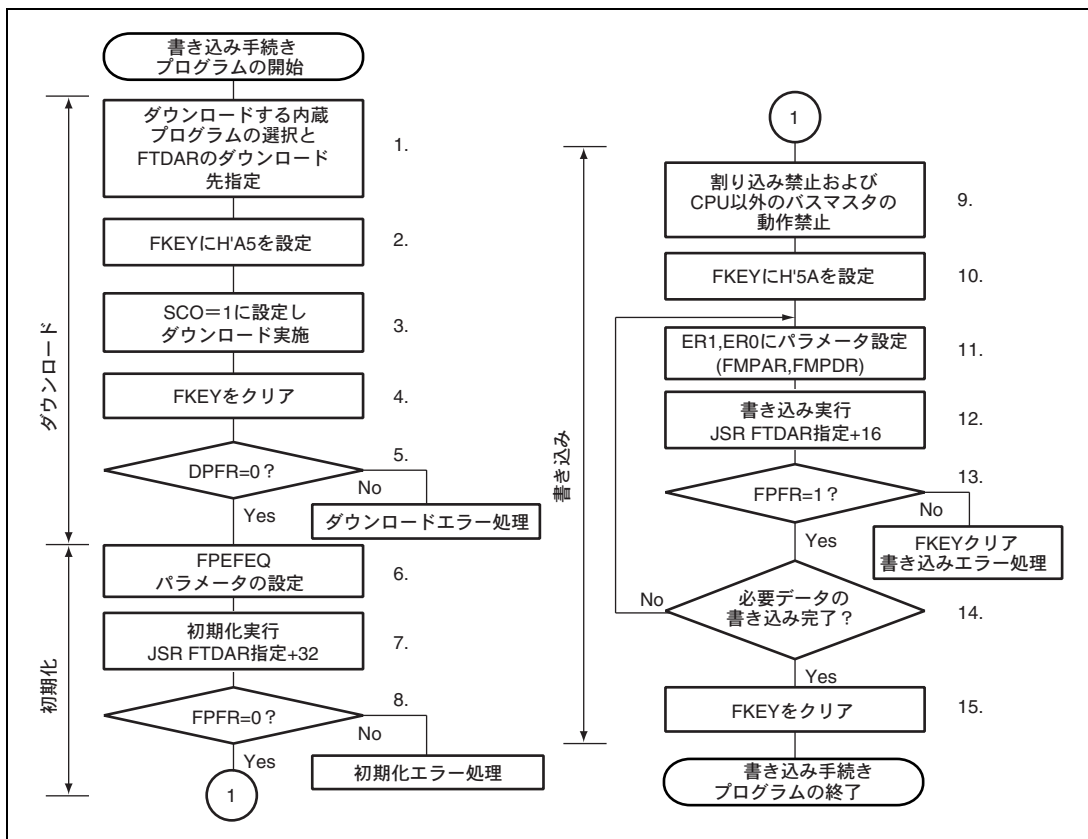


図 19.11 書き込み手順

手続きプログラムは、書き込み対象のフラッシュメモリ以外で実行してください。特に、ダウンロードのために FCCS の SCO ビットを 1 にセットする部分は、必ず内蔵 RAM 上で実行するようにしてください。

ユーザの手続きプログラムのステップごとの実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマツト）を「19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域」に示します。

以下の説明は、ユーザマツト上の書き込み対象領域は消去されており、書き込みデータも連続領域に準備できたという前提です。消去ができていない場合は、書き込み前に消去を実施してください。

1 回の書き込み処理では 128 バイトの書き込みを行います。128 バイトを超える書き込みを行う場合は、書き込み先アドレス/書き込みデータのパラメータを 128 バイト単位で更新して書き込みを繰り返します。

128 バイト未満の書き込みの場合も無効データを埋め込んで 128 バイトにそろえる必要があります。埋め込む無効データを H'FF にすると書き込み処理時間を短縮できます。

1. ダウンロードする内蔵プログラムの選択とダウンロード先を選択します。

FPCSのPPVSビットを1にセットすると書き込みプログラムが選択されます。

書き込み/消去プログラムを複数選択することはできません。複数設定した場合は、ダウンロードの実行は行われず、DPFRパラメータにのSSビットにダウンロードエラーが報告されます。FTDARでダウンロード先の先頭アドレスを指定します。

2. FKEYにH'A5を書き込みます。

プロテクトのためにFKEYにH'A5を書き込まないとダウンロード要求のSCOビットに1をセットすることができません。

3. FCCSのSCOビットが1にセットし、ダウンロードを実行します。

SCOビットに1をセットするためには、以下の条件がすべて満足されている必要があります。

- (1) FKEYにH'A5が書き込まれていること。
- (2) SCOビット書き込みが内蔵RAM上で実行されていること。

SCOビットが1にセットされると自動的にダウンロードが開始され、ユーザの手続きプログラムに戻ってきた時点では、SCOビットが0にクリアされていますので、ユーザ手続きプログラムではSCOビットが1であることの確認ができません。

ダウンロード結果の確認は、DPFRパラメータの戻り値での確認となりますので、SCOビットを1にセットする前に、DPFRパラメータとなる、FTDARで指定した内蔵RAMの先頭1バイトを、戻り値以外 (H'FFなど) に設定して誤判定の発生を防いでください。

ダウンロードの実行においては、マイコン内部処理として以下に示すようなバンク切り替えを伴った特殊な割り込み処理を行いますので、SCOビットを1にセットする命令の直後には4つのNOP命令を実行してください。

- ユーザマット空間を内蔵プログラム格納領域に切り替えます。
- ダウンロードプログラム選択条件とFTDARでの指定アドレスをチェック後、FTDARで指定された内蔵RAMへの転送処理を行います。
- FPCS、FECS、FCCSのSCOビットを0クリアします。
- DPFRパラメータに戻り値を設定します。
- 内蔵プログラム格納領域をユーザマット空間に戻した後、ユーザ手続きプログラムに戻ります。
- ダウンロード処理では、CPUの汎用レジスタは値が保存されます。
- ダウンロード処理中は、すべての割り込みは受け付けられません。NMI以外の割り込みの要求は保持されていますので、ユーザ手続きプログラムに戻った時点で、割り込みが発生することになります。
- レベル検出割り込み要求を保持したい場合は、ダウンロード終了まで割り込みを入れておく必要があります。
- 最大128バイトのスタック領域を使用しますので、SCOビットを1にセットする前に確保しておいてください。

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

4. プロテクトのために、FKEYをH'00にクリアします。
5. DPFRパラメータの値をチェックしダウンロード結果を確認します。
 - DPFR パラメータ (FTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレスの1バイト) の値をチェックします。値がH'00ならば、ダウンロードは正常に行われています。H'00以外の場合は、以下の手順でダウンロードが行われなかった原因を調査することができます。
 - DPFRパラメータの値が、ダウンロード実行前に設定した値 (H'FFなど) と同じであった場合は、FTDARのダウンロード先アドレス設定の異常が考えられますので、FTDARのTDERビットを確認してください。
 - DPFRパラメータの値が、ダウンロード実行前の設定値と異なっている場合は、DPFRパラメータのSSビットや、FKビットにて、ダウンロードプログラムの選択やFKEYの設定が正常であったかの確認をしてください。
6. 初期化のためにFPEFEQパラメータに動作周波数を設定します。

- FPEFEQパラメータ (汎用レジスタ : ER0) に、現在のCPUクロックの周波数を設定します。
FPEFEQパラメータの設定可能範囲は8MHz~20MHzです。この範囲以外の周波数が設定された場合、初期化プログラムのFPFRパラメータにエラーが報告され初期化は行われません。周波数の設定方法は「19.3.2 (2) (a) フラッシュプログラム/イレース周波数パラメータ (FPEFEQ : CPUの汎用レジスタER0) 」を参照してください。

7. 初期化を実行します。

初期化プログラムは書き込みプログラムのダウンロード時に一緒に内蔵RAM上にダウンロードされています。FTDAR設定のダウンロード先頭アドレス+32バイトからの領域に、初期化プログラムのエントリーポイントがありますので、以下のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+32, ER2	; エントリーアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 初期化ルーチンをコール
NOP		

- 初期化プログラムではR0L以外の汎用レジスタは保存されます。
- R0LはFPFRパラメータの戻り値です。
- 初期化プログラムではスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域をRAM上に確保しておいてください。
- 初期化プログラム実行中の割り込み受け付けは可能です。ただし、内蔵RAM上のプログラム格納領域やスタック領域、レジスタの値を破壊しないようにしてください。

8. 初期化プログラムの戻り値FPFR (汎用レジスタR0L) を判定します。
9. すべての割り込みと、CPU以外のバスマスタの使用を禁止してください。

書き込みおよび消去においては規定の電圧を規定の時間幅で印加する処理を行います。この間に割り込みの発生または、CPU以外にバス権が移行するなどにより、規定以上の電圧パルスが印加されるとフラッシュメモリにダメージを与える可能性がありますので、必ず割り込みとCPU以外のバス権を禁止としてください。

割り込み処理禁止の設定は、割り込み制御モード0のときはCPUのコンディションコードレジスタ (CCR) のビット7 (I) をB'1に設定し、割り込み制御モード1のときはCPUのコンディションコードレジスタ (CCR) のビット7、6 (I, UI) をB'11に設定することで行います。こうするとNMI以外の割り込みは保持され、実行はされなくなります。

NMI割り込みは、ユーザシステム上で発生しないようにしてください。

保持した割り込みは、すべての書き込み処理後に実行するようにしてください。

また、CPU以外のバス権の移動が発生した場合、エラープロテクト状態に遷移しますので、割り込み禁止と同様にCPU以外のバス権確保も発生しないようにしておいてください。

10. FKEYにH'5Aを設定し、ユーザマットへの書き込みができるようにしてください。
11. 書き込みに必要なパラメータの設定を行います。

ユーザマットの書き込み先の先頭アドレス (FMPAR) を汎用レジスタER1に、書き込みデータ領域の先頭アドレス (FMPDR) の先頭アドレスを汎用レジスタのER0に設定します。

- FMPAR設定例

FMPARは書き込み先アドレスの指定ですので、ユーザマットエリア以外のアドレスが指定された場合、書き込みプログラムを実行しても書き込みは実行されず、戻り値パラメータFPFRにはエラーが報告されます。また、128バイト単位ですのでアドレスの下位8ビットが、H'00かH'80の128バイト境界である必要があります。

- FMPDR設定例

書き込みデータの格納先がフラッシュメモリ上の場合、書き込み実行ルーチンを実行しても書き込みは行われず、FPFRパラメータにエラーが報告されます。この場合はいったん内蔵RAMに転送してから書き込むようにしてください。

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

12. 書き込み処理の実行

FTDARで指定したダウンロード先の先頭アドレス+16バイトからの領域に、書き込みプログラムのエントリーポイントがありますので、以下のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+16, ER2	; エントリーアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 書き込みルーチンをコール
NOP		

- 書き込みプログラムではR0L以外の汎用レジスタは保存されます。
- R0LはFPFRパラメータの戻り値です。
- 書き込みプログラムではスタック領域を使用しますので、最大128バイトのスタック領域をRAM上に確保しておいてください。

13. 書き込みプログラムの戻り値FPFR（汎用レジスタR0L）を判定します。

14. 必要データの書き込みが完了したかを判断します。

128バイトを超えるデータを書き込む場合、128バイト単位でFMPAR、FMPDRの設定を行い上記12.~14.の処理を繰り返します。書き込み先アドレスの128バイトのインクリメント、書き込みデータポイントの更新を正しく行ってください。書き込み済みのアドレスへの重複書き込みになると、書き込みエラーになるばかりでなく、フラッシュメモリにダメージを与えてしまいます。

15. 書き込みが終了したらFKEYをクリアして、ソフトウェアプロテクトをかけてください。

ユーザマットへの書き込み完了直後、リセットで再起動する場合は通常より長い100 μ s以上のリセット実施期間（RES=0の期間）を設けてください。

(3) ユーザプログラムモードでの消去手順

ダウンロード、初期化、消去の手順を図 19.12 に示します。

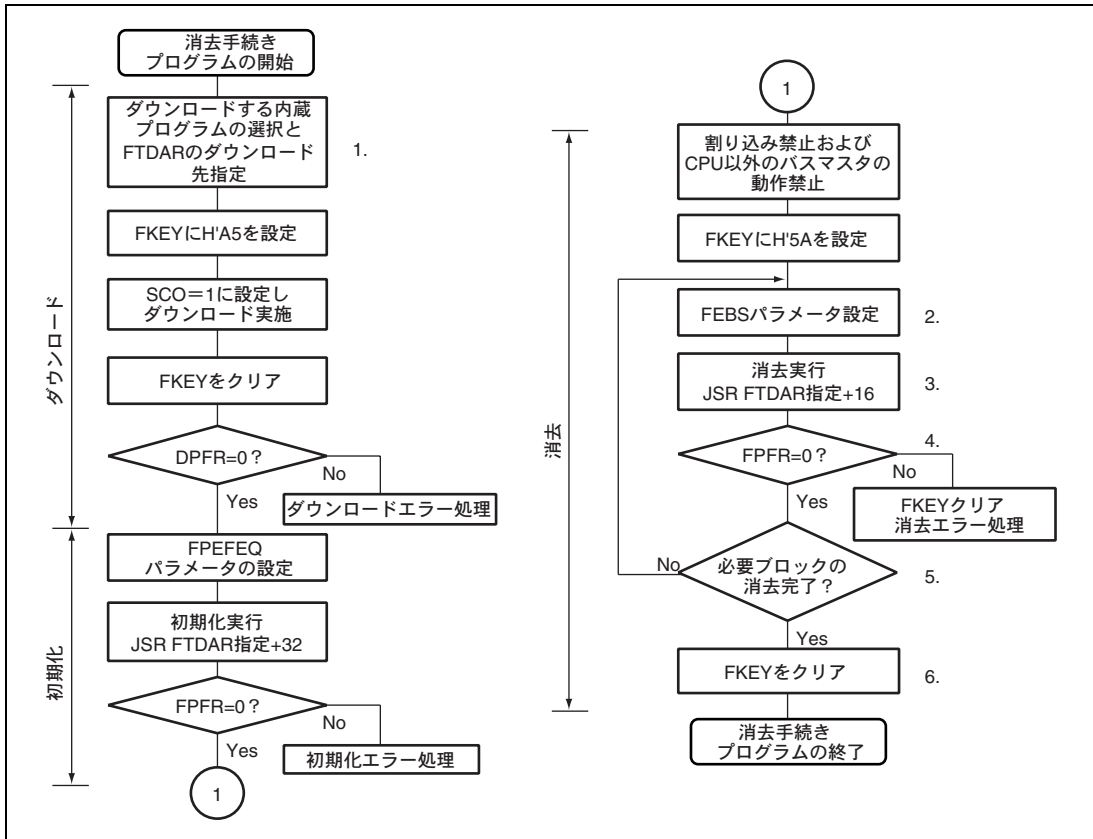


図 19.12 消去手順

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

手順プログラムは、消去対象のユーザマツト以外で実行してください。

特に、ダウンロードのために FCCS レジスタの SCO ビットを 1 にセットする部分は、必ず内蔵 RAM 上で動作するようにしてください。

ユーザの手続きプログラムのステップごとの実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマツト）を「19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域」に示します。

ダウンロードされる内蔵プログラムの領域については、図 19.10 を参照してください。

1 回の消去処理では 1 分割ブロックの消去を行います。ブロック分割については、図 19.4 を参照してください。

2 ブロック以上の消去を行う場合は、消去ブロック番号を更新して消去を繰り返します。

1. ダウンロードする内蔵プログラムを選択します。

FECS の EPVB ビットを 1 にセットします。

書き込み／消去プログラムを複数選択することはできません。複数設定した場合は、ダウンロードの実行は行われず、DPFR パラメータの SS ビットにダウンロードエラーが報告されます。

FTDAR レジスタで、ダウンロード先の先頭アドレスを指定します。

FKEY の設定以降のダウンロード、初期化、などの手続きは、書き込み手順と同じですので、「19.4.2 (2) ユーザプログラムモードでの書き込み手順」を参照してください。

消去プログラム用のパラメータ設定以降を以下に示します。

2. 消去に必要な FEBS パラメータの設定を行います。

ユーザマツトの消去ブロック番号をフラッシュイレースブロックセレクトパラメータ FEBS（汎用レジスタ ER0）に設定します。ユーザマツトの分割ブロック番号以外の値が設定された場合、消去処理プログラムを実行しても消去はされず、戻り値パラメータ FPFR にはエラーが報告されます。

3. 消去処理を実行します。

書き込みと同様に、FTDAR で指定したダウンロード先の先頭アドレス + 16 バイトからの領域に、消去プログラムのエントリーポイントがありますので、以下のような方法でサブルーチンコールして実行してください。

MOV.L	#DLTOP+16, ER2	; エントリーアドレスを ER2 に設定
JSR	@ER2	; 消去ルーチンをコール
NOP		

- 消去プログラムでは R0L 以外の汎用レジスタは保存されます。
 - R0L は FPFR パラメータの戻り値です。
 - 消去プログラムではスタック領域を使用しますので、最大 128 バイトのスタック領域を RAM 上に確保しておいてください。
4. 消去プログラムの戻り値 FPFR（汎用レジスタ R0L）を判定します。

5. 必要ブロックの消去が完了したかを判断します。
 複数ブロックの消去を実施する場合、FEBSパラメータの更新設定を行い上記2.~5.の処理を繰り返します。
 消去済みブロックに対しての消去は可能です。
6. 消去が終了したらFKEYをクリアして、ソフトウェアプロテクトを掛けてください。
 ユーザマットへの消去完了直後、リセットで再起動する場合は通常より長い100μs以上のリセット実施期間
 ($\overline{RES}=0$ の期間)を設けてください。

(4) ユーザプログラムモードでの消去／書き込み手順

FTDARレジスタで、ダウンロード先の内蔵RAMアドレスを変更することで、消去プログラムと書き込みプログラムを別々の内蔵RAM領域にダウンロードしておくことが可能です。

消去、書き込みを繰り返し実行する場合の手順を図 19.13 に示します。

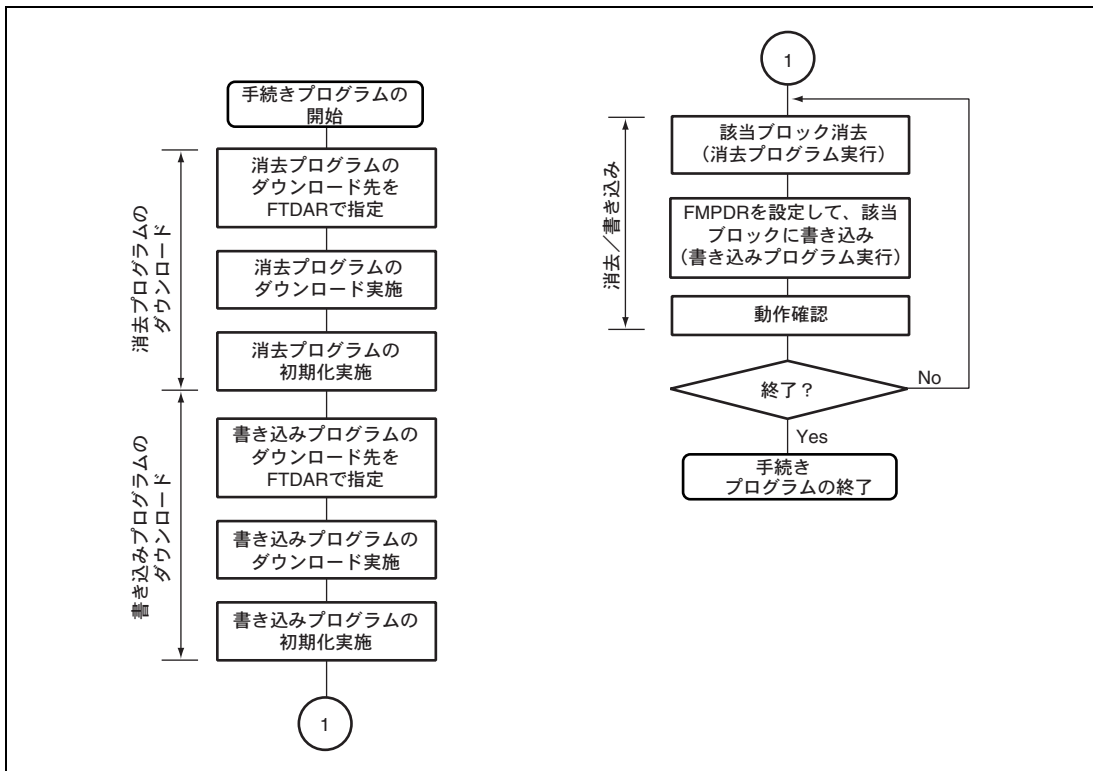


図 19.13 消去、書き込みの繰り返し手順

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

本手順では、ダウンロードと初期化は最初の1回だけ実施するようにしています。本手順のような手続きを行う場合、以下にご注意ください。

- 内蔵RAM領域の重複破壊にご注意ください。

消去プログラム領域、書き込みプログラム領域以外に、ユーザに作成していただく手順プログラムや、作業領域、スタック領域などが、内蔵RAM上に存在しますので、これらの領域を破壊しないようにしてください。

- 消去プログラムの初期化、書き込みプログラムの初期化を行ってください。

FPEFEQパラメータを設定する初期化は、必ず、消去プログラム／書き込みプログラムの両方に実行してください。初期化のエントリアドレスは、消去プログラムのダウンロード先頭+32番地、書き込みプログラムのダウンロード先頭+32番地の両方に対して初期化してください。

19.4.3 ユーザブートモード

本LSIにはブートモード、ユーザプログラムモードとは異なるモード端子設定で起動するユーザブートモードがあります。内蔵SCIを使用するブートモードとは異なるユーザ任意のブートモードが実現できます。

ユーザブートモードで書き込み／消去が可能なマットはユーザマットだけです。ユーザブートマットの書き込み／消去は、ブートモードまたはライターモードで行ってください。

(1) ユーザブートモードでの起動

ユーザブートモード起動のためのモード端子の設定は表 19.5 を参照してください。

ユーザブートモードでリセットスタートすると、いったん組み込みのチェックルーチンが走行します。ここではユーザマット、ユーザブートマットの状態チェックが行われます。

この間のNMIおよびその他の割り込みは受けつけられません。

その後、ユーザブートマット上のリセットベクタの実行開始アドレスから処理を開始します。この時点で、実行マットはユーザブートマットになっていますので、FMATSレジスタにはH'AAが設定されています。

(2) ユーザブートモードでのユーザマットの書き込み

ユーザブートモードでユーザマットへの書き込みを行う手続きでは、FMATSによるユーザブートマット選択状態からユーザマット選択状態への切り替え、および書き込み終了後にユーザマット選択状態から再びユーザブートマット選択状態に戻す手続きの追加が必要です。

ユーザブートモードでのユーザマットの書き込み手続きを図 19.14 に示します。

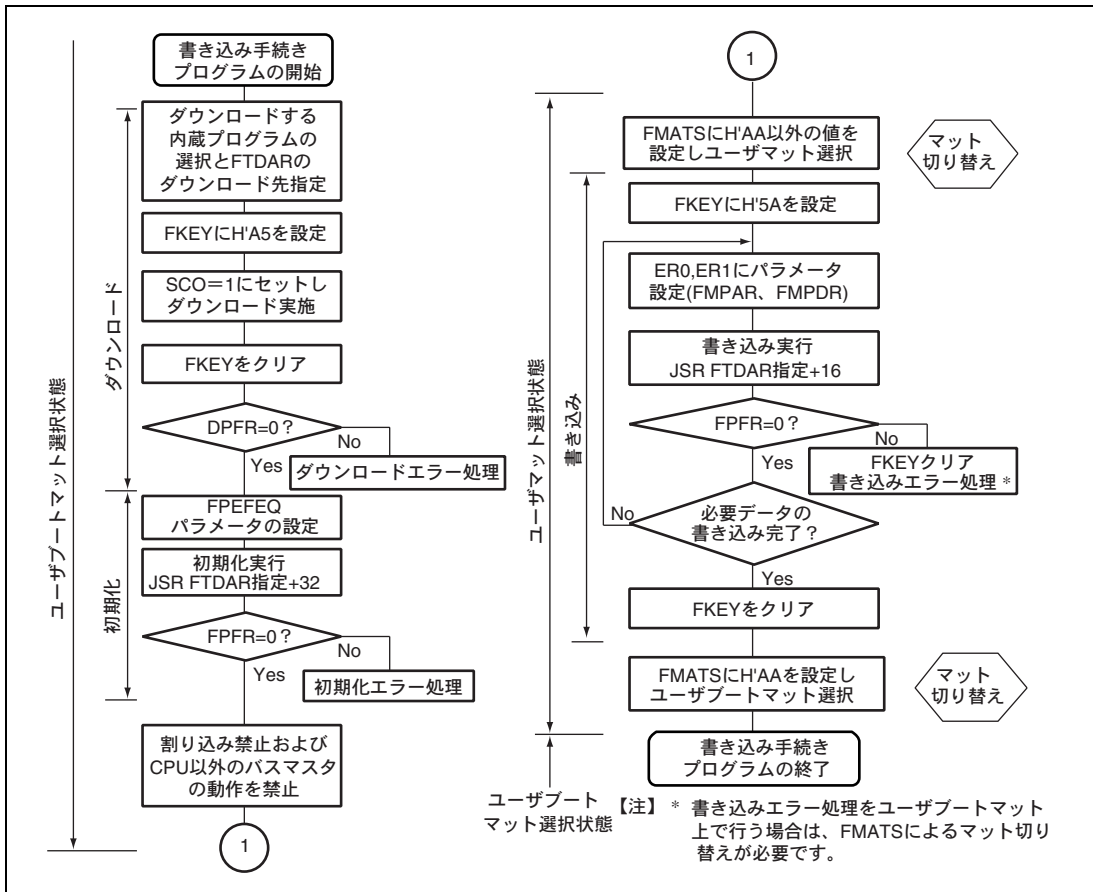


図 19.14 ユーザブートモードでのユーザマットへの書き込み手順

図 19.14 に示したように、ユーザプログラムモードとユーザブートモードでの書き込み手続きの違いは、マット切り替えを行うか否かです。

ユーザブートモードでは、フラッシュメモリ空間にユーザブートマットが見えていて、ユーザマットは「裏」に隠れている状態です。ユーザマットに書き込む処理の間だけ、ユーザマットとユーザブートマットを切り替えます。書き込み処理中は、ユーザブートマットは隠れており、かつユーザマットは書き込み状態ですので、手続きプログラムはフラッシュメモリ以外の領域で走行させる必要があります。書き込み処理が終了したら、最初の状態に戻すために再度マット切り替えを行います。

マット切り替えは、FMATS へ規定の値を書き込みことで実現できますが、完全にマット切り替えが完了するまではアクセスできず、また、割り込みが発生した場合に割り込みベクタをどちらのマットから読み出すかなど不安定状態が存在します。マット切り替えについては、「19.6 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」の説明に従ってください。

マット切り替え以外の書き込み手順は、ユーザプログラムモードの手順と同じです。

ユーザ手続きプログラムのステップごとの、実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマット）については「19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域」に示します。

(3) ユーザブートモードでのユーザマットの消去

ユーザブートモードでユーザマットの消去を行う手続きでは、FMATS によるユーザブートマット選択状態からユーザマット選択状態への切り替え、および消去終了後にユーザマット選択状態から再びユーザブートマット選択状態に戻す手続きの追加が必要です。

ユーザブートモードでのユーザマットの消去手続きを図 19.15 に示します。

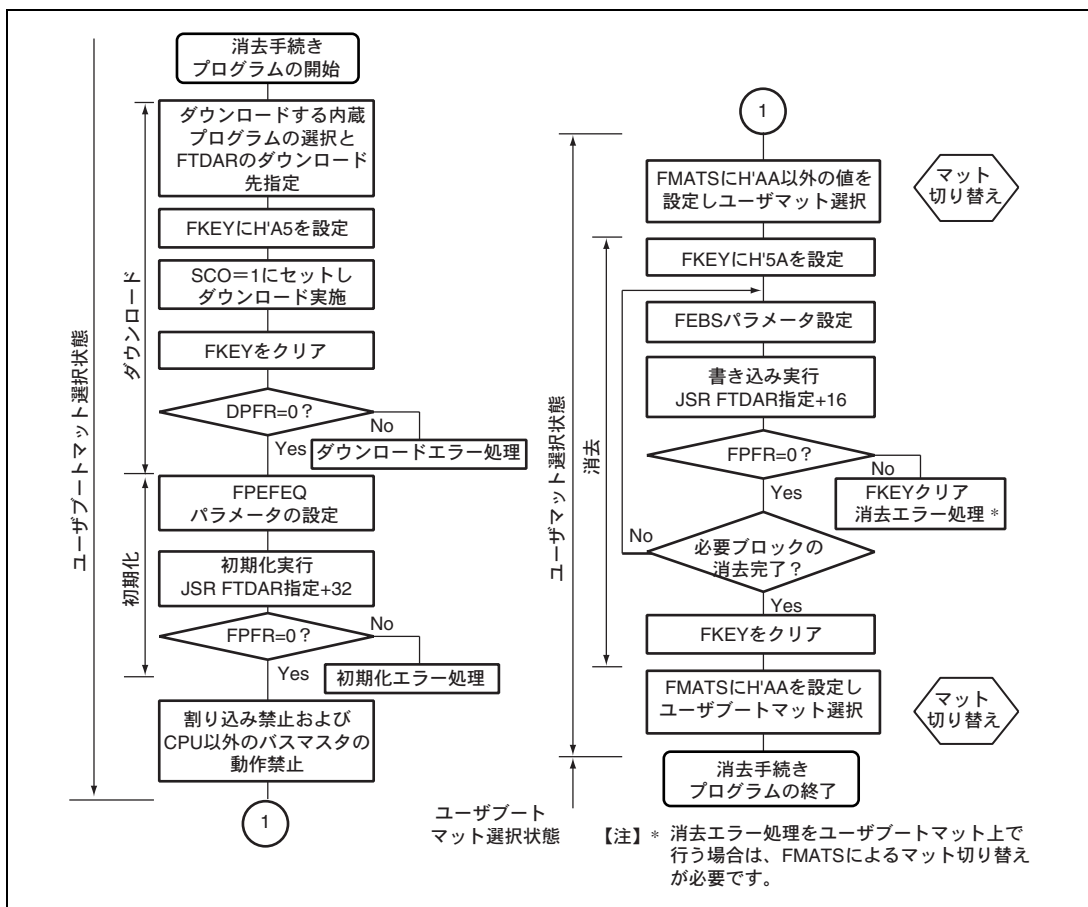


図 19.15 ユーザブートモードでのユーザマットの消去手順

図 19.15 に示したように、ユーザプログラムモードとユーザブートモードでの消去手続きの違いは、マット切り替えを行うか否かです。

マット切り替えは、FMATS へ規定の値を書き込みことで実現できますが、完全にマット切り替えが完了するまではアクセスできず、また、割り込みが発生した場合に割り込みベクタをどちらのマットから読み出すかなど不安定状態が存在します。マット切り替えについては、「19.6 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」の説明に従ってください。

マット切り替え以外の消去手順は、ユーザプログラムモードの手順と同じです。

ユーザ手続きプログラムのステップごとの、実行可能な領域（内蔵 RAM、ユーザマット）については「19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域」に示します。

19.4.4 手順プログラム、または書き込みデータの格納可能領域

本文中での書き込み/消去手順プログラムおよび書き込みデータの格納可能領域は、内蔵 RAM 上に準備している例で示しましたが、以下の条件により他の領域（書き込み/消去対象外のフラッシュメモリ）で実行することができます。

(1) 書き込み/消去の条件

1. 内蔵の書き込み/消去実行プログラムはFTDARで指定された内蔵RAMのアドレスからダウンロードされ、実行されるのでここは使用不可能です。
2. 内蔵の書き込み/消去実行プログラムでは、スタック領域を最大128バイト使用するので、確保してください。
3. SCOビットを1にセットしてダウンロードの要求を行う処理では、マット切り替えが発生するので内蔵RAM上で実施してください。
4. 書き込み/消去を開始する前（ダウンロード結果の判定まで）は、フラッシュメモリはアクセス可能です。この時点までに必要な手続きプログラム、NMI処理ベクタとNMI処理ルーチンなどを内蔵RAMに転送してください。
5. 書き込み/消去処理中は、フラッシュメモリのアクセスはできませんので、内蔵RAM上のダウンロードされたプログラムで実行します。これを起動させる手続きプログラム、およびNMI割り込みのベクタテーブルとNMI割り込み処理プログラムの実行領域も、内蔵RAMにある必要があります。
6. 書き込み/消去完了後のFKEYのクリアまでの期間は、フラッシュメモリのアクセスは禁止とします。
書き込み/消去完了後に、LSIモードを変更してリセット動作をさせる場合には、100 μ s以上のリセット期間（RES=0とする期間）を設けてください。
なお、書き込み/消去処理中のリセット状態への遷移は禁止ですが、誤ってリセットを入れてしまった場合は、100 μ sの通常より長いリセット期間の後に、リセットリリースしてください。
7. ユーザブートモードでのユーザマットへの書き込み/消去処理では、FMATSによるマット切り替えが必要です。マット切り替えの実行は内蔵RAM上で実施してください。

（「19.6 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え」を参照してください）

マットの切り替えにおいて、現在どちらのマットが選択されているかにご注意ください。

8. 通常書き込みのデータであっても、書き込み処理のパラメータFMPDRが示す書き込みデータ格納領域がフラッシュメモリ上であるとエラーと判断しますので、いったん内蔵RAMに転送してFMPDRの示すアドレスはフラッシュメモリ空間以外としてください。

これらの条件を考慮し、各動作モード/ユーザマットのバンク構成/処理内容ごとの組み合わせでの、書き込みデータ格納および実行が可能なエリアを表に示します。

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

表 19.7 実行可能マツトまとめ

処理	起動モード	
	ユーザプログラムモード	ユーザブートモード*
書き込み	表 19.8 (1)	表 19.8 (3)
消去	表 19.8 (2)	表 19.8 (4)

【注】 * ユーザマツトに対しての書き込み/消去が可能です。

表 19.8 (1) ユーザプログラムモードでの書き込み処理で使用可能エリア

項目	格納/実行が可能なエリア		選択されているマツト	
	内蔵 RAM	ユーザマツト	ユーザマツト	組み込みプログラム格納マツト
書き込みデータの格納領域	○	×*	—	—
ダウンロードする内蔵プログラムの選択処理	○	○	○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○	○	
FCCS の SC0=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×		○
FKEY クリア処理	○	○	○	
ダウンロード結果の判定	○	○	○	
ダウンロードエラー処理	○	○	○	
初期化パラメータの設定処理	○	○	○	
初期化実行	○	×	○	
初期化結果の判定	○	○	○	
初期化エラー処理	○	○	○	
NMI 処理ルーチン	○	×	○	
割り込み禁止処理	○	○	○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○	○	
書き込みパラメータの設定処置	○	×	○	
書き込み実行	○	×	○	
書き込み結果の判定	○	×	○	
書き込みエラー処理	○	×	○	
FKEY クリア処理	○	×	○	

【注】 * 事前に内蔵 RAM に転送しておけば可能です。

表 19.8 (2) ユーザプログラムモードでの消去処理で使用可能エリア

項目	格納／実行が可能なエリア		選択されているマツ	
	内蔵 RAM	ユーザマツ	ユーザマツ	組み込みプログラム 格納マツ
ダウンロードする内蔵プログラムの選択処理	○	○	○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○	○	
FCCS の SC0=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×		○
FKEY クリア処理	○	○	○	
ダウンロード結果の判定	○	○	○	
ダウンロードエラー処理	○	○	○	
初期化パラメータの設定処理	○	○	○	
初期化実行	○	×	○	
初期化結果の判定	○	○	○	
初期化エラー処理	○	○	○	
NMI 処理ルーチン	○	×	○	
割り込み禁止処理	○	○	○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○	○	
消去パラメータの設定処置	○	×	○	
消去実行	○	×	○	
消去結果の判定	○	×	○	
消去エラー処理	○	×	○	
FKEY クリア処理	○	×	○	

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

表 19.8 (3) ユーザブートモードでの書き込み処理で使用可能エリア

項目	格納/実行が可能なエリア		選択されているマツ		
	内蔵 RAM	ユーザブートマツ	ユーザマツ	ユーザブートマツ	組み込みプログラム格納マツ
書き込みデータの格納領域	○	×*1	—	—	—
ダウンロードする内蔵プログラムの選択処理	○	○		○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	○		○	
FCCS の SC0=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×			○
FKEY クリア処理	○	○		○	
ダウンロード結果の判定	○	○		○	
ダウンロードエラー処理	○	○		○	
初期化パラメータの設定処理	○	○		○	
初期化実行	○	×		○	
初期化結果の判定	○	○		○	
初期化エラー処理	○	○		○	
NMI 処理ルーチン	○	×		○	
割り込み禁止処理	○	○		○	
FMATS によるマツ切り替え	○	×	○		
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	×	○		
書き込みパラメータの設定処置	○	×	○		
書き込み実行	○	×	○		
書き込み結果の判定	○	×	○		
書き込みエラー処理	○	×*2	○		
FKEY クリア処理	○	×	○		
FMATS によるマツ切り替え	○	×		○	

【注】 *1 事前に内蔵 RAM に転送しておけば可能です。

*2 内蔵 RAM 上で FMATS を切り替えた後なら可能です。

表 19.8 (4) ユーザブートモードでの消去処理で使用可能エリア

項目	格納/実行が可能なエリア		選択されているマット		
	内蔵 RAM	ユーザブート マット	ユーザ マット	ユーザブート マット	組み込みプログラム 格納マット
ダウンロードする内蔵プログラムの選択処理	○	○		○	
FKEY への H'A5 書き込み処理	○	○		○	
FCCS の SC0=1 書き込み実行 (ダウンロード)	○	×			○
FKEY クリア処理	○	○		○	
ダウンロード結果の判定	○	○		○	
ダウンロードエラー処理	○	○		○	
初期化パラメータの設定処理	○	○		○	
初期化実行	○	×		○	
初期化結果の判定	○	○		○	
初期化エラー処理	○	○		○	
NMI 処理ルーチン	○	×		○	
割り込み禁止処理	○	○		○	
FMATS によるマット切り替え	○	×		○	
FKEY への H'5A 書き込み処理	○	×	○		
消去パラメータの設定処置	○	×	○		
消去実行	○	×	○		
消去結果の判定	○	×	○		
消去エラー処理	○	×*	○		
FKEY クリア処理	○	×	○		
FMATS によるマット切り替え	○	×	○		

【注】 * 内蔵 RAM 上で FMATS を切り替えた後なら可能です。

19.5 プロテクト

フラッシュメモリに対する書き込み/消去プロテクトは、ハードウェアプロテクトとソフトウェアプロテクトの2種類あります。

19.5.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトとは、フラッシュメモリに対する書き込み/消去が強制的に禁止、中断された状態のことです。内蔵プログラムのダウンロードと初期化実行はできますが、書き込み/消去プログラムを起動してもユーザマットの書き込み/消去はできず、書き込み/消去エラーがFPFRパラメータで報告されます。

表 19.9 ハードウェアプロテクト

項目	説明	プロテクトが有効な機能	
		ダウンロード	書き込みと消去
FWE 端子プロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FWE 端子に Low レベルが入力されているときには、FCCS の FWE ビットがクリアされ、書き込み/消去プロテクト状態になります。 	—	○
リセット、スタンバイプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> リセット (WDT によるリセットも含む) 時は、書き込み/消去インタフェースレジスタが初期化され、書き込み/消去プロテクト状態になります。 RES 端子によるリセットでは、電源投入後発振が安定するまで RES 端子を Low レベルに保持しないとリセット状態になりません。また、動作中のリセットは AC 特性に規定した RES パルス幅の間 RES 端子を Low レベルに保持してください。書き込み/消去動作中のフラッシュメモリの値は、保証しません。この場合は、消去を実施してから再度書き込みを実施してください。 	○	○

19.5.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアプロテクトは、内蔵の書き込み/消去プログラムのダウンロードからのプロテクト、キーコードによるプロテクトがあります。

表 19.10 ソフトウェアプロテクト

項目	説明	プロテクトが有効な機能	
		ダウンロード	書き込みと消去
SCO ビットプロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FCCS の SCO ビットを 0 にクリアすることにより、書き込み/消去プログラムのダウンロードができないため、書き込み/消去プロテクト状態になります。 	○	○
FKEY プロテクト	<ul style="list-style-type: none"> FKEY にキーコードを書き込まないと、ダウンロードと書き込み/消去ができません。ダウンロードと書き込み/消去では、異なったキーコードの設定が必要です。 	○	○

19.5.3 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/消去中のマイコンの暴走や規定の書き込み/消去手順に沿っていない動作をした場合に発生する異常を検出し、書き込み/消去動作を強制的に中断するプロテクトです。書き込み/消去動作を中断することで、過剰書き込みや過剰消去によるフラッシュメモリへのダメージを防止します。

フラッシュメモリへの書き込み/消去中にマイコンが異常動作すると、FCCS の FLER ビットが 1 にセットされエラープロテクト状態に遷移し、書き込み/消去は中断されます。

FLER ビットのセット条件を以下に示します。

1. 書き込み/消去中にNMIなどの割り込みが発生したとき
2. 書き込み/消去中にフラッシュメモリを読み出したとき（ベクタリードおよび命令フェッチを含む）
3. 書き込み/消去中にSLEEP命令を実行したとき（ソフトウェアスタンバイを含む）

エラープロテクトの解除は、リセットで行われます。

なお、この場合のリセット入力期間は、通常より長い $100\mu\text{s}$ の期間のあとにリセットリリースしてください。フラッシュメモリには書き込み/消去中には高電圧が印加されているため、エラープロテクト状態への遷移時に、印加電圧が抜けきれない恐れがあります。このため、リセット期間を延長してチャージを抜くことにより、フラッシュメモリへのダメージを低減する必要があります。

図 19.16 にエラープロテクト状態への状態遷移図を示します。

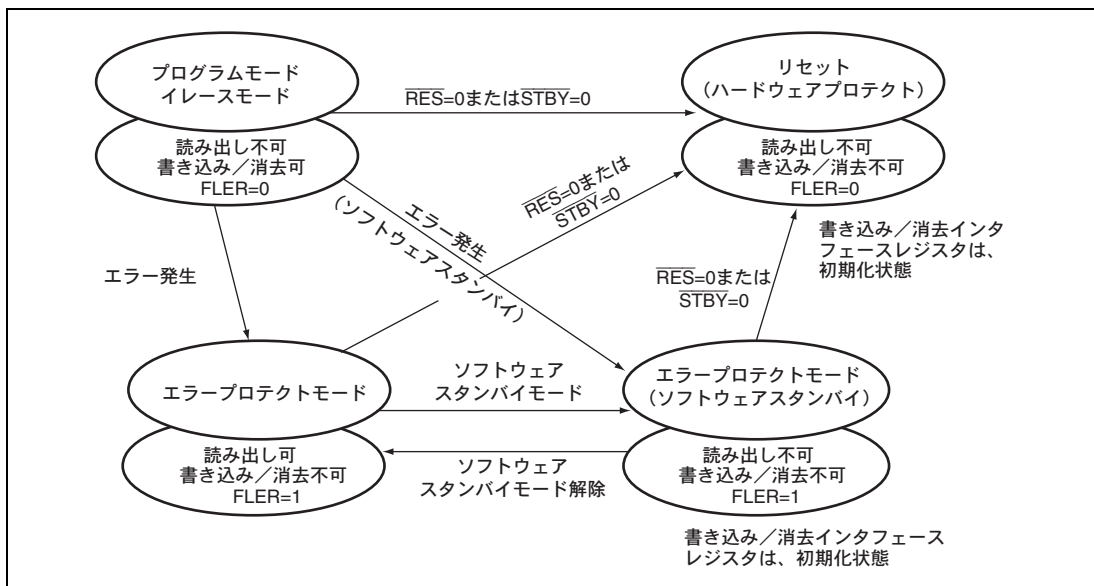


図 19.16 エラープロテクト状態への状態遷移図

19.6 ユーザマットとユーザブートマットの切り替え

ユーザマットとユーザブートマットを切り替えて使うことができます。ただし、同じ0番地からのアドレスに割り当てられているため、以下の手順が必要です。

(ユーザブートマットに切り替えた状態での書き込み/消去はできません。ユーザブートマットの書き換えは、ブートモードまたはライターモードで実施してください。)

1. FMATSによるマット切り替えは、必ず内蔵RAM上で実行してください。
2. 確実に切り替えを行った後で切り替え後のマットのアクセスをするために内蔵RAM上でのFMATS書き換えの直後には、同じく内蔵RAM上で4個のNOP命令を実行してください。
(切り替えを行っている最中のフラッシュメモリをアクセスしないためです)
3. 切り替えの最中に割り込みが発生した場合、どちらのメモリマットがアクセスされるか保証できません。
必ずマット切り替え実行前に、マスク可能な割り込みはマスクするようにしてください。また、マット切り替え中には、NMI割り込みが発生しないようなシステムとしてください。
4. マット切り替え完了後は、各種割り込みのベクタテーブルも切り替わっていますので注意してください。
マット切り替え前後で同じ割り込み処理を実施する場合は、内蔵RAM上に割り込み処理ルーチンを転送しておき、かつ割り込みベクタテーブルもFCCSのWEINTEビットをセットすることにより内蔵RAM上に設定するなどをお願いします。
5. ユーザマットとユーザブートマットはメモリサイズが異なります。8Kバイト以上の空間のユーザブートマットをアクセスしないようにしてください。8Kバイト空間以上をアクセスした場合、不定値が読み出されます。

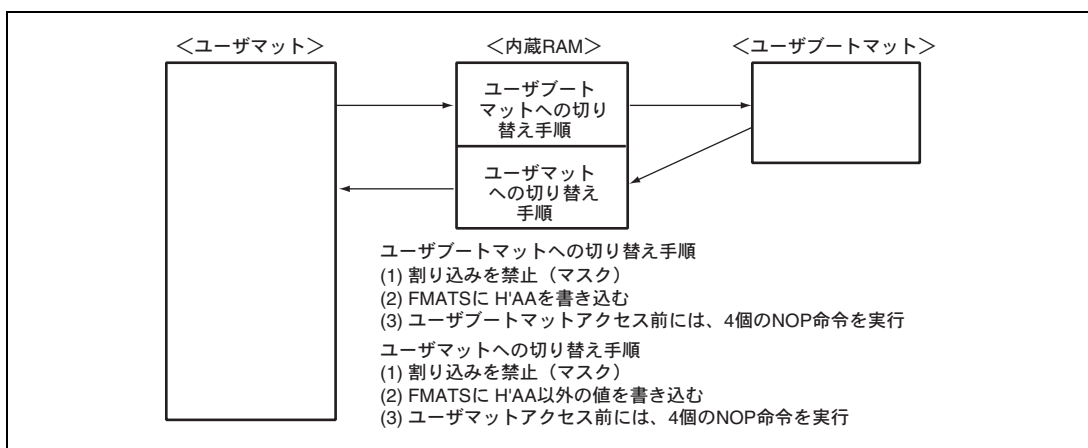


図 19.17 ユーザマット/ユーザブートマットの切り替え

19.7 ライタモード

プログラム/データの書き込み/消去が可能なモードとして、オンボードプログラミングモード以外にライタモードがあります。ライタモードではルネサス テクノロジ 1M バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンのデバイスタイプ*¹をサポートしている汎用 PROM ライタを用いて内蔵 ROM に自由にプログラムを書き込むことができます。書き込み/消去対象マツトは、ユーザマツトとユーザブツトマツト*²です。図 19.18 にライタモード時のメモリマツプを示します。

自動書き込み/自動消去/ステータス読み出しのモードではステータスポーリング方式を採用しており、また、ステータス読み出しモードでは自動書き込み/自動消去を実行した後、その詳細な内部信号を出力します。ライタモードでは、入力クロックとして 12MHz を入力してください。

【注】 *1 本 LSI は、PROM ライタの書き込み電圧を 3.3V に設定して使用してください。

*2 対応する PROM ライタおよびプログラムバージョンに関しては、ソケットアダプタの取り扱い説明書等を参照してください。



図 19.18 ライタモード時のメモリマツプ

19.8 ブツトモードの標準シリアル通信インタフェース仕様

ブツトモードで起動するブツトプログラムは、ホストパソコンと LSI 内蔵の SCI を使って送受信を行います。ホストとブツトプログラムのシリアル通信インタフェース仕様を以下に示します。

(1) ステータス

ブツトプログラムは 3 つのステータスを持ちます。

1. ビツトレート合わせ込みステータス

ホストと送受信するビツトレートを合わせ込むステータスです。ブツトモードで起動するとブツトプログラムが起動し、ビツトレート合わせ込みステータスになり、ホストからのコマンドを受信しビツトレートの合わせ込みを行います。合わせ込みが終了すると、問い合わせ選択ステータスに遷移します。

2. 問い合わせ選択ステータス

ホストからの問い合わせコマンドに応答するステータスです。このステータスで、デバイスとクロックモードとビツトレートを選択します。選択が完了したら、書き込み/消去ステータス遷移コマンドで書き込み/消去ステータスに遷移します。書き込み/消去ステータスに遷移する前に、ブツトプログラムは消去関連ライブラリを内蔵 RAM 上に転送し、ユーザマツトとユーザブツトマツトを消去します。

19. フラッシュメモリ (0.18μm F-ZTAT 版)

3. 書き込み消去ステータス

書き込み/消去を行うステータスです。ホストからのコマンドに従って、書き込み/消去プログラムをRAMに転送し、書き込み/消去を行います。コマンドにより、サムチェック、ブランクチェックを行います。ブートプログラムのステータスを図 19.19 に示します。

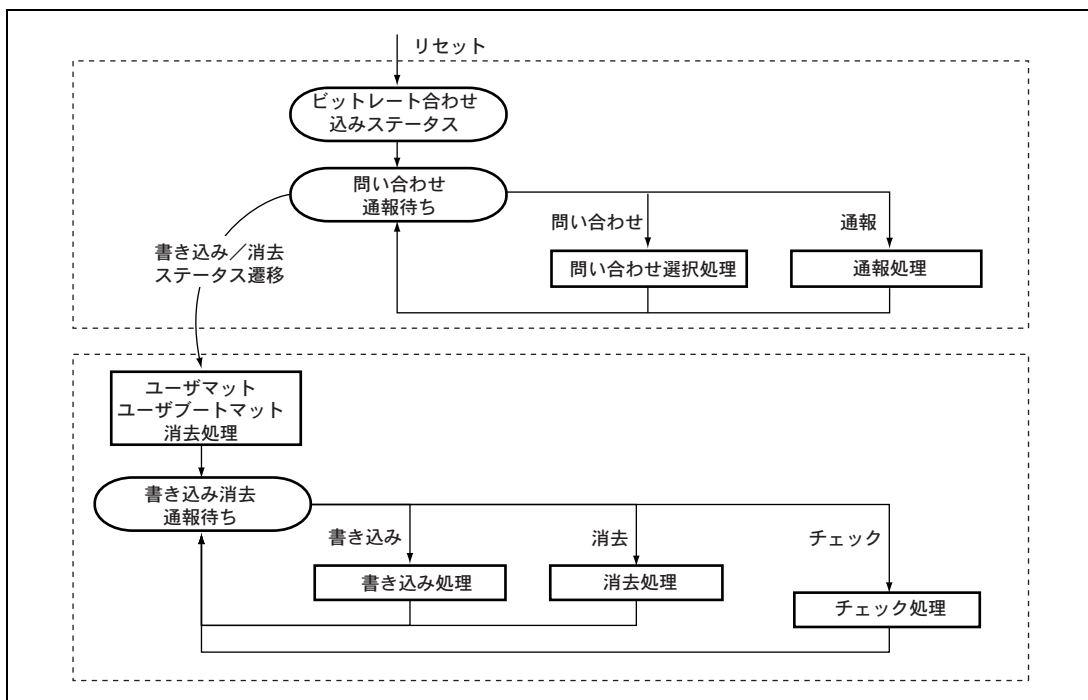


図 19.19 ブートプログラムのステータス

(2) ビットレート合わせ込みステータス

ビットレート合わせ込みは、ホストから送信された H'00 のローレベルの区間を測定してビットレートを計算します。このビットレートは新ビットレート選択コマンドで変更することができます。ビットレート合わせ込みが終了すると、ブートプログラムは問い合わせ選択ステータスに遷移します。ビットレート合わせ込みのシーケンスを図 19.20 に示します。

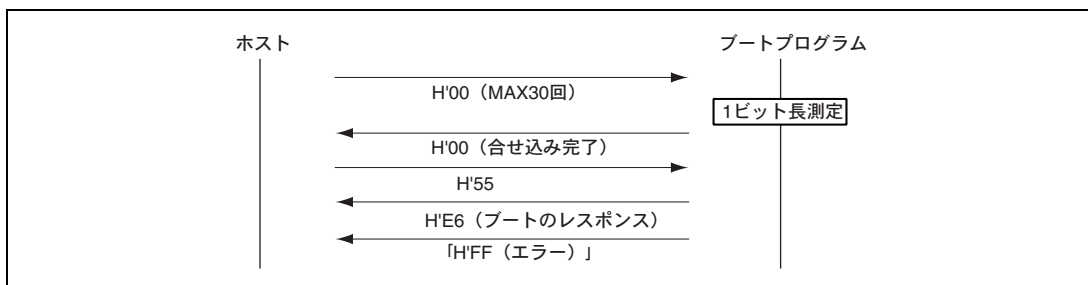


図 19.20 ビットレート合わせ込みのシーケンス

(3) 通信プロトコル

ビットレート合わせ込みが完了した後の、パソコンホストとブートプログラムとのシリアル通信プロトコルは以下のとおりです。

1. 1文字コマンドまたは1文字レスポンス

コマンドまたはレスポンスが1文字だけのもので、問い合わせと、正常終了のACKがあります。

2. n文字コマンドまたはn文字レスポンス

コマンド、レスポンスにnバイトのデータを必要とするもので、選択コマンドと、問い合わせに対応するレスポンスがあります。

書き込みデータについては、データ長を別途定めるので、データのサイズは省略します。

3. エラーレスポンス

コマンドに対するエラーレスポンスです。エラーレスポンスと、エラーコードの2バイトです。

4. 128バイト書き込み

サイズのないコマンドです。データのサイズは書き込みサイズ問い合わせのレスポンスで知ることができます。

5. メモリリードのレスポンス

サイズが4バイトのレスポンスです。

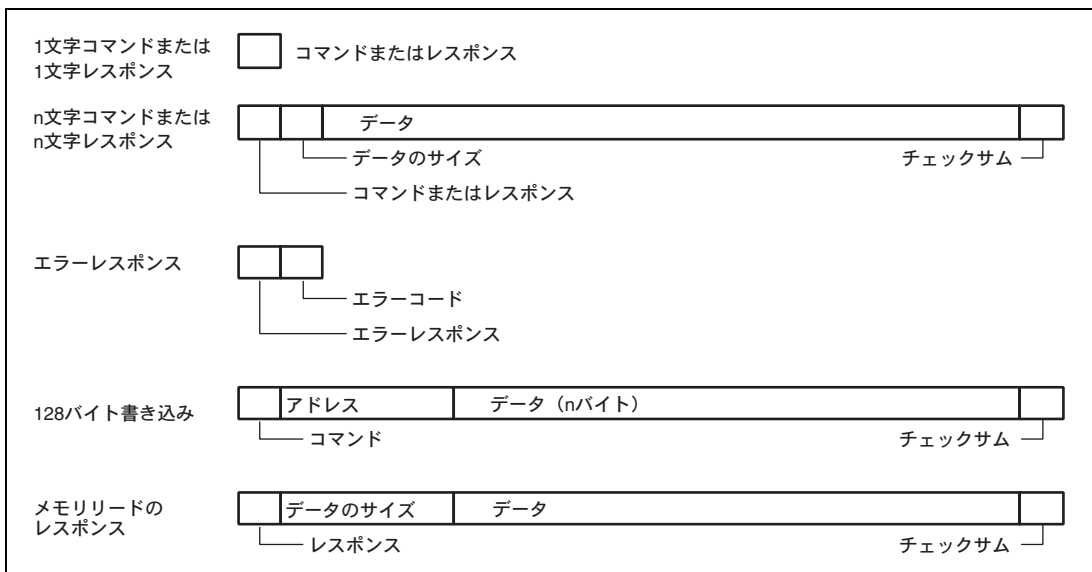


図 19.21 通信プロトコルフォーマット

- コマンド (1バイト) : 問い合わせ、選択、書き込み、消去、チェックなどのコマンド
- レスポンス (1バイト) : 問い合わせに対する応答
- サイズ (1バイト) : コマンド、サイズ、サムチェックを除いた送受信データのサイズ

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

- データ (nバイト) : コマンド、レスポンスの詳細データ
- チェックサム (1バイト) : コマンドからSUMまで加算し、H'00となるように設定
- エラーレスポンス (1バイト) : コマンドに対するエラーレスポンス
- エラーコード (1バイト) : 発生したエラーの種類
- アドレス (4バイト) : 書き込みアドレス
- データ (nバイト) : 書き込みデータ、nは書き込みサイズ問い合わせコマンドのレスポンスで知る
- データのサイズ (4バイト) : メモリリードのレスポンスで4バイト長

(4) 問い合わせ選択ステータス

問い合わせ選択ステータスでは、ブートプログラムはホストからの問い合わせコマンドに対してフラッシュROMの情報を応答し、選択コマンドに対してデバイス、クロックモード、ビットレートを選択します。問い合わせ選択コマンド一覧を下表に示します。

表 19.11 問い合わせ選択コマンド一覧

コマンド	コマンド名	機能
H'20	サポートデバイス問い合わせ	デバイスコードと品名の問い合わせ
H'10	デバイス選択	デバイスコードの選択
H'21	クロックモード問い合わせ	クロックモード数とそれぞれの値の問い合わせ
H'11	クロックモード選択	選択されているクロックモードの通知
H'22	分周比問い合わせ	分周比の種類数とそれぞれの個数とその値の問い合わせ
H'23	動作周波数問い合わせ	メインクロックとベリフェラルクロックの最小値最大値の問い合わせ
H'24	ユーザブートマット情報問い合わせ	ユーザブートマットの個数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'25	ユーザマット情報問い合わせ	ユーザマットの個数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'26	消去ブロック情報問い合わせ	ブロック数とそれぞれの先頭アドレスと最終アドレスの問い合わせ
H'27	書き込みサイズ問い合わせ	書き込み時のデータ長の問い合わせ
H'3F	新ビットレート選択	新ビットレートの選択
H'40	書き込み消去ステータス遷移	ユーザマット、ユーザブートマットを消去し、書き込み消去ステータスに遷移
H'4F	ブートプログラムステータス問い合わせ	ブートの処理状態の問い合わせ

選択コマンドは、デバイス選択 (H'10)、クロックモード選択 (H'11)、新ビットレート選択 (H'3F) の順にホストから送信してください。これらのコマンドは必ず必要です。選択コマンドが2つ以上送信されたときは、後に送信された選択コマンドが有効になります。

これらのコマンドは、ブートプログラムステータス問い合わせ (H'4F) を除いて、書き込み消去ステータス遷移 (H'40) を受付けるまでは有効であり、ホスト側は上記のコマンド中、ホストが必要なものを、選択して問い合わせを行うことができます。ブートプログラムステータス問い合わせ (H'4F) は書き込み消去ステータス遷移 (H'40) を受付け後も有効です。

(a) サポートデバイス問い合わせ

サポートデバイス問い合わせに対して、ブートプログラムはサポート可能なデバイスのデバイスコードと製品名を応答します。

コマンド

H'20

- コマンド「H'20」（1バイト）：サポートデバイス問い合わせ

レスポンス	H'30	サイズ	デバイス数	
	文字数	デバイスコード		品名
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'30」（1バイト）：サポートデバイス問い合わせに対する応答
- サイズ (1バイト)：コマンド、サイズ、チェックサムを除いた送受信データのサイズ、ここではデバイス数、文字数、デバイスコード、品名の合計サイズ
- デバイス数 (1バイト)：マイコン内のブートプログラムがサポートする品種数
- 文字数 (1バイト)：デバイスコードとブートプログラム品名の文字数
- デバイスコード (4バイト)：サポートする品名のASCIIコード
- 品名 (nバイト)：ブートプログラム型名、ASCIIコード
- SUM (1バイト)：サムチェック、コマンドからSUMまで加算し、H'00となるように設定

(b) デバイス選択

デバイス選択に対して、ブートプログラムはサポートデバイスを指定されたサポートデバイスに設定します。その後の問い合わせに対して選択されたデバイスの情報を応答します。

コマンド

H'10	サイズ	デバイスコード	SUM
------	-----	---------	-----

- コマンド「H'10」（1バイト）：デバイス選択
- サイズ (1バイト)：デバイスコードの文字数、固定値で4
- デバイスコード (4バイト)：サポートデバイス問い合わせで応答したデバイスコード (ASCIIコード)
- SUM (1バイト)：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：デバイス選択に対する応答、デバイスコードが一致したときACKエラー

レスポンス

H'90	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'90」（1バイト）：デバイス選択に対するエラー応答
- ERROR： (1バイト)：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'21：デバイスコードエラー、デバイスコードが一致しない

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

(c) クロックモード問い合わせ

クロックモード問い合わせに対して、ブートプログラムは選択可能なクロックモードを応答します。

コマンド

H'21

- コマンド「H'21」(1バイト) : クロックモード問い合わせ

レスポンス

H'31	サイズ	モード数	モード	...	SUM
------	-----	------	-----	-----	-----

- レスポンス「H'31」(1バイト) : クロックモード問い合わせに対する応答
- サイズ(1バイト) : モード数、モードの合計サイズ
- クロックモード数(1バイト) : デバイスで選択可能なクロックモード数
H'00の場合はクロックモードなし、またはデバイスがクロックモード読み取り可を示す
- モード(1バイト) : 選択可能なクロックモード(例: H'01 クロックモード1)
- SUM(1バイト) : サムチェック

(d) クロックモード選択

クロックモード選択に対して、ブートプログラムはクロックモードを指定されたモードに設定します。その後の問い合わせに対して、選択されたクロックモードの情報を応答します。

クロックモード選択コマンドはデバイス選択コマンド送信後に送信してください。

コマンド

H'11	サイズ	モード	SUM
------	-----	-----	-----

- コマンド「H'11」(1バイト) : クロックモード選択
- サイズ(1バイト) : モードの文字数、固定値で1
- モード(1バイト) : クロックモード問い合わせで応答されたクロックモード
- SUM(1バイト) : サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」(1バイト) : クロックモード選択に対する応答、クロックモードが一致したときACK
エラー

レスポンス

H'91	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'91」(1バイト) : クロックモード選択に対するエラー応答
- ERROR : (1バイト) : エラーコード
H'11 : サムチェックエラー
H'22 : クロックモードエラー、クロックモードが一致しない

クロックモード問い合わせでクロックモード数がH'00、H'01の場合もそれぞれその値で、クロックモード選択をしてください。

(e) 分周比問い合わせ

分周比問い合わせに対して、ブートプログラムは選択可能な分周比を応答します。

コマンド

H'22

- コマンド「H'22」(1バイト) : 分周比問い合わせ

レスポンス	H'32	サイズ	種別数					
	分周比数	分周比	...					
	...							
	SUM							

- レスポンス「H'32」(1バイト) : 分周比問い合わせに対する応答
- サイズ(1バイト) : 種別数、分周比数、分周比の合計サイズ
- 種別数(1バイト) : デバイスで選択可能な分周比の種別の数
(メイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数の2種類ならH'02)
- 分周比数(1バイト) : 各動作周波数で選択可能な分周比数
メインモジュール、周辺モジュールで選択可能な分周比数
- 分周比(1バイト)
分周比 : 分周する数値、負の数(例 2分周 : H'FE[-2])
分周比を分周比数の数だけ繰り返し、分周比数と分周比の組み合わせを種別数の数だけ繰り返す。
- SUM(1バイト) : サムチェック

(f) 動作周波数問い合わせ

動作周波数問い合わせに対して、ブートプログラムは動作周波数の数とその最小値、最大値を応答します。

コマンド

H'23

- コマンド「H'23」(1バイト) : 動作周波数問い合わせ

レスポンス	H'33	サイズ	周波数の数
	動作周波数最小値	動作周波数最大値	
	...		
	SUM		

- レスポンス「H'33」(1バイト) : 動作周波数問い合わせに対する応答
- サイズ(1バイト) : 動作周波数の数、動作周波数最小値、動作周波数最大値の合計サイズ
- 周波数の数(1バイト) : デバイスに必要な動作周波数の種類数、
たとえば、メイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数の場合は2
- 動作周波数最小値(2バイト) : 分周されたクロックの最小値、
動作周波数最小値、最大値は周波数(MHz)の小数点2位までの値を100倍した値、
(たとえば、20.00MHzのときは100倍して2000とし、H'07D0とする)
- 動作周波数最大値(2バイト) : 分周されたクロックの最大値、
動作周波数最大値、動作周波数最大値のデータが周波数の数だけ続く
- SUM(1バイト) : サムチェック

19. フラッシュメモリ (0.18 μm F-ZTAT 版)

(g) ユーザブートマット情報問い合わせ

ユーザブートマット情報問い合わせに対して、ブートプログラムはユーザブートマットのエリア数とアドレスを応答します。

コマンド

H'24

- コマンド「H'24」（1バイト）：ユーザブートマット情報問い合わせ

レスポンス	H'34	サイズ	エリア数	
	エリア先頭アドレス			エリア最終アドレス
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'34」（1バイト）：ユーザブートマット情報問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：エリア数、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスの合計サイズ
- エリア数（1バイト）：連続したユーザブートマットのエリアの数、ユーザブートマットのエリアが連続の場合はH'01
- エリア先頭アドレス（4バイト）：エリアの先頭アドレス
- エリア最終アドレス（4バイト）：エリアの最終アドレス、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスのデータがエリア数分続く
- SUM（1バイト）：サムチェック

(h) ユーザマット情報問い合わせ

ユーザマット情報問い合わせに対して、ブートプログラムはユーザマットのエリア数とアドレスを応答します。

コマンド

H'25

- コマンド「H'25」（1バイト）：ユーザマット情報問い合わせ

レスポンス	H'35	サイズ	エリア数	
	エリア先頭アドレス			エリア最終アドレス
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'35」（1バイト）：ユーザマット情報問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：エリア数、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスの合計サイズ
- エリア数（1バイト）：連続したユーザマットのエリアの数、ユーザマットのマットエリアが連続の場合はH'01
- エリア先頭アドレス（4バイト）：エリアの先頭アドレス
- エリア最終アドレス（4バイト）：エリアの最終アドレス、エリア先頭アドレス、エリア最終アドレスのデータがエリア数分続く
- SUM（1バイト）：サムチェック

(i) 消去ブロック情報問い合わせ

消去ブロック情報問い合わせに対して、ブートプログラムは消去ブロックのブロック数とそのアドレスを応答します。

コマンド

H'26

- コマンド「H'26」（1バイト）：消去ブロック情報問い合わせ

レスポンス	H'36	サイズ	ブロック数	
	ブロック先頭アドレス			ブロック最終アドレス
	...			
	SUM			

- レスポンス「H'36」（1バイト）：消去ブロック情報問い合わせに対する応答
- サイズ（2バイト）：ブロック数、ブロック先頭アドレス、ブロック最終アドレスの合計サイズ
- ブロック数（1バイト）：フラッシュメモリ消去ブロック数
- ブロック先頭アドレス（4バイト）：ブロックの先頭アドレス
- ブロック最終アドレス（4バイト）：ブロックの最終アドレス、
ブロック先頭アドレス、ブロック最終アドレスのデータがブロック数分続く
- SUM（1バイト）：サムチェック

(j) 書き込みサイズ問い合わせ

書き込みサイズ問い合わせに対して、ブートプログラムは書き込みデータの書き込み単位を応答します。

コマンド

H'27

- コマンド「H'27」（1バイト）：書き込みサイズ問い合わせ

レスポンス	H'37	サイズ	書き込みサイズ	SUM
-------	------	-----	---------	-----

- レスポンス「H'37」（1バイト）：書き込みサイズ問い合わせに対する応答
- サイズ（1バイト）：書き込み単位のサイズの文字数、固定値で2
- 書き込みサイズ（2バイト）：書き込み単位のサイズ、
このサイズで書き込みデータを受け取る
- SUM（1バイト）：サムチェック

(k) 新ビットレート選択

新ビットレート選択に対して、ブートプログラムは指定されたビットレートに選択変更し、確認に対して新ビットレートで応答します。

新ビットレート選択コマンドはクロックモード選択コマンド送信後に送信してください。

コマンド	H'3F	サイズ	ビットレート	入力周波数
	分周比数	分周比 1	分周比 2	
	SUM			

- コマンド「H'3F」(1バイト) : 新ビットレート選択
- サイズ(1バイト) : ビットレート、入力周波数、分周比数、分周比の合計サイズ
- ビットレート(2バイト) : 新ビットレート、
1/100の値とする、(たとえば、19200bpsのときは192とし、H'00C0とする)
- 入力周波数(2バイト) : ブートプログラムに入力されるクロック周波数、
周波数(MHz)の小数点2位までの値とする(たとえば、20.00MHzのときは100倍して2000とし、H'07D0とする)。
- 分周比数(1バイト) : デバイスで選択可能な分周比
通常はメイン動作周波数と周辺モジュール動作周波数で2
- 分周比1(1バイト) : メイン動作周波数の分周比
分周比 : 分周する数値、負の数値(例 2分周 : H'FE[-2])
- 分周比2(1バイト) : 周辺動作周波数の分周比
分周比 : 分周する数値、負の数値(例 2分周 : H'FE[-2])
- SUM(1バイト) : サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」(1バイト) : 新ビットレート選択に対する応答、選択可能なときACK
エラー

レスポンス

H'BF	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'BF」(1バイト) : 新ビットレート選択に対するエラー応答
- ERROR : (1バイト) : エラーコード
H'11 : サムチェックエラー
H'24 : ビットレート選択不可エラー、指定されたビットレートが選択できない
H'25 : 入力周波数エラー、入力周波数が最小値と最大値の範囲にない
H'26 : 分周比エラー、分周比が一致しない
H'27 : 動作周波数エラー、動作周波数が最小値と最大値の範囲にない

(5) 受信データのチェック

受信したデータのチェック方法を以下に示します。

1. 入力周波数

受信した入力周波数の値が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する入力周波数の最小値と最大値の範囲内にあるかどうかをチェックします。範囲内になければ入力周波数エラーです。

2. 分周比

受信した分周比の値が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する分周比と一致するかどうかをチェックします。一致しなければ分周比エラーです。

3. 動作周波数

受信した入力周波数と分周比とから動作周波数を計算します。入力周波数はLSIに供給される周波数で、動作周波数は実際にLSIが動作する周波数です。計算式を以下に示します。

$$\text{動作周波数} = \text{入力周波数} \div \text{分周比}$$

この計算した動作周波数が、すでに選択されたデバイスのクロックモードに対する動作周波数の最小値と最大値の範囲内にあるかどうかをチェックします。範囲内になければ動作周波数エラーです。

4. ビットレート

ペリフェラル動作周波数 (ϕ) とビットレート (B) から、シリアルモードレジスタ (SMR) のクロックセレクト (CKS) の値 (n) とビットレートレジスタ (BRR) の値 (N) を求め、誤差を計算し、誤差が4%未満であるかどうかをチェックします。誤差が4%以上ならばビットレート選択エラーです。誤差の計算は下記のとおりです。

$$\text{誤差 (\%)} = \left\{ \left[\frac{\phi \times 10^6}{(N+1) \times B \times 64 \times 2^{(2 \times n - 1)}} \right] - 1 \right\} \times 100$$

新ビットレート選択が可能な場合は、ACK を応答した後で、新ビットレートの値にレジスタを選択します。新ビットレートでホストがACKを送信し、ブートプログラムが新ビットレートで応答します。

確認

H'06

- 確認「H'06」(1バイト) : 新ビットレートの確認

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」(1バイト) : 新ビットレートの確認に対する応答

新ビットレート選択のシーケンスを図 19.22 に示します。

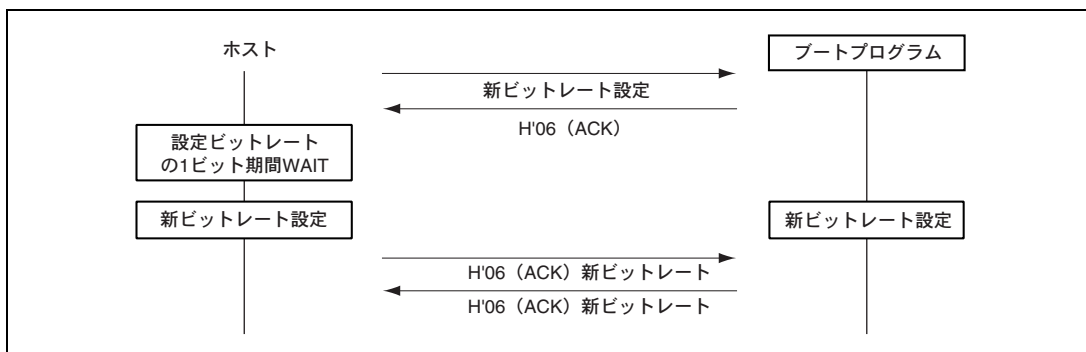


図 19.22 新ビットレート選択のシーケンス

(6) 書き込み消去ステータス遷移

書き込み消去ステータス遷移に対して、ブートプログラムは、消去プログラムを転送し、ユーザマット、ユーザブートマットの順にデータを消去します。消去が完了すると、ACK を応答し、書き込み消去ステータスになります。

ホストは、書き込み選択コマンドと書き込みデータを送る前に、デバイス選択コマンド、クロックモード選択コマンド、新ビットレート選択コマンドでLSIのデバイス、クロックモード、新ビットレートを選択し、書き込み消去ステータス遷移コマンドをブートプログラムへ送ってください。

コマンド

H'40

- コマンド「H'40」（1バイト）：書き込み消去ステータス遷移

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：書き込み消去ステータス遷移に対する応答、

消去プログラムを転送した後、ユーザブートマット、ユーザマットが正常にデータを消去できたときACK

エラー

レスポンス

H'C0	H'51
------	------

- エラーレスポンス「H'C0」（1バイト）：ユーザブートマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'51」（1バイト）：消去エラー、エラーが発生し消去できなかった

(7) コマンドエラー

コマンドが未定義のとき、コマンドの順序が正しくないとき、あるいはコマンドが受け付けることができないとき、コマンドエラーとなります。たとえば、デバイス選択の前のクロックモード選択コマンド、書き込み消去ステータス遷移コマンドの後での問い合わせコマンドは、コマンドエラーになります。

エラー

レスポンス

H'80	H'xx
------	------

- エラーレスポンス「H'80」（1バイト）：コマンドエラー
- コマンド「H'xx」（1バイト）：受信したコマンド

(8) コマンドの順序

問い合わせ選択ステータスでのコマンドの順序の例は以下のとおりです。

1. サポートデバイス問い合わせ（H'20）で、サポートデバイスを問い合わせてください。
2. 応答されたデバイス情報からデバイスを選んで、デバイス選択（H'10）をしてください。
3. クロックモード問い合わせ（H'21）で、クロックモードを問い合わせてください。
4. 応答されたクロックモードからクロックモードを選んで、クロックモード選択をしてください。
5. デバイス選択、クロックモード選択が終わったら、分周比問い合わせ（H'22）、動作周波数問い合わせ（H'23）で新ビットレート選択に必要な情報を問い合わせてください。
6. 分周比、動作周波数の情報に従って、新ビットレート選択（H'3F）をしてください。
7. デバイス選択、クロックモード選択が終わったら、ユーザブートマット情報問い合わせ（H'24）、ユーザマット情報問い合わせ（H'25）、消去ブロック情報問い合わせ（H'26）、書き込みサイズ問い合わせ（H'27）で、ユーザブートマット、ユーザマットへの書き込み消去情報を問い合わせてください。
8. 問い合わせと新ビットレート選択が終わったら、書き込み消去ステータス遷移（H'40）を実行してください。書き込み消去ステータスに遷移します。

(9) 書き込み消去ステータス

書き込み消去ステータスでは、ブートプログラムは書き込み選択コマンドで書き込み方法を選択し、128 バイト書き込みコマンドでデータを書き込み、消去選択コマンドとブロック消去コマンドでブロックを消去します。書き込み消去コマンド一覧を下表に示します。

表 19.12 書き込み消去コマンド一覧

コマンド	コマンド名	機能
H'42	ユーザブートマット書き込み選択	ユーザブートマット書き込みプログラムの転送
H'43	ユーザマット書き込み選択	ユーザマット書き込みプログラムの転送
H'50	128 バイト書き込み	128 バイト書き込み
H'48	消去選択	消去プログラムの転送
H'58	ブロック消去	ブロックデータの消去
H'52	メモリアード	メモリの読み出し
H'4A	ユーザブートマットのサムチェック	ユーザブートマットのサムチェック
H'4B	ユーザマットのサムチェック	ユーザマットのサムチェック
H'4C	ユーザブートマットのブランクチェック	ユーザブートマットのブランクチェック
H'4D	ユーザマットのブランクチェック	ユーザマットのブランクチェック
H'4F	ブートプログラムステータス問い合わせ	ブートの処理状態の問い合わせ

- 書き込み

書き込みは書き込み選択コマンドと 128 バイト書き込みコマンドで行います。

最初に、ホストは書き込み選択コマンドを送信し書き込み方式と書き込みマットを選択します。書き込み選択コマンドは書き込みエリアと書き込み方式により以下の 2 つがあります。

1. ユーザブートマット書き込み選択
2. ユーザマット書き込み選択

次に 128 バイト書き込みコマンドを送信します。選択コマンドに続く 128 バイト書き込みコマンドはそれぞれ選択コマンドで指定された書き込み方式の書き込みデータと解釈します。128 バイトを超えるデータを書き込むときは 128 バイトコマンドを繰り返してください。書き込みを終了させたいときはアドレスが H'FFFFFFF の 128 バイト書き込みコマンドをホストから送信してください。書き込みが終了すると書き込み消去選択待ちになります。

続けて他の方式、他のマットの書き込みを行うときは書き込み選択コマンドから開始します。

書き込み選択コマンドとに 128 バイト書き込みコマンドのシーケンスを図 19.23 に示します。

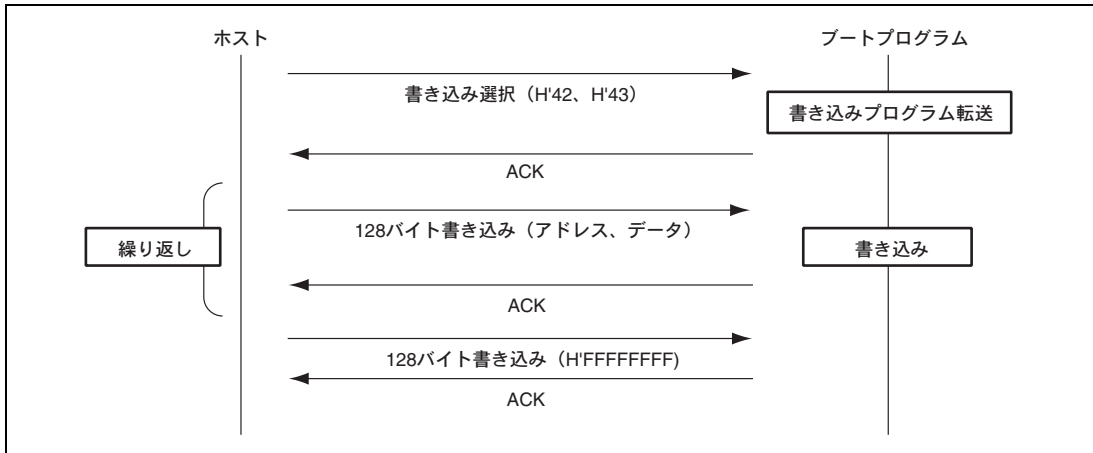


図 19.23 書き込みシーケンス

(a) ユーザブートマット書き込み選択

ユーザブートマット書き込み選択に対して、ブートプログラムは、書き込みプログラムを転送します。書き込みは転送した書き込みプログラムで、ユーザブートマットに書き込みます。

コマンド H'42

- コマンド「H'42」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択

レスポンス H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択に対する応答、書き込みプログラムを転送したときACK

エラー

レスポンス H'C2 ERROR

- エラーレスポンス「H'C2」（1バイト）：ユーザブートマット書き込み選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード

H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

• ユーザマット書き込み選択

ユーザマット書き込み選択に対して、ブートプログラムは、書き込みプログラムを転送します。書き込みは転送した書き込みプログラムで、ユーザマットに書き込みます。

コマンド

H'43

- コマンド「H'43」（1バイト）：ユーザマット書き込み選択

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：ユーザマット書き込み選択に対する応答、書き込みプログラムを転送したときACK

エラー

レスポンス

H'C3	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'C3」（1バイト）：ユーザマット書き込み選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード

H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

(b) 128 バイト書き込み

n バイト書き込みに対して、ブートプログラムは書き込み選択で転送した書き込みプログラムで、ユーザブートマット、またはユーザマットに書き込みます。

コマンド	H'50	アドレス						
	データ	...						
		...						
	SUM							

- コマンド「H'50」（1バイト）：128バイト書き込み
- 書き込みアドレス（4バイト）：書き込み先頭アドレス、「書き込みサイズ問い合わせ」で応答したサイズの倍数

例) H'00,H'01,H'00,H'00：H'010000

- 書き込みデータ（128バイト）：書き込みデータ、書き込みデータのサイズは「書き込みサイズ問い合わせ」で応答したサイズ
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：128バイト書き込みに対する応答、書き込みが完了したときACK

エラー

レスポンス

H'D0	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D0」（1バイト）：128バイト書き込みに対するエラー応答

- ERROR : (1バイト) : エラーコード

H'11 : サムチェックエラー

H'2A : アドレスエラー

H'53 : 書き込みエラー、書き込みエラーが発生し書き込めない

データ書き込みサイズに従った境界のアドレスを指定してください。たとえば、データ書き込みサイズが 128 バイトのときは、アドレスの下位 8 ビットを H'00 か H'80 にしてください。

ホストは、128 バイト中に書き込みデータが無い部分を H'FF に埋めて送信してください。

書き込み処理を終了するときは、アドレス H'FFFFFFF の 128 バイト書き込みコマンドを送信してください。アドレス H'FFFFFFF の 128 バイト書き込みコマンドに対して、ブートプログラムはデータが終了したと判断し、書き込み消去選択コマンド待ちになります。

コマンド	H'50	アドレス	SUM
------	------	------	-----

- コマンド「H'50」(1バイト) : 128バイト書き込み
- 書き込みアドレス(4バイト) : 終了コード (H'FF,H'FF,H'FF,H'FF)
- SUM (1バイト) : サムチェック

レスポンス	H'06
-------	------

- レスポンス「H'06」(1バイト) : 128バイト書き込みに対する応答、書き込み処理が完了したときACKエラー

レスポンス

H'D0	ERROR
------	-------

- エラーレスポンス「H'D0」(1バイト) : 128バイト書き込みに対するエラー応答
- ERROR : (1バイト) : エラーコード
 - H'11 : サムチェックエラー

(10) 消去

消去は消去選択コマンドとブロック消去コマンドで行います。

最初に消去選択コマンドで消去を選択し、次にブロック消去コマンドで指定されたブロックを消去します。消去ブロックが複数あるときはブロック消去コマンドを繰り返します。消去処理を終了するときはブロック番号 H'FF のブロック消去コマンドをホストから送信してください。消去が終了すると書き込み消去選択待ちになります。

消去選択コマンドとブロック消去コマンドのシーケンスを図 19.24 に示します。

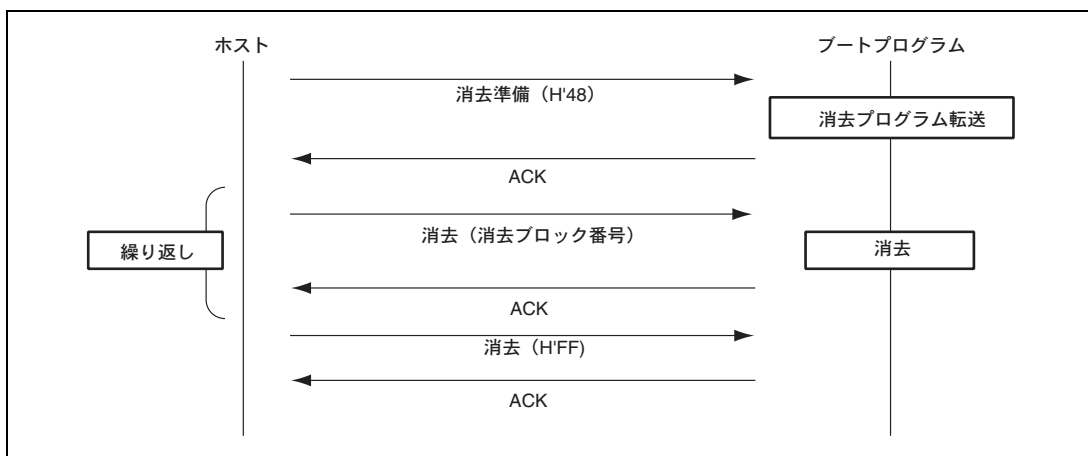


図 19.24 消去シーケンス

(a) 消去選択

消去選択に対して、ブートプログラムは、消去プログラムを転送します。消去は転送した消去プログラムで、ユーザマットのデータを消去します。

コマンド H'48

- コマンド「H'48」（1バイト）：消去選択

レスポンス H'06

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去選択に対する応答、消去プログラムを転送したときACK

エラー

レスポンス H'C8 ERROR

- エラーレスポンス「H'C8」（1バイト）：消去選択に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード

H'54：選択処理エラー（転送エラーが発生し処理が完了しない）

(b) ブロック消去

消去に対して、ブートプログラムは指定されたブロックを消去します。

コマンド	H'58	サイズ	ブロック番号	SUM
------	------	-----	--------	-----

- コマンド「H'58」（1バイト）：消去
- サイズ（1バイト）：消去ブロックNoの文字数、固定値で1
- ブロック番号（1バイト）：データを消去する消去ブロック番号
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス	H'06
-------	------

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去に対する応答、消去が完了したときACK

エラー

レスポンス	H'D8	ERROR
-------	------	-------

- エラーレスポンス「H'D8」（1バイト）：消去に対するエラー応答
- ERROR：（1バイト）：エラーコード
 - H'11：サムチェックエラー
 - H'29：ブロック番号エラー、ブロック番号が正しくない
 - H'51：消去エラー、消去中にエラー発生

ブロック番号がH'FFに対して、ブートプログラムは消去処理を終了し、選択コマンド待ち状態になります。

コマンド	H'58	サイズ	ブロック番号	SUM
------	------	-----	--------	-----

- コマンド「H'58」（1バイト）：消去
- サイズ（1バイト）：消去ブロックNoの文字数、固定値で1
- ブロック番号（1バイト）：H'FF、消去処理の終了コード
- SUM（1バイト）：サムチェック

レスポンス	H'06
-------	------

- レスポンス「H'06」（1バイト）：消去終了に対する応答、ACK

ブロック番号をH'FFで指定した後、再度、消去を行う場合は、消去選択から実行します。

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

(11) メモリリード

メモリリードに対して、ブートプログラムは指定されたアドレスのデータを応答します。

コマンド	H'52	サイズ	エリア	読み出しアドレス			
	読み出しサイズ			SUM			

- コマンド「H'52」 (1バイト) : メモリリード
- サイズ (1バイト) : エリア、読み出しアドレス、読み出しサイズの合計サイズ (固定値で9)
- エリア (1バイト)

H'00 : ユーザブートマット

H'01 : ユーザマット

エリアの指定が正しくないときはアドレスエラー

- 読み出しアドレス (4バイト) : 読み出す先頭アドレス
- 読み出しサイズ (4バイト) : 読み出すデータのサイズ
- SUM (1バイト) : サムチェック

レスポンス	H'52	読み出しアドレス					
	データ	...					
	SUM						

- レスポンス「H'52」 (1バイト) : メモリリードに対する応答
- 読み出しサイズ (4バイト) : 読み出すデータのサイズ
- データ (nバイト) 読み出しアドレスからの読み出しサイズ分のデータ
- SUM (1バイト) : サムチェック

エラー

レスポンス	H'D2	ERROR
-------	------	-------

- エラーレスポンス「H'D2」 (1バイト) : メモリリードに対するエラー応答
- ERROR : (1バイト) : エラーコード

H'11 : サムチェックエラー

H'2A : アドレスエラー

読み出しアドレスがマットの範囲にない

H'2B : サイズエラー

読み出しサイズがマットの範囲を超えている

(12) ユーザブートマットのサムチェック

ユーザブートマットのサムチェックに対して、ブートプログラムはユーザブートマットのデータを加算してその結果を応答します。

コマンド

H'4A

- コマンド「H'4A」(1バイト) : ユーザブートマットのサムチェック

レスポンス

H'5A	サイズ	マットのサムチェック	SUM
------	-----	------------	-----

- レスポンス「H'5A」(1バイト) : ユーザブートマットのサムチェックに対する応答
- サイズ(1バイト) : サムチェックデータの文字数、固定値で4
- マットのサムチェック(4バイト) : ユーザブートマットのサムチェック値、バイト単位で加算
- SUM(1バイト) : サムチェック(送信データの)

(13) ユーザマットのサムチェック

ユーザマットのサムチェックに対して、ブートプログラムはユーザマットのデータを加算してその結果を応答します。

コマンド

H'4B

- コマンド「H'4B」(1バイト) : ユーザマットのサムチェック

レスポンス

H'5B	サイズ	マットのサムチェック	SUM
------	-----	------------	-----

- レスポンス「H'5B」(1バイト) : ユーザマットのサムチェックに対する応答
- サイズ(1バイト) : サムチェックデータの文字数、固定値で4
- サムチェック(4バイト) : ユーザマットのサムチェック値、バイト単位で加算
- SUM(1バイト) : サムチェック(送信データの)

(14) ユーザブートマットのブランクチェック

ユーザブートマットのブランクチェックに対して、ブートプログラムはユーザブートマットがすべてブランクであることをチェックしその結果を応答します。

コマンド

H'4C

- コマンド「H'4C」(1バイト) : ユーザブートマットのブランクチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」(1バイト) : ユーザブートマットのブランクチェックに対する応答、エリアがすべてブランク(H'FF)のときACK

エラー

レスポンス

H'CC	H'52
------	------

19. フラッシュメモリ (0.18 μ m F-ZTAT 版)

- エラーレスポンス「H'CC」 (1バイト) : ユーザブートマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'52」 (1バイト) : 未消去エラー

(15) ユーザマットのブランクチェック

ユーザマットのブランクチェックに対して、ブートプログラムはユーザマットがすべてブランクであることをチェックしその結果を応答します。

コマンド

H'4D

- コマンド「H'4D」 (1バイト) : ユーザマットのブランクチェック

レスポンス

H'06

- レスポンス「H'06」 (1バイト) : ユーザマットのブランクチェックに対する応答、エリアがすべてブランク (H'FF) のときACK

エラー

レスポンス

H'CD	H'52
------	------

- エラーレスポンス「H'CD」 (1バイト) : ユーザマットのブランクチェックに対するエラー応答
- エラーコード「H'52」 (1バイト) : 未消去エラー

(16) ブートプログラムステータス問い合わせ

ブートプログラムステータス問い合わせに対して、ブートプログラムは現在のステータスとエラー状態を応答します。この問い合わせは、問い合わせ選択ステータス、書き込み消去ステータス、いずれも有効です。

コマンド

H'4F

- コマンド「H'4F」 (1バイト) : ブートプログラムステータス問い合わせ

レスポンス

H'5F	サイズ	STATUS	ERROR	SUM
------	-----	--------	-------	-----

- レスポンス「H'5F」 (1バイト) : ブートプログラムステータス問い合わせに対する応答
- サイズ (1バイト) : データの文字数、固定値で2
- STATUS (1バイト) : 標準ブートプログラムのステータス
- ERROR (1バイト) : エラー状態
ERROR =0で正常
ERRORが0以外で異常
- SUM (1バイト) : サムチェック

表 19.13 ステータスコード

コード	内 容
H'11	デバイス選択待ち
H'12	クロックモード選択待ち
H'13	ビットレート選択待ち
H'1F	書き込み消去ステータス遷移待ち (ビットレート選択完了)
H'31	書き込みステータス消去中
H'3F	書き込み消去選択待ち (消去完了)
H'4F	書き込みデータ受信待ち (書き込み完了)
H'5F	消去ブロック指定待ち (消去完了)

表 19.14 エラーコード

コード	内 容
H'00	エラーなし
H'11	サムチェックエラー
H'12	プログラムサイズエラー
H'21	デバイスコード不一致エラー
H'22	クロックモード不一致エラー
H'24	ビットレート選択不可エラー
H'25	入力周波数エラー
H'26	分周比エラー
H'27	動作周波数エラー
H'29	ブロック番号エラー
H'2A	アドレスエラー
H'2B	データ長エラー
H'51	消去エラー
H'52	未消去エラー
H'53	書き込みエラー
H'54	選択処理エラー
H'80	コマンドエラー
H'FF	ビットレート合わせ込み確認エラー

19.9 使用上の注意事項

- ルネサス テクノロジ出荷品の初期状態は、消去状態です。これ以外の消去来歴不明チップに対して、初期化（消去）レベルをチェック、補正するために自動消去実施を推奨します。
- 本LSIのライターモードに適合するPROMライターおよびそのプログラムバージョンに関しては、ソケットアダプタの取り扱い説明書等を参照してください。
- PROMライターのソケット、ソケットアダプタ、および製品のインデックスが一致していないと過剰電流が流れ、製品が破壊することがあります。
- 定格以上の電圧を印加した場合、製品の永久破壊にいたることがあります。PROMライターは、ルネサス テクノロジ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の書き込み電圧3.3Vをサポートしているものを使用してください。ライターの設定をHN28F101や書き込み電圧を5.0Vにセットしないでください。また、規定したソケットアダプタ以外は使用しないでください。誤って使用した場合、破壊にいたることがあります。
- 書き込み/消去実行中に、マイコンチップをPROMライターから取り外したり、リセットを入力することはやめてください。書き込み/消去実行中はフラッシュメモリに高電圧が印加されているため、フラッシュメモリの永久破壊の可能性があります。もし、誤ってリセット入力してしまった場合は、100 μs の通常より長いリセット期間の後にリセットリリースしてください。
- 書き込み/消去完了後のFKEYのクリアまでの期間は、フラッシュメモリのアクセスは禁止とします。書き込み/消去完了直後に、LSIモードを変更してリセット動作をさせる場合には、100 μs 以上のリセット期間（RES=0とする期間）を設けてください。なお、書き込み/消去処理中のリセット状態への遷移は禁止ですが、誤ってリセットを入れてしまった場合は、100 μs の通常より長いリセット期間の後に、リセットリリースしてください。
- V_{CC}電源の印加/切断時はRES端子をLowレベルに固定し、フラッシュメモリをハードウェアプロテクト状態にしてください。この電源投入および解除タイミングは、停電等による電源の切断、再投入時にも満足するようにしてください。
- オンボードプログラミングでは128バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1回のみとしてください。ライターモードでも128バイトの書き込み単位ブロックへの書き込みは、1回のみとしてください。書き込みはこの書き込み単位ブロックがすべて消去された状態で行ってください。
- オンボードプログラミングモードにて書き込み/消去を行ったチップに対して、ライターを用いて書き換えを行う場合には、自動消去を行った後に自動書き込みを行うことを推奨します。

9. フラッシュメモリへの書き込みを行う場合は、書き込みデータ、およびプログラムは外部割り込みベクタテーブル以降 (H'000040) に配置して、例外処理ベクタテーブルのシステム予約エリアには必ずall H'FFを配置してください。
10. フラッシュメモリのキーコードエリア (H'00003C~3F) にall H'FF (4バイト) 以外のデータを書き込むと、ライターモードでの読み出しができなくなります (H'00が読み出される。消去→書き換えは可能)。ライターモードによる読み出しを行う場合は、必ずキーコードエリアにall H'FFを書き込むようにしてください。
ライターモードでキーコードエリアにall H'FF以外のデータを書き込む場合、PROMライターおよびプログラムバージョンが対応されていないと書き込み時にペリフェイエラーになります。
11. 初期化ルーチンを含む書き込みプログラム、または初期化ルーチンを含む消去プログラムのコードサイズはそれぞれ2Kバイト以内です。よって、CPUクロック周波数が20MHzの場合、200 μ sのダウンロード時間となります。
12. SCO転送要求による内蔵プログラムのダウンロード方式をサポートしていない、従来のH8S F-ZTATマイコンで使用していたフラッシュメモリの書き込み/消去プログラムは、本LSIでは動作しません。本LSIでのフラッシュメモリへの書き込み/消去は、必ず内蔵プログラムをダウンロードして実施してください。
13. 従来のH8S F-ZTATマイコンと異なり、書き込み/消去中はWDTによる暴走などへの対応は、実施していません。必要に応じて、書き込み/消去の実行時間を考慮したWDTでの対応を実施してください (定期的なタイマ割り込みの使用など)。

20. クロック発振器

本 LSI は、クロック発振器を内蔵しており、システムクロック (ϕ)、内部クロック、バスマスタクロック、およびサブクロック (ϕ SUB) を生成します。クロック発振器は、発振回路、デューティ補正回路、システムクロック選択回路、サブクロック入力回路、サブクロック波形形成回路で構成されます。クロック発振器のブロック図を図 20.1 に示します。

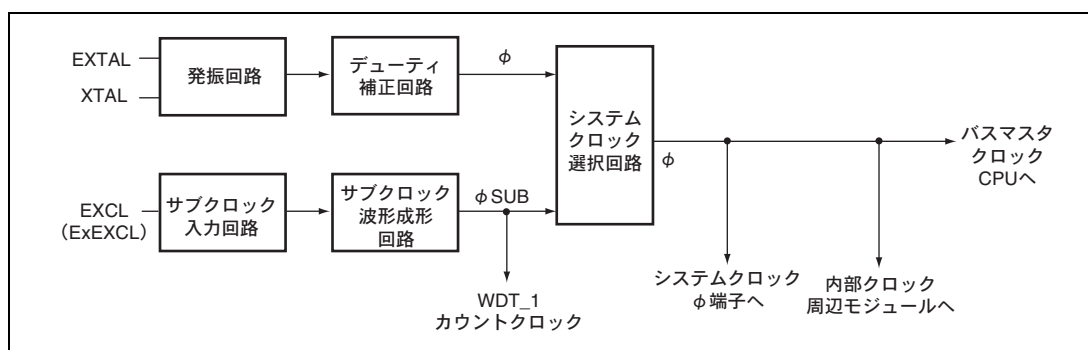


図 20.1 クロック発振器のブロック図

サブクロック入力は、ローパワーコントロールレジスタの EXCLE ビット、ポートコントロールレジスタ 0 の EXCLS ビットの設定によりソフトウェアで制御します。ローパワーコントロールレジスタについては「21.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)」を、ポートコントロールレジスタ 0 については「7.18.1 ポートコントロールレジスタ 0 (PTCNT0)」を参照してください。

20. クロック発振器

20.1 発振回路

クロックを供給する方法には、水晶発振子を接続する方法と外部クロックを入力する方法があります。

20.1.1 水晶発振子を接続する方法

水晶発振子を接続する場合の接続例を図 20.2 に示します。ダンピング抵抗 R_d は、表 20.1 に示すものを使用してください。水晶発振子は、AT カット並列共振形を使用してください。

水晶発振子の等価回路を図 20.3 に示します。水晶発振子は表 20.2 に示す特性のものを使用してください。

水晶発振子は、システムクロック (ϕ) と同一周波数のものを使用してください。

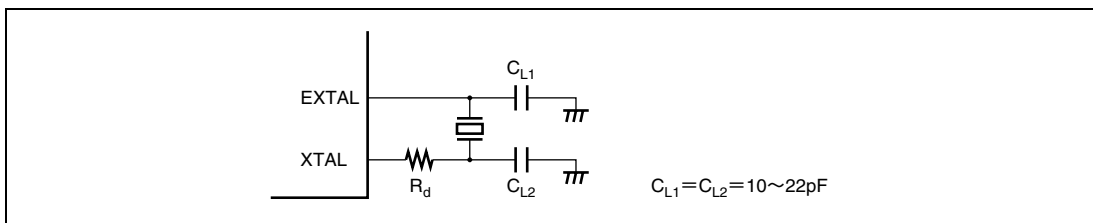


図 20.2 水晶発振子の接続例

表 20.1 ダンピング抵抗値

周波数 (MHz)	8	10	12	16	20
R_d (Ω)	200	0	0	0	0

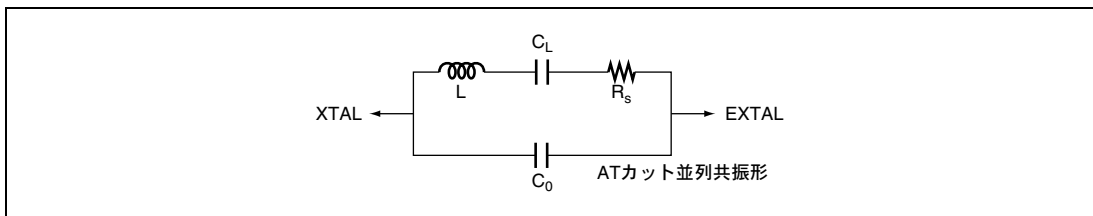


図 20.3 水晶発振子の等価回路

表 20.2 水晶発振子の特性

周波数 (MHz)	8	10	12	16	20
R_s max (Ω)	80	70	60	50	40
C_0 max (pF)	7				

20.1.2 外部クロックを入力する方法

外部クロック入力の接続例を図 20.4 に示します。XTAL 端子をオープン状態にする場合は、寄生容量を 10pF 以下にしてください。XTAL 端子に逆相クロックを入力する場合、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、およびウォッチモード時は外部クロックを High レベルにしてください。外部クロックの入力条件を表 20.3 に示します。外部クロックは、システムクロック (ϕ) と同一周波数としてください。

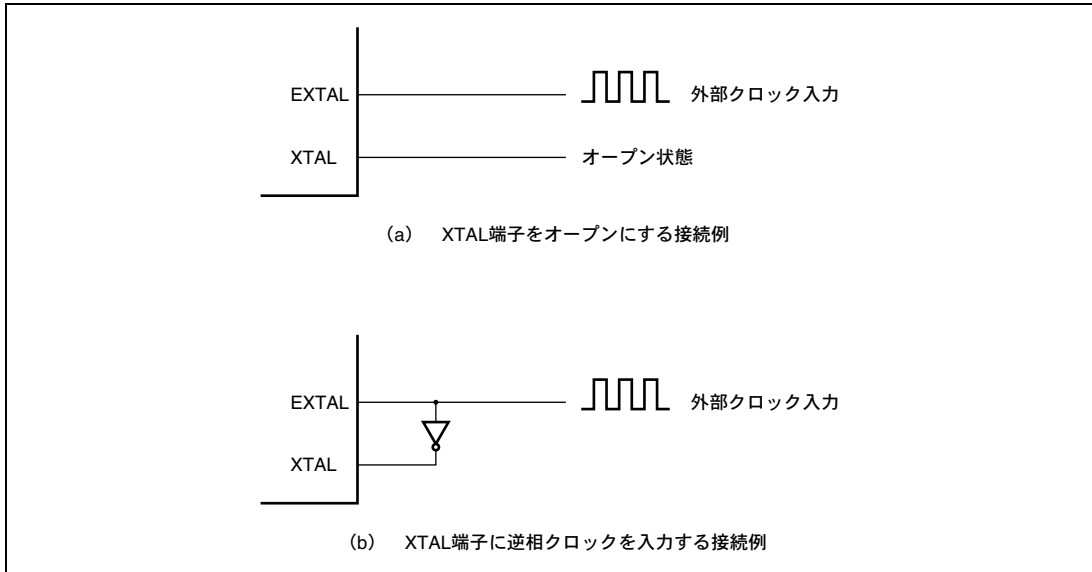


図 20.4 外部クロックの接続例

表 20.3 外部クロック入力条件

項目	記号	VCC=3.0~3.6V		単位	測定条件
		min.	max.		
外部クロック入力パルス幅 Low レベル	t_{EXL}	20	—	ns	図 20.5
外部クロック入力パルス幅 High レベル	t_{EXH}	20	—	ns	
外部クロック立ち上がり時間	t_{EXr}	—	5	ns	
外部クロック立ち下がり時間	t_{EXf}	—	5	ns	
クロックパルス幅 Low レベル	t_{CL}	0.4	0.6	t_{cyc}	図 23.4
クロックパルス幅 High レベル	t_{CH}	0.4	0.6	t_{cyc}	

20. クロック発振器

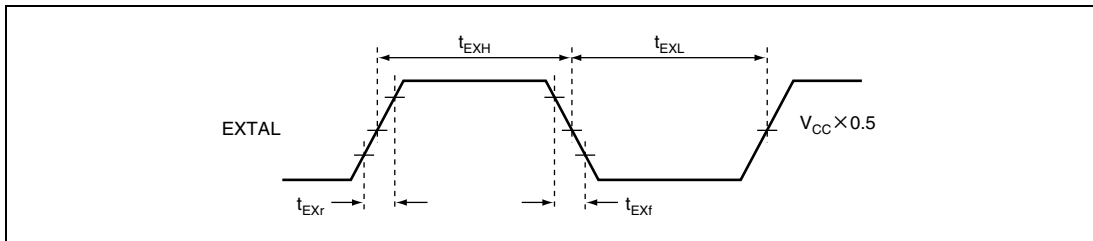


図 20.5 外部クロック入力カタイミング

発振器とデューティ補正回路は、EXTAL 端子に入力した外部クロックの入力の波形を調整する機能を持っています。

EXTAL 端子に規定のクロック信号を入力すると、外部クロック出力安定遅延時間 (t_{DEXT}) 経過後に内部クロック信号出力が確定します。 t_{DEXT} 期間中はクロック信号出力が確定していませんので、リセット信号を Low レベルにしリセット状態を保持してください。表 20.4 に外部クロック出力安定遅延時間、図 20.6 に外部クロック出力安定遅延時間タイミングを示します。

表 20.4 外部クロック出力安定遅延時間

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$

項目	記号	min.	max.	単位	備考
外部クロック出力安定遅延時間	t_{DEXT}^*	500	—	μs	図 20.6

【注】 * t_{DEXT} は、 \overline{RES} パルス幅 (t_{RESW}) を含みます。

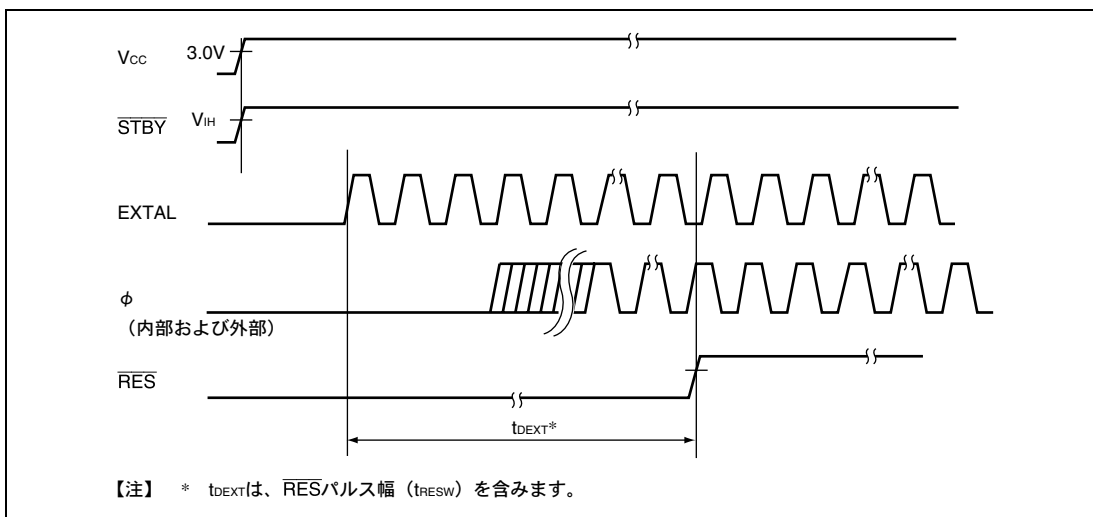


図 20.6 外部クロック出力安定遅延時間タイミング

20.2 デューティ補正回路

デューティ補正回路は発振器の出力するクロックのデューティを補正してシステムクロック (ϕ) を生成します。

20.3 サブクロック入力回路

EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力を制御します。サブクロックを使用する場合は、EXCL 端子または ExEXCL 端子から 32.768kHz の外部クロックを入力してください。

EXCL 端子入力と ExEXCL 端子入力の関係を図 20.7 に示します。

サブクロック入力を使用する場合は、入力に使用する端子の DDR ビットを 0 にクリアし、入力端子状態にしてください。PTCNT0 の EXCLS ビットを 0 にクリアすることで EXCL 端子入力、1 にセットすることで ExEXCL 端子入力を選択されます。さらに、LPWRCR の EXCLE ビットを 1 にセットすることでサブクロック入力がイネーブルになります。

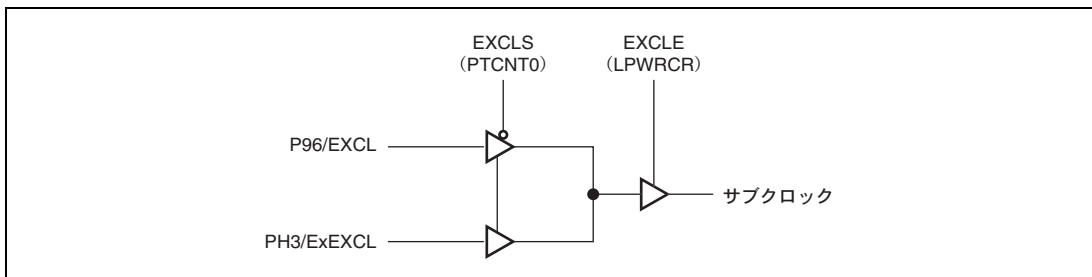


図 20.7 EXCL 端子、ExEXCL 端子からのサブクロック入力

20. クロック発振器

サブクロックの入力条件を表 20.5 に示します。サブクロックを必要としない場合には、サブクロック入力をイネーブルにしないでください。

表 20.5 サブクロック入力条件

項目	記号	VCC=3.0~3.6V			単位	測定条件
		min.	typ.	max.		
サブクロック入力パルス幅 Low レベル	t_{EXCLL}	—	15.26	—	μs	図 20.8
サブクロック入力パルス幅 High レベル	t_{EXCLH}	—	15.26	—	μs	
サブクロック入力立ち上がり時間	t_{EXCLr}	—	—	10	ns	
サブクロック入力立ち下がり時間	t_{EXCLf}	—	—	10	ns	

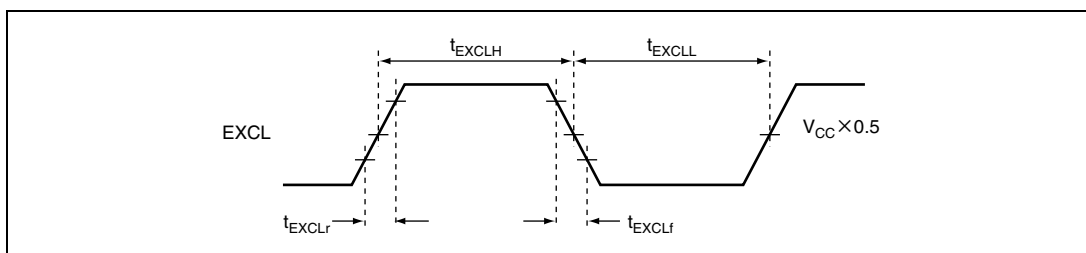


図 20.8 サブクロック入力タイミング

20.4 サブクロック波形成形回路

EXCL (ExEXCL) 端子から入力されたサブクロックのノイズ除去のため、 ϕ クロックの分周クロックでサンプリングします。サンプリング周波数は、LPWRCR の NESEL ビットで設定します。

サブアクティブモード、サブスリープモード、およびウォッチモードではサンプリングされません。

20.5 クロック選択回路

LSI 内部で使用するシステムクロックを選択します。

高速モード、スリープモード、リセット状態、スタンバイモードからの復帰時には XTAL、EXTAL 端子の発振器で生成されるクロックをシステムクロック (ϕ) として選択します。

サブアクティブモード、サブスリープモード、ウォッチモードでは、LPWRCR の EXCLE=1 のときは、EXCL (ExEXCL) 端子から入力されるサブクロックをシステムクロックとして選択します。このとき、CPU、TMR_0、TMR_1、WDT_0、WDT_1、ポート、割り込みコントローラなどのモジュールおよび機能は ϕ SUB により動作し、各タイマのカウントクロックやサンプリングクロックも ϕ SUB を分周したクロックとなります。

20.6 使用上の注意事項

20.6.1 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書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。発振子の回路定格は発振子、実装回路の浮遊容量などにより異なるため、発振子メーカーと十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にしてください。

20.6.2 ボード設計上の注意事項

水晶発振子を使用する場合は、発振子および負荷容量はできるだけ XTAL、EXTAL 端子の近くに配置してください。また、図 20.9 に示すように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。誘導により正しい発振ができなくなることがあります。

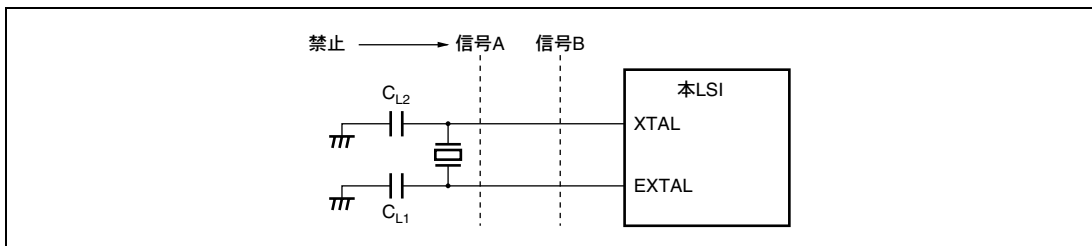


図 20.9 発振回路部のボード設計に関する注意事項

21. 低消費電力状態

リセット解除後の動作モードには、通常の高速モードでのプログラム実行状態のほかに消費電力を著しく低下させる6種類の低消費電力モードがあります。このほか、内蔵周辺モジュールを選択的に停止させて消費電力を低下させるモジュールストップモードがあります。

- サブアクティブモード
CPUはサブクロックで動作します。内蔵周辺モジュールはTMR_0、TMR_1、WDT_0、WDT_1のみ動作します。
- スリープモード
CPUは動作を停止します。内蔵周辺モジュールは動作します。
- サブスリープモード
CPUは動作を停止します。内蔵周辺モジュールはTMR_0、TMR_1、WDT_0、WDT_1のみ動作します。
- ウォッチモード
CPUは動作を停止します。内蔵周辺モジュールはWDT_1のみ動作します。
- ソフトウェアスタンバイモード
クロック発振器が停止し、CPUおよび内蔵周辺モジュールは動作を停止します。
- モジュールストップモード
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ができます。

21.1 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ものがあります。なお、シリアルタイムコントロールレジスタについては「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ (STCR)」を参照してください。TSCR_1 (WDT_1) の PSS ビットについては「12.3.2 タイマコントロール/ステータスレジスタ (TCSR)」の TCSR_1 を参照してください。

- スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)
- ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)
- モジュールストップコントロールレジスタH (MSTPCRH)
- モジュールストップコントロールレジスタL (MSTPCRL)
- モジュールストップコントロールレジスタA (MSTPCRA)
- モジュールストップコントロールレジスタB (MSTPCRB)

21.1.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)

SBYCR は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指定します。 高速モードで SLEEP 命令を実行したとき 0: スリープモードに遷移 1: ソフトウェアスタンバイモード、サブアクティブモードまたはウォッチモードに遷移 サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき 0: サブスリープモードに遷移 1: ウォッチモードまたは高速モードに遷移 割り込みなどによってモード間遷移をした場合でも SSBY ビットの内容は変わりません。
6	STS2	0	R/W	スタンバイタイムセレクト 2~0 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、サブアクティブモードを解除する際に、クロック発振器が発振を開始してからクロックが安定するまでの待機状態数を設定します。動作周波数に応じて待機時間が 8ms (発振安定時間) 以上となるように設定してください。設定値と待機状態数の関係は表 21.1 のとおりです。 外部クロックを使用する場合は任意の選択が可能です。通常の場合は最小値を推奨します。
5	STS1	0	R/W	
4	STS0	0	R/W	
3~0	—	すべて 0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください

表 21.1 動作周波数と待機時間

STS2	STS1	STS0	待機時間	20MHz	10MHz	8MHz	単位
0	0	0	8192 ステート	0.4	0.8	1.0	ms
0	0	1	16384 ステート	0.8	1.6	2.0	
0	1	0	32768 ステート	1.6	3.3	4.1	
0	1	1	65536 ステート	3.3	6.6	8.2	
1	0	0	131072 ステート	6.6	13.1	16.4	
1	0	1	262144 ステート	13.1	26.2	32.8	
1	1	0/1	リザーブ*	—	—	—	

■ : 推奨設定時間

【注】 * 本設定は使用しないでください。

21.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)

LPWRCR は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	DTON	0	R/W	<p>ダイレクトトランスファオンフラグ</p> <p>SLEEP 命令実行後の遷移先を指定します。</p> <p>高速モードで SLEEP 命令を実行したとき</p> <p>0: スリープモード、ソフトウェアスタンバイモードまたはウォッチモードに遷移</p> <p>1: サブアクティブモードに直接遷移、またはスリープモード、ソフトウェアスタンバイモードに遷移</p> <p>サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき</p> <p>0: サブスリープモードまたはウォッチモードに遷移</p> <p>1: 高速モードに直接遷移、またはサブスリープモードに遷移</p>
6	LSON	0	R/W	<p>ロースピードオンフラグ</p> <p>SLEEP 命令実行後の遷移先を指定します。また、ウォッチモードを解除時に、高速モードに遷移するかサブアクティブモードに遷移するかを制御します。</p> <p>高速モードで SLEEP 命令を実行したとき</p> <p>0: スリープモード、ソフトウェアスタンバイモード、またはウォッチモードに遷移</p> <p>1: ウォッチモード、またはサブアクティブモードに遷移</p> <p>サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき</p> <p>0: ウォッチモードまたは高速モードに直接遷移</p> <p>1: サブスリープモードまたはウォッチモードに遷移</p> <p>ウォッチモードを解除したとき</p> <p>0: 高速モードに遷移</p> <p>1: サブアクティブモードに遷移</p>

21. 低消費電力状態

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
5	NESEL	0	R/W	ノイズ除去サンプリング周波数選択 EXCL 端子または ExEXCL 端子から入力されたサブクロック (φSUB) を、システムクロック発振器で生成されたクロック (φ) により、サンプリングする周波数を選択します。初期値を変更しないでください。 0: φの32分周クロックでサンプリング 1: φの4分周クロックでサンプリング (設定禁止)
4	EXCLE	0	R/W	サブクロック入力イネーブル EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力を制御します。 0: EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力禁止 1: EXCL 端子または ExEXCL 端子からのサブクロック入力許可
3~0	—	すべて0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

21.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ H、L、A (MSTPCR_H、MSTPCL、MSTPCRA)

MSTPCR は内蔵周辺モジュールをモジュール単位でモジュールストップモードにします。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トップモードになります。

• MSTPCR_H

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTP15	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTP14	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTP13	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTP12	1	R/W	8ビットタイマ (TMR ₀ 、TMR ₁)
3	MSTP11	1	R/W	8ビットPWMタイマ (PWM)、14ビットPWMタイマ (PWMX)
2	MSTP10	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	MSTP9	1	R/W	A/D変換器
0	MSTP8	1	R/W	8ビットタイマ (TMR _X 、TMR _Y)

- MSTPCRL

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTP7	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTP6	1	R/W	シリアルコミュニケーションインタフェース_1 (SCI_1)
5	MSTP5	1	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTP4	1	R/W	I ² C バスインタフェース_0 (IIC_0)
3	MSTP3	1	R/W	I ² C バスインタフェース_1 (IIC_1)
2	MSTP2	1	R/W	キーボードバッファコントロールユニット_0 (PS2_0) キーボードバッファコントロールユニット_1 (PS2_1) キーボードバッファコントロールユニット_2 (PS2_2)
1	MSTP1	1	R/W	16 ビットタイマパルスユニット (TPU)
0	MSTP0	1	R/W	LPC インタフェース (LPC)

- MSTPCRA

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPA7	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTPA6	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTPA5	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
4	MSTPA4	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
3	MSTPA3	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	MSTPA2	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	MSTPA1	0	R/W	14 ビット PWM タイマ (PWMX)
0	MSTPA0	0	R/W	8 ビット PWM タイマ (PWM)

21. 低消費電力状態

• MSTPCRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPB7	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
6	MSTPB6	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
5	MSTPB5	0	R/W	キーボードバッファコントロールユニット_3 (PS2_3)
4	MSTPB4	0	R/W	I ² C バスインタフェース_2 (IIC_2)
3	MSTPB3	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
2	MSTPB2	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
1	MSTPB1	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。
0	MSTPB0	0	R/W	リザーブビット 初期値を変更しないでください。

MSTPCRA はビットの組み合わせにより以下のとおり動作と停止を設定します。

MSTPCRH MSTP11	MSTPCRA MSTPA1	機 能
0	0	14 ビット PWM タイマ (PWMX) 動作
0	1	14 ビット PWM タイマ (PWMX) 停止
1	0	14 ビット PWM タイマ (PWMX) 停止
1	1	14 ビット PWM タイマ (PWMX) 停止

MSTPCRH MSTP11	MSTPCRA MSTPA0	機 能
0	0	8 ビット PWM タイマ (PWM) 動作
0	1	8 ビット PWM タイマ (PWM) 停止
1	0	8 ビット PWM タイマ (PWM) 停止
1	1	8 ビット PWM タイマ (PWM) 停止

【注】 MSTPCRH の MSTP11 ビットは PWM、PWMX のモジュールストップビットです。

21.2 モード間遷移と LSI の状態

図 21.1 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。また、 $\overline{\text{RES}}$ 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 21.2 に各動作モードでの LSI の内部状態を示します。

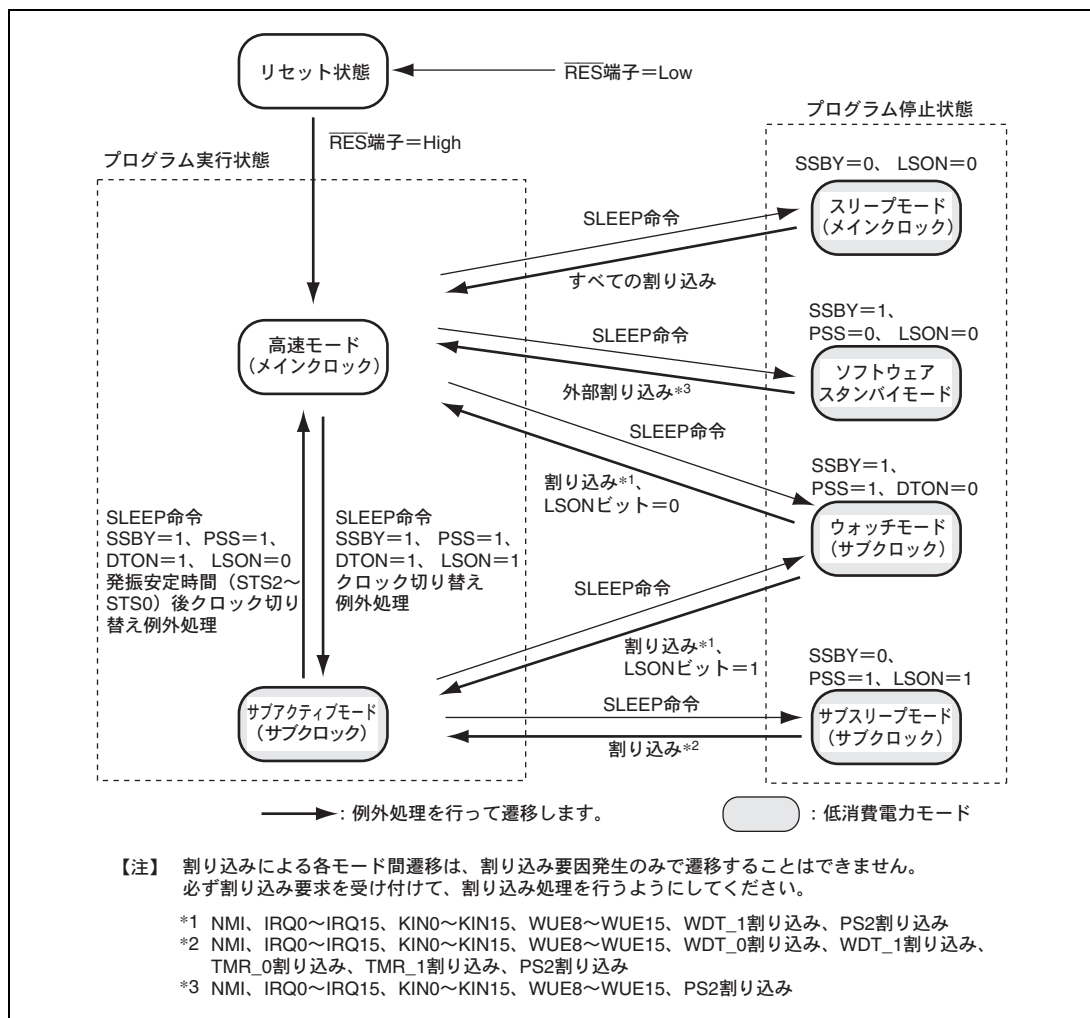


図 21.1 モード遷移図

21. 低消費電力状態

表 21.2 各動作モードでの LSI の内部状態

機能		高速	スリープ	モジュール ストップ	ウォッチ	サブ アクティブ	サブ スリープ	ソフトウェア スタンバイ			
システムクロック発振器		動作	動作	動作	停止	停止	停止	停止			
サブクロック入力		動作	動作	動作	動作	動作	動作	停止			
CPU 動作	命令実行	動作	停止	動作	停止	サブクロック	停止	停止			
	レジスタ		保持		保持	動作			保持		
外部 割り込み	NMI	動作	動作	動作	動作	動作	動作	動作			
	IRQ0~15										
	KIN0~15										
	WUE8~15										
周辺 モジュール	WDT_1	動作	動作	動作	サブクロック 動作	サブクロック 動作	サブクロック 動作	停止 (保持)			
	WDT_0				停止 (保持)						
	TMR_0、1			動作/停止 (保持)	サブクロック 動作	停止 (保持)	停止 (保持)				
	TPU										
	TMR_X、Y										
	IIC_0~2										
	LPC										
	PS2_0~3										
	PWM										
	PWMX										
	SCI_1										
	A/D 変換器										
	RAM				動作	動作	動作		保持	動作	保持
	I/O				動作	動作	動作		保持	動作	動作

【注】 停止（保持）は、内部レジスタ値保持、内部状態は動作停止。

停止（リセット）は、内部レジスタおよび内部状態を初期化。

モジュールストップモードは、対象モジュールのみ停止（リセットまたは保持）。

21.3 スリープモード

SBYCR の SSBY ビットが 0、LPWRCR の LSON ビットが 0 の状態で SLEEP 命令を実行すると、スリープモードに遷移します。スリープモードでは CPU の動作は停止しますが、内蔵周辺モジュールは動作します。CPU の内部レジスタの内容は保持されます。

スリープモードは、割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 端子によって解除されます。

割り込みが発生すると、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。割り込みが禁止されているとき、または NMI 以外の割り込みが CPU でマスクされているとスリープモードは解除できません。

$\overline{\text{RES}}$ 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なります。規定のリセット入力期間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

21.4 ソフトウェアスタンバイモード

SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の LSON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS が 0 のとき SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ソフトウェアスタンバイモードでは、クロック発振器が停止し、CPU および内蔵周辺機能が停止します。ただし、規定の電圧が与えられているかぎり、CPU のレジスタと内蔵 RAM のデータおよび SCI、PWM、PWMX、A/D 変換器を除く内蔵周辺機能と I/O ポートの状態は保持されます。

ソフトウェアスタンバイモードは、外部割り込み (NMI、IRQ0~IRQ15、KIN0~KIN15、WUE8~WUE15)、PS2 割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 入力によって解除されます。

外部割り込み要求信号が入力されると、システムクロック発振器が発振を開始します。SBYCR の STS2~STS0 ビットによって設定された時間が経過するとソフトウェアスタンバイモードが解除され、割り込み例外処理を開始します。IRQ0~IRQ15 割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除するときには対応するイネーブルビットを 1 にセットし KIN0~KIN15、WUE8~WUE15 割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除するときには入力を許可し、かつ IRQ0~IRQ15 割り込みより高い優先順位の割り込みが発生しないようにしてください。なお、IRQ0~IRQ15 割り込みについては対応するイネーブルビットが 0 にクリアされている場合、KIN0~KIN15、WUE8~WUE15 割り込みについては入力が許可されていない場合、または割り込みが CPU でマスクされている場合には、ソフトウェアスタンバイモードは解除されません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

NMI 端子の立ち下がりエッジでソフトウェアスタンバイモードに遷移し、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードの解除を行う例を示します。

この例では、SYSCR の NMIEG ビットが 0 にクリアされている (立ち下がりエッジ指定) 状態で、NMI 割り込みを受け付けた後、NMIEG ビットを 1 にセット (立ち上がりエッジ指定)、SSBY ビットを 1 にセットした後、SLEEP 命令を実行してソフトウェアスタンバイモードに遷移しています。

その後、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードが解除されます。

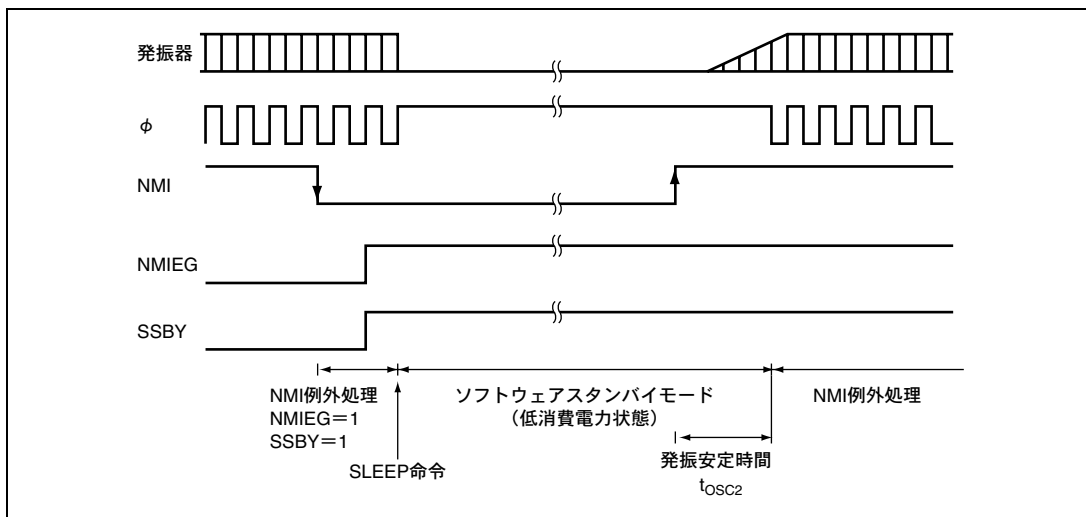


図 21.2 ソフトウェアスタンバイモードの応用例

21.5 ウォッチモード

高速モードあるいはサブアクティブモードにおいて、SBYCRのSSBYビットが1、LPWRCRのDTONビットが0、TCSR(WDT_1)のPSSビットが1のときSLEEP命令を実行すると、CPUはウォッチモードに遷移します。

ウォッチモードでは、CPUおよびWDT_1以外の周辺機能は動作を停止します。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。

ウォッチモードは、割り込み(WOV11、NMI、IRQ0~IRQ15、KIN0~KIN15、WUE8~WUE15)、PS2割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 入力によって解除されます。

割り込みが発生するとウォッチモードは解除され、LPWRCRのLSONビットが0のときは高速モードに、LSONビットが1のときはサブアクティブモードに遷移します。高速モードに遷移するときは、SBYCRのSTS2~STS0により設定された時間が経過した後、安定したクロックがLSI全体に供給され、割り込み例外処理を開始します。なお、IRQ0~IRQ15割り込みについては対応するイネーブルビットが0にクリアされている場合、KIN0~KIN15、WUE8~WUE15割り込みについては入力が可能されていない場合、内蔵周辺機能による割り込みについては割り込み許可レジスタにより当該割り込みの受付が禁止されている場合、またはCPUでマスクされている場合には、ウォッチモードは解除されません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子をLowレベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本LSI全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまでLowレベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

21.6 サブスリープモード

サブアクティブモードにおいて、SBYCR の SSBY ビットが 0、LPWRCR の LSON ビットが 1、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 の状態で SLEEP 命令を実行すると、CPU はサブスリープモードに遷移します。

サブスリープモード時、CPU は動作を停止します。また、TMR_0、TMR_1、WDT_0、WDT_1 以外の周辺機能は動作を停止します。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（内蔵周辺機能からの割り込み、NMI、IRQ0～IRQ15、KIN0～KIN15、WUE8～WUE15）、 $\overline{\text{RES}}$ 入力によって解除されます。

割り込みが発生すると、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、IRQ0～IRQ15 割り込みについては対応するイネーブルビットが 0 にクリアされている場合、KIN0～KIN15、WUE8～WUE15 割り込みについては入力が許可されていない場合、内蔵周辺機能からの割り込みについては割り込み許可レジスタにより当該割り込みの受付が禁止されている場合、または CPU でマスクされている場合には、サブスリープモードは解除されません。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

21.7 サブアクティブモード

高速モードにおいて、SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の DTON ビットが 1、LSON ビットが 1、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 の状態で SLEEP 命令を実行すると、CPU はサブアクティブモードに遷移します。また、ウォッチモードで割り込みが発生したとき、LPWRCR の LSON ビットが 1 の状態であれば、サブアクティブモードに直接遷移します。また、サブスリープモードで割り込みが発生したとき、サブアクティブモードに遷移します。

サブアクティブモード時、CPU はサブクロックにより、低速動作で順次プログラムを実行します。サブアクティブモードでは、TMR_0、TMR_1、WDT_0、WDT_1 以外の周辺機能は動作を停止します。

なお、サブアクティブモードで動作させる場合は、SBYCR の SCK2～SCK0 の各ビットを必ず 0 としてください。

サブアクティブモードは、SLEEP 命令、 $\overline{\text{RES}}$ 入力によって解除されます。

SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の DTON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 のとき SLEEP 命令を実行するとサブアクティブモードは解除され、ウォッチモードに遷移します。また、SBYCR の SSBY ビットが 0、LPWRCR の LSON ビットが 1、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 のとき SLEEP 命令を実行すると、サブスリープモードに遷移します。また、SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の DTON ビットが 1、LSON ビットが 0、TCSR (WDT_1) の PSS ビットが 1 のとき SLEEP 命令を実行すると、高速モードに直接遷移します。

直接遷移の詳細は「21.9 直接遷移」を参照してください。

$\overline{\text{RES}}$ 端子を Low レベルにすると、クロック発振器が発振を開始します。システムクロックの発振開始と同時に、本 LSI 全体にシステムクロックが供給されます。 $\overline{\text{RES}}$ 端子は必ずクロックの発振が安定するまで Low レベルに保持してください。発振安定時間経過後 $\overline{\text{RES}}$ 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。

21.8 モジュールストップモード

モジュールストップモードは内蔵周辺モジュール単位で設定できます。

MSTPCR の各モジュールに対応した MSTP ビットを 1 にセットすると、そのモジュールはバスサイクルの終了時点でモジュールストップモードへ遷移します。0 にクリアするとモジュールストップモードは解除され、バスサイクルの終了時点で動作を再開します。モジュールストップモードでは、SCI、PWM、PWMX、A/D 変換器を除く周辺モジュールの内部状態は保持されています。

リセット解除後は、すべてのモジュールがモジュールストップモードになっています。

モジュールストップモードに設定されたモジュールのレジスタは、リード/ライトできません。

21.9 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高速モード、サブアクティブモードの 2 つのモードがあります。高速モードとサブアクティブモードの間で、プログラムを停止することなく遷移することを直接遷移と呼びます。直接遷移は LPWRCR の DTON を 1 にセットし、SLEEP 命令を実行することにより可能です。遷移後は直接遷移例外処理を開始します。

高速モードで SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の LSON ビットが 1、DTON ビットが 1、TSCR (WDT_1) の PSS ビットが 1 にセットした状態で SLEEP 命令を実行すると、サブアクティブモードに遷移します。

サブアクティブモードで SBYCR の SSBY ビットが 1、LPWRCR の LSON ビットが 0、DTON ビットが 1、TSCR (WDT_1) の PSS ビットが 1 のとき SLEEP 命令を実行すると、SBYCR の STS2~STS0 により設定された時間を経過した後、直接高速モードに遷移します。

21.10 使用上の注意事項

21.10.1 I/O ポートの状態

ソフトウェアスタンバイモードでは、I/O ポートの状態が保持されます。したがって、High レベルを出力している場合、またはプルアップ MOS がオン状態では出力電流分の消費電流は低減されません。

21.10.2 発振安定待機中の消費電流

発振安定待機中は消費電流が増加します。

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、動作モード別の状態、選択条件およびモジュール別のアドレスに関する情報をまとめています。表記方法は下記のとおりです。

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。
- アドレスは、16ビットの場合、MSB側のアドレスを記載しています。
- モジュール名称による分類をしています。
- アクセスサイズを表示しています。
- システムコントロールレジスタ3（SYSCR3）のRELOCATEビットにより、H8S/2140Bグループ互換のレジスタアドレスと拡張レジスタアドレスを選択できます。

拡張レジスタアドレス選択時、IIC_1、TMR_Y、PWMX_0およびPORTの一部レジスタのアドレスが移動します。このため、これらと同じアドレスに割り当てられている他のモジュールレジスタとの選択は不用になります。

2. レジスタビット一覧

- 「22.1 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。
- ビット番号が表示されているものは、そのレジスタ全体がカウンタやデータに割り付けられていることを示します。
- 16ビットのレジスタの場合、8ビットずつ2段で記載しています。

3. 各動作モードにおけるレジスタの状態

- 「22.1 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。

4. レジスタ選択条件

- 「22.1 レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、レジスタの選択条件を記載しています。
- レジスタの選択条件については「3.2.2 システムコントロールレジスタ（SYSCR）」、「3.2.3 シリアルタイムコントロールレジスタ（STCR）」、「21.1.3 モジュールストップコントロールレジスタH、L、A（MSTPCR_H、MSTPCR_L、MSTPCR_A）」および各モジュールのレジスタ説明を参照してください。

5. 各モジュール別レジスタアドレス一覧

- 各モジュールごとにアドレスを記載しています。
- 複数のチャンネルを持つモジュールは、チャンネル順に記載しています。

22. レジスタ一覧

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。

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
A/D データレジスタ AH	ADDRAH	8	H'FC00	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ AL	ADDRAL	8	H'FC01	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ BH	ADDRBH	8	H'FC02	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ BL	ADDRBL	8	H'FC03	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ CH	ADDRCH	8	H'FC04	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ CL	ADDRCL	8	H'FC05	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ DH	ADDRDH	8	H'FC06	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ DL	ADDRDL	8	H'FC07	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ EH	ADDREH	8	H'FC08	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ EL	ADDREL	8	H'FC09	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ FH	ADDRFH	8	H'FC0A	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ FL	ADDRFL	8	H'FC0B	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ GH	ADDRGH	8	H'FC0C	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ GL	ADDRGL	8	H'FC0D	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ HH	ADDRHH	8	H'FC0E	A/D変換器	8	2
A/D データレジスタ HL	ADDRHL	8	H'FC0F	A/D変換器	8	2
A/D コントロール/ステータスレジスタ	ADCSR	8	H'FC10	A/D変換器	8	2
A/D コントロールレジスタ	ADCR	8	H'FC11	A/D変換器	8	2
タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	8	H'FD40	TPU_1	8	2
タイマモードレジスタ_1	TMDR_1	8	H'FD41	TPU_1	8	2
タイマI/Oコントロールレジスタ_1	TIOR_1	8	H'FD42	TPU_1	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_1	TIER_1	8	H'FD44	TPU_1	8	2
タイマステータスレジスタ_1	TSR_1	8	H'FD45	TPU_1	8	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	16	H'FD46	TPU_1	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_1	TGRA_1	16	H'FD48	TPU_1	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_1	TGRB_1	16	H'FD4A	TPU_1	16	2
LPC チャネル 1 アドレスレジスタ H	LADR1H	8	H'FDC0	LPC	8	2
LPC チャネル 1 アドレスレジスタ L	LADR1L	8	H'FDC1	LPC	8	2
LPC チャネル 2 アドレスレジスタ H	LADR2H	8	H'FDC2	LPC	8	2
LPC チャネル 2 アドレスレジスタ L	LADR2L	8	H'FDC3	LPC	8	2
LPC チャネル 4 アドレスレジスタ H	LADR4H	8	H'FDD4	LPC	8	2
LPC チャネル 4 アドレスレジスタ L	LADR4L	8	H'FDD5	LPC	8	2

22. レジスタ一覧

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
入力データレジスタ 4	IDR4	8	H'FDD6	LPC	8	2
出力データレジスタ 4	ODR4	8	H'FDD7	LPC	8	2
ステータスレジスタ 4	STR4	8	H'FDD8	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 4	HICR4	8	H'FDD9	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 2	SIRQCR2	8	H'FDDA	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 3	SIRQCR3	8	H'FDDB	LPC	8	2
フラッシュメモリスレープアクセス コントロールレジスタ	FLSACR	8	H'FDE5	LPC	8	2
ポート 6 ノイズキャンセライネーブルレジスタ	P6NCE	8	H'FE00	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	P6NCMC	8	H'FE01	PORT	8	2
ポート 6 ノイズキャンセル周期設定レジスタ	P6NCCS	8	H'FE02	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PCNCE	8	H'FE03	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PCNCMC	8	H'FE04	PORT	8	2
ポート C ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PCNCCS	8	H'FE05	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセライネーブルレジスタ	PGNCE	8	H'FE06	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセラ判定制御レジスタ	PGNCMC	8	H'FE07	PORT	8	2
ポート G ノイズキャンセル周期設定レジスタ	PGNCCS	8	H'FE08	PORT	8	2
ポート H 入力データレジスタ	PHPIN	8	H'FE0C (リード時)	PORT	8	2
ポート H データディレクションレジスタ	PHDDR	8	H'FE0C (ライト時)	PORT	8	2
ポート H 出力データレジスタ	PHODR	8	H'FE0D	PORT	8	2
ポート H Nch-OD コントロールレジスタ	PHNOCR	8	H'FE0E	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 0	PTCNT0	8	H'FE10	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 1	PTCNT1	8	H'FE11	PORT	8	2
ポートコントロールレジスタ 2	PTCNT2	8	H'FE12	PORT	8	2
ポート 9 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P9PCR	8	H'FE14	PORT	8	2
ポート G Nch-OD コントロールレジスタ	PGNOCR	8	H'FE16	PORT	8	2
ポート F Nch-OD コントロールレジスタ	PFNOCR	8	H'FE19	PORT	8	2
ポート C Nch-OD コントロールレジスタ	PCNOCR	8	H'FE1C	PORT	8	2
ポート D Nch-OD コントロールレジスタ	PDNOCR	8	H'FE1D	PORT	8	2
双方向データレジスタ 0MW	TWR0MW	8	H'FE20	LPC	8	2
双方向データレジスタ 0SW	TWR0SW	8	H'FE20	LPC	8	2
双方向データレジスタ 1	TWR1	8	H'FE21	LPC	8	2
双方向データレジスタ 2	TWR2	8	H'FE22	LPC	8	2
双方向データレジスタ 3	TWR3	8	H'FE23	LPC	8	2
双方向データレジスタ 4	TWR4	8	H'FE24	LPC	8	2

22. レジスタ一覧

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
双方向データレジスタ 5	TWR5	8	H'FE25	LPC	8	2
双方向データレジスタ 6	TWR6	8	H'FE26	LPC	8	2
双方向データレジスタ 7	TWR7	8	H'FE27	LPC	8	2
双方向データレジスタ 8	TWR8	8	H'FE28	LPC	8	2
双方向データレジスタ 9	TWR9	8	H'FE29	LPC	8	2
双方向データレジスタ 10	TWR10	8	H'FE2A	LPC	8	2
双方向データレジスタ 11	TWR11	8	H'FE2B	LPC	8	2
双方向データレジスタ 12	TWR12	8	H'FE2C	LPC	8	2
双方向データレジスタ 13	TWR13	8	H'FE2D	LPC	8	2
双方向データレジスタ 14	TWR14	8	H'FE2E	LPC	8	2
双方向データレジスタ 15	TWR15	8	H'FE2F	LPC	8	2
入力データレジスタ 3	IDR3	8	H'FE30	LPC	8	2
出力データレジスタ 3	ODR3	8	H'FE31	LPC	8	2
ステータスレジスタ 3	STR3	8	H'FE32	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 5	HICR5	8	H'FE33	LPC	8	2
LPC チャネル 3 アドレスレジスタ H	LADR3H	8	H'FE34	LPC	8	2
LPC チャネル 3 アドレスレジスタ L	LADR3L	8	H'FE35	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 0	SIRQCR0	8	H'FE36	LPC	8	2
SERIRQ コントロールレジスタ 1	SIRQCR1	8	H'FE37	LPC	8	2
入力データレジスタ 1	IDR1	8	H'FE38	LPC	8	2
出力データレジスタ 1	ODR1	8	H'FE39	LPC	8	2
ステータスレジスタ 1	STR1	8	H'FE3A	LPC	8	2
入力データレジスタ 2	IDR2	8	H'FE3C	LPC	8	2
出力データレジスタ 2	ODR2	8	H'FE3D	LPC	8	2
ステータスレジスタ 2	STR2	8	H'FE3E	LPC	8	2
ホストインタフェースセレクトレジスタ	HISEL	8	H'FE3F	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 0	HICR0	8	H'FE40	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 1	HICR1	8	H'FE41	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 2	HICR2	8	H'FE42	LPC	8	2
ホストインタフェースコントロールレジスタ 3	HICR3	8	H'FE43	LPC	8	2
ウェイクアップイベント割り込みマスク レジスタ B	WUEMRB	8	H'FE44	INT	8	2
ウェイクアップイベント割り込みマスク レジスタ	WUEMR	8	H'FE45	INT	8	2
ポート G 出力データレジスタ	PGODR	8	H'FE46	PORT	8	2
ポート G 入力データレジスタ	PGPIN	8	H'FE47	PORT	8	2

(リード時)

22. レジスタ一覧

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 G データディレクションレジスタ	PGDDR	8	H'FE47 (ライト時)	PORT	8	2
ポート F 出力データレジスタ	PFODR	8	H'FE49	PORT	8	2
ポート E 入力データレジスタ	PEPIN	8	H'FE4A (リード時) (ライト禁止)	PORT	8	2
ポート F 入力データレジスタ	PFPIN	8	H'FE4B (リード時)	PORT	8	2
ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	8	H'FE4B (ライト時)	PORT	8	2
ポート C 出力データレジスタ	PCODR	8	H'FE4C	PORT	8	2
ポート D 出力データレジスタ	PDODR	8	H'FE4D	PORT	8	2
ポート C 入力データレジスタ	PCPIN	8	H'FE4E (リード時)	PORT	8	2
ポート C データディレクションレジスタ	PCDDR	8	H'FE4E (ライト時)	PORT	8	2
ポート D 入力データレジスタ	PDPIN	8	H'FE4F (リード時)	PORT	8	2
ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	8	H'FE4F (ライト時)	PORT	8	2
タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	8	H'FE50	TPU_0	8	2
タイマモードレジスタ_0	TMDR_0	8	H'FE51	TPU_0	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ H_0	TIORH_0	8	H'FE52	TPU_0	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ L_0	TIORL_0	8	H'FE53	TPU_0	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0	TIER_0	8	H'FE54	TPU_0	8	2
タイマステータスレジスタ_0	TSR_0	8	H'FE55	TPU_0	8	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	16	H'FE56	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_0	TGRA_0	16	H'FE58	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_0	TGRB_0	16	H'FE5A	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ C_0	TGRC_0	16	H'FE5C	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ D_0	TGRD_0	16	H'FE5E	TPU_0	16	2
タイマコントロールレジスタ_2	TCR_2	8	H'FE70	TPU_2	8	2
タイマモードレジスタ_2	TMDR_2	8	H'FE71	TPU_2	8	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_2	TIOR_2	8	H'FE72	TPU_2	8	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_2	TIER_2	8	H'FE74	TPU_2	8	2
タイマステータスレジスタ_2	TSR_2	8	H'FE75	TPU_2	8	2
タイマカウンタ_2	TCNT_2	16	H'FE76	TPU_2	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_2	TGRA_2	16	H'FE78	TPU_2	16	2

22. レジスタ一覧

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
タイマジェネラルレジスタ B_2	TGRB_2	16	H'FE7A	TPU_2	16	2
システムコントロールレジスタ 3	SYSCR3	8	H'FE7D	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ A	MSTPCRA	8	H'FE7E	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ B	MSTPCRB	8	H'FE7F	SYSTEM	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ	KMIMR	8	H'FE81 (RELOCATE=1 時)	INT	8	2
ブルアップ MOS コントロールレジスタ	KMPCR	8	H'FE82 (RELOCATE=1 時)	PORT	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ A	KMIMRA	8	H'FE83 (RELOCATE=1 時)	INT	8	2
ウェイクアップセンスコントロールレジスタ	WUESCR	8	H'FE84	INT	8	2
ウェイクアップ入力割り込みステータス レジスタ	WUESR	8	H'FE85	INT	8	2
ウェイクアップイネーブルレジスタ	WER	8	H'FE86	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ D	ICRD	8	H'FE87	INT	8	2
I ² C バスコントロールレジスタ_2	ICCR_2	8	H'FE88	IIC_2	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_2	ICSR_2	8	H'FE89	IIC_2	8	2
I ² C バスコントロール初期化レジスタ_2	ICRES_2	8	H'FE8A	IIC_2	8	2
I ² C バスコントロール拡張レジスタ_2	ICXR_2	8	H'FE8C	IIC_2	8	2
I ² C バスデータレジスタ_2	ICDR_2	8	H'FE8E	IIC_2	8	2
第 2 スレープアドレスレジスタ_2	SARX_2	8	H'FE8E	IIC_2	8	2
I ² C バスモードレジスタ_2	ICMR_2	8	H'FE8F	IIC_2	8	2
スレープアドレスレジスタ_2	SAR_2	8	H'FE8F	IIC_2	8	2
PWMX(D/A)コントロールレジスタ	DACR	8	H'FEA0 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)データレジスタ AH	DADRAH	8	H'FEA0 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)データレジスタ AL	DADRAL	8	H'FEA1 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)データレジスタ BH	DADRBH	8	H'FEA6 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)カウンタ H	DACNTH	8	H'FEA6 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)データレジスタ BL	DADRBL	8	H'FEA7 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)カウンタ L	DACNTL	8	H'FEA7 (RELOCATE=1 時)	PWMX	8	2

22. レジスタ一覧

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
フラッシュコードコントロールステータス レジスタ	FCCS	8	H'FEA8	ROM	8	2
フラッシュプログラムコードセレクトレジスタ	FPCS	8	H'FEA9	ROM	8	2
フラッシュイレースコードセレクトレジスタ	FECS	8	H'FEAA	ROM	8	2
フラッシュキーコードレジスタ	FKEY	8	H'FEAC	ROM	8	2
フラッシュマットセレクトレジスタ	FMATS	8	H'FEAD	ROM	8	2
フラッシュトランスファディスティ ネーションアドレスレジスタ	FTDAR	8	H'FEAE	ROM	8	2
タイマスタートレジスタ	TSTR	8	H'FEB0	TPU	8	2
タイマシンクロレジスタ	TSYR	8	H'FEB1	TPU	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_0	KBCR1_0	8	H'FEC0	PS2_0	8	2
キーボードデータバッファ送信データ レジスタ_0	KBTR_0	8	H'FEC1	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_1	KBCR1_1	8	H'FEC2	PS2_1	8	2
キーボードデータバッファ送信データ レジスタ_1	KBTR_1	8	H'FEC3	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_2	KBCR1_2	8	H'FEC4	PS2_2	8	2
キーボードデータバッファ送信データ レジスタ_2	KBTR_2	8	H'FEC5	PS2_2	8	2
タイマ XY コントロールレジスタ	TCRXY	8	H'FEC6	TMR_XY	8	2
タイマコントロールレジスタ_Y	TCR_Y	8	H'FEC8	TMR_Y	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
タイマコントロールステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	8	H'FEC9	TMR_Y	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
タイムコンスタントレジスタ A_Y	TCORA_Y	8	H'FECA	TMR_Y	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
タイムコンスタントレジスタ B_Y	TCORB_Y	8	H'FECB	TMR_Y	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
タイマカウンタ_Y	TCNT_Y	8	H'FECC	TMR_Y	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
I ² C バスデータレジスタ_1	ICDR_1	8	H'FECE	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
第 2 スレーブアドレスレジスタ_1	SARX_1	8	H'FECE	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
I ² C バスモードレジスタ_1	ICMR_1	8	H'FECE	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=1 時)			
スレーブアドレスレジスタ_1	SAR_1	8	H'FECE	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=1 時)			

22. レジスタ一覧

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 バスコントロールレジスタ_1	ICCR_1	8	H'FED0 (RELOCATE=1 時)	IIC_1	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_1	ICSR_1	8	H'FED1 (RELOCATE=1 時)	IIC_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ 1_3	KBCR1_3	8	H'FED2	PS2_3	8	2
キーボードデータバッファ送信データ レジスタ_3	KBTR_3	8	H'FED3	PS2_3	8	2
I ² C バスコントロール拡張レジスタ_0	ICXR_0	8	H'FED4	IIC_0	8	2
I ² C バスコントロール拡張レジスタ_1	ICXR_1	8	H'FED5	IIC_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_0	KBCRH_0	8	H'FED8	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_0	KBCRL_0	8	H'FED9	PS2_0	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_0	KBBR_0	8	H'FEDA	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_0	KBCR2_0	8	H'FEDB	PS2_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_1	KBCRH_1	8	H'FEDC	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_1	KBCRL_1	8	H'FEDD	PS2_1	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_1	KBBR_1	8	H'FEDE	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_1	8	H'FEDF	PS2_1	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_2	KBCRH_2	8	H'FEE0	PS2_2	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_2	KBCRL_2	8	H'FEE1	PS2_2	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_2	KBBR_2	8	H'FEE2	PS2_2	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_1	KBCR2_2	8	H'FEE3	PS2_2	8	2
I ² C バスコントロール初期値レジスタ_0	ICRES_0	8	H'FEE6	IIC_0	8	2
インタラプトコントロールレジスタ A	ICRA	8	H'FEE8	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ B	ICRB	8	H'FEE9	INT	8	2
インタラプトコントロールレジスタ C	ICRC	8	H'FEEA	INT	8	2
IRQ ステータスレジスタ	ISR	8	H'FEEB	INT	8	2
IRQ センسコントロールレジスタ H	ISCRH	8	H'FEEC	INT	8	2
IRQ センسコントロールレジスタ L	ISCR L	8	H'FEED	INT	8	2
アドレスブレイクコントロールレジスタ	ABRKCR	8	H'FEF4	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ A	BARA	8	H'FEF5	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ B	BARB	8	H'FEF6	INT	8	2
ブレイクアドレスレジスタ C	BARC	8	H'FEF7	INT	8	2
IRQ イネーブルレジスタ 16	IER16	8	H'FEF8	INT	8	2
IRQ ステータスレジスタ 16	ISR16	8	H'FEF9	INT	8	2

22. レジスタ一覧

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
IRQ センスコントロールレジスタ 16H	ISCR16H	8	H'FEFA	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ 16L	ISCR16L	8	H'FEFB	INT	8	2
IRQ センスポートセレクトレジスタ 16	ISSR16	8	H'FEFC	INT	8	2
IRQ センスポートセレクトレジスタ	ISSR	8	H'FEFD	INT	8	2
周辺クロックセレクトレジスタ	PCSR	8	H'FF82	PWMX	8	2
システムコントロールレジスタ 2	SYSCR2	8	H'FF83	PORT	8	2
スタンドバイコントロールレジスタ	SBYCR	8	H'FF84	SYSTEM	8	2
ローパワーコントロールレジスタ	LPWRCR	8	H'FF85	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ H	MSTPCRH	8	H'FF86	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ L	MSTPCRL	8	H'FF87	SYSTEM	8	2
シリアルモードレジスタ_1	SMR_1	8	H'FF88	SCI_1	8	2
I ² C バスコントロールレジスタ_1	ICCR_1	8	H'FF88	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
ビットレートレジスタ_1	BRR_1	8	H'FF89	SCI_1	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_1	ICSR_1	8	H'FF89	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
シリアルコントロールレジスタ_1	SCR_1	8	H'FF8A	SCI_1	8	2
トランスミッターデータレジスタ_1	TDR_1	8	H'FF8B	SCI_1	8	2
シリアルステータスレジスタ_1	SSR_1	8	H'FF8C	SCI_1	8	2
レシーブデータレジスタ_1	RDR_1	8	H'FF8D	SCI_1	8	2
スマートカードモードレジスタ_1	SCMR_1	8	H'FF8E	SCI_1	8	2
I ² C バスデータレジスタ_1	ICDR_1	8	H'FF8E	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
第 2 スleep アドレスレジスタ_1	SARX_1	8	H'FF8E	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
I ² C バスモードレジスタ_1	ICMR_1	8	H'FF8F	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
sleep アドレスレジスタ_1	SAR_1	8	H'FF8F	IIC_1	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
PWMX(D/A)コントロールレジスタ	DACR	8	H'FFA0	PWMX	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
PWMX(D/A)データレジスタ AH	DADRAH	8	H'FFA0	PWMX	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
PWMX(D/A)データレジスタ AL	DADRAL	8	H'FFA1	PWMX	8	2
			(RELOCATE=0 時)			
PWMX(D/A)カウンタ H	DACNTH	8	H'FFA6	PWMX	8	2
			(RELOCATE=0 時)			

22. レジスタ一覧

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
PWMX(D/A)データレジスタ BH	DADRBH	8	H'FFA6 (RELOCATE=0時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)カウンタ L	DACNTL	8	H'FFA7 (RELOCATE=0時)	PWMX	8	2
PWMX(D/A)データレジスタ BL	DADRBL	8	H'FFA7 (RELOCATE=0時)	PWMX	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (ライト時)	WDT_0	16	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (リード時)	WDT_0	8	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFA8 (ライト時)	WDT_0	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFA9 (リード時)	WDT_0	8	2
ポート A 出力データレジスタ	PAODR	8	H'FFAA	PORT	8	2
ポート A 入力データレジスタ	PAPIN	8	H'FFAB (リード時)	PORT	8	2
ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	8	H'FFAB (ライト時)	PORT	8	2
ポート 1 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P1PCR	8	H'FFAC	PORT	8	2
ポート 2 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P2PCR	8	H'FFAD	PORT	8	2
ポート 3 ブルアップ MOS コントロールレジスタ	P3PCR	8	H'FFAE	PORT	8	2
ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	8	H'FFB0	PORT	8	2
ポート 2 データディレクションレジスタ	P2DDR	8	H'FFB1	PORT	8	2
ポート 1 データレジスタ	P1DR	8	H'FFB2	PORT	8	2
ポート 2 データレジスタ	P2DR	8	H'FFB3	PORT	8	2
ポート 3 データディレクションレジスタ	P3DDR	8	H'FFB4	PORT	8	2
ポート 4 データディレクションレジスタ	P4DDR	8	H'FFB5	PORT	8	2
ポート 3 データレジスタ	P3DR	8	H'FFB6	PORT	8	2
ポート 4 データレジスタ	P4DR	8	H'FFB7	PORT	8	2
ポート 5 データディレクションレジスタ	P5DDR	8	H'FFB8	PORT	8	2
ポート 6 データディレクションレジスタ	P6DDR	8	H'FFB9	PORT	8	2
ポート 5 データレジスタ	P5DR	8	H'FFBA	PORT	8	2
ポート 6 データレジスタ	P6DR	8	H'FFBB	PORT	8	2
ポート B 出力データレジスタ	PBODR	8	H'FFBC	PORT	8	2
ポート 8 データディレクションレジスタ	P8DDR	8	H'FFBD (ライト時)	PORT	8	2
ポート B 入力データレジスタ	PBPIN	8	H'FFBD (リード時)	PORT	8	2
ポート 7 入力データレジスタ	P7PIN	8	H'FFBE (リード時)	PORT	8	2
ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	8	H'FFBE (ライト時)	PORT	8	2
ポート 8 データレジスタ	P8DR	8	H'FFBF	PORT	8	2
ポート 9 データディレクションレジスタ	P9DDR	8	H'FFC0	PORT	8	2
ポート 9 データレジスタ	P9DR	8	H'FFC1	PORT	8	2
インタラプトイネーブルレジスタ	IER	8	H'FFC2	INT	8	2

22. レジスタ一覧

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
シリアルタイムコントロールレジスタ	STCR	8	H'FFC3	SYSTEM	8	2
システムコントロールレジスタ	SYSCR	8	H'FFC4	SYSTEM	8	2
モードコントロールレジスタ	MDCR	8	H'FFC5	SYSTEM	8	2
バスコントロールレジスタ	BCR	8	H'FFC6	BSC	8	2
ウェイトステートコントロールレジスタ	WSCR	8	H'FFC7	BSC	8	2
タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	8	H'FFC8	TMR_0	8	2
タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	8	H'FFC9	TMR_1	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_0	TCSR_0	8	H'FFCA	TMR_0	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_1	TCSR_1	8	H'FFCB	TMR_1	16	2
タイムコンスタントレジスタ A_0	TCORA_0	8	H'FFCC	TMR_0	16	2
タイムコンスタントレジスタ A_1	TCORA_1	8	H'FFCD	TMR_1	16	2
タイムコンスタントレジスタ B_0	TCORB_0	8	H'FFCE	TMR_0	16	2
タイムコンスタントレジスタ B_1	TCORB_1	8	H'FFCF	TMR_1	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FFD0	TMR_0	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFD1	TMR_1	16	2
PWM クロックセレクトレジスタ	PWCSR	8	H'FFD2	PWM	8	2
PWM データボラリティレジスタ	PWDPR	8	H'FFD3	PWM	8	2
PWM アウトプットイネーブルレジスタ	PWOER	8	H'FFD5	PWM	8	2
PWM レジスタセレクト	PWSL	8	H'FFD6	PWM	8	2
PWM データレジスタ 7~0	PWDR7~0	8	H'FFD7	PWM	8	2
I ² C バスコントロールレジスタ_0	ICCR_0	8	H'FFD8	IIC_0	8	2
I ² C バスステータスレジスタ_0	ICSR_0	8	H'FFD9	IIC_0	8	2
I ² C バスデータレジスタ_0	ICDR_0	8	H'FFDE	IIC_0	8	2
第 2 スレーブアドレスレジスタ_0	SARX_0	8	H'FFDE	IIC_0	8	2
I ² C バスモードレジスタ_0	ICMR_0	8	H'FFDF	IIC_0	8	2
スレーブアドレスレジスタ_0	SAR_0	8	H'FFDF	IIC_0	8	2
キーボードコントロールレジスタ H_3	KBCRH_3	8	H'FFE0	PS2_3	8	2
キーボードコントロールレジスタ L_3	KBCRL_3	8	H'FFE1	PS2_3	8	2
キーボードデータバッファレジスタ_3	KBBR_3	8	H'FFE2	PS2_3	8	2
キーボードコントロールレジスタ 2_3	KBCR2_3	8	H'FFE3	PS2_3	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ	TCSR_1	8	H'FFEA (ライト時)	WDT_1	16	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ	TCSR_1	8	H'FFEA (リード時)	WDT_1	8	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFEA (ライト時)	WDT_1	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFEB (リード時)	WDT_1	8	2
タイマコントロールレジスタ_X	TCR_X	8	H'FFF0	TMR_X	8	2
タイマコントロールレジスタ_Y	TCR_Y	8	H'FFF0	TMR_Y	8	2

(RELOCATE=0 時)

22. レジスタ一覧

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
キーボードマトリクス割り込みレジスタ	KMIMR	8	H'FFF1 (RELOCATE=0 時)	INT	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_X	TCSR_X	8	H'FFF1	TMR_X	8	2
タイマコントロール/ステータスレジスタ_Y	TCSR_Y	8	H'FFF1 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
ブルアップ MOS コントロールレジスタ	KMPCR	8	H'FFF2 (RELOCATE=0 時)	PORT	8	2
インプットキャプチャレジスタ R	TICRR	8	H'FFF2	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_Y	TCORA_Y	8	H'FFF2 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
インプットキャプチャレジスタ F	TICRF	8	H'FFF3	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ B_Y	TCORB_Y	8	H'FFF3 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
キーボードマトリクス割り込みレジスタ A	KMIMRA	8	H'FFF3 (RELOCATE=0 時)	INT	8	2
タイマカウンタ_X	TCNT_X	8	H'FFF4	TMR_X	8	2
タイマカウンタ_Y	TCNT_Y	8	H'FFF4 (RELOCATE=0 時)	TMR_Y	8	2
タイムコンスタントレジスタ C	TCORC	8	H'FFF5	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ A_X	TCORA_X	8	H'FFF6	TMR_X	8	2
タイムコンスタントレジスタ B_X	TCORB_X	8	H'FFF7	TMR_X	8	2
タイマコネクションレジスタ S	TCONRS	8	H'FFFE	TMR_X, TMR_Y	8	2

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アドレスと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	
ADDRAH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	A/D 変換器	
ADDRAL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRBH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRBL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRCH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRCL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRDH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRDL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDREH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDREL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRFH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRFL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRGH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRGL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADDRHH	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
ADDRHL	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ADCSR	ADF	ADIE	ADST	—	CH3	CH2	CH1	CH0	TPU_1	
ADCR	TRGS1TR	GS0	SCANE	SCANS	CKS1	CKS0	—	—		
TCR_1	—	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0		
TMDR_1	—	—	—	—	MD3	MD2	MD1	MD0		
TIOR_1	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
TIER_1	TTGE	—	TCIEU	TCIEV	—	—	TGIEB	TGIEA		
TSR_1	TCFD	—	TCFU	TCFV	—	—	TGFB	TGFA		
TCNT_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRA_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRB_1	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
LADR1H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		LPC
LADR1L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
LADR2H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		

22. レジスタ一覧

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
LADR2L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	LPC
LADR4H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
LADR4L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
IDR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR4	DBU47	DBU46	DBU45	DBU44	C/D4	DBU42	IBF4	OBF4	
HICR4	—	LPC4E	IBFIE4	—	—	—	—	—	
SIRQCR2	IEDIR3	IEDIR4	IRQ11E4	IRQ10E4	IRQ9E4	IRQ6E4	SMIE4	—	
SIRQCR3	SELIRQ15	SELIRQ14	SELIRQ13	SELIRQ8	SELIRQ7	SELIRQ5	SELIRQ4	SELIRQ3	
FLSACR	—	—	—	—	—	—	—	—	
P6NCE	P67NCE	P66NCE	P65NCE	P64NCE	P63NCE	P62NCE	P61NCE	P60NCE	PORT
P6NCMC	P67NCMC	P66NCMC	P65NCMC	P64NCMC	P63NCMC	P62NCMC	P61NCMC	P60NCMC	
P6NCCS	—	—	—	—	—	P6NCCK2	P6NCCK1	P6NCCK0	
PCNCE	PC7NCE	PC6NCE	PC5NCE	PC4NCE	PC3NCE	PC2NCE	PC1NCE	PC0NCE	
PCNCMC	PC7NCMC	PC6NCMC	PC5NCMC	PC4NCMC	PC3NCMC	PC2NCMC	PC1NCMC	PC0NCMC	
PCNCCS	—	—	—	—	—	PCNCCK2	PCNCCK1	PCNCCK0	
PGNCE	PG7NCE	PG6NCE	PG5NCE	PG4NCE	PG3NCE	PG2NCE	PG1NCE	PG0NCE	
PGNCMC	PG7NCMC	PG6NCMC	PG5NCMC	PG4NCMC	PG3NCMC	PG2NCMC	PG1NCMC	PG0NCMC	
PGNCCS	—	—	—	—	—	PGNCCK2	PGNCCK1	PGNCCK0	
PHPIN	—	—	PH5PIN	PH4PIN	PH3PIN	PH2PIN	PH1PIN	PH0PIN	
PHDDR	—	—	PH5DDR	PH4DDR	PH3DDR	PH2DDR	PH1DDR	PH0DDR	
PHODR	—	—	PH5ODR	PH4ODR	PH3ODR	PH2ODR	PH1ODR	PH0ODR	
PHNOCR	—	—	PH5NOCR	PH4NOCR	PH3NOCR	PH2NOCR	PH1NOCR	PH0NOCR	
PTCNT0	—	—	—	—	—	—	—	EXCLS	
PTCNT1	IIC1BS	IIC1AS	—	—	IIC0BS	IIC0AS	—	—	
PTCNT2	—	SCK1S	—	FWEIE	—	—	—	—	
P9PCR	—	—	P95PCR	P94PCR	P93PCR	P92PCR	P91PCR	P90PCR	
PGNOCR	PG7NOCR	PG6NOCR	PG5NOCR	PG4NOCR	PG3NOCR	PG2NOCR	PG1NOCR	PG0NOCR	
PFNOCR	PF7NOCR	PF6NOCR	PF5NOCR	PF4NOCR	PF3NOCR	PF2NOCR	PF1NOCR	PF0NOCR	
PCNOCR	PC7NOCR	PC6NOCR	PC5NOCR	PC4NOCR	PC3NOCR	PC2NOCR	PC1NOCR	PC0NOCR	
PDNOCR	PD7NOCR	PD6NOCR	PD5NOCR	PD4NOCR	PD3NOCR	PD2NOCR	PD1NOCR	PD0NOCR	
TWR0MW	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	LPC
TWR0SW	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

22. レジスタ一覧

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
TWR4	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	LPC
TWR5	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR6	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR7	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR8	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR9	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR10	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR11	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR12	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR13	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR14	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TWR15	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
IDR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR3	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR3* ²	IBF3B	OBF3B	MWMF	SWMF	C/D3	DBU32	IBF3A	OBF3A	
STR3* ³	DBU37	DBU36	DBU35	DBU34	C/D3	DBU32	IBF3	OBF3	
HICR5	OBEIE	OBEI	—	—	—	—	—	—	
LADR3H	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8	
LADR3L	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	—	bit1	TWRE	
SIRQCR0	Q/C	SELREQ	IEDIR2	SMIE3B	SMIE3A	SMIE2	IRQ12E1	IRQ1E1	
SIRQCR1	IRQ11E3	IRQ10E3	IRQ9E3	IRQ6E3	IRQ11E2	IRQ10E2	IRQ9E2	IRQ6E2	
IDR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR1	DBU17	DBU16	DBU15	DBU14	C/D1	DBU12	IBF1	OBF1	
IDR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
ODR2	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
STR2	DBU27	DBU26	DBU25	DBU24	C/D2	DBU22	IBF2	OBF2	
HISEL	SELSTR3	SELIRQ11	SELIRQ10	SELIRQ9	SELIRQ6	SELSMI	SELIRQ12	SELIRQ1	
HICR0	LPC3E	LPC2E	LPC1E	FGA20E	SDWNE	PMEE	LSMIE	LSCIE	
HICR1	LPCBSY	CLKREQ	IRQBSY	LRSTB	SDWNB	PMEB	LSMIB	LSCIB	
HICR2	GA20	LRST	SDWN	ABRT	IBFIE3	IBFIE2	IBFIE1	ERRIE	
HICR3	LFRAME	CLKRUN	SERIRQ	LRESET	LPCPD	PME	LSMI	LSCI	
WUEMRB	WUEMR7	WUEMR6	WUEMR5	WUEMR4	WUEMR3	WUEMR2	WUEMR1	WUEMR0	INT
WUEMR	WUEMR15	WUEMR14	WUEMR13	WUEMR12	WUEMR11	WUEMR10	WUEMR9	WUEMR8	
PGODR	PG7ODR	PG6ODR	PG5ODR	PG4ODR	PG3ODR	PG2ODR	PG1ODR	PG0ODR	PORT
PGPIN	PG7PIN	PG6PIN	PG5PIN	PG4PIN	PG3PIN	PG2PIN	PG1PIN	PG0PIN	
PGDDR	PG7DDR	PG6DDR	PG5DDR	PG4DDR	PG3DDR	PG2DDR	PG1DDR	PG0DDR	

22. レジスタ一覧

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	
PFODR	PF7ODR	PF6ODR	PF5ODR	PF4ODR	PF3ODR	PF2ODR	PF1ODR	PF0ODR	PORT	
PEPIN	—	—	—	PE4PIN	PE3PIN	PE2PIN	PE1PIN	PE0PIN		
PFPIN	PF7PIN	PF6PIN	PF5PIN	PF4PIN	PF3PIN	PF2PIN	PF1PIN	PF0PIN		
PFDDR	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR		
PCODR	PC7ODR	PC6ODR	PC5ODR	PC4ODR	PC3ODR	PC2ODR	PC1ODR	PC0ODR		
PDODR	PD7ODR	PD6ODR	PD5ODR	PD4ODR	PD3ODR	PD2ODR	PD1ODR	PD0ODR		
PCPIN	PC7PIN	PC6PIN	PC5PIN	PC4PIN	PC3PIN	PC2PIN	PC1PIN	PC0PIN		
PCDDR	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR		
PDPIN	PD7PIN	PD6PIN	PD5PIN	PD4PIN	PD3PIN	PD2PIN	PD1PIN	PD0PIN		
PDDDR	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR	PD3DDR	PD2DDR	PD1DDR	PD0DDR		
TCR_0	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0		TPU_0
TMDR_0	—	—	BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0		
TIORH_0	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
TIORL_0	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0		
TIER_0	TTGE	—	—	TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA		
TSR_0	—	—	—	TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA		
TCNT_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRA_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRB_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRC_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRD_0	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TCR_2	—	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_2	
TMDR_2	—	—	—	—	MD3	MD2	MD1	MD0		
TIOR_2	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0		
TIER_2	TTGE	—	TCIEU	TCIEV	—	—	TGIEB	TGIEA		
TSR_2	TCFD	—	TCFU	TCFV	—	—	TGFB	TGFA		
TCNT_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRA_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TGRB_2	bit15	bit14	bit13	bit12	bit11	bit10	bit9	bit8		
	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		

22. レジスタ一覧

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
SYSCR3	—	EIVS	RELOCATE	—	—	—	—	—	SYSTEM
MSTPCRA	MSTPA7	MSTPA6	MSTPA5	MSTPA4	MSTPA3	MSTPA2	MSTPA1	MSTPA0	
MSTPCRB	MSTPB7	MSTPB6	MSTPB5	MSTPB4	MSTPB3	MSTPB2	MSTPB1	MSTPB0	
KMIMR	KMIMR7	KMIMR6	KMIMR5	KMIMR4	KMIMR3	KMIMR2	KMIMR1	KMIMR0	INT
KMPCR	KM7PCR	KM6PCR	KM5PCR	KM4PCR	KM3PCR	KM2PCR	KM1PCR	KM0PCR	PORT
KMIMRA	KMIMR15	KMIMR14	KMIMR13	KMIMR12	KMIMR11	KMIMR10	KMIMR9	KMIMR8	INT
WUESCR	WUE15SC	WUE14SC	WUE13SC	WUE12SC	WUE11SC	WUE10SC	WUE9SC	WUE8SC	
WUESR	WUE15F	WUE14F	WUE13F	WUE12F	WUE11F	WUE10F	WUE9F	WUE8F	
WER	WUEE	—	—	—	—	—	—	—	
ICRD	ICRD7	ICRD6	ICRD5	ICRD4	ICRD3	ICRD2	ICRD1	ICRD0	
ICCR_2	ICE	IEIC	MST	TRS	ACKE	BBSY	IRIC	SCP	IIC_2
ICSR_2	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	
ICRES_2	—	—	—	—	CLR3	CLR2	CLR1	CLR0	
ICXR_2	STOPIM	HNDS	ICDRF	ICDRE	ALIE	ALSL	FNC1	FNC0	
SARX_2	SVAX6	SVAX5	SVAX4	SVAX3	SVAX2	SVAX1	SVAX0	FSX	
ICDR_2	ICDR7	ICDR6	ICDR5	ICDR4	ICDR3	ICDR2	ICDR1	ICDR0	
SAR_2	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS	
ICMR_2	MLS	WAIT	CKS2	CKS1	CKS0	BC2	BC1	BC0	
DACR	—	PWME	—	—	OEB	OEA	OS	CKS	PWMX
DADRA	DA13	DA12	DA11	DA10	DA9	DA8	DA7	DA6	
	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	CFS	—	
DADRB	DA13	DA12	DA11	DA10	DA9	DA8	DA7	DA6	
	DA5	DA4	DA3	DA2	DA1	DA0	CFS	REGS	
DACNT	DACNT7	DACNT6	DACNT5	DACNT4	DACNT3	DACNT2	DACNT1	DACNT0	
	DACNT8	DACNT9	DACNT10	DACNT11	DACNT12	DACNT13	—	REGS	
FCCS	FWE	—	—	FLER	—	—	—	SCO	ROM
FPCS	—	—	—	—	—	—	—	PPVS	
FECS	—	—	—	—	—	—	—	EPVB	
FKEY	K7	K6	K5	K4	K3	K2	K1	K0	
FMATS	MS7	MS6	MS5	MS4	MS3	MS2	MS1	MS0	
FTDAR	TDER	TDA6	TDA5	TDA4	TDA3	TDA2	TDA1	TDA0	
TSTR	—	—	—	—	—	CST2	CST1	CST0	TPU
TSYR	—	—	—	—	—	SYNC2	SYNC1	SYNC0	
KBCR1_0	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER	PS2
KBTR_0	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0	
KBCR1_1	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER	
KBTR_1	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0	
KBCR1_2	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER	
KBTR_2	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0	

22. レジスタ一覧

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	
TCRXY	OSX	OEY	CKSX	CKSY	—	—	—	—	TMR_XY	
TCR_Y	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_Y	
TCSR_Y	CMFB	CMFA	OVF	ICIE	OS3	OS2	OS1	OS0		
TCORA_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TCORB_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
TCNT_Y	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0		
ICDR_1	ICDR7	ICDR6	ICDR5	ICDR4	ICDR3	ICDR2	ICDR1	ICDR0	IIC_1	
SARX_1	SVAX6	SVAX5	SVAX4	SVAX3	SVAX2	SVAX1	SVAX0	FSX		
ICMR_1	MLS	WAIT	CKS2	CKS1	CKS0	BC2	BC1	BC0		
SAR_1	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS		
ICCR_1	ICE	IEIC	MST	TRS	ACKE	BBSY	IRIC	SCP		
ICSR_1	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	PS2_3	
KBCR1_3	KBTS	PS	KCIE	KTIE	—	KCIF	KBTE	KTER		
KBTR_3	KBT7	KBT6	KBT5	KBT4	KBT3	KBT2	KBT1	KBT0		
ICXR_0	STOPIM	HNDS	ICDRF	ICDRE	ALIE	ALSL	FNC1	FNC0		IIC_0
ICXR_1	STOPIM	HNDS	ICDRF	ICDRE	ALIE	ALSL	FNC1	FNC0		IIC_1
KBCRH_0	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS	PS2_0	
KBCRL_0	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0		
KBBR_0	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0		
KBCR2_0	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0		
KBCRH_1	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS		PS2_1
KBCRL_1	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0		
KBBR_1	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0		
KBCR2_1	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0		
KBCRH_2	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS	PS2_2	
KBCRL_2	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0		
KBBR_2	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0		
KBCR2_2	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0		
ICRES_0	—	—	—	—	CLR3	CLR2	CLR1	CLR0		IIC_0
ICRA	ICRA7	ICRA6	ICRA5	ICRA4	ICRA3	ICRA2	ICRA1	ICRA0	INT	
ICRB	ICRB7	ICRB6	ICRB5	ICRB4	ICRB3	ICRB2	ICRB1	ICRB0		
ICRC	ICRC7	ICRC6	ICRC5	ICRC4	ICRC3	ICRC2	ICRC1	ICRC0		
ISR	IRQ7F	IRQ6F	IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F		
ISCRH	IRQ7SCB	IRQ7SCA	IRQ6SCB	IRQ6SCA	IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA		
ISCRL	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA		

22. レジスタ一覧

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
ABRKCR	CMF	—	—	—	—	—	—	BIE	INT
BARA	A23	A22	A21	A20	A19	A18	A17	A16	
BARB	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	
BARC	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	—	
IER16	IRQ15E	IRQ14E	IRQ13E	IRQ12E	IRQ11E	IRQ10E	IRQ9E	IRQ8E	
ISR16	IRQ15F	IRQ14F	IRQ13F	IRQ12F	IRQ11F	IRQ10F	IRQ9F	IRQ8F	
ISCR16H	IRQ15SCB	IRQ15SCA	IRQ14SCB	IRQ14SCA	IRQ13SCB	IRQ13SCA	IRQ12SCB	IRQ12SCA	
ISCR16L	IRQ11SCB	IRQ11SCA	IRQ10SCB	IRQ10SCA	IRQ9SCB	IRQ9SCA	IRQ8SCB	IRQ8SCA	
ISSR16	ISS15	ISS14	ISS13	ISS12	ISS11	ISS10	ISS9	ISS8	
ISSR	ISS7	—	ISS5	ISS4	ISS3	ISS2	ISS1	ISS0	
PCSR	—	—	PWCKXB	PWCKXA	—	—	—	PWCKXC	PWMX
SYSCR2	KWUL1	KWUL0	P6PUE	—	—	—	—	—	PORT
SBYCR	SSBY	STS2	STS1	STS0	—	—	—	—	SYSTEM
LPWRCR	DTON	LSON	NESEL	EXCLE	—	—	—	—	
MSTPCRH	MSTP15	MSTP14	MSTP13	MSTP12	MSTP11	MSTP10	MSTP9	MSTP8	
MSTPCRL	MSTP7	MSTP6	MSTP5	MSTP4	MSTP3	MSTP2	MSTP1	MSTP0	
SMR_1* ¹	C/ \bar{A} (GM)	CHR (BLK)	PE (PE)	O/ \bar{E} (O/ \bar{E})	STOP (BCP1)	MP (BCP0)	CKS1 (CKS1)	CKS0 (CKS0)	SCI_1
BRR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SCR_1	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0	
TDR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SSR_1* ¹	TDRE (TDRE)	RDRF (RDRF)	ORER (ORER)	FER (ERS)	PER (PER)	TEND (TEND)	MPB (MPB)	MPBT (MPBT)	
RDR_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
SCMR_1	—	—	—	—	SDIR	SINV	—	SMIF	
TCSR_0	OVF	WT/ \bar{IT}	TME	—	RST/ \bar{NMI}	CKS2	CKS1	CKS0	WDT_0
TCNT_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PAODR	PA7ODR	PA6ODR	PA5ODR	PA4ODR	PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR	PORT
PAPIN	PA7PIN	PA6PIN	PA5PIN	PA4PIN	PA3PIN	PA2PIN	PA1PIN	PA0PIN	
PADDR	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR	
P1PCR	P17PCR	P16PCR	P15PCR	P14PCR	P13PCR	P12PCR	P11PCR	P10PCR	
P2PCR	P27PCR	P26PCR	P25PCR	P24PCR	P23PCR	P22PCR	P21PCR	P20PCR	
P3PCR	P37PCR	P36PCR	P35PCR	P34PCR	P33PCR	P32PCR	P31PCR	P30PCR	
P1DDR	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR	
P2DDR	P27DDR	P26DDR	P25DDR	P24DDR	P23DDR	P22DDR	P21DDR	P20DDR	
P1DR	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR	
P2DR	P27DR	P26DR	P25DR	P24DR	P23DR	P22DR	P21DR	P20DR	

22. レジスタ一覧

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
P3DDR	P37DDR	P36DDR	P35DDR	P34DDR	P33DDR	P32DDR	P31DDR	P30DDR	PORT
P4DDR	P47DDR	P46DDR	P45DDR	P44DDR	P43DDR	P42DDR	P41DDR	P40DDR	
P3DR	P37DR	P36DR	P35DR	P34DR	P33DR	P32DR	P31DR	P30DR	
P4DR	P47DR	P46DR	P45DR	P44DR	P43DR	P42DR	P41DR	P40DR	
P5DDR	—	—	—	—	—	P52DDR	P51DDR	P50DDR	
P6DDR	P67DDR	P66DDR	P65DDR	P64DDR	P63DDR	P62DDR	P61DDR	P60DDR	
P5DR	—	—	—	—	—	P52DR	P51DR	P50DR	
P6DR	P67DR	P66DR	P65DR	P64DR	P63DR	P62DR	P61DR	P60DR	
PBODR	PB7ODR	PB6ODR	PB5ODR	PB4ODR	PB3ODR	PB2ODR	PB1ODR	PB0ODR	
PBPIN	PB7PIN	PB6PIN	PB5PIN	PB4PIN	PB3PIN	PB2PIN	PB1PIN	PB0PIN	
P8DDR	—	P86DDR	P85DDR	P84DDR	P83DDR	P82DDR	P81DDR	P80DDR	
P7PIN	P77PIN	P76PIN	P75PIN	P74PIN	P73PIN	P72PIN	P71PIN	P70PIN	
PBDDR	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR	
P8DR	—	P86DR	P85DR	P84DR	P83DR	P82DR	P81DR	P80DR	
P9DDR	P97DDR	P96DDR	P95DDR	P94DDR	P93DDR	P92DDR	P91DDR	P90DDR	
P9DR	P97DR	P96DR	P95DR	P94DR	P93DR	P92DR	P91DR	P90DR	
IER	IRQ7E	IRQ6E	IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E	INT
STCR	IICS	IICX1	IICX0	IICE	FLSHE	—	ICKS1	ICKS0	SYSTEM
SYSCR	—	—	INTM1	INTM0	XRST	NMIEG	KINWUE	RAME	
MDCR	EXPE	—	—	—	—	MDS2	MDS1	MDS0	
BCR	—	ICIS0	BRSTRM	BRSTS1	BRSTS0	—	IOS1	IOS0	BSC
WSCR	—	—	ABW	AST	WMS1	WMS0	WC1	WC0	
TCR_0	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_0、
TCR_1	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_1
TCSR_0	CMFB	CMFA	OVF	ADTE	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCSR_1	CMFB	CMFA	OVF	—	OS3	OS2	OS1	OS0	
TCORA_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORA_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_0	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
PWCSR	PWFSB	PWCKBC	PWCKBB	PWCKBA	PWFSA	PWCKAC	PWCKAB	PWCKAA	PWM
PWDPR	OS7	OS6	OS5	OS4	OS3	OS2	OS1	OS0	
PWOER	OE7	OE6	OE5	OE4	OE3	OE2	OE1	OE0	
PWSL	PWCKBE	PWCKAE	—	—	RS3	RS2	RS1	RS0	
PWDR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	

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
ICCR_0	ICE	IEIC	MST	TRS	ACKE	BBSY	IRIC	SCP	IIC_0
ICSR_0	ESTP	STOP	IRTR	AASX	AL	AAS	ADZ	ACKB	
ICDR_0	ICDR7	ICDR6	ICDR5	ICDR4	ICDR3	ICDR2	ICDR1	ICDR0	
SARX_0	SVAX6	SVAX5	SVAX4	SVAX3	SVAX2	SVAX1	SVAX0	FSX	
ICMR_0	MLS	WAIT	CKS2	CKS1	CKS0	BC2	BC1	BC0	
SAR_0	SVA6	SVA5	SVA4	SVA3	SVA2	SVA1	SVA0	FS	
KBCRH_3	KBIOE	KCLKI	KDI	KBFSEL	KBIE	KBF	PER	KBS	PS2_3
KBCRL_3	KBE	KCLKO	KDO	—	RXCR3	RXCR2	RXCR1	RXCR0	
KBBR_3	KB7	KB6	KB5	KB4	KB3	KB2	KB1	KB0	
KBCR2_3	—	—	—	—	TXCR3	TXCR2	TXCR1	TXCR0	
TCSR_1	OVF	WT/ \bar{IT}	TME	PSS	RST/ \bar{NMI}	CKS2	CKS1	CKS0	WDT_1
TCNT_1	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCR_X	CMIEB	CMIEA	OVIE	CCLR1	CCLR0	CKS2	CKS1	CKS0	TMR_X
TCSR_X	CMFB	CMFA	OVF	ICF	OS3	OS2	OS1	OS0	
TICRR	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TICRF	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCNT_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORC	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORA_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCORB_X	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0	
TCONRS	TMRX/Y	—	—	—	—	—	—	—	TMR_X, TMR_Y

【注】 *1 通常モードとスマートカードインタフェースモードで一部ビット名が異なります。

() : スマートカードインタフェースモード時のビット名

*2 TWRE=1 または SELSTR3=0 の場合です。

*3 TWRE=0 で SELSTR3=1 の場合です。

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	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール	
ADDRAH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化	A/D 変換器	
ADDRAL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRBH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRBL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRCH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRCL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRDH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRDL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDREH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDREL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRFH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRFL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRGH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRGL	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRHH	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
ADDRHL	初期化	—	初期化	—	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	初期化	初期化		
ADCR	初期化	—	初期化	—	初期化	初期化	初期化	初期化		
TCR_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		TPU_1
TMDR_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TIOR_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TIER_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TSR_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TCNT_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TGRA_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
TGRB_1	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
LADR1H	初期化	—	—	—	—	—	—	—	LPC	
LADR1L	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
LADR2H	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
LADR2L	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
LADR4H	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
LADR4L	初期化	—	—	—	—	—	—	—		
IDR4	—	—	—	—	—	—	—	—		

22. レジスター一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
ODR4	—	—	—	—	—	—	—	—	LPC
STR4	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
HICR4	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
SIRQCR2	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
SIRQCR3	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
FLSACR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
P6NCE	初期化	—	—	—	—	—	—	—	PORT
P6NCMC	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
P6NCCS	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PCNCE	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PCNCMC	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PCNCCS	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PGNCE	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PGNCMC	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PGNCCS	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PHPIN	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PHDDR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PHODR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PHNOCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PTCNT0	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PTCNT1	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PTCNT2	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
P9PCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PGNOCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PFNOCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PCNOCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
PDNOCR	初期化	—	—	—	—	—	—	—	
TWR0MW	—	—	—	—	—	—	—	—	LPC
TWR0SW	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR1	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR2	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR3	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR4	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR5	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR6	—	—	—	—	—	—	—	—	
TWR7	—	—	—	—	—	—	—	—	

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
TWR8	-	-	-	-	-	-	-	-	LPC
TWR9	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR10	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR11	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR12	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR13	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR14	-	-	-	-	-	-	-	-	
TWR15	-	-	-	-	-	-	-	-	
IDR3	-	-	-	-	-	-	-	-	
ODR3	-	-	-	-	-	-	-	-	
STR3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HICR5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
LADR3H	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
LADR3L	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SIRQCR0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SIRQCR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
IDR1	-	-	-	-	-	-	-	-	
ODR1	-	-	-	-	-	-	-	-	
STR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
IDR2	-	-	-	-	-	-	-	-	
ODR2	-	-	-	-	-	-	-	-	
STR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HISEL	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HICR0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HICR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HICR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
HICR3	-	-	-	-	-	-	-	-	
WUEMRB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
WUEMR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PGODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT
PGPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PGDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PFODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PEPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PFPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
PFDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT
PCODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PDODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PCPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PDPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PDDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TPU_0
TMDR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TIORH_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TIORL_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TIER_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRA_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRB_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRC_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRD_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TPU_2
TMDR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TIOR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TIER_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TSR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRA_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TGRB_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SYSCR3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	SYSTEM
MSTPCRA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
MSTPCRB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KMIMR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
KMPCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT
KMIMRA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
WUESCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
WUESR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
WER	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICRD	初期化	-	-	-	-	-	-	-	

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
ICCR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_2
ICSR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICRES_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICXR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICDR_2	-	-	-	-	-	-	-	-	
SARX_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICMR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SAR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
DACR	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	PWMX
DADRA	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
DADRB	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
DACNT	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
FCCS	初期化	-	-	-	-	-	-	-	ROM
FPCS	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
FECS	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
FKEY	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
FMATS	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
FTDAR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TSTR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TPU
TSYR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR1_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PS2
KBTR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR1_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBTR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR1_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBTR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCRXY	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_XY
TCR_Y	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_Y
TCSR_Y	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORA_Y	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORB_Y	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_Y	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICDR_1	-	-	-	-	-	-	-	-	IIC_1
SARX_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICMR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	

22. レジスター一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
SAR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_1
ICCR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICSR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICXR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_0
ICXR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_1
KBCRH_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PS2_0
KBCRL_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBBR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR2_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCRH_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PS2_1
KBCRL_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBBR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR2_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCRH_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PS2_2
KBCRL_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBBR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR2_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICRES_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_0
ICRA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
ICRB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICRC	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISCRH	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISCR_L	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ABRKCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
BARA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
BARB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
BARC	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
IER16	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISR16	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISCR16H	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISCR16L	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISSR16	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ISSR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PCSR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PWMX
SYSCR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
SBYCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	SYSTEM
LPWRCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
MSTPCRH	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
MSTPCRL	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SMR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	SCL_1
BRR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SCR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TDR_1	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
SSR_1	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
RDR_1	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCMR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SMR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	SCL_2
BRR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
SCR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TDR_2	初期化	-	初期化	-	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	初期化	初期化	
RDR_2	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCMR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	WDT_0
TCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PAODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT
PAPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PADDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P1PCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P2PCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P3PCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P1DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P2DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P1DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P2DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P3DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P4DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P3DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P4DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P5DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P6DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
P5DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PORT
P6DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PBODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PBPIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
P8DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P7PIN	-	-	-	-	-	-	-	-	
PBDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P8DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P9DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
P9DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
IER	初期化	-	-	-	-	-	-	-	INT
STCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	SYSTEM
SYSCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
MDCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
BCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	BSC
WSCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_0、
TCR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_1
TCSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCSR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORA_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORA_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORB_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORB_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
PWCSR	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	PWM
PWDPR	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
PWOER	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
PWSL	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
PWDR	初期化	-	初期化	-	初期化	初期化	初期化	初期化	
7~0									
ICCR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_0
ICSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
ICDR_0	-	-	-	-	-	-	-	-	
SARX_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	

22. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速	ウォッチ	スリープ	サブ アクティブ	サブ スリープ	モジュール ストップ	ソフトウェア スタンバイ	モジュール
ICMR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	IIC_0
SAR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCRH_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	PS2_3
KBCRL_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBBR_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
KBCR2_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCSR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	WDT_1
TCNT_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCR_X	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_X
TCSR_X	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TICRR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TICRF	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCNT_X	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORC	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORA_X	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCORB_X	初期化	-	-	-	-	-	-	-	
TCONRS	初期化	-	-	-	-	-	-	-	TMR_X, TMR_Y

22.4 レジスタ選択条件

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FC00	ADDRAH	MSTP9=0	A/D 変換器
H'FC01	ADDRAL		
H'FC02	ADDRBH		
H'FC03	ADDRBL		
H'FC04	ADDRCH		
H'FC05	ADDRCL		
H'FC06	ADDRDH		
H'FC07	ADDRDL		
H'FC08	ADDREH		
H'FC09	ADDREL		
H'FC0A	ADDRFH		
H'FC0B	ADDRFL		
H'FC0C	ADDRGH		
H'FC0D	ADDRGL		
H'FC0E	ADDRHH		
H'FC0F	ADDRHL		
H'FC10	ADCSR		
H'FC11	ADCR		
H'FD40	TCR_1		
H'FD41	TMDR_1		
H'FD42	TIOR_1		
H'FD44	TIER_1		
H'FD45	TSR_1		
H'FD46	TCNT_1		
H'FD48	TGRA_1	MSTP0=0	LPC
H'FD4A	TGRB_1		
H'FDD0	LADR1H		
H'FDD1	LADR1L		
H'FDD2	LADR2H		
H'FDD3	LADR2L		
H'FDD4	LADR4H		
H'FDD5	LADR4L		
H'FDD6	IDR4		
H'FDD7	ODR4		
H'FDD8	STR4		

22. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名		
H'FDD9	HICR4	MSTP0=0	LPC		
H'FDDA	SIRQCR2				
H'FDDB	SIRQCR3				
H'FDE5	FLSACR				
H'FE00	P6NCE	条件なし	PORT		
H'FE01	P6NCMC				
H'FE02	P6NCCS				
H'FE03	PCNCE				
H'FE04	PCNCMC				
H'FE05	PCNCCS				
H'FE06	PGNCE				
H'FE07	PGNCMC				
H'FE08	PGNCCS				
H'FE0C	PHPIN (リード)				
	PHDDR (ライト)				
H'FE0D	PHODR				
H'FE0E	PHNOCR				
H'FE10	PTCNT0				
H'FE11	PTCNT1				
H'FE12	PTCNT2				
H'FE14	P9PCR				
H'FE16	PGNOCR				
H'FE19	PFNOCR				
H'FE1C	PCNOCR				
H'FE1D	PDNOCR				
H'FE20	TWR0MW			MSTP0=0	LPC
	TWR0SW				
H'FE21	TWR1				
H'FE22	TWR2				
H'FE23	TWR3				
H'FE24	TWR4				
H'FE25	TWR5				
H'FE26	TWR6				
H'FE27	TWR7				
H'FE28	TWR8				
H'FE29	TWR9				
H'FE2A	TWR10				

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FE2B	TWR11	MSTP0=0	LPC
H'FE2C	TWR12		
H'FE2D	TWR13		
H'FE2E	TWR14		
H'FE2F	TWR15		
H'FE30	IDR3		
H'FE31	ODR3		
H'FE32	STR3		
H'FE33	HICR5		
H'FE34	LADR3H		
H'FE35	LADR3L		
H'FE36	SIRQCR0		
H'FE37	SIRQCR1		
H'FE38	IDR1		
H'FE39	ODR1		
H'FE3A	STR1		
H'FE3C	IDR2		
H'FE3D	ODR2		
H'FE3E	STR2		
H'FE3F	HISEL		
H'FE40	HICR0		
H'FE41	HICR1		
H'FE42	HICR2		
H'FE43	HICR3		
H'FE44	WUEMRB	条件なし	INT
H'FE45	WUEMR		
H'FE46	PGODR	条件なし	PORT
H'FE47	PGPIN (リード)		
	PGDDR (ライト)		
H'FE49	PFODR		
H'FE4A	PEPIN(リード) (ライト禁止)		
H'FE4B	PFPIN (リード)		
H'FE4C	PCODR		
H'FE4D	PDODR		
H'FE4E	PCPIN (リード)		
	PCDDR (ライト)		
H'FE4F	PDPIN (リード)		
	PDDDR (ライト)		

22. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名		
H'FE50	TCR_0	MSTP1=0	TPU_0		
H'FE51	TMDR_0				
H'FE52	TIORH_0				
H'FE53	TIORL_0				
H'FE54	TIER_0				
H'FE55	TSR_0				
H'FE56	TCNT_0				
H'FE58	TGRA_0				
H'FE5A	TGRB_0				
H'FE5C	TGRC_0				
H'FE5E	TGRD_0				
H'FE70	TCR_2			条件なし	TPU_2
H'FE71	TMDR_2				
H'FE72	TIOR_2				
H'FE74	TIER_2				
H'FE75	TSR_2				
H'FE76	TCNT_2				
H'FE78	TGRA_2				
H'FE7A	TGRB_2				
H'FE7D	SYSCR3				
H'FE7E	MSTPCRA				
H'FE7F	MSTPCRB				
H'FE81	KMIMR (RELOCATE=1)	MSTPB4=0	SYSTEM		
H'FE82	KMPCR (RELOCATE=1)				
H'FE83	KMIMRA (RELOCATE=1)				
H'FE84	WUESCR				
H'FE85	WUESR				
H'FE86	WER				
H'FE87	ICRD				
H'FE88	ICCR_2			IIC_2	
H'FE89	ICSR_2				
H'FE8A	ICRES_2				
H'FE8C	ICXR_2				
H'FE8E	ICDR_2				
H'FE8E	SARX_2				
H'FE8F	ICMR_2				
H'FE8F	SAR_2				

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FEA0	DACR (RELOCATE=1)	MSTP11=0 MSTPA1=0	DACNT/ DADRB の REGS=1	PWMX
	DADRAH (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=0	
H'FEA1	DADRAL (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=1	
H'FEA6	DADRBH (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=0	
	DACNTH (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=1	
H'FEA7	DADRBL (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=0	
	DACNTL (RELOCATE=1)		DACNT/ DADRB の REGS=1	
H'FEA8	FCCS	FLSHE=1		ROM
H'FEA9	FPCS			
H'FEAA	FECS			
H'FEAC	FKEY			
H'FEAD	FMATS			
H'FEAE	FTDAR			
H'FEB0	TSTR	MSTP1=0		TPU
H'FEB1	TSYR			
H'FEC0	KBCR1_0	MSTP2=0		PS2
H'FEC1	KBTR_0			
H'FEC2	KBCR1_1			
H'FEC3	KBTR_1			
H'FEC4	KBCR1_2			
H'FEC5	KBTR_2			
H'FEC6	TCRXY	MSTP8=0		TMR_XY
H'FEC8	TCR_Y (RELOCATE=1)			TMR_Y
H'FEC9	TCSR_Y (RELOCATE=1)			
H'FECA	TCORA_Y (RELOCATE=1)			
H'FECB	TCORB_Y (RELOCATE=1)			
H'FECC	TCNT_Y (RELOCATE=1)			

22. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名		
H'FECE	ICDR_1 (RELOCATE=1)	MSTP3=0	ICCR_1 の ICE=1	IIC_1		
	SARX_1 (RELOCATE=1)		ICCR_1 の ICE=0			
H'FECE	ICMR_1 (RELOCATE=1)		ICCR_1 の ICE=1			
	SAR_1 (RELOCATE=1)		ICCR_1 の ICE=0			
H'FED0	ICCR_1 (RELOCATE=1)					
H'FED1	ICSR_1 (RELOCATE=1)					
H'FED2	KBCR1_3		MSTPB5			PS2_3
H'FED3	KBTR_3					
H'FED4	ICXR_0	MSTP4=0		IIC_0		
H'FED5	ICXR_1	MSTP3=0		IIC_1		
H'FED8	KBCRH_0	MSTP2=0		PS2		
H'FED9	KBCRL_0					
H'FEDA	KBBR_0					
H'FEDB	KBCR2_0					
H'FEDC	KBCRH_1					
H'FEDD	KBCRL_1					
H'FEDE	KBBR_1					
H'FEDF	KBCR2_1					
H'FEE0	KBCRH_2					
H'FEE1	KBCRL_2					
H'FEE2	KBBR_2					
H'FEE3	KBCR2_2					
H'FEE6	ICRES_0		MSTP4=0、STCR の IICE=1			IIC_0
H'FEE8	ICRA		条件なし			INT
H'FEE9	ICRB					
H'FEEA	ICRC					
H'FEEB	ISR					
H'FEEC	ISCRH					
H'FEED	ISCR_L					
H'FEF4	ABRKCR					
H'FEF5	BARA					
H'FEF6	BARB					
H'FEF7	BARC					
H'FEF8	IER16					

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件	モジュール名
H'FEF9	ISR16	条件なし	INT
H'FEFA	ISCR16H		
H'FEFB	ISCR16L		
H'FEFC	ISSR16		
H'FEFD	ISSR		
H'FF82	PCSR	条件なし	PWM、PWMX
H'FF83	SYSCR2	STCR の FLSHE=0	PORT
H'FF84	SBYCR		SYSTEM
H'FF85	LPWRCR		
H'FF86	MSTPCRH		
H'FF87	MSTPCRL		
H'FF88	SMR_1 (RELOCATE=1)	MSTP6=0	SCI_1
	SMR_1 (RELOCATE=0)	MSTP6=0 STCR の IICE=0	
	ICCR_1 (RELOCATE=0)	MSTP3=0 STCR の IICE=1	IIC_1
H'FF89	BRR_1 (RELOCATE=1)	MSTP6=0	SCI_1
	BRR_1 (RELOCATE=0)	MSTP6=0 STCR の IICE=0	
	ICSR_1 (RELOCATE=0)	MSTP3=0 STCR の IICE=1	IIC_1
H'FF8A	SCR_1	MSTP6=0	SCI_1
H'FF8B	TDR_1		
H'FF8C	SSR_1		
H'FF8D	RDR_1		
H'FF8E	SCMR_1 (RELOCATE=1)		
	SCMR_1 (RELOCATE=0)	MSTP6=0 STCR の IICE=0	
	ICDR_1 (RELOCATE=0)	MSTP3=0 STCR の IICE=1	IIC_1 の ICE=1
	SARX_1 (RELOCATE=0)		IIC_1 の ICE=0
H'FF8F	ICMR_1 (RELOCATE=0)		IIC_1 の ICE=1
	SAR_1 (RELOCATE=0)		IIC_1 の ICE=0
H'FFA0	DADRAH (RELOCATE=0)	MSTP11=0 MSTPA1=0	DACNT/DADR B の REGS=0
	DACR (RELOCATE=0)	STCR の IICE=1	DACNT/DADR B の REGS=1
H'FFA1	DADRAL (RELOCATE=0)	MSTP11=0 MSTPA1=0 STCR の IICE=1	DACNT/DADR B の REGS=0

22. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名			
H'FFA1	DADRBH (RELOCATE=0)	MSTP11=0 MSTPA1=0 STCR の IICE=1	DACNT/DADRB の REGS=0	PWMX			
	DACNTH (RELOCATE=0)		DACNT/DADRB の REGS=1				
H'FFA7	DADRBL (RELOCATE=0)		DACNT/DADRB の REGS=0				
	DACNTL (RELOCATE=0)		DACNT/DADRB の REGS=1				
H'FFA8	TCSR_0	条件なし		WDT_0			
	TCNT_0 (ライト)						
H'FFA9	TCNT_0 (リード)						
H'FFAA	PAODR	条件なし		PORT			
H'FFAB	PAPIN (リード)						
	PADDR (ライト)						
H'FFAC	P1PCR						
H'FFAD	P2PCR						
H'FFAE	P3PCR						
H'FFB0	P1DDR						
H'FFB1	P2DDR						
H'FFB2	P1DR						
H'FFB3	P2DR				条件なし		PORT
H'FFB4	P3DDR						
H'FFB5	P4DDR						
H'FFB6	P3DR						
H'FFB7	P4DR						
H'FFB8	P5DDR						
H'FFB9	P6DDR						
H'FFBA	P5DR						
H'FFBB	P6DR						
H'FFBC	PBODR						
H'FFBD	P8DDR (ライト)						
	PBPIN (リード)						
H'FFBE	P7PIN (リード)						
	PBDDR (ライト)						
H'FFBF	P8DR						
H'FFC0	P9DDR						
H'FFC1	P9DR						
H'FFC2	IER	条件なし		INT			

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FFC3	STCR	条件なし		SYSTEM
H'FFC4	SYSCR			
H'FFC5	MDCR			
H'FFC6	BCR	条件なし		BSC
H'FFC7	WSCR			
H'FFC8	TCR_0	MSTP12=0		TMR_0, TMR_1
H'FFC9	TCR_1			
H'FFCA	TCSR_0			
H'FFCB	TCSR_1			
H'FFCC	TCORA_0			
H'FFCD	TCORA_1			
H'FFCE	TCORB_0			
H'FFCF	TCORB_1			
H'FFD0	TCNT_0			
H'FFD1	TCNT_1			
H'FFD2	PWCSR			
H'FFD3	PWDPR			
H'FFD5	PWOER			
H'FFD6	PWSL			
H'FFD7	PWDR7~0			
H'FFD8	ICCR_0 (RELOCATE=0)	MSTP4=0 STCRのIICE=1		RELOCATE=1のとき、 IICE=1の条件なし
H'FFD9	ICSR_0 (RELOCATE=0)			
H'FFDE	ICDR_0 (RELOCATE=0)	MSTP4=0 STCRの IICE=1	ICCR_0の ICE=1	
	SARX_0 (RELOCATE=0)		ICCR_0の ICE=0	
H'FFDF	ICMR_0 (RELOCATE=0)	MSTP4=0 STCRの IICE=1	ICCR_0の ICE=1	
	SAR_0 (RELOCATE=0)		ICCR_0の ICE=0	
H'FFE0	KBCRH_3	MSTPB5=0		PS2_3
H'FFE1	KBCRL_3			
H'FFE2	KBBR_3			
H'FFE3	KBCR2_3			
H'FFEA	TCSR_1	条件なし		WDT_1
	TCNT_1 (ライト)			
H'FFEB	TCNT_1 (リード)			

22. レジスタ一覧

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FFF0	TCR_X (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCR_X (RELOCATE=0)	MSTP8=0 STCR の	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCR_Y (RELOCATE=0)	KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF1	KMIMR (RELOCATE=0)	MSTP2=0 STCR の KINWUE=1		INT
	TCSR_X (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCSR_X (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCSR_Y (RELOCATE=0)	KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF2	KMPCR (RELOCATE=0)	MSTP2=0 SYSCR の KINWUE=1		PORT
	TICRR (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TICRR (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCORA_Y (RELOCATE=0)	KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF3	KMIMRA (RELOCATE=0)	MSTP2=0 SYSCR の KINWUE=1		INT
	TICRF (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TICRF (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCORB_Y (RELOCATE=0)	KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF4	TCNT_X (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCNT_X (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の	TCONRS の TMRX/Y=0	
	TCNT_Y (RELOCATE=0)	KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=1	TMR_Y
H'FFF5	TCORC (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCORC (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	
H'FFF6	TCORA_X (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCORA_X (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	

下位アドレス	レジスタ名称	レジスタ選択条件		モジュール名
H'FFF7	TCORB_X (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X
	TCORB_X (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の KINWUE=0	TCONRS の TMRX/Y=0	
H'FFFC	TCONRI (RELOCATE=1)	MSTP8=0		
	TCONRI (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の KINWUE=0		
H'FFFE	TCONRS (RELOCATE=1)	MSTP8=0		TMR_X, TMR_Y
	TCONRS (RELOCATE=0)	MSTP8=0 SYSCR の KINWUE=0		

22.5 レジスタアドレス一覧 (モジュール別)

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
INT	WUEMRB	8	H'FE44	8	2
INT	WUEMR	8	H'FE45	8	2
INT	KMIMR	8	H'FE81	8	2
			(RELOCATE=1時)		
INT	KMIMRA	8	H'FE83	8	2
			(RELOCATE=1時)		
INT	WUESCR	8	H'FE84	8	2
INT	WUESR	8	H'FE85	8	2
INT	WER	8	H'FE86	8	2
INT	ICRD	8	H'FE87	8	2
INT	ICRA	8	H'FEE8	8	2
INT	ICRB	8	H'FEE9	8	2
INT	ICRC	8	H'FEEA	8	2
INT	ISR	8	H'FEEB	8	2
INT	ISCRH	8	H'FEEC	8	2
INT	ISCR	8	H'FEED	8	2
INT	KMIMR	8	H'FFF1	8	2
			(RELOCATE=0時)		
INT	ABRKCR	8	H'FEF4	8	2
INT	BARA	8	H'FEF5	8	2
INT	BARB	8	H'FEF6	8	2
INT	BARC	8	H'FEF7	8	2
INT	IER16	8	H'FEF8	8	2
INT	ISR16	8	H'FEF9	8	2
INT	ISCR16H	8	H'FEFA	8	2
INT	ISCR16L	8	H'FEFB	8	2
INT	ISSR16	8	H'FEFC	8	2
INT	ISSR	8	H'FEFD	8	2
INT	IER	8	H'FFC2	8	2
INT	KMIMRA	8	H'FFF3	8	2
			(RELOCATE=0時)		
BSC	BCR	8	H'FFC6	8	2
BSC	WSCR	8	H'FFC7	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	P6NCE	8	H'FE00	8	2
PORT	P6NCMC	8	H'FE01	8	2
PORT	P6NCCS	8	H'FE02	8	2
PORT	PCNCE	8	H'FE03	8	2
PORT	PCNCMC	8	H'FE04	8	2
PORT	PCNCCS	8	H'FE05	8	2
PORT	PGNCE	8	H'FE06	8	2
PORT	PGNCMC	8	H'FE07	8	2
PORT	PGNCCS	8	H'FE08	8	2
PORT	PHPIN	8	H'FE0C (リード時)	8	2
PORT	PHDDR	8	H'FE0C (ライト時)	8	2
PORT	PHODR	8	H'FE0D	8	2
PORT	PHOCR	8	H'FE0E	8	2
PORT	PTCNT0	8	H'FE10	8	2
PORT	PTCNT1	8	H'FE11	8	2
PORT	PTCNT2	8	H'FE12	8	2
PORT	P9PCR	8	H'FE14	8	2
PORT	PGOCR	8	H'FE16	8	2
PORT	PFOCR	8	H'FE19	8	2
PORT	PCOCR	8	H'FE1C	8	2
PORT	PDOCR	8	H'FE1D	8	2
PORT	PGODR	8	H'FE46	8	2
PORT	PGPIN	8	H'FE47 (リード時)	8	2
PORT	PGDDR	8	H'FE47 (ライト時)	8	2
PORT	PFODR	8	H'FE49	8	2
PORT	PEPIN	8	H'FE4A (リード時) (ライト禁止)	8	2
PORT	PFPIN	8	H'FE4B (リード時)	8	2
PORT	PFDDR	8	H'FE4B (ライト時)	8	2
PORT	PCODR	8	H'FE4C	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	PDODR	8	H'FE4D	8	2
PORT	PCPIN	8	H'FE4E (リード時)	8	2
PORT	PCDDR	8	H'FE4E (ライト時)	8	2
PORT	PDPIN	8	H'FE4F (リード時)	8	2
PORT	PDDDR	8	H'FE4F (ライト時)	8	2
PORT	KMPCR	8	H'FE82 (RELOCATE=1時)	8	2
PORT	SYSCR2	8	H'FF83	8	2
PORT	PAODR	8	H'FFAA	8	2
PORT	PAPIN	8	H'FFAB (リード時)	8	2
PORT	PADDR	8	H'FFAB (ライト時)	8	2
PORT	P1PCR	8	H'FFAC	8	2
PORT	P2PCR	8	H'FFAD	8	2
PORT	P3PCR	8	H'FFAE	8	2
PORT	P1DDR	8	H'FFB0	8	2
PORT	P2DDR	8	H'FFB1	8	2
PORT	P1DR	8	H'FFB2	8	2
PORT	P2DR	8	H'FFB3	8	2
PORT	P3DDR	8	H'FFB4	8	2
PORT	P4DDR	8	H'FFB5	8	2
PORT	P3DR	8	H'FFB6	8	2
PORT	P4DR	8	H'FFB7	8	2
PORT	P5DDR	8	H'FFB8	8	2
PORT	P6DDR	8	H'FFB9	8	2
PORT	P5DR	8	H'FFBA	8	2
PORT	P6DR	8	H'FFBB	8	2
PORT	PBODR	8	H'FFBC	8	2
PORT	P8DDR	8	H'FFBD (ライト時)	8	2
PORT	PBPIN	8	H'FFBD (リード時)	8	2
PORT	P7PIN	8	H'FFBE (リード時)	8	2
PORT	PBDDR	8	H'FFBE (ライト時)	8	2
PORT	P8DR	8	H'FFBF	8	2
PORT	P9DDR	8	H'FFC0	8	2

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PORT	P9DR	8	H'FFC1	8	2
PORT	KMPCR	8	H'FFF2 (RELOCATE=0時)	8	2
PWM	PWCSR	8	H'FFD2	8	2
PWM	PWDPR	8	H'FFD3	8	2
PWM	PWOER	8	H'FFD5	8	2
PWM	PWSL	8	H'FFD6	8	2
PWM	PWDR7~0	8	H'FFD7	8	2
PWMX	DACR	8	H'FEA0 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DADRAH	8	H'FEA0 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DADRAL	8	H'FEA1 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DADRBH	8	H'FEA6 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DACNTH	8	H'FEA6 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DADRBL	8	H'FEA7 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	DACNTL	8	H'FEA7 (RELOCATE=1時)	8	2
PWMX	PCSR	8	H'FF82	8	2
PWMX	DACR	8	H'FFA0 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DADRAH	8	H'FFA0 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DADRAL	8	H'FFA1 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DACNTH	8	H'FFA6 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DADRBH	8	H'FFA6 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DACNTL	8	H'FFA7 (RELOCATE=0時)	8	2
PWMX	DADRBL	8	H'FFA7 (RELOCATE=0時)	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
TPU_0	TCR_0	8	H'FE50	8	2
TPU_0	TMDR_0	8	H'FE51	8	2
TPU_0	TIORH_0	8	H'FE52	8	2
TPU_0	TIORL_0	8	H'FE53	8	2
TPU_0	TIER_0	8	H'FE54	8	2
TPU_0	TSR_0	8	H'FE55	8	2
TPU_0	TCNT_0	16	H'FE56	16	2
TPU_0	TGRA_0	16	H'FE58	16	2
TPU_0	TGRB_0	16	H'FE5A	16	2
TPU_0	TGRC_0	16	H'FE5C	16	2
TPU_0	TGRD_0	16	H'FE5E	16	2
TPU_1	TCR_1	8	H'FD40	8	2
TPU_1	TMDR_1	8	H'FD41	8	2
TPU_1	TIOR_1	8	H'FD42	8	2
TPU_1	TIER_1	8	H'FD44	8	2
TPU_1	TSR_1	8	H'FD45	8	2
TPU_1	TCNT_1	16	H'FD46	16	2
TPU_1	TGRA_1	16	H'FD48	16	2
TPU_1	TGRB_1	16	H'FD4A	16	2
TPU_2	TCR_2	8	H'FE70	8	2
TPU_2	TMDR_2	8	H'FE71	8	2
TPU_2	TIOR_2	8	H'FE72	8	2
TPU_2	TIER_2	8	H'FE74	8	2
TPU_2	TSR_2	8	H'FE75	8	2
TPU_2	TCNT_2	16	H'FE76	16	2
TPU_2	TGRA_2	16	H'FE78	16	2
TPU_2	TGRB_2	16	H'FE7A	16	2
TPU	TSTR	8	H'FEB0	8	2
TPU	TSYR	8	H'FEB1	8	2
TMR_0	TCR_0	8	H'FFC8	8	2
TMR_0	TCSR_0	8	H'FFCA	8	2
TMR_0	TCORA_0	8	H'FFCC	16	2
TMR_0	TCORB_0	8	H'FFCE	16	2
TMR_0	TCNT_0	8	H'FFD0	16	2
TMR_1	TCR_1	8	H'FFC9	8	2
TMR_1	TCSR_1	8	H'FFCB	16	2

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
TMR_1	TCORA_1	8	H'FFCD	16	2
TMR_1	TCORB_1	8	H'FFCF	16	2
TMR_1	TCNT_1	8	H'FFD1	16	2
TMR_X	TCR_X	8	H'FFF0	8	2
TMR_X	TCSR_X	8	H'FFF1	8	2
TMR_X	TICRR	8	H'FFF2	8	2
TMR_X	TICRF	8	H'FFF3	8	2
TMR_X	TCNT_X	8	H'FFF4	8	2
TMR_X	TCORC	8	H'FFF5	8	2
TMR_X	TCORA_X	8	H'FFF6	8	2
TMR_X	TCORB_X	8	H'FFF7	8	2
TMR_Y	TCR_Y	8	H'FEC8 (RELOCATE=1時)	8	2
TMR_Y	TCSR_Y	8	H'FEC9 (RELOCATE=1時)	8	2
TMR_Y	TCORA_Y	8	H'FECA (RELOCATE=1時)	8	2
TMR_Y	TCORB_Y	8	H'FECB (RELOCATE=1時)	8	2
TMR_Y	TCNT_Y	8	H'FECC (RELOCATE=1時)	8	2
TMR_Y	TCR_Y	8	H'FFF0 (RELOCATE=0時)	8	2
TMR_Y	TCSR_Y	8	H'FFF1 (RELOCATE=0時)	8	2
TMR_Y	TCORA_Y	8	H'FFF2 (RELOCATE=0時)	8	2
TMR_Y	TCORB_Y	8	H'FFF3 (RELOCATE=0時)	8	2
TMR_Y	TCNT_Y	8	H'FFF4 (RELOCATE=0時)	8	2
TMR_XY	TCRXY	8	H'FEC6	8	2
TMR_X、 TMR_Y	TCONRS	8	H'FFFE	8	2
WDT_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (ライト時)	16	2
WDT_0	TCSR_0	8	H'FFA8 (リード時)	8	2
WDT_0	TCNT_0	8	H'FFA8 (ライト時)	16	2
WDT_0	TCNT_0	8	H'FFA9 (リード時)	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
WDT_1	TCSR_1	8	H'FFEA (ライト時)	16	2
WDT_1	TCSR_1	8	H'FFEA (リード時)	8	2
WDT_1	TCNT_1	8	H'FFEA (ライト時)	16	2
WDT_1	TCNT_1	8	H'FFEB (リード時)	8	2
SCI_1	SMR_1	8	H'FF88	8	2
SCI_1	BRR_1	8	H'FF89	8	2
SCI_1	SCR_1	8	H'FF8A	8	2
SCI_1	TDR_1	8	H'FF8B	8	2
SCI_1	SSR_1	8	H'FF8C	8	2
SCI_1	RDR_1	8	H'FF8D	8	2
SCI_1	SCMR_1	8	H'FF8E	8	2
IIC_0	ICXR_0	8	H'FED4	8	2
IIC_0	ICCR_0	8	H'FFD8	8	2
IIC_0	ICSR_0	8	H'FFD9	8	2
IIC_0	ICDR_0	8	H'FFDE	8	2
IIC_0	SARX_0	8	H'FFDE	8	2
IIC_0	ICMR_0	8	H'FFDF	8	2
IIC_0	SAR_0	8	H'FFDF	8	2
IIC_1	ICDR_1	8	H'FECE	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	SARX_1	8	H'FECE	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	ICMR_1	8	H'FECE	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	SAR_1	8	H'FECE	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	ICCR_1	8	H'FED0	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	ICSR_1	8	H'FED1	8	2
			(RELOCATE=1時)		
IIC_1	ICXR_1	8	H'FED5	8	2
IIC_1	ICCR_1	8	H'FF88	8	2
			(RELOCATE=0時)		
IIC_1	ICSR_1	8	H'FF89	8	2
			(RELOCATE=0時)		
IIC_1	ICDR_1	8	H'FF8E	8	2
			(RELOCATE=0時)		

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
IIC_1	SARX_1	8	H'FF8E (RELOCATE=0時)	8	2
IIC_1	ICMR_1	8	H'FF8F (RELOCATE=0時)	8	2
IIC_1	SAR_1	8	H'FF8F (RELOCATE=0時)	8	2
IIC_2	ICCR_2	8	H'FE88	8	2
IIC_2	ICSR_2	8	H'FE89	8	2
IIC_2	ICRES_2	8	H'FE8A	8	2
IIC_2	ICXR_2	8	H'FE8C	8	2
IIC_2	ICDR_2	8	H'FE8E	8	2
IIC_2	SARX_2	8	H'FE8E	8	2
IIC_2	ICMR_2	8	H'FE8F	8	2
IIC_2	SAR_2	8	H'FE8F	8	2
IIC_0	ICRES_0	8	H'FEE6	8	2
PS2_0	KBCR1_0	8	H'FEC0	8	2
PS2_0	KBTR_0	8	H'FEC1	8	2
PS2_0	KBCRH_0	8	H'FED8	8	2
PS2_0	KBCRL_0	8	H'FED9	8	2
PS2_0	KBBR_0	8	H'FEDA	8	2
PS2_0	KBCR2_0	8	H'FEDB	8	2
PS2_1	KBCR1_1	8	H'FEC2	8	2
PS2_1	KBTR_1	8	H'FEC3	8	2
PS2_1	KBCRH_1	8	H'FEDC	8	2
PS2_1	KBCRL_1	8	H'FEDD	8	2
PS2_1	KBBR_1	8	H'FEDE	8	2
PS2_1	KBCR2_1	8	H'FEDF	8	2
PS2_2	KBCR1_2	8	H'FEC4	8	2
PS2_2	KBTR_2	8	H'FEC5	8	2
PS2_2	KBCRH_2	8	H'FEE0	8	2
PS2_2	KBCRL_2	8	H'FEE1	8	2
PS2_2	KBBR_2	8	H'FEE2	8	2
PS2_2	KBCR2_2	8	H'FEE3	8	2
PS2_3	KBCR1_3	8	H'FED2	8	2
PS2_3	KBTR_3	8	H'FED3	8	2
PS2_3	KBCRH_3	8	H'FFE0	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
PS2_3	KBCRL_3	8	H'FFE1	8	2
PS2_3	KBBR_3	8	H'FFE2	8	2
PS2_3	KBCR2_3	8	H'FFE3	8	2
LPC	LADR1H	8	H'FDC0	8	2
LPC	LADR1L	8	H'FDC1	8	2
LPC	LADR2H	8	H'FDC2	8	2
LPC	LADR2L	8	H'FDC3	8	2
LPC	LADR4H	8	H'FDD4	8	2
LPC	LADR4L	8	H'FDD5	8	2
LPC	IDR4	8	H'FDD6	8	2
LPC	ODR4	8	H'FDD7	8	2
LPC	STR4	8	H'FDD8	8	2
LPC	HICR4	8	H'FDD9	8	2
LPC	SIRQCR2	8	H'FDDA	8	2
LPC	SIRQCR3	8	H'FDDB	8	2
LPC	FLSACR	8	H'FDE5	8	2
LPC	TWR0MW	8	H'FE20	8	2
LPC	TWR0SW	8	H'FE20	8	2
LPC	TWR1	8	H'FE21	8	2
LPC	TWR2	8	H'FE22	8	2
LPC	TWR3	8	H'FE23	8	2
LPC	TWR4	8	H'FE24	8	2
LPC	TWR5	8	H'FE25	8	2
LPC	TWR6	8	H'FE26	8	2
LPC	TWR7	8	H'FE27	8	2
LPC	TWR8	8	H'FE28	8	2
LPC	TWR9	8	H'FE29	8	2
LPC	TWR10	8	H'FE2A	8	2
LPC	TWR11	8	H'FE2B	8	2
LPC	TWR12	8	H'FE2C	8	2
LPC	TWR13	8	H'FE2D	8	2
LPC	TWR14	8	H'FE2E	8	2
LPC	TWR15	8	H'FE2F	8	2
LPC	IDR3	8	H'FE30	8	2
LPC	ODR3	8	H'FE31	8	2
LPC	STR3	8	H'FE32	8	2

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
LPC	HICR5	8	H'FE33	8	2
LPC	LADR3H	8	H'FE34	8	2
LPC	LADR3L	8	H'FE35	8	2
LPC	SIRQCR0	8	H'FE36	8	2
LPC	SIRQCR1	8	H'FE37	8	2
LPC	IDR1	8	H'FE38	8	2
LPC	ODR1	8	H'FE39	8	2
LPC	STR1	8	H'FE3A	8	2
LPC	IDR2	8	H'FE3C	8	2
LPC	ODR2	8	H'FE3D	8	2
LPC	STR2	8	H'FE3E	8	2
LPC	HISEL	8	H'FE3F	8	2
LPC	HICR0	8	H'FE40	8	2
LPC	HICR1	8	H'FE41	8	2
LPC	HICR2	8	H'FE42	8	2
LPC	HICR3	8	H'FE43	8	2
A/D 変換器	ADDRAH	8	H'FC00	8	2
A/D 変換器	ADDRAL	8	H'FC01	8	2
A/D 変換器	ADDRBH	8	H'FC02	8	2
A/D 変換器	ADDRBL	8	H'FC03	8	2
A/D 変換器	ADDRCH	8	H'FC04	8	2
A/D 変換器	ADDRCL	8	H'FC05	8	2
A/D 変換器	ADDRDH	8	H'FC06	8	2
A/D 変換器	ADDRDL	8	H'FC07	8	2
A/D 変換器	ADDREH	8	H'FC08	8	2
A/D 変換器	ADDREL	8	H'FC09	8	2
A/D 変換器	ADDRFH	8	H'FC0A	8	2
A/D 変換器	ADDRFL	8	H'FC0B	8	2
A/D 変換器	ADDRGH	8	H'FC0C	8	2
A/D 変換器	ADDRGL	8	H'FC0D	8	2
A/D 変換器	ADDRHH	8	H'FC0E	8	2
A/D 変換器	ADDRHL	8	H'FC0F	8	2
A/D 変換器	ADCSR	8	H'FC10	8	2
A/D 変換器	ADCR	8	H'FC11	8	2
ROM	FCCS	8	H'FEA8	8	2
ROM	FPCS	8	H'FEA9	8	2

22. レジスタ一覧

モジュール	レジスタ略称	ビット数	アドレス	データバス幅	アクセス ステート数
ROM	FECS	8	H'FEAA	8	2
ROM	FKEY	8	H'FEAC	8	2
ROM	FMATS	8	H'FEAD	8	2
ROM	FTDAR	8	H'FEAE	8	2
SYSTEM	SYSCR3	8	H'FE7D	8	2
SYSTEM	MSTPCRA	8	H'FE7E	8	2
SYSTEM	MSTPCRB	8	H'FE7F	8	2
SYSTEM	SBYCR	8	H'FF84	8	2
SYSTEM	LPWRCR	8	H'FF85	8	2
SYSTEM	MSTPCRH	8	H'FF86	8	2
SYSTEM	MSTPCRL	8	H'FF87	8	2
SYSTEM	STCR	8	H'FFC3	8	2
SYSTEM	SYSCR	8	H'FFC4	8	2
SYSTEM	MDCR	8	H'FFC5	8	2

23. 電気的特性

23.1 絶対最大定格

絶対最大定格を表 23.1 に示します。

表 23.1 絶対最大定格

項目	記号	定格値	単位
電源電圧*	V_{CC}	-0.3~+4.3	V
入力電圧 (ポート 7、D、A、G、E、P97、P86、P52、P42 以外)	V_{in}	-0.3~ $V_{CC} + 0.3$	
入力電圧 (ポート A、G、E、P97、P86、P52、P42)	V_{in}	-0.3~+7.0	
入力電圧 (ポート D で AN 入力非選択時)	V_{in}	-0.3~ $V_{CC} + 0.3$	
入力電圧 (ポート D で AN 入力選択時)	V_{in}	-0.3~ $V_{CC} + 0.3$ と -0.3~ $AV_{CC} + 0.3$ の いずれか低い電圧	
入力電圧 (ポート 7)	V_{in}	-0.3~ $AV_{CC} + 0.3$	
リファレンス電源電圧	AV_{ref}	-0.3~ $AV_{CC} + 0.3$	
アナログ電源電圧	AV_{CC}	-0.3~+4.3	
アナログ入力電圧	V_{AN}	-0.3~ $AV_{CC} + 0.3$	
動作温度	T_{opr}	-20~+75	
動作温度 (FLASH メモリ書き込み/消去時)	T_{opr}	0~+75	
保存温度	T_{stg}	-55~+125	

【使用上の注意】

絶対最大定格を超えて LSI を使用した場合、LSI の永久破壊となることがあります。

印加電圧が 4.3V を超えないように注意してください。

【注】 * V_{CC} 端子への印加電圧です。

V_{CL} 端子には電圧を印加しないでください。

23. 電気的特性

23.2 DC 特性

DC 特性を表 23.2 に示します。また、出力許容電流値、バス駆動特性を表 23.3、表 23.4 に示します。

表 23.2 DC 特性 (1)

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}^{*1}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}^{*1}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}^{*1}=0V$

項目		記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件	
シュミット トリガ入力電圧	P67~P60、 IRQ7~IRQ0、 $\overline{IRQ15}\sim\overline{IRQ8}$ KIN7~KIN0、KIN15~KIN8、 WUE15~WUE8 ExIRQ7~ExIRQ6、 ExIRQ15~ExIRQ8	(1)	V_T^-	$V_{CC}\times 0.2$	—	—	V	
			V_T^+	—	—	$V_{CC}\times 0.7$		
			$V_T^+ - V_T^-$	$V_{CC}\times 0.05$	—	—		
入力 High レベル電圧	RES、NMI、MD2、MD1、FWE、 ETRST	(2)	V_{IH}	$V_{CC}\times 0.9$	—	$V_{CC} + 0.3$		
	EXTAL			$V_{CC}\times 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$		
	ポート 7			$V_{CC}\times 0.7$	—	$AV_{CC} + 0.3$		
	ポート A、G、P97、P86、P52、 P42			$V_{CC}\times 0.7$	—	5.5		
	上記(1)(2)以外の入力端子			$V_{CC}\times 0.7$	—	$V_{CC} + 0.3$		
入力 Low レベル電圧	RES、MD2、MD1、ETRST	(3)	V_{IL}	- 0.3	—	$V_{CC}\times 0.1$		
	NMI、EXTAL ほか、 上記(1)(3)以外の入力端子			- 0.3	—	$V_{CC}\times 0.2$		
出力 High レベル電圧	全出力端子 (ポート A、G、P97、 P86、P52、P42 を除く) ポート A、G、P97、P86、P52、P42 ^{*2}		V_{OH}	$V_{CC} - 0.5$	—	—		$I_{OH} = - 200 \mu A$
				$V_{CC} - 1.0$	—	—		$I_{OH} = - 1mA$
				0.5	—	—		$I_{OH} = - 200 \mu A$
出力 Low レベル電圧	全出力端子 ^{*3}		V_{OL}	—	—	0.4		$I_{OL} = 1.6mA$
	ポート 1、2、3、C、D			—	—	1.0		$I_{OL} = 5mA$
入力リーク電流	RES		$ I_{in} $	—	—	10.0	μA	$V_{in} = 0.5\sim$ $V_{CC} - 0.5V$
	NMI、MD2、MD1、FWE、 PE0~PE2、PE4			—	—	1.0		
	ポート 7			—	—	1.0		$V_{in} = 0.5\sim$ $AV_{CC} - 0.5V$
スリープステート リーク電流 (オフ状態)	ポート 1~6 ポート 8、9、A~D、PE3、F~G、H		$ I_{TSI} $	—	—	1.0		$V_{in} = 0.5\sim$ $V_{CC} - 0.5V$

表 23.2 DC 特性 (2)

条件: $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}^{*1}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}^{*1}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}^{*1}=0V$

項目		記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
入力プルアップ MOS 電流	ポート 1~3、P95~P90 ポート 6、B~D、F、H	$-I_p$	30	—	300	μA	$V_{in}=0V$
入力容量	すべての端子	C_{in}	—	—	10	pF	$V_{in}=0V$ $f=1MHz$ $T_a=25^\circ C$
消費電流*4	通常動作時	I_{CC}	—	25	40	mA	$V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ $f=20MHz$ 、全モジュール 動作時、高速モード
	スリープ時		—	20	35		$V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ $f=20MHz$
	スタンバイ時		—	10	40	μA	$T_a\leq 50^\circ C$
			—	—	80		$50^\circ C < T_a$
アナログ 電源電流	A/D 変換中	AI_{CC}	—	1	2	mA	
	A/D 変換待機時		—	0.01	5		$AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$
リファレンス 電源電流	A/D 変換中	AI_{ref}	—	1	2	mA	
	A/D 変換待機時		—	0.01	5		$AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$
VCC 開始電圧		VCC_{START}	—	0	0.8	V	
VCC 立ち上がり勾配		$SVCC$	—	—	20	ms/V	

【注】 *1 A/D 変換器を使用しない場合でも、 AV_{CC} 、 AV_{ref} 、 AV_{SS} 端子は開放しないでください。A/D 変換器を使用しない場合でも、 AV_{CC} 、 AV_{ref} 端子は電源 (V_{CC}) に接続し、 $3.0V\sim 3.6V$ の範囲の電圧を印加してください。このとき、 $AV_{ref} \leq AV_{CC}$ としてください。

*2 ポート A、G、P97、P86、P52、P42 およびこれらの端子と兼用の周辺機能出力端子は、NMOS プッシュプル出力です。

SCL0、SCL1、SDA0、SDA1、SDA2、SCL2、ExSCLA、ExSCLB、ExSDAA、ExSDAB (ICCR の ICE=1) から High レベルを出力するためには、プルアップ抵抗を外付けする必要があります。

ポート A、G、P97、P86、P52 および P42 (ICCR の ICE=0) の High レベルは、NMOS で駆動されます。出力として使用する場合は、High レベルを出力するためプルアップ抵抗を外付けする必要があります。

*3 IICS=0、ICE=0 および KBIOE=0 の場合です。バス駆動機能を選択した場合の Low レベル出力は別に定めます。

*4 消費電流値は $V_{IH} \min = V_{CC} - 0.2V$ 、 $V_{IL} \max = 0.2V$ の条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップ MOS をオフ状態にした場合の値です。

23. 電気的特性

表 23.2 DC 特性 (3) LPC 機能使用時

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

項目	記号	min.	max.	単位	測定条件	
入力 High レベル電圧	P37~P30、 P83~P80、 PB1~PB0	V_{IH}	$V_{CC}\times 0.5$	—	V	
入力 Low レベル電圧	P37~P30、 P83~P80、 PB1~PB0	V_{IL}	—	$V_{CC}\times 0.3$	V	
出力 High レベル電圧	P37、P33~P30、 P82~P80、 PB1~PB0	V_{OH}	$V_{CC}\times 0.9$	—	V	$I_{OH}=-0.5mA$
出力 Low レベル電圧	P37、P33~P30、 P82~P80、 PB1~PB0	V_{OL}	—	$V_{CC}\times 0.1$	V	$I_{OL}=1.5mA$

表 23.3 出力許容電流値

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	
出力 Low レベル許容電流 (1 端子あたり)	SCL0、SDA0、SCL1、SDA1、SCL2、 SDA2、ExSCLA、ExSDAA、ExSCLB、 ExSDAB、 PS2AC~PS2DC、PS2AD~PS2DD、 PA7~PA4 (バス駆動機能選択)	I_{OL}	—	—	8	mA
	ポート 1、2、3、C、D	—	—	5		
	上記以外の出力端子	—	—	2		
出力 Low レベル許容電流 (総和)	ポート 1、2、3、C、D の総和	ΣI_{OL}	—	—	40	
	上記を含む、全出力端子の総和	—	—	60		
出力 High レベル許容電流 (1 端子あたり)	全出力端子	$-I_{OH}$	—	—	2	
出力 High レベル許容電流 (総和)	全出力端子の総和	$\Sigma -I_{OH}$	—	—	30	

- 【注】
- LSI の信頼性を確保するため、出力電流値は表 23.3 の値を超えないようにしてください。
 - ダーリントントランジスタや、LED を直接駆動する場合には、図 23.1、図 23.2 に示すように出力に必ず電流制限抵抗を挿入してください。

表 23.4 バス駆動特性

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

対象端子 : SCL0、SDA0、SCL1、SDA1、SCL2、SDA2、ExSCLA、ExSDAA、ExSCLB、ExSDAB (バス駆動機能選択)

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
シュミット トリガ入力電圧	V_T^-	$V_{CC}\times 0.3$	—	—	V	
	V_T^+	—	—	$V_{CC}\times 0.7$		
	$V_T^+ - V_T^-$	$V_{CC}\times 0.05$	—	—		
入力 High レベル電圧	V_{IH}	$V_{CC}\times 0.7$	—	5.5		
入力 Low レベル電圧	V_{IL}	- 0.5	—	$V_{CC}\times 0.3$		
出力 Low レベル電圧	V_{OL}	—	—	0.5		$I_{OL}=8mA$
		—	—	0.4		$I_{OL}=3mA$
入力容量	C_{in}	—	—	10	pF	$V_{in}=0V$ 、 $f=1MHz$ 、 $T_a=25^\circ C$
スリーステートリーク 電流 (オフ状態)	$ I_{TSI} $	—	—	1.0	μA	$V_{in}=0.5\sim V_{CC} - 0.5V$

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$

対象端子 : PS2AC~PS2DC、PS2AD~PS2DD、PA7~PA4 (バス駆動機能選択)

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
出力 Low レベル電圧	V_{OL}	—	—	0.5	V	$I_{OL}=8mA$
		—	—	0.4		$I_{OL}=3mA$

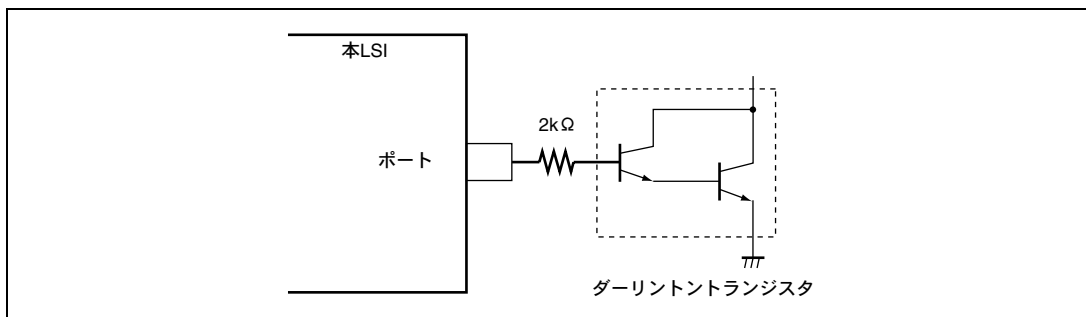


図 23.1 ダーリントトランジスタ駆動回路例

23. 電气的特性

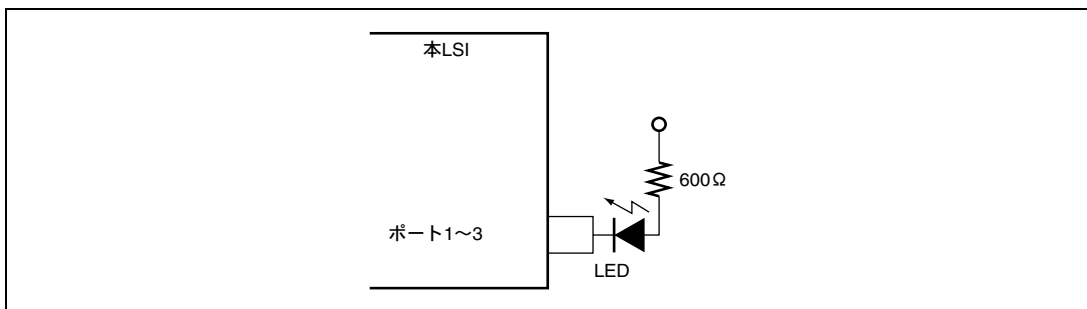


図 23.2 LED 駆動回路例

23.3 AC 特性

図 23.3 に AC 特性測定条件を示します。

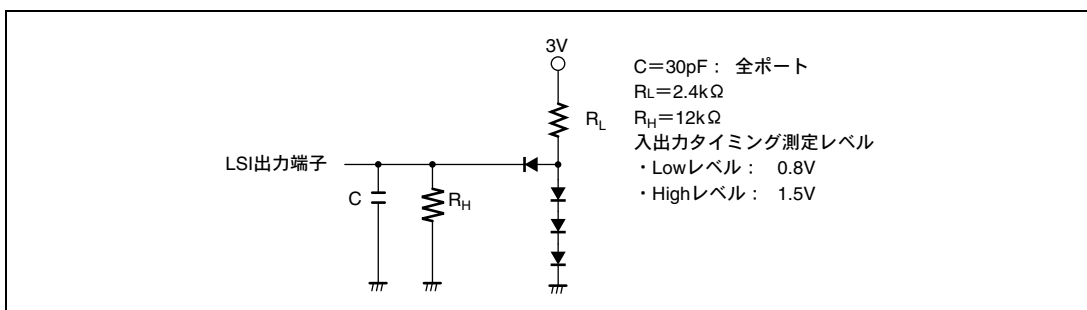


図 23.3 出力負荷回路

23.3.1 クロックタイミング

表 23.5 にクロックタイミングを示します。ここで規定するクロックタイミングは、クロック出力 (φ) と、クロック発振器 (水晶) と外部クロック入力 (EXTAL 端子) の発振安定時間です。外部クロック入力 (EXTAL 端子および EXCL 端子) タイミングの詳細については、「第 20 章 クロック発振器」を参照してください。

表 23.5 クロックタイミング

条件 A : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim 10MHz$ 条件 B : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=10MHz\sim 20MHz$

項目	記号	条件 A		条件 B		単位	参照図
		min.	max.	min.	max.		
クロックサイクル時間	t_{cyc}	100	125	50	100	ns	図 23.4
クロック High レベルパルス幅	t_{CH}	30	—	20	—		
クロック Low レベルパルス幅	t_{CL}	30	—	20	—		
クロック立ち上がり時間	t_{Cr}	—	20	—	5		
クロック立ち下がり時間	t_{Cf}	—	20	—	5		
リセット発振安定時間 (水晶)	t_{OSC1}	20	—	20	—	ms	図 23.5
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間 (水晶)	t_{OSC2}	8	—	8	—		図 23.6
外部クロック出力安定遅延時間	t_{DEXT}	500	—	500	—	μs	図 23.5

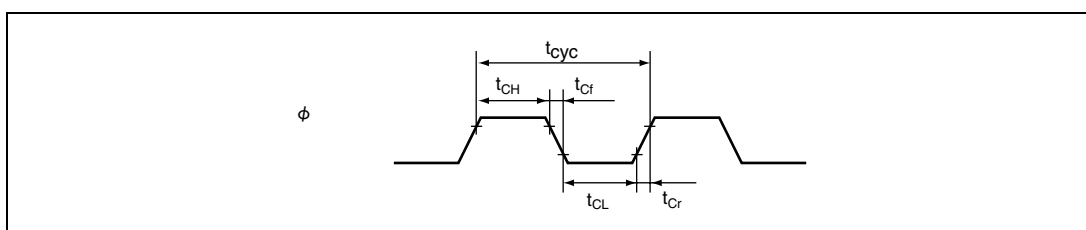


図 23.4 システムクロックタイミング

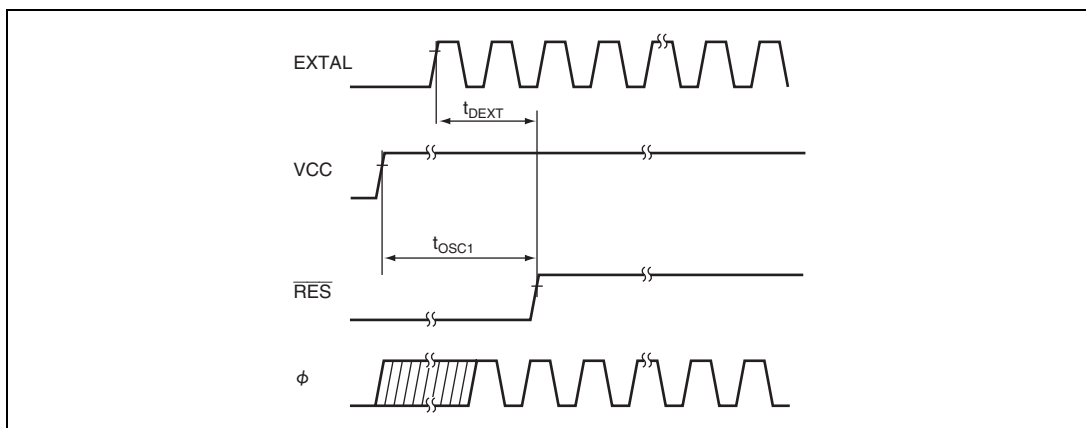


図 23.5 発振安定時間タイミング

23. 電気的特性

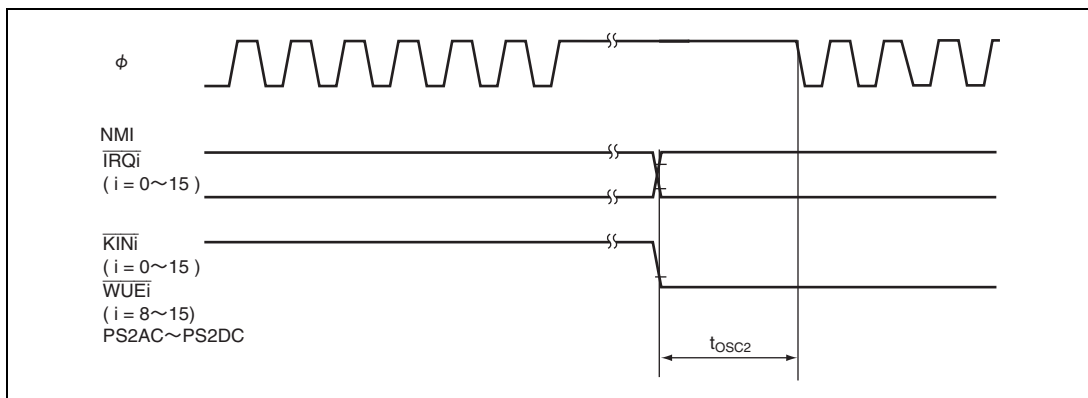


図 23.6 発振安定時間タイミング (ソフトウェアスタンバイからの復帰)

23.3.2 制御信号タイミング

表 23.6 に制御信号タイミングを示します。サブクロック ($\phi = 32.768\text{kHz}$) で動作可能な外部割り込みは、NMI、IRQ0~IRQ15、KIN0~KIN15、WUE8~WUE15、KBCA~KBCD のみです。

表 23.6 制御信号タイミング

条件: $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 3.6\text{V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 、 $\phi = 32.768\text{kHz}$ 、 $8\text{MHz} \sim$ 最大動作周波数

項目	記号	min.	max.	単位	測定条件
RES セットアップ時間	t_{RESS}	200	—	ns	図 23.7
RES パルス幅	t_{RESW}	20	—	t_{cyc}	
NMI セットアップ時間	t_{NMIS}	150	—	ns	図 23.8
NMI ホールド時間	t_{NMIH}	10	—		
NMI パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t_{NMIW}	200	—		
IRQ セットアップ時間 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE8)	t_{IRQS}	150	—		
IRQ ホールド時間 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE8)	t_{IRQH}	10	—		
IRQ パルス幅 (IRQ15~IRQ0、KIN15~KIN0、WUE15~WUE8) (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	t_{IRQW}	200	—		

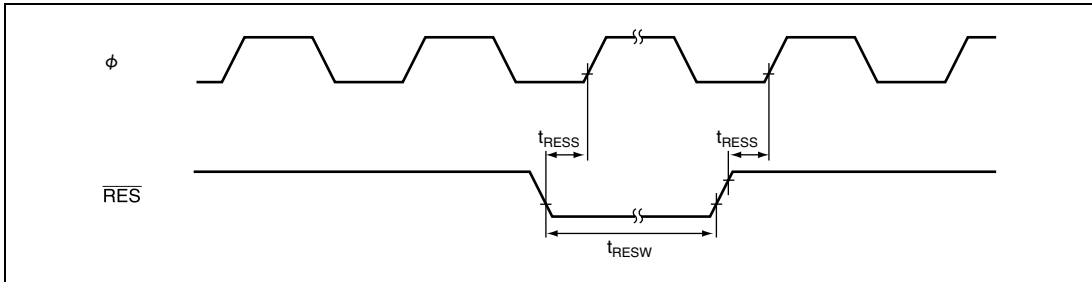


図 23.7 リセット入力タイミング

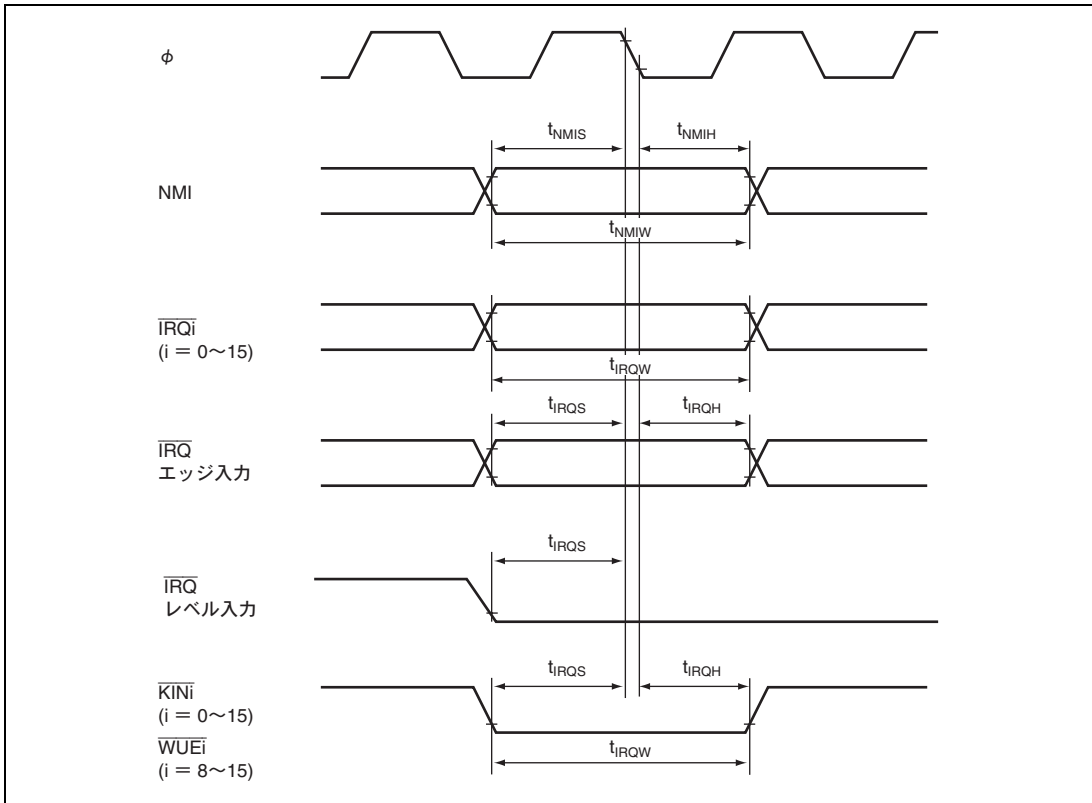


図 23.8 割り込み入力タイミング

23. 電気的特性

23.3.3 内蔵周辺モジュールタイミング

表 23.7～表 23.9 に内蔵周辺モジュールタイミングを示します。サブクロック動作時（ $\phi = 32.768\text{kHz}$ ）に動作可能な内蔵周辺モジュールは、I/O ポート、外部割り込み（NMI、IRQ0～IRQ15、KIN0～KIN15、WUE8～WUE15、KBCA～KBCD）、ウォッチドッグタイマ、8ビットタイマ（チャンネル 0, 1）のみです。

表 23.7 内蔵周辺モジュールタイミング (1)

条件： $V_{CC} = 3.0\text{V} \sim 3.6\text{V}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 、 $\phi = 32.768\text{kHz}^*$ 、 $\phi = 8\text{MHz} \sim$ 最大動作周波数

項目		記号	min.	max.	単位	測定条件	
I/O ポート	出力データ遅延時間*2	t_{PWD}	—	50	ns	図 23.9	
	入力データセットアップ時間	t_{PRS}	30	—			
	入力データデータホールド時間	t_{PRH}	30	—			
TPU	タイマ出力遅延時間	t_{TOD}	—	50	ns	図 23.10	
	タイマ入力セットアップ時間	t_{TICS}	30	—			
	タイマクロック入力セットアップ時間	t_{TCKS}	30	—	t_{cyc}	図 23.11	
	タイマクロック	単エッジ指定	t_{TCKWH}	1.5			—
	パルス幅	両エッジ指定	t_{TCKWL}	2.5			—
TMR	タイマ出力遅延時間	t_{TMOD}	—	50	ns	図 23.12	
	タイマリセット入力セットアップ時間	t_{TMRS}	30	—			
	タイマクロック入力セットアップ時間	t_{TMCS}	30	—			
	タイマクロック	単エッジ指定	t_{TMCWH}	1.5	—	t_{cyc}	図 23.13
	パルス幅	両エッジ指定	t_{TMCWL}	2.5	—		
PWM、 PWMX	パルス出力遅延時間	t_{PWOD}	—	50	ns	図 23.15	
SCI	入力クロック	調歩同期	t_{Scyc}	4	—	t_{cyc}	図 23.16
		サイクル		6	—		
	入力クロックパルス幅		t_{SCKW}	0.4	0.6	t_{Scyc}	
	入力クロック立ち上がり時間		t_{SCKr}	—	1.5	t_{cyc}	
	入力クロック立ち下がり時間		t_{SCKf}	—	1.5		
	送信データ遅延時間（クロック同期）		t_{TXD}	—	50	ns	
	受信データセットアップ時間（クロック同期）		t_{RXS}	50	—		
	受信データホールド時間（クロック同期）		t_{RXH}	50	—		

【注】 *1 サブクロック動作時に使用可能な内蔵周辺モジュールのみ

*2 P52、P97、P86、P42、ポート A、G 以外

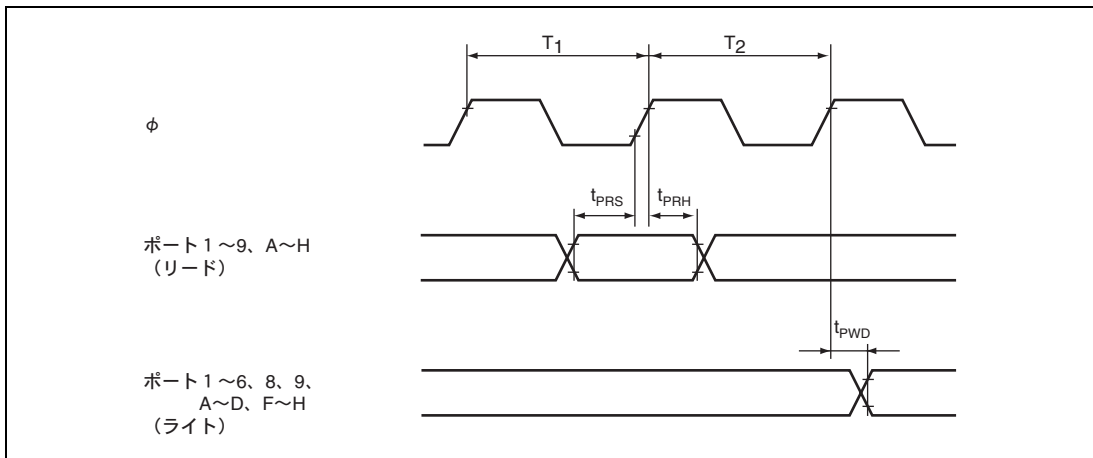


図 23.9 I/O ポート入出力タイミング

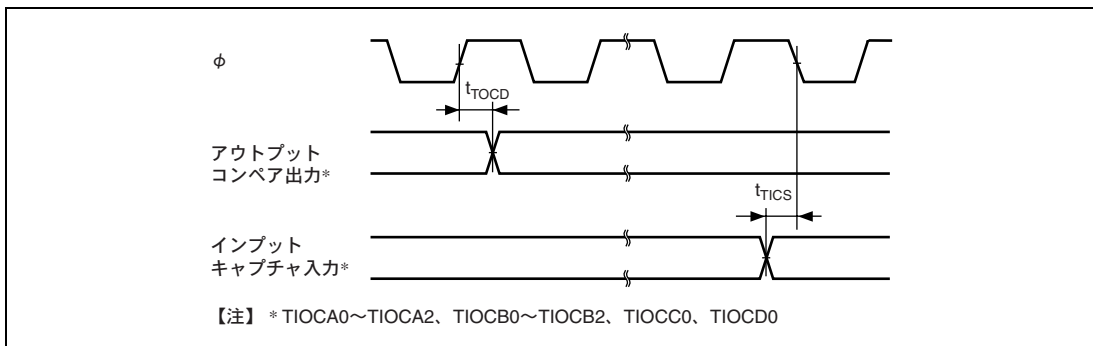


図 23.10 TPU 入出力タイミング

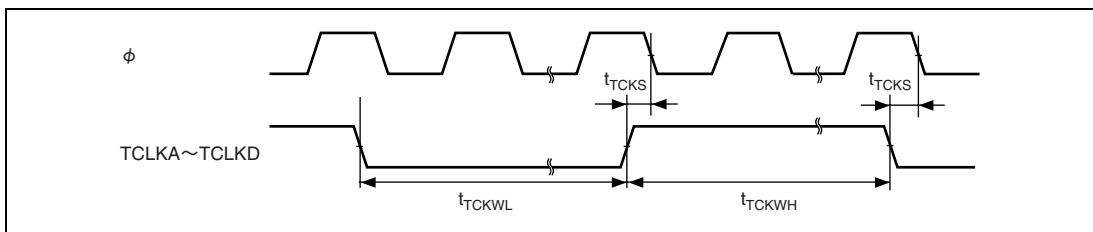


図 23.11 TPU クロック入力タイミング

23. 電気的特性

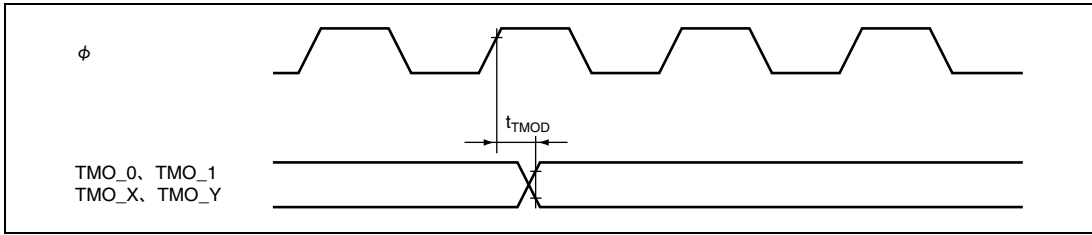


図 23.12 8ビットタイマ出カタイミング

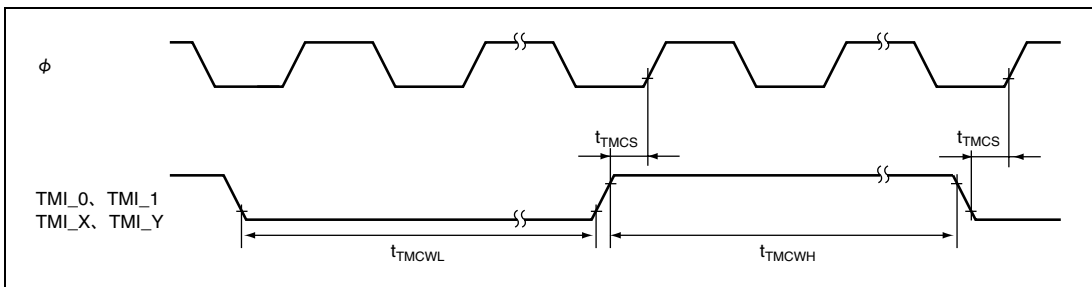


図 23.13 8ビットタイマクロック入カタイミング

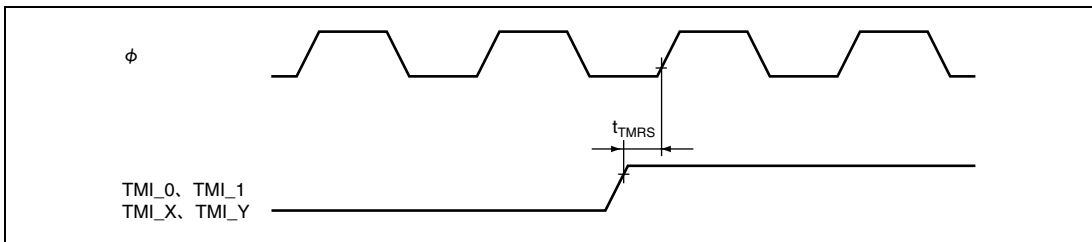


図 23.14 8ビットタイマリセット入カタイミング

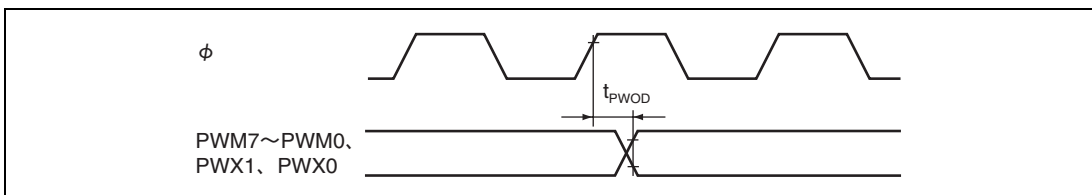


図 23.15 PWM、PWMX 出カタイミング

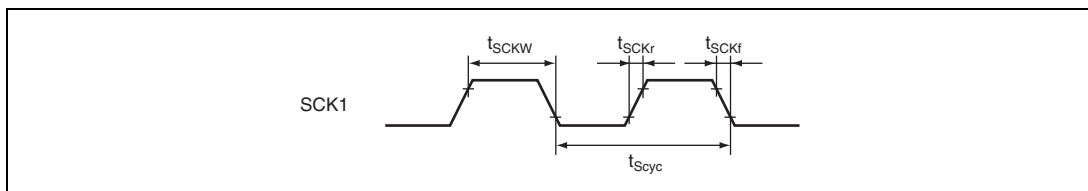


図 23.16 SCK クロック入力タイミング

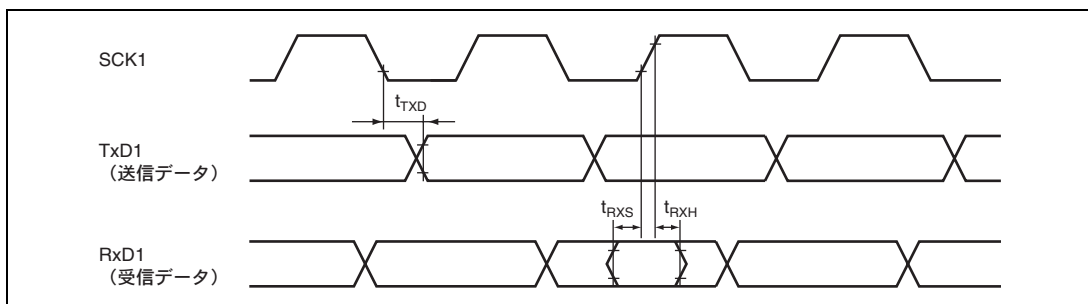


図 23.17 SCI 入出タイミング/クロック同期式モード

23. 電气的特性

表 23.8 PS2 タイミング

条件 : $V_{CC}=3.0\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項目	記号	規格値			単位	測定条件	備考
		min.	typ.	max.			
KCLK、KD 出力立ち下がり時間	t_{KBF}	—	—	250	ns		図 23.18
KCLK、KD 入力データホールド時間	t_{KBIH}	150	—	—	ns		
KCLK、KD 入力データセットアップ時間	t_{KBIS}	150	—	—	ns		
KCLK、KD 出力遅延時間	t_{KBOD}	—	—	450	ns		
KCLK、KD の容量性負荷	C_b	—	—	400	pF		

【注】 KCLK、KD を出力する場合には、図 23.22 に示すように出力に必ずプルアップ抵抗を外付けしてください。

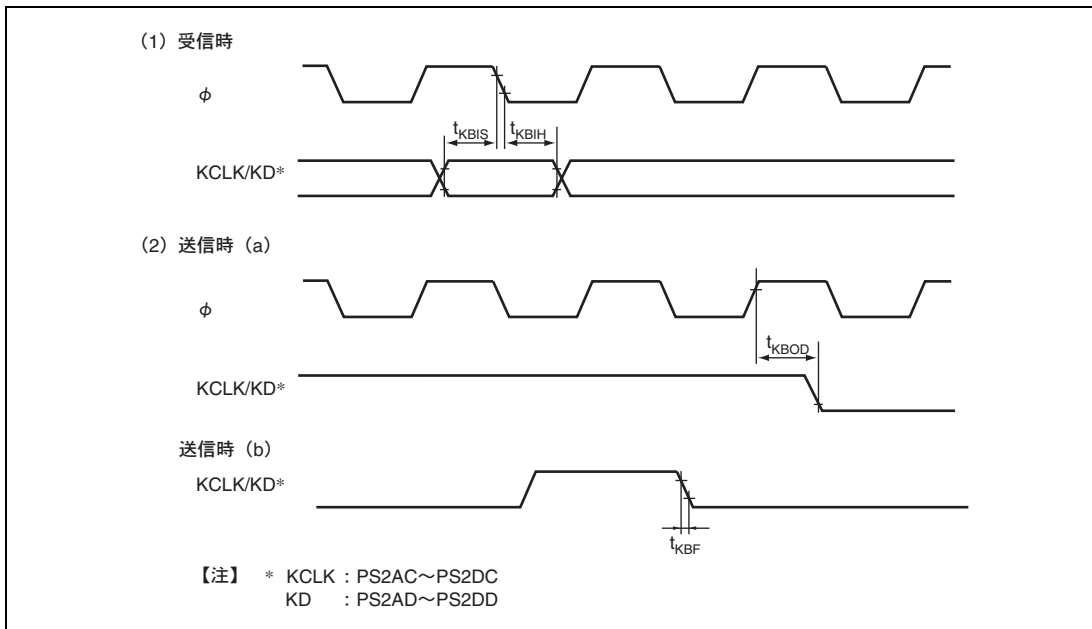
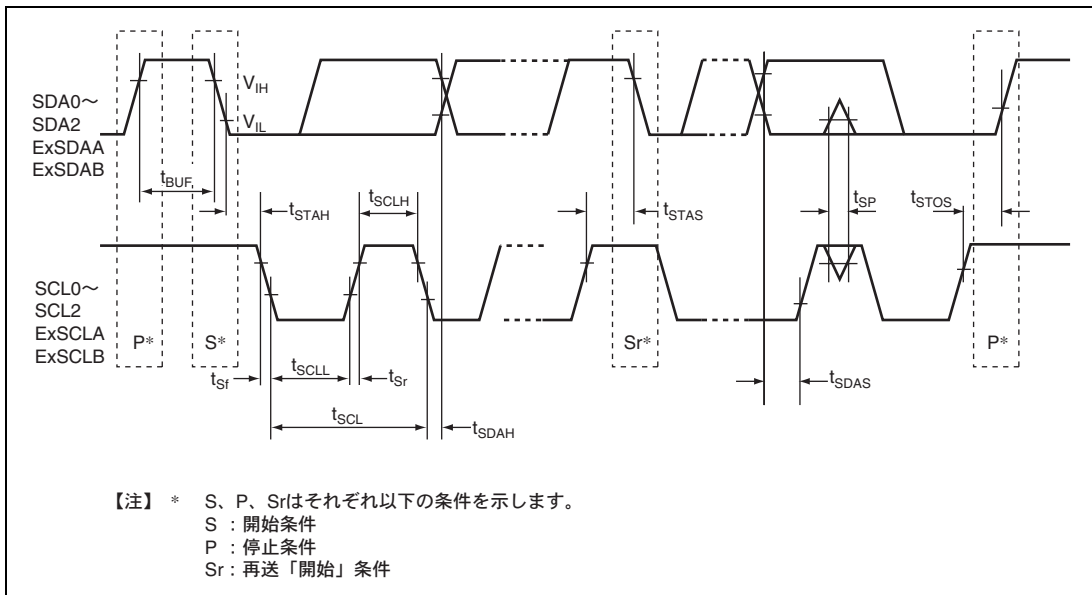


図 23.18 PS2 タイミング

表 23.9 I²C バスタイミング条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
SCL 入力サイクル時間	t_{SCL}	12	—	—	t_{cyc}	図 23.19
SCL 入力 High パルス幅	t_{SCLH}	3	—	—		
SCL 入力 Low パルス幅	t_{SCLL}	5	—	—		
SCL、SDA 入力立ち上がり時間	t_{Sr}	—	—	7.5*	ns	
SCL、SDA 入力立ち下がり時間	t_{Sf}	—	—	300		
SCL、SDA 入カスパイクパルス除去時間	t_{SP}	—	—	1	t_{cyc}	
SDA 入カバスフリー時間	t_{BUF}	5	—	—		
開始条件入カホールド時間	t_{STAH}	3	—	—		
再送開始条件入カセットアップ時間	t_{STAS}	3	—	—		
停止条件入カセットアップ時間	t_{STOS}	3	—	—		
データ入カセットアップ時間	t_{SDAS}	0.5	—	—		
データ入カホールド時間	t_{SDAH}	0	—	—		
SCL、SDA の容量性負荷	C_b	—	—	400	pF	

【注】 * I²C モジュールで使用するクロックの選択により、 $17.5t_{cyc}$ とすることが可能です。図 23.19 I²C バスインタフェース入出力タイミング

23. 電気的特性

表 23.10 LPC タイミング

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim$ 最大動作周波数、 $T_a=-20\sim+75^\circ C$

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
入力クロックサイクル	t_{Lcyc}	30	—	—	ns	図 23.20
入力クロックパルス幅 (H)	t_{LCKH}	11	—	—		
入力クロックパルス幅 (L)	t_{LCKL}	11	—	—		
送信信号遅延時間	t_{TXD}	2	—	11		
送信信号フローティング遅延時間	t_{OFF}	—	—	28		
受信信号セットアップ時間	t_{RXS}	7	—	—		
受信信号ホールド時間	t_{RXH}	0	—	—		

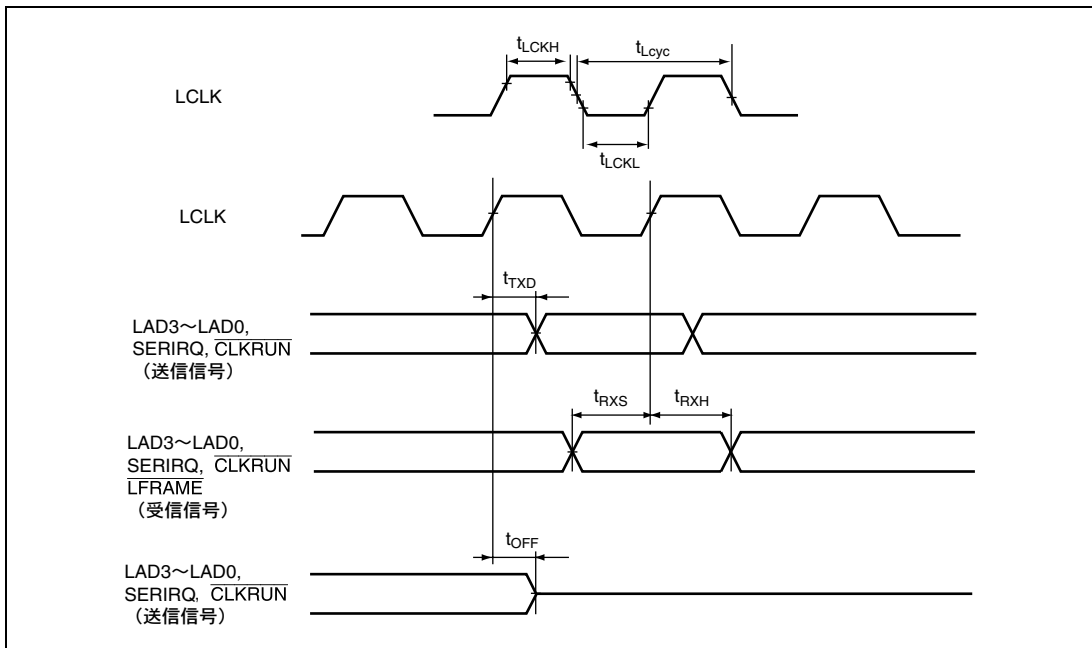


図 23.20 LPC インタフェース (LPC) タイミング

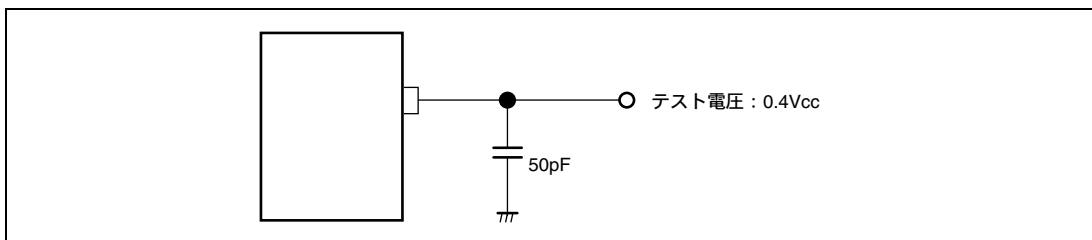


図 23.21 テスタ測定条件

表 23.11 JTAG タイミング

条件 : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $V_{SS}=0V$ 、 $\phi=8MHz\sim 20MHz$

項目	記号	min.	max.	単位	測定条件
ETCK クロックサイクル時間	t_{TCKcyc}	50*	125*	ns	図 23.22
ETCK クロック High レベルパルス幅	t_{TCKH}	20	—		
ETCK クロック Low レベルパルス幅	t_{TCKL}	20	—		
ETCK クロック立ち上がり時間	t_{TCKr}	—	5		
ETCK クロック立ち下がり時間	t_{TCKf}	—	5		
ETRST パルス幅	t_{RSTW}	20	—	t_{cyc}	図 23.23
リセットホールド遷移パルス幅	t_{RSTHW}	3	—		
ETMS セットアップ時間	t_{TMSS}	20	—	ns	図 23.24
ETMS ホールド時間	t_{TMSH}	20	—		
ETDI セットアップ時間	t_{TDIS}	20	—		
ETDI ホールド時間	t_{TDIH}	20	—		
ETDO データ遅延時間	t_{TDOD}	—	20		

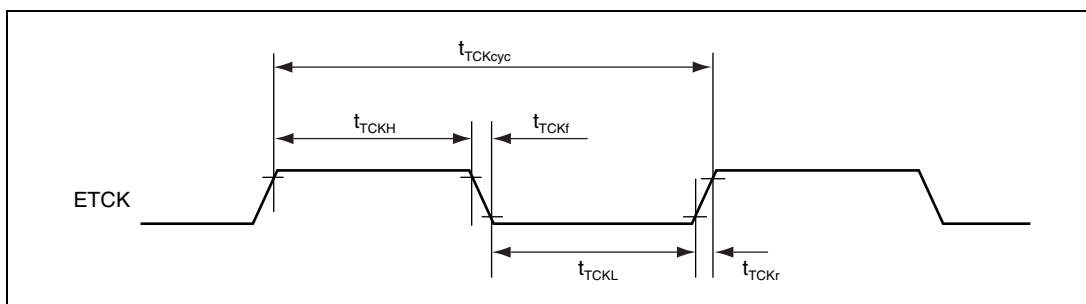
【注】 * ただし、 $t_{cyc} \leq t_{TCKcyc}$ 

図 23.22 JTAG ETCK タイミング

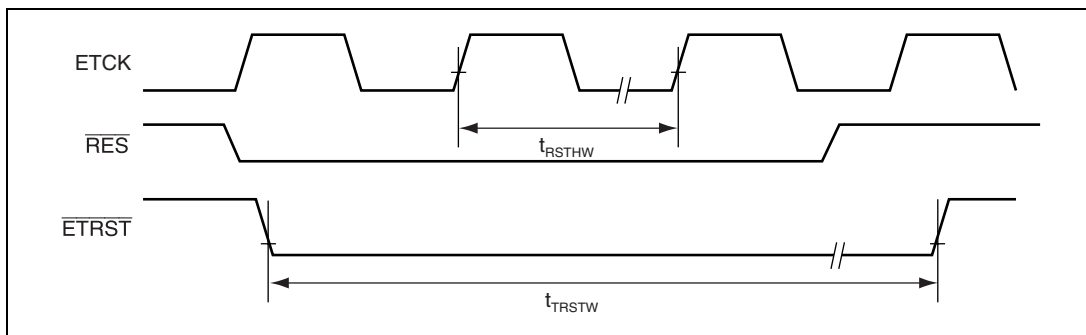


図 23.23 リセットホールドタイミング

23. 電氣的特性

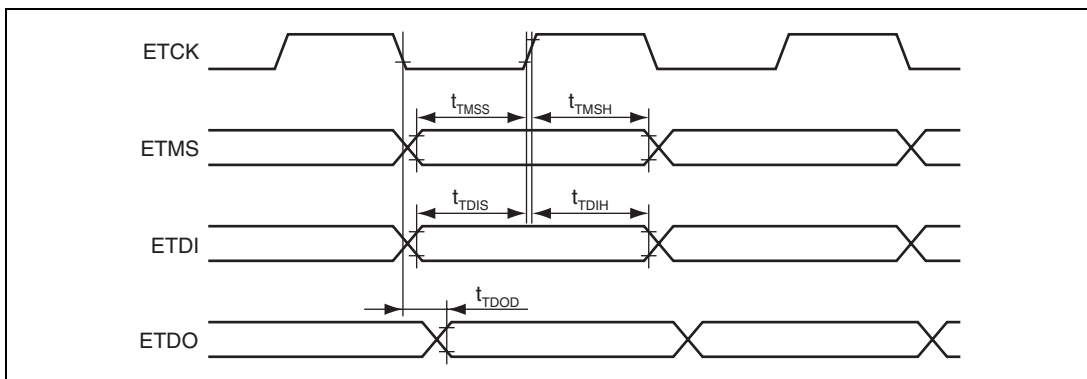


図 23.24 JTAG 入出カタイミング

23.4 A/D 変換特性

A/D 変換特性を表 23.12 に示します。

表 23.12 A/D 変換特性 (AN15~AN0 入力 : 134/266 ステート変換)

条件 A : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$, $AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$, $AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$, $V_{SS}=AV_{SS}=0V$, $\phi = 8MHz\sim 16MHz$

条件 B : $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$, $AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$, $AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$, $V_{SS}=AV_{SS}=0V$, $\phi = 8MHz\sim 20MHz$

項目	条件 A			条件 B			単位
	min.	typ.	max.	min.	typ.	max.	
分解能	10			10			ビット
変換時間	—	—	8.38* ¹	—	—	13.4* ²	μs
アナログ入力容量	—	—	20	—	—	20	pF
許容信号源インピーダンス	—	—	5	—	—	5	k Ω
非直線性誤差	—	—	± 7.0	—	—	± 7.0	LSB
オフセット誤差	—	—	± 7.5	—	—	± 7.5	
フルスケール誤差	—	—	± 7.5	—	—	± 7.5	
量子化誤差	—	—	± 0.5	—	—	± 0.5	
絶対精度	—	—	± 8.0	—	—	± 8.0	

【注】 *1 134 ステートで最大動作周波数のとき

*2 266 ステートで最大動作周波数のとき

23.5 フラッシュメモリ特性

表 23.13 にフラッシュメモリ特性を示します。

表 23.13 フラッシュメモリ特性

条件： $V_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{CC}=3.0V\sim 3.6V$ 、 $AV_{ref}=3.0V\sim AV_{CC}$ 、 $V_{SS}=AV_{SS}=0V$

$T_a=0\sim +75^{\circ}C$ （書き込み/消去時の動作温度範囲）

項目	記号	min.	typ.	max.	単位	測定条件
書き込み時間*1*2*4	t_P	—	4	12	ms/128 バイト	
消去時間*1*2*4	t_E	—	125	400	ms/4K バイト	
		—	1000	3200	ms/32K バイト	
		—	2000	6400	ms/64K バイト	
書き込み時間（総和）*1*2*4	Σt_P	—	4	12	s/128K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
消去時間（総和）*1*2*4	Σt_E	—	4	12	s/128K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
書き込み、消去時間（総和）*1*2*4	Σt_{PE}	—	8	24	s/128K バイト	$T_a=25^{\circ}C$
書き換え回数	N_{WEC}	100*3	1000	—	回	
データ保持時間*4	t_{DRP}	10	—	—	年	

- 【注】 *1 書き込み、消去時間はデータに依存します。
 *2 書き込み、消去時間にはデータ転送時間は含みません。
 *3 書き換え後のすべての特性を保証する min.回数です。（保証は 1～min.値の範囲）
 *4 書き換えが min.値を含む仕様範囲内で行われたときの特性です。

23.6 使用上の注意事項

VCC 端子と VSS 端子の間にはバイパスコンデンサ、VCL 端子と VSS 端子の間には内部降圧安定化用のコンデンサを接続する必要があります。図 23.25 に接続例を示します。

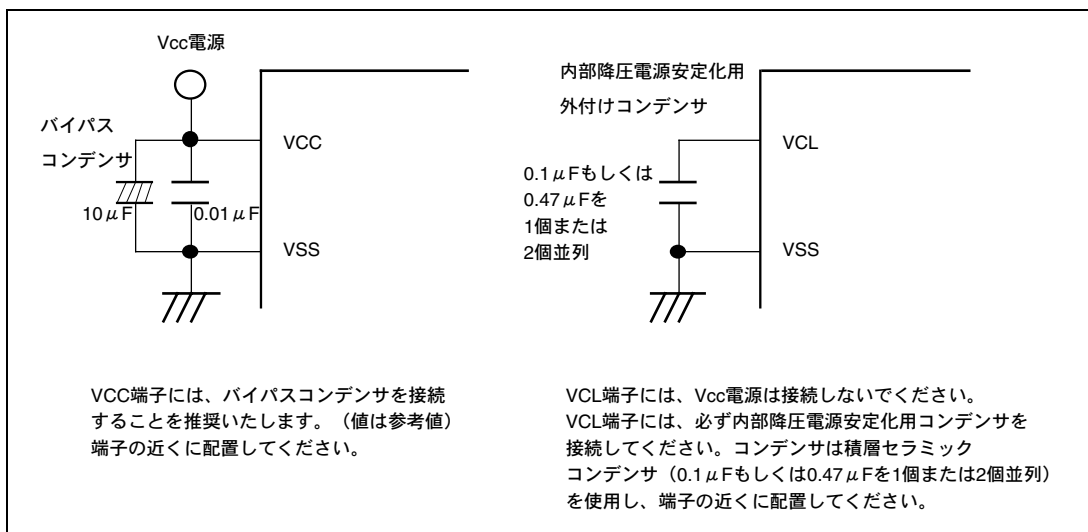


図 23.25 VCC 端子と VCL 端子のコンデンサ接続方法

付録

A. 各処理状態における I/O ポートの状態

表 A.1 各処理状態における I/O ポートの状態

ポート名 端子名	リセット	ソフトウェア スタンバイ モード	ウォッチ モード	スリープ モード	サブスリープ モード	サブアクティブ モード	プログラム 実行状態
ポート 1	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 2	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 3	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 4	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 52~50	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 6	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 7、E	T	T	T	T	T	入力ポート	入力ポート
ポート 8	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 97	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート 96 φ、 EXCL	T	[DDR=1]H [DDR=0]T	EXCL 入力/ keep	[DDR=1] クロック出力 [DDR=0]T	EXCL 入力/ keep	EXCL 入力/ 入力ポート	クロック出力/ EXCL 入力/ 入力ポート
ポート 95~90	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート A~D、 F、G、H5、H4、 H2~H0	T	keep	keep	keep	keep	入出力ポート	入出力ポート
ポート H3	T	keep	ExEXCL 入力/ keep	keep	ExEXCL 入力/ keep	ExEXCL 入力/ 入出力ポート	ExEXCL 入力/ 入出力ポート

【記号説明】

H : High レベル

L : Low レベル

T : ハイインピーダンス

keep : 入力ポートはハイインピーダンス (DDR=0、PCR=1 の場合、入力プルアップ MOS は ON 状態を保持)
出力ポートは保持

なお、端子により内蔵周辺モジュールが初期化され、DDR、DR で決まる入出力ポートとなる場合があります。

DDR : データディレクションレジスタ

B. 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)
H8S/2116	F-ZTAT 版	R4F2116	F2116TE20V	PTQP0144LC-A (TFP-144V)
			F2116BG20V	PLBG0176GA-A (BP-176V)

C. 外形寸法図

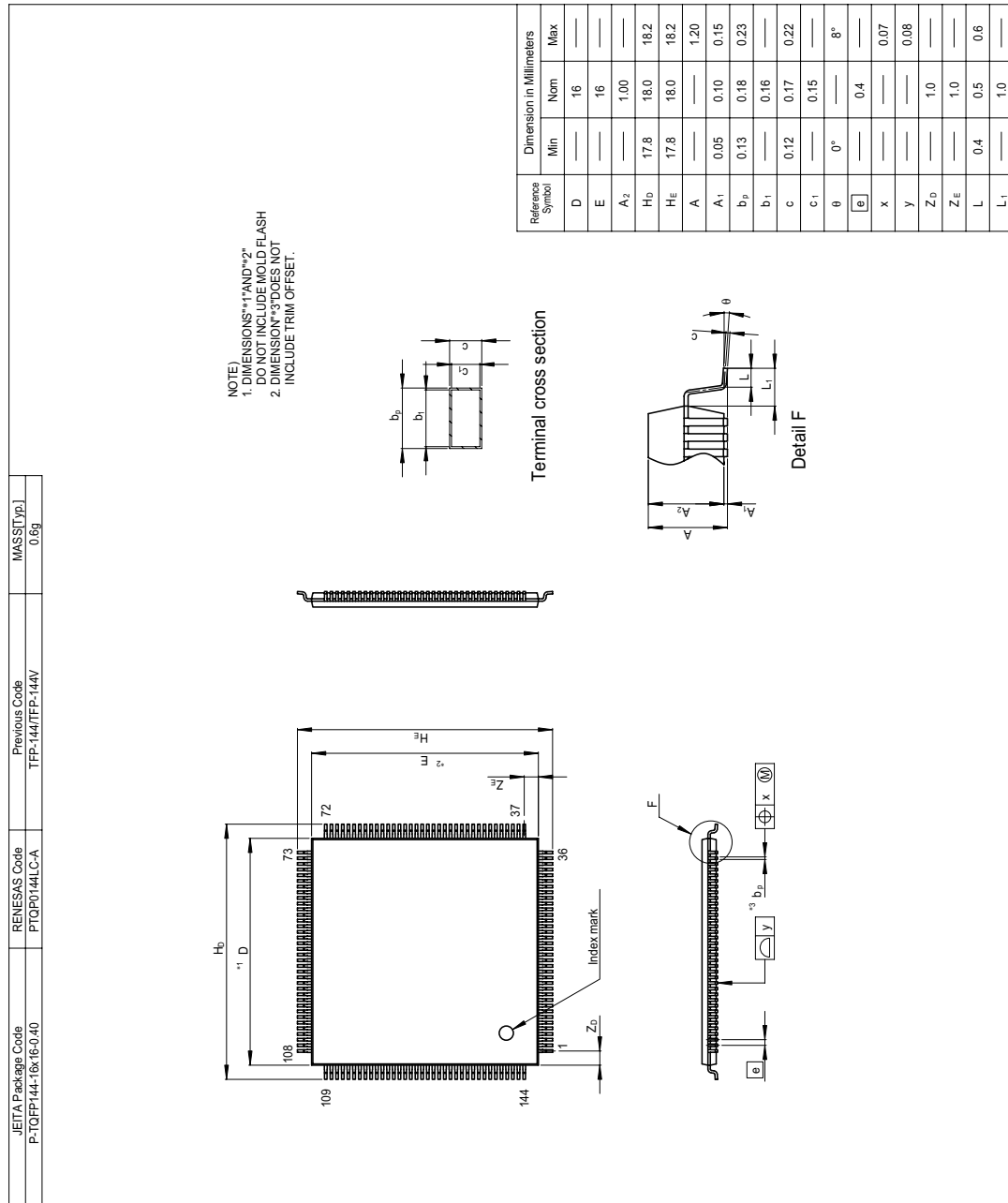


図 C.1 外形寸法図 (TFP-144V)

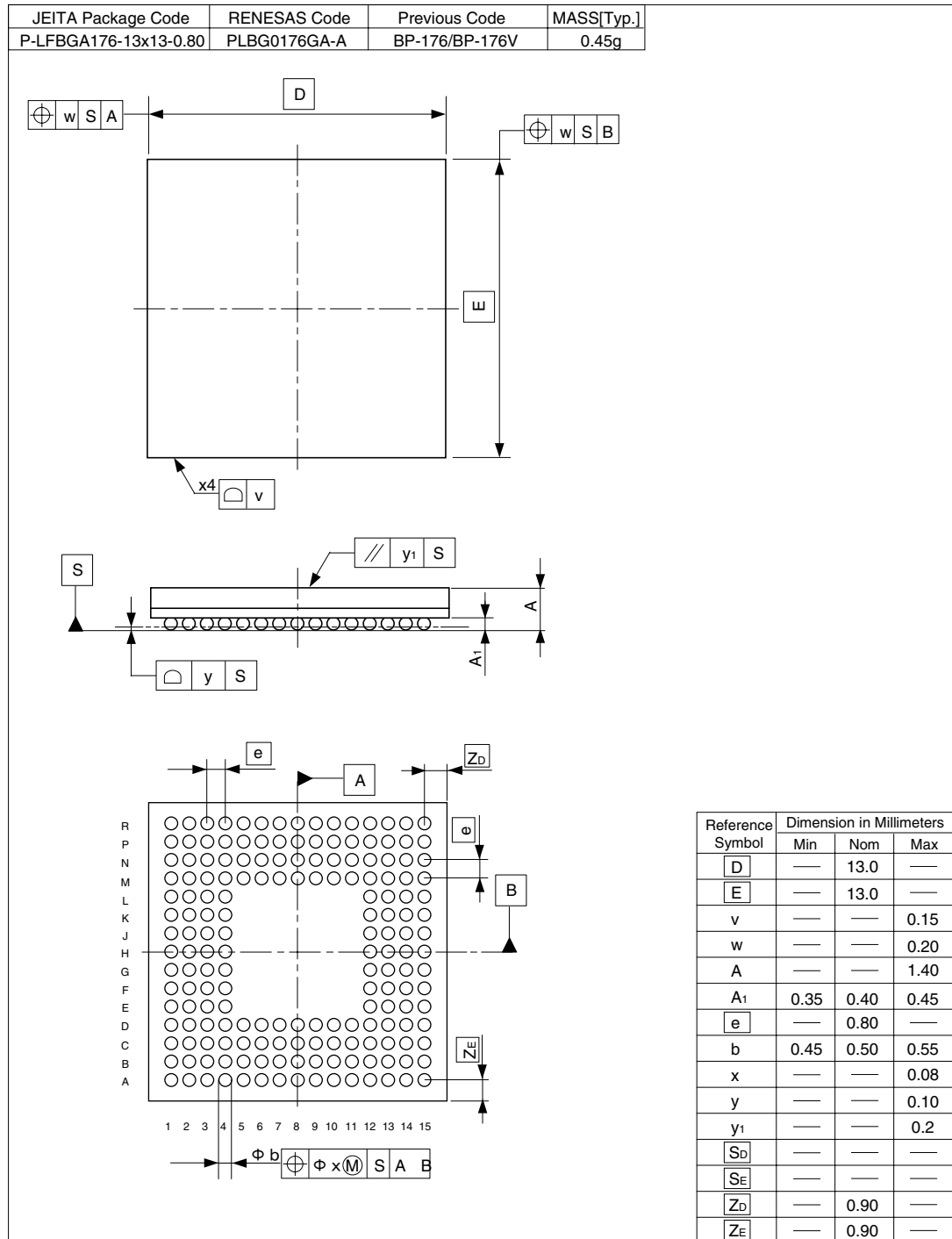


図 C.2 外形寸法図 (BP-176V)

索引

【数字／記号】

14 ビット PWM タイマ (PWMX)	9-1
16 ビットカウントモード	11-19
16 ビットタイマパルスユニット	10-1
8 ビット PWM タイマ (PWM)	8-1
8 ビットタイマ (TMR)	11-1

【A～Z】

A/D 変換器	17-1
A/D 変換器の起動	10-45
ADI	17-10
Bcc	2-23
CMIA	11-22
CMIA Y	11-22
CMIB	11-22
CMIB Y	11-22
EA 拡張部	2-25
EEMOV 命令	2-34
ERI1	13-52
H8S/2140B グループ互換ベクタモード	5-11, 5-16
I/O ポート	7-1
°C バスインタフェース	14-1
°C バスデータフォーマット	14-21
ICIX	11-22
IICI	14-49
LPC インタフェースのクロック起動要求	16-42
OVI	11-22
OVI Y	11-22
PWM モード	10-35
PWM 変換周期	8-4, 8-5
RAM	18-1
RX11	13-52
TCI0V	10-44
TCI1U	10-44
TCI1V	10-44
TCI2U	10-44
TCI2V	10-44
TEI1	13-52
TGI0A	10-44
TGI0B	10-44

TGI0C	10-44
TGI0D	10-44
TGI1A	10-44
TGI1B	10-44
TGI2A	10-44
TGI2B	10-44
TRAPA 命令	4-5
TXI1	13-52
WOVI	12-9

【あ】

アドレスマップ	3-6
アドレス空間	2-7
アドレッシングモード	2-26
イミディエイト	2-28
インターバルタイマモード	12-8
インタフェース	13-1
インプットキャプチャ動作	11-20
ウォッチドッグタイマ (WDT)	12-1
ウォッチドッグタイマモード	12-7
ウォッチモード	21-10
エクステンドレジスタ	2-10
エラープロテクト	19-43
オーバフロー	12-7
オーバランエラー	13-26
オペレーションフィールド	2-25
オンボードプログラミング	19-21
オンボードプログラミングモード	19-1

【か】

外部クロック	20-3
書き込み／消去インタフェースパラメータ	19-14
書き込み／消去インタフェースレジスタ	19-10
拡張ベクタモード	5-16
各動作モードでの LSI の内部状態	21-8
カスケード接続	11-19
キーボードバッファコントロール	
ユニット (PS2)	15-1
基本周期	9-9
基本パルス	8-8
キャリア周波数	8-4, 8-5

クロック同期式モード	13-34
クロック発振器	20-1
コンディションコードレジスタ	2-10
コンディションフィールド	2-25
コンペアマッチカウントモード	11-20
コンペアマッチによる波形出力	10-28

【さ】

サブアクティブモード	21-11
サブスリープモード	21-11
算術演算命令	2-18
システム制御命令	2-24
実効アドレス	2-26, 2-29
シフト命令	2-20
シリアルコミュニケーション	
インタフェース (SCI)	13-1
シリアルデータ受信	13-26
シリアルデータ送信	13-24
シリアルフォーマット	14-22
シングルモード	17-8
水晶発振子	20-2
スキャンモード	17-8
スタックの状態	4-6
スタックポインタ	2-9
スマートカード	13-1
スマートカードインタフェース	13-42
スリープモード	21-9
絶対アドレス	2-27
ソフトウェアスタンバイモード	21-9
ソフトウェアプロテクト	19-42

【た】

ダウンロードバス・フェイルリザルトパラメータ	19-15
端子機能	1-11
調歩同期式モード	13-19
直接遷移	21-12
通信プロトコル	19-47
低消費電力状態	21-1
ディスプレイメント付きレジスタ間接	2-26
データディレクションレジスタ	7-1
データレジスタ	7-1
データ転送命令	2-17
手順プログラム	19-37
動作モード別端子機能一覧	1-6
トグル出力	10-29
トラップ命令例外処理	4-5

【な】

内部ブロック図	1-3
入力プルアップ MOS	7-1
ノイズ除去回路	14-48

【は】

ハードウェアプロテクト	19-42
バスアドレスエリアパラメータ	19-17
バッファ動作	10-32
パリティエラー	13-26
汎用レジスタ	2-9
ビットレート	13-14
ビット操作命令	2-21, 2-33
標準シリアル通信インタフェース仕様	19-45
ピン配置図	1-4
ブートモード	19-21
付加パルス	8-9
フラッシュイレースブロックセレクトパラメータ	19-19
フラッシュバス/フェイルパラメータ	19-20
フラッシュプログラム/ イレース周波数パラメータ	19-16
フラッシュマット構成	19-5
フラッシュマルチパースデータ デスティネーションパラメータ	19-17
フラッシュメモリ	19-1
プリデクリメントレジスタ間接	2-27
フレーミングエラー	13-26
プログラムカウンタ	2-10
プログラムカウンタ相対	2-28
ブロック転送命令	2-24
プロテクト	19-42
分解能	9-9
分岐命令	2-23
ベクタアドレスの切り替え	5-38
変換時間	17-9
変換周期	9-9
ポストインクリメントレジスタ間接	2-27

【ま】

マルチプロセッサ通信機能	13-29
命令セット	2-15
メモリ間接	2-28
モード遷移図	21-7
モード比較	19-4
モジュールストップモード	21-12

【や】

ユーザブートマット	19-44
ユーザブートモード	19-34
ユーザプログラムモード	19-24
ユーザマット	19-44
ユーザメモリマット	19-1

【ら】

ライターモード	19-45
リセット	4-4
リセット例外処理	4-4
レジスタ	
ABRKCR	5-5
ADCR	17-7
ADCSR	17-5
ADDR	17-4
BAR	5-5
BCR	6-1
BRR	13-14
DACNT	9-2
DACR	9-5
DADR	9-3
FCCS	19-10
FECS	19-12
FKEY	19-12
FMATS	19-13
FPCS	19-12
FTDAR	19-13
HICR	16-4
HISEL	16-32
ICCR	14-8
ICDR	14-4
ICMR	14-7
ICR	5-4
ICRES	14-18
ICSR	14-15
ICXR	14-19
IDR	16-17
IER	5-8
ISCR	5-6
ISR	5-9
ISSR	5-13
KBBR	15-8
KBCR1	15-3
KBCR2	15-5
KBCRH	15-5
KBCRL	15-7

KBTR	15-8
KMPCR	7-17
LADR	16-12, 16-13, 16-14
LPWRCR	21-3
MDCR	3-2
MSTPCR	21-4
ODR	16-17
P1DDR	7-5
P1DR	7-5
P1PCR	7-6
P2DDR	7-7
P2DR	7-7
P2PCR	7-8
P3DDR	7-9
P3DR	7-9
P3PCR	7-10
P4DDR	7-11
P4DR	7-11
P5DDR	7-14
P5DR	7-14
P6DDR	7-16
P6DR	7-16
P6NCCS	7-18
P6NCE	7-17
P6NCMC	7-17
P7PIN	7-21
P8DDR	7-22
P8DR	7-22
P9DDR	7-25
P9DR	7-25
P9PCR	7-26
PADDR	7-28
PAODR	7-28
PAPIN	7-29
PBDDR	7-30
PBODR	7-30
PBPIN	7-31
PCDDR	7-32
PCNCCS	7-34
PCNCE	7-33
PCNCMC	7-34
PCNOCR	7-38
PCODR	7-33
PCPIN	7-33
PDDDR	7-39
PDNOCR	7-40
PDODR	7-39

PDPIN	7-40	SYSCR	3-2
PEPIN	7-42	SYSCR3	3-5
PFDDR	7-43	TCNT	10-22, 11-6, 12-3
PFNOCR	7-46	TCONRI	11-13
PFODR	7-43	TCONRS	11-14
PFPIN	7-44	TCOR	11-6
PGDDR	7-47	TCR	10-7, 11-6
PGNCCS	7-49	TCSR	11-9
PGNCE	7-48	TDR	13-4
PGNCMC	7-49	TGR	10-22
PGNOCR	7-52	TICRF	11-13
PGODR	7-48	TICRR	11-13
PGPIN	7-48	TIER	10-19
PHDDR	7-53	TIOR	10-10
PHNOCR	7-56	TMDR	10-9
PHODR	7-54	TSR	10-20
PHPIN	7-54	TSTR	10-23
PTCNT0	7-57	TSYR	10-23
PTCNT1	7-57	TWR	16-17
PTCNT2	7-58	WER	5-14
PWDPR	8-6	WSCR	6-2
PWDR	8-6	WUESCR	5-14
PWOER	8-7	WUESR	5-14
PWSL	8-3, 8-4	例外処理	4-1
RDR	13-4	例外処理ベクタテーブル	4-1, 4-3
RSR	13-4	レジスタフィールド	2-25
SAR	14-5	レジスタ間接	2-26
SARX	14-6	レジスタ直接	2-26
SBYCR	21-2	論理演算命令	2-20
SCMR	13-13		
SCR	13-7		
SIRQCR	16-23	【わ】	
SMR	13-5	割り込みコントローラ	5-1
SSR	13-9	割り込みマスクビット	2-10
STCR	3-3	割り込み例外処理	4-5
STR	16-18	割り込み例外処理ベクタテーブル	5-18

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
ハードウェアマニュアル
H8S/2116グループ

発行年月日 2005年12月2日 Rev.1.00
発行 株式会社ルネサス テクノロジ 営業企画統括部
〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-2
編集 株式会社ルネサスソリューションズ
グローバルストラテジックコミュニケーション本部
カスタマサポート部

営業お問合せ窓口
株式会社ルネサス販売



<http://www.renesas.com>

本			社	〒100-0004	千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)	(03) 5201-5350
京	浜	支	社	〒212-0058	川崎市幸区鹿島田890-12 (新川崎三井ビル)	(044) 549-1662
西	東	支	社	〒190-0023	立川市柴崎町2-2-23 (第二高島ビル2F)	(042) 524-8701
東	北	支	社	〒980-0013	仙台市青葉区花京院1-1-20 (花京院スクエア13F)	(022) 221-1351
い	わ	支	店	〒970-8026	いわき市平小太郎町4-9 (平小太郎ビル)	(0246) 22-3222
茨	城	支	店	〒312-0034	ひたちなか市堀口832-2 (日立システムプラザ勝田1F)	(029) 271-9411
新	潟	支	店	〒950-0087	新潟市東大通1-4-2 (新潟三井物産ビル3F)	(025) 241-4361
松	本	支	社	〒390-0815	松本市深志1-2-11 (昭和ビル7F)	(0263) 33-6622
中	部	支	社	〒460-0008	名古屋市中区栄4-2-29 (名古屋広小路プレイス)	(052) 249-3330
関	西	支	社	〒541-0044	大阪市中央区伏見町4-1-1 (明治安田生命大阪御堂筋ビル)	(06) 6233-9500
北	陸	支	社	〒920-0031	金沢市広岡3-1-1 (金沢パークビル8F)	(076) 233-5980
広	島	支	店	〒730-0036	広島市中区袋町5-25 (広島袋町ビルディング8F)	(082) 244-2570
島	取	支	店	〒680-0822	鳥取市今町2-251 (日本生命鳥取駅前ビル)	(0857) 21-1915
九	州	支	社	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前2-17-1 (ヒロカネビル本館5F)	(092) 481-7695

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：コンタクトセンタ E-Mail: csc@renesas.com

H8S/2116 グループ
ハードウェアマニュアル



ルネサス エレクトロニクス株式会社
神奈川県川崎市中原区下沼部1753 〒211-8668

RJJ09B0270-0100