

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がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

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

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

# H8S/2615 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/2600シリーズ

H8S/2615

HD64F2615

HD6432615

## 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留意ください。

## 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すとは、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、その他お気付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、モジュールごとに異なりますが、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  
など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うえ設計してください。  
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. レジスター一覧
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。  
改訂内容のすべ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/2615 グループは、高速 H8S/2600 CPU を核に、システム構成に必要な周辺機能を集積したシングルチップマイクロコンピュータです。H8S/2600 CPU は、H8/300 CPU および H8/300H CPU と互換性のある命令体系を備えています。

H8S/2615 グループは、システム構成に必要な周辺機能として、ROM、RAM、16 ビットタイマパルスユニット (TPU)、ウォッチドッグタイマ (WDT)、シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)、コントローラエリアネットワーク (HCAN)、A/D 変換器、I/O ポートなどの周辺機能を内蔵しており、高度な制御システムの組み込み用マイコンとして活用できます。内蔵 ROM には単一電源フラッシュメモリ (F-ZTAT<sup>TM</sup>\*) があり、仕様流動性の高い応用機器、量産初期から本格量産の各状況に応じた迅速かつ柔軟な対応が可能です。

【注】 \* F-ZTAT は (株) ルネサス テクノロジーの商標です。

**対象者** このマニュアルは、H8S/2615 グループ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/2615 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 プログラミングマニュアル」に記載していますのであわせて御覧ください。

## 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 プログラミングマニュアル」を参照してください。

- レジスタ名が分かっていて、詳細機能を知りたいとき

本書の後ろに「索引」があります。索引からページ番号を検索してください。

「第17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 : 16 ビットタイムパルスユニット、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

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ことを確認してください。

( <http://www.renesas.com/jpn/> )

- H8S/2615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/2615 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 プログラミングマニュアル	ADJ - 602 - 112

- 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	ADJ - 702 - 303
H8S、H8/300 シリーズ シミュレータ・デバッガ (Windows 版) ユーザーズマニュアル	ADJ - 702 - 163
H8S、H8/300 シリーズ シミュレータ・デバッガ (UNIX 版) ユーザーズマニュアル	ADJ - 702 - 109
H8S、H8/300 シリーズ High-performance Embedded Workshop、 Debugging Interface チュートリアル	ADJ 702 307
High-performance Embedded Workshop ユーザーズマニュアル	ADJ - 702 - 275

- アプリケーションノート

資料名	資料番号
H8S、H8/300 シリーズ C/C++ コンパイラ編	ADJ - 502 - 051
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	1-2
1.3 ピン配置図	1-3
1.4 端子機能	1-4
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	2-6
2.3 アドレス空間	2-8
2.4 レジスタの構成	2-9
2.4.1 汎用レジスタ	2-10
2.4.2 プログラムカウンタ (PC)	2-11
2.4.3 エクステンドレジスタ (EXR)	2-11
2.4.4 コンディションコードレジスタ (CCR)	2-12
2.4.5 積和レジスタ (MAC)	2-13
2.4.6 CPU 内部レジスタの初期値	2-13
2.5 データ形式	2-14
2.5.1 汎用レジスタのデータ形式	2-14
2.5.2 メモリ上でのデータ形式	2-16
2.6 命令セット	2-17
2.6.1 命令の機能別一覧	2-18
2.6.2 命令の基本フォーマット	2-27
2.7 アドレッシングモードと実効アドレスの計算方法	2-28
2.7.1 レジスタ直接 Rn	2-28
2.7.2 レジスタ間接 @ERn	2-28
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 )	2-28
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	2-29
2.7.5 絶対アドレス @aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32	2-29

2.7.6	イミディエイト #xx:8 / #xx:16 / #xx:32.....	2-30
2.7.7	プログラムカウンタ相対 @ ( d:8, PC ) / @ ( d:16, PC ) .....	2-30
2.7.8	メモリ間接 @@aa:8 .....	2-30
2.7.9	実効アドレスの計算方法.....	2-31
2.8	処理状態.....	2-33
2.9	使用上の注意事項 .....	2-34
2.9.1	ビット操作命令使用上の注意事項.....	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 ) .....	3-1
3.2.2	システムコントロールレジスタ ( SYSCR ) .....	3-2
3.3	各動作モードの説明 .....	3-3
3.3.1	端子機能.....	3-3
3.4	アドレスマップ .....	3-4
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.....	4-2
4.3	リセット.....	4-3
4.3.1	リセット例外処理 .....	4-3
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	トレース例外処理 .....	4-6
4.5	割り込み例外処理 .....	4-6
4.6	トラップ命令例外処理 .....	4-7
4.7	例外処理後のスタックの状態.....	4-8
4.8	使用上の注意事項 .....	4-9
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 .....	5-2
5.3	レジスタの説明 .....	5-3
5.3.1	インタラプトプライオリティレジスタ A、B、D~H、J、K、M ( IPRA、IPRB、IPRD~IPRH、IPRJ、IPRK、IPRM ) .....	5-4
5.3.2	IRQ イネーブルレジスタ ( IER ) .....	5-5
5.3.3	IRQ センسコントロールレジスタ H、L ( ISCRH、ISCRL ) .....	5-5
5.3.4	IRQ ステータスレジスタ ( ISR ) .....	5-6
5.4	割り込み要因.....	5-7

5.4.1	外部割り込み要因 .....	5-7
5.4.2	内部割り込み .....	5-8
5.5	割り込み例外処理ベクタテーブル .....	5-8
5.6	割り込み制御モードと割り込み動作 .....	5-10
5.6.1	割り込み制御モード 0 .....	5-10
5.6.2	割り込み制御モード 2 .....	5-12
5.6.3	割り込み例外処理シーケンス .....	5-14
5.6.4	割り込み応答時間 .....	5-15
5.7	使用上の注意事項 .....	5-16
5.7.1	割り込みの発生とディスエーブルとの競合 .....	5-16
5.7.2	割り込みを禁止している命令 .....	5-17
5.7.3	割り込み禁止期間 .....	5-17
5.7.4	EEMOV 命令実行中の割り込み .....	5-17
5.7.5	IRQ 割り込みについて .....	5-17
6.	バスコントローラ .....	6-1
6.1	基本動作タイミング .....	6-1
6.1.1	内蔵メモリアクセスタイミング (ROM、RAM) .....	6-1
6.1.2	内蔵周辺モジュールアクセスタイミング .....	6-2
6.1.3	内蔵 HCAN モジュールアクセスタイミング .....	6-2
7.	I/O ポート .....	7-1
7.1	ポート 1 .....	7-4
7.1.1	ポート 1 データディレクションレジスタ (PIDDR) .....	7-4
7.1.2	ポート 1 データレジスタ (PIDR) .....	7-4
7.1.3	ポート 1 レジスタ (PORT1) .....	7-5
7.1.4	端子機能 .....	7-5
7.2	ポート 4 .....	7-7
7.2.1	ポート 4 レジスタ (PORT4) .....	7-7
7.3	ポート 9 .....	7-7
7.3.1	ポート 9 レジスタ (PORT9) .....	7-7
7.4	ポート A .....	7-8
7.4.1	ポート A データディレクションレジスタ (PADDR) .....	7-8
7.4.2	ポート A データレジスタ (PADR) .....	7-8
7.4.3	ポート A レジスタ (PORTA) .....	7-9
7.4.4	ポート A プルアップ MOS コントロールレジスタ (PAPCR) .....	7-9
7.4.5	ポート A オープンドレインコントロールレジスタ (PAODR) .....	7-9
7.4.6	端子機能 .....	7-10
7.5	ポート B .....	7-11
7.5.1	ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR) .....	7-11

7.5.2	ポート B データレジスタ (PBDR) .....	7-11
7.5.3	ポート B レジスタ (PORTB) .....	7-12
7.5.4	ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ (PBPCR) .....	7-12
7.5.5	ポート B オープンドレインコントロールレジスタ (PBODR) .....	7-12
7.5.6	端子機能 .....	7-13
7.6	ポート C .....	7-14
7.6.1	ポート C データディレクションレジスタ (PCDDR) .....	7-14
7.6.2	ポート C データレジスタ (PCDR) .....	7-15
7.6.3	ポート C レジスタ (PORTC) .....	7-15
7.6.4	ポート C プルアップ MOS コントロールレジスタ (PCPCR) .....	7-15
7.6.5	ポート C オープンドレインコントロールレジスタ (PCODR) .....	7-16
7.6.6	端子機能 .....	7-16
7.7	ポート D .....	7-18
7.7.1	ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR) .....	7-18
7.7.2	ポート D データレジスタ (PDDR) .....	7-18
7.7.3	ポート D レジスタ (PORTD) .....	7-19
7.7.4	ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ (PDPCR) .....	7-19
7.7.5	端子機能 .....	7-19
7.8	ポート F .....	7-20
7.8.1	ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR) .....	7-20
7.8.2	ポート F データレジスタ (PFDR) .....	7-20
7.8.3	ポート F レジスタ (PORTF) .....	7-21
7.8.4	端子機能 .....	7-21
8.	16 ビットタイマパルスユニット (TPU) .....	8-1
8.1	特長 .....	8-1
8.2	入出力端子 .....	8-5
8.3	レジスタの説明 .....	8-6
8.3.1	タイマコントロールレジスタ (TCR) .....	8-8
8.3.2	タイマモードレジスタ (TMDR) .....	8-11
8.3.3	タイマ I/O コントロールレジスタ (TIOR) .....	8-12
8.3.4	タイマインタラプトイネーブルレジスタ (TIER) .....	8-29
8.3.5	タイマステータスレジスタ (TSR) .....	8-30
8.3.6	タイマカウンタ (TCNT) .....	8-32
8.3.7	タイマジェネラルレジスタ (TGR) .....	8-32
8.3.8	タイマスタートレジスタ (TSTR) .....	8-32
8.3.9	タイマシンクロレジスタ (TSYR) .....	8-33
8.4	動作説明 .....	8-34
8.4.1	基本動作 .....	8-34
8.4.2	同期動作 .....	8-39

8.4.3	バッファ動作 .....	8-40
8.4.4	カスケード接続動作 .....	8-43
8.4.5	PWM モード .....	8-45
8.4.6	位相計数モード .....	8-50
8.5	割り込み要因 .....	8-55
8.6	A/D変換器の起動 .....	8-57
8.7	動作タイミング .....	8-58
8.7.1	入出力タイミング .....	8-58
8.7.2	割り込み信号タイミング .....	8-62
8.8	使用上の注意事項 .....	8-64
8.8.1	モジュールストップモードの設定 .....	8-64
8.8.2	入力クロックの制限事項 .....	8-64
8.8.3	周期設定上の注意事項 .....	8-65
8.8.4	TCNT のライトとクリアの競合 .....	8-65
8.8.5	TCNT のライトとカウントアップの競合 .....	8-66
8.8.6	TGR のライトとコンペアマッチの競合 .....	8-66
8.8.7	バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合 .....	8-67
8.8.8	TGR のリードとインプットキャプチャの競合 .....	8-67
8.8.9	TGR のライトとインプットキャプチャの競合 .....	8-68
8.8.10	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 .....	8-68
8.8.11	オーバフロー / アンダフローとカウンタクリアの競合 .....	8-69
8.8.12	TCNT のライトとオーバフロー / アンダフローの競合 .....	8-69
8.8.13	入出力端子の兼用 .....	8-70
8.8.14	モジュールストップ時の割り込み .....	8-70
9.	ウォッチドッグタイマ (WDT) .....	9-1
9.1	特長 .....	9-1
9.2	レジスタの説明 .....	9-3
9.2.1	タイマカウンタ 0、1 (TCNT_0、TCNT_1) .....	9-3
9.2.2	タイマコントロール / ステータスレジスタ 0、1 (TCSR_0、TCSR_1) .....	9-4
9.2.3	リセットコントロール / ステータスレジスタ (RSTCSR) .....	9-7
9.3	動作説明 .....	9-8
9.3.1	ウォッチドッグタイマモード .....	9-8
9.3.2	インターバルタイマモード時 .....	9-10
9.4	割り込み要因 .....	9-10
9.5	使用上の注意事項 .....	9-11
9.5.1	レジスタアクセス時の注意 .....	9-11
9.5.2	タイマカウンタ (TCNT) のライトとカウントアップの競合 .....	9-12
9.5.3	CKS2 ~ CKS0 ビットの書き換え .....	9-12
9.5.4	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 .....	9-12

9.5.5	ウォッチドッグタイマモードでの内部リセット .....	9-13
9.5.6	インターバルタイマモードでの OVF フラグのクリア .....	9-13
10.	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) .....	10-1
10.1	特長 .....	10-1
10.2	入出力端子 .....	10-3
10.3	レジスタの説明 .....	10-3
10.3.1	レシーブシフトレジスタ (RSR) .....	10-4
10.3.2	レシーブデータレジスタ (RDR) .....	10-4
10.3.3	トランスミットデータレジスタ (TDR) .....	10-4
10.3.4	トランスミットシフトレジスタ (TSR) .....	10-4
10.3.5	シリアルモードレジスタ (SMR) .....	10-5
10.3.6	シリアルコントロールレジスタ (SCR) .....	10-7
10.3.7	シリアルステータスレジスタ (SSR) .....	10-9
10.3.8	スマートカードモードレジスタ (SCMR) .....	10-12
10.3.9	ビットレートレジスタ (BRR) .....	10-13
10.4	調歩同期式モードの動作 .....	10-20
10.4.1	送受信フォーマット .....	10-20
10.4.2	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 .....	10-22
10.4.3	クロック .....	10-23
10.4.4	SCI の初期化 (調歩同期式) .....	10-24
10.4.5	データ送信 (調歩同期式) .....	10-25
10.4.6	シリアルデータ受信 (調歩同期式) .....	10-27
10.5	マルチプロセッサ通信機能 .....	10-30
10.5.1	マルチプロセッサシリアルデータ送信 .....	10-31
10.5.2	マルチプロセッサシリアルデータ受信 .....	10-32
10.6	クロック同期式モードの動作 .....	10-35
10.6.1	クロック .....	10-35
10.6.2	SCI の初期化 .....	10-36
10.6.3	シリアルデータ送信 (クロック同期式) .....	10-37
10.6.4	シリアルデータ受信 (クロック同期式) .....	10-39
10.6.5	シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式) .....	10-41
10.7	スマートカードインタフェースの動作説明 .....	10-43
10.7.1	接続例 .....	10-43
10.7.2	データフォーマット (ブロック転送モード時を除く) .....	10-44
10.7.3	ブロック転送モード .....	10-45
10.7.4	受信データサンプリングタイミングと受信マージン .....	10-46
10.7.5	初期設定 .....	10-47
10.7.6	データ送信 (ブロック転送モードを除く) .....	10-48
10.7.7	シリアルデータ受信 (ブロック転送モードを除く) .....	10-51

10.7.8	クロック出力制御 .....	10-52
10.8	割り込み要因 .....	10-54
10.8.1	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 .....	10-54
10.8.2	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 .....	10-55
10.9	使用上の注意事項 .....	10-56
10.9.1	モジュールストップモードの設定 .....	10-56
10.9.2	ブレークの検出と処理について .....	10-56
10.9.3	マーク状態とブレークの送出 .....	10-56
10.9.4	受信エラーフラグと送信動作について (クロック同期式モードのみ) .....	10-56
11.	コントローラエリアネットワーク (HCAN) .....	11-1
11.1	特長 .....	11-1
11.2	入出力端子 .....	11-3
11.3	レジスタの説明 .....	11-3
11.3.1	マスタコントロールレジスタ (MCR) .....	11-4
11.3.2	ジェネラルステータスレジスタ (GSR) .....	11-5
11.3.3	ビットコンフィギュレーションレジスタ (BCR) .....	11-6
11.3.4	メールボックスコンフィギュレーションレジスタ (MBCR) .....	11-7
11.3.5	送信待ちレジスタ (TXPR) .....	11-8
11.3.6	送信待ち取り消しレジスタ (TXCR) .....	11-8
11.3.7	送信アクノレッジレジスタ (TXACK) .....	11-9
11.3.8	取り消しアクノレッジレジスタ (ABACK) .....	11-9
11.3.9	受信完了レジスタ (RXPR) .....	11-10
11.3.10	リモートリクエストレジスタ (RFPR) .....	11-11
11.3.11	インタラプトレジスタ (IRR) .....	11-12
11.3.12	メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR) .....	11-14
11.3.13	インタラプトマスクレジスタ (IMR) .....	11-15
11.3.14	受信エラーカウンタ (REC) .....	11-16
11.3.15	送信エラーカウンタ (TEC) .....	11-16
11.3.16	未読メッセージステータスレジスタ (UMSR) .....	11-16
11.3.17	ローカルアクセプタンスフィルタマスク L、M (LAFML、LAFMH) .....	11-17
11.3.18	メッセージコントロール (MC0 ~ MC15) .....	11-18
11.3.19	メッセージデータ (MD0 ~ MD15) .....	11-20
11.3.20	HCAN モニタレジスタ (HCANMON) .....	11-20
11.4	動作説明 .....	11-21
11.4.1	ハードウェアリセットとソフトウェアリセット .....	11-21
11.4.2	ハードウェアリセット後の初期設定 .....	11-21
11.4.3	メッセージ送信 .....	11-27
11.4.4	メッセージ受信 .....	11-30
11.4.5	HCAN スリープモード .....	11-34

11.4.6	HCAN HALT モード .....	11-35
11.5	割り込み要因 .....	11-36
11.6	CANバスインタフェース .....	11-37
11.7	使用上の注意事項 .....	11-37
11.7.1	モジュールストップモードの設定 .....	11-37
11.7.2	リセット .....	11-37
11.7.3	HCAN スリープモード .....	11-38
11.7.4	割り込み .....	11-38
11.7.5	エラーカウンタ .....	11-38
11.7.6	レジスタアクセス .....	11-38
11.7.7	HCAN 中速モード .....	11-38
11.7.8	スタンバイ時のレジスタ保持 .....	11-38
11.7.9	ビット操作命令の使用について .....	11-38
11.7.10	HCAN の TXCR 動作について .....	11-39
11.7.11	HCAN 送信手続きについて .....	11-40
11.7.12	HCAN リセットの解除について .....	11-40
11.7.13	HCAN スリープ中のメールアドレスアクセスについて .....	11-40
12.	A/D 変換器 .....	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 .....	12-4
12.3.1	A/D データレジスタ A ~ D ( ADDRA ~ ADDR D ) .....	12-4
12.3.2	A/D コントロール / ステータスレジスタ ( ADCSR ) .....	12-5
12.3.3	A/D コントロールレジスタ ( ADCR ) .....	12-6
12.4	動作説明 .....	12-6
12.4.1	シングルモード .....	12-6
12.4.2	スキャンモード .....	12-7
12.4.3	入力サンプリングと A/D 変換時間 .....	12-7
12.4.4	外部トリガ入力タイミング .....	12-9
12.5	割り込み要因 .....	12-9
12.6	A/D変換精度の定義 .....	12-10
12.7	使用上の注意事項 .....	12-11
12.7.1	モジュールストップモードの設定 .....	12-11
12.7.2	許容信号源インピーダンスについて .....	12-11
12.7.3	絶対精度への影響 .....	12-12
12.7.4	アナログ電源端子他の設定範囲 .....	12-12
12.7.5	ボード設計上の注意 .....	12-12
12.7.6	ノイズ対策上の注意 .....	12-13



13. RAM	13-1
14. ROM	14-1
14.1  特長	14-1
14.2  モード遷移図	14-3
14.3  ブロック構成	14-6
14.4  入出力端子	14-7
14.5  レジスタの説明	14-7
14.5.1  フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)	14-8
14.5.2  フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)	14-9
14.5.3  消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)	14-9
14.5.4  RAM エミュレーションレジスタ (RAMER)	14-10
14.5.5  フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)	14-10
14.6  オンボードプログラミング	14-11
14.6.1  ブートモード	14-11
14.6.2  ユーザモードでの書き込み / 消去	14-14
14.7  RAMによるフラッシュメモリのエミュレーション	14-15
14.8  書き込み / 消去プログラム	14-17
14.8.1  プログラム / プログラムベリファイ	14-17
14.8.2  イレース / イレースベリファイ	14-19
14.8.3  フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み	14-19
14.9  書き込み / 消去プロテクト	14-21
14.9.1  ハードウェアプロテクト	14-21
14.9.2  ソフトウェアプロテクト	14-21
14.9.3  エラープロテクト	14-21
14.10  ライターモード	14-22
14.11  フラッシュメモリの低消費電力動作	14-22
14.12  使用上の注意事項	14-23
14.12.1  F-ZTAT マイコンのマスク ROM 化時の注意事項	14-23
15. クロック発振器	15-1
15.1  レジスタの説明	15-2
15.1.1  システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR)	15-2
15.1.2  ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)	15-3
15.2  発振器	15-4
15.2.1  水晶発振子を接続する方法	15-4
15.2.2  外部クロックを入力する方法	15-5
15.3  PLL回路	15-6
15.4  サブクロック分周器	15-7
15.5  中速クロック分周器	15-7

15.6	バスマスタクロック選択回路.....	15-7
15.7	使用上の注意事項.....	15-7
15.7.1	発振子に関する注意事項.....	15-7
15.7.2	ボード設計上の注意事項.....	15-7
16.	低消費電力状態.....	16-1
16.1	レジスタの説明.....	16-4
16.1.1	スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR).....	16-5
16.1.2	ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR).....	16-6
16.1.3	モジュールストップコントロールレジスタ A ~ C (MSTPCRA ~ MSTPCRC).....	16-7
16.2	中速モード.....	16-8
16.3	スリープモード.....	16-9
16.3.1	スリープモードへの遷移.....	16-9
16.3.2	スリープモードの解除.....	16-9
16.4	ソフトウェアスタンバイモード.....	16-10
16.4.1	ソフトウェアスタンバイモードへの遷移.....	16-10
16.4.2	ソフトウェアスタンバイモードの解除.....	16-10
16.4.3	ソフトウェアスタンバイモード解除後の発振安定時間の設定.....	16-10
16.4.4	ソフトウェアスタンバイモードの応用例.....	16-11
16.5	ハードウェアスタンバイモード.....	16-13
16.5.1	ハードウェアスタンバイモードへの遷移.....	16-13
16.5.2	ハードウェアスタンバイモードの解除.....	16-13
16.5.3	ハードウェアスタンバイモードのタイミング.....	16-13
16.6	モジュールストップモード.....	16-14
16.7	ウォッチモード.....	16-14
16.7.1	ウォッチモードへの遷移.....	16-14
16.7.2	ウォッチモードの解除.....	16-15
16.8	サブスリープモード.....	16-15
16.8.1	サブスリープモードへの遷移.....	16-15
16.8.2	サブスリープモードの解除.....	16-15
16.9	サブアクティブモード.....	16-16
16.9.1	サブアクティブモードへの遷移.....	16-16
16.9.2	サブアクティブモードの解除.....	16-16
16.10	直接遷移.....	16-17
16.10.1	高速モードからサブアクティブモードへの直接遷移.....	16-17
16.10.2	サブアクティブモードから高速モードへの直接遷移.....	16-17
16.11	クロック出力制御.....	16-17
16.12	使用上の注意事項.....	16-18
16.12.1	I/O ポートの状態.....	16-18
16.12.2	発振安定待機中の消費電流.....	16-18

16.12.3	内蔵周辺モジュールの割り込み.....	16-18
16.12.4	MSTPCRのライト.....	16-18
17.	レジスタ一覧.....	17-1
17.1	レジスタアドレス一覧（アドレス順）.....	17-2
17.2	レジスタビット一覧.....	17-14
17.3	各動作モードにおけるレジスタの状態.....	17-27
18.	電気的特性.....	18-1
18.1	絶対最大定格.....	18-1
18.2	DC特性.....	18-2
18.3	AC特性.....	18-4
18.3.1	クロックタイミング.....	18-4
18.3.2	制御信号タイミング.....	18-5
18.3.3	内蔵周辺モジュールタイミング.....	18-7
18.4	A/D変換特性.....	18-10
18.5	フラッシュメモリ特性.....	18-11
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
本版で改訂された箇所	.....	改-1
索引	.....	索引-1



---

# 図目次

---

1. 概要 .....	1-1
図1.1 内部ブロック図 .....	1-2
図1.2 ピン配置図 .....	1-3
2. CPU .....	2-1
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（アドバンスモード） .....	2-6
図2.4 アドバンスモードのスタック構造 .....	2-7
図2.5 アドレス空間 .....	2-8
図2.6 CPU内部レジスタ構成 .....	2-9
図2.7 汎用レジスタの使用法 .....	2-10
図2.8 スタックの状態 .....	2-11
図2.9 汎用レジスタのデータ形式（1） .....	2-14
図2.9 汎用レジスタのデータ形式（2） .....	2-15
図2.10 メモリ上でのデータ形式 .....	2-16
図2.11 命令フォーマットの例 .....	2-27
図2.12 メモリ間接による分岐アドレスの指定 .....	2-31
図2.13 状態遷移図 .....	2-34
3. MCU 動作モード .....	3-1
図3.1 アドレスマップ .....	3-4
4. 例外処理 .....	4-1
図4.1 リセットシーケンス（アドバンスモード / 内蔵ROM有効） .....	4-4
図4.2 リセットシーケンス（アドバンスモード / 内蔵ROM無効：本LSIでは使用できません） .....	4-5
図4.3 例外処理終了後のスタックの状態 .....	4-8
図4.4 SPを奇数に設定したときの動作 .....	4-9
5. 割り込みコントローラ .....	5-1
図5.1 割り込みコントローラのブロック図 .....	5-2
図5.2 IRQ5～IRQ0割り込みのブロック図 .....	5-7
図5.3 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 .....	5-11
図5.4 割り込み制御モード2の割り込み受け付けまでのフロー .....	5-13

図5.5	割り込み例外処理 .....	5-14
図5.6	割り込みの発生とディスエーブルの競合 .....	5-16
6.	バスコントローラ .....	6-1
図6.1	内蔵メモリアクセスサイクル .....	6-1
図6.2	内蔵周辺モジュールアクセスサイクル .....	6-2
図6.3	内蔵HCANモジュールアクセスサイクル(ウェイトステート有り) .....	6-2
8.	16ビットタイマパルスユニット(TPU) .....	8-1
図8.1	TPUのブロック図 .....	8-4
図8.2	カウンタ動作設定手順例 .....	8-34
図8.3	フリーランニングカウンタの動作 .....	8-35
図8.4	周期カウンタの動作 .....	8-35
図8.5	コンペアマッチによる波形出力動作例 .....	8-36
図8.6	0出力/1出力の動作例 .....	8-36
図8.7	トグル出力の動作例 .....	8-37
図8.8	インプットキャプチャ動作の設定例 .....	8-37
図8.9	インプットキャプチャ動作例 .....	8-38
図8.10	同期動作の設定手順例 .....	8-39
図8.11	同期動作の動作例 .....	8-40
図8.12	コンペアマッチバッファ動作 .....	8-41
図8.13	インプットキャプチャバッファ動作 .....	8-41
図8.14	バッファ動作の設定手順例 .....	8-41
図8.15	バッファ動作例(1) .....	8-42
図8.16	バッファ動作例(2) .....	8-43
図8.17	カスケード接続動作設定手順 .....	8-44
図8.18	カスケード接続動作例(1) .....	8-44
図8.19	カスケード接続動作例(2) .....	8-45
図8.20	PWMモードの設定手順例 .....	8-47
図8.21	PWMモードの動作例(1) .....	8-47
図8.22	PWMモードの動作例(2) .....	8-48
図8.23	PWMモードの動作例(3) .....	8-49
図8.24	位相計数モードの設定手順例 .....	8-50
図8.25	位相計数モード1の動作例 .....	8-51
図8.26	位相計数モード2の動作例 .....	8-52
図8.27	位相計数モード3の動作例 .....	8-53
図8.28	位相計数モード4の動作例 .....	8-54
図8.29	位相計数モードの応用例 .....	8-55
図8.30	内部クロック動作時のカウントタイミング .....	8-58
図8.31	外部クロック動作時のカウントタイミング .....	8-58
図8.32	アウトプットコンペア出力タイミング .....	8-59

図8.33	インプットキャプチャ入力信号タイミング	8-59
図8.34	カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)	8-60
図8.35	カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)	8-60
図8.36	バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)	8-61
図8.37	バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)	8-61
図8.38	TGI割り込みタイミング (コンペアマッチ)	8-62
図8.39	TGI割り込みタイミング (インプットキャプチャ)	8-62
図8.40	TCIV割り込みのセットタイミング	8-63
図8.41	TCIU割り込みのセットタイミング	8-63
図8.42	CPUによるステータスフラグのクリアタイミング	8-64
図8.43	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	8-64
図8.44	TCNTのライトとクリアの競合	8-65
図8.45	TCNTのライトとカウントアップの競合	8-66
図8.46	TGRのライトとコンペアマッチの競合	8-66
図8.47	バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合	8-67
図8.48	TGRのリードとインプットキャプチャの競合	8-67
図8.49	TGRのライトとインプットキャプチャの競合	8-68
図8.50	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	8-68
図8.51	オーバーフローとカウンタクリアの競合	8-69
図8.52	TCNTのライトとオーバーフローの競合	8-69
9.	ウォッチドッグタイマ (WDT)	9-1
図9.1	WDT_0のブロック図	9-2
図9.2	WDT_1のブロック図	9-2
図9.3 (a)	WDT_0のウォッチドッグタイマモード時の動作	9-9
図9.3 (b)	WDT_1のウォッチドッグタイマモード時の動作	9-9
図9.4	インターバルタイマモード時の動作	9-10
図9.5	TCNT、TCSR、RSTCSRへのライト (WDT0の例)	9-11
図9.6	TCNTのライトとカウントアップの競合	9-12
10.	シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)	10-1
図10.1	SCIのブロック図	10-2
図10.2	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)	10-20
図10.3	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	10-22
図10.4	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)	10-23
図10.5	SCIの初期化フローチャートの例	10-24
図10.6	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)	10-25
図10.7	シリアル送信のフローチャートの例	10-26
図10.8	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)	10-27
図10.9	シリアル受信データフローチャートの例 (1)	10-28
図10.9	シリアル受信データフローチャートの例 (2)	10-29

図10.10	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）	10-30
図10.11	マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例	10-31
図10.12	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）	10-32
図10.13	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）	10-33
図10.13	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）	10-34
図10.14	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）	10-35
図10.15	SCIの初期化フローチャートの例	10-36
図10.16	クロック同期式モードの送信時の動作例	10-37
図10.17	シリアル送信のフローチャートの例	10-38
図10.18	SCIの受信時の動作例	10-39
図10.19	シリアルデータ受信フローチャートの例	10-40
図10.20	シリアル送受信同時動作のフローチャートの例	10-42
図10.21	スマートカードインタフェース端子接続概要	10-43
図10.22	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	10-44
図10.23	ダイレクトコンベンション（SDIR = SINV = $O/\bar{E}$ = 0）	10-44
図10.24	インバースコンベンション（SDIR = SINV = $O/\bar{E}$ = 1）	10-45
図10.25	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）	10-46
図10.26	SCI送信モードの場合の再転送動作	10-48
図10.27	送信動作時のTENDフラグ発生タイミング	10-49
図10.28	送信処理フローの例	10-50
図10.29	SCI受信モードの場合の再転送動作	10-51
図10.30	受信フローの例	10-52
図10.31	クロック出力固定タイミング	10-52
図10.32	クロック停止・再起動手順	10-53
11.	コントローラエリアネットワーク（HCAN）	11-1
図11.1	HCANのブロック図	11-2
図11.2	メッセージコントロール構成	11-18
図11.3	スタンダードフォーマット	11-18
図11.4	エクステンデッドフォーマット	11-18
図11.5	メッセージデータ構成	11-20
図11.6	ハードウェアリセット時のフローチャート	11-22
図11.7	ソフトウェアリセット時のフローチャート	11-23
図11.8	1ビットタイムの詳細	11-24
図11.9	送信時のフローチャート	11-27
図11.10	送信メッセージの取り消しのフローチャート	11-29
図11.11	受信時のフローチャート	11-30
図11.12	未読メッセージオーバーライトのフローチャート	11-33
図11.13	HCANスリープモードのフローチャート	11-34



図11.14	HCAN HALTモードのフローチャート	11-35
図11.15	PCA82C250を用いたハイスピードインタフェース	11-37
12.	A/D 変換器	12-1
図12.1	A/D変換器のブロック図	12-2
図12.2	A/D変換タイミング	12-8
図12.3	外部トリガ入力タイミング	12-9
図12.4	A/D変換精度の定義	12-10
図12.5	A/D変換精度の定義	12-11
図12.6	アナログ入力回路の例	12-12
図12.7	アナログ入力保護回路の例	12-13
図12.8	アナログ入力端子等価回路	12-13
14.	ROM	14-1
図14.1	フラッシュメモリのブロック図	14-2
図14.2	フラッシュメモリに関する状態遷移	14-3
図14.3	ブートモード	14-4
図14.4	ユーザプログラムモード	14-5
図14.5	フラッシュメモリのブロック構成	14-6
図14.6	ユーザモードにおける書き込み / 消去例	14-14
図14.7	RAMによるエミュレーションフロー	14-15
図14.8	RAMのオーバラップ例	14-16
図14.9	プログラム / プログラムベリファイフロー	14-18
図14.10	イレース / イレースベリファイフロー	14-20
15.	クロック発振器	15-1
図15.1	クロック発振器のブロック図	15-1
図15.2	水晶発振子の接続例	15-4
図15.3	水晶発振子の等価回路	15-4
図15.4	外部クロックの接続例	15-5
図15.5	外部クロック入力タイミング	15-6
図15.6	発振回路部のボード設計に関する注意事項	15-7
図15.7	PLL回路の外付け推奨回路	15-8
16.	低消費電力状態	16-1
図16.1	モード遷移図	16-2
図16.2	中速モードの遷移・解除タイミング	16-9
図16.3	ソフトウェアスタンバイモードの応用例	16-12
図16.4	ハードウェアスタンバイモードの遷移タイミング	16-13
図16.5	ハードウェアスタンバイモードからの復帰タイミング	16-14

18. 電気的特性 .....	18-1
図18.1 出力負荷回路 .....	18-4
図18.2 システムクロックタイミング .....	18-4
図18.3 発振安定時間タイミング .....	18-5
図18.4 リセット入力タイミング .....	18-6
図18.5 割り込み入力タイミング .....	18-6
図18.6 I/Oポート入出力タイミング .....	18-8
図18.7 TPU入出力タイミング .....	18-8
図18.8 TPUクロック入力タイミング .....	18-8
図18.9 SCKクロック入力タイミング .....	18-9
図18.10 SCI入出力タイミング/クロック同期式モード .....	18-9
図18.11 A/D変換器外部トリガ入力タイミング .....	18-9
図18.12 HCAN入出力タイミング .....	18-9
付録 .....	付録-1
図C.1 外形寸法図 (FP-80Q) .....	付録-3

---

# 表目次

---

2. CPU.....	2-1
表2.1 命令の分類 .....	2-17
表2.2 オペレーションの記号 .....	2-18
表2.3 データ転送命令 .....	2-19
表2.4 算術演算命令 .....	2-20
表2.5 論理演算命令 .....	2-22
表2.6 シフト命令 .....	2-22
表2.7 ビット操作命令 .....	2-23
表2.8 分岐命令 .....	2-25
表2.9 システム制御命令 .....	2-26
表2.10 ブロック転送命令 .....	2-26
表2.11 アドレッシングモード一覧表 .....	2-28
表2.12 絶対アドレスのアクセス範囲 .....	2-29
表2.13 実行アドレスの計算方法 .....	2-31
3. MCU動作モード .....	3-1
表3.1 MCU動作モードの選択 .....	3-1
表3.2 各動作モードにおける端子機能 .....	3-3
4. 例外処理 .....	4-1
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 .....	4-2
表4.3 トレース例外処理後のCCR、EXRの状態 .....	4-6
表4.4 トラップ命令例外処理後のCCR、EXRの状態 .....	4-7
5. 割り込みコントローラ .....	5-1
表5.1 端子構成 .....	5-2
表5.2 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 .....	5-8
表5.3 割り込み制御モード .....	5-10
表5.4 割り込み応答時間 .....	5-15
表5.5 割り込み例外処理の実行状態のステート数 .....	5-15
7. I/Oポート .....	7-1
表7.1 ポートの機能一覧 .....	7-2

8.	16ビットタイマパルスユニット (TPU) .....	8-1
表8.1	TPUの機能一覧.....	8-2
表8.2	端子構成.....	8-5
表8.3	CCLR2 ~ CCLR0 (チャンネル0、3) .....	8-8
表8.4	CCLR2 ~ CCLR0 (チャンネル1、2、4、5) .....	8-9
表8.5	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル0) .....	8-9
表8.6	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル1) .....	8-9
表8.7	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル2) .....	8-10
表8.8	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル3) .....	8-10
表8.9	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル4) .....	8-10
表8.10	TPSC2 ~ TPSC0 (チャンネル5) .....	8-11
表8.11	MD3 ~ MD0.....	8-12
表8.12	TIORH_0 (チャンネル0) .....	8-13
表8.13	TIORL_0 (チャンネル0) .....	8-14
表8.14	TIOR_1 (チャンネル1) .....	8-15
表8.15	TIOR_2 (チャンネル2) .....	8-16
表8.16	TIORH_3 (チャンネル3) .....	8-17
表8.17	TIORL_3 (チャンネル3) .....	8-18
表8.18	TIOR_4 (チャンネル4) .....	8-19
表8.19	TIOR_5 (チャンネル5) .....	8-20
表8.20	TIORH_0 (チャンネル0) .....	8-21
表8.21	TIORL_0 (チャンネル0) .....	8-22
表8.22	TIOR_1 (チャンネル1) .....	8-23
表8.23	TIOR_2 (チャンネル2) .....	8-24
表8.24	TIORH_3 (チャンネル3) .....	8-25
表8.25	TIORL_3 (チャンネル3) .....	8-26
表8.26	TIOR_4 (チャンネル4) .....	8-27
表8.27	TIOR_5 (チャンネル5) .....	8-28
表8.28	レジスタの組み合わせ .....	8-40
表8.29	カスケード接続組み合わせ.....	8-43
表8.30	各PWM出力のレジスタと出力端子 .....	8-46
表8.31	位相計数モードクロック入力端子.....	8-50
表8.32	位相計数モード1のアップ/ダウンカウント条件 .....	8-51
表8.33	位相計数モード2のアップ/ダウンカウント条件 .....	8-52
表8.34	位相計数モード3のアップ/ダウンカウント条件 .....	8-53
表8.35	位相計数モード4のアップ/ダウンカウント条件 .....	8-54
表8.36	TPU割り込み一覧.....	8-56
9.	ウォッチドッグタイマ (WDT) .....	9-1
表9.1	WDTの割り込み要因 .....	9-10

10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) .....	10-1
表10.1 端子構成 .....	10-3
表10.2 BRRの設定値NとビットレートBの関係 .....	10-13
表10.3 ビットレートに対するBRRの設定例 (調歩同期式モード) .....	10-14
表10.4 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) .....	10-17
表10.5 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) .....	10-17
表10.6 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) .....	10-18
表10.7 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) .....	10-18
表10.8 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) .....	10-19
表10.9 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) .....	10-19
表10.10 シリアル送信/受信フォーマット (調歩同期式モード) .....	10-21
表10.11 SSRのステータスフラグの状態と受信データの処理 .....	10-28
表10.12 SCI割り込み要因 .....	10-54
表10.13 SCI割り込み要因 .....	10-55
11. コントローラエリアネットワーク (HCAN) .....	11-1
表11.1 端子一覧表 .....	11-3
表11.2 BCRに設定可能なレジスタ値の範囲 .....	11-24
表11.3 BCRのTSEG1、TSEG2の設定可能な範囲 .....	11-25
表11.4 HCANの割り込み要因 .....	11-36
表11.5 TXPRとTXPR設定時間またはTXPRとTXCRの設定時間の間隔制限 .....	11-40
12. A/D変換器 .....	12-1
表12.1 端子構成 .....	12-3
表12.2 アナログ入力チャンネルとADDRの対応 .....	12-4
表12.3 A/D変換時間 (シングルモード) .....	12-8
表12.4 A/D変換時間 (スキャンモード) .....	12-8
表12.5 A/D変換器の割り込み要因 .....	12-9
表12.6 アナログ端子の規格 .....	12-13
14. ROM .....	14-1
表14.1 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点 .....	14-3
表14.2 端子構成 .....	14-7
表14.3 プログラミングモード選択方法 .....	14-11
表14.4 ブートモードの動作 .....	14-13
表14.5 ビットレート自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数 .....	14-13
表14.6 フラッシュメモリの動作状態 .....	14-22
表14.7 F-ZTAT版に存在してマスクROM版に存在しないレジスタ .....	14-23

15. クロック発振器 .....	15-1
表15.1 ダンピング抵抗値 .....	15-4
表15.2 水晶発振子の特性 .....	15-4
表15.3 外部クロック入力条件 .....	15-5
16. 低消費電力状態 .....	16-1
表16.1 低消費電力モード遷移条件.....	16-3
表16.2 各モードでの本LSIの内部状態.....	16-4
表16.3 発振安定時間の設定 .....	16-11
表16.4 各処理状態における 端子の状態.....	16-17
18. 電気的特性 .....	18-1
表18.1 絶対最大定格 .....	18-1
表18.2 DC特性 .....	18-2
表18.3 出力許容電流 .....	18-3
表18.4 クロックタイミング .....	18-4
表18.5 制御信号タイミング .....	18-5
表18.6 内蔵周辺タイミング .....	18-7
表18.7 A/D変換特性 .....	18-10
表18.8 フラッシュメモリ特性 .....	18-11

---

# 1. 概要

---

## 1.1 特長

- 16ビット高速H8S/2600CPU  
H8/300CPU、H8/300HCPU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：69種類
- 豊富な周辺機能  
16ビットタイマパルスユニット (TPU)  
ウォッチドッグタイマ  
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)  
コントローラエリアネットワーク (HCAN)  
10ビットA/D変換器  
クロック発振器

- 内蔵メモリ

ROM	型名	ROM	RAM	備考
フラッシュメモリ版	HD64F2615	64K バイト	4K バイト	
マスク ROM 版	HD6432615	64K バイト	4K バイト	

- 汎用入出力ポート  
入出力ポート：39本  
入力ポート：17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	パッケージコード	ボディサイズ	ピンピッチ
QFP-80Q	FP-80Q	14.0×14.0mm	0.65mm

# 1. 概要

## 1.2 内部ブロック図

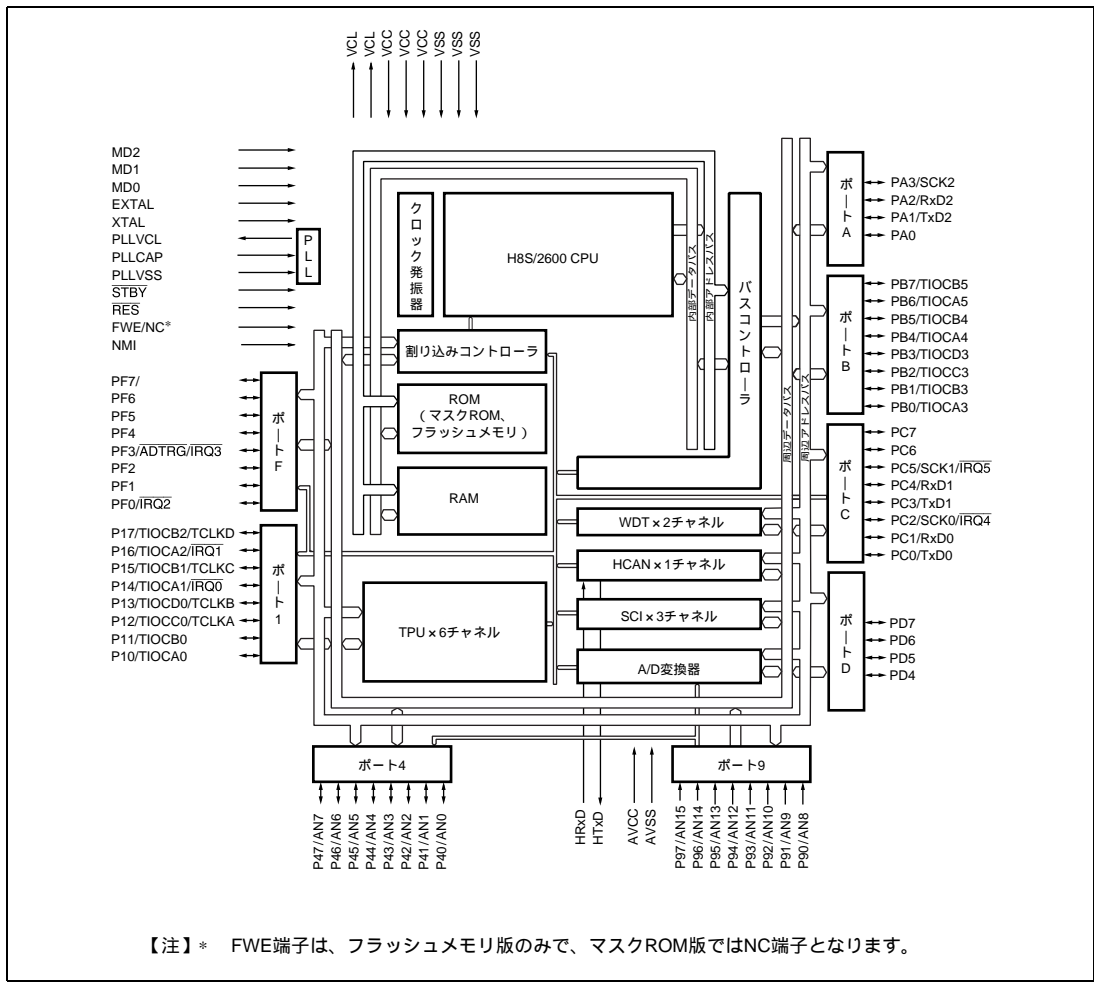


図 1.1 内部ブロック図





## 1. 概要

### 1.4 端子機能

分類	記号	ピン番号	入出力	機能
電源	VCC	27 48 76	入力	電源端子です。システムの電源に接続してください。
	VSS	25 50 78	入力	グランド端子です。システム電源(0V)に接続してください。
	VCL	52 80	出力	内部降圧電源用の外付け容量端子です。0.1 $\mu$ Fの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)。
クロック	PLLVCL	44	出力	内蔵PLL発振器用の内部降圧電源用の外付け容量端子です。0.1 $\mu$ Fのコンデンサを介してPLLVSSに接続してください(端子近くに配置)。
	PLLVSS	46	入力	内蔵PLL発振器用のグランド端子です。
	PLLCAP	42	出力	内蔵PLL発振器用の外付け容量端子です。
	XTAL	47	入力	水晶発振子を接続します。水晶発振子を接続する場合、および外部クロック入力の場合の接続例については、「第15章 クロック発振器」を参照してください。
	EXTAL	49	入力	水晶発振子を接続します。また、EXTAL端子は外部クロックを入力することもできます。水晶発振子を接続する場合、および外部クロック入力の場合の接続例については、「第15章 クロック発振器」を参照してください。
		15	出力	外部デバイスにシステムクロックを供給します。
動作モード コントロール	MD2	40	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	39		
	MD0	38		
システム制御	RES	41	入力	リセット端子です。この端子がLowレベルになると、リセット状態になります。
	STBY	45	入力	この端子がLowレベルになると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。
	FWE	51	入力	フラッシュメモリ用の端子です。フラッシュメモリ版のみとなります。
割り込み	NMI	43	入力	ノンマスクابل割り込み要求端子です。使用しない場合はHighレベルに固定してください。
	IRQ5	21	入力	マスク可能な割り込みを要求します。
	IRQ4	18		
	IRQ3	11		
	IRQ2	8		
	IRQ1	4		
	IRQ0	2		

分類	記号	ピン番号	入出力	機能
16 ビットタイマ パルスユニット	TCLKA	79	入力	タイマの外部クロック入力端子です。
	TCLKB	1		
	TCLKC	3		
	TCLKD	5		
	TIOCA0	75	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	77		
	TIOCC0	79		
	TIOCD0	1		
	TIOCA1	2	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	3		
TIOCA2	4	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	5			
TIOCA3	24	入出力	TGRA_3~TGRD_3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。	
TIOCB3	26			
TIOCC3	28			
TIOCD3	29			
TIOCA4	30	入出力	TGRA_4、TGRB_4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。	
TIOCB4	31			
TIOCA5	32	入出力	TGRA_5、TGRB_5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。	
TIOCB5	33			
シリアルコミュニ ケーション インタフェース (SCI)/スマート カードインタ フェース	TxD2	35	出力	データ出力端子です。
	TxD1	19		
	TxD0	16		
	RxD2	36	入力	データ入力端子です。
	RxD1	20		
	RxD0	17		
SCK2	37	入出力	クロック入出力端子です。	
SCK1	21			
SCK0	18			
HCAN	HTxD	6	出力	CANバス送信用端子です。
	HRxD	7	入力	CANバス受信用端子です。

## 1. 概要

分類	記号	ピン番号	入出力	機能
A/D 変換器	AN15	57	入力	アナログ入力端子です。
	AN14	58		
	AN13	59		
	AN12	60		
	AN11	62		
	AN10	63		
	AN9	64		
	AN8	65		
	AN7	66		
	AN6	67		
	AN5	68		
	AN4	69		
	AN3	70		
	AN2	71		
AN1	72			
AN0	73			
	ADTRG	11	入力	A/D 変換開始のための外部トリガ入力端子です。
	AVCC	61	入力	A/D 変換器の電源端子です。A/D 変換器を使用しない場合はシステム電源 (+5V) に接続してください。
	AVSS	74	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/O ポート	P17	5	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	P16	4		
	P15	3		
	P14	2		
	P13	1		
	P12	79		
	P11	77		
	P10	75		
	P47	66	入力	8 ビットの入力端子です。
	P46	67		
	P45	68		
	P44	69		
	P43	70		
	P42	71		
	P41	72		
	P40	73		

分類	記号	ピン番号	入出力	機能
I/O ポート	P97	57	入力	8 ビットの入力端子です。
	P96	58		
	P95	59		
	P94	60		
	P93	62		
	P92	63		
	P91	64		
	P90	65		
	PA3	37	入出力	4 ビットの入出力端子です。
	PA2	36		
	PA1	35		
	PA0	34		
	PB7	33	入出力	8 ビットの入出力端子です。
	PB6	32		
	PB5	31		
	PB4	30		
	PB3	29		
	PB2	28		
	PB1	26		
	PB0	24		
PC7	23	入出力	8 ビットの入出力端子です。	
PC6	22			
PC5	21			
PC4	20			
PC3	19			
PC2	18			
PC1	17			
PC0	16			
PD7	53	入出力	4 ビットの入出力端子です。	
PD6	54			
PD5	55			
PD4	56			

## 1. 概要

---

分類	記号	ピン番号	入出力	機能
I/Oポート	PF7	15	入出力	8ビットの入出力端子です。
	PF6	14		
	PF5	13		
	PF4	12		
	PF3	11		
	PF2	10		
	PF1	9		
	PF0	8		

---

## 2. CPU

---

H8S/2600 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/2600 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るリアルタイム制御に最適な CPU です。この章は H8S/2600 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：69 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  
積和演算命令
- 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きレジスタ間接 (@(d:16,ERn) / @(d:32,ERn))  
ポストインクリメント / プリデクリメントレジスタ間接 (@ERn+ / @-ERn)  
絶対アドレス (@aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32)  
イミディエイト (#xx:8 / #xx:16 / #xx:32)  
プログラムカウンタ相対 (@(d:8,PC) / @(d:16,PC))  
メモリ間接 (@@aa:8)
- 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：3ステート

16÷8ビットレジスタ間除算：12ステート

16×16ビットレジスタ間乗算：4ステート

32÷16ビットレジスタ間除算：20ステート

- CPU動作モード：2種類

ノーマルモード / アドバンスモード

【注】 本LSIではノーマルモードは使用できません。

- 低消費電力状態

SLEEP命令により低消費電力状態に遷移

CPU動作クロックを選択可能

### 2.1.1 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/2600 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、32ビット×2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  
積和演算命令を追加  
2ビットシフト命令を追加  
複数レジスタの退避 / 復帰命令を追加  
テストアンドセット命令を追加
- 高速化  
基本的な命令を2倍に高速化

### 2.1.3 H8/300H CPU との相違点

H8S/2600 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、32ビット×2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  
積和演算命令を追加  
2ビットシフト命令を追加  
複数レジスタの退避 / 復帰命令を追加  
テストアンドセット命令を追加
- 高速化  
基本的な命令を2倍に高速化

### 2.2 CPU 動作モード

H8S/2600 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。動作モードはモード端子によって決まります。

#### 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。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。

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、EXRのスタックの構造を図2.2に示します。EXRは割り込み制御モード0ではスタックされません。割り込み制御モードの詳細は「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。

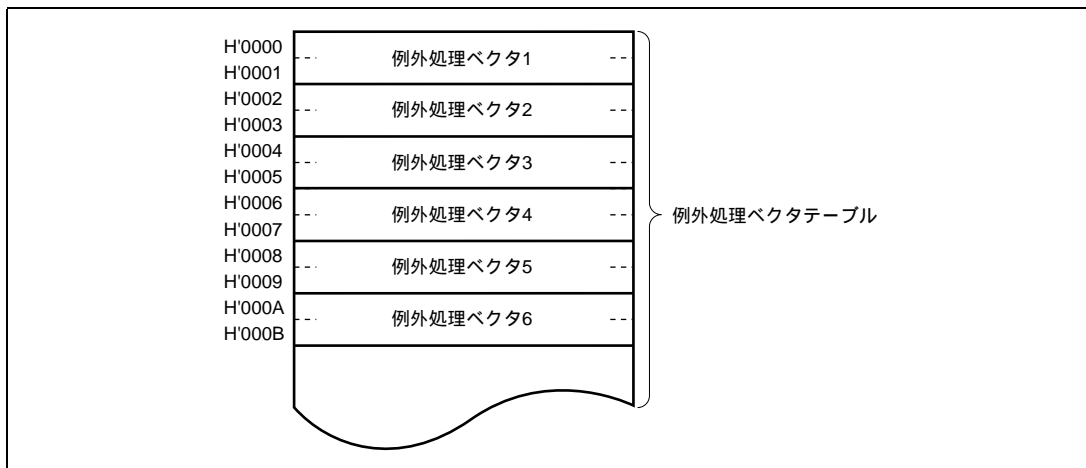


図 2.1 例外処理ベクタテーブル ( ノーマルモード )

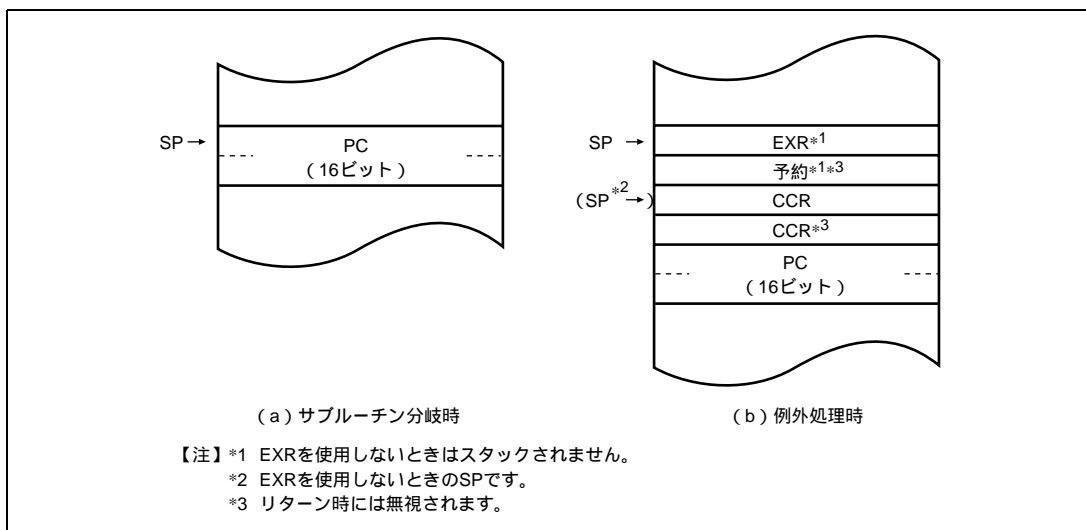


図 2.2 ノーマルモードのスタック構造

## 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、または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。

- 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。

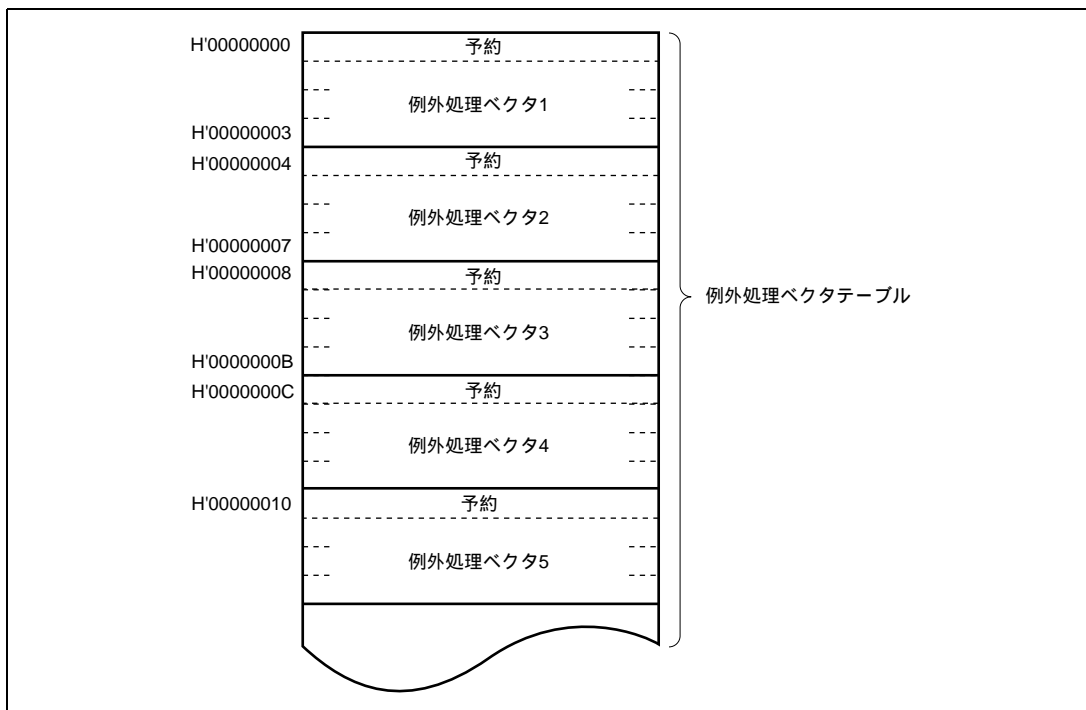


図 2.3 例外処理ベクタテーブル (アドバンストモード)

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とみなされます。なお、分岐先アドレスを格納できるのは、H'00000000～H'000000FFの領域であり、この範囲の先頭領域は例外処理ベクタテーブルと共通となっていますので注意してください。

- スタック構造

アドバンスモード時のサブルーチン分岐時のPCのスタック構造と、例外処理時のPCとCCR、EXRのスタックの構造を図2.4に示します。EXRは割り込み制御モード0ではスタックされません。割り込み制御モードの詳細は「第4章 例外処理」を参照してください。

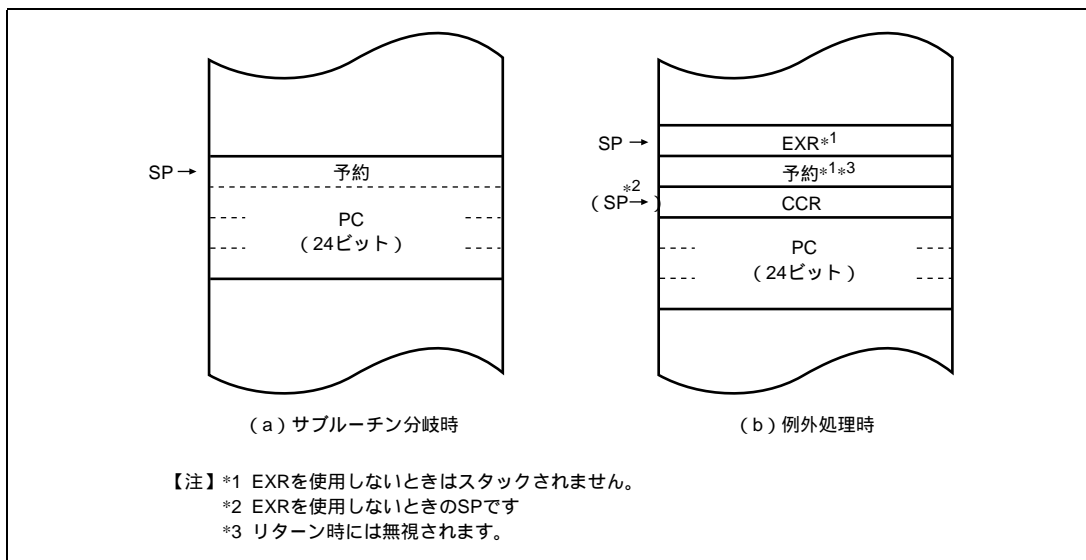


図2.4 アドバンスモードのスタック構造

## 2.3 アドレス空間

H8S/2600 CPU のメモリマップを図 2.5 に示します。H8S/2600 CPU は、ノーマルモードのとき最大 64K バイト、アドバンスモードのとき最大 16M バイト（アーキテクチャ上は 4G バイト）のアドレス空間をリニアに使用することができます。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。

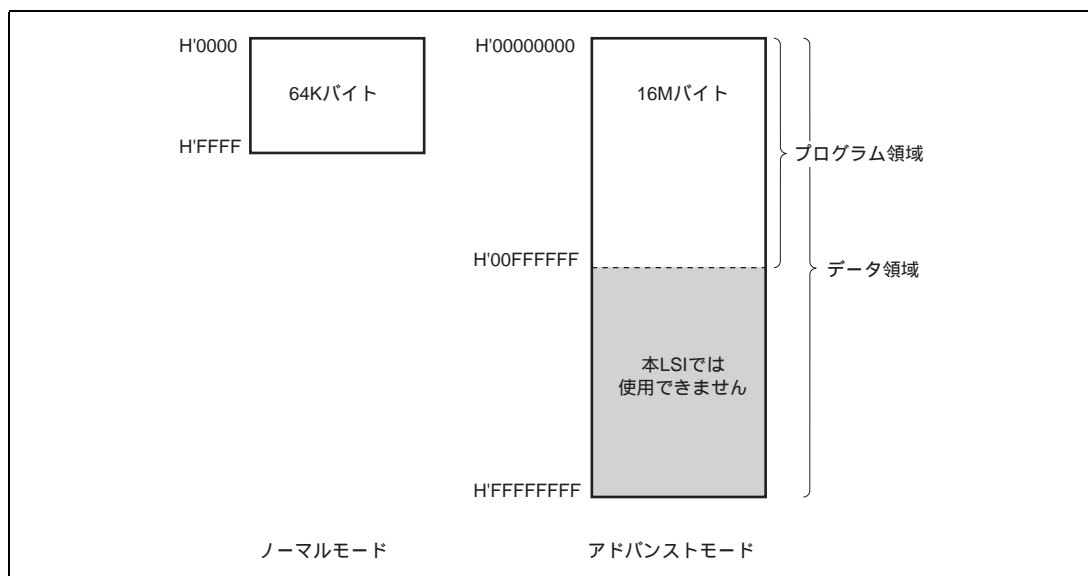


図 2.5 アドレス空間

## 2.4 レジスタの構成

H8S/2600 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) および 64 ビット積和レジスタ (MAC) があります。

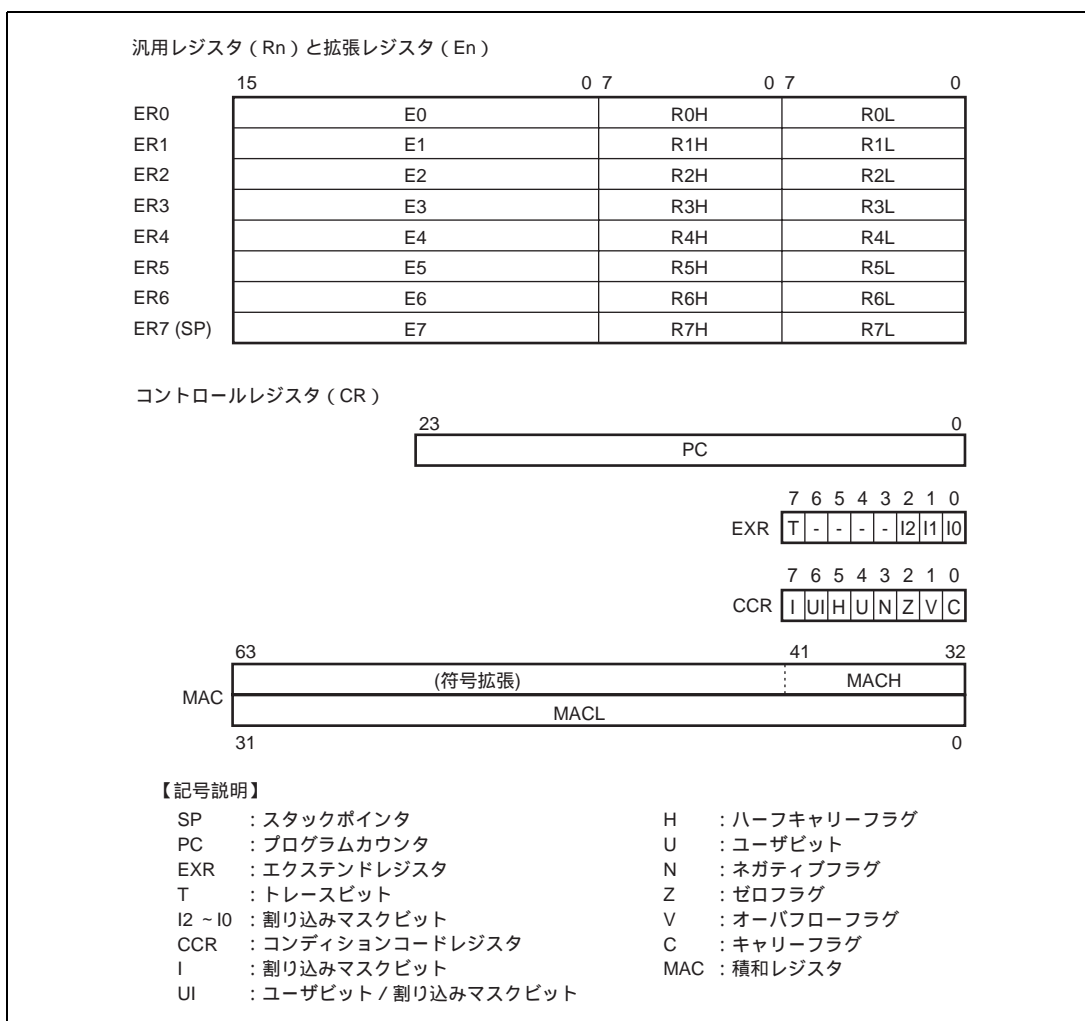


図 2.6 CPU 内部レジスタ構成

### 2.4.1 汎用レジスタ

H8S/2600 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よぶ場合があります。

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。

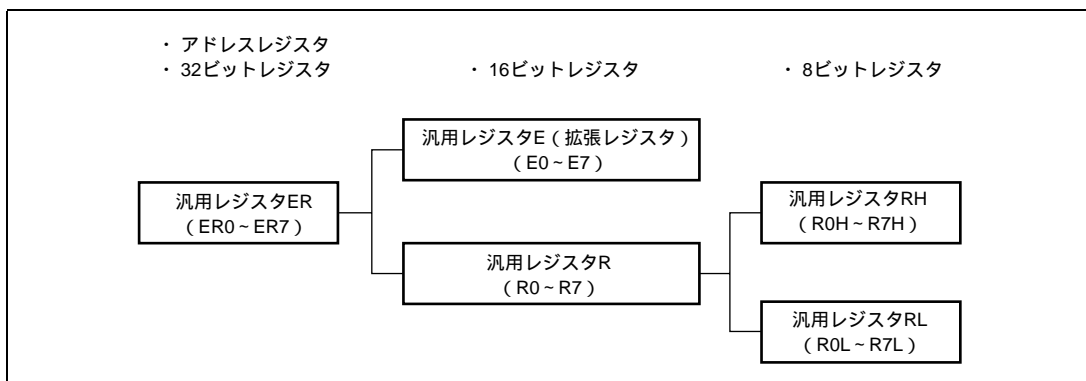


図 2.7 汎用レジスタの使用方法



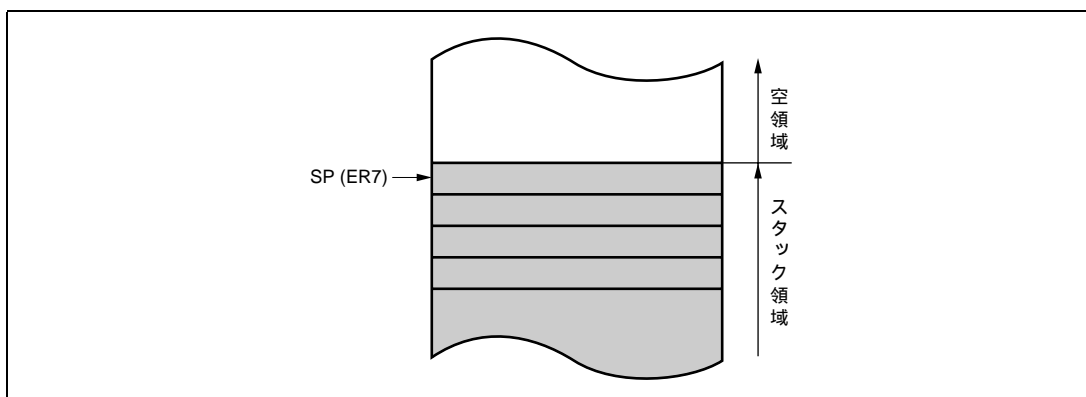


図 2.8 スタックの状態

## 2.4.2 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指します。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)

EXR は 8 ビットのレジスタで LDC、STC、ANDC、ORC、XORC 命令で操作することができます。このうち STC を除く命令を実行した場合、実行終了後 3 ステートの間 NMI を含むすべての割り込みがマスクされます。

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 このビットが 1 にセットされているときは 1 命令実行するごとにトレース例外処理を開始します。0 にクリアされているときは命令を順次実行します。
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。
2~0	I2	1	R/W	割り込み要求マスクレベル (0~7) を指定します。詳細は「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。
	I1	1	R/W	
	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) とハーフキャリー (H)、ネガティブ (N)、ゼロ (Z)、オーバーフロー (V)、キャリー (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。本LSIでは、割り込みマスクビットとしては使用できません。
5	H	不定	R/W	ハーフキャリーフラグ ADD.B、ADDX.B、SUB.B、SUBX.B、CMP.B、NEG.B命令の実行により、ビット3にキャリーまたはボローが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。また、ADD.W、SUB.W、CMP.W、NEG.W命令の実行により、ビット11にキャリーまたはボローが生じたとき、もしくはADD.L、SUB.L、CMP.L、NEG.L命令の実行により、ビット27にキャリーまたはボローが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。
4	U	不定	R/W	ユーザビット ソフトウェア (LDC、STC、ANDC、ORC、XORC命令) でリード / ライトできます。
3	N	不定	R/W	ネガティブフラグ データの最上位ビットを符号ビットとみなし、最上位ビットの値を格納します。
2	Z	不定	R/W	ゼロフラグ データがゼロのとき1にセットされ、ゼロ以外のとき0にクリアされます。
1	V	不定	R/W	オーバーフローフラグ 算術演算命令の実行により、オーバー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	キャリーフラグ 演算の実行により、キャリーが生じたとき1にセットされ、生じなかったとき0にクリアされます。キャリーには次の種類があります。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 加算結果のキャリー</li> <li>• 減算結果のボロー</li> <li>• シフト / ローテートのキャリー</li> </ul> また、キャリーフラグには、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 積和レジスタ (MAC)

64 ビットのレジスタで、積和演算結果を格納します。32 ビットの MACH、MACL から構成されます。MACH は下位 10 ビットが有効で、上位は符合拡張されています。

### 2.4.6 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/2600 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。

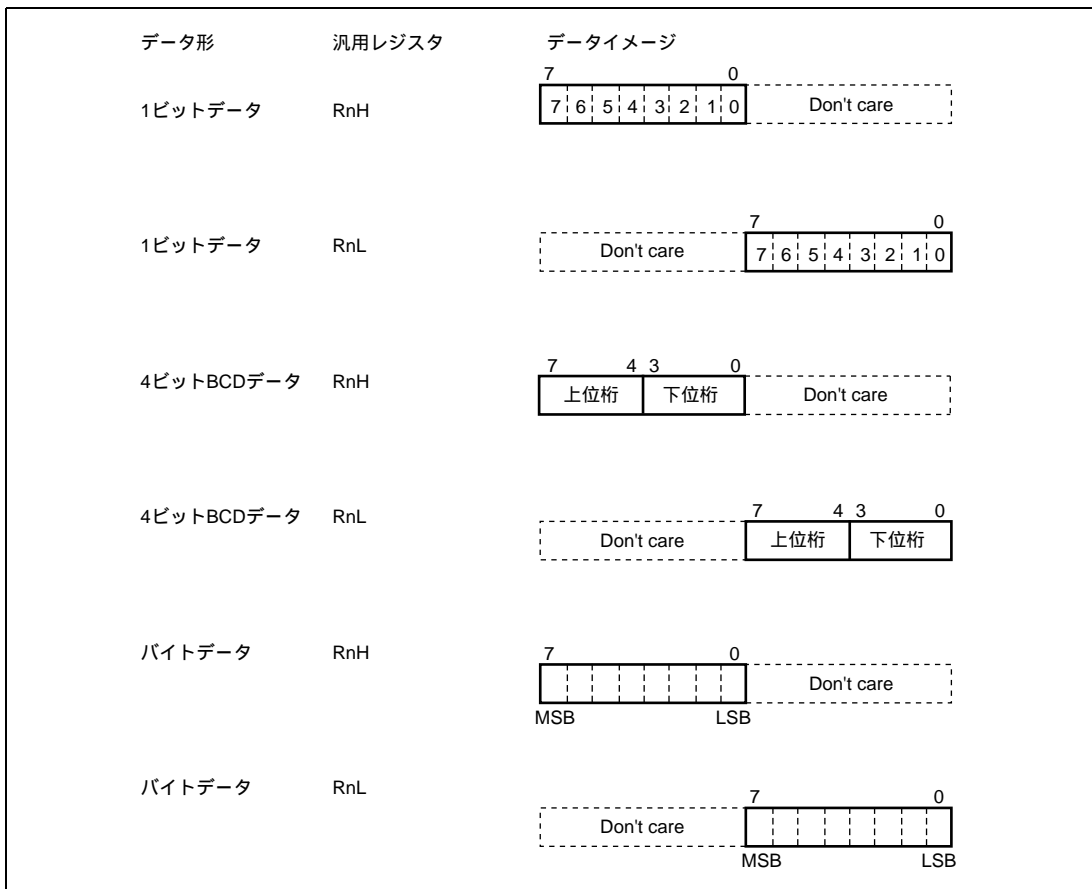


図 2.9 汎用レジスタのデータ形式 (1)

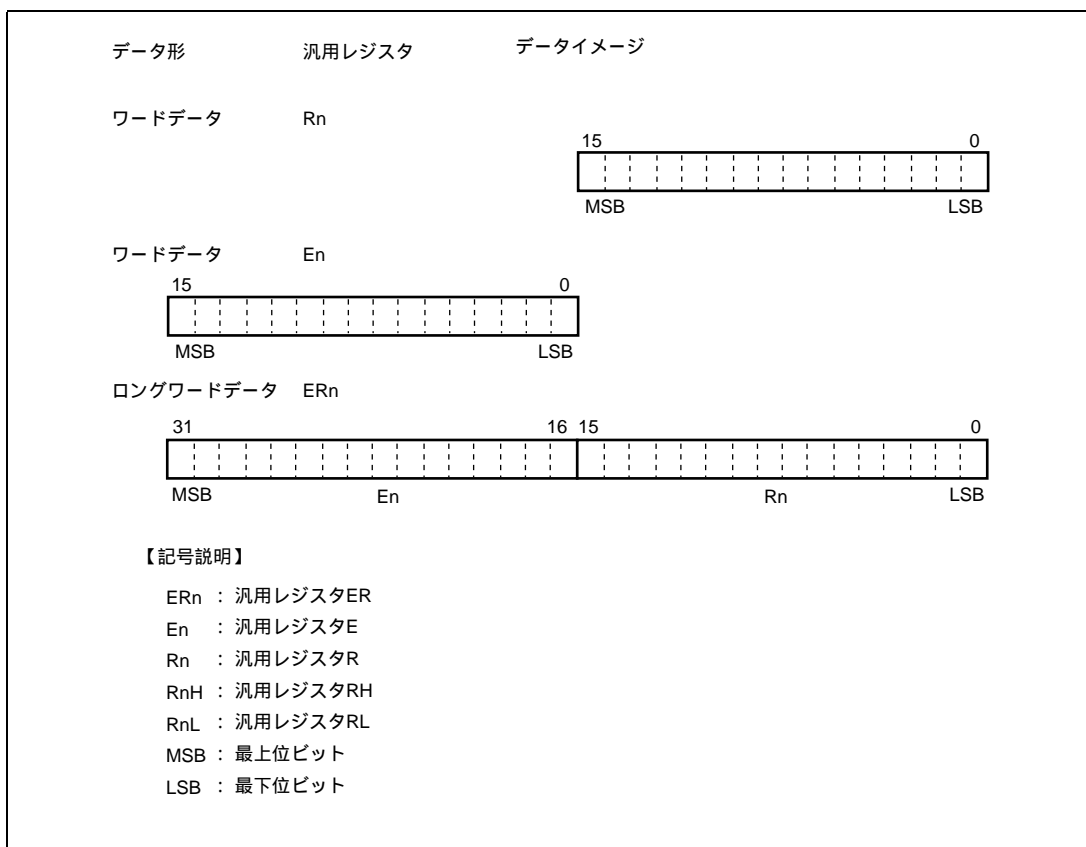


図 2.9 汎用レジスタのデータ形式 (2)

### 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/2600 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。

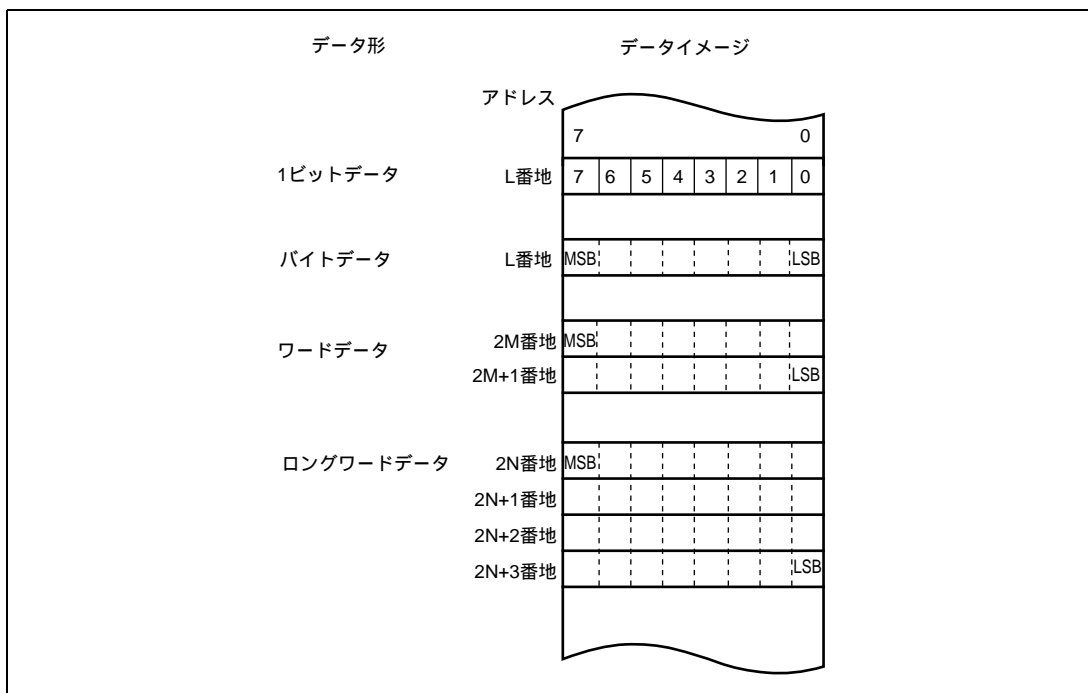


図 2.10 メモリ上でのデータ形式

## 2.6 命令セット

H8S/2600 CPU の命令は合計 69 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 * <sup>1</sup> , PUSH * <sup>1</sup>	W / L	
	LDM, STM	L	
	MOVFPE* <sup>3</sup> , MOVTPE* <sup>3</sup>	B	
算術演算命令	ADD, SUB, CMP, NEG	B / W / L	23
	ADDX, SUBX, DAA, DAS	B	
	INC, DEC	B / W / L	
	ADDS, SUBS	L	
	MULXU, DIVXU, MULXS, DIVXS	B / W	
	EXTU, EXTS	W / L	
	TAS* <sup>4</sup>	B	
	MAC, LDMAC, STMAC, CLRMAC	-	
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 * <sup>2</sup> , 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	EPEMOV	-	1

合計 69 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。

## 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)
MAC	積和レジスタ (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 (キャリー) 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*	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	L	@SP+ Rn (レジスタ群) スタックから複数の汎用レジスタへデータを復帰します。
STM	L	Rn (レジスタ群) @-SP 複数の汎用レジスタの内容をスタックに退避します。

【注】 \* サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

L : ロングワード

表 2.4 算術演算命令

命令	サイズ*	機 能
ADD SUB	B/W/L	Rd±Rs Rd、Rd±#IMM Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の加減算を行います（バイトサイズでの汎用レジスタとイミディエイトデータ間の減算はできません。SUBX 命令または ADD 命令を使用してください）。
ADDX SUBX	B	Rd±Rs±C Rd、Rd±#IMM±C Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間のキャリー付きの加減算を行います。
INC DEC	B/W/L	Rd±1 Rd、Rd±2 Rd 汎用レジスタに 1 または 2 を加減算します（バイトサイズで 1 の加減算のみ可能です）。
ADDS SUBS	L	Rd±1 Rd、Rd±2 Rd、Rd±4 Rd 32 ビットレジスタに 1、2、または 4 を加減算します。
DAA DAS	B	Rd(10 進補正) Rd 汎用レジスタ上の加減算結果を CCR を参照して 4 ビット BCD データに補正します。
MULXU	B/W	Rd×Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし乗算を行います。 8 ビット×8 ビット 16 ビット、16 ビット×16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
MULXS	B/W	Rd×Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き乗算を行います。 8 ビット×8 ビット 16 ビット、16 ビット×16 ビット 32 ビットの乗算が可能です。
DIVXU	B/W	Rd÷Rs Rd 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号なし除算を行います。 16 ビット÷8 ビット 商 8 ビット余り 8 ビット、 32 ビット÷16 ビット 商 16 ビット余り 16 ビットの除算が可能です。

命令	サイズ <sup>*1</sup>	機 能
DIVXS	B / W	$Rd \div Rs \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと汎用レジスタ間の符号付き除算を行います。 16ビット $\div$ 8ビット 商 8ビット余り 8ビット、 32ビット $\div$ 16ビット 商 16ビット余り 16ビットの除算が可能です。
CMP	B / W / L	$Rd - Rs, Rd - \#IMM$ 汎用レジスタと汎用レジスタ、または汎用レジスタとイミディエイトデータ間の比較を行い、その結果をCCRに反映します。
NEG	B / W / L	$0 - Rd \rightarrow Rd$ 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	$Rd(\text{ゼロ拡張}) \rightarrow Rd$ 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	$Rd(\text{符号拡張}) \rightarrow Rd$ 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 <sup>*2</sup>	B	$\text{@ERd} - 0, 1 \quad (<\text{ビット7}> \text{of @ERd})$ メモリの内容をテストしたあと、最上位ビット（ビット7）を1にセットします。
MAC	-	$(EAs) \times (EAd) + MAC \rightarrow MAC$ メモリとメモリ間の符合付き乗算を行い、結果を積和レジスタに加算します。 16ビット $\times$ 16ビット+32ビット 32ビットの飽和演算、 16ビット $\times$ 16ビット+42ビット 42ビットの非飽和演算が可能です。
CLRMAC	-	$0 \rightarrow MAC$ 積和レジスタをゼロクリアします。
LDMAC STMAC	L	$Rs \rightarrow MAC, MAC \rightarrow Rd$ 汎用レジスタと積和レジスタ間でデータ転送します。

【注】 B：バイト

W：ワード

L：ロングワード

\*1 サイズはオペランドサイズを示します。

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

## 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ーフラグを含めてローテートします。 1ビットまたは2ビットのローテートが可能です。

【注】\* サイズはオペランドサイズを示します。

B: バイト

W: ワード

L: ロングワード

表 2.7 ビット操作命令

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

## 2. CPU

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

【注】 \* サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

表 2.8 分岐命令

命令	サイズ	機能																																																			
Bcc	-	<p>指定した条件が成立しているとき、指定されたアドレスへ分岐します。分岐条件を下表に示します。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ニーモニック</th> <th>説明</th> <th>分岐条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BRA(BT)</td> <td>Always(True)</td> <td>Always</td> </tr> <tr> <td>BRN(BF)</td> <td>Never(False)</td> <td>Never</td> </tr> <tr> <td>BHI</td> <td>High</td> <td>C Z=0</td> </tr> <tr> <td>BLS</td> <td>Low or Same</td> <td>C Z=1</td> </tr> <tr> <td>BCC(BHS)</td> <td>Carry Clear(High or Same))</td> <td>C=0</td> </tr> <tr> <td>BCS(BLO)</td> <td>Carry Set(LOW)</td> <td>C=1</td> </tr> <tr> <td>BNE</td> <td>Not Equal</td> <td>Z=0</td> </tr> <tr> <td>BEQ</td> <td>Equal</td> <td>Z=1</td> </tr> <tr> <td>BVC</td> <td>oVerflow Clear</td> <td>V=0</td> </tr> <tr> <td>BVS</td> <td>oVerflow Set</td> <td>V=1</td> </tr> <tr> <td>BPL</td> <td>PLus</td> <td>N=0</td> </tr> <tr> <td>BMI</td> <td>MInus</td> <td>N=1</td> </tr> <tr> <td>BGE</td> <td>Greater or Equal</td> <td>N⊕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	C Z=0	BLS	Low or Same	C Z=1	BCC(BHS)	Carry Clear(High or Same))	C=0	BCS(BLO)	Carry Set(LOW)	C=1	BNE	Not Equal	Z=0	BEQ	Equal	Z=1	BVC	oVerflow Clear	V=0	BVS	oVerflow Set	V=1	BPL	PLus	N=0	BMI	MInus	N=1	BGE	Greater or Equal	N⊕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	C Z=0																																																			
BLS	Low or Same	C Z=1																																																			
BCC(BHS)	Carry Clear(High or Same))	C=0																																																			
BCS(BLO)	Carry Set(LOW)	C=1																																																			
BNE	Not Equal	Z=0																																																			
BEQ	Equal	Z=1																																																			
BVC	oVerflow Clear	V=0																																																			
BVS	oVerflow Set	V=1																																																			
BPL	PLus	N=0																																																			
BMI	MInus	N=1																																																			
BGE	Greater or Equal	N⊕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	-	低消費電力状態に移移します。
LDC	B / W	(EAs) CCR、(EAs) EXR 汎用レジスタまたはメモリの内容を CCR、EXR に転送します。また、イミディエイトデータを CCR、EXR に転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、メモリと CCR、EXR 間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
STC	B / W	CCR (EAd)、EXR (EAd) CCR、EXR の内容を汎用レジスタまたはメモリに転送します。CCR、EXR は 8 ビットですが、CCR、EXR とメモリ間の転送はワードサイズで行われ、上位 8 ビットが有効になります。
ANDC	B	CCR #IMM CCR、EXR #IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理積をとります。
ORC	B	CCR #IMM CCR、EXR #IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの論理和をとります。
XORC	B	CCR@#IMM CCR、EXR@#IMM EXR CCR、EXR とイミディエイトデータの排他的論理和をとります。
NOP	-	PC+2 PC PC のインクリメントだけを行います。

【注】\* サイズはオペランドサイズを示します。

B : バイト

W : ワード

表 2.10 ブロック転送命令

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



## 2.6.2 命令の基本フォーマット

H8S/2600 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。

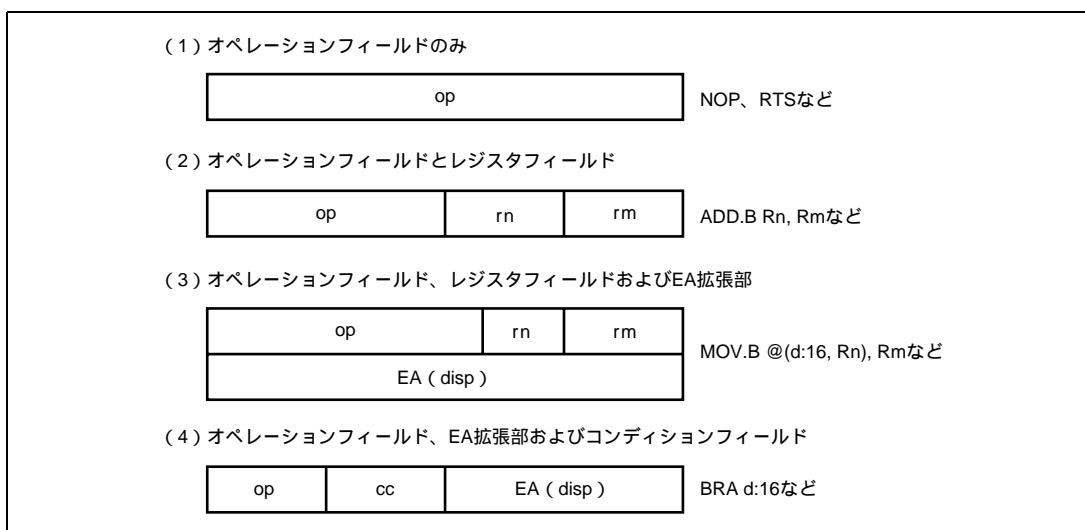


図 2.11 命令フォーマットの例

## 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/2600 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	ディスプレースメント付きレジスタ間接	@(d:16,ERn) / @(d:32,ERn)
4	ポストインクリメントレジスタ間接 プリデクリメントレジスタ間接	@ERn+ @-ERn
5	絶対アドレス	@aa:8 / @aa:16 / @aa:24 / @aa:32
6	イミディエイト	#xx:8 / #xx:16 / #xx:32
7	プログラムカウンタ相対	@(d:8,PC) / @(d:16,PC)
8	メモリ間接	@@aa:8

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

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

## 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のと看、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のと看、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*	アドバンスドモード
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)		

【注】\* 本 LSI では使用できません。

### 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。

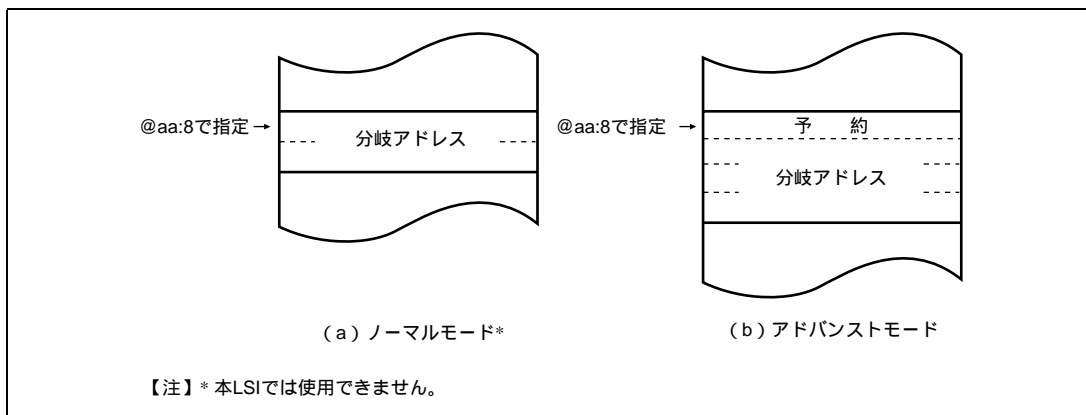


図 2.12 メモリ間接による分岐アドレスの指定

### 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 ビットの実効アドレスとなります。

【注】 本 LSI ではノーマルモードは使用できません。

表 2.13 実行アドレスの計算方法

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実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 ・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

No	アドレッシングモード・命令フォーマット	実効アドレス計算方法	実効アドレス (EA)
5	絶対アドレス @aa:8 op abs  @aa:16 op abs  @aa:24 op abs  @aa:32 op abs		31 24 23 8 7 0 Don't care H'FFFF  31 24 23 16 15 0 Don't care 符号拡張  31 24 23 0 Don't care  31 24 23 0 Don't care
6	イミディエイト #xx:8 / #xx:16 / #xx:32 op IMM		オペランドはイミディエイトデータです。
7	プログラムカウンタ相対 @(d:8,PC) / @(d:16,PC) op disp	23 0 PCの内容 23 0 符号拡張 disp	31 24 23 0 Don't care
8	メモリ間接 @aa:8 ・ノーマルモード* op abs  ・アドバンスモード op abs	31 8 7 0 H'000000 abs 15 0 メモリの内容  31 8 7 0 H'000000 abs 31 0 メモリの内容	31 24 23 16 15 0 Don't care H'00  31 24 23 0 Don't care

【注】\* 本LSIでは使用できません。

## 2.8 処理状態

H8S/2600 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パ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

DMAコントローラ(DMAC)やデータトランスファコントローラ(DTC)を内蔵している製品で、これら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。

- 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、またはハード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16章 低消費電力状態」を参照してください。

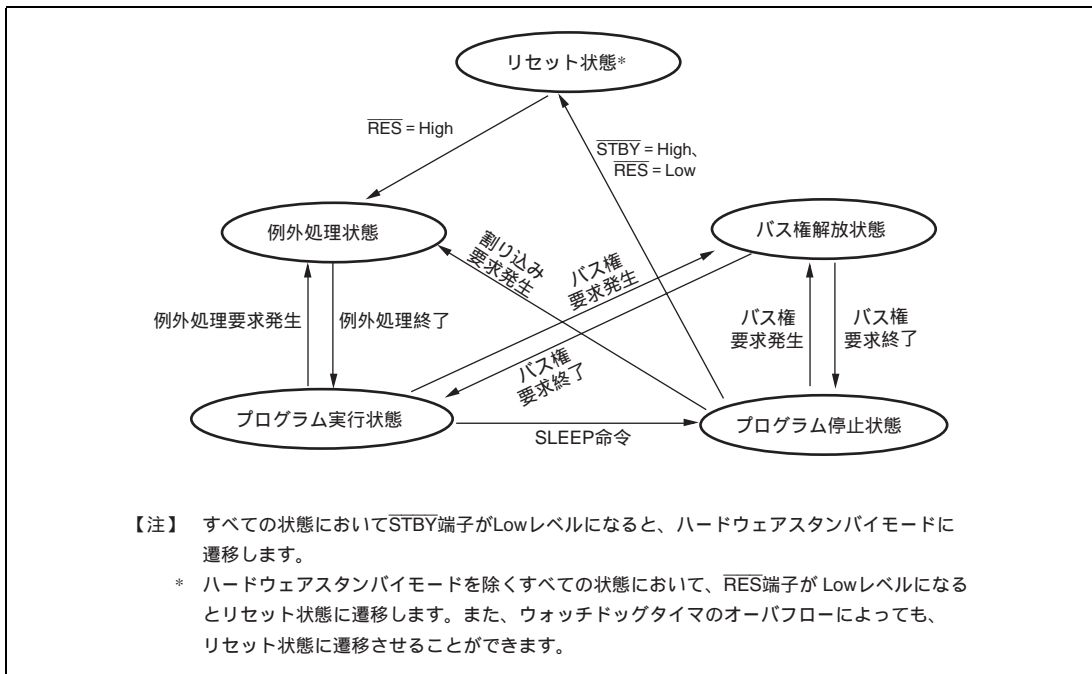


図 2.13 状態遷移図

## 2.9 使用上の注意事項

### 2.9.1 ビット操作命令使用上の注意事項

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。



## 3. MCU 動作モード

### 3.1 動作モードの選択

本 LSI は、動作モード 7 のアドバンストシングルチップモードのみサポートしています。動作モードはモード端子 (MD2 ~ MD0) の設定で決まります。モード 7 以外は本 LSI では使用できません。したがって、表 3.1 のようにモード端子はすべて High レベルに固定してください。また、モード端子は動作中に変化させないでください。

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	外部データバス	
							初期値	最大値
7	1	1	1	アドバンストモード	シングルチップモード	有効	-	-

### 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)

#### 3.2.1 モードコントロールレジスタ (MDCR)

MDCR は本 LSI 本の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		1	R/W	リザーブビット ライト時は必ず 1 としてください。
6~3		すべて 0		リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。
2	MDS2	*	R	モードセレクト 2~0 モード端子 (MD2 ~ MD0) の入力レベルを反映した値 (現在の動作モード) を示しています。MDS2 ~ MDS0 ビットは MD2 ~ MD0 端子にそれぞれ対応します。これらのビットはリード専用でライトは無効です。MDCR をリードすると、モード端子 (MD2 ~ MD0) の入力レベルがこれらのビットにラッチされません。このラッチはリセットで解除されます。
1	MDS1	*	R	
0	MDS0	*	R	

【注】 \* MD2 ~ MD0 端子の設定により決定されます。

### 3. MCU 動作モード

#### 3.2.2 システムコントロールレジスタ (SYSCR)

SYSCR は、MAC 命令の飽和演算の選択、割り込み制御モードの選択、NMI の検出エッジの選択、内蔵 RAM の有効 / 無効の選択を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MACS	0	R/W	MAC サチュレーション MAC 命令の飽和演算、非飽和演算を選択します。 0 : 非飽和演算 1 : 飽和演算
6		0		リザーブビット リードすると、常に 0 がリードされます。ライトは無効です。
5	INTM1	0	R/W	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 : 設定禁止 10 : 割り込み制御モード 2 11 : 設定禁止
4	INTM0	0	R/W	
3	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 入力の立ち下がり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
2		0		リザーブビット
1		0		リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。
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。RAME ビットはリセットを解除したとき初期化されます。 0 : 内蔵 RAM 無効 1 : 内蔵 RAM 有効

### 3.3 各動作モードの説明

CPU はアドバンスモードで、アドレス空間は 16M バイトです。内蔵 ROM が有効となり、外部アドレスは使用できません。すべての I/O ポートを入出力ポートとして使用できます。

#### 3.3.1 端子機能

モード 7 における端子機能の一覧を表 3.2 に示します。

表 3.2 各動作モードにおける端子機能

ポート		モード 7
ポート 1		P
ポート A	PA3 ~ PA0	P
ポート B		P
ポート C		P
ポート D		P
ポート F	PF7	P* / C
	PF6 ~ PF0	P

【記号説明】

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

### 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。

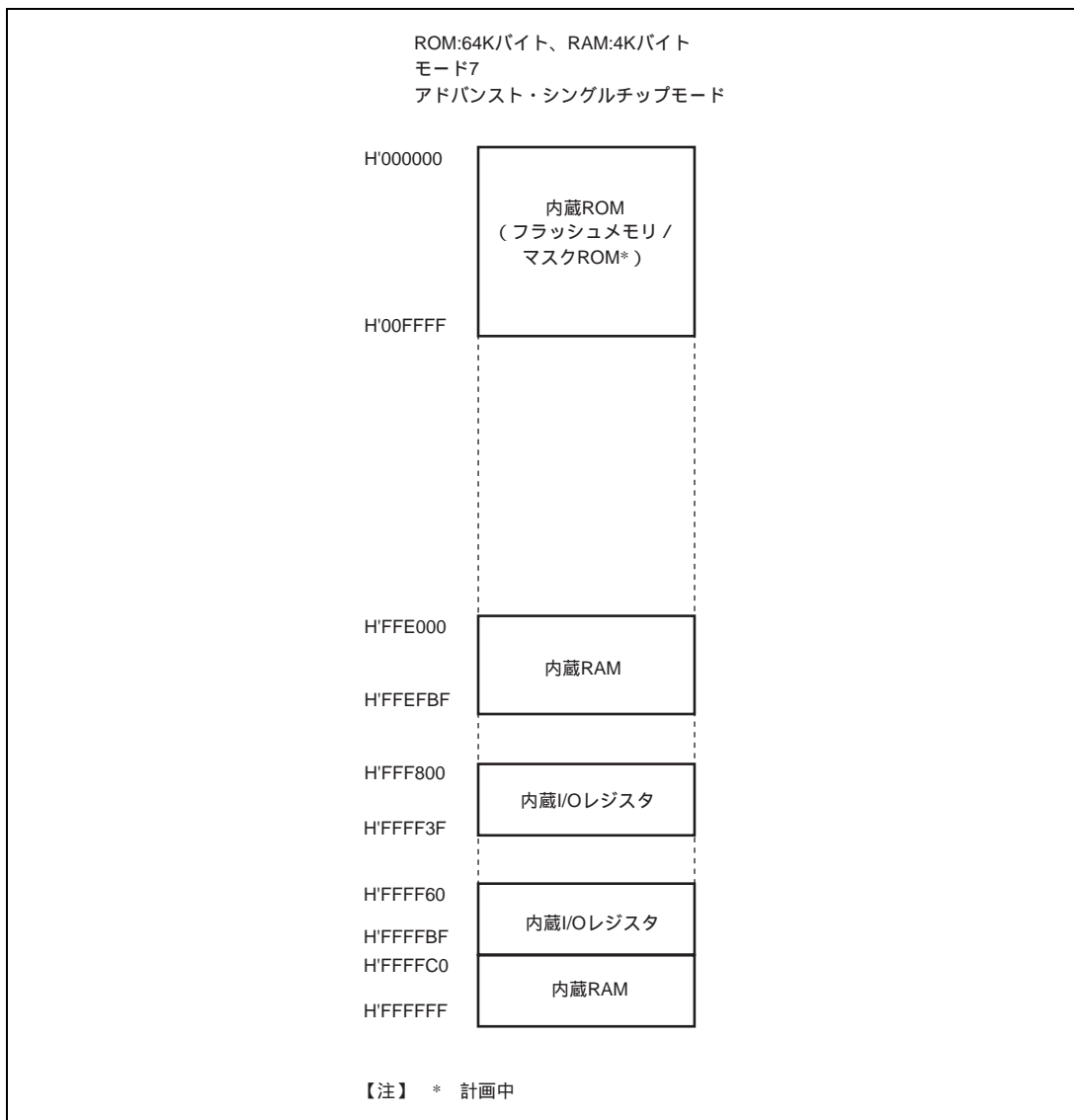


図 3.1 アドレスマップ

---

## 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、トレース、割り込み、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 のように優先順位が設けられており、複数の例外処理要因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ます。例外処理は割り込み制御モードによって、例外処理要因やスタックの構造、CPU の動作が異なります。割り込み制御モードの詳細については、「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

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。RES 端子が Low レベルのときリセット状態になります。
	トレース* <sup>1</sup>	EXR のトレース (T) ビット = 1 の状態で、命令または例外処理の実行終了時に開始します。
	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。
	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。* <sup>2</sup>
	トラップ命令* <sup>3</sup>	トラップ (TRAPA) 命令の実行により開始します。

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

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

\*3 トラップ命令例外処理は、プログラム実行状態で常に受け付けられます。

## 4. 例外処理

### 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。例外処理要因とベクタアドレスとの対応を表 4.2 に示します。製品によって使用できるモードが異なりますので、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。

表 4.2 例外処理ベクタテーブル

例外処理要因	ベクタ番号	ベクタアドレス* <sup>1</sup>	
		ノーマルモード* <sup>2</sup>	アドバンスモード
パワーオンリセット	0	H'0000 ~ H'0001	H'0000 ~ H'0003
マニュアルリセット* <sup>2</sup>	1	H'0002 ~ H'0003	H'0004 ~ H'0007
システム予約	2	H'0004 ~ H'0005	H'0008 ~ H'000B
	3	H'0006 ~ H'0007	H'000C ~ H'000F
	4	H'0008 ~ H'0019	H'0010 ~ H'0013
トレース	5	H'000A ~ H'000B	H'0014 ~ H'0017
割り込み（直接遷移）	6	H'000C ~ H'000D	H'0018 ~ H'001B
割り込み（NMI）	7	H'000E ~ H'000F	H'001C ~ H'001F
トラップ命令（#0）	8	H'0010 ~ H'0011	H'0020 ~ H'0023
トラップ命令（#1）	9	H'0012 ~ H'0013	H'0024 ~ H'0027
トラップ命令（#2）	10	H'0014 ~ H'0015	H'0028 ~ H'002B
トラップ命令（#3）	11	H'0016 ~ H'0017	H'002C ~ H'002F
システム予約	12	H'0018 ~ H'0019	H'0030 ~ H'0033
	13	H'001A ~ H'001B	H'0034 ~ H'0037
	14	H'001C ~ H'001D	H'0038 ~ H'003B
	15	H'001E ~ H'001F	H'003C ~ H'003F
外部割り込み IRQ0	16	H'0020 ~ H'0021	H'0040 ~ H'0043
外部割り込み IRQ1	17	H'0022 ~ H'0023	H'0044 ~ H'0047
外部割り込み IRQ2	18	H'0024 ~ H'0025	H'0048 ~ H'004B
外部割り込み IRQ3	19	H'0026 ~ H'0027	H'004C ~ H'004F
外部割り込み IRQ4	20	H'0028 ~ H'0029	H'0050 ~ H'0053
外部割り込み IRQ5	21	H'002A ~ H'002B	H'0054 ~ H'0057
システム予約	22	H'002C ~ H'002D	H'0058 ~ H'005B
	23	H'002E ~ H'002F	H'005C ~ H'005F
内部割り込み* <sup>3</sup>	24	H'0030 ~ H'0031	H'0060 ~ H'0063
	127	H'00FE ~ H'00FF	H'01FC ~ H'01FF

【注】 \*1 先頭アドレスの下位 16 ビットを示しています。

\*2 本 LSI では使用できません。

\*3 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。

## 4.3 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 9 章 ウォッチドッグタイマ (WDT)」を参照してください。リセット直後は割り込み制御モードは 0 になっています。

### 4.3.1 リセット例外処理

$\overline{\text{RES}}$  端子が一定期間 Low レベルのあと 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、EXR の T ビットは 0 にクリアされ、EXR、CCR の I ビットが 1 にセットされます。
2. リセット例外処理ベクタアドレスをリードして PC に転送したあと、PC で示されるアドレスからプログラムの実行を開始します。

リセットシーケンスの例を図 4.1、図 4.2 に示します。

#### 4. 例外処理

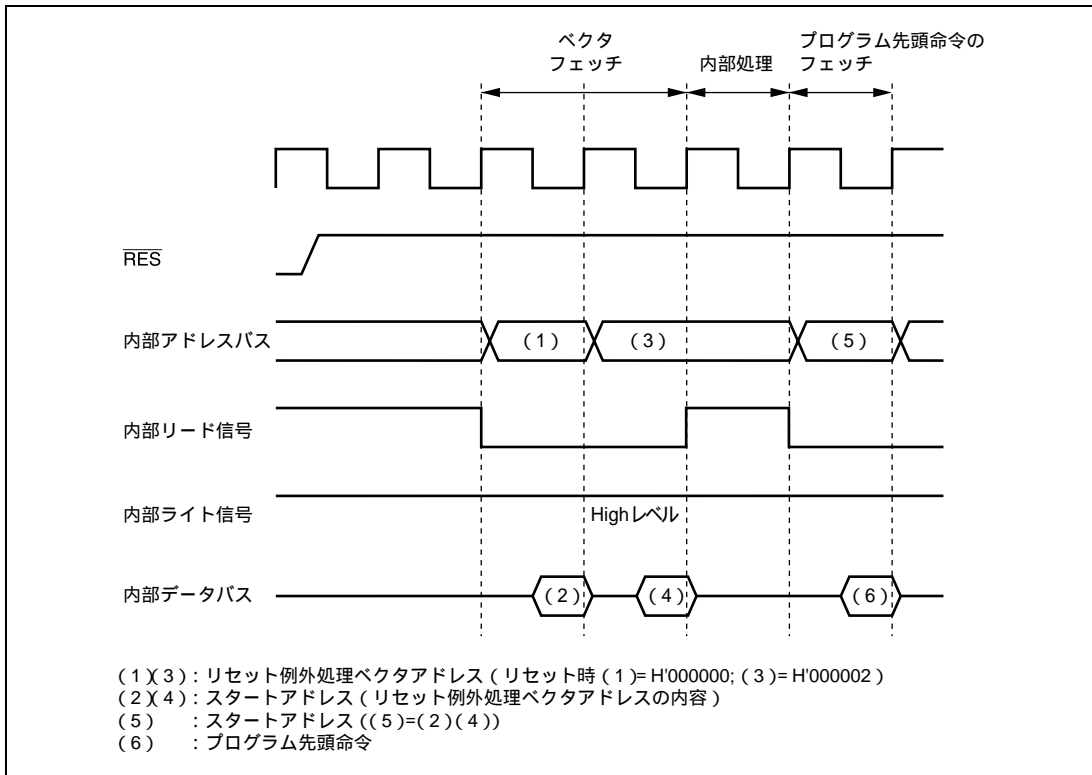


図 4.1 リセットシーケンス (アドバンストモード / 内蔵 ROM 有効)



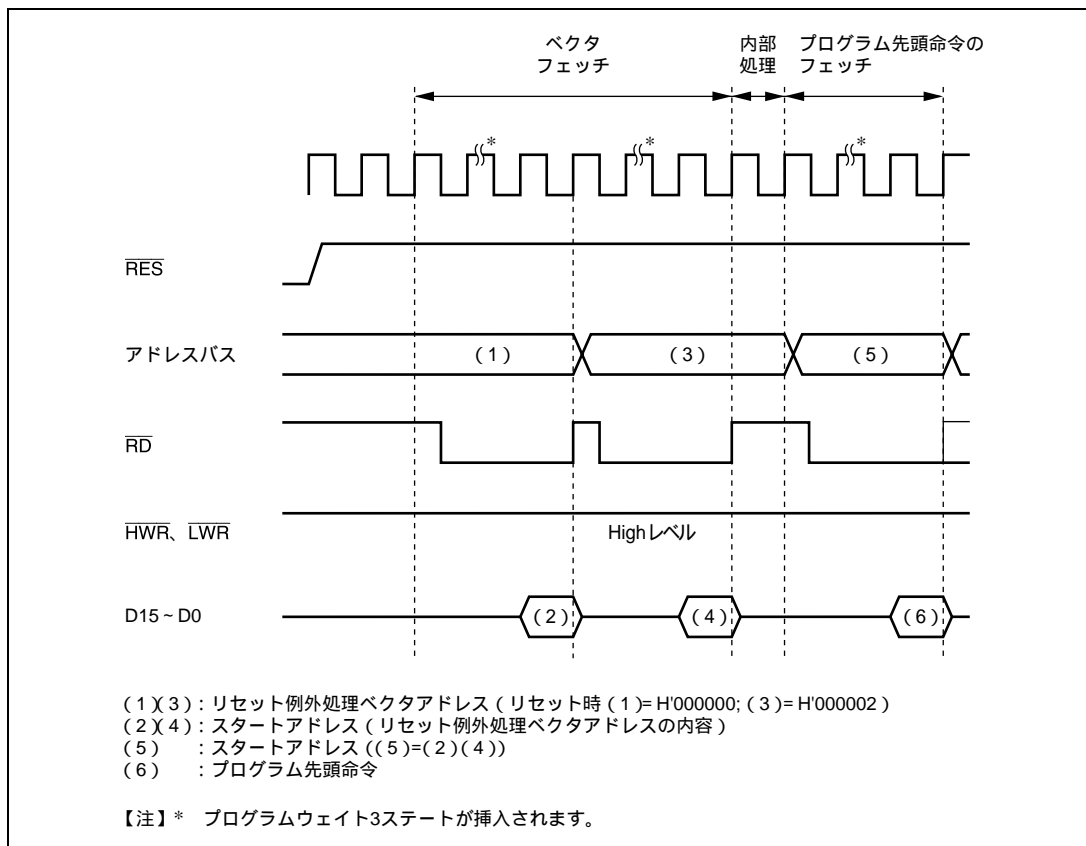


図 4.2 リセットシーケンス (アドバンスモード/内蔵 ROM 無効: 本 LSI では使用できません)

### 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、MSTPCRA ~ MSTPCRC は H'3F、H'FF、H'FF に初期化され、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。

## 4.4 トレース例外処理

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

EXRのTビットを1にセットすると、トレースモードになります。トレースモードではCPUが命令を実行するたびにトレース例外処理を開始します。トレース例外処理はCCRの割り込みマスクビットの影響を受けません。表4.3にトレース例外処理後のCCR、EXRの状態を示します。トレース例外処理によってEXRのTビットが0にクリアされてトレースモードが解除されますが、スタックに退避されたTビットは1を保持しており、RTE命令によってトレース例外処理ルーチンから復帰したあとは再びトレースモードになります。RTE命令の実行ではトレース例外処理を行いません。

トレース例外処理ルーチンでも割り込みを受け付けます。

表 4.3 トレース例外処理後の CCR、EXR の状態

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

### 【記号説明】

- 1 : 1にセットされます。
- 0 : 0にクリアされます。
- : 実行前の値が保持されます。

## 4.5 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。割り込み制御には、2つの割り込み制御モードがあり、NMI以外の割り込みに8レベルの優先順位/マスクレベルを設定して、多重割り込みの制御を行うことができます。割り込み例外処理を開始させる要因とベクタアドレスは製品によって異なります。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。

割り込み例外処理は、次のように動作します。

1. プログラムカウンタ(PC)とコンディションコードレジスタ(CCR)、エクステンドレジスタ(EXR)の内容をスタックに退避します。
2. 割り込みマスクビットを更新し、Tビットを0にクリアします。
3. 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。

## 4.6 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)、エクステンドレジスタ (EXR) の内容をスタックに退避します。
2. 割り込みマスクビットを更新し、Tビットを0にクリアします。
3. 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、EXR の状態を示します。

表 4.4 トラップ命令例外処理後の CCR、EXR の状態

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

【記号説明】

- 1 : 1 にセットされます。
- 0 : 0 にクリアされます。
- : 実行前の値が保持されます。

## 4.7 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 4.3 に示します。

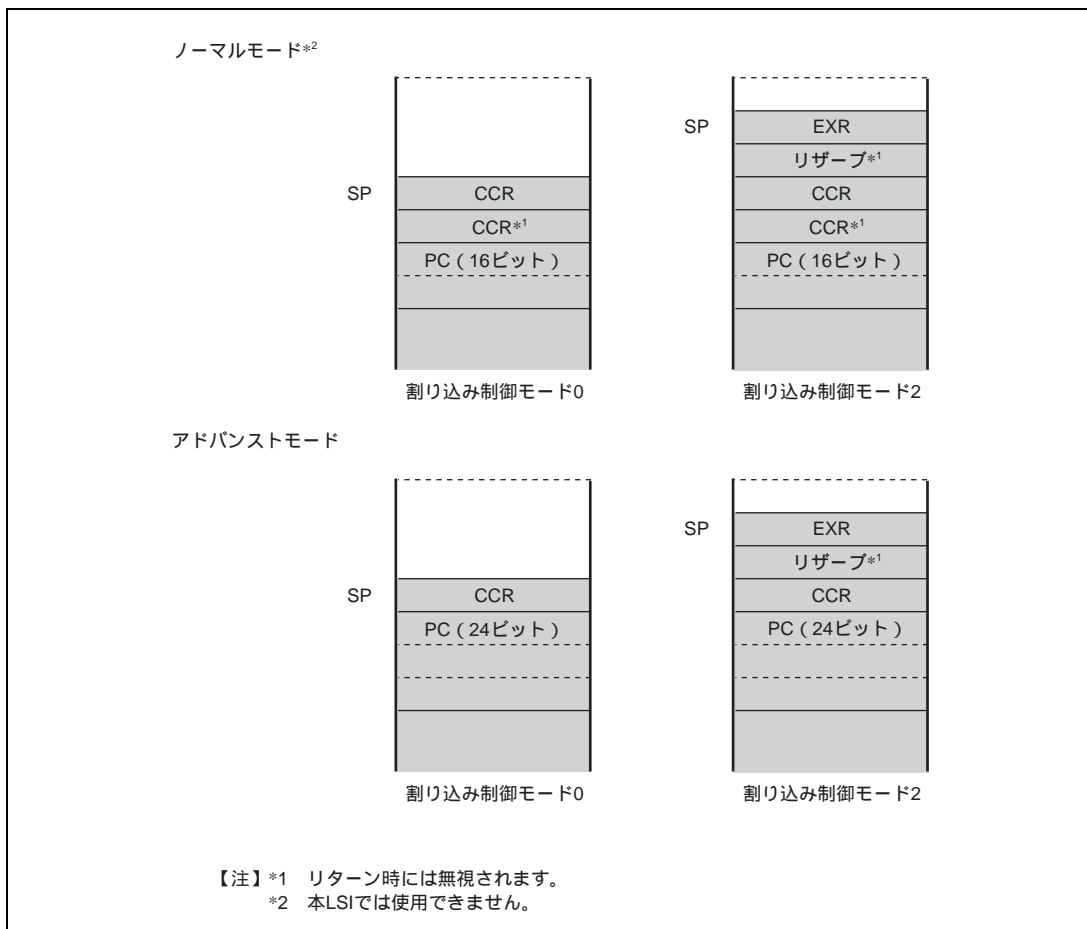


図 4.3 例外処理終了後のスタックの状態

## 4.8 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 を奇数に設定した場合の動作例を図 4.4 に示します。

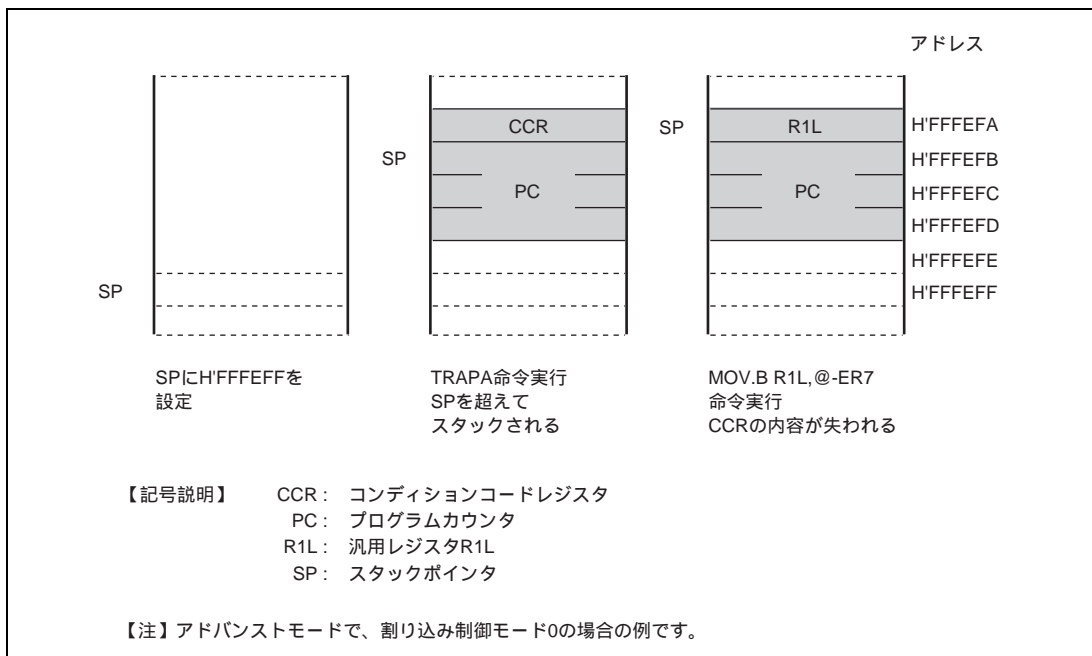


図 4.4 SP を奇数に設定したときの動作



---

## 5. 割り込みコントローラ

---

### 5.1 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サポートしています。
- IPRにより、優先順位を設定可能  
インタラプトプライオリティレジスタ (IPR) により、NMI以外の割り込み要求にはモジュールごとに8レベルの優先順位を設定できます。NMIは、最優先のレベル8の割り込み要求として、常に受け付けられます。
- 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。
- 7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。IRQ5 ~ IRQ0は立ち下がりエッジ、立ち上がりエッジ、両エッジ、レベルセンスのいずれかをそれぞれ独立に選択できます。

## 5. 割り込みコントローラ

割り込みコントローラのブロック図を図 5.1 に示します。

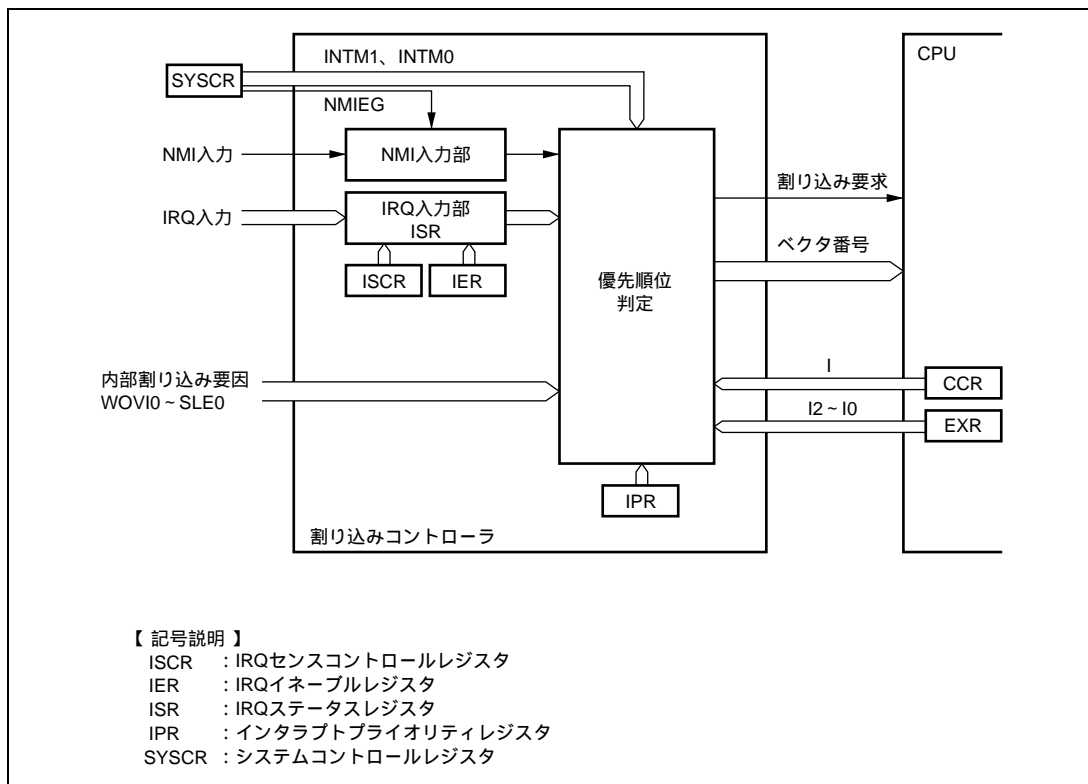


図 5.1 割り込みコントローラのブロック図

## 5.2 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

名 称	入出力	機 能
NMI	入力	ノンマスク外部割り込み端子 立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジを選択可能。
IRQ5	入力	マスク可能な外部割り込み端子
IRQ4	入力	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。
IRQ3	入力	
IRQ2	入力	
IRQ1	入力	
IRQ0	入力	



### 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) 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。

- システムコントロールレジスタ (SYSCR)
- IRQセンスコントロールレジスタH (ISCRH)
- IRQセンスコントロールレジスタL (ISCRL)
- IRQイネーブルレジスタ (IER)
- IRQステータスレジスタ (ISR)
- インタラプトプライオリティレジスタA (IPRA)
- インタラプトプライオリティレジスタB (IPRB)
- インタラプトプライオリティレジスタD (IPRD)
- インタラプトプライオリティレジスタE (IPRE)
- インタラプトプライオリティレジスタF (IPRF)
- インタラプトプライオリティレジスタG (IPRG)
- インタラプトプライオリティレジスタH (IPRH)
- インタラプトプライオリティレジスタJ (IPRJ)
- インタラプトプライオリティレジスタK (IPRK)
- インタラプトプライオリティレジスタM (IPRM)

## 5. 割り込みコントローラ

### 5.3.1 インタラプトプライオリティレジスタ A、B、D~H、J、K、M (IPRA、IPRB、IPRD~IPRH、IPRJ、IPRK、IPRM)

IPR は 8 ビットのリード/ライト可能な 10 本のレジスタで、NMI を除く割り込み要因の優先順位 (レベル 7 ~ 0) を設定します。各割り込み要因と IPR の対応については表 5.2 を参照してください。ビット 6~4、ビット 2~0 の各 3 ビットに H'0 から H'7 の範囲の値を設定することによって、対応する割り込み要求の優先順位が決まります。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7		0		リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。
6	IPR6	1	R/W	対応する割り込み要因の優先順位を設定します。 000: 優先レベル 0 (最低) 001: 優先レベル 1 010: 優先レベル 2 011: 優先レベル 3 100: 優先レベル 4 101: 優先レベル 5 110: 優先レベル 6 111: 優先レベル 7 (最高)
5	IPR5	1	R/W	
4	IPR4	1	R/W	
3		0		リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。
2	IPR2	1	R/W	対応する割り込み要因の優先順位を設定します。 000: 優先レベル 0 (最低) 001: 優先レベル 1 010: 優先レベル 2 011: 優先レベル 3 100: 優先レベル 4 101: 優先レベル 5 110: 優先レベル 6 111: 優先レベル 7 (最高)
1	IPR1	1	R/W	
0	IPR0	1	R/W	

### 5.3.2 IRQ イネーブルレジスタ (IER)

IER は、IRQ5 ~ IRQ0 割り込み要求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		0	R/W	リザーブビット
6		0	R/W	ライト時は必ず 0 としてください。
5	IRQ5E	0	R/W	IRQ5 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ5 割り込み要求がイネーブルになります。
4	IRQ4E	0	R/W	IRQ4 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ4 割り込み要求がイネーブルになります。
3	IRQ3E	0	R/W	IRQ3 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ3 割り込み要求がイネーブルになります。
2	IRQ2E	0	R/W	IRQ2 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ2 割り込み要求がイネーブルになります。
1	IRQ1E	0	R/W	IRQ1 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ1 割り込み要求がイネーブルになります。
0	IRQ0E	0	R/W	IRQ0 イネーブル このビットが 1 のとき IRQ0 割り込み要求がイネーブルになります。

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

ISCR は、 $\overline{\text{IRQ5}} \sim \overline{\text{IRQ0}}$  端子から割り込み要求を発生させる要因を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15 ~ 12		0	R/W	リザーブビット ライト時は必ず 0 としてください。
11	IRQ5SCB	0	R/W	IRQ5 センスコントロール B
10	IRQ5SCA	0	R/W	IRQ5 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ5}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ5}}$ 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
9	IRQ4SCB	0	R/W	IRQ4 センスコントロール B
8	IRQ4SCA	0	R/W	IRQ4 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ4}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生

## 5. 割り込みコントローラ

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	IRQ3SCB	0	R/W	IRQ3 センスコントロール B IRQ3 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ3}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ3}}$ 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
6	IRQ3SCA	0	R/W	
5	IRQ2SCB	0	R/W	IRQ2 センスコントロール B IRQ2 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ2}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ2}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ2}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ2}}$ 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
4	IRQ2SCA	0	R/W	
3	IRQ1SCB	0	R/W	IRQ1 センスコントロール B IRQ1 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ1}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ1}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ1}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ1}}$ 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
2	IRQ1SCA	0	R/W	
1	IRQ0SCB	0	R/W	IRQ0 センスコントロール B IRQ0 センスコントロール A 00: $\overline{\text{IRQ0}}$ 入力の Low レベルで割り込み要求を発生 01: $\overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち下がりエッジで割り込み要求を発生 10: $\overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち上がりエッジで割り込み要求を発生 11: $\overline{\text{IRQ0}}$ 入力の立ち下がり、立ち上がりの両エッジで割り込み要求を発生
0	IRQ0SCA	0	R/W	

### 5.3.4 IRQ ステータスレジスタ (ISR)

ISR は、IRQ5 ~ IRQ0 割り込み要求フラグレジスタです。

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	ライト時は必ず 0 としてください。
5	IRQ5F	0	R/W	[セット条件] • ISCR で選択した割り込み要因が発生したとき [クリア条件] • 1 の状態をリードしたあと、0 をライトしたとき • Low レベル検出設定の状態かつ $\overline{\text{IRQn}}$ 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 • 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 (n=5~0)
4	IRQ4F	0	R/W	
3	IRQ3F	0	R/W	
2	IRQ2F	0	R/W	
1	IRQ1F	0	R/W	
	IRQ0F	0	R/W	
0	IRQ0F	0	R/W	

## 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、IRQ5～IRQ0の7要因があります。このうち、外部割り込みはソフトウェアスタンバイモードからの復帰に使用できます。

#### (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) IRQ5～IRQ0 割り込み

IRQ5～IRQ0 割り込みは  $\overline{\text{IRQ}}5 \sim \overline{\text{IRQ}}0$  端子の入力信号により割り込み要求を発生します。IRQ5～IRQ0 割り込みには以下の特長があります。

- $\overline{\text{IRQ}}5 \sim \overline{\text{IRQ}}0$  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。
- IRQ5～IRQ0 割り込み要求は IER によりマスクできます。
- IPR により割り込みプライオリティレベルを設定できます。
- IRQ5～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。

IRQ5～IRQ0 割り込みの検出は、当該の端子が入力に設定されているか、出力に設定されているかに依存しません。したがって、外部割り込み入力端子として使用する場合には、対応する DDR を 0 にクリアしてそのほかの機能の入出力端子としては使用しないでください。

IRQ5～IRQ0 割り込みのブロック図を図 5.2 に示します。

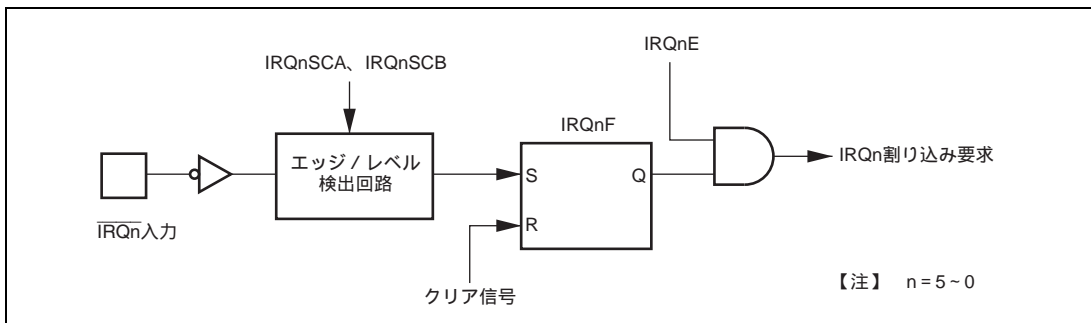


図 5.2 IRQ5～IRQ0 割り込みのブロック図



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*	IPR	優先 順位
			アドバンスト モード		
TPU チャンネル 2	TGI2A	44	H'00B0	IPRG6 ~ IPRG4	高 ↑
	TGI2B	45	H'00B4		
	TCI2V	46	H'00B8		
	TCI2U	47	H'00BC		
TPU チャンネル 3	TGI3A	48	H'00C0	IPRG2 ~ IPRG0	
	TGI3B	49	H'00C4		
	TGI3C	50	H'00C8		
	TGI3D	51	H'00CC		
	TCI3V	52	H'00D0		
TPU チャンネル 4	TGI4A	56	H'00E0	IPRH6 ~ IPRH4	
	TGI4B	57	H'00E4		
	TCI4V	58	H'00E8		
	TCI4U	59	H'00EC		
TPU チャンネル 5	TGI5A	60	H'00F0	IPRH2 ~ IPRH0	
	TGI5B	61	H'00F4		
	TCI5V	62	H'00F8		
	TCI5U	63	H'00FC		
SCI チャンネル 0	ERI0	80	H'0140	IPRJ2 ~ IPRJ0	
	RXI0	81	H'0144		
	TXI0	82	H'0148		
	TEI0	83	H'014C		
SCI チャンネル 1	ERI1	84	H'0150	IPRK6 ~ IPRK4	
	RXI1	85	H'0154		
	TXI1	86	H'0158		
	TEI1	87	H'015C		
SCI チャンネル 2	ERI2	88	H'0160	IPRK2 ~ IPRK0	
	RXI2	89	H'0164		
	TXI2	90	H'0168		
	TEI2	91	H'016C		
HCAN	ERS0、OVR0	104	H'01A0	IPRM6 ~ IPRM4	
	RM0	105	H'01A4		
	RM1	106	H'01A8		
	SLE0	107	H'01AC		
-	システム予約	111	H'01BC	IPRM2 ~ IPRM0	低

【注】\* 先頭アドレスの下位 16 ビットを示しています。

## 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2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。割り込み制御モードの選択はSYSCRで行います。表5.3に割り込み制御モード0と割り込み制御モード2の相違点を示します。

表 5.3 割り込み制御モード

割り込み制御モード	割り込み優先順位	割り込みマスクビット	説明
0	デフォルト	1	各割り込み要因の優先順位はデフォルトで固定されています。 NMIを除く割り込み要因は1ビットによりマスクされます。
2	IPR	12~10	IPRによりNMIを除く各割り込み要因に8レベルの優先順位を設定できます。 12~10ビットにより、8レベルの割り込みマスク制御を行います。

### 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を除く割り込み要求はCPUのCCRの1ビットによってマスクされます。割り込み受け付け動作のフローチャートを図5.3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. CPU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以外の割り込み要求を保留します。Iビットがクリアされているときは割り込み要求を受け付けます。
3. 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。
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あと、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。



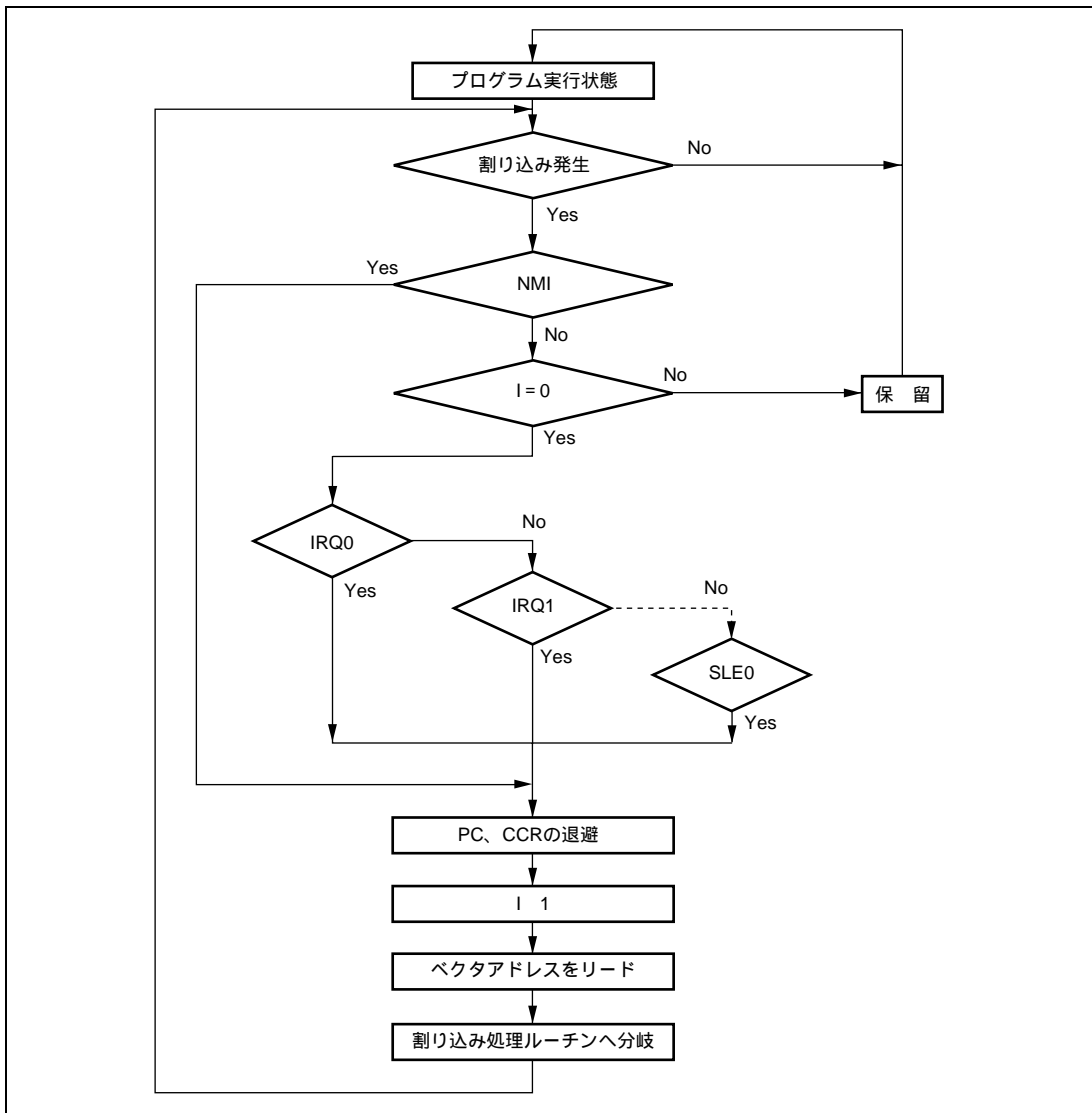


図 5.3 割り込み制御モード 0 の割り込み受け付けまでのフロー

## 5. 割り込みコントローラ

---

### 5.6.2 割り込み制御モード 2

割り込み制御モード 2 では NMI を除く割り込み要求は CPU の EXR の割り込みマスクレベル( I2 ~ I0 ビット ) と IPR との比較によって 8 レベルのマスク制御を行います。割り込み受け付け動作のフローチャートを図 5.4 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. 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 IPR に設定された割り込みプライオリティレベルに従って最も優先度の高い割り込みを選択し、それより低位の割り込み要求は保留します。プライオリティレベルが同一の場合は表 5.3 に示すデフォルトの優先順位に従って割り込み要求を選択します。
3. その後、選択した割り込み要求の優先順位と EXR の割り込みマスクレベルとを比較します。設定されていたマスクレベル以下であれば保留し、割り込みマスクレベルより優先順位が高ければ CPU に対して割り込み処理を要求します。
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あと、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、CCR および EXR 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. EXR の T ビットが 0 にクリアされます。割り込みマスクレベルは受け付けた割り込みのプライオリティレベルに書き換えられます。受け付けた割り込みが NMI のときは割り込みマスクレベルは H'7 に設定されません。
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。

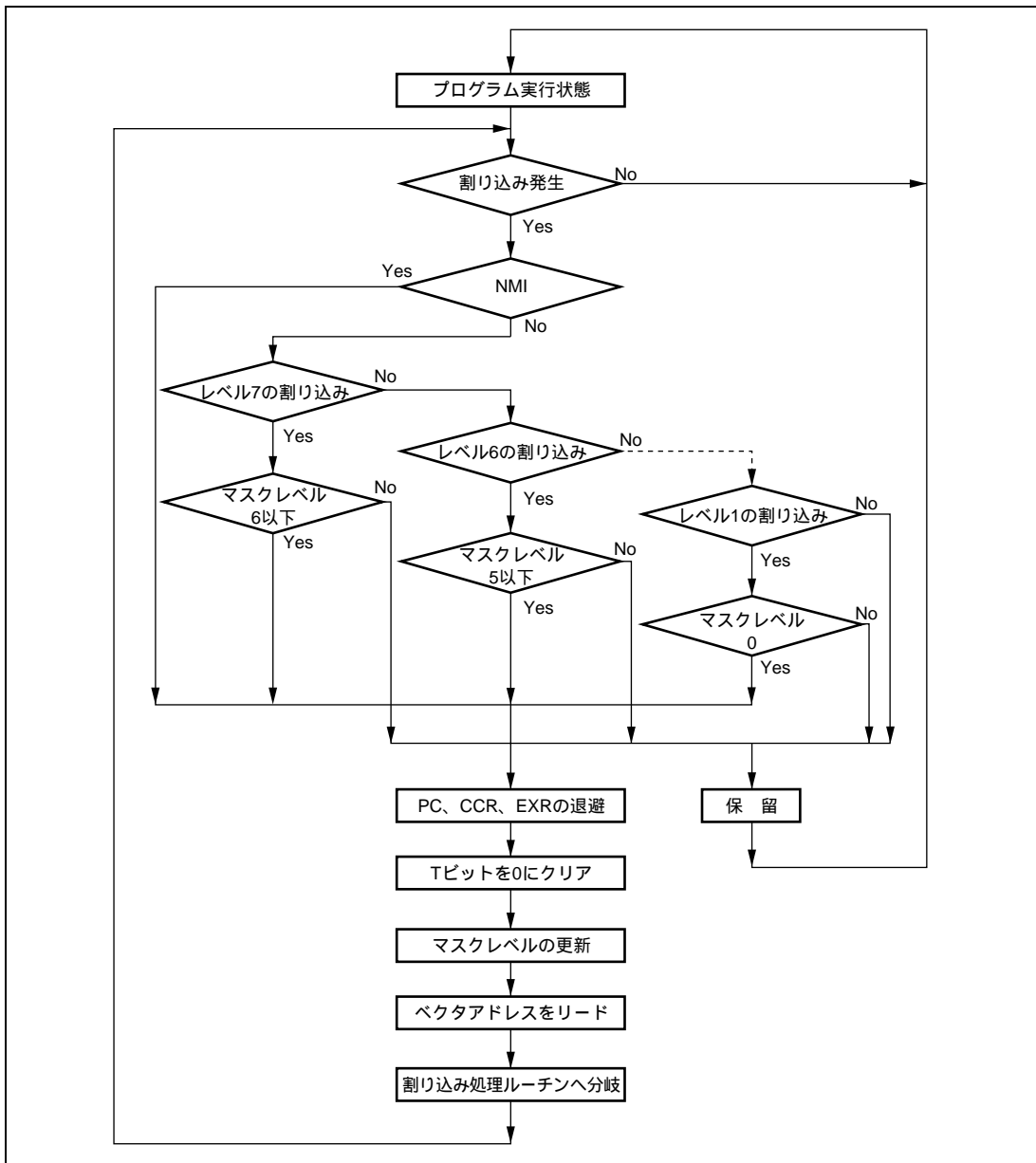


図 5.4 割り込み制御モード 2 の割り込み受け付けまでのフロー

## 5. 割り込みコントローラ

### 5.6.3 割り込み例外処理シーケンス

図 5.5 に、割り込み例外処理シーケンスを示します。アドバンスモードで割り込み制御モード 0、プログラム領域およびスタック領域が内蔵メモリの場合の例です。

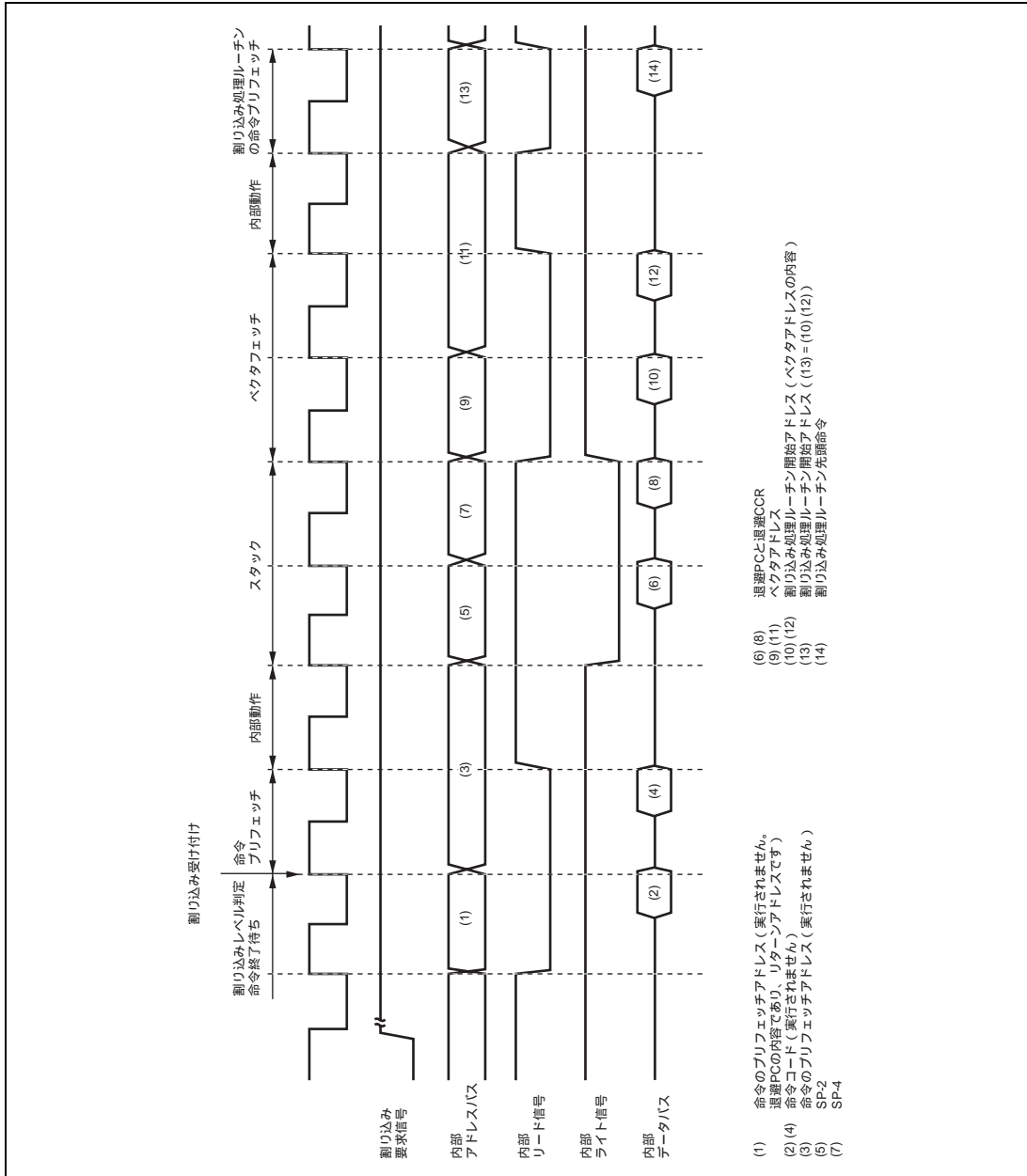


図 5.5 割り込み例外処理

### 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 5.4 に示します。表 5.4 の実行状態の記号については表 5.5 を参照してください。本 LSI は内蔵メモリに対して高速ワードアクセスが可能のため、プログラム領域を内蔵 ROM、スタック領域を内蔵 RAM に設けることで処理速度の向上が図れます。

表 5.4 割り込み応答時間

No.	実行状態	ノーマルモード*5		アドバンスモード	
		割り込み制御 モード 0	割り込み制御 モード 2	割り込み制御 モード 0	割り込み制御 モード 2
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ステート数*2	$1 \sim 19 + 2 \cdot S_i$			
3	PC、CCR および EXR のスタック	$2 \cdot S_k$	$3 \cdot S_k$	$2 \cdot S_k$	$3 \cdot S_k$
4	ベクタフェッチ	$S_i$		$2 \cdot S_i$	
5	命令フェッチ*3	$2 \cdot S_i$			
6	内部処理*4	2			
合計（内蔵メモリ使用時）		11 ~ 31	12 ~ 32	12 ~ 32	13 ~ 33

- 【注】 \*1 内部割り込みの場合 2 ステートとなります。  
 \*2 MULXS、DIVXS 命令について示しています。  
 \*3 割り込み受け付け後のプリフェッチおよび割り込み処理ルーチンのプリフェッチです。  
 \*4 割り込み受け付け後の内部処理およびベクタフェッチ後の内部処理です。  
 \*5 本 LSI では使用できません。

表 5.5 割り込み例外処理の実行状態のステート数

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

## 【記号説明】

m : 外部デバイスアクセス時のウェイトステート数

- 【注】 \* 本 LSI では使用できません。

## 5.7 使用上の注意事項

### 5.7.1 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 命令など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。TPU の TIER\_0 の TCIEV を 0 にクリアする場合の例を図 5.6 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。

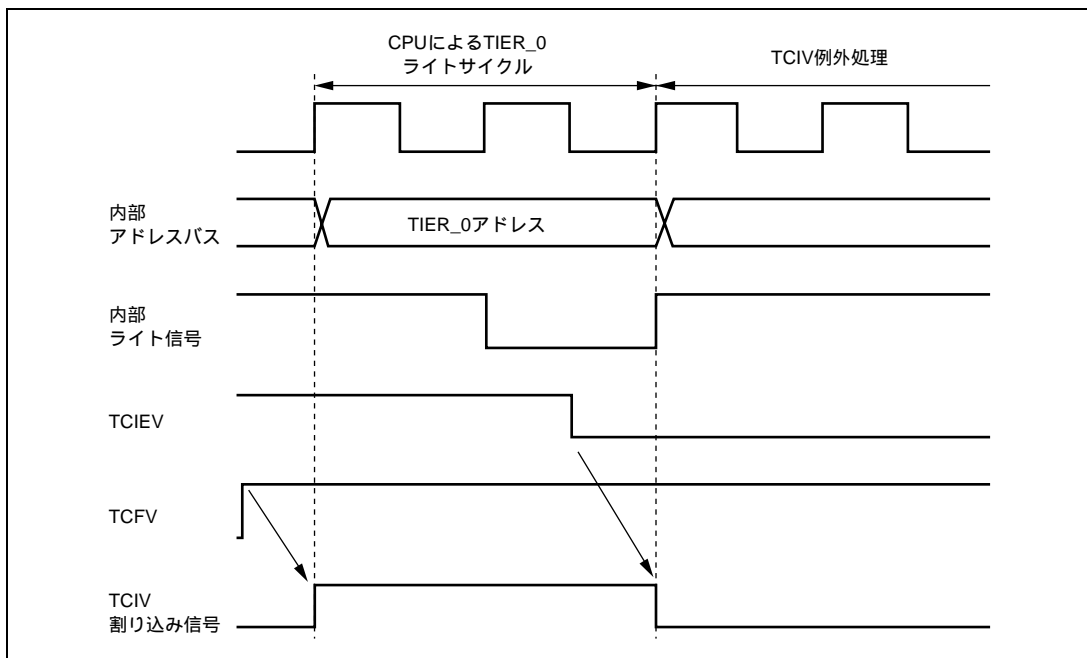


図 5.6 割り込みの発生とディスエーブルの競合

## 5.7.2 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。

## 5.7.3 割り込み禁止期間

割り込みコントローラには割り込み要求の受け付けを禁止している期間があります。CPU が LDC、ANDC、ORC、XORC 命令によってマスクレベルを更新した後の 3 ステート期間は、割り込みコントローラは割り込み要求を受け付けません。

## 5.7.4 EEPMOV 命令実行中の割り込み

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

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

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

## 5.7.5 IRQ 割り込みについて

クロック動作時、IRQ はクロック同期で入力を受け付けます。ソフトウェアスタンバイ時は非同期で入力を受け付けます。入力条件については「18.3.2 制御信号タイミング」を参照してください。





## 6. バスコントローラ

CPU はシステムクロック ( ) を基準に動作します。メモリサイクルまたはバスサイクルはバスコントローラによって制御され、内蔵メモリ、内蔵周辺モジュールによってそれぞれ異なるアクセスを行います。

### 6.1 基本動作タイミング

の立ち上がりから次の立ち上がりまでの 1 単位をステートと呼びます。メモリサイクルまたはバスサイクルは 1、2 または 3、4 ステートで構成され、内蔵メモリ、内蔵周辺モジュールによってそれぞれ異なるアクセスを行います。

#### 6.1.1 内蔵メモリアクセスタイミング (ROM、RAM)

内蔵メモリのアクセスは 1 ステートアクセスを行います。このとき、データバス幅は 16 ビットで、バイトおよびワードサイズアクセスが可能です。内蔵メモリアクセスサイクルを図 6.1 に示します。

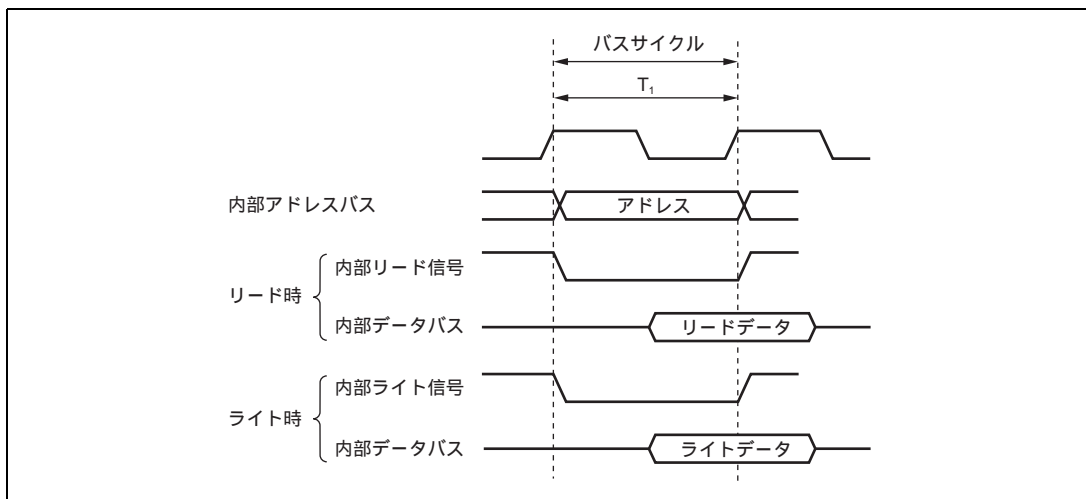


図 6.1 内蔵メモリアクセスサイクル

### 6.1.2 内蔵周辺モジュールアクセスタイミング

HCAN を除く内蔵周辺モジュールのアクセスは2 ステートで行います。このとき、データバス幅は8 ビットまたは16 ビットで内部 I/O レジスタにより異なります。詳細は「第 17 章 レジスタ一覧」を参照してください。内蔵周辺モジュールアクセスタイミングを図 6.2 に示します。

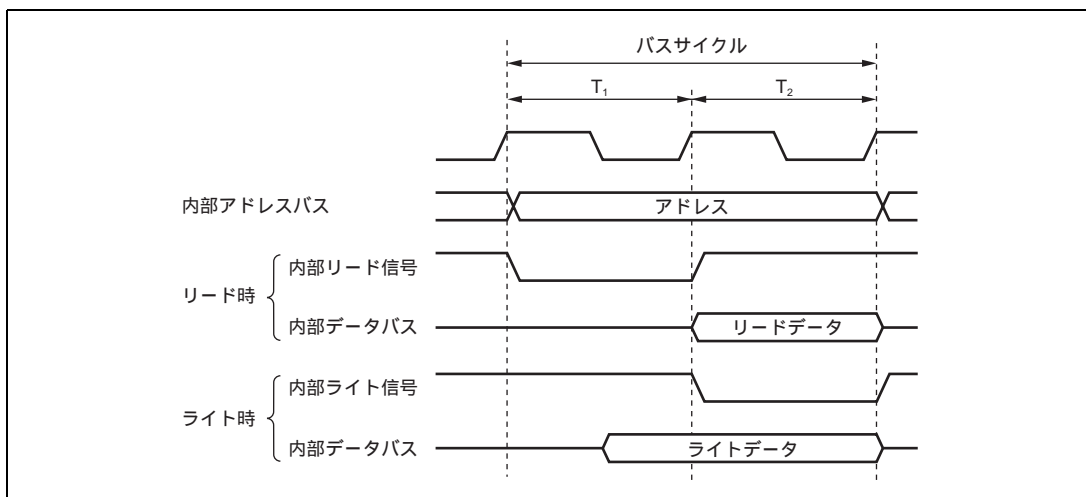


図 6.2 内蔵周辺モジュールアクセスサイクル

### 6.1.3 内蔵 HCAN モジュールアクセスタイミング

内蔵 HCAN モジュールのアクセスは4 ステートで行います。このとき、データバス幅は16 ビットです。また、HCAN からのウェイト要求により、ウェイトステートが挿入されます。内蔵 HCAN モジュールアクセスタイミングを図 6.3 に示します。

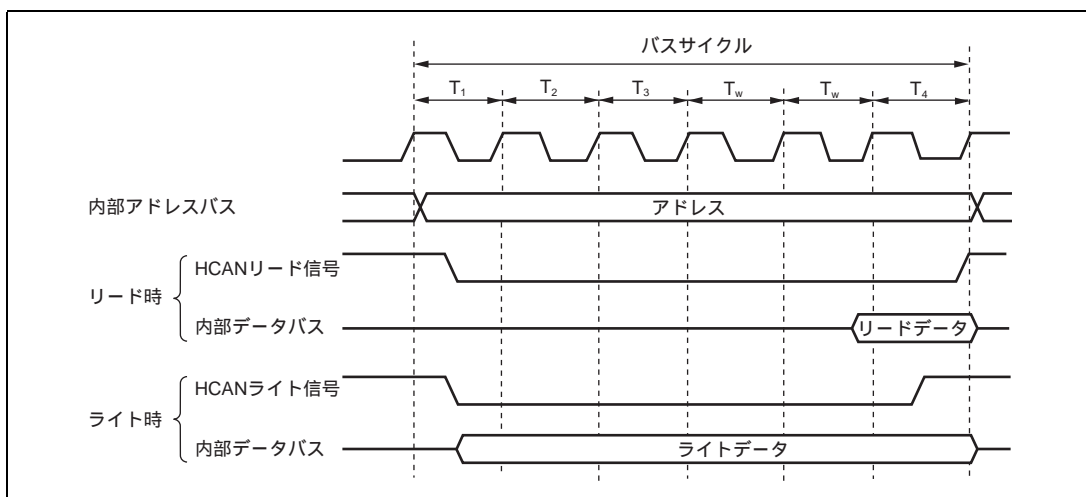


図 6.3 内蔵 HCAN モジュールアクセスサイクル (ウェイトステート有り)

---

## 7. I/O ポート

---

ポート機能一覧を表 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) と端子の状態をリードするポートレジスタ (PORT) から構成されています。入力専用ポートには DR、DDR はありません。

ポート A~D には、入力プルアップ MOS が内蔵されており、入力プルアップ MOS コントロールレジスタ (PCR) で入力プルアップ MOS のオン/オフを制御できます。

ポート A~C にはオープンドレインコントロールレジスタ (ODR) が内蔵されており、出力バッファの PMOS のオン/オフを選択できます。

すべてのポートは 1 個の TTL 負荷と 30pF の容量負荷を駆動することができます。

## 7. I/O ポート

表 7.1 ポートの機能一覧

ポート名	概要	端子名 (兼用端子機能)	入出力形態
ポート 1	TPU 入出力、割り込み入力と兼用汎用入出力ポート	P17/TIOCB2/TCLKD	
		P16/TIOCA2/IRQT	
		P15/TIOCB1/TCLKC	
		P14/TIOCA1/IRQ0	
		P13/TIOCD0/TCLKB	
		P12/TIOCC0/TCLKA	
		P11/TIOCB0	
		P10/TIOCA0	
ポート 4	A/D 変換器のアナログ入力と兼用汎用入力ポート	P47/AN7	
		P46/AN6	
		P45/AN5	
		P44/AN4	
		P43/AN3	
		P42/AN2	
		P41/AN1	
		P40/AN0	
ポート 9	A/D 変換器のアナログ入力と兼用汎用入力ポート	P97/AN15	
		P96/AN14	
		P95/AN13	
		P94/AN12	
		P93/AN11	
		P92/AN10	
		P91/AN9	
		P90/AN8	
ポート A	SCI_2 の入出力端子と兼用汎用入出力ポート	PA3/SCK2	入力プルアップ MOS 内蔵 ブッシュプル / オープンドレイン出力
		PA2/RxD2	
		PA1/TxD2	
		PA0	
ポート B	TPU_5、TPU_4、TPU_3 入出力と兼用汎用入出力ポート	PB7/TIOCB5	入力プルアップ MOS 内蔵 ブッシュプル / オープンドレイン出力
		PB6/TIOCA5	
		PB5/TIOCB4	
		PB4/TIOCA4	
		PB3/TIOCD3	
		PB2/TIOCC3	
		PB1/TIOCB3	
		PB0/TIOCA3	

ポート名	概要	端子名 (兼用端子機能)	入出力形態他
ポート C	SCI_1、SCI_0 入出力、割り込み入力と兼用汎用入出力ポート	PC7	入力プルアップ MOS 内蔵 プッシュプル/オープンドレイン出力
		PC6	
		PC5/SCK1/IRQ5	
		PC4/RxD1	
		PC3/TxD1	
		PC2/SCK0/IRQ4	
		PC1/RxD0	
		PC0/TxD0	
ポート D	汎用入出力ポート	PD7	入力プルアップ MOS 内蔵
		PD6	
		PD5	
		PD4	
ポート F	割り込み入力、A/D 変換器のスタートトリガ入力およびシステムクロック出力端子 ( ) と兼用汎用入出力ポート	PF7/	
		PF6	
		PF5	
		PF4	
		PF3/ADTRG/IRQ3	
		PF2	
		PF1	
		PF0/IRQ2	

## 7. I/O ポート

---

### 7.1 ポート 1

ポート 1 は 8 ビットの兼用入出力ポートです。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レジスタ (PORT1)

#### 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P17DDR	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	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。
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	

### 7.1.3 ポート 1 レジスタ (PORT1)

PORT1 はポート 1 の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	P17	不定*	R	このレジスタをリードすると、P1DDR がセットされているビットは P1DR の値がリードされます。P1DDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
6	P16	不定*	R	
5	P15	不定*	R	
4	P14	不定*	R	
3	P13	不定*	R	
2	P12	不定*	R	
1	P11	不定*	R	
0	P10	不定*	R	

【注】 \* P17～P10 端子の状態により決定されます。

### 7.1.4 端子機能

ポート 1 は TPU 入出力、割り込み入力と兼用になっています。レジスタの設定値と端子機能の関係は以下のとおりです。

#### • P17/TIOCB2/TCLKD

TPU チャンネル 2 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P17DDR		0	1
端子機能	TIOCB2 出力	P17 入力	P17 出力
		TIOCB2 入力	
		TCLKD 入力	

#### • P16/TIOCA2/IRQT

TPU チャンネル 2 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P16DDR		0	1
端子機能	TIOCA2 出力	P16 入力	P16 出力
		TIOCA2 入力	
		IRQT 入力	

#### • P15/TIOCB1/TCLKC

TPU チャンネル 1 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P15DDR		0	1
端子機能	TIOCB1 出力	P15 入力	P15 出力
		TIOCB1 入力	
		TCLKC 入力	

【注】 \* TPU チャンネルの設定は「第 8 章 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)」を参照してください。

## 7. I/O ポート

---

- P14/TIOCA1/ $\overline{\text{IRQ0}}$

TPU チャンネル 1 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P14DDR		0	1
端子機能	TIOCA1 出力	P14 入力	P14 出力
		TIOCA1 入力	
		$\overline{\text{IRQ0}}$ 入力	

- P13/TIOCD0/TCLKB

TPU チャンネル 0 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P13DDR		0	1
端子機能	TIOCD0 出力	P13 入力	P13 出力
		TIOCD0 入力	
		TCLKB 入力	

- P12/TIOCC0/TCLKA

TPU チャンネル 0 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P12DDR		0	1
端子機能	TIOCC0 出力	P12 入力	P12 出力
		TIOCC0 入力	
		TCLKA 入力	

- P11/TIOCB0

TPU チャンネル 0 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P11DDR		0	1
端子機能	TIOCB0 出力	P11 入力	P11 出力
		TIOCB0 入力	

- P10/TIOCA0

TPU チャンネル 0 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
P10DDR		0	1
端子機能	TIOCA0 出力	P10 入力	P10 出力
		TIOCA0 入力	

【注】 \* TPU チャンネルの設定は「第 8 章 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)」を参照してください。



## 7.2 ポート 4

ポート 4 は 8 ビットのアナログ入力兼用入力ポートです。ポート 4 には以下のレジスタがあります。

- ポート4レジスタ (PORT4)

### 7.2.1 ポート 4 レジスタ (PORT4)

PORT4 はポート 4 の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P47	不定*	R	このレジスタをリードすると、常に端子の状態がリードされます。
6	P46	不定*	R	
5	P45	不定*	R	
4	P44	不定*	R	
3	P43	不定*	R	
2	P42	不定*	R	
1	P41	不定*	R	
0	P40	不定*	R	

【注】 \* P47～P40 端子の状態により決定されます。

## 7.3 ポート 9

ポート 9 は 8 ビットのアナログ入力兼用入力ポートです。ポート 9 には以下のレジスタがあります。

- ポート9レジスタ (PORT9)

### 7.3.1 ポート 9 レジスタ (PORT9)

PORT9 はポート 9 の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	P97	不定*	R	このレジスタをリードすると、常に端子の状態がリードされます。
6	P96	不定*	R	
5	P95	不定*	R	
4	P94	不定*	R	
3	P93	不定*	R	
2	P92	不定*	R	
1	P91	不定*	R	
0	P90	不定*	R	

【注】 \* P97～P90 端子の状態により決定されます。

## 7. I/O ポート

---

### 7.4 ポート A

ポート A は 4 ビットの兼用入出力ポートです。ポート A には以下のレジスタがあります。

- ポートAデータディレクションレジスタ (PADDR)
- ポートAデータレジスタ (PADR)
- ポートAレジスタ (PORTA)
- ポートAプルアップMOSコントロールレジスタ (PAPCR)
- ポートAオープンドレインコントロールレジスタ (PAODR)

#### 7.4.1 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7~4	-	すべて 不定	-	リザーブビット
3	PA3DDR	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。
2	PA2DDR	0	W	
1	PA1DDR	0	W	
0	PA0DDR	0	W	

#### 7.4.2 ポート A データレジスタ (PADR)

PADR 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
7~4	-	すべて 不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。
3	PA3DR	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。
2	PA2DR	0	R/W	
1	PA1DR	0	R/W	
0	PA0DR	0	R/W	

### 7.4.3 ポート A レジスタ (PORTA)

PORTA はポート A の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	-	すべて 不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。
3	PA3	不定*	R	このレジスタをリードすると、PADDR がセットされているビットは PADR の値がリードされます。PADDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
2	PA2	不定*	R	
1	PA1	不定*	R	
0	PA0	不定*	R	

【注】\* PA3~PA0 端子の状態により決定されます。

### 7.4.4 ポート A プルアップ MOS コントロールレジスタ (PAPCR)

PAPCR はポート A 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
7~4	-	すべて 不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。
3	PA3PCR	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。
2	PA2PCR	0	R/W	
1	PA1PCR	0	R/W	
0	PA0PCR	0	R/W	

### 7.4.5 ポート A オープンドレインコントロールレジスタ (PAODR)

PAODR はポート A の出力形態を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4	-	すべて 不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。
3	PA3ODR	0	R/W	1 にセットすると対応する端子の PMOS は常にオフ状態となり、出力に設定するとオープンドレイン出力となります。0 にクリアされている端子は出力に設定するとプッシュプル出力となります。
2	PA2ODR	0	R/W	
1	PA1ODR	0	R/W	
0	PA0ODR	0	R/W	

## 7. I/O ポート

---

### 7.4.6 端子機能

ポート A は SCL<sub>2</sub> 入出力と兼用になっています。レジスタの設定値と端子機能の関係は以下のとおりです。

- PA3/SCK2

CKE1	0			1	
C/A	0		1		
CKE0	0		1		
PA3DDR	0	1			
端子機能	PA3 入力	PA3 出力	SCK2 出力	SCK2 出力	SCK2 入力

- PA2/RxD2

RE	0		1		
PA2DDR	0	1			
端子機能	PA2 入力	PA2 出力			RxD2 入力

- PA1/TxD2

TE	0		1		
PA1DDR	0	1			
端子機能	PA1 入力	PA1 出力			TxD2 出力

- PA0

PA0DDR	0		1		
端子機能	PA0 入力		PA0 出力		

## 7.5 ポート B

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

- ポート B データディレクションレジスタ (PBDDR)
- ポート B データレジスタ (PBDR)
- ポート B レジスタ (PORTB)
- ポート B ブルアップ MOS コントロールレジスタ (PBPCR)
- ポート B オープンドレインコントロールレジスタ (PBODR)

### 7.5.1 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	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	

### 7.5.2 ポート B データレジスタ (PBDR)

PBDR 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	PB7DR	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	PB6DR	0	R/W	
5	PB5DR	0	R/W	
4	PB4DR	0	R/W	
3	PB3DR	0	R/W	
2	PB2DR	0	R/W	
1	PB1DR	0	R/W	
0	PB0DR	0	R/W	

## 7. I/O ポート

### 7.5.3 ポート B レジスタ (PORTB)

PORTB はポート B の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PB7	不定*	R	このレジスタをリードすると、PBDDR がセットされているビットはPBDR の値がリードされます。PBDDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
6	PB6	不定*	R	
5	PB5	不定*	R	
4	PB4	不定*	R	
3	PB3	不定*	R	
2	PB2	不定*	R	
1	PB1	不定*	R	
0	PB0	不定*	R	

【注】 \* PB7～PB0 端子の状態により決定されます。

### 7.5.4 ポート B プルアップ MOS コントロールレジスタ (PBPCR)

PBPCR はポート B 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	PB7PCR	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	PB6PCR	0	R/W	
5	PB5PCR	0	R/W	
4	PB4PCR	0	R/W	
3	PB3PCR	0	R/W	
2	PB2PCR	0	R/W	
1	PB1PCR	0	R/W	
0	PB0PCR	0	R/W	

### 7.5.5 ポート B オープンドレインコントロールレジスタ (PBODR)

PBODR はポート B の出力形態を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PB7ODR	0	R/W	1 にセットすると対応する端子の PMOS は常にオフ状態となり、出力に設定するとオープンドレイン出力となります。0 にクリアされている端子は出力に設定するとプッシュプル出力となります。
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	

## 7.5.6 端子機能

ポート B は TPU 入出力と兼用になっています。レジスタの設定値と端子機能の関係は以下のとおりです。

- PB7/TIOCB5

TPU チャンネル 5 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB7DDR		0	1
端子機能	TIOCB5 出力	PB7 入力	PB7 出力
		TIOCB5 入力	

- PB6/TIOCA5

TPU チャンネル 5 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB6DDR		0	1
端子機能	TIOCA5 出力	PB6 入力	PB6 出力
		TIOCA5 入力	

- PB5/TIOCB4

TPU チャンネル 4 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB5DDR		0	1
端子機能	TIOCB4 出力	PB5 入力	PB5 出力
		TIOCB4 入力	

- PB4/TIOCA4

TPU チャンネル 4 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB4DDR		0	1
端子機能	TIOCA4 出力	PB4 入力	PB4 出力
		TIOCA4 入力	

- PB3/TIOCD3

TPU チャンネル 3 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB3DDR		0	1
端子機能	TIOCD3 出力	PB3 入力	PB3 出力
		TIOCD3 入力	

- PB2/TIOCC3

TPU チャンネル 3 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB2DDR		0	1
端子機能	TIOCC3 出力	PB2 入力	PB2 出力
		TIOCC3 入力	

【注】 \* TPU チャンネルの設定は「第 8 章 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)」を参照してください。

## 7. I/O ポート

- PB1/TIOCB3

TPU チャンネル 3 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB1DDR		0	1
端子機能	TIOCB3 出力	PB1 入力	PB1 出力
		TIOCB3 入力	

- PB0/TIOCA3

TPU チャンネル 3 の設定*	出力設定	入力設定または初期値	
PB0DDR		0	1
端子機能	TIOCA3 出力	PB0 入力	PB0 出力
		TIOCA3 入力	

【注】 \* TPU チャンネルの設定は「第 8 章 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)」を参照してください。

## 7.6 ポート C

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

- ポートCデータディレクションレジスタ (PCDDR)
- ポートCデータレジスタ (PCDR)
- ポートCレジスタ (PORTC)
- ポートCプルアップMOSコントロールレジスタ (PCPCR)
- ポートCオープンドレインコントロールレジスタ (PCODR)

### 7.6.1 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	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、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	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	



### 7.6.2 ポート C データレジスタ (PCDR)

PCDR 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	PC7DR	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	PC6DR	0	R/W	
5	PC5DR	0	R/W	
4	PC4DR	0	R/W	
3	PC3DR	0	R/W	
2	PC2DR	0	R/W	
1	PC1DR	0	R/W	
0	PC0DR	0	R/W	

### 7.6.3 ポート C レジスタ (PORTC)

PORTC はポート C の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PC7	不定*	R	このレジスタをリードすると、PCDDR がセットされているビットはPCDR の値がリードされます。PCDDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
6	PC6	不定*	R	
5	PC5	不定*	R	
4	PC4	不定*	R	
3	PC3	不定*	R	
2	PC2	不定*	R	
1	PC1	不定*	R	
0	PC0	不定*	R	

【注】 \* PC7～PC0 端子の状態により決定されます。

### 7.6.4 ポート C プルアップ MOS コントロールレジスタ (PCPCR)

PCPCR はポート C 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	PC7PCR	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	PC6PCR	0	R/W	
5	PC5PCR	0	R/W	
4	PC4PCR	0	R/W	
3	PC3PCR	0	R/W	
2	PC2PCR	0	R/W	
1	PC1PCR	0	R/W	
0	PC0PCR	0	R/W	

## 7. I/O ポート

### 7.6.5 ポート C オープンドレインコントロールレジスタ (PCODR)

PCODR はポート C の出力形態を選択します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PC7ODR	0	R/W	1 にセットすると対応する端子の PMOS は常にオフ状態となり、出力に設定するとオープンドレイン出力となります。0 にクリアされている端子は出力に設定するとプッシュプル出力となります。
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	

### 7.6.6 端子機能

ポート C は SCL<sub>1</sub>、SCL<sub>0</sub> 入出力、割り込み入力と兼用になっています。レジスタの設定値と端子機能の関係は以下のとおりです。

- PC7

PC7DDR	0	1
端子機能	PC7 入力	PC7 出力

- PC6

PC6DDR	0	1
端子機能	PC6 入力	PC6 出力

- PC5/SCK1/ $\overline{\text{IRQ5}}$

CKE1	0			1	
C $\overline{\text{A}}$	0		1		
CKE0	0	1			
PC5DDR	0	1			
端子機能	PC5 入力	PC5 出力	SCK1 出力	SCK1 出力	SCK1 入力
	$\overline{\text{IRQ5}}$ 入力				

- PC4/RxD1

RE	0		1
PC4DDR	0	1	
端子機能	PC4 入力	PC4 出力	RxD1 入力

## • PC3/TxD1

TE	0		1
PC3DDR	0	1	
端子機能	PC3 入力	PC3 出力	TxD1 出力

• PC2/SCK0/ $\overline{\text{IRQ4}}$ 

CKE1	0			1
$C\bar{A}$	0		1	
CKE0	0	1		
PC2DDR	0	1		
端子機能	PC2 入力	PC2 出力	SCK0 出力	SCK0 出力
	$\overline{\text{IRQ4}}$ 入力			

## • PC1/RxD0

RE	0		1
PC1DDR	0	1	
端子機能	PC1 入力	PC1 出力	RxD0 入力

## • PC0/TxD0

TE	0		1
PC0DDR	0	1	
端子機能	PC0 入力	PC0 出力	TxD0 出力

## 7. I/Oポート

---

### 7.7 ポート D

ポート D は 4 ビットの兼用入出力ポートです。ポート D には以下のレジスタがあります。

- ポート D データディレクションレジスタ (PDDDR)
- ポート D データレジスタ (PDDR)
- ポート D レジスタ (PORTD)
- ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ (PDPCR)

#### 7.7.1 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7DDR	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	PD6DDR	0	W	
5	PD5DDR	0	W	
4	PD4DDR	0	W	
3~0	-	すべて不定	-	リザーブビット ライト時は必ず 0 としてください。

#### 7.7.2 ポート D データレジスタ (PDDR)

PDDR 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	PD7DR	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	PD6DR	0	R/W	
5	PD5DR	0	R/W	
4	PD4DR	0	R/W	
3~0	-	すべて不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。

### 7.7.3 ポート D レジスタ (PORTD)

PORTD はポート D の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PD7	不定*	R	このレジスタをリードすると、PDDDR がセットされているビットはPDDR の値がリードされます。PDDDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
6	PD6	不定*	R	
5	PD5	不定*	R	
4	PD4	不定*	R	
3~0	-	すべて 不定	-	リザーブビット リードすると不定値がリードされます。

【注】 \* PD7~PD4 端子の状態により決定されます。

### 7.7.4 ポート D プルアップ MOS コントロールレジスタ (PDPCR)

PDPCR はポート D 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	PD7PCR	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	PD6PCR	0	R/W	
5	PD5PCR	0	R/W	
4	PD4PCR	0	R/W	
3~0	-	すべて 不定	-	リザーブビット ライト時は必ず 0 にしてください。

### 7.7.5 端子機能

ポート D は、4 ビットの入出力ポートです。

- PDn

PDnDDR	0	1
端子機能	PDn 入力	PDn 出力

【記号説明】 n = 7 ~ 4

## 7. I/O ポート

---

### 7.8 ポート F

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

- ポート F データディレクションレジスタ (PFDDR)
- ポート F データレジスタ (PFDR)
- ポート F レジスタ (PORTF)

#### 7.8.1 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。リードは無効です。リードすると不定値が読み出されます。

ビット	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 PF7 端子は 出力端子となり、0 にクリアすると入力ポートになります。
6	PF6DDR	0	W	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	PF5DDR	0	W	
4	PF4DDR	0	W	
3	PF3DDR	0	W	
2	PF2DDR	0	W	
1	PF1DDR	0	W	
0	PF0DDR	0	W	

#### 7.8.2 ポート F データレジスタ (PFDR)

PFDR 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	-	0	R/W	リザーブビット ライト時は必ず 0 にしてください。
6	PF6DR	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。
5	PF5DR	0	R/W	
4	PF4DR	0	R/W	
3	PF3DR	0	R/W	
2	PF2DR	0	R/W	
1	PF1DR	0	R/W	
0	PF0DR	0	R/W	

### 7.8.3 ポート F レジスタ (PORTF)

PORTF はポート F の端子の状態を反映します。ライトは無効です。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	PF7	不定*	R	このレジスタをリードすると、PFDDR がセットされているビットは PFDR の値がリードされます。PFDDR がクリアされているビットは端子の状態がリードされます。
6	PF6	不定*	R	
5	PF5	不定*	R	
4	PF4	不定*	R	
3	PF3	不定*	R	
2	PF2	不定*	R	
1	PF1	不定*	R	
0	PF0	不定*	R	

【注】 \* PF7 ~ PF0 端子の状態により決定されます。

### 7.8.4 端子機能

ポート F は、外部割り込み入力端子 ( $\overline{IRQ2}$ 、 $\overline{IRQ3}$ )、A/D トリガ入力端子 ( $\overline{ADTRG}$ )、およびシステムクロック出力端子 ( ) と兼用になっています。

レジスタの設定値と端子機能の関係は以下のとおりです。

- PF7/

PF7DDR	0	1
端子機能	PF7 入力	出力

- PF6

PF6DDR	0	1
端子機能	PF6 入力	PF6 出力

- PF5

PF5DDR	0	1
端子機能	PF5 入力	PF5 出力

- PF4

PF4DDR	0	1
端子機能	PF4 入力	PF4 出力

## 7. I/O ポート

---

- PF3/ $\overline{\text{ADTRG}}$ / $\overline{\text{IRQ3}}$

PF3DDR	0	1
端子機能	PF3 入力	PF3 出力
	$\overline{\text{ADTRG}}$ 入力* <sup>1</sup>	
	$\overline{\text{IRQ3}}$ 入力* <sup>2</sup>	

【注】 \*1 TRGS0=TRGS1=1 のとき  $\overline{\text{ADTRG}}$  入力となります。

\*2 外部割り込み入力端子として使用する場合には、他の機能の入出力端子として使用しないでください。

- PF2

PF2DDR	0	1
端子機能	PF2 入力	PF2 出力

- PF1

PF1DDR	0	1
端子機能	PF1 入力	PF1 出力

- PF0/ $\overline{\text{IRQ2}}$

PF0DDR	0	1
端子機能	PF0 入力	PF0 出力
	$\overline{\text{IRQ2}}$ 入力	



---

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

---

本 LSI は、6 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成される 16 ビットタイマパルスユニット (TPU) を内蔵しています。16 ビットタイマパルスユニットの機能一覧を表 8.1 に、ブロック図を図 8.1 に示します。

### 8.1 特長

- 最大16本のパルス入出力が可能
- 各チャンネルごとに8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、同期動作と組み合わせることによる最大15相のPWM出力
- チャンネル0、3はバッファ動作を設定可能
- チャンネル1、2、4、5は各々独立に位相計数モードを設定可能
- カスケード接続動作
- 内部16ビットバスによる高速アクセス
- 26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
- モジュールストップモードの設定可能

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.1 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	チャンネル3	チャンネル4	チャンネル5
カウントクロック	/1	/1	/1	/1	/1	/1
	/4	/4	/4	/4	/4	/4
	/16	/16	/16	/16	/16	/16
	/64	/64	/64	/64	/64	/64
	TCLKA	/256	/1024	/256	/1024	/256
	TCLKB	TCLKA	TCLKA	/1024	TCLKA	TCLKA
	TCLKC	TCLKB	TCLKB	/4096	TCLKC	TCLKC
TCLKD		TCLKC	TCLKC	TCLKA		TCLKD
ジェネラルレジスタ (TGR)	TGRA_0 TGRB_0	TGRA_1 TGRB_1	TGRA_2 TGRB_2	TGRA_3 TGRB_3	TGRA_4 TGRB_4	TGRA_5 TGRB_5
ジェネラルレジスタ/ バッファレジスタ	TGRC_0 TGRD_0	-	-	TGRC_3 TGRD_3	-	-
入出力端子	TIOCA0 TIOCB0 TIOCC0 TIOCD0	TIOCA1 TIOCB1	TIOCA2 TIOCB2	TIOCA3 TIOCB3 TIOCC3 TIOCD3	TIOCA4 TIOCB4	TIOCA5 TIOCB5
カウンタクリア 機能	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGR の コンペアマッチ または インプット キャプチャ
コン ペア マッチ 出力	0 出力					
	1 出力					
	トグル 出力					
インプットキャプチャ 機能						
同期動作						
PWM モード						
位相計数モード	-			-		
バッファ動作		-	-		-	-

8. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

項 目	チャンネル0	チャンネル1	チャンネル2	チャンネル3	チャンネル4	チャンネル5
A/D 変換開始 トリガ	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	TGRA_3 の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGRA_4 の コンペアマッチ または インプット キャプチャ	TGRA_5 の コンペアマッチ または インプット キャプチャ
割り込み要因	5 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0B ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0C ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ0D ・オーバーフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ1A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ1B ・オーバーフロー ・アンダフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ2A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ2B ・オーバーフロー ・アンダフロー	5 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3B ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3C ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ3D ・オーバーフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ4A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ4B ・オーバーフロー ・アンダフロー	4 要因 ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ5A ・コンペアマッチ /インプット キャプチャ5B ・オーバーフロー ・アンダフロー

【記号説明】

: 可能

- : 不可

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

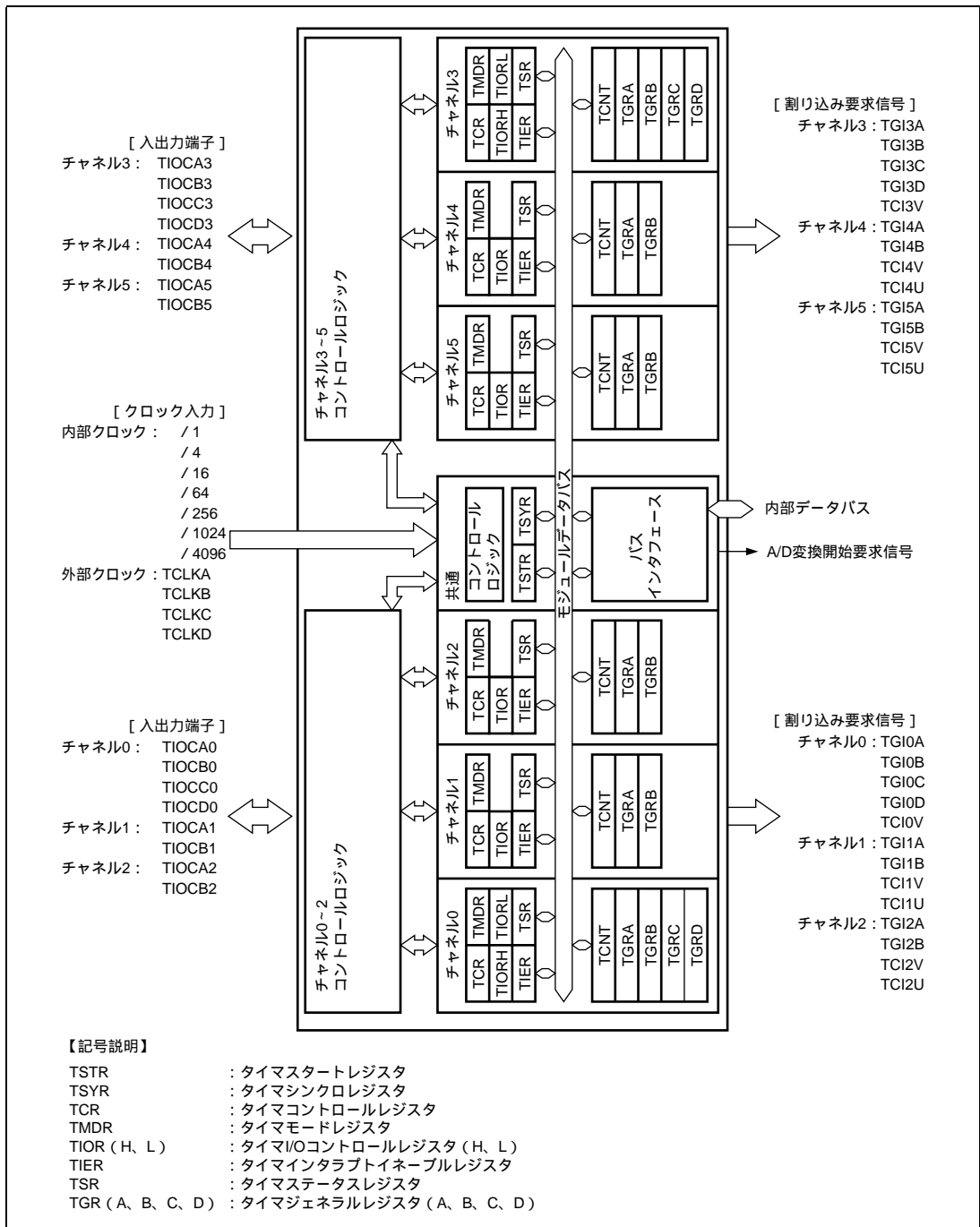


図 8.1 TPU のブロック図

## 8.2 入出力端子

表 8.2 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、5 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、5 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、4 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、4 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
3	TIOCA3	入出力	TGRA_3 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
	TIOCB3	入出力	TGRB_3 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
	TIOCC3	入出力	TGRC_3 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
	TIOCD3	入出力	TGRD_3 のインプットキャプチャ入力 / アウトプットコンペア出力 / PWM 出力端子
4	TIOCA4	入出力	TGRA_4 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
	TIOCB4	入出力	TGRB_4 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
5	TIOCA5	入出力	TGRA_5 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
	TIOCB5	入出力	TGRB_5 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

### 8.3 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)
- タイマコントロールレジスタ\_3 (TCR\_3)
- タイマモードレジスタ\_3 (TMDR\_3)
- タイマI/OコントロールレジスタH\_3 (TIORH\_3)

- タイマI/OコントロールレジスタL\_3 (TIOR\_L\_3)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ\_3 (TIER\_3)
- タイマステータスレジスタ\_3 (TSR\_3)
- タイマカウンタ\_3 (TCNT\_3)
- タイマジェネラルレジスタA\_3 (TGRA\_3)
- タイマジェネラルレジスタB\_3 (TGRB\_3)
- タイマジェネラルレジスタC\_3 (TGRC\_3)
- タイマジェネラルレジスタD\_3 (TGRD\_3)
- タイマコントロールレジスタ\_4 (TCR\_4)
- タイマモードレジスタ\_4 (TMDR\_4)
- タイマI/Oコントロールレジスタ\_4 (TIOR\_4)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ\_4 (TIER\_4)
- タイマステータスレジスタ\_4 (TSR\_4)
- タイマカウンタ\_4 (TCNT\_4)
- タイマジェネラルレジスタA\_4 (TGRA\_4)
- タイマジェネラルレジスタB\_4 (TGRB\_4)
- タイマコントロールレジスタ\_5 (TCR\_5)
- タイマモードレジスタ\_5 (TMDR\_5)
- タイマI/Oコントロールレジスタ\_5 (TIOR\_5)
- タイマインタラプトイネーブルレジスタ\_5 (TIER\_5)
- タイマステータスレジスタ\_5 (TSR\_5)
- タイマカウンタ\_5 (TCNT\_5)
- タイマジェネラルレジスタA\_5 (TGRA\_5)
- タイマジェネラルレジスタB\_5 (TGRB\_5)

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)

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### 8.3.1 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 0~5 に各 1 本、計 6 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、1、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 8.3、表 8.4 を参照してください。
5	CCLR0	0	R/W	
4	CKEG1	0	R/W	
3	CKEG0	0	R/W	<p>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: /4 の両エッジ = /2 の立ち上がりエッジ)。チャンネル 1、2、4、5 で位相計数モードを使用する場合は、本設定は無視され、位相計数モードの設定が優先されます。内部クロックのエッジ選択は、入力クロックが /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</p> <p>/1、あるいは他のチャンネルのオーバフロー/アンダフローを選択した場合は本設定は無視されます。</p> <p>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</p> <p>【記号説明】x: Don't care</p>
2	TPSC2	0	R/W	タイマプリスケラ 2、1、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 8.5~ 表 8.10 を参照してください。
0	TPSC0	0	R/W	

表 8.3 CCLR2~CCLR0 (チャンネル 0、3)

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説明
	CCLR2	CCLR1	CCLR0	
0、3	0	0	0	TCNT のクリア禁止
	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。



## 8. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 8.4 CCLR2~CCLR0 (チャンネル 1、2、4、5)

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、 4、5	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

【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、4、5 ではビット 7 はリザーブです。リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。

表 8.5 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	TPSC 1	TPSC 0	
0	0	0	0	内部クロック： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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 8.6 TPSC2~TPSC0 (チャンネル 1)

チャンネル	ビット 7	ビット 6	ビット 5	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
1	0	0	0	内部クロック： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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： /256 でカウント
	1	1	1	TCNT2 のオーバフロー/アンダフローでカウント

【注】 チャンネル 1 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.7 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： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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： /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。

表 8.8 TPSC2~TPSC0 (チャンネル 3)

チャンネル	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
3	0	0	0	内部クロック： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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	内部クロック： /1024 でカウント
	1	1	0	内部クロック： /256 でカウント
	1	1	1	内部クロック： /4096 でカウント

表 8.9 TPSC2~TPSC0 (チャンネル 4)

チャンネル	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
4	0	0	0	内部クロック： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	0	内部クロック： /1024 でカウント
	1	1	1	TCNT5 のオーバフロー / アンダフローでカウント

【注】 チャンネル 4 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

表 8.10 TPSC2~TPSC0 (チャンネル5)

チャンネル	ビット2	ビット1	ビット0	説明
	TPSC2	TPSC1	TPSC0	
5	0	0	0	内部クロック： /1 でカウント
	0	0	1	内部クロック： /4 でカウント
	0	1	0	内部クロック： /16 でカウント
	0	1	1	内部クロック： /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：TCLKC 端子入力でカウント
	1	1	0	内部クロック： /256 でカウント
	1	1	1	外部クロック：TCLKD 端子入力でカウント

【注】 チャンネル5 が位相計数モード時、この設定は無効になります。

### 8.3.2 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6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		リザーブビット
6	—	1	—	リードすると常に1がリードされます。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、4、5 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に0がリードされます。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、4、5 ではこのビットはリザーブビットになります。リードすると常に0がリードされます。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 8.11 を参照してください。

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.11 MD3 ~ MD0

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	説 明
MD3* <sup>1</sup>	MD2* <sup>2</sup>	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	0	位相計数モード 4
1	*	*	*	

【記号説明】\* : 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、3 では、位相計数モードの設定はできません。MD2 には常に 0 をライトしてください。

### 8.3.3 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、3 に各 2 本、チャンネル 1、2、4、5 に各 1 本、計 8 本の TIOR があります。TIOR は 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、TIORH\_3、TIOR\_4、TIOR\_5

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 ~ B0 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 ~ A0 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	

8. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

• TIORL\_0、TIORL\_3

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 ~ D0 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 ~ C0 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 8.12 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	*		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	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル 1 / カウントクロック TCNT_1 のカウントアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ <sup>*1</sup>

【記号説明】\* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_1 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT\_1 のカウントクロックに /1 を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.13 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* <sup>2</sup>	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* <sup>2</sup>	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	*		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	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル1 / カウントクロック TCNT_1のカウンタアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ* <sup>1</sup>

【記号説明】 \* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_1のTPSC2~TPSC0ビットをB'000とし、TCNT\_1のカウントクロックに /1を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

\*2 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。

表 8.14 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	TGRB_1は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	*		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	*	*		TGRC_0 コンペアマッチ / インプットキャプチャ TGRC_0のコンペアマッチ / インプットキャプチャ の発生でインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

## 8. 16 ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 8.15 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	TGRB_2 は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	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	*	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	*	1	*		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】\* : Don't care



表 8.16 TIORH\_3 (チャンネル3)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_3の機能	TIOCB3 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 TIOCB3 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 TIOCB3 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCB3 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル4 / カウントクロック TCNT_4 のカウントアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ <sup>*1</sup>

【記号説明】\* : Don't care

【注】\*1 TCR\_4 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT\_4 のカウントクロックに /1 を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.17 TIORL\_3 (チャンネル3)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	TGRD_3の機能	TIOCD3 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ* <sup>2</sup>	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* <sup>2</sup>	キャプチャ入力元は TIOCD3 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCD3 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCD3 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル4 / カウントクロック TCNT_4 のカウントアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ* <sup>1</sup>

【記号説明】 \* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_4 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT\_4 のカウントクロックに /1 を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

\*2 TMDR\_3 の BFB ビットを 1 にセットして TGRD\_3 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 8.18 TIOR\_4 (チャンネル 4)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_4 の機能	TIOCB4 端子の機能
0	0	0	0	TGRB_4 はアウトプ 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 TIOCB4 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 TIOCB4 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCB4 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元は TGRC_3 コンペアマッチ / イ ンプットキャプチャ TGRC_3 のコンペアマッチ / インプットキャプチャ の発生でインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.19 TIOR\_5 (チャンネル5)

ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	説 明	
IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	TGRB_5の機能	TIOCB5 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	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCB5 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	*	0	1		キャプチャ入力元は TIOCB5 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	*	1	*		キャプチャ入力元は TIOCB5 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

表 8.20 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	*		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	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル1 / カウントクロック TCNT_1のカウンタアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ <sup>*1</sup>

【記号説明】\* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_1のTPSC2~TPSC0ビットをB'000とし、TCNT\_1のカウントクロックに /1を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.21 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* <sup>1</sup>	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	*		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	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル1 / カウントクロック TCNT_1のカウンタアップ / カウンタダウンでイン プットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

【注】 \*1 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 8.22 TIOR\_1 (チャンネル 1)

ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0	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	*		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	*	*		キャプチャ入力元は TGRA_0 コンペアマッチ / インプットキャプチャ チャンネル 0 / TGRA_0 のコンペアマッチ / インプットキャプチャの発生でインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.23 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	*	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	*	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	*	1	*		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】\* : Don't care



表 8.24 TIORH\_3 (チャンネル3)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_3の機能	TIOCA3 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 TIOCA3 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 TIOCA3 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCA3 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル4 / カウントクロック TCNT_4 のカウントアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ <sup>*1</sup>

【記号説明】\* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_4 のTPSC2~TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT\_4 のカウントクロックに /1 を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.25 TIORL\_3 (チャンネル3)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説 明	
IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	TGRC_3の端子	TIOCC3 端子の機能
0	0	0	0	アウトプットコンペアレジスタ* <sup>2</sup>	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* <sup>2</sup>	キャプチャ入力元は TIOCC3 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	0	1		キャプチャ入力元は TIOCC3 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCC3 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元はチャンネル4 / カウントクロック TCNT_4 のカウントアップ / カウントダウンでイン プットキャプチャ* <sup>1</sup>

【記号説明】\* : Don't care

【注】 \*1 TCR\_4 の TPSC2 ~ TPSC0 ビットを B'000 とし、TCNT\_4 のカウントクロックに /1 を使用した場合は、本設定は無効となり、インプットキャプチャは発生しません。

\*2 TMDR\_3 の BFA ビットを 1 にセットして TGRC\_3 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 8.26 TIOR\_4 (チャンネル 4)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_4 の機能	TIOCA4 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 TIOCA4 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 TIOCA4 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	0	1	*		キャプチャ入力元は TIOCA4 端子 両エッジでインプットキャプチャ
1	1	*	*		キャプチャ入力元は TGRA_3 コンペアマッチ / インプットキャプチャ TGRA_3 のコンペアマッチ / インプットキャプチャの発生でインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.27 TIOR\_5 (チャンネル5)

ビット3	ビット2	ビット1	ビット0	説 明	
IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	TGRA_5の機能	TIOCA5 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	インプットキャプチャレジスタ	キャプチャ入力元は TIOCA5 端子 立ち上がりエッジでインプットキャプチャ
1	*	0	1		キャプチャ入力元は TIOCA5 端子 立ち下がりエッジでインプットキャプチャ
1	*	1	*		キャプチャ入力元は TIOCA5 端子 両エッジでインプットキャプチャ

【記号説明】\* : Don't care

## 8.3.4 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 6 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		リザーブビット リードすると 1 がリードされます。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、4、5 で TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TCFU フラグによる割り込み要求 (TCIU) を許可または禁止します。 チャンネル 0、3 ではリザーブビットです。 リードすると常に 0 がリードされます。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、3 で TSR の TGFD ビットが 1 にセットされたとき、TGFD ビットによる割り込み要求 (TGID) を許可または禁止します。チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 がリードされます。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、3 で TSR の TGFC ビットが 1 にセットされたとき、TGFC ビットによる割り込み要求 (TGIC) を許可または禁止します。 チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 がリードされます。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

## 8. 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) を許可
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

### 8.3.5 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 6 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、4、5 の TCNT のカウント方向を示すステータスフラグです。チャンネル 0、3 ではリザーブビットです。リードすると常に 1 がリードされます。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		リザーブビット リードすると常に 1 がリードされます。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、4、5 が位相計数モードのとき、TCNT のアンダフローの発生を示すステータスフラグです。 チャンネル 0、3 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 がリードされます。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 (TCFV) TCNT のオーバフローの発生を示すステータスフラグです。 [ セット条件 ] TCNT の値がオーバフローしたとき (H'FFFF H'0000) [ 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

## 8. 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、3 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。チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> <p>[ クリア条件 ]</p> <p>TGFD = 1 の状態で TGFD をリード後、TGFD に 0 をライトしたとき</p>
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、3 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。チャンネル 1、2、4、5 ではリザーブビットです。リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> <p>[ クリア条件 ]</p> <p>TGFC = 1 の状態で TGFC をリード後、TGFC に 0 をライトしたとき</p>
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"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> <p>[ クリア条件 ]</p> <p>TGFB = 1 の状態で TGFB をリード後、TGFB に 0 をライトしたとき</p>
0	TGFA	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 A</p> <p>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。</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> <p>[ クリア条件 ]</p> <p>TGFA = 1 の状態で TGFA をリード後、TGFA に 0 をライトしたとき</p>

【注】 \* フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### 8.3.6 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6本のTCNTがあります。

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

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

### 8.3.7 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、3に各4本、チャンネル1、2、4、5に各2本、計16本のジェネラルレジスタがあります。チャンネル0、3のTGRCとTGRDは、バッファレジスタとして動作設定することができます。TGR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。

### 8.3.8 タイマスタートレジスタ (TSTR)

TSTRは、チャンネル0~5のTCNTの動作/停止を選択します。

TMDRへ動作モードを設定する場合やTCRへTCNTのカウントクロックを設定する場合は、TCNTのカウンタ動作を停止してから行ってください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7		0		リザーブビット
6		0		ライト時は必ず0としてください。
5	CST5	0	R/W	カウンタスタート5~0
4	CST4	0	R/W	TCNTの動作または停止を選択します。
3	CST3	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。
2	CST2	0	R/W	CSTビットが0の状態ではTIOA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。
1	CST1	0	R/W	
0	CST0	0	R/W	0 : TCNT_5 ~ TCNT_0 のカウント動作は停止 1 : TCNT_5 ~ TCNT_0 はカウント動作



### 8.3.9 タイマシンクロレジスタ (TSYR)

TSYR は、チャンネル0~5のTCNTの独立動作または同期動作を選択します。対応するビットを1にセットしたチャンネルが同期動作を行います。

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	ライト時は必ず0としてください。
5	SYNC5	0	R/W	タイマ同期5~0
4	SYNC4	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。
3	SYNC3	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。
2	SYNC2	0	R/W	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。
1	SYNC1	0	R/W	
0	SYNC0	0	R/W	0: TCNT_5 ~ TCNT_0 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: TCNT_5 ~ TCNT_0 は同期動作 (TCNTの同期プリセット/同期クリアが可能)

## 8.4 動作説明

### 8.4.1 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～CST5ビットを1にセットすると、対応するチャンネルのTCNTはカウント動作を開始します。フリーランニングカウンタ動作、周期カウンタ動作などが可能です。

#### (a) カウント動作の設定手順例

カウント動作の設定手順例を図8.2に示します。

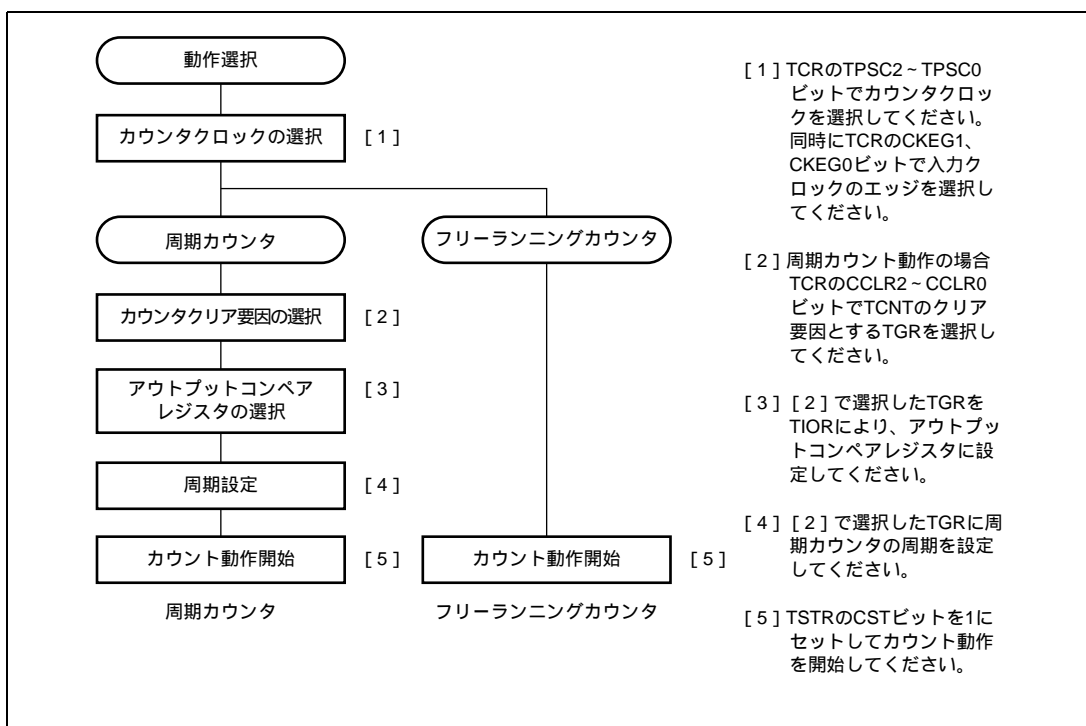


図 8.2 カウンタ動作設定手順例

## (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 8.3 に示します。

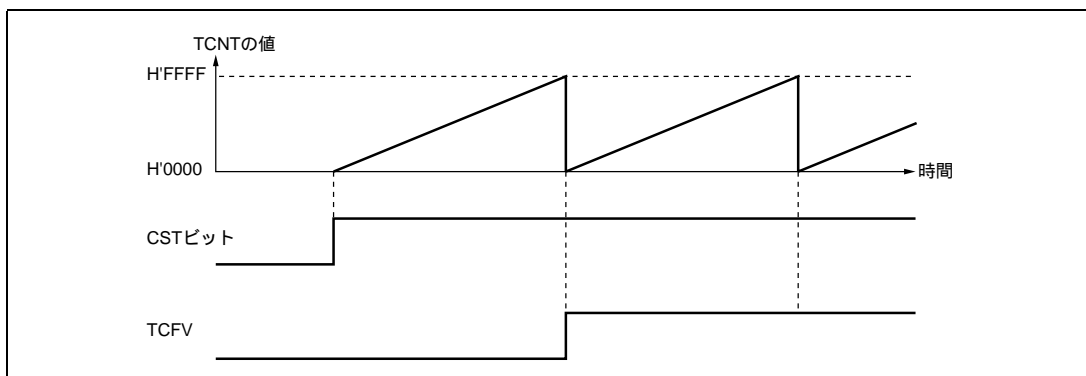


図 8.3 フリーランニングカウンタの動作

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 8.4 に示します。

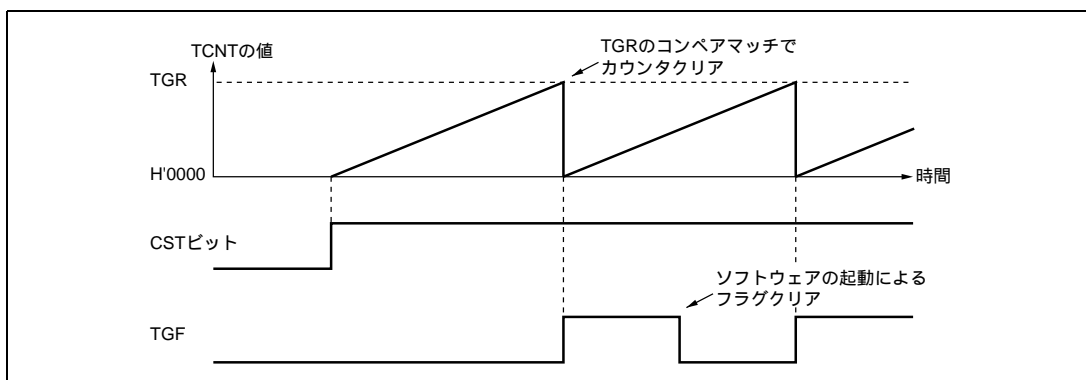


図 8.4 周期カウンタの動作

## 8. 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8.5に示します。

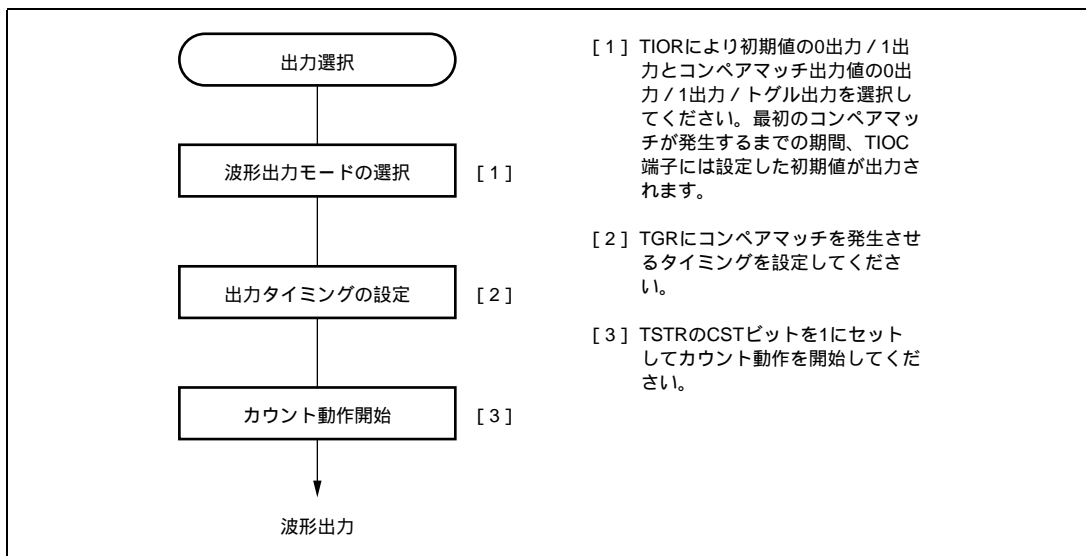


図 8.5 コンペアマッチによる波形出力動作例

#### (b) 波形出力動作例

0出力/1出力例を図8.6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。

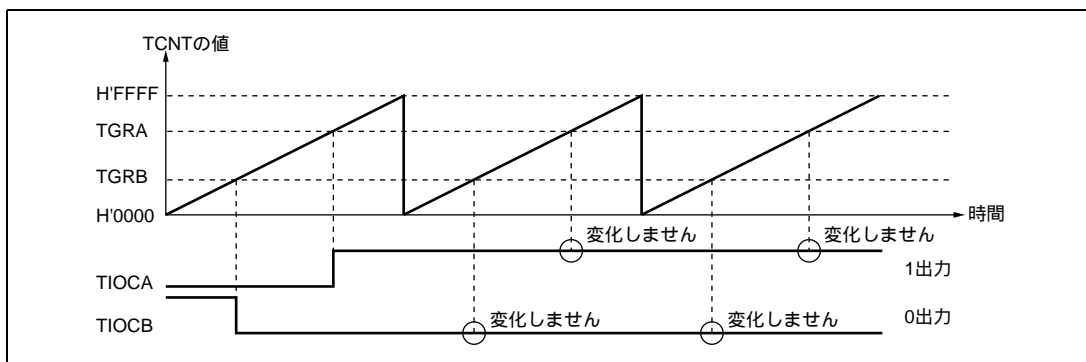


図 8.6 0出力/1出力の動作例

トグル出力の例を図 8.7 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。

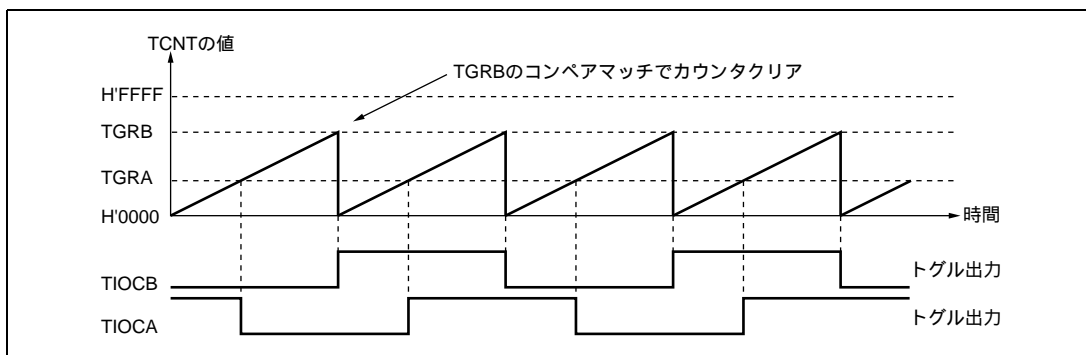


図 8.7 トグル出力の動作例

### (3) インพุットキャプチャ機能

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

検出エッジは立ち上がりエッジ / 立ち下がりエッジ / 両エッジから選択できます。また、チャンネル 0、1、3、4 は別のチャンネルのカウンタ入力クロックやコンペアマッチ信号をインพุットキャプチャの要因とすることもできます。

【注】 チャンネル 0、3 で別のチャンネルのカウンタ入力クロックをインพุットキャプチャ入力とする場合は、インพุットキャプチャ入力とするカウンタ入力クロックに /1 を選択しないでください。 /1 を選択した場合は、インพุットキャプチャは発生しません。

#### (a) インพุットキャプチャ動作の設定手順例

インพุットキャプチャ動作の設定手順例を図 8.8 に示します。

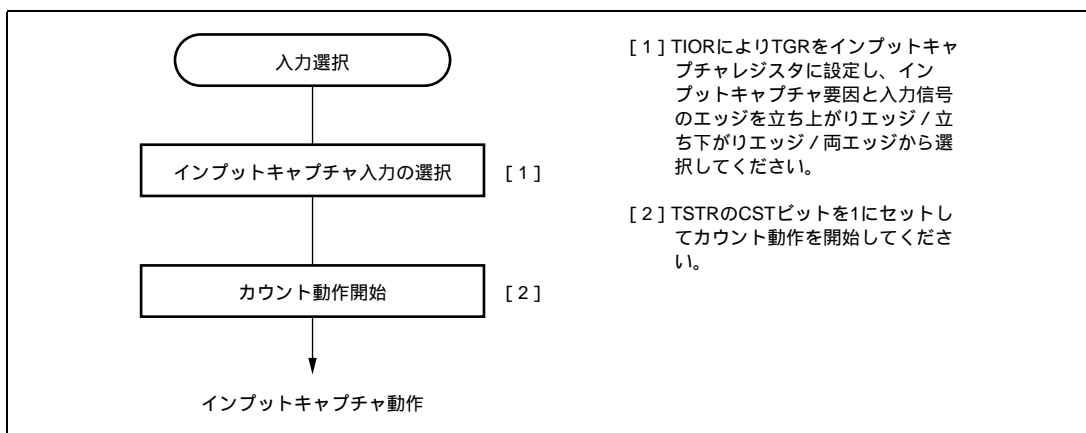


図 8.8 インพุットキャプチャ動作の設定例

## 8. 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 8.9 に示します。

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

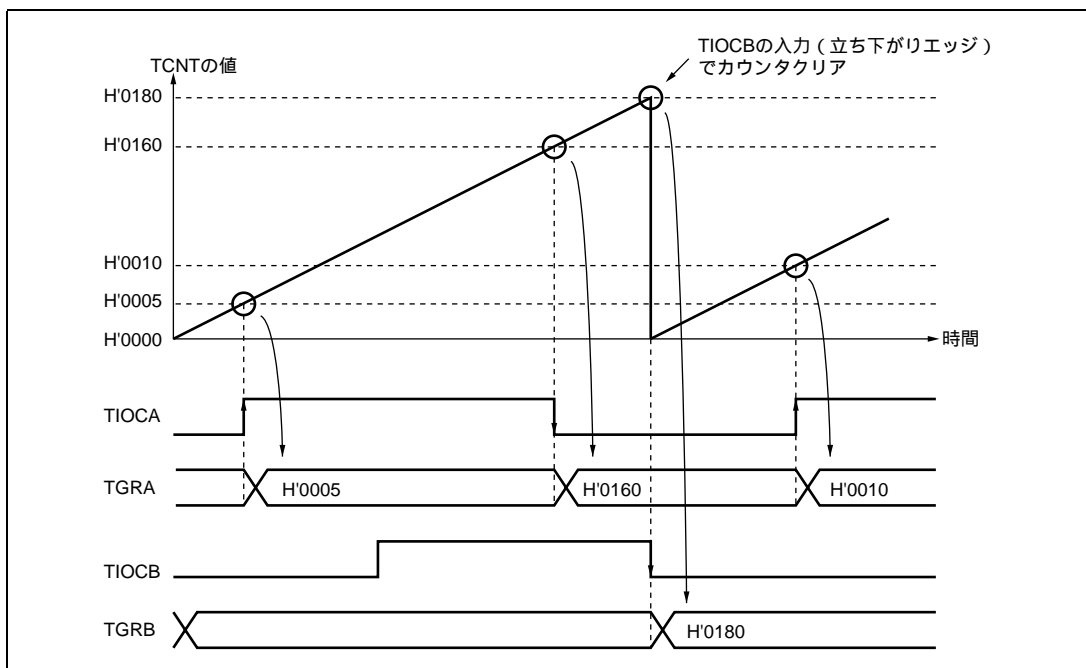


図 8.9 インพุットキャプチャ動作例

### 8.4.2 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 0~5 はすべて同期動作の設定が可能です。

#### (1) 同期動作の設定手順例

同期動作の設定手順例を図 8.10 に示します。

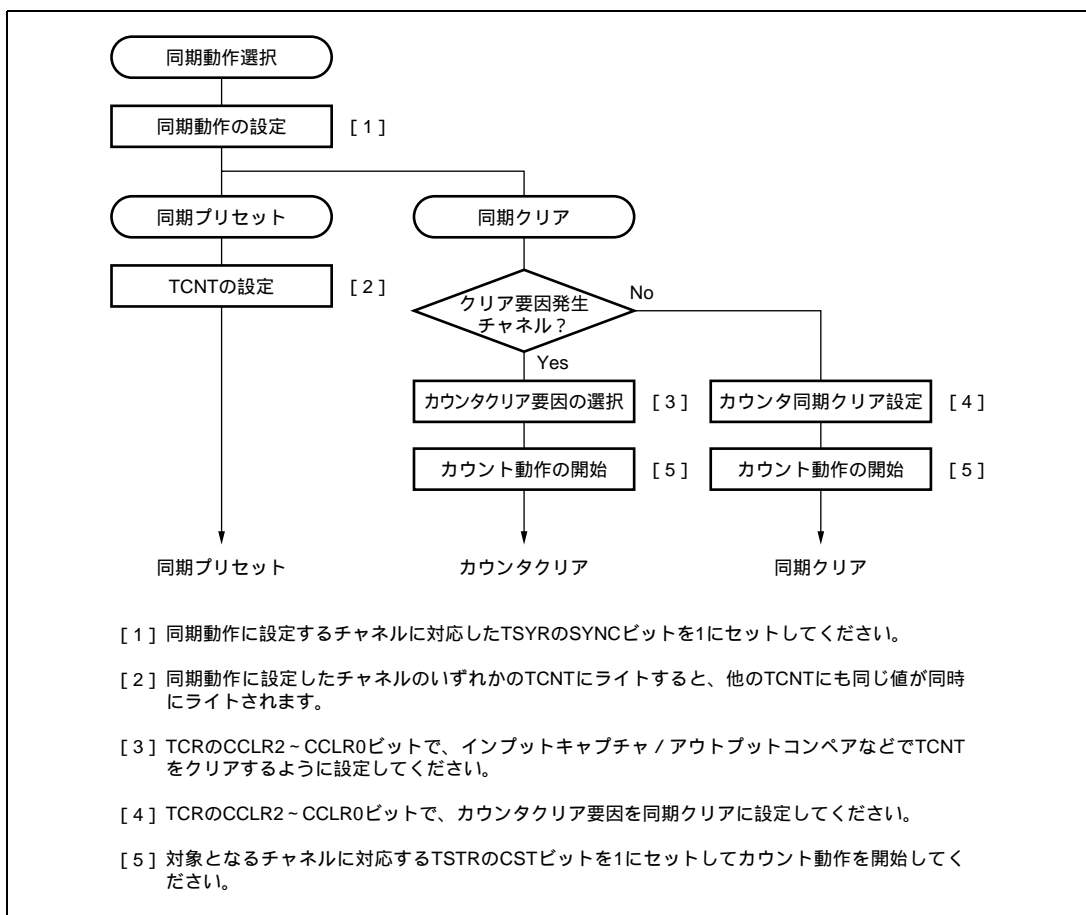


図 8.10 同期動作の設定手順例

## 8. 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 8.11 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、「8.4.5 PWMモード」を参照してください。

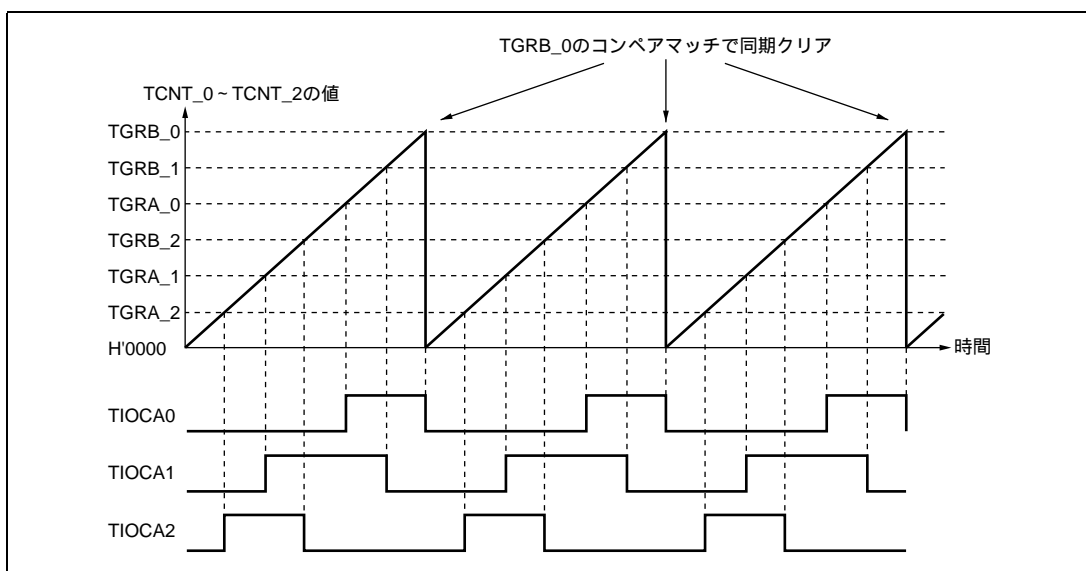


図 8.11 同期動作の動作例

### 8.4.3 バッファ動作

バッファ動作は、チャンネル0、3が持つ機能です。TGRCとTGRDをバッファレジスタとして使用することができます。

バッファ動作は、TGRをインプット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 8.28 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 8.28 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
3	TGRA_3	TGRC_3
	TGRB_3	TGRD_3



- 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 8.12 に示します。

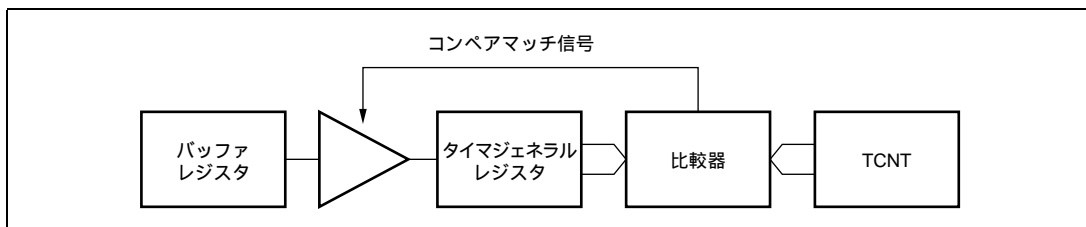


図 8.12 コンペアマッチバッファ動作

- 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 TGR の値をバッファレジスタに転送します。

この動作を図 8.13 に示します。

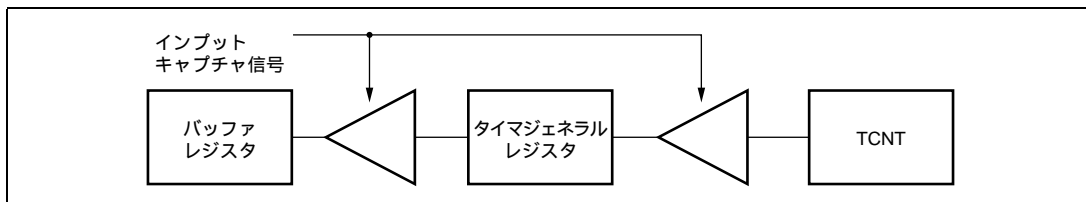


図 8.13 インプットキャプチャバッファ動作

(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 8.14 に示します。

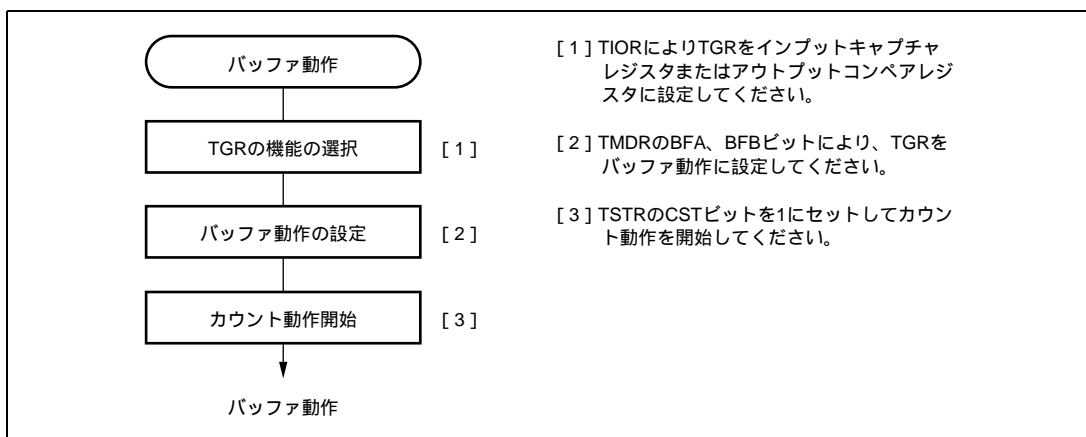


図 8.14 バッファ動作の設定手順例

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### (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8.15に示します。TCNTはコンペアマッチBによりクリア、出力はコンペアマッチAで1出力、コンペアマッチBで0出力に設定した例です。

バッファ動作が設定されているため、コンペアマッチAが発生すると出力を変化させると同時に、バッファレジスタTGRCの値がタイマジェネラルレジスタTGRAに転送されます。この動作は、コンペアマッチAが発生するたびに繰り返されます。

PWMモードについては、「8.4.5 PWMモード」を参照してください。

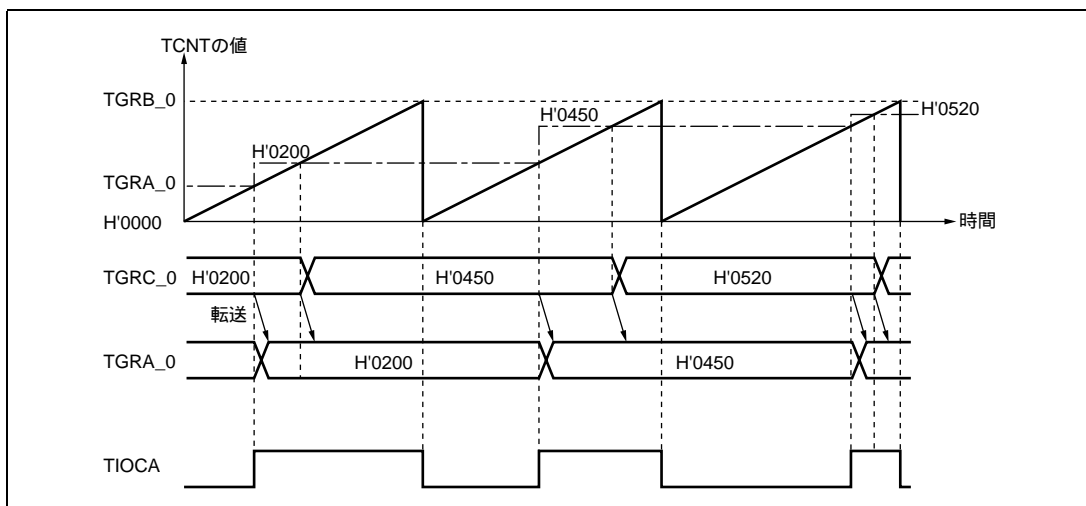


図 8.15 バッファ動作例 (1)

## (b) TGR が入力キャプチャレジスタの場合

TGRA を入力キャプチャレジスタに設定し、TGRA と TGRC をバッファ動作に設定したときの動作例を図 8.16 に示します。

TCNT は TGRA の入力キャプチャでカウンタクリア、TIOCA 端子の入力キャプチャ入力エッジは立ち上がりエッジ / 立ち下がりエッジの両エッジが選択されています。

バッファ動作が設定されているため、入力キャプチャ A により TCNT の値が TGRA に格納されると同時に、それまで TGRA に格納されていた値が TGRC に転送されます。

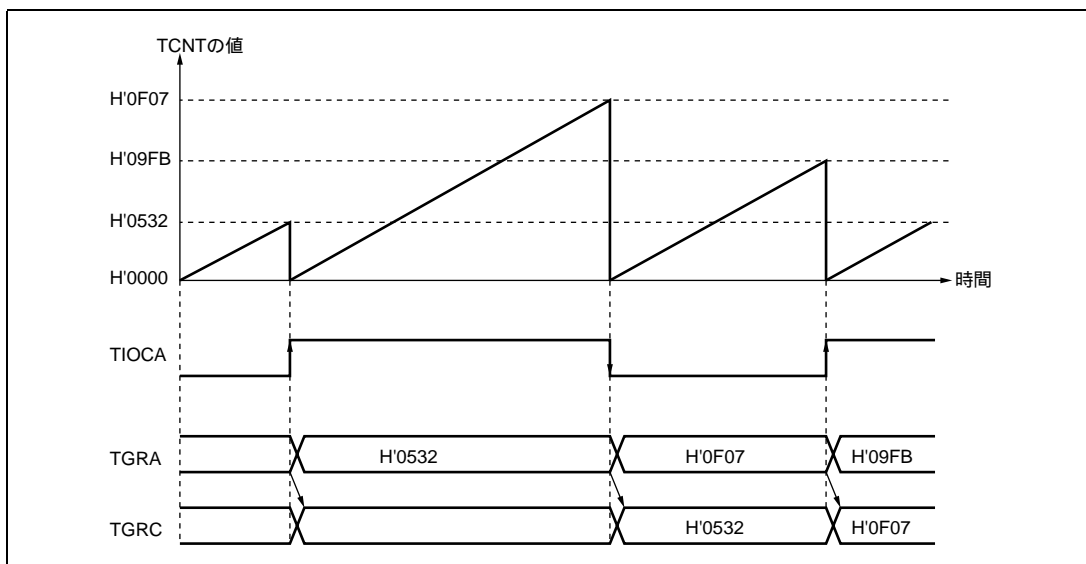


図 8.16 バッファ動作例 (2)

## 8.4.4 カスケード接続動作

カスケード接続動作は、2 チャンルの 16 ビットカウンタを接続して 32 ビットカウンタとして動作させる機能です。

この機能は、チャンネル 1 (チャンネル 4) のカウンタクロックを TCR の TPSC2 ~ TPSC0 ビットで TCNT<sub>x</sub> (TCNT<sub>5</sub>) のオーバフロー / アンダフローでカウントに設定することにより動作します。

アンダフローが発生するのは、下位 16 ビットの TCNT が位相計数モードのときのみです。

表 8.29 にカスケード接続の組み合わせを示します。

【注】 チャンネル 1、4 を位相計数モードに設定した場合は、カウンタクロックの設定は無効となり、独立して位相計数モードで動作します。

表 8.29 カスケード接続組み合わせ

組み合わせ	上位 16 ビット	下位 16 ビット
チャンネル 1 とチャンネル 2	TCNT_1	TCNT_2
チャンネル 4 とチャンネル 5	TCNT_4	TCNT_5

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

### (1) カスケード接続動作の設定手順例

カスケード接続動作の設定手順例を図 8.17 に示します。

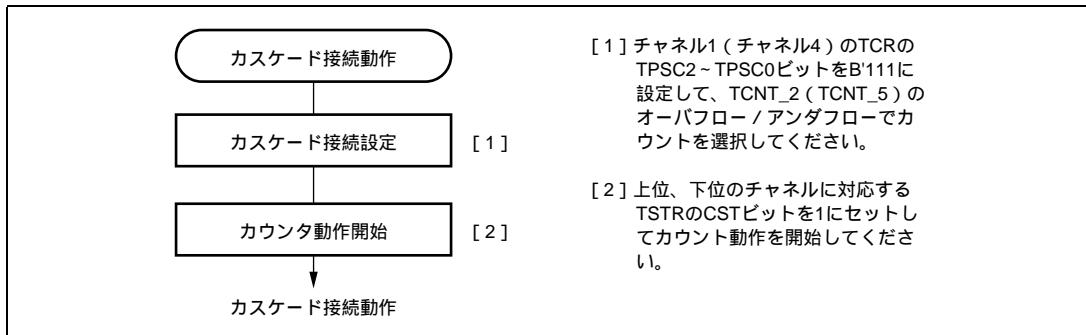


図 8.17 カスケード接続動作設定手順

### (2) カスケード接続動作例

TCNT\_1 は TCNT\_2 のオーバーフロー / アンダフローでカウント、TGRA\_1 と TGRA\_2 をインプットキャプチャレジスタに設定し、TIOCA 端子の立ち上がりエッジを選択した時の動作を図 8.18 に示します。

TIOCA1 端子と TIOCA2 端子に立ち上がりエッジを同時に入力することにより、TGRA\_1 に上位 16 ビット、TGRA\_2 に下位 16 ビットの 32 ビットデータが転送されます。

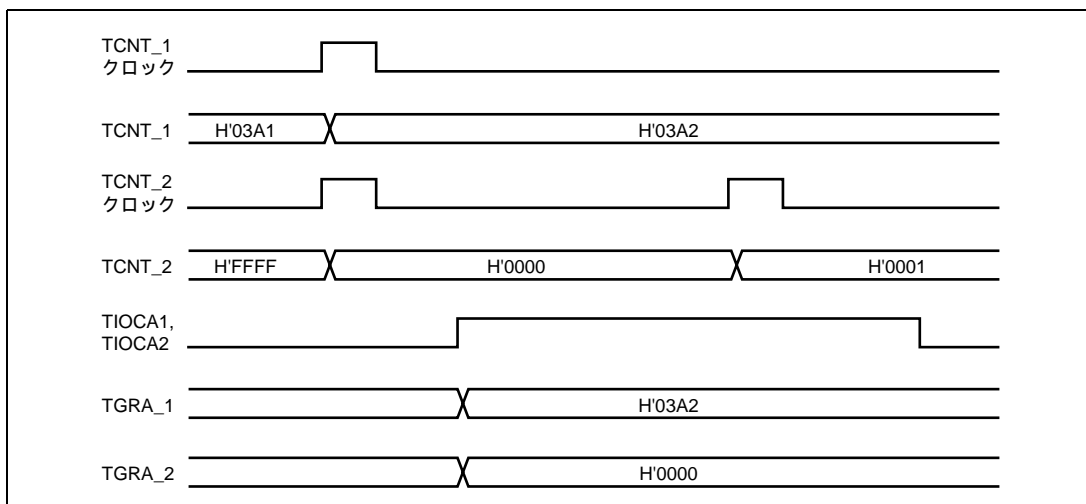


図 8.18 カスケード接続動作例 (1)

TCNT\_1 は TCNT\_2 のオーバーフロー / アンダフローでカウント、チャンネル 2 を位相計数モードに設定したときの動作を図 8.19 に示します。

TCNT\_1 は、TCNT\_2 のオーバーフローでアップカウント、TCNT\_2 のアンダフローでダウンカウントされます。

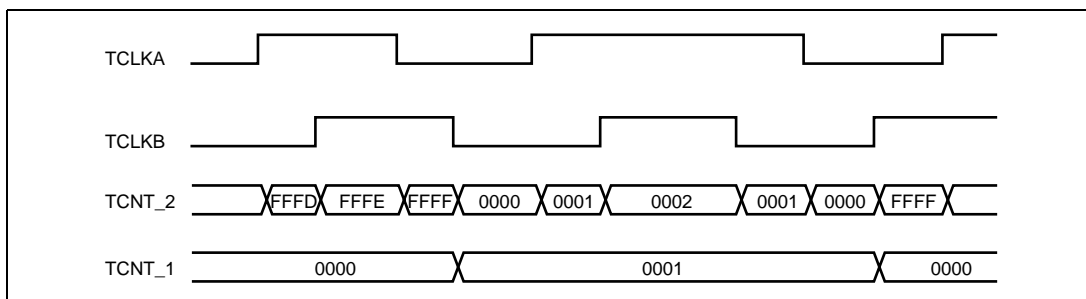


図 8.19 カスケード接続動作例 (2)

#### 8.4.5 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。

##### (a) PWM モード 1

TGRA と TGRB、TGRC と TGRD をペアで使用して、TIOCA、TIOCC 端子から PWM 出力を生成します。TIOCA、TIOCC 端子からコンペアマッチ A、C によって TIOR の IOA3 ~ IOA0、IOC3 ~ IOC0 ビットで指定した出力を、また、コンペアマッチ B、D によって TIOR の IOB3 ~ IOB0、IOD3 ~ IOD0 ビットで指定した出力を行います。初期出力値は TGRA、TGRC に設定した値になります。ペアで使用する TGR の設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 1 では、最大 8 相の PWM 出力が可能です。

##### (b) PWM モード 2

TGR の 1 本を周期レジスタ、他の TGR をデューティレジスタに使用して PWM 出力を生成します。コンペアマッチによって、TIOR で指定した出力を行います。また、同期レジスタのコンペアマッチによるカウンタのクリアで各端子の出力値は TIOR で設定した初期値が出力されます。周期レジスタとデューティレジスタの設定値が同一の場合、コンペアマッチが発生しても出力値は変化しません。

PWM モード 2 では、同期動作と併用することにより最大 15 相の PWM 出力が可能です。

PWM 出力端子とレジスタの対応を表 8.30 に示します。

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

表 8.30 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
3	TGRA_3	TIOCA3	TIOCA3
	TGRB_3		TIOCB3
	TGRC_3	TIOCC3	TIOCC3
	TGRD_3		TIOCD3
4	TGRA_4	TIOCA4	TIOCA4
	TGRB_4		TIOCB4
5	TGRA_5	TIOCA5	TIOCA5
	TGRB_5		TIOCB5

【注】 PWM モード 2 のとき、周期を設定した TGR の PWM 出力はできません。

## (1) PWM モードの設定手順例

PWM モードの設定手順例を図 8.20 に示します。

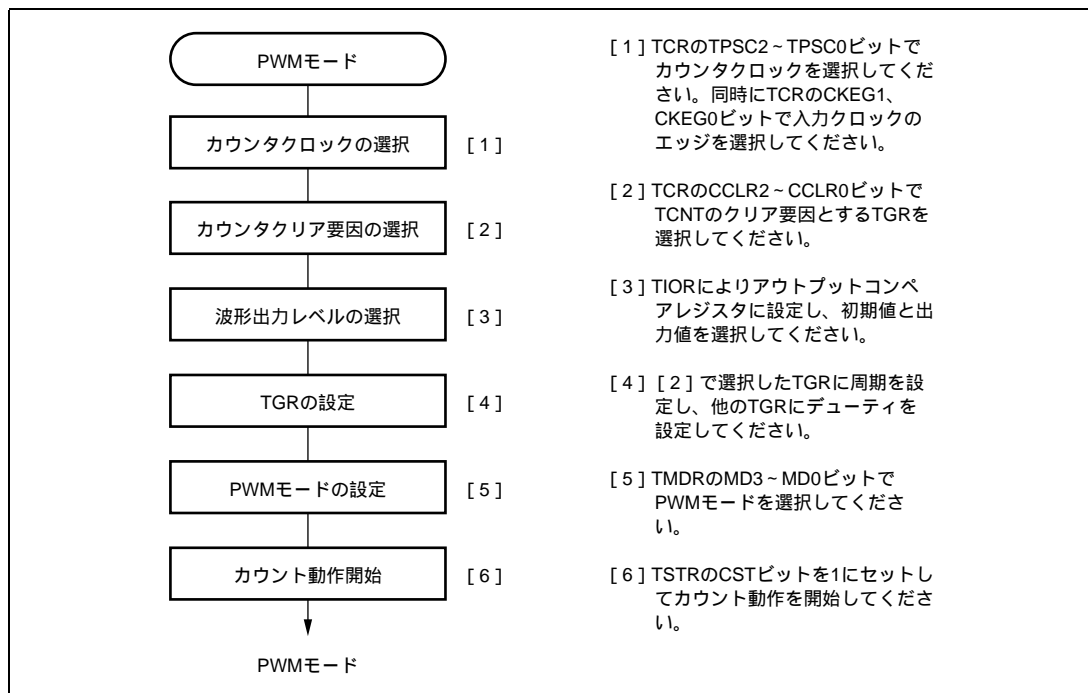


図 8.20 PWM モードの設定手順例

## (2) PWM モードの動作例

PWM モード 1 の動作例を図 8.21 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。

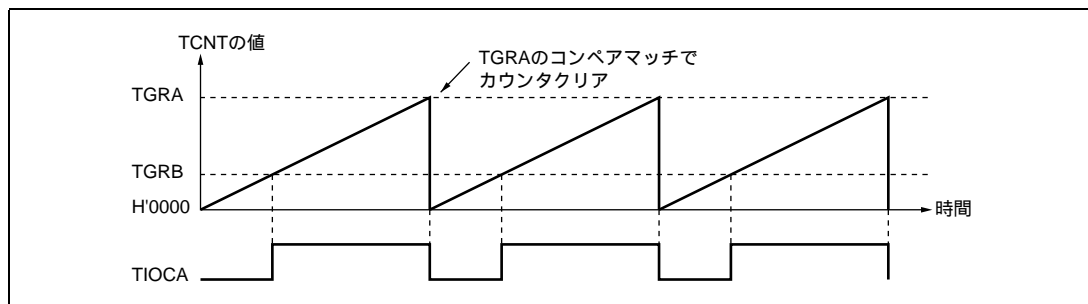


図 8.21 PWM モードの動作例 (1)

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

PWM モード 2 の動作例を図 8.22 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。

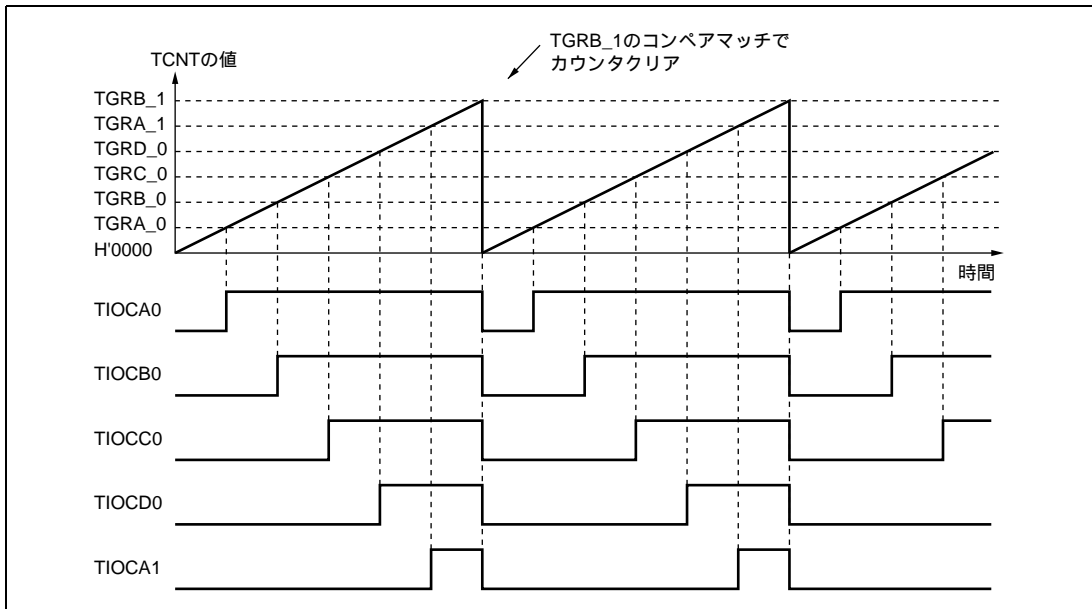


図 8.22 PWM モードの動作例 (2)



PWM モードで、デューティ 0%、デューティ 100% の PWM 波形を出力する例を図 8.23 に示します。

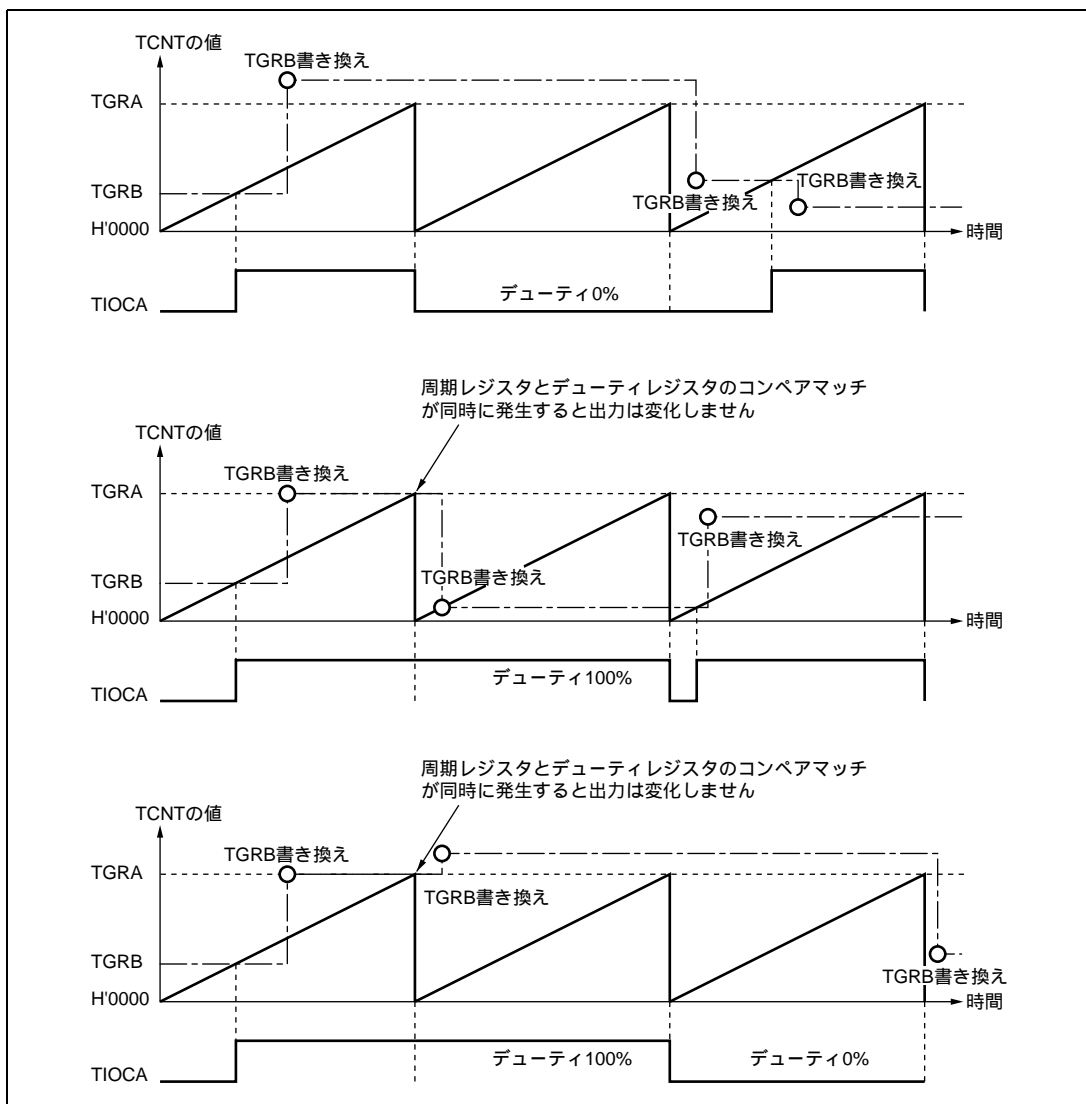


図 8.23 PWM モードの動作例 (3)

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### 8.4.6 位相計数モード

位相計数モードは、チャンネル1、2、4、5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。

2相エンコーダパルスの入力として使用できます。

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 8.31 に外部クロック端子とチャンネルの対応を示します。

表 8.31 位相計数モードクロック入力端子

チャンネル	外部クロック端子	
	A相	B相
チャンネル1または5を位相計数モードとするとき	TCLKA	TCLKB
チャンネル2または4を位相計数モードとするとき	TCLKC	TCLKD

#### (1) 位相計数モードの設定手順例

位相計数モードの設定手順例を図 8.24 に示します。

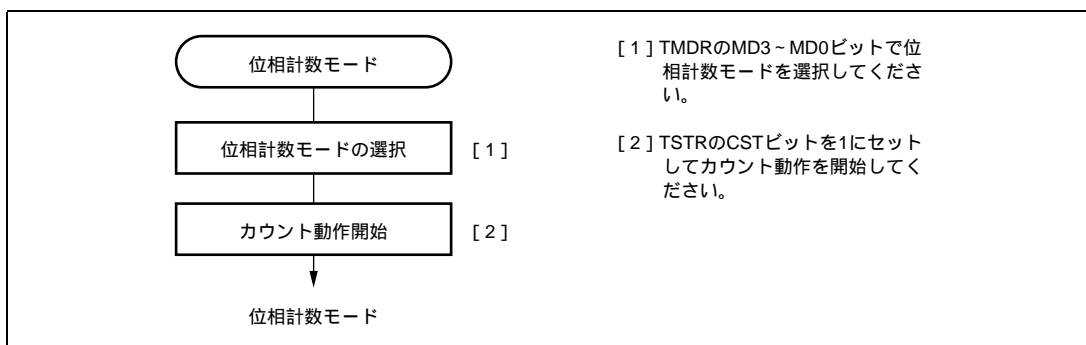


図 8.24 位相計数モードの設定手順例

## (2) 位相計数モードの動作例

位相計数モードでは、2本の外部クロックの位相差でTCNTがアップ/ダウンカウントします。また、カウント条件により4つのモードがあります。

## (a) 位相計数モード

位相計数モード1の動作例を図8.25に、TCNTのアップ/ダウンカウント条件を表8.32に示します。

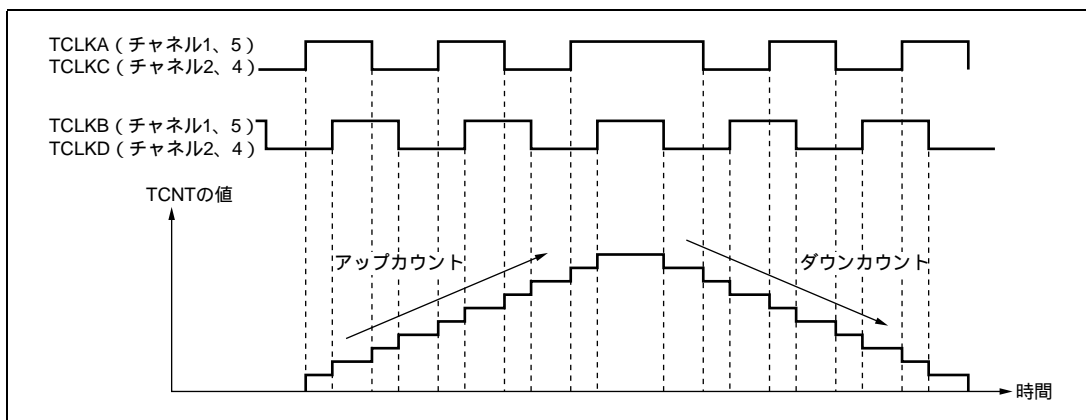


図 8.25 位相計数モード1の動作例

表 8.32 位相計数モード1のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル1、5) TCLKC (チャンネル2、4)	TCLKB (チャンネル1、5) TCLKD (チャンネル2、4)	動作内容
High レベル	↑	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

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### (b) 位相計数モード 2

位相計数モード 2 の動作例を図 8.26 に、TCNT のアップ / ダウンカウント条件を表 8.33 に示します。

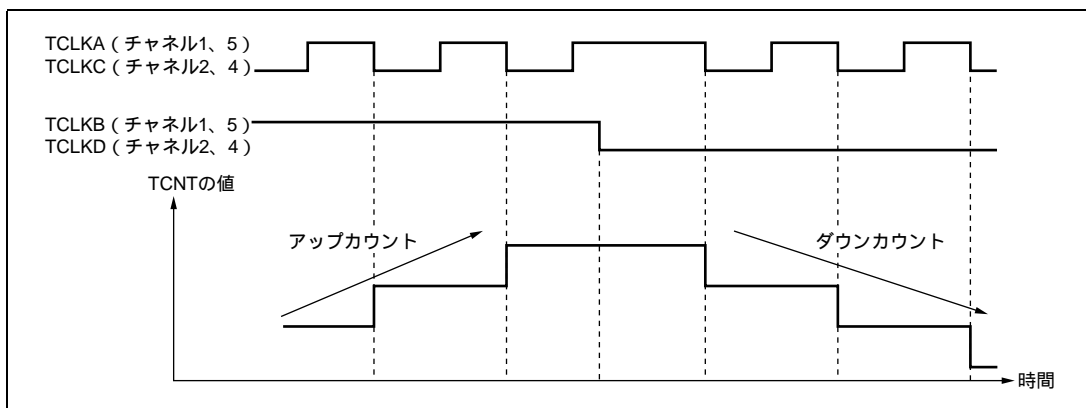


図 8.26 位相計数モード 2 の動作例

表 8.33 位相計数モード 2 のアップ / ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル 1、5) TCLKC (チャンネル 2、4)	TCLKB (チャンネル 1、5) TCLKD (チャンネル 2、4)	動作内容
High レベル	↑	Don't care
Low レベル	↓	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	↓	Don't care
Low レベル	↑	Don't care
↑	High レベル	Don't care
↓	Low レベル	ダウンカウント

#### 【記号説明】

↑ : 立ち上がりエッジ

↓ : 立ち下がりエッジ

## (c) 位相計数モード3

位相計数モード3の動作例を図8.27に、TCNTのアップ/ダウンカウント条件を表8.34に示します。

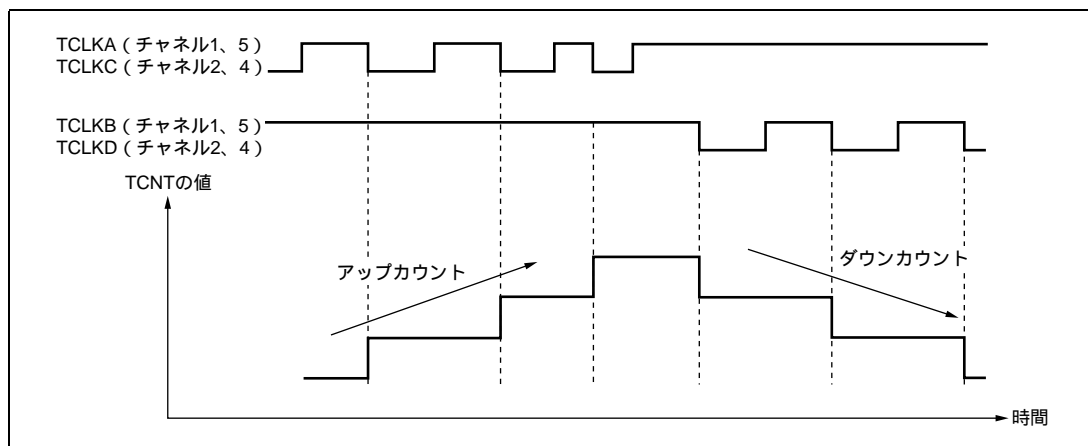


図 8.27 位相計数モード3の動作例

表 8.34 位相計数モード3のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル1、5) TCLKC (チャンネル2、4)	TCLKB (チャンネル1、5) TCLKD (チャンネル2、4)	動作内容
High レベル	↑	Don't care
Low レベル	↓	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

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### (d) 位相計数モード4

位相計数モード4の動作例を図8.28に、TCNTのアップ/ダウンカウント条件を表8.35に示します。

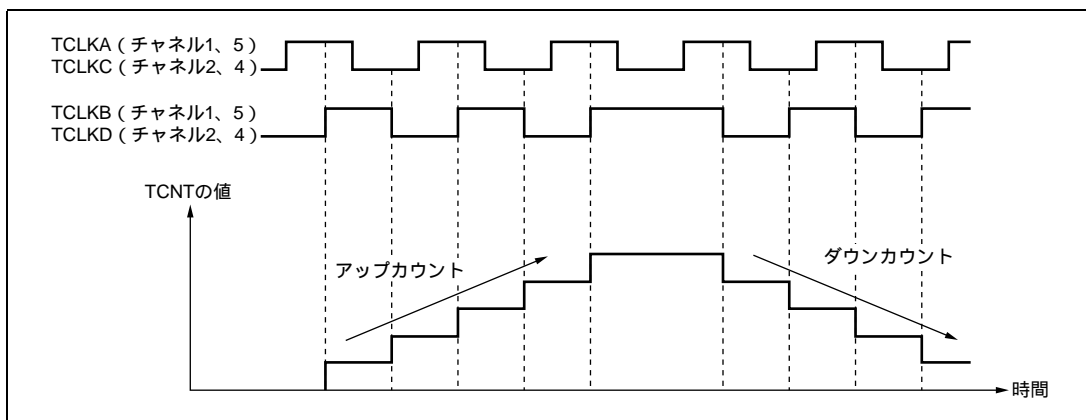


図 8.28 位相計数モード4の動作例

表 8.35 位相計数モード4のアップ/ダウンカウント条件

TCLKA (チャンネル1、5) (チャンネル2、4)	TCLKB (チャンネル1、5) (チャンネル2、4)	TCLKC (チャンネル1、5) (チャンネル2、4)	TCLKD (チャンネル1、5) (チャンネル2、4)	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

### (3) 位相計数モード応用例

チャンネル1を位相計数モードに設定し、チャンネル0と連携してサーボモータの2相エンコーダパルスを入力して位置または速度を検出する例を図8.29に示します。

チャンネル1は位相計数モード1に設定し、TCLKAとTCLKBにエンコーダパルスのA相、B相を入力します。

チャンネル0はTCNTをTGRC\_0のコンペアマッチでカウンタクリアとして動作させ、TGRA\_0とTGRC\_0はコンペアマッチ機能で使用して、速度制御周期と位置制御周期を設定します。TGRB\_0は入力キャプチャ機能で使用し、TGRB\_0とTGRD\_0をバッファ動作させます。TGRB\_0の入力キャプチャ要因は、チャンネル1のカウンタ入力クロックとし、2相エンコーダの4倍パルスのパルス幅を検出します。

チャンネル1のTGRA\_1とTGRB\_1は、入力キャプチャ機能に設定し、入力キャプチャ要因はチャンネル0のTGRA\_0とTGRC\_0のコンペアマッチを選択し、それぞれの制御周期時のアップ/ダウンカウンタの値を格納します。

これにより、正確な位置 / 速度検出を行うことができます。

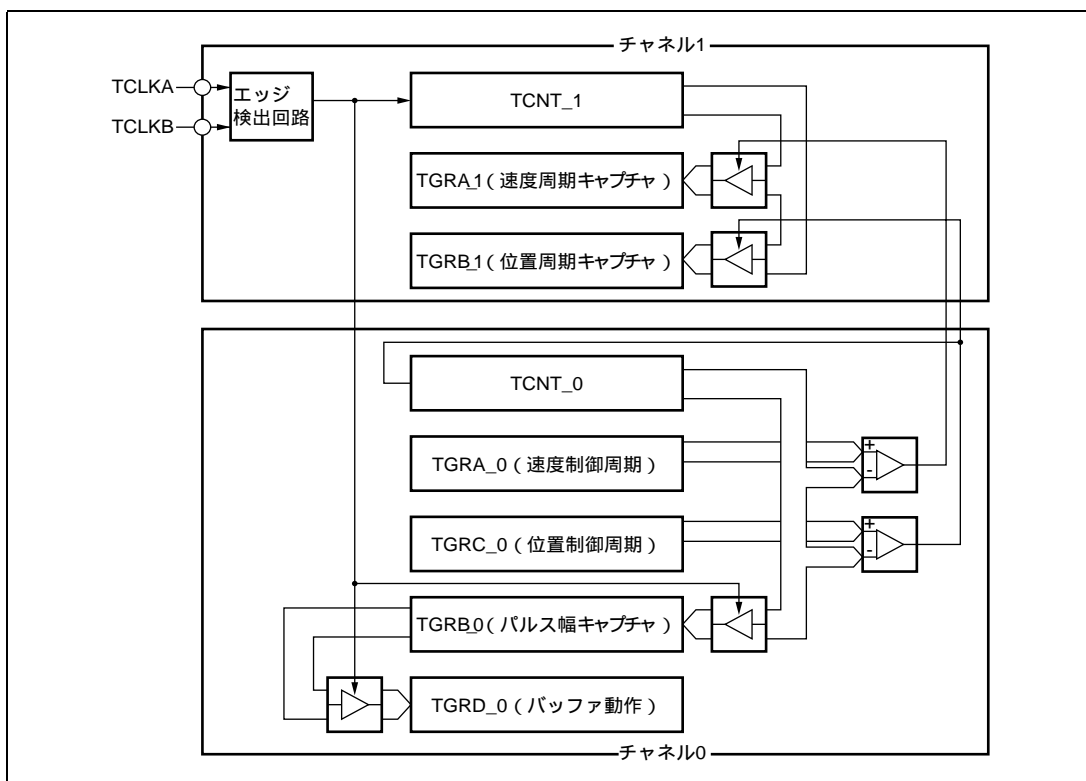


図 8.29 位相計数モードの応用例

## 8.5 割り込み要因

TPUの割り込み要因には、TGRの入力キャプチャ/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。

## 8. 16ビットタイムパルスユニット (TPU)

表 8.36 に TPU の割り込み要因の一覧を示します。

表 8.36 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
0	TGI0A	TGRA_0 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_0
	TGI0B	TGRB_0 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_0
	TGI0C	TGRC_0 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFC_0
	TGI0D	TGRD_0 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFD_0
	TCI0V	TCNT_0 のオーバフロー	TCFV_0
1	TGI1A	TGRA_1 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_1
	TGI1B	TGRB_1 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_1
	TCI1V	TCNT_1 のオーバフロー	TCFV_1
	TCI1U	TCNT_1 のアンダフロー	TCFU_1
2	TGI2A	TGRA_2 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_2
	TGI2B	TGRB_2 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_2
	TCI2V	TCNT_2 のオーバフロー	TCFV_2
	TCI2U	TCNT_2 のアンダフロー	TCFU_2
3	TGI3A	TGRA_3 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_3
	TGI3B	TGRB_3 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_3
	TGI3C	TGRC_3 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFC_3
	TGI3D	TGRD_3 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFD_3
	TCI3V	TCNT_3 のオーバフロー	TCFV_3
4	TGI4A	TGRA_4 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_4
	TGI4B	TGRB_4 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_4
	TCI4V	TCNT_4 のオーバフロー	TCFV_4
	TCI4U	TCNT_4 のアンダフロー	TCFU_4
5	TGI5A	TGRA_5 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFA_5
	TGI5B	TGRB_5 のインプットキャプチャ / コンペアマッチ	TGFB_5
	TCI5V	TCNT_5 のオーバフロー	TCFV_5
	TCI5U	TCNT_5 のアンダフロー	TCFU_5

【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、3 に各 4 本、チャンネル 1、2、4、5 に各 2 本、計 16 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 6 本のオーバフロー割り込みがあります。

(3) アンダフロー割り込み

各チャンネルの TCNT のアンダフローの発生により、TSR の TCFU フラグが 1 にセットされたとき、TIER の TCIEU ビットが 1 にセットされていれば、割り込みを要求します。TCFU フラグを 0 にクリアすることで割り込み要求は解除されます。TPU には、チャンネル 1、2、4、5 に各 1 本、計 4 本のアンダフロー割り込みがあります。

## 8.6 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 変換器を起動することができます。

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 6 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。

## 8.7 動作タイミング

### 8.7.1 入出力タイミング

#### (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 8.30 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 8.31 に示します。

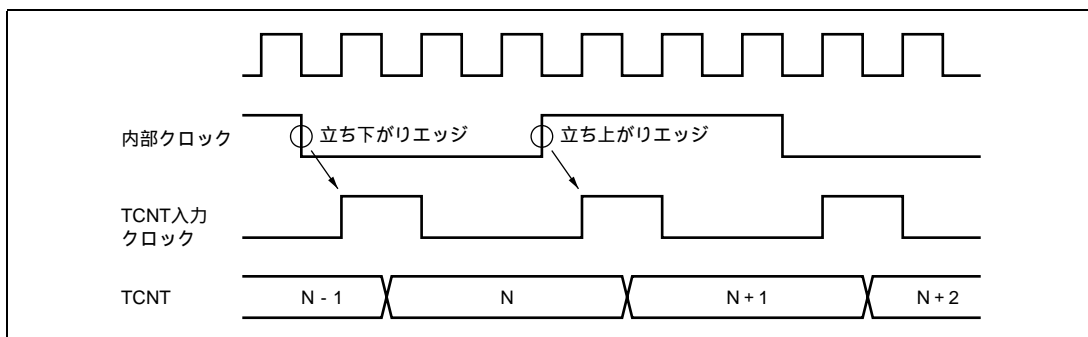


図 8.30 内部クロック動作時のカウントタイミング

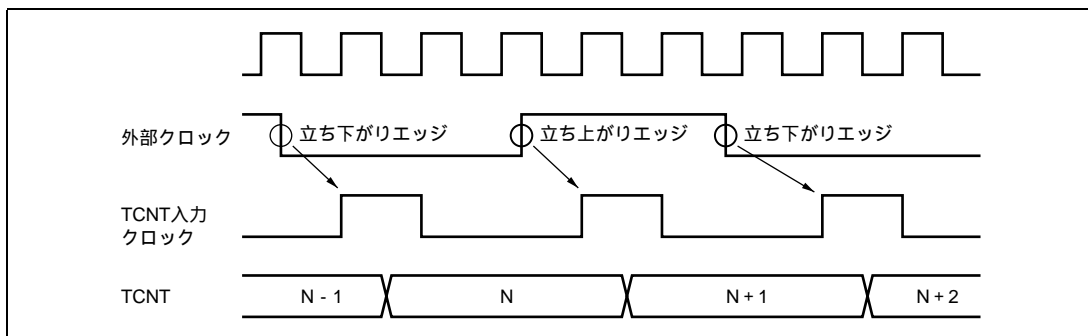


図 8.31 外部クロック動作時のカウントタイミング

## (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、TIOCR で設定した出力値がアウトプットコンペア出力端子 (TIOC 端子) に出力されます。TCNT と TGR が一致したあと、TCNT 入力クロックが発生するまで、コンペアマッチ信号は発生しません。

アウトプットコンペア出力タイミングを図 8.32 に示します。

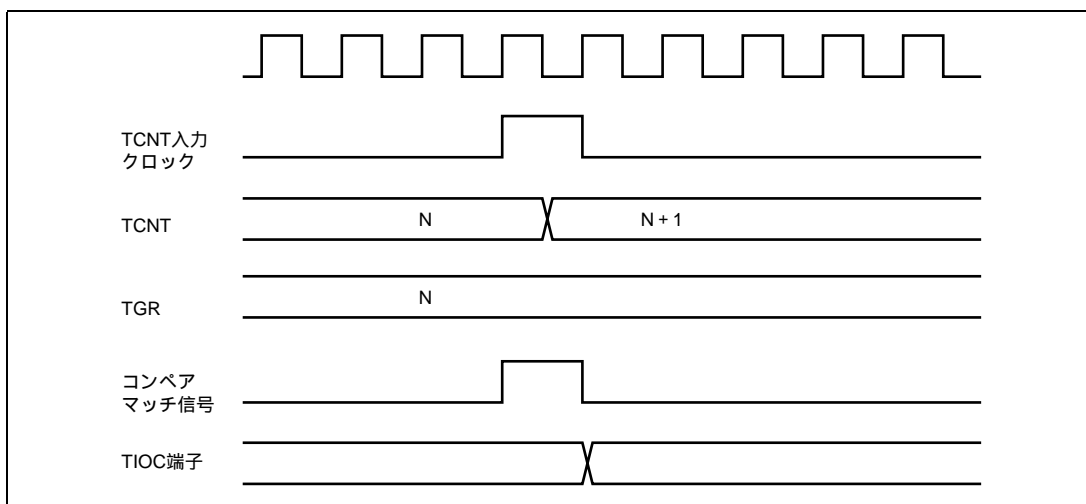


図 8.32 アウトプットコンペア出力タイミング

## (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 8.33 に示します。

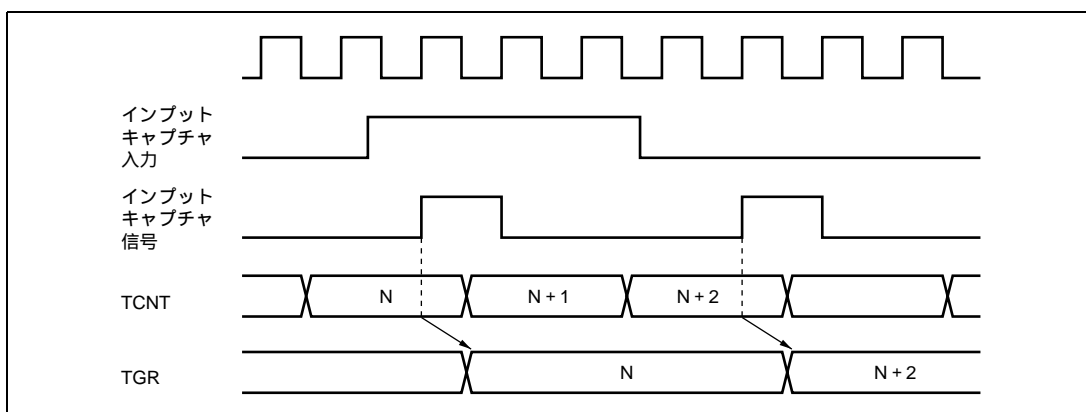


図 8.33 インพุットキャプチャ入力信号タイミング

## 8. 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 8.34 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 8.35 に示します。

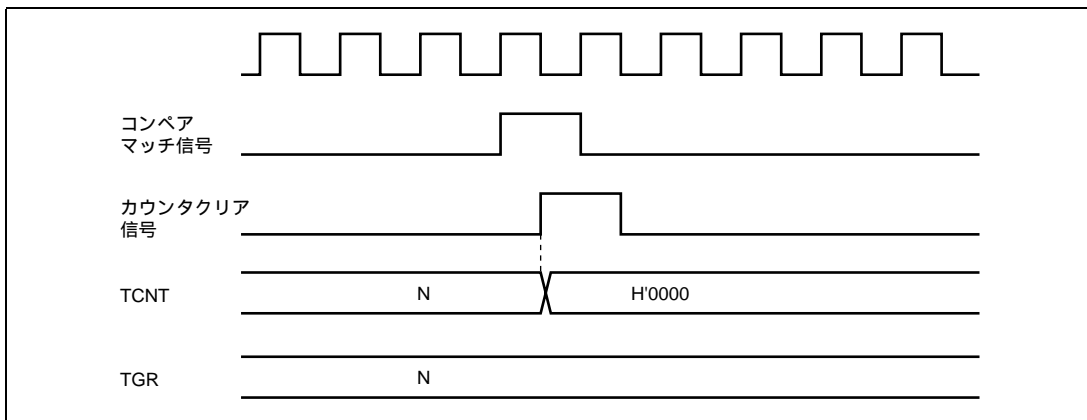


図 8.34 カウンタクリアタイミング (コンペアマッチ)

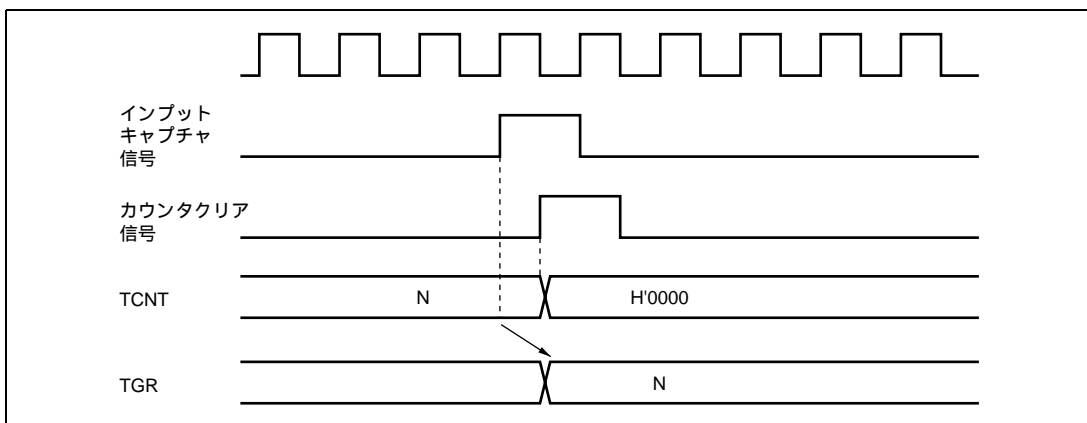


図 8.35 カウンタクリアタイミング (インプットキャプチャ)

## (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 8.36、図 8.37 に示します。

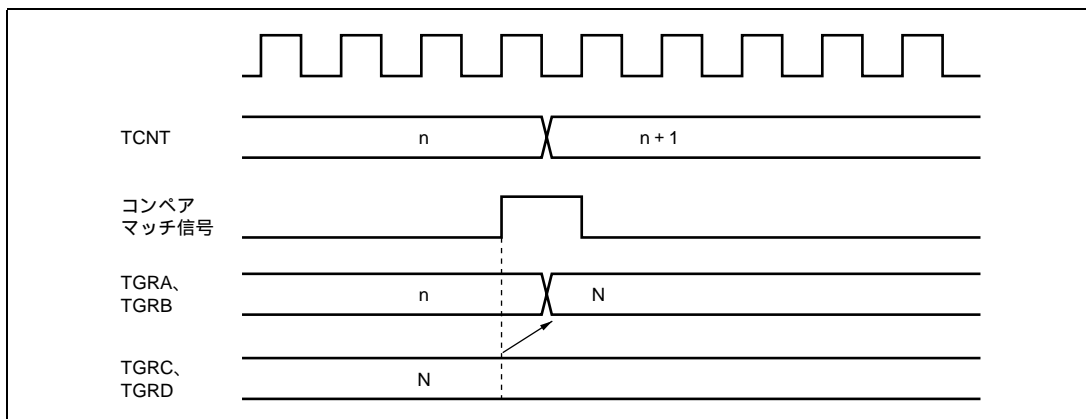


図 8.36 バッファ動作タイミング (コンペアマッチ)

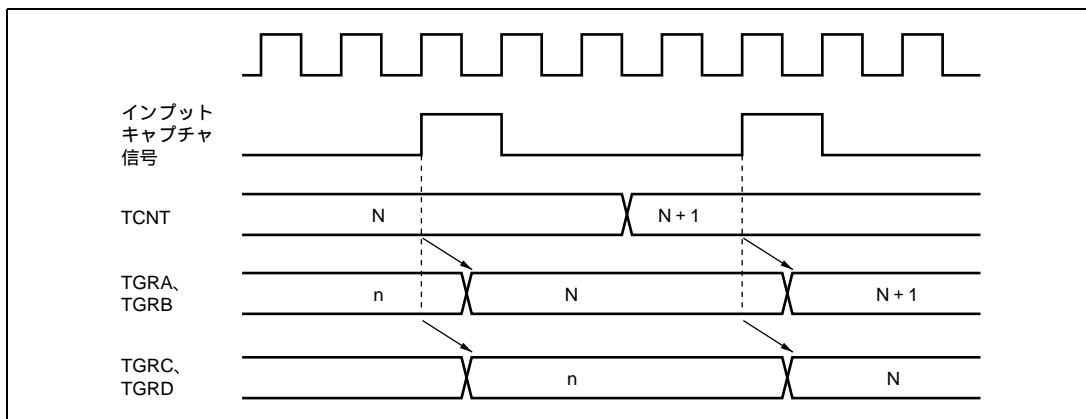


図 8.37 バッファ動作タイミング (インプットキャプチャ)

### 8.7.2 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 8.38 に示します。

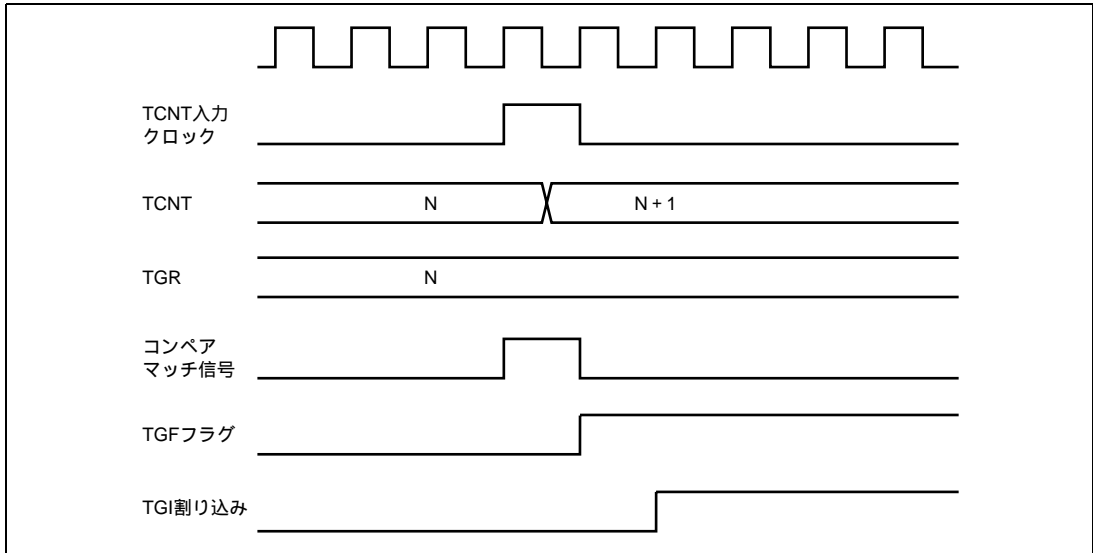


図 8.38 TGI 割り込みタイミング (コンペアマッチ)

(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 8.39 に示します。

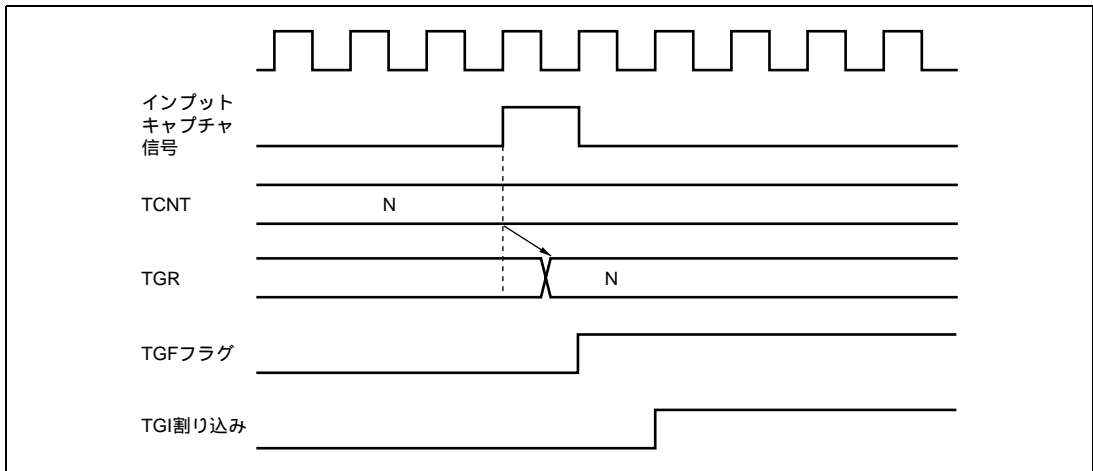


図 8.39 TGI 割り込みタイミング (インพุットキャプチャ)

## (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 8.40 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 8.41 に示します。

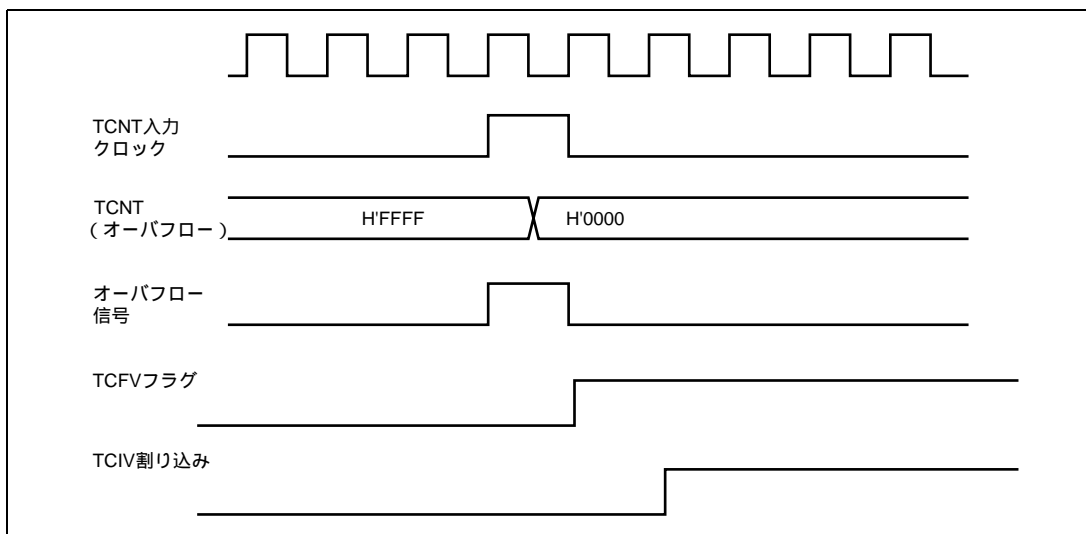


図 8.40 TCIV 割り込みのセットタイミング

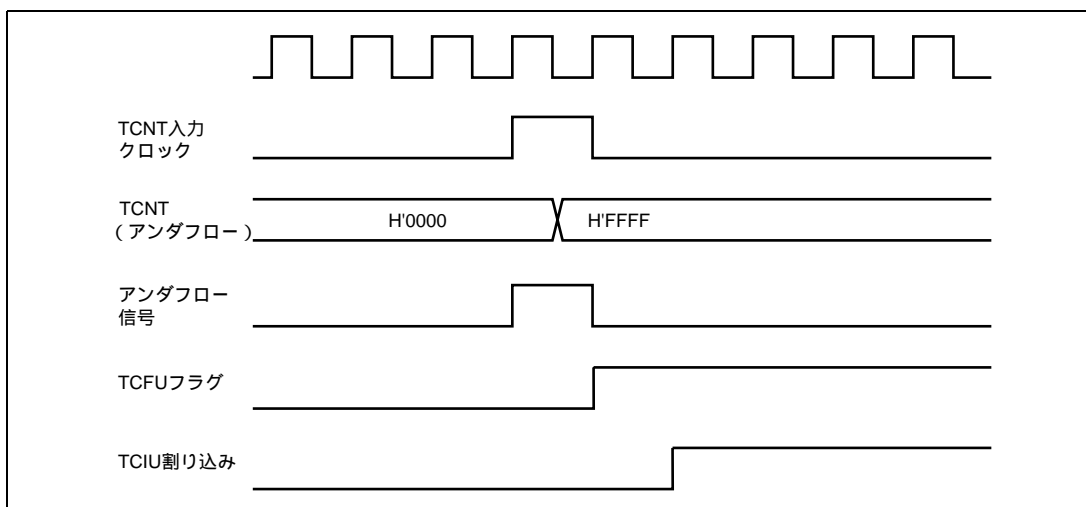


図 8.41 TCIU 割り込みのセットタイミング

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### (4) ステータスフラグのクリアタイミング

ステータスフラグはCPUが1の状態をリードしたあと、0をライトするとクリアされます。CPUによるステータスフラグのクリアタイミングを図8.42に示します。

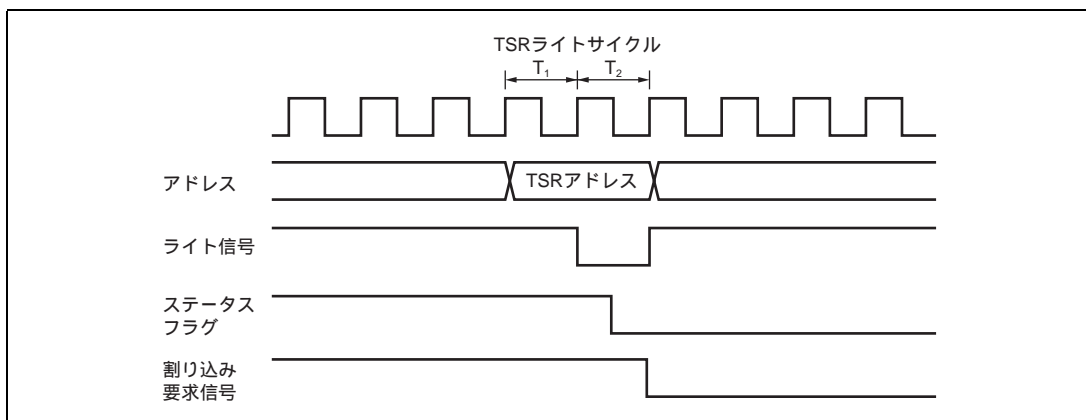


図 8.42 CPU によるステータスフラグのクリアタイミング

## 8.8 使用上の注意事項

### 8.8.1 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、TPU の動作禁止 / 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 16 章 低消費電力状態」を参照してください。

### 8.8.2 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 8.43 に示します。

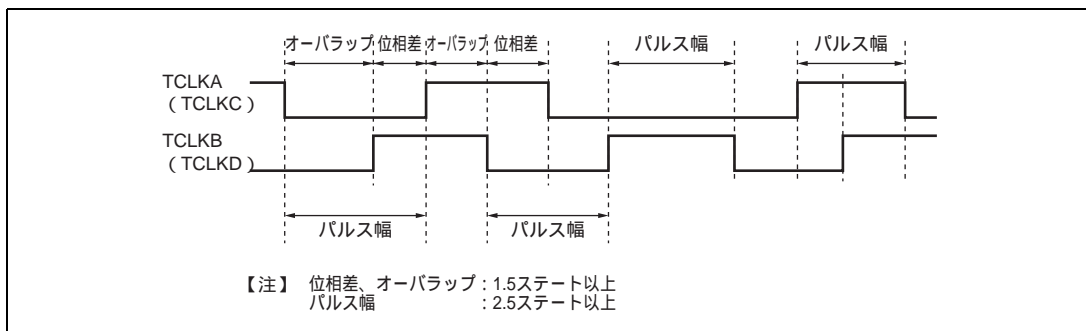


図 8.43 位相計数モード時の位相差、オーバーラップ、およびパルス幅



### 8.8.3 周期設定上の注意事項

コンパス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。

$$f = \frac{\text{動作周波数}}{(N+1)}$$

f : カウンタ周波数

: 動作周波数

N : TGR の設定値

### 8.8.4 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 8.44 に示します。

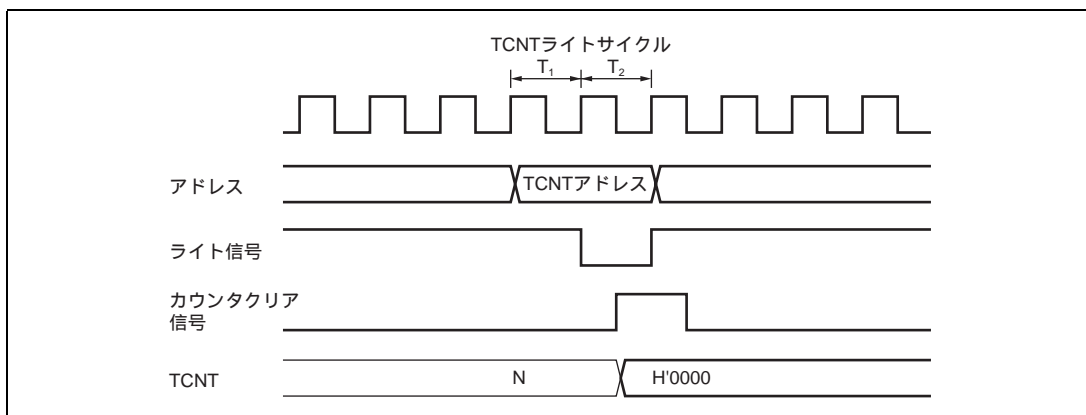


図 8.44 TCNT のライトとクリアの競合

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### 8.8.5 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 8.45 に示します。

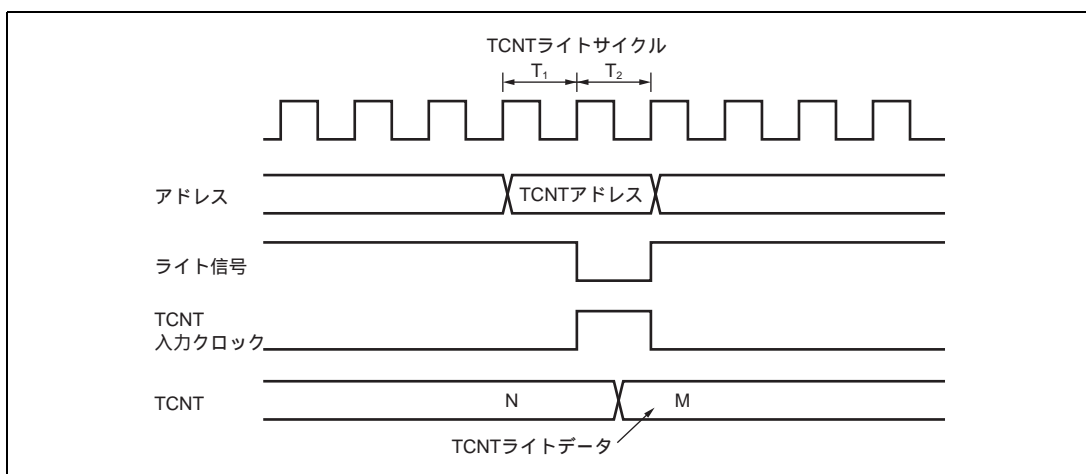


図 8.45 TCNT のライトとカウントアップの競合

### 8.8.6 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 8.46 に示します。

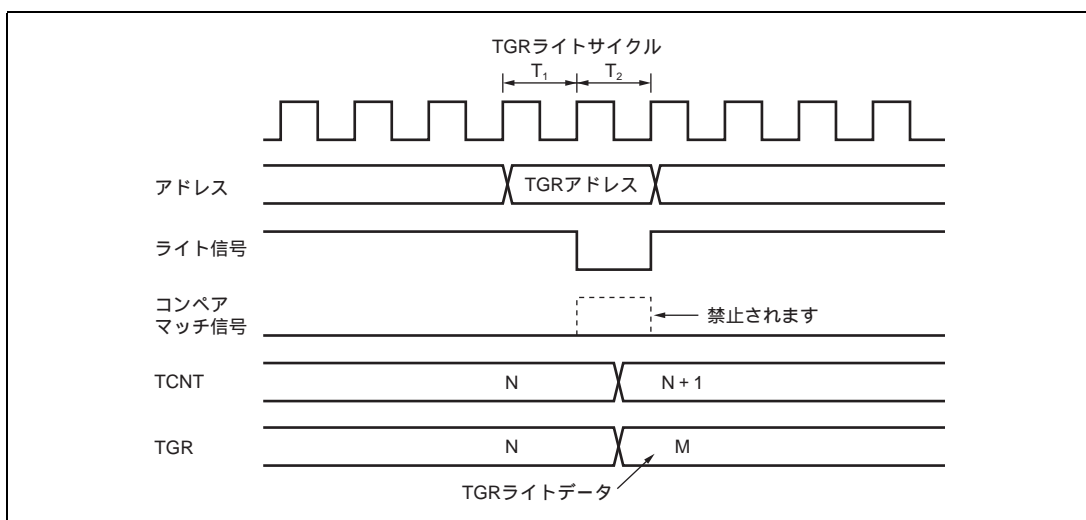


図 8.46 TGR のライトとコンペアマッチの競合

### 8.8.7 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 8.47 に示します。

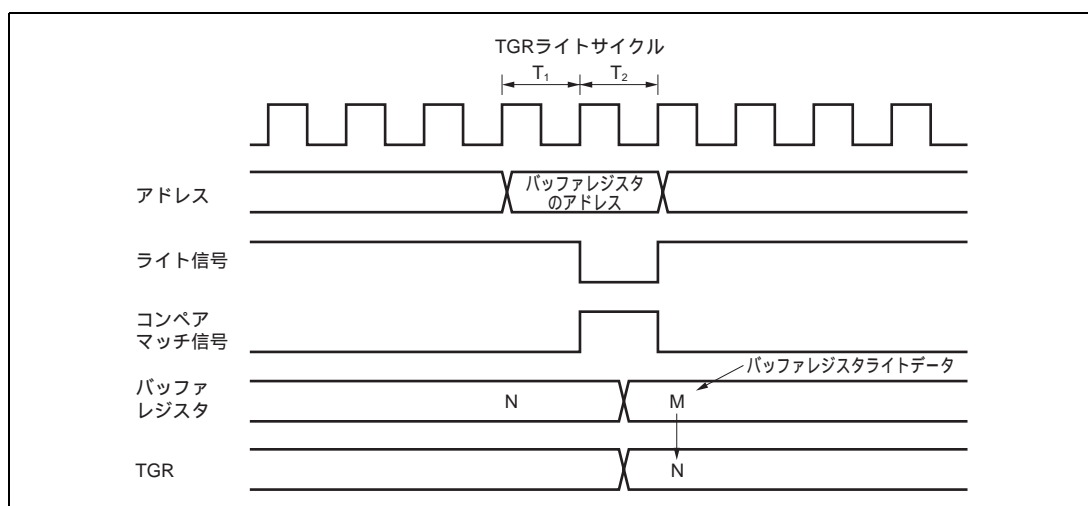


図 8.47 バッファレジスタのライトとコンペアマッチの競合

### 8.8.8 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 8.48 に示します。

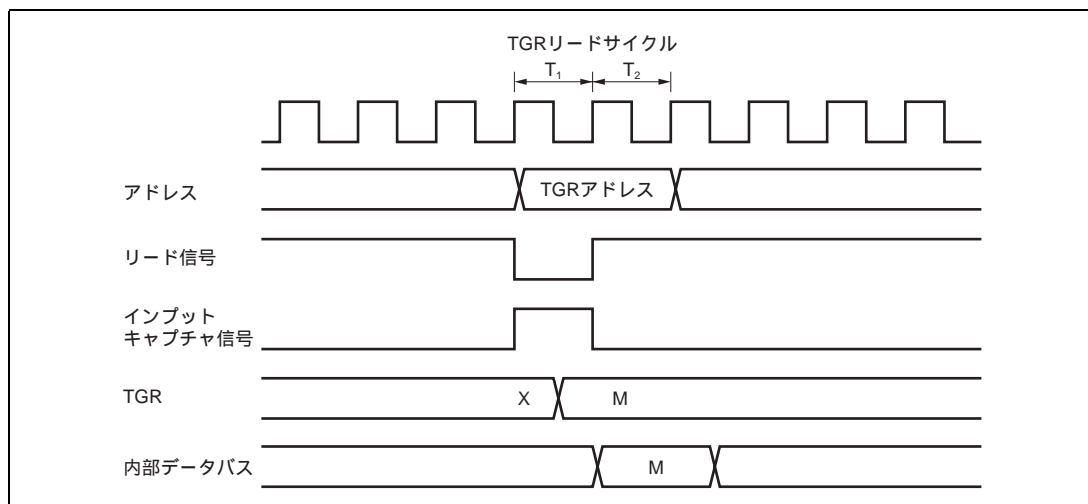


図 8.48 TGR のリードとインプットキャプチャの競合

## 8. 16ビットタイマパルスユニット (TPU)

### 8.8.9 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8.49に示します。

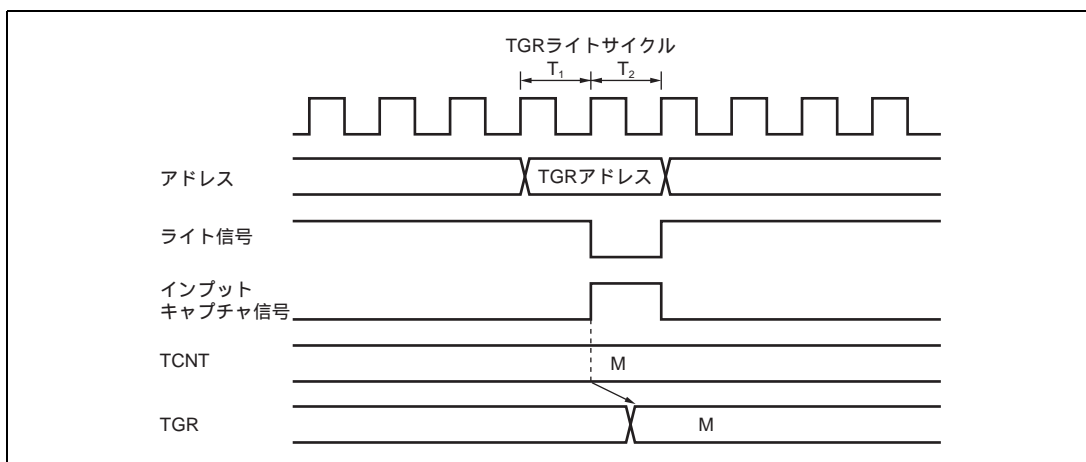


図 8.49 TGRのライトとインプットキャプチャの競合

### 8.8.10 バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

バッファレジスタのライトサイクル中の $T_2$ ステートでインプットキャプチャ信号が発生すると、バッファレジスタへのライトは行われず、バッファ動作が優先されます。

このタイミングを図8.50に示します。

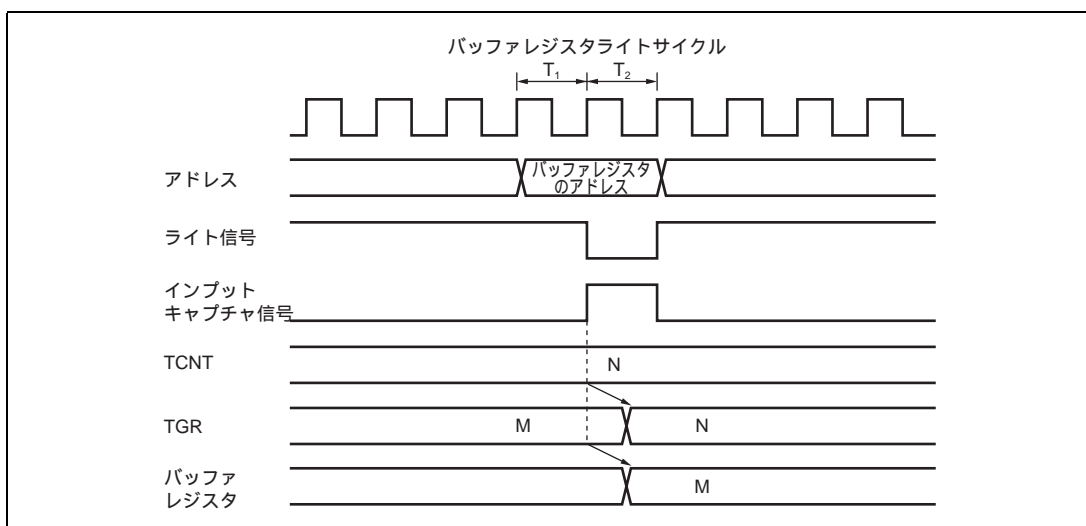


図 8.50 バッファレジスタのライトとインプットキャプチャの競合

### 8.8.11 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 8.51 に示します。

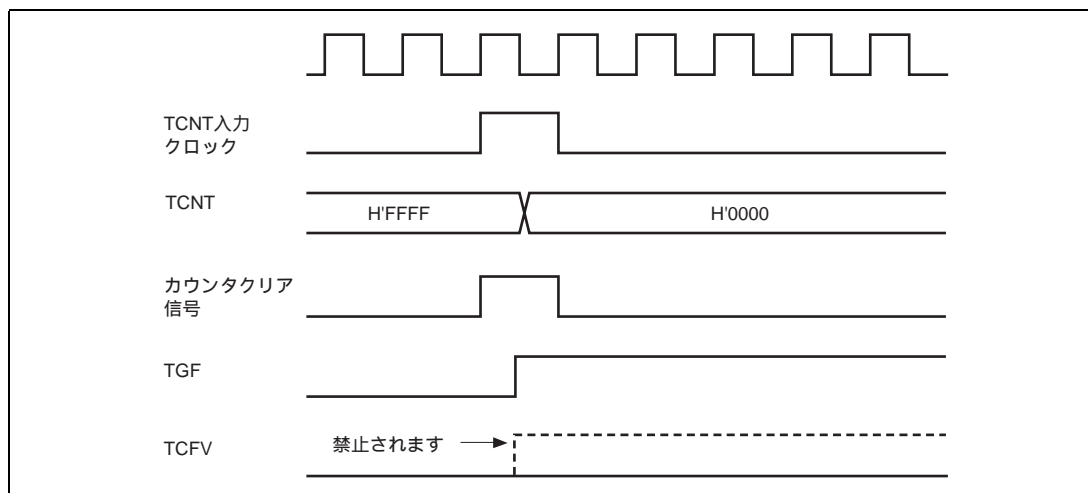


図 8.51 オーバフローとカウンタクリアの競合

### 8.8.12 TCNT のライトとオーバフロー / アンダフローの競合

TCNT のライトサイクル中の  $T_2$  ステートでカウントアップ / カウントダウンが発生し、オーバフロー / 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 のライトとオーバフロー競合時の動作タイミングを図 8.52 に示します。

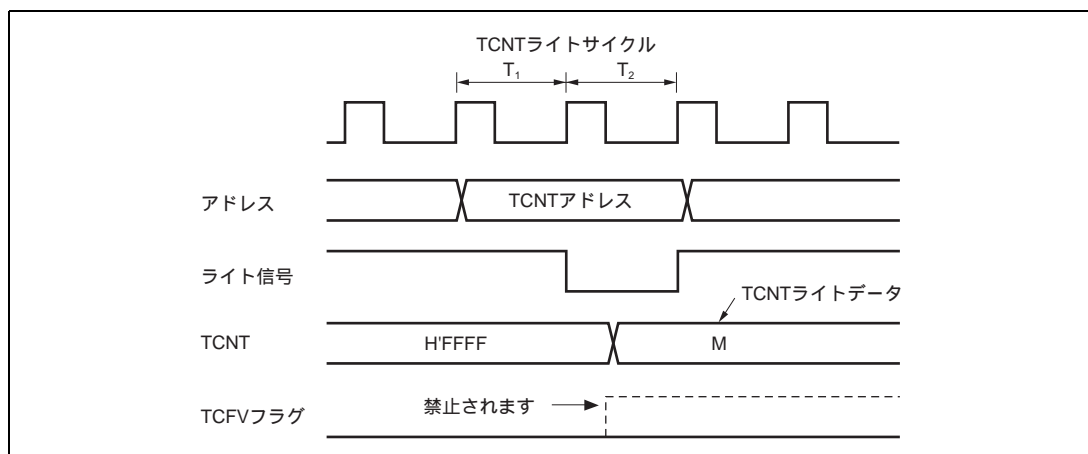


図 8.52 TCNT のライトとオーバフローの競合

## 8. 16 ビットタイマパルスユニット (TPU)

---

### 8.8.13 入出力端子の兼用

本 LSI では、TCLKA 入力と TIOCC0 入出力、TCLKB 入力と TIOCD0 入出力、TCLKC 入力と TIOCB1 入出力、TCLKD 入力と TIOCB2 入出力の端子がそれぞれ兼用になっています。外部クロックを入力する場合には、兼用されている端子からコンペアマッチ出力を行わないでください。

### 8.8.14 モジュールストップ時の割り込み

割り込みが要求された状態でモジュールストップモードにすると、CPU の割り込み要因のクリアができません。事前に割り込みをディスエーブルしてからモジュールストップモードとしてください。

---

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

---

ウォッチドッグタイマ (WDT\_0、WDT\_1) は 8 ビットのタイマで、システムの暴走などによりカウンタの値が書き換えられずにオーバーフローすると本 LSI 内部をリセットすることができます。

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 のブロック図を図 9.1 に、WDT\_1 のブロック図を図 9.2 に示します。

### 9.1 特長

- 8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

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

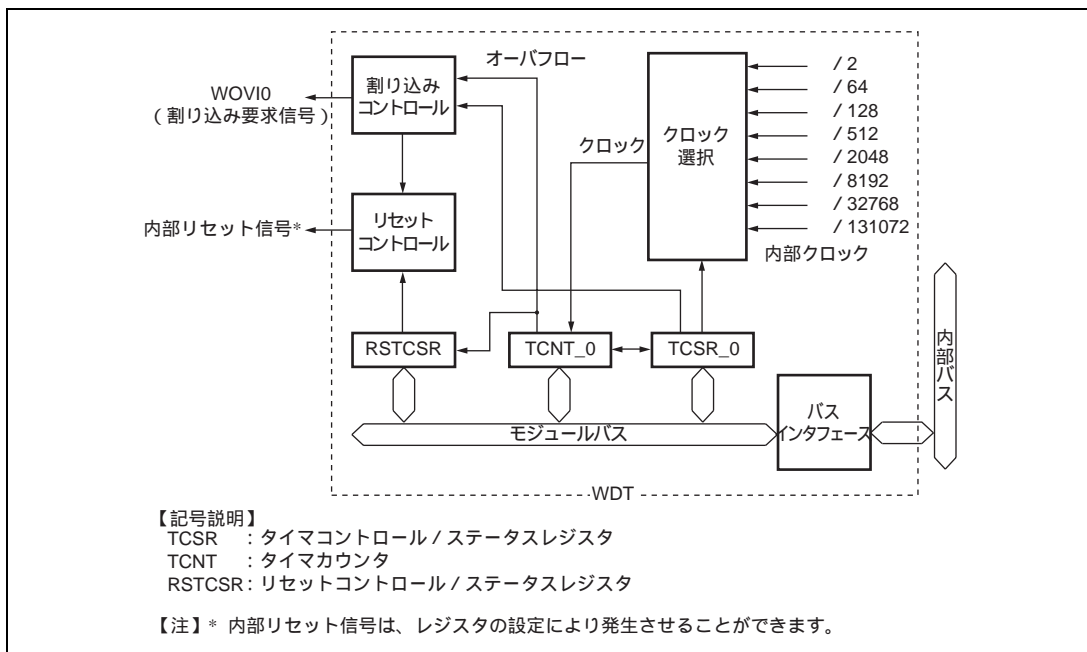


図 9.1 WDT\_0 のブロック図

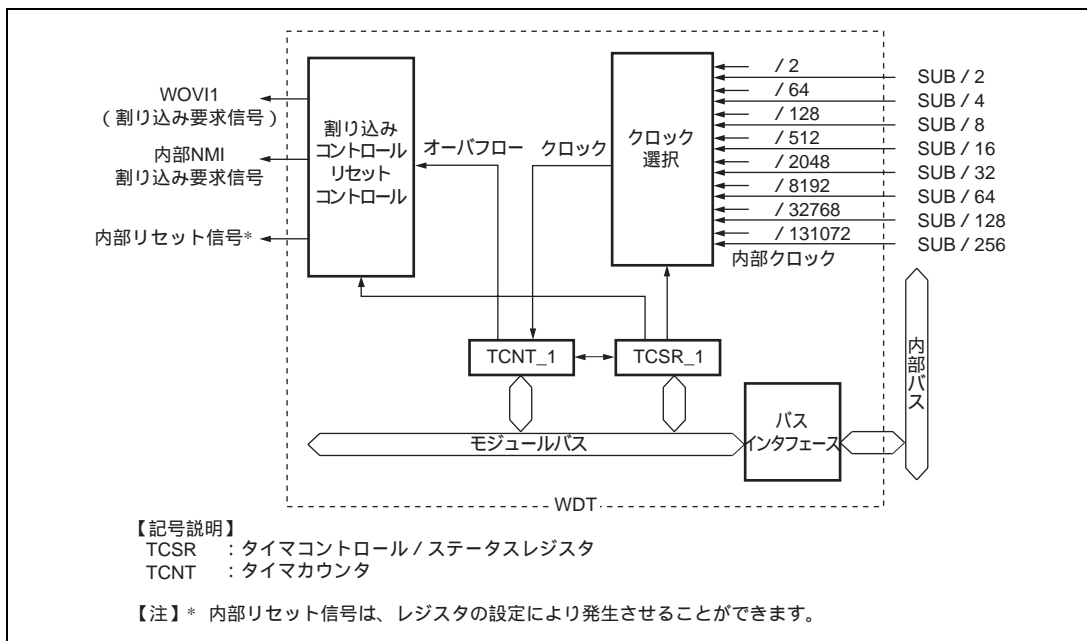


図 9.2 WDT\_1 のブロック図



## 9.2 レジスタの説明

WDT には、以下のレジスタがあります。TCSR、TCNT、RSTCSR 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、「9.5.1 レジスタアクセス時の注意」を参照してください。

- タイマコントロール/ステータスレジスタ0、1 (TCSR\_0、TCSR\_1)
- タイマカウンタ0、1 (TCNT\_0、TCNT\_1)
- リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)

### 9.2.1 タイマカウンタ 0、1 (TCNT\_0、TCNT\_1)

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。

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

### 9.2.2 タイマコントロール/ステータスレジスタ 0、1 (TCSR\_0、TCSR\_1)

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>オーバフローフラグ</p> <p>TCNT がオーバフローしたことを示します。フラグをクリアするための 0 クリアのみ可能です。</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TCNT がオーバフロー (H'FF H'00) したとき</li> </ul> <p>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"> <li>• OVF=1 の状態で、TCSR をリード後、OVF に 0 をライトしたとき</li> </ul>
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		1		リザーブビット
3		1		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	CKS2	0	R/W	クロックセレクト 2~0
1	CKS1	0	R/W	<p>TCNT に入力するクロックを選択します。( ) 内は <math>\phi = 20\text{MHz}</math> のときのオーバフロー周期を表します。</p> <p>000 : クロック <math>\phi/2</math> (周期 25.6<math>\mu\text{s}</math>)                      001 : クロック <math>\phi/64</math> (周期 819.2<math>\mu\text{s}</math>)                      010 : クロック <math>\phi/128</math> (周期 1.6ms)                      011 : クロック <math>\phi/512</math> (周期 6.6ms)                      100 : クロック <math>\phi/2048</math> (周期 26.2ms)                      101 : クロック <math>\phi/8192</math> (周期 104.9ms)                      110 : クロック <math>\phi/32768</math> (周期 419.4ms)                      111 : クロック <math>\phi/131072</math> (周期 1.68s)</p>
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。

## 9. 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)*	<p>オーバフローフラグ</p> <p>TCNT がオーバフローしたことを示します。フラグをクリアするための 0 クリアのみ可能です。</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TCNT がオーバフロー (H'FF H'00) したとき</li> </ul> <p>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"> <li>• OVF=1 の状態で、TCSR をリード後、OVF に 0 をライトしたとき</li> </ul>
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	PSS	0	R/W	<p>プリスケラセレクト</p> <p>TCNT の入力クロックソースを選択します。</p> <p>0 : TCNT は<math>\phi</math>ベースのプリスケラ (PSM) の分周クロックをカウント 1 : TCNT は<math>\phi</math>SUB 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>ウォッチドッグタイマモードで、TCNT がオーバフローしたときに、内部リセットと NMI 割り込み要求のいずれを要求するかを選択します。</p> <p>0 : NMI 割り込みを要求 1 : 内部リセットを要求</p>

## 9. 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 $\phi = 20\text{MHz}$ (本 LSI への入力 $5\text{MHz}$ で 4 逓倍、 $\phi\text{SUB} = 39.1\text{KHz}$ ) のときのオーバーフロー周期を表します。オーバーフロー周期は、TCNT が H'00 からカウントアップを開始し、オーバーフローするまでの時間です。 PSS = 0 のとき 000 : クロック $\phi/2$ (周期 $25.6\mu\text{s}$ ) 001 : クロック $\phi/64$ (周期 $819.2\mu\text{s}$ ) 010 : クロック $\phi/128$ (周期 $1.6\text{ms}$ ) 011 : クロック $\phi/512$ (周期 $6.6\text{ms}$ ) 100 : クロック $\phi/2048$ (周期 $26.2\text{ms}$ ) 101 : クロック $\phi/8192$ (周期 $104.9\text{ms}$ ) 110 : クロック $\phi/32768$ (周期 $419.4\text{ms}$ ) 111 : クロック $\phi/131072$ (周期 $1.68\text{s}$ ) PSS = 1 のとき 000 : クロック $\phi\text{SUB}/2$ (周期 $13.1\text{ms}$ ) 001 : クロック $\phi\text{SUB}/4$ (周期 $26.2\text{ms}$ ) 010 : クロック $\phi\text{SUB}/8$ (周期 $52.4\text{ms}$ ) 011 : クロック $\phi\text{SUB}/16$ (周期 $104.9\text{ms}$ ) 100 : クロック $\phi\text{SUB}/32$ (周期 $209.7\text{ms}$ ) 101 : クロック $\phi\text{SUB}/64$ (周期 $419.4\text{ms}$ ) 110 : クロック $\phi\text{SUB}/128$ (周期 $838.9\text{ms}$ ) 111 : クロック $\phi\text{SUB}/256$ (周期 $1.6777\text{s}$ )
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。

### 9.2.3 リセットコントロール/ステータスレジスタ (RSTCSR)

RSTCSR は、TCNT のオーバーフローによる内部リセット信号の発生を制御し、内部リセット信号の種類を選択します。RSTCSR は、 $\overline{RES}$  端子からのリセット信号で H'1F に初期化されます。WDT のオーバーフローによる内部リセット信号では初期化されません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	WOVF	0	R/(W)*	ウォッチドッグタイマオーバーフローフラグ ウォッチドッグタイマモードで、TCNT がオーバーフローするとセットされます。インターバルタイマモードではセットされません。0 ライトのみ可能です。 [セット条件] • ウォッチドッグタイマモードで TCNT がオーバーフロー (H'FF H'00) したとき [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	RSTE	0	R/W	リセットイネーブル ウォッチドッグタイマモードで TCNT のオーバーフローにより LSI 内部をリセットするかどうかを選択します。 0 : TCNT がオーバーフローしても、内部はリセットされません。 (本 LSI 内部はリセットされませんが、WDT 内の TCNT、TCSR はリセットされます) 1 : TCNT がオーバーフローすると内部がリセットされます。
5	RSTS	0	R/W	リセットセレクト ウォッチドッグタイマモードで、TCNT がオーバーフローすると発生する内部リセットの種類を選択します。 0 : パワーオンリセット 1 : 設定禁止
4~0		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。

【注】\* フラグをクリアするための 0 ライトのみ可能です。

### 9.3 動作説明

#### 9.3.1 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、WDTOVF 信号が出力されます。

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ムしてください。

さらに、ウォッチドッグタイマモード時には、WDTOVF 信号を用いて LSI 内部をリセットすることができます。

RSTCSR の RSTE ビットを 1 にセットしておく、TCNT がオーバーフローしたときに、WDTOVF 信号と同時に、本 LSI の内部をリセットする信号が発生します。リセットは、RSTCSR の RSTS ビット = 0 に設定することにより、パワーオンリセットを選択してください。

$\overline{RES}$  端子からの入力信号によるリセットと WDT のオーバーフローによるリセットが同時に発生したときは、 $\overline{RES}$  端子によるリセットが優先され、RSTCSR の WOVF ビットは 0 にクリアされます。

WDTOVF 信号は、RSTCSR の RSTE ビット = 1 のとき 132 ステート、RSTE ビット = 0 のとき 130 ステートの間出力されます。

内部リセット信号は、518 ステートの間出力されます。

ウォッチドッグタイマモードで TCNT がオーバーフローすると、RSTCSR の WOVF ビットが 1 にセットされま。また、RSTCSR の RSTE ビットが 1 にセットしてあると、TCNT がオーバーフローしたとき、本 LSI 全体に対して内部リセット信号が発生します。

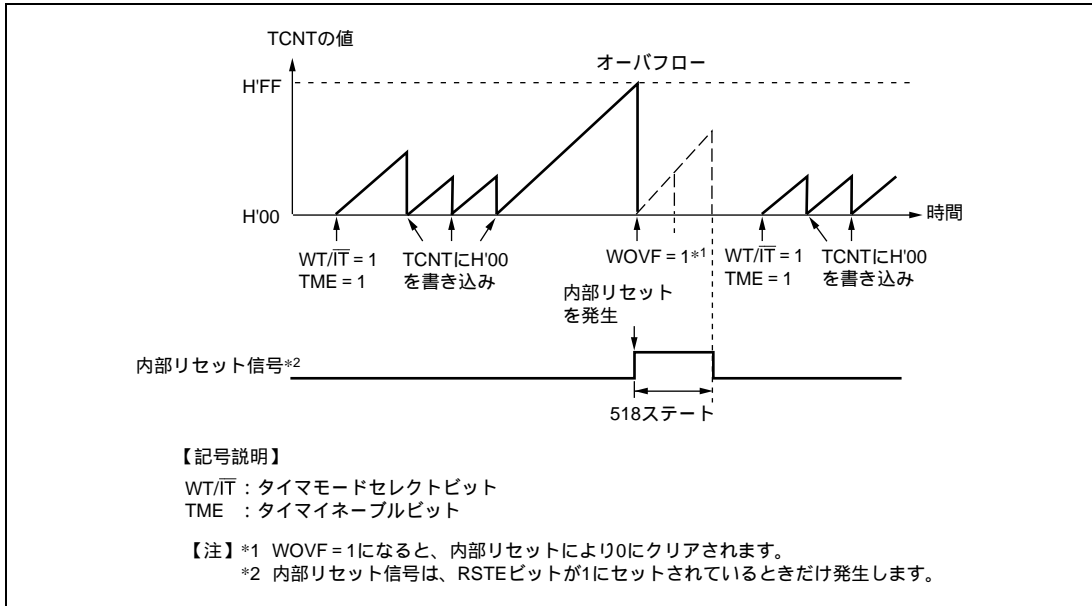


図 9.3 (a) WDT\_0 のウォッチドッグタイマモード時の動作

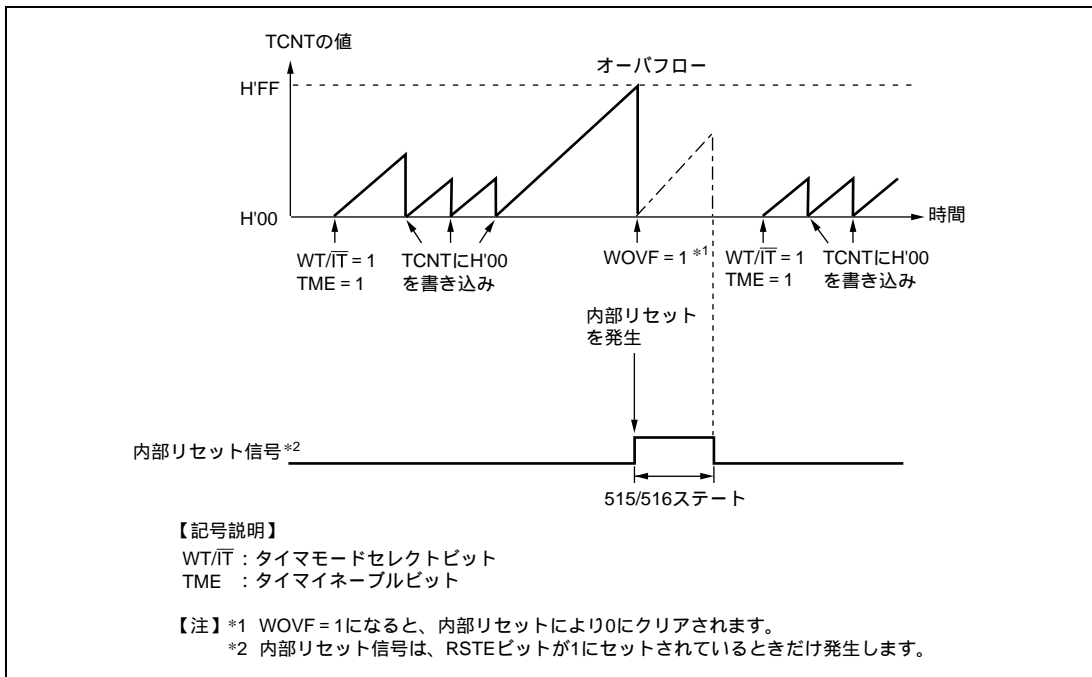


図 9.3 (b) WDT\_1 のウォッチドッグタイマモード時の動作

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

### 9.3.2 インターバルタイマモード時

インターバルタイマとして動作しているときは、TCNT がオーバーフローすることにより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 ビットが 1 にセットされ、同時にインターバルタイマ割り込み (WOVI) が要求されます。

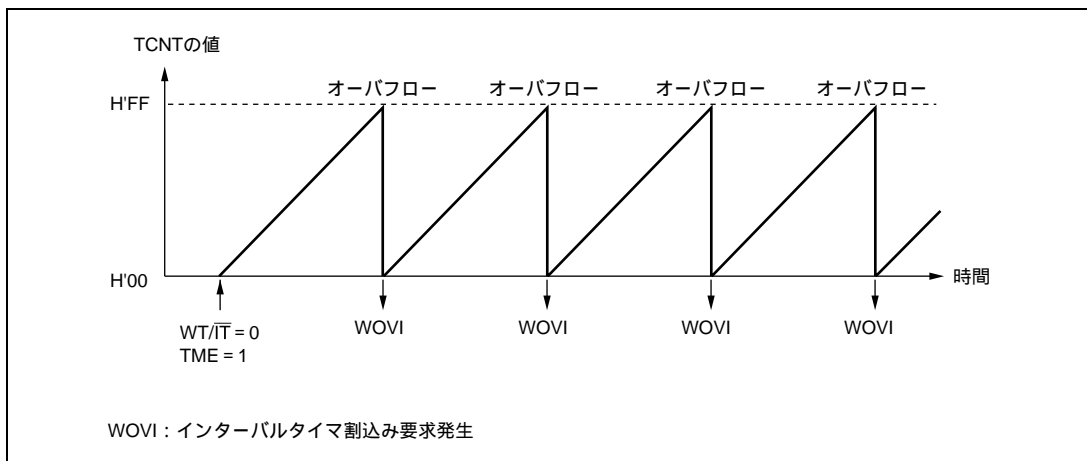


図 9.4 インターバルタイマモード時の動作

## 9.4 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) を発生します。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 割り込み要求を選択したときは、オーバーフローにより NMI 割り込み要求が発生します。

表 9.1 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 (インターバルタイマモード)	OVF
NMI	TCNT のオーバーフロー (ウォッチドッグタイマモード)	OVF



## 9.5 使用上の注意事項

### 9.5.1 レジスタアクセス時の注意

TCNT、TCSR、RSTCSR は、容易に書き換えられないように、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、RSTCSR へのライト

TCNT、TCSR ヘライトするときは、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 9.5 に示すようにしてデータを転送してください。転送すると、下位バイトのデータが TCNT または TCSR ヘライトされます。

RSTCSR ヘライトするときは、アドレス H'FF76 に対してワード転送を行ってください。バイト転送命令では、ライトできません。

WOVF ビットへ 0 をライトする場合と、RSTE ビットと RSTS ビットにライトする場合は、ライトの方法が異なります。このため、図 9.5 に示すようにしてデータを転送してください。

転送すると、WOVF ビットが 0 にクリアされます。このとき、RSTE、RSTS ビットは影響を受けません。RSTE、RSTS ビットにライトするときは、図 9.5 に示すようにしてデータを転送してください。転送すると、下位バイトのビット 6 と 5 の値が RSTE ビットと RSTS ビットにそれぞれライトされます。このとき、WOVF ビットは影響を受けません。

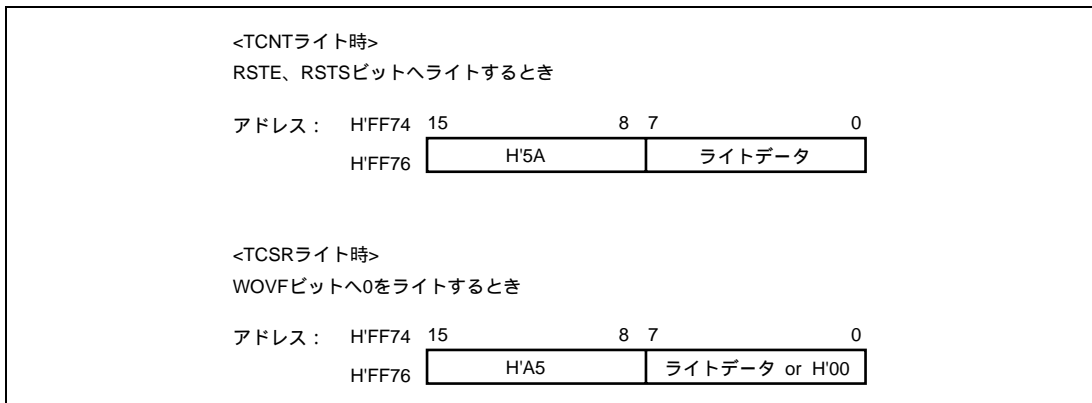


図 9.5 TCNT、TCSR、RSTCSR へのライト (WDT0 の例)

#### (2) TCNT、TCSR、RSTCSR からのリード (WDT0 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'FF74 に、TCNT はアドレス H'FF75 に、RSTCSR はアドレス H'FF77 にそれぞれ割り当てられています。

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

### 9.5.2 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 9.6 に示します。

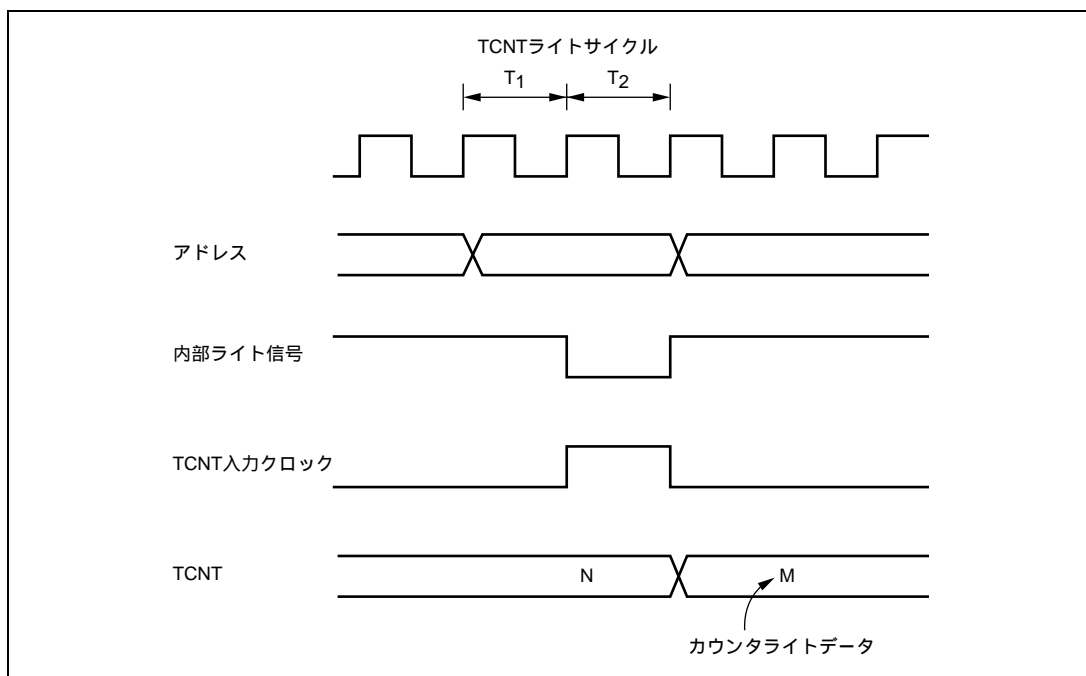


図 9.6 TCNT のライトとカウントアップの競合

### 9.5.3 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い場合があります。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。

### 9.5.4 ウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードの切り替え

WDT の動作中にウォッチドッグタイマモードとインターバルタイマモードを切り替えると、正しい動作が行われない場合があります。タイマモードの切り替えは、必ず WDT を停止させてから (TME ビットを 0 にクリアしてから) 行ってください。

### 9.5.5 ウォッチドッグタイマモードでの内部リセット

ウォッチドッグタイマモード時に RSTE ビットを 0 にしておくと、TCNT がオーバフローしても本 LSI 内部をリセットしませんが、WDT の TCNT、TCSR はリセットされます。

オーバフローが発生してから 132 ステートの期間は、TCNT、TCSR、RSTCR へのライトはできません。また、この期間は WOVF フラグのリードも認識されません。そのため、WOVF フラグのクリアは、オーバフローが発生してから 132 ステート待ったあと、WOVF フラグに 0 をライトしてください。

### 9.5.6 インターバルタイマモードでの OVF フラグのクリア

インターバルタイマモード時に、OVF フラグのセットと OVF フラグのリードが競合した場合、OVF=1 の状態をリードしたにもかかわらず、OVF に 0 をライトしてもフラグがクリアされないことがあります。インターバルタイマ割り込みを禁止して、OVF フラグをポーリングする場合等、OVF フラグのセットとリードが競合する可能性がある場合は、フラグをクリアする際に、少なくとも OVF=1 の状態を 2 回以上リードしてから OVF に 0 をライトしてください。

## 9. ウォッチドッグタイマ (WDT)

---

---

## 10. 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 3 チャンネルのシリアルコミュニケーションインタフェース (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用 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。SCI のブロック図を図 10.1 に示します。

### 10.1 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、送信部と受信部は共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。
- モジュールストップモードの設定可能

#### 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、オーバーランエラー、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

#### 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

## 10. 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

- 受信時パリティエラーを検出するとエラー信号を自動送出
- 送信時エラー信号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

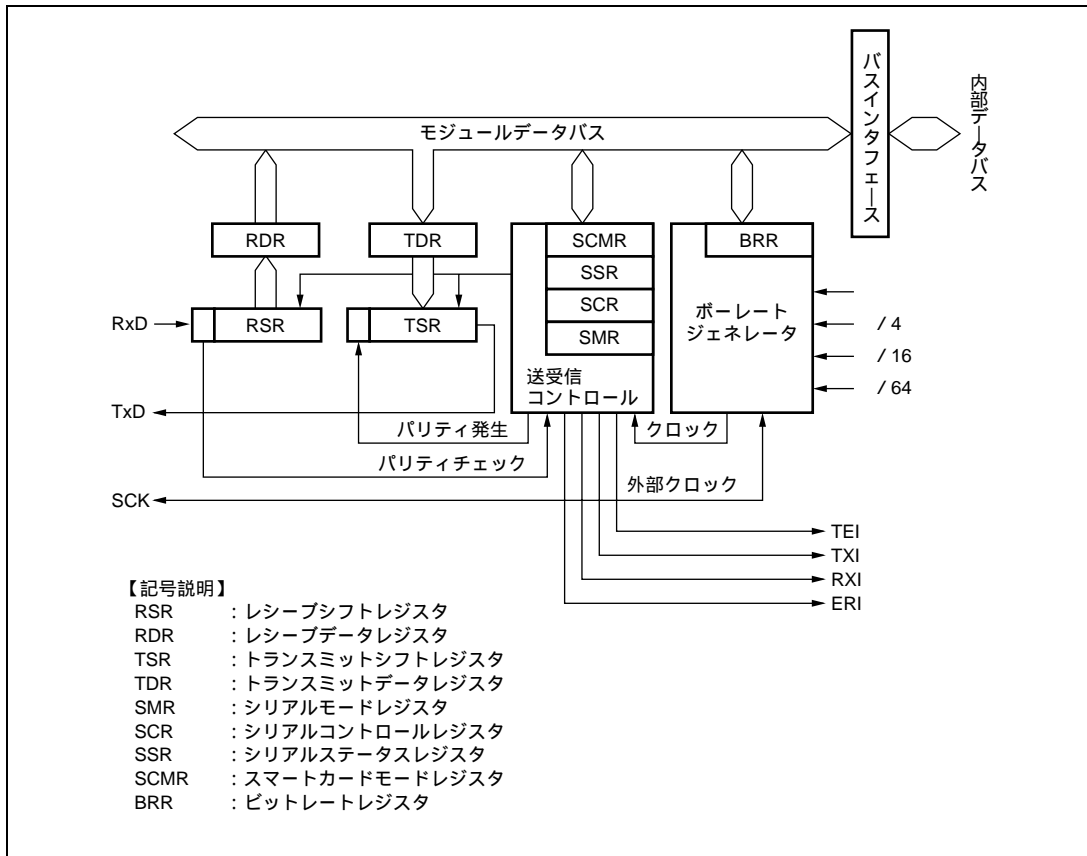


図 10.1 SCI のブロック図

## 10.2 入出力端子

SCIには、表 10.1 の入出力端子があります。

表 10.1 端子構成

チャンネル	端子名*	入出力	機能
0	SCK0	入出力	チャンネル0のクロック入出力端子
	RxD0	入力	チャンネル0の受信データ入力端子
	TxD0	出力	チャンネル0の送信データ出力端子
1	SCK1	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
2	SCK2	入出力	チャンネル2のクロック入出力端子
	RxD2	入力	チャンネル2の受信データ入力端子
	TxD2	出力	チャンネル2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。

## 10.3 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)

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

---

### 10.3.1 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。

### 10.3.2 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。

### 10.3.3 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 に次の送信データがライトされていれば TSR へ転送して送信を続けます。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。

### 10.3.4 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。



## 10.3.5 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/ $\bar{A}$	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/ $\bar{E}$	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。
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/ $\bar{E}$ 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 内蔵ボーレートジェネレータのクロックソースを選択します。 00: クロック (n=0) 01: /4 クロック (n=1) 10: /16 クロック (n=2) 11: /64 クロック (n=3) このビットの設定値とボーレートの関係については、「10.3.9 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、「10.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。
0	CKS0	0	R/W	

## 10. 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「10.7.8 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「10.7.3 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「10.7.2 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	BCP1	0	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、「10.7.4 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「10.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の S の値を表します。
2	BCP0	0	R/W	
1	CKS1	0	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 : クロック (n=0) 01 : /4 クロック (n=1) 10 : /16 クロック (n=2) 11 : /64 クロック (n=3) このビットの設定値とポーレートの関係については、「10.3.9 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、「10.3.9 ビットレートレジスタ (BRR)」中の n の値を表します。
0	CKS0	0	R/W	

## 10.3.6 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「10.8 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飛ばし、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「10.5 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にセットすると TEI 割り込み要求がイネーブルになります。
1 0	CKE1 CKE0	0 0	R/W R/W	クロックイネーブル 1~0 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 (SCK 端子からビットレートの 16 倍の周波数のクロックを入力してください) 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)

【記号説明】×: Don't care

## 10. 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 0	CKE1 CKE0	0 0	R/W 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「10.7.8 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

## 10.3.7 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たとき [クリア条件] • 1 の状態をリードしたあと、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] • 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あと、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] • 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あと、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] • ストップビットが 0 のとき [クリア条件] • 1 の状態をリードしたあと、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。
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あと、0 をライトしたとき

## 10. 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	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] • 1 の状態をリードしたあと、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。

### • 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	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たとき [クリア条件] • 1 の状態をリードしたあと、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] • 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あと、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] • 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あと、0 をライトしたとき
4	ERS	0	R/W	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あと、0 をライトしたとき

## 10. 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あと、0をライトしたとき
2	TEND	1	R	トランスミットエンド 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。 [セット条件] • 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、ESR=0 かつ TDRE=1 のとき。 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。 GM=0、BLK=0 のとき、送信開始から 2.5etu 後 GM=0、BLK=1 のとき、送信開始から 1.5etu 後 GM=1、BLK=0 のとき、送信開始から 1.0etu 後 GM=1、BLK=1 のとき、送信開始から 1.0etu 後 [クリア条件] • TDRE=1 の状態をリードしたあと、TDRE フラグに 0 をライトしたとき
1	MPB	0	R	マルチプロセッサビット スマートカードインタフェースでは使用しません。
0	MPBT	0	R/W	マルチプロセッサビットトランスファ 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。

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

### 10.3.8 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		リザーブビット リードすると常に 1 がリードされます。
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: LSB ファーストで送受信 1: MSB ファーストで送受信 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を反転します。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		リザーブビット リードすると常に 1 がリードされます。
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



### 10.3.9 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 10.2 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 10.2 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	$B = \frac{\times 10^6}{64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	誤差 (%) = $\left\{ \frac{\times 10^6}{B \times 64 \times 2^{2n-1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$
クロック同期式	$B = \frac{\times 10^6}{8 \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	—————
スマートカード インタフェース	$B = \frac{\times 10^6}{S \times 2^{2n-1} \times (N+1)}$	誤差 (%) = $\left\{ \frac{\times 10^6}{B \times S \times 2^{2n-1} \times (N+1)} - 1 \right\} \times 100$

【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 ≤ N ≤ 255)

n : 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 10.3 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 10.4 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 10.6 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 10.8 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「10.7.4 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 10.5、表 10.7 に外部クロック入力時の最大ビットレートを示します。

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 10.3 ビットレートに対する BRR の設定例 (調歩同期式モード)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)								
	4			4.9152			5		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	70	0.03	2	86	0.31	2	88	- 0.25
150	1	207	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16
300	1	103	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16
600	0	207	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16
1200	0	103	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16
2400	0	51	0.16	0	63	0.00	0	64	0.16
4800	0	25	0.16	0	31	0.00	0	32	- 1.36
9600	0	12	0.16	0	15	0.00	0	15	1.73
19200	-	-	-	0	7	0.00	0	7	1.73
31250	0	3	0.00	0	4	- 1.70	0	4	0.00
38400	-	-	-	0	3	0.00	0	3	1.73

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)											
	6			6.144			7.3728			8		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	106	- 0.44	2	108	0.08	2	130	- 0.07	2	141	0.03
150	2	77	0.16	2	79	0.00	2	95	0.00	2	103	0.16
300	1	155	0.16	1	159	0.00	1	191	0.00	1	207	0.16
600	1	77	0.16	1	79	0.00	1	95	0.00	1	103	0.16
1200	0	155	0.16	0	159	0.00	0	191	0.00	0	207	0.16
2400	0	77	0.16	0	79	0.00	0	95	0.00	0	103	0.16
4800	0	38	0.16	0	39	0.00	0	47	0.00	0	51	0.16
9600	0	19	- 2.34	0	19	0.00	0	23	0.00	0	25	0.16
19200	0	9	- 2.34	0	9	0.00	0	11	0.00	0	12	0.16
31250	0	5	0.00	0	5	2.40	-	-	-	0	7	0.00
38400	0	4	- 2.34	0	4	0.00	0	5	0.00	-	-	-

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)											
	9.8304			10			12			12.288		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	174	- 0.26	2	177	- 0.25	2	212	0.03	2	217	0.08
150	2	127	0.00	2	129	0.16	2	155	0.16	2	159	0.00
300	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16	2	79	0.00
600	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16	1	159	0.00
1200	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16	1	79	0.00
2400	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16	0	159	0.00
4800	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16	0	79	0.00
9600	0	31	0.00	0	32	- 1.36	0	38	0.16	0	39	0.00
19200	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	- 2.34	0	19	0.00
31250	0	9	- 1.70	0	9	0.00	0	11	0.00	0	11	2.40
38400	0	7	0.00	0	7	1.73	0	9	- 2.34	0	9	0.00

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)											
	14			14.7456			16			17.2032		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	2	248	- 0.17	3	64	0.70	3	70	0.03	3	75	0.48
150	2	181	0.13	2	191	0.00	2	207	0.13	2	223	0.00
300	2	90	0.13	2	95	0.00	2	103	0.13	2	111	0.00
600	1	181	0.13	1	191	0.00	1	207	0.13	1	223	0.00
1200	1	90	0.13	1	95	0.00	1	103	0.13	1	111	0.00
2400	0	181	0.13	0	191	0.00	0	207	0.13	0	223	0.00
4800	0	90	0.13	0	95	0.00	0	103	0.13	0	111	0.00
9600	0	45	- 0.93	0	47	0.00	0	51	0.13	0	55	0.00
19200	0	22	- 0.93	0	23	0.00	0	25	0.13	0	27	0.00
31250	0	13	0.00	0	14	- 1.70	0	15	0.00	0	13	1.20
38400	-	-	-	0	11	0.00	0	12	0.13	0	13	0.00

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)											
	18			19.6608			20			24		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
110	3	79	- 0.12	3	86	0.31	3	88	- 0.25	3	106	- 0.44
150	2	233	0.16	2	255	0.00	3	64	0.16	3	77	0.16
300	2	116	0.16	2	127	0.00	2	129	0.16	2	155	0.16
600	1	233	0.16	1	255	0.00	2	64	0.16	2	77	0.16
1200	1	116	0.16	1	127	0.00	1	129	0.16	1	155	0.16
2400	0	233	0.16	0	255	0.00	1	64	0.16	1	77	0.16
4800	0	116	0.16	0	127	0.00	0	129	0.16	0	155	0.16
9600	0	58	- 0.69	0	63	0.00	0	64	0.16	0	77	0.16
19200	0	28	1.02	0	31	0.00	0	32	- 1.36	0	38	0.16
31250	0	17	0.00	0	19	- 1.70	0	19	0.00	0	23	0.00
38400	0	14	- 2.34	0	15	0.00	0	15	1.73	0	19	- 2.34

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 10.4 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)

(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
4	125000	0	0	12.288	384000	0	0
4.9152	153600	0	0	14	437500	0	0
5	156250	0	0	14.7456	460800	0	0
6	187500	0	0	16	500000	0	0
6.144	192000	0	0	17.2032	537600	0	0
7.3728	230400	0	0	18	562500	0	0
8	250000	0	0	19.6608	614400	0	0
9.8304	307200	0	0	20	625000	0	0
10	312500	0	0	24	750000	0	0
12	375000	0	0				

表 10.5 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)

(MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	(MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
4	1.0000	62500	12.288	3.0720	192000
4.9152	1.2288	76800	14	3.5000	218750
5	1.2500	78125	14.7456	3.6864	230400
6	1.5000	93750	16	4.0000	250000
6.144	1.5360	96000	17.2032	4.3008	268800
7.3728	1.8432	115200	18	4.5000	281250
8	2.0000	125000	19.6608	4.9152	307200
9.8304	2.4576	153600	20	5.0000	312500
10	2.5000	156250	24	6.0000	375000
12	3.0000	187500			

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 10.6 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 (MHz)											
	4		8		10		16		20		24	
	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N	n	N
110	-	-										
250	2	249	3	124	-	-	3	249				
500	2	124	2	249	-	-	3	124	-	-	-	-
1K	1	249	2	124	-	-	2	249	-	-	-	-
2.5K	1	99	1	199	1	249	2	99	2	124	2	149
5K	0	199	1	99	1	124	1	199	1	249	2	74
10K	0	99	0	199	0	249	1	99	1	124	1	149
25K	0	39	0	79	0	99	0	159	0	199	1	59
50K	0	19	0	39	0	49	0	79	0	99	1	29
100K	0	9	0	19	0	24	0	39	0	49	0	59
250K	0	3	0	7	0	9	0	15	0	19	0	23
500K	0	1	0	3	0	4	0	7	0	9	0	11
1M	0	0*	0	1			0	3	0	4	0	5
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 10.7 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)

(MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)	(MHz)	外部入力クロック (MHz)	最大ビットレート (bit/s)
4	0.6667	666666.7	14	2.3333	2333333.3
6	1.0000	1000000.0	16	2.6667	2666666.7
8	1.3333	1333333.3	18	3.0000	3000000.0
10	1.6667	1666666.7	20	3.3333	3333333.3
12	2.0000	2000000.0	24	4.0000	4000000.0

10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 10.8 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 (MHz)											
	7.1424			10.00			10.7136			13.00		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
9600	0	0	0.00	0	1	30	0	1	25	0	1	8.99

ビットレート (bit/s)	動作周波数 (MHz)														
	14.2848			16.00			18.00			20.00			24.00		
	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)	n	N	誤差 (%)
9600	0	1	0.00	0	1	12.01	0	2	15.99	0	2	6.60	0	2	12.01

表 10.9 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)

(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N	(MHz)	最大ビットレート (bit/s)	n	N
7.1424	9600	0	0	16.00	21505	0	0
10.00	13441	0	0	18.00	24194	0	0
10.7136	14400	0	0	20.00	26882	0	0
13.00	17473	0	0	24.00	32258	0	0
14.2848	19200	0	0				

## 10.4 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 10.2 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、送信部と受信部が共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。

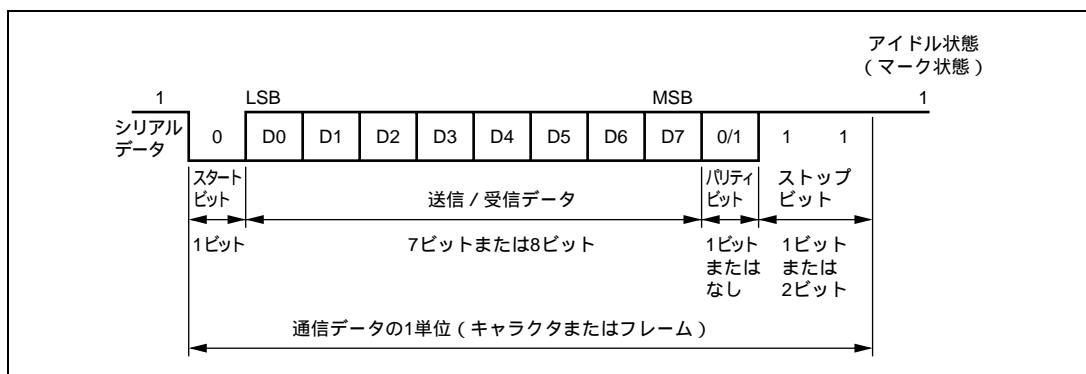


図 10.2 調歩同期式通信のデータフォーマット (8 ビットデータ/パリティあり/2 ストップビットの例)

### 10.4.1 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 10.10 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「10.5 マルチプロセッサ通信機能」を参照してください。



表 10.10 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

### 10.4.2 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10.3に示すように受信データを基本クロックの8番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。

$$M = \left\{ \left( 0.5 - \frac{1}{2N} \right) - \frac{D - 0.5}{N} - (L - 0.5)F \right\} \times 100 \quad [\%] \quad \dots \text{式(1)}$$

M: 受信マージン

N: クロックに対するビットレートの比 (N=16)

D: クロックのデューティ (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。

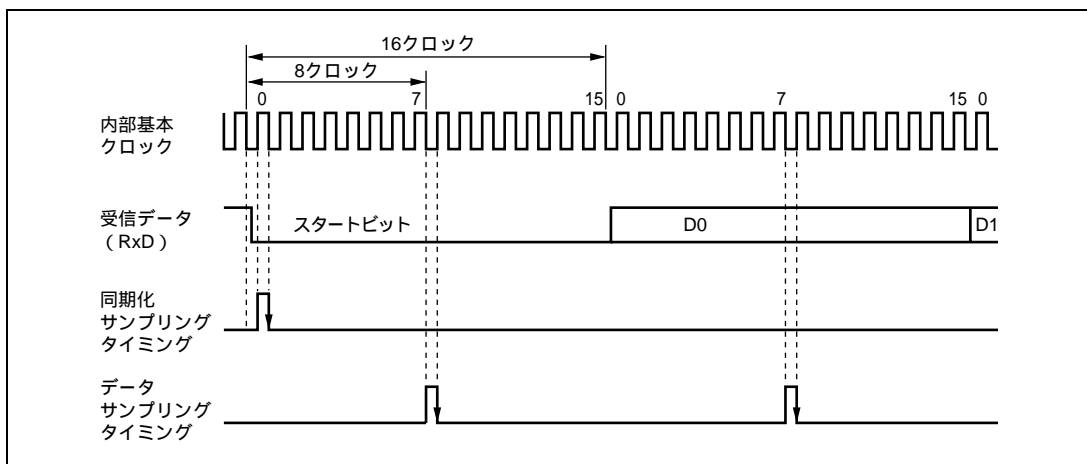


図 10.3 調歩同期式モードの受信データサンプリングタイミング

### 10.4.3 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10.4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。

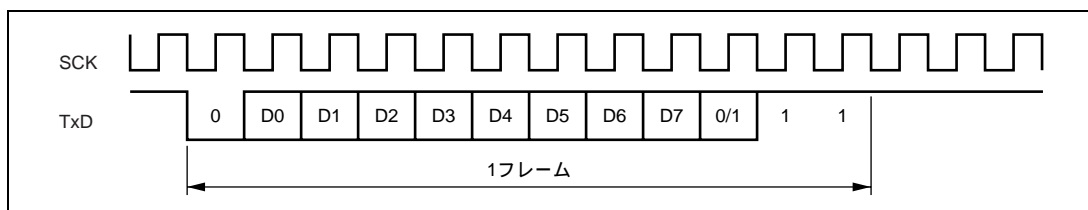


図 10.4 出力クロックと送信データの位相関係 (調歩同期式モード)

### 10.4.4 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 10.5 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、TDRE は 1 にセットされますが、RE を 0 にクリアしても、RDRF、PER、FER、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。

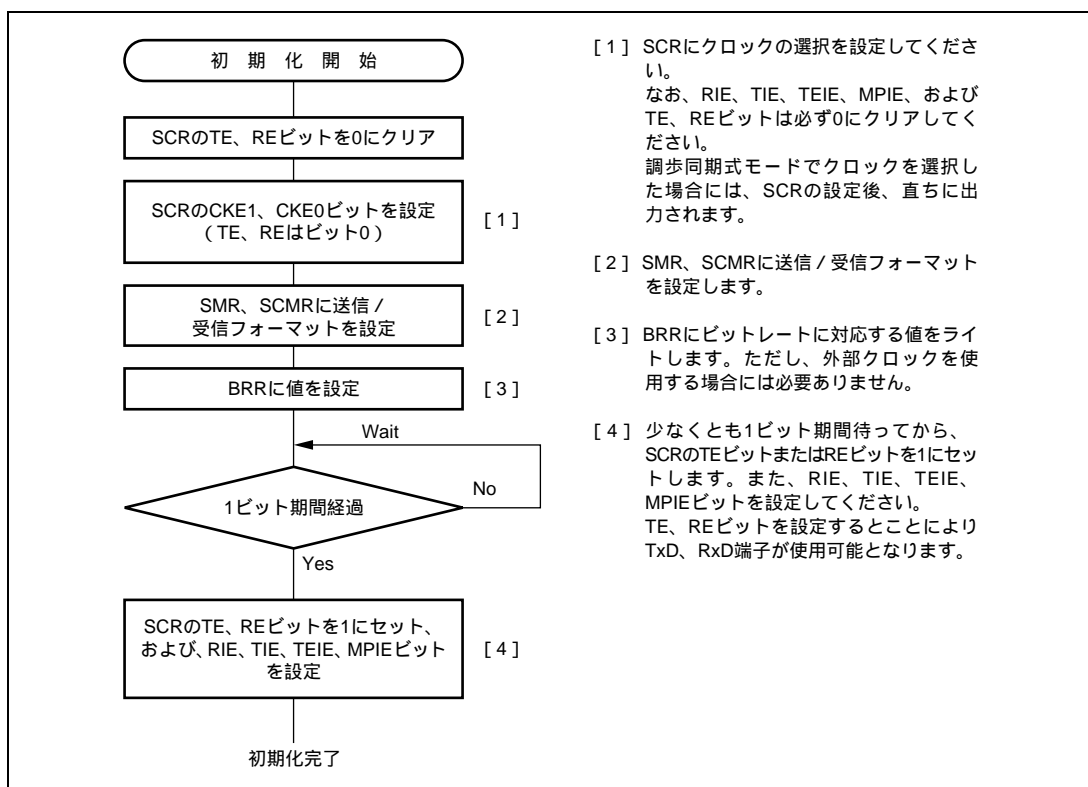


図 10.5 SCI の初期化フローチャートの例

## 10.4.5 データ送信 (調歩同期式)

図 10.6 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を発生します。

図 10.7 にデータ送信のフローチャートの例を示します。

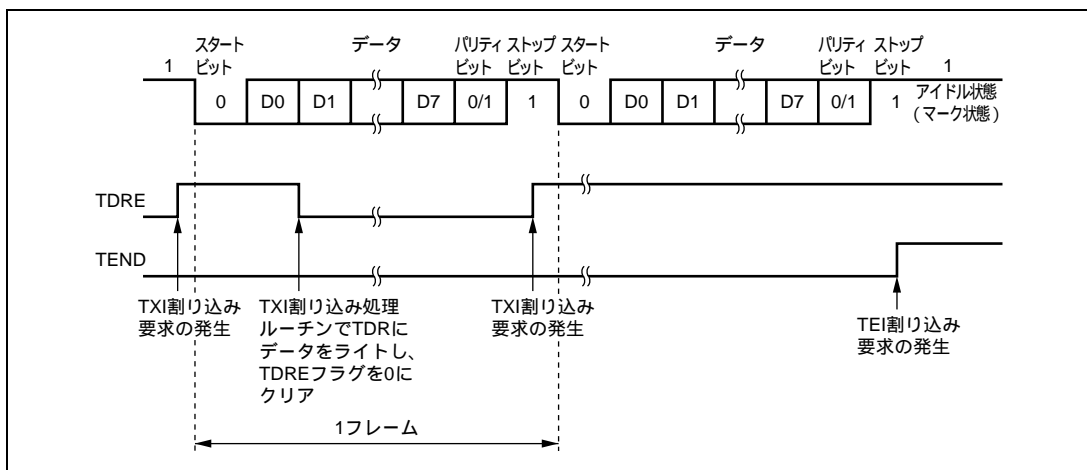


図 10.6 調歩同期式モードの送信時の動作例 (8ビットデータ/パリティあり/1ストップビットの例)

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

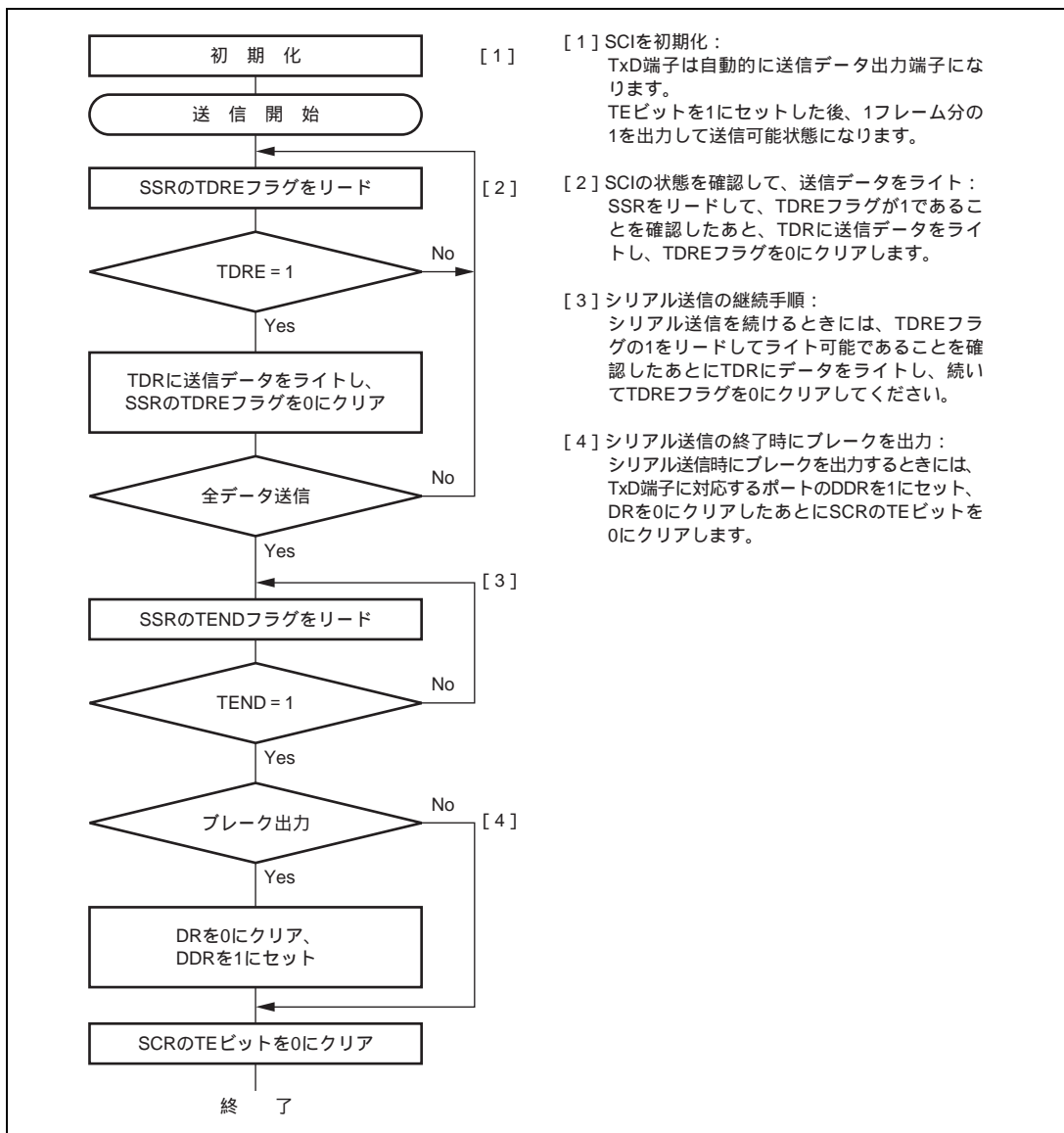


図 10.7 シリアル送信のフローチャートの例

## 10.4.6 シリアルデータ受信 (調歩同期式)

図 10.8 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割り込み要求を発生します。受信データはRDRに転送しません。RDRFは1にセットされた状態を保持します。
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割り込み要求を発生します。
4. フレーミングエラー (ストップビットが0のとき) を検出した場合はSSRのFERをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとERI割り込み要求を発生します。
5. 正常に受信したときはSSRのRDRFをセットし、受信データをRDRに転送します。このときSCRのRIEが1にセットされているとRXI割り込み要求を発生します。このRXI割り込み処理ルーチンでRDRに転送された受信データを次のデータ受信完了までにリードすることで連続受信が可能です。

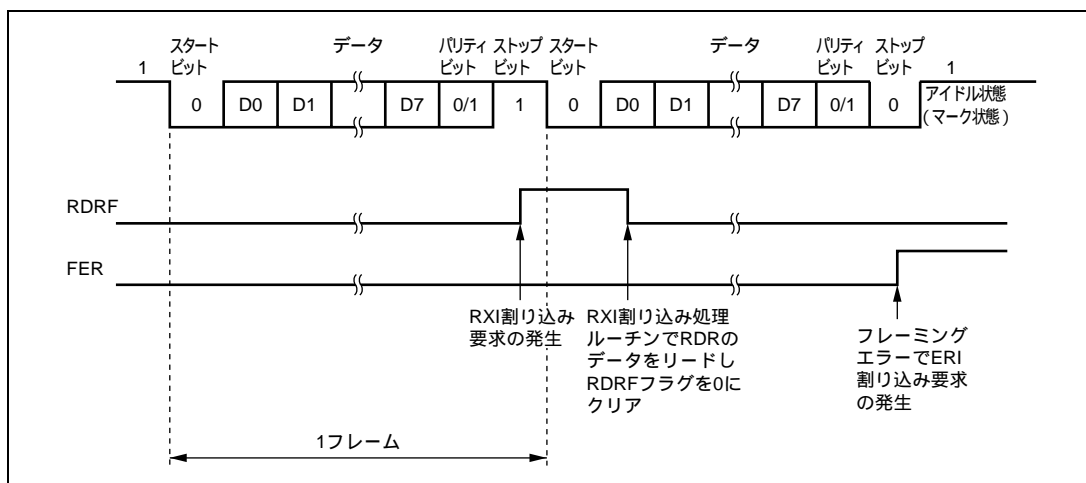


図 10.8 SCI の受信時の動作例 (8 ビットデータ / パリティあり / 1 ストップビットの例)

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 10.11 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 10.9 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

表 10.11 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。

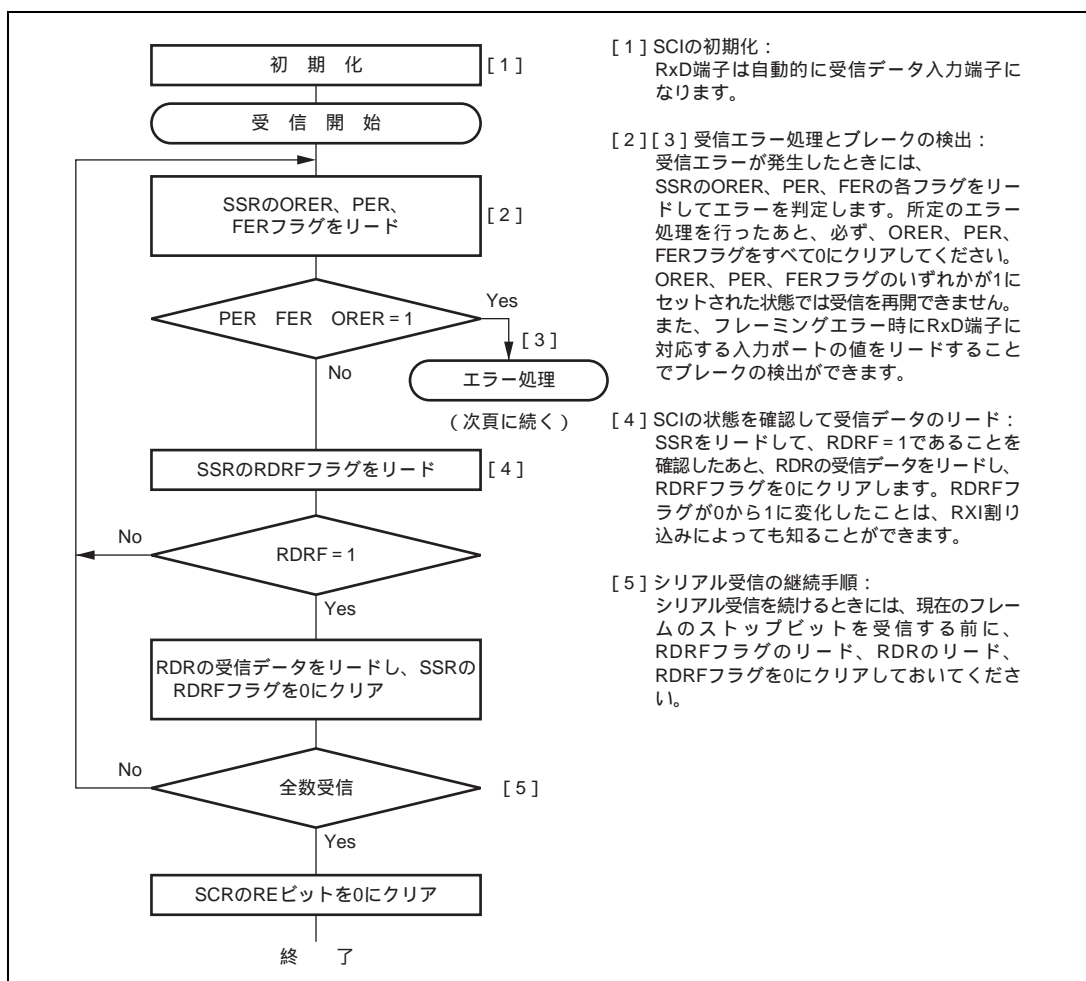


図 10.9 シリアル受信データフローチャートの例 ( 1 )



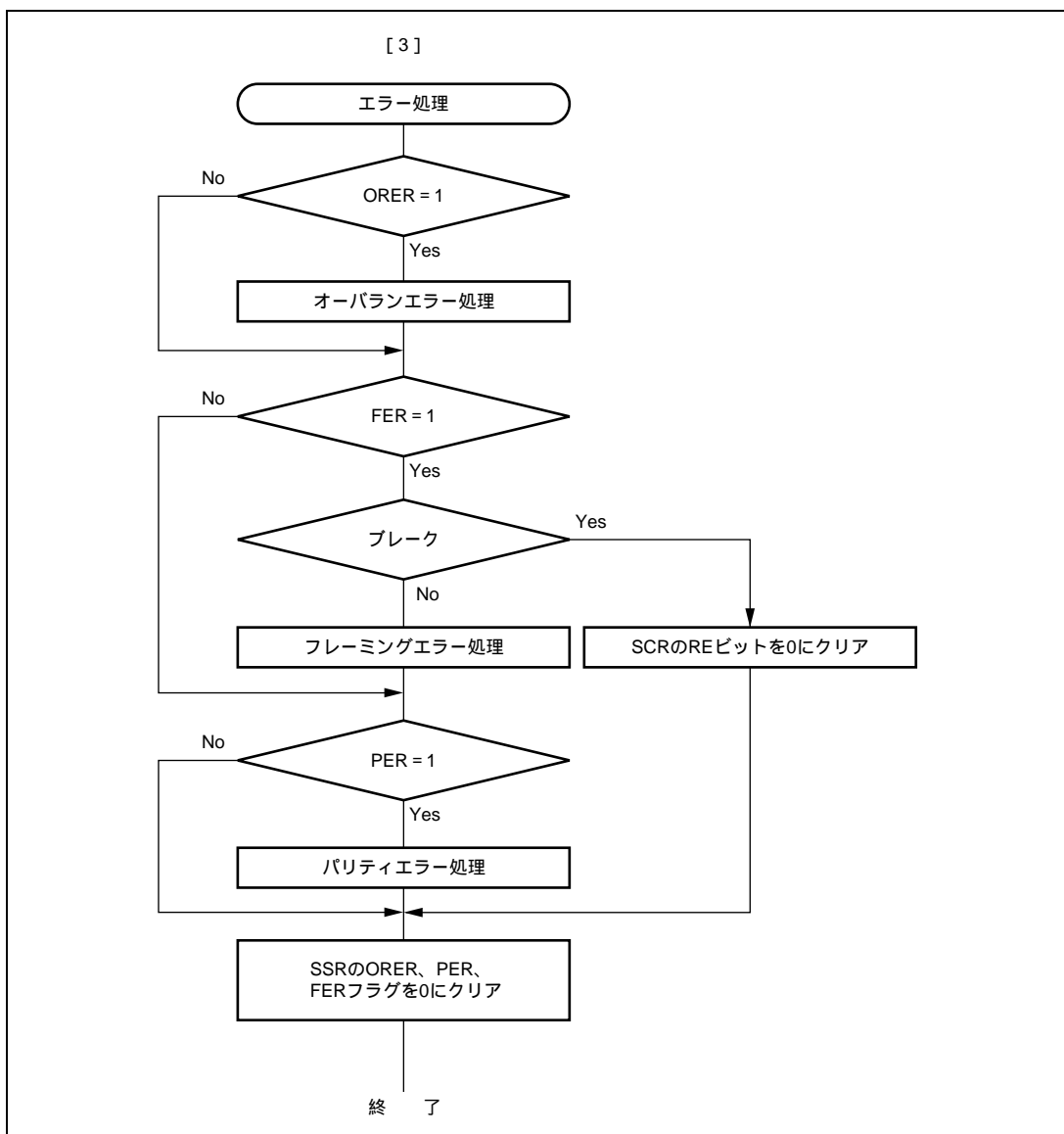


図 10.9 シリアル受信データフローチャートの例 (2)

## 10.5 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 10.10 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飛ばします。

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にセットされると共にMPIEが自動的にクリアされて通常の受信動作に戻ります。このとき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。それ以外は通常の調歩同期式モードと変わりません。マルチプロセッサ通信を行うときのクロックも通常の調歩同期式モードと同一です。

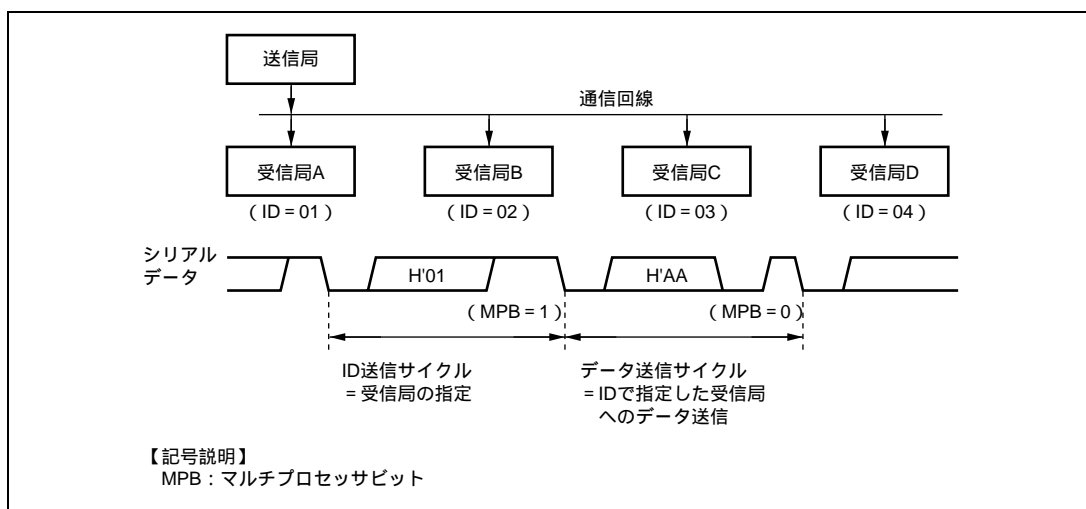


図 10.10 マルチプロセッサフォーマットを使用した通信例 (受信局 A へのデータ H'AA の送信の例)

## 10.5.1 マルチプロセッサシリアルデータ送信

図 10.11 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。

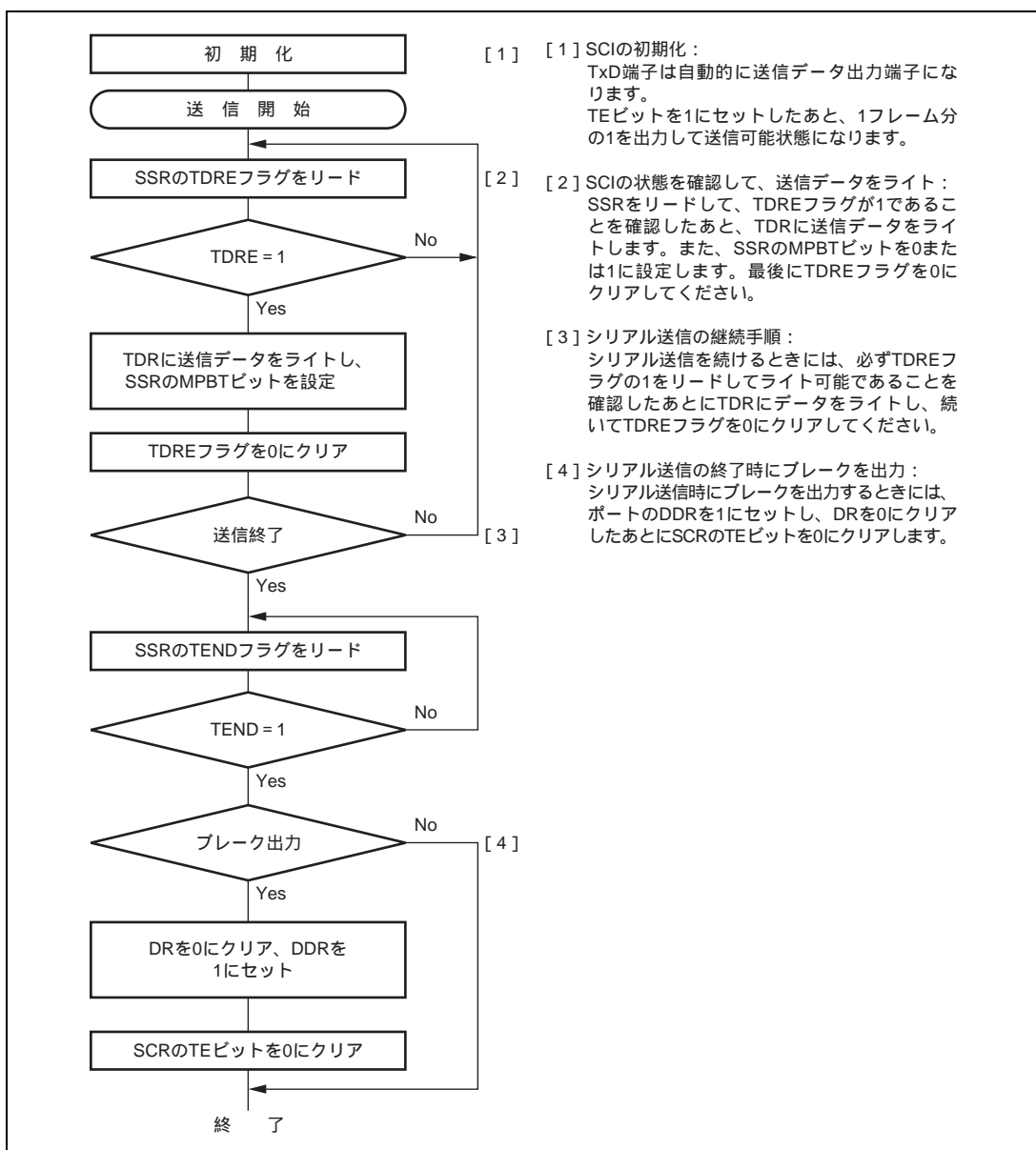


図 10.11 マルチプロセッサシリアル送信のフローチャートの例

### 10.5.2 マルチプロセッサシリアルデータ受信

図 10.13 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飛ばします。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 10.12 に受信時の動作例を示します。

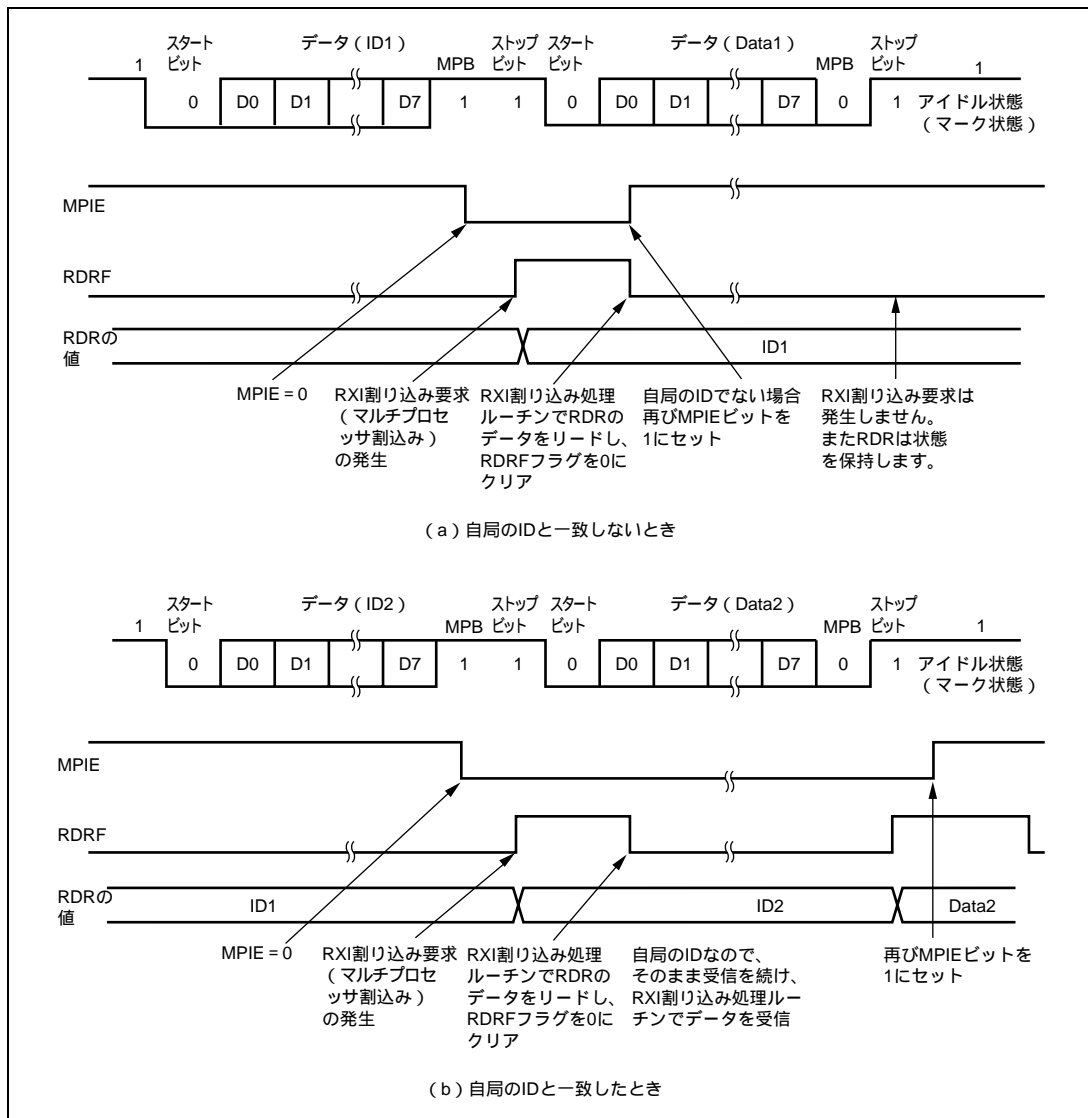


図 10.12 SCI の受信時の動作例 (8 ビットデータ / マルチプロセッサビットあり / 1 ストップビットの例)

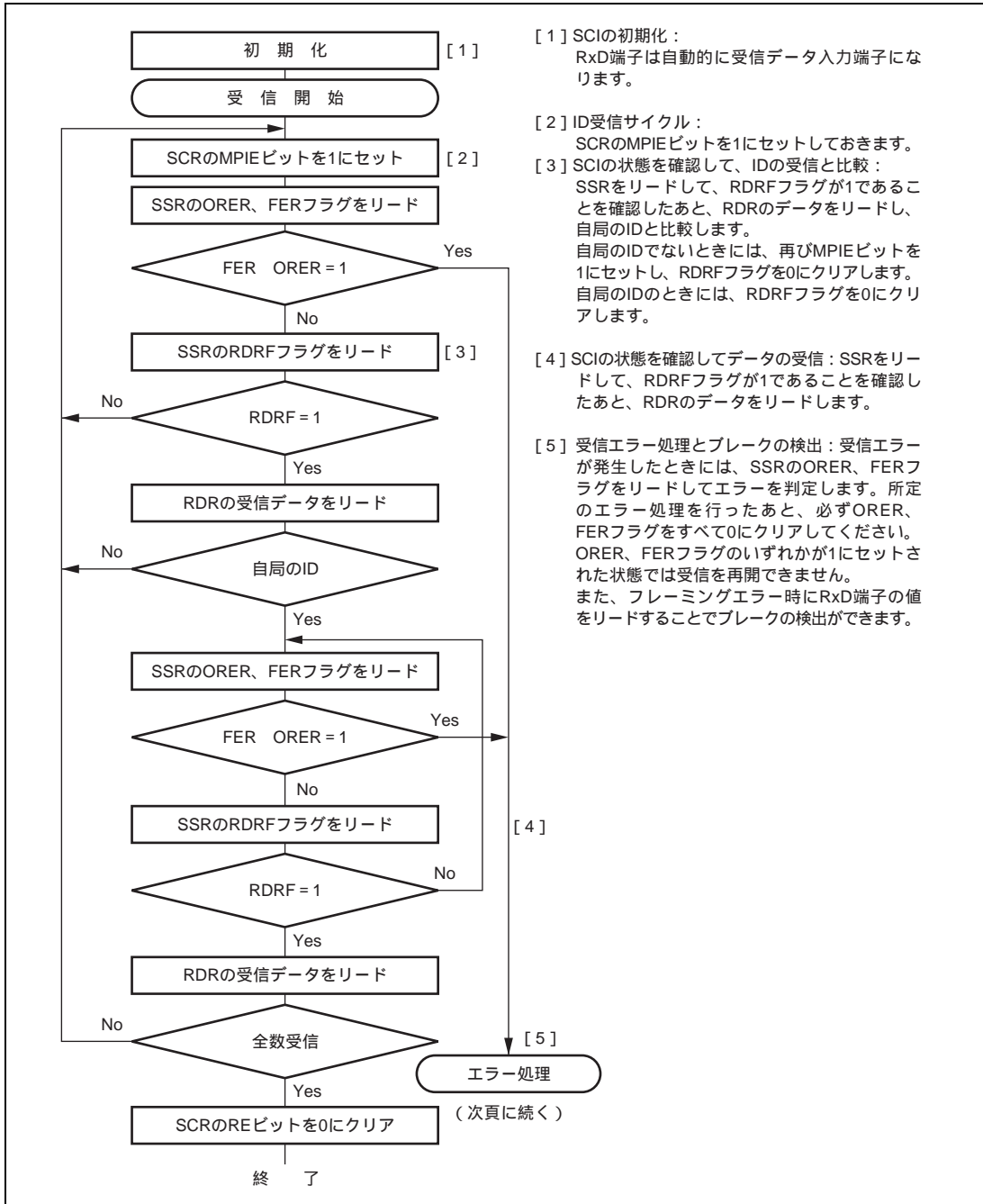


図 10.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (1)

10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

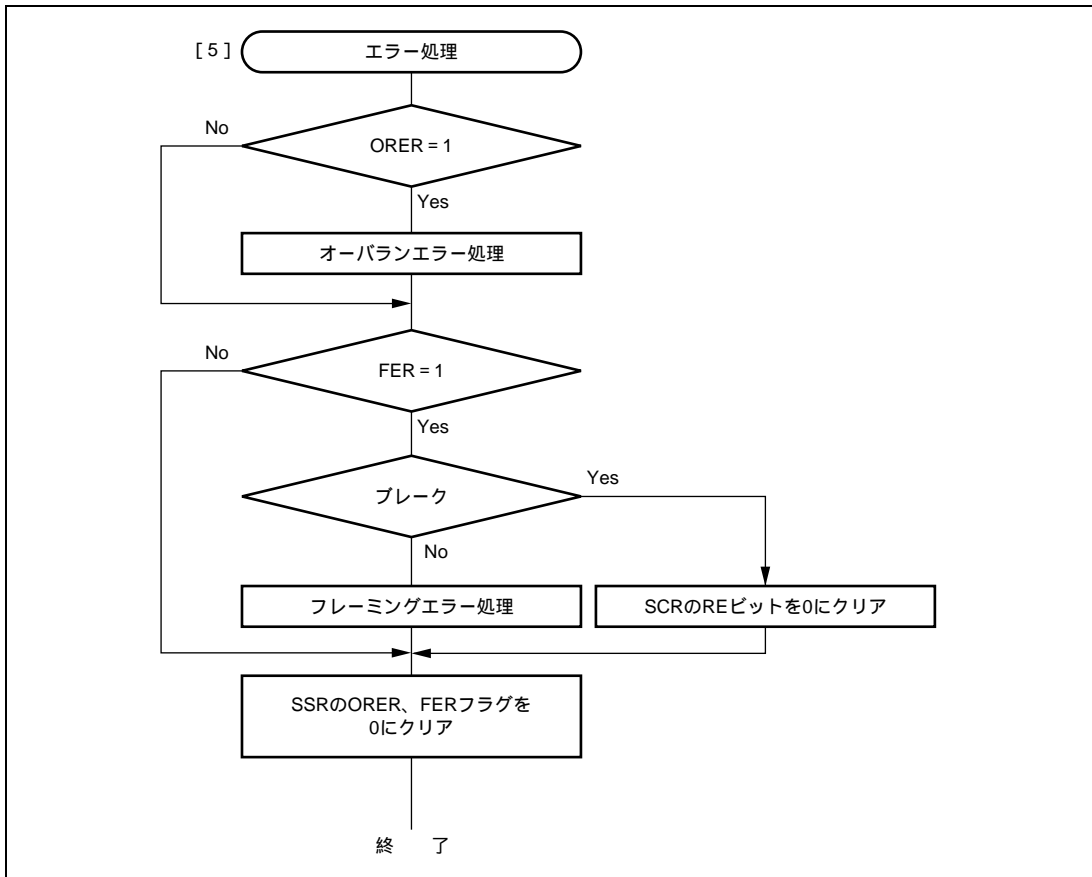


図 10.13 マルチプロセッサシリアル受信のフローチャートの例 (2)

## 10.6 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 10.14 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下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時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ス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 / 受信部は共にダブルバッファ構造になっていますので、送信中に次の送信データのライト、受信中に前の受信データのリードを行うことで連続送受信が可能です。

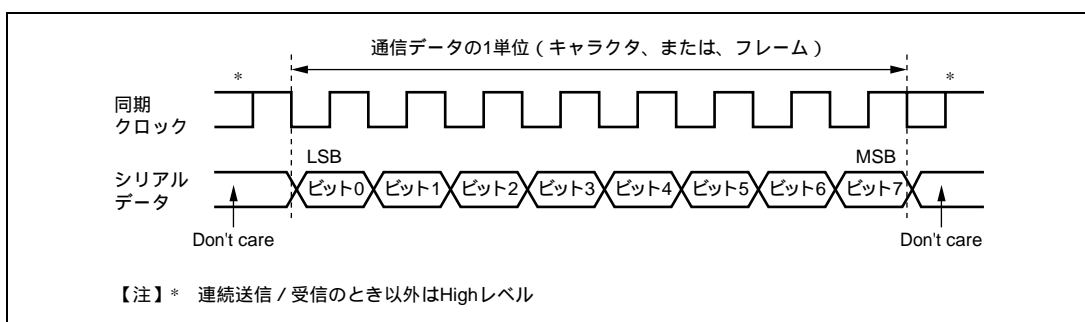


図 10.14 クロック同期式通信のデータフォーマット (LSB ファーストの場合)

### 10.6.1 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。

### 10.6.2 SCIの初期化

データの送受信前に、SCRのTE、REビットをクリアした後、図10.15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、TDREは1にセットされますが、REを0にクリアしても、RDRF、PER、FER、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。

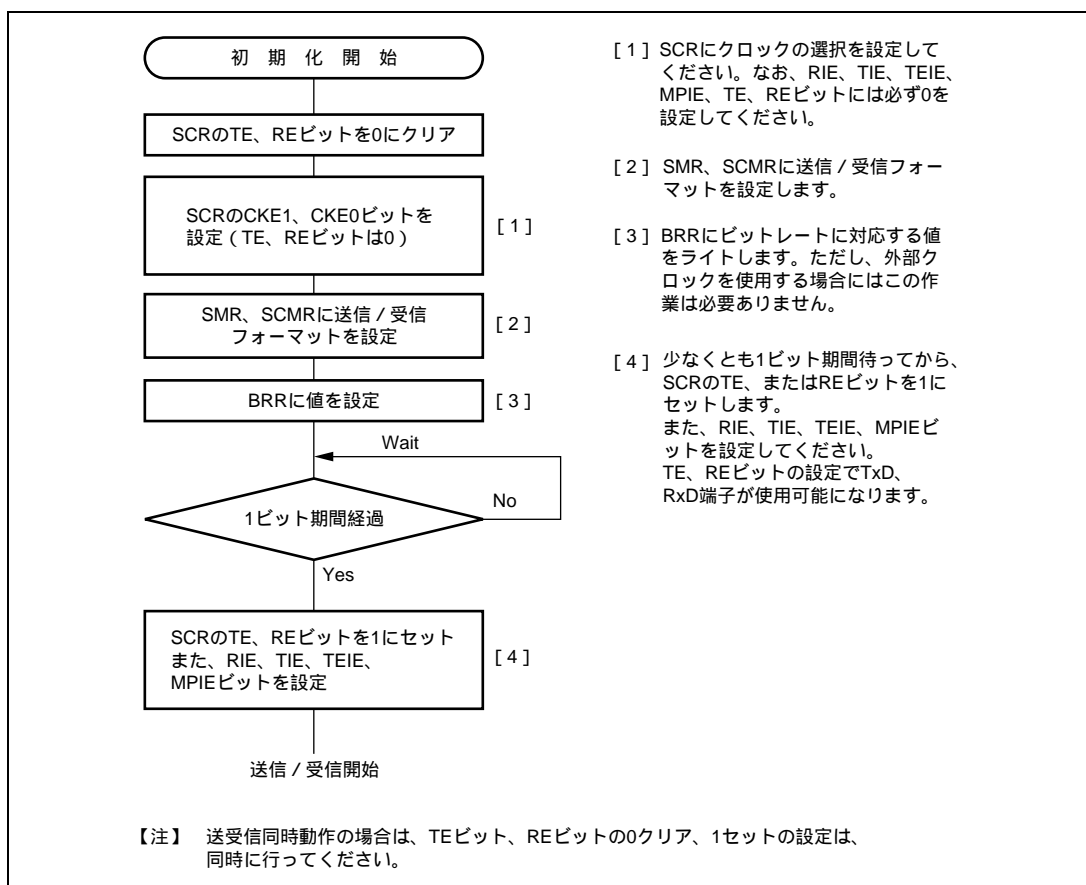


図 10.15 SCIの初期化フローチャートの例



## 10.6.3 シリアルデータ送信 (クロック同期式)

図 10.16 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割り込みを発生します。SCK端子はHighレベルに固定されます。

図 10.17 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。

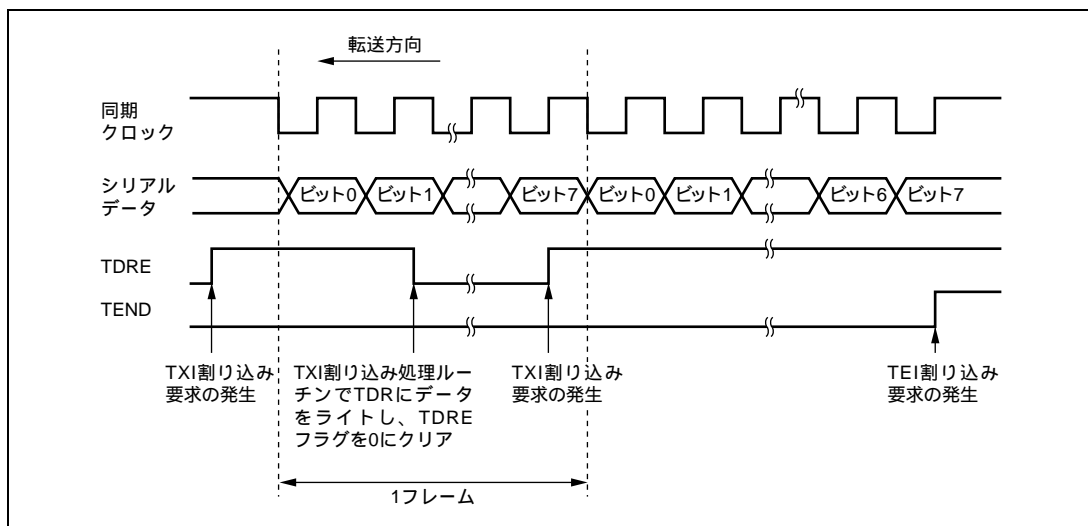


図 10.16 クロック同期式モードの送信時の動作例

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

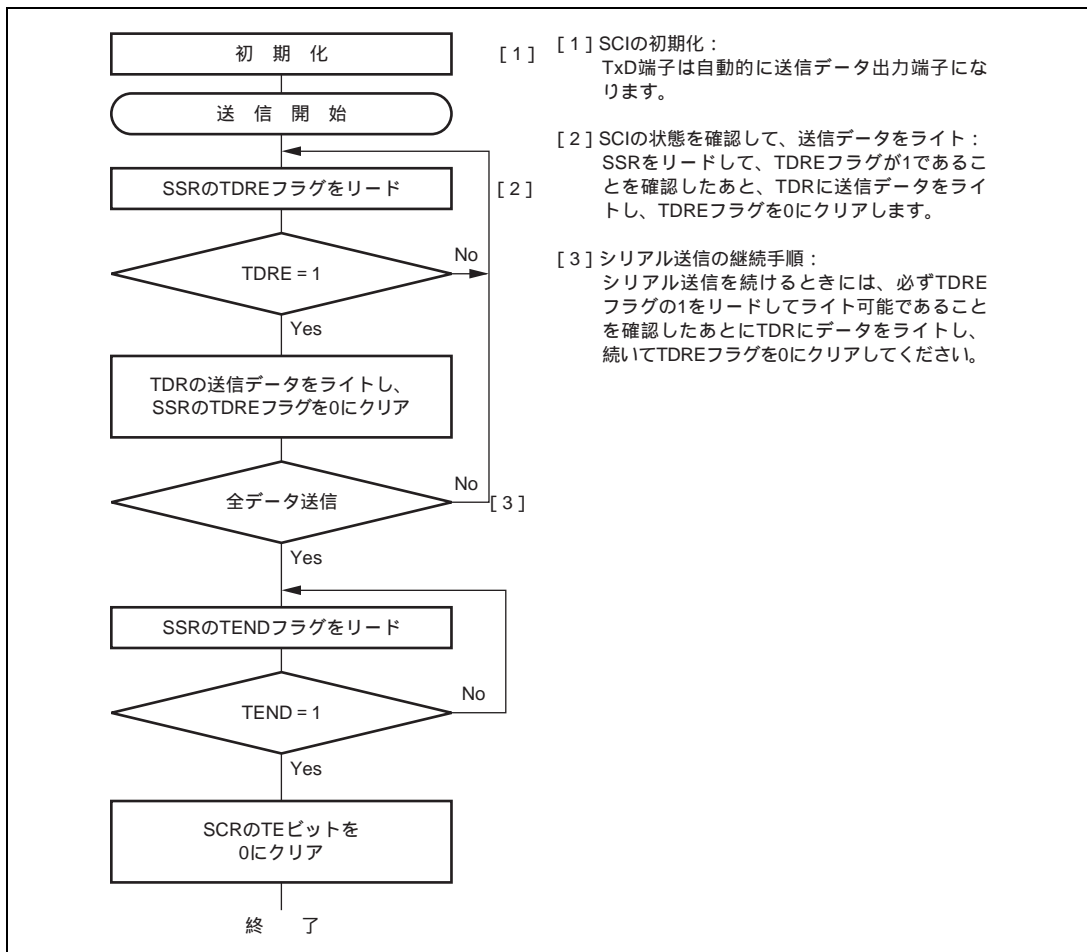


図 10.17 シリアル送信のフローチャートの例

## 10.6.4 シリアルデータ受信 (クロック同期式)

図 10.18 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割り込み要求を発生します。受信データはRDRに転送しません。RDRFは1にセットされた状態を保持します。
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割り込み要求を発生します。このRXI割り込み処理ルーチンでRDRに転送された受信データを次のデータ受信完了までにリードすることで連続受信が可能です。

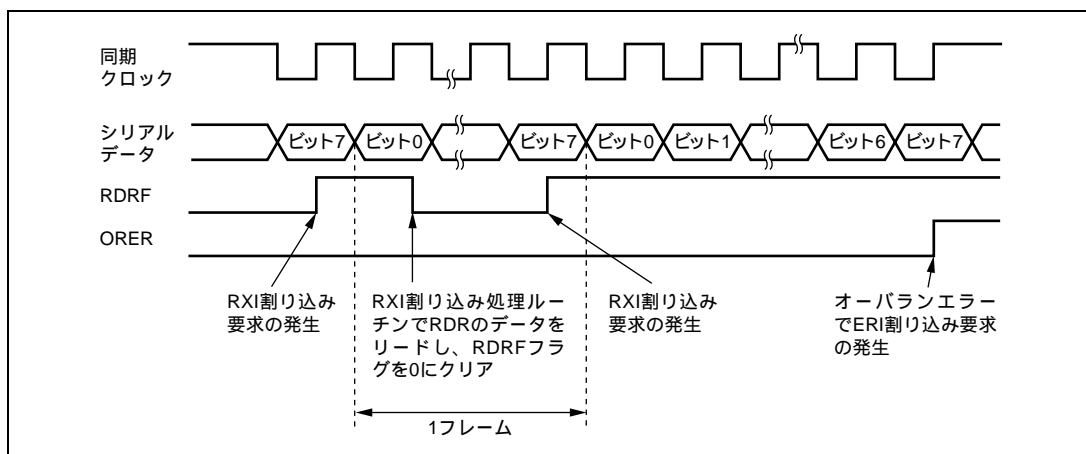


図 10.18 SCI の受信時の動作例

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

受信エラーフラグがセットされた状態では以後の送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 10.19 にデータ受信のためのフローチャートの例を示します。

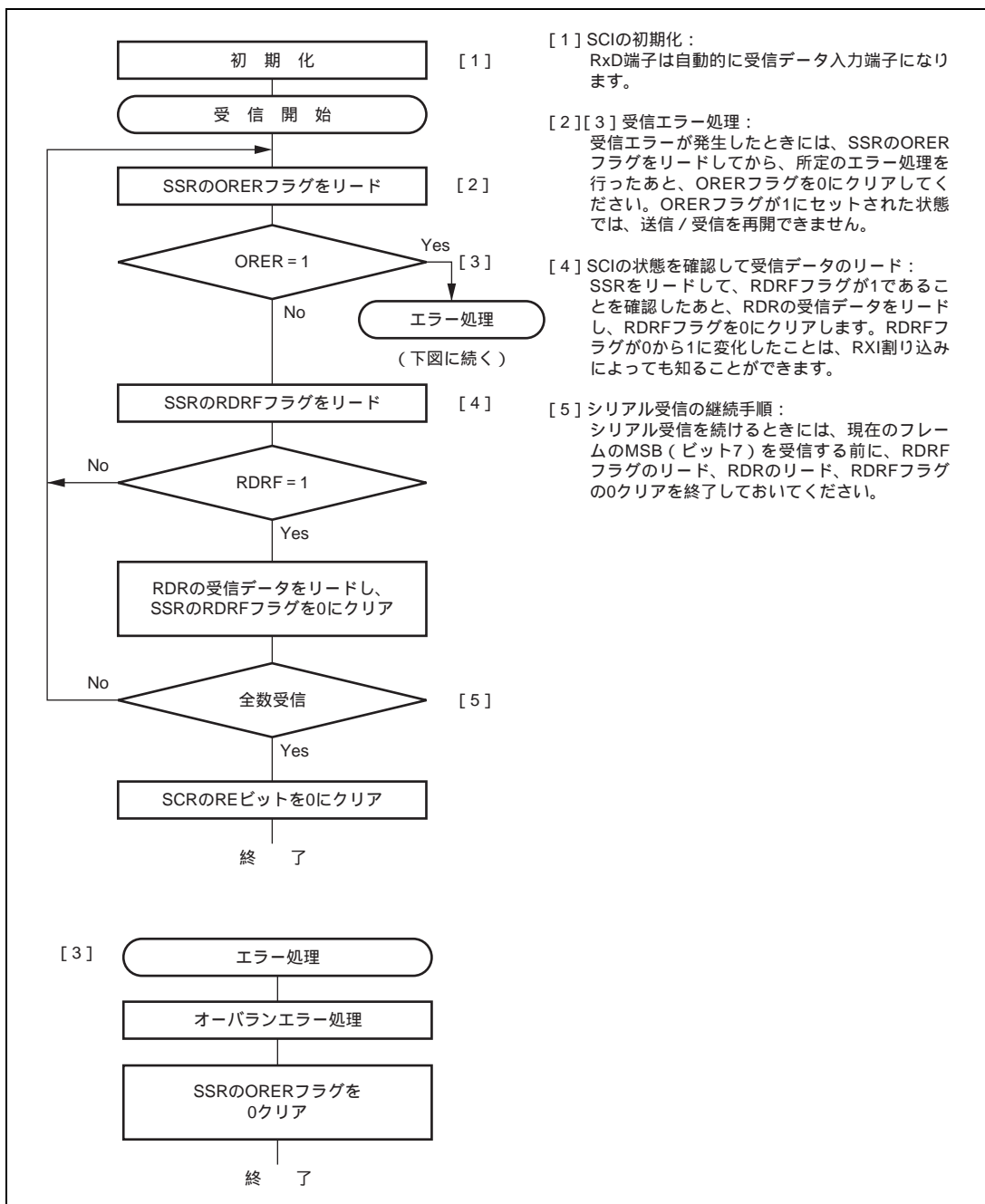


図 10.19 シリアルデータ受信フローチャートの例

### 10.6.5 シリアルデータ送受信同時動作 (クロック同期式)

図 10.20 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、TDRE および TEND が 1 にセットされていることを確認したあと、TE を 0 にクリアしてから TE および RE を 1 命令で同時に 1 にセットしてください。受信から同時送受信へ切り替えるときには、SCI が受信完了状態であることを確認し、RE を 0 にクリアしてから 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あと、TE および RE を 1 命令で同時に 1 にセットしてください。

## 10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

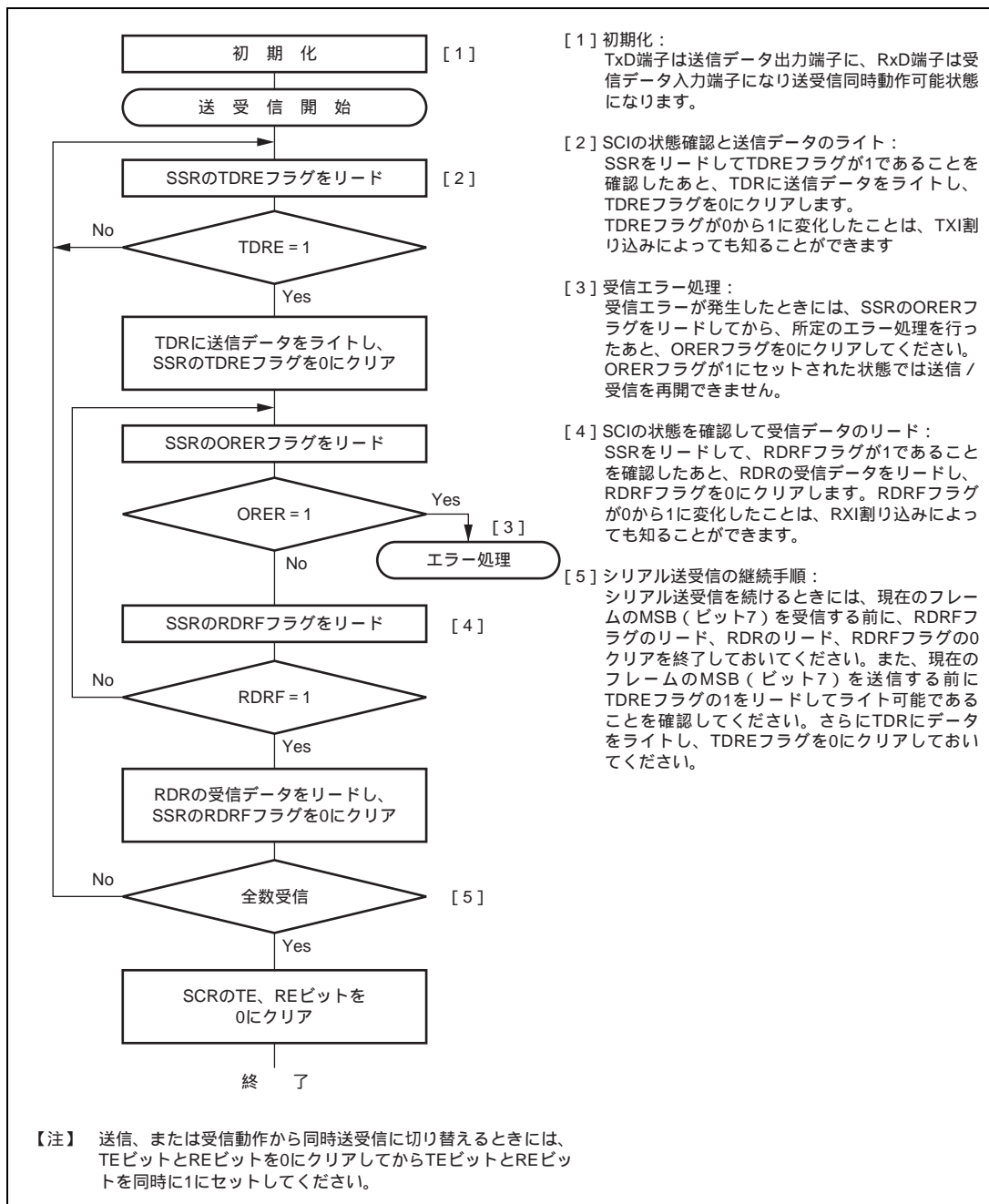


図 10.20 シリアル送受信同時動作のフローチャートの例

## 10.7 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。

### 10.7.1 接続例

図 10.21 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<sub>CC</sub>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RE=TE=1に設定すると、閉じた送信/受信が可能となり自己診断をすることができます。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。

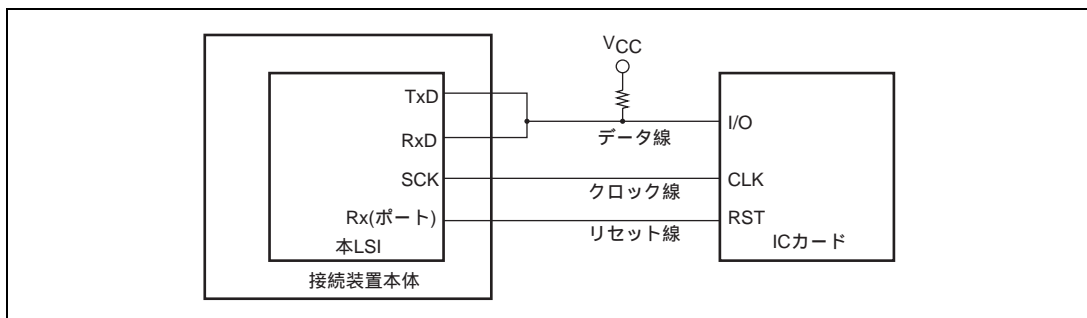


図 10.21 スマートカードインタフェース端子接続概要

### 10.7.2 データフォーマット (ブロック転送モード時を除く)

図 10.22 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。

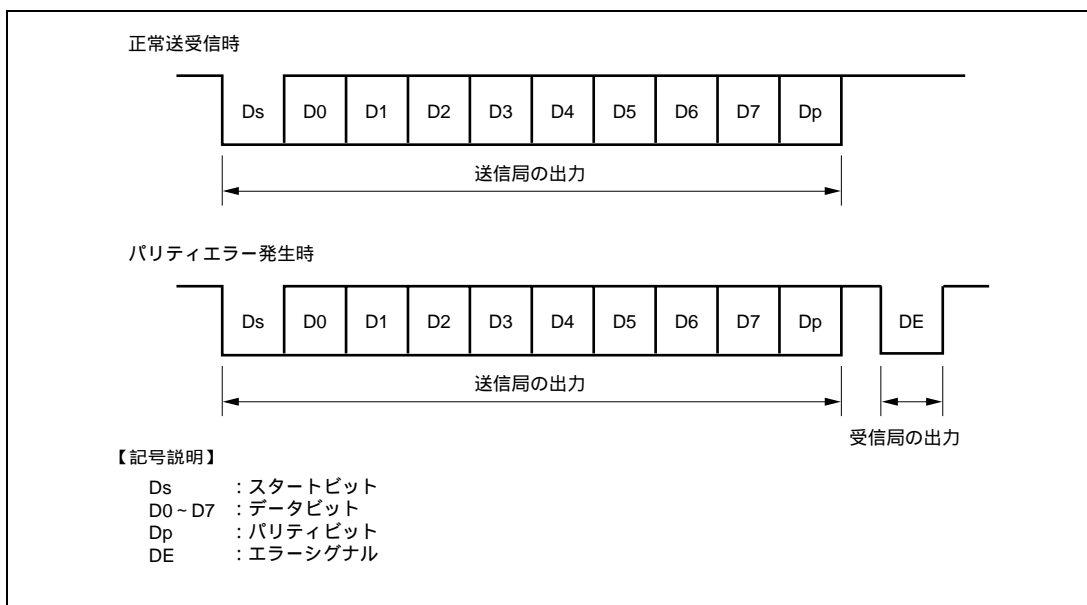


図 10.22 通常のスマートカードインタフェースのデータフォーマット

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以下のように行ってください。

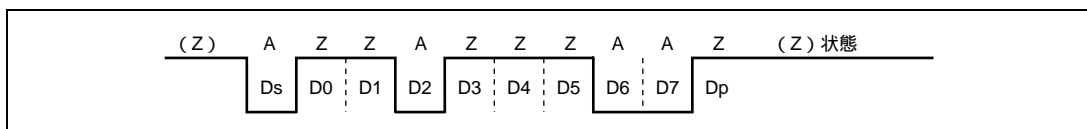


図 10.23 ダイレクトコンベンション (SDIR = SINV = 0/E = 0)



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  $O/\bar{E}$  ビットには 0 をセットしてください。

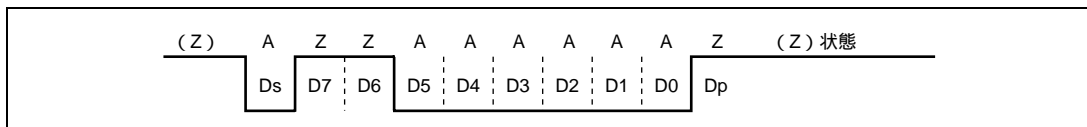


図 10.24 インバースコンベンション (SDIR = SINV =  $O/\bar{E}$  = 1)

インバースコンベンションタイプは、論理 1 レベルを状態 A に、論理 0 レベルを状態 Z に対応付け、MSB ファーストで送受信します。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  $O/\bar{E}$  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。

### 10.7.3 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は行いますが、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、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。

### 10.7.4 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10.25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番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。

$$M = \left| \left( 0.5 - \frac{1}{2N} \right) - (L - 0.5)F - \frac{|D - 0.5|}{N} (1 + F) \right| \times 100\%$$

M：受信マージン (%)

N：クロックに対するビットレートの比 (N=32、64、372、256)

D：クロックデューティ (D=0~1.0)

L：フレーム長 (L=10)

F：クロック周波数の偏差の絶対値

上の式で、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。

$$M = (0.5 - 1/2 \times 372) \times 100\% \\ = 49.866\%$$

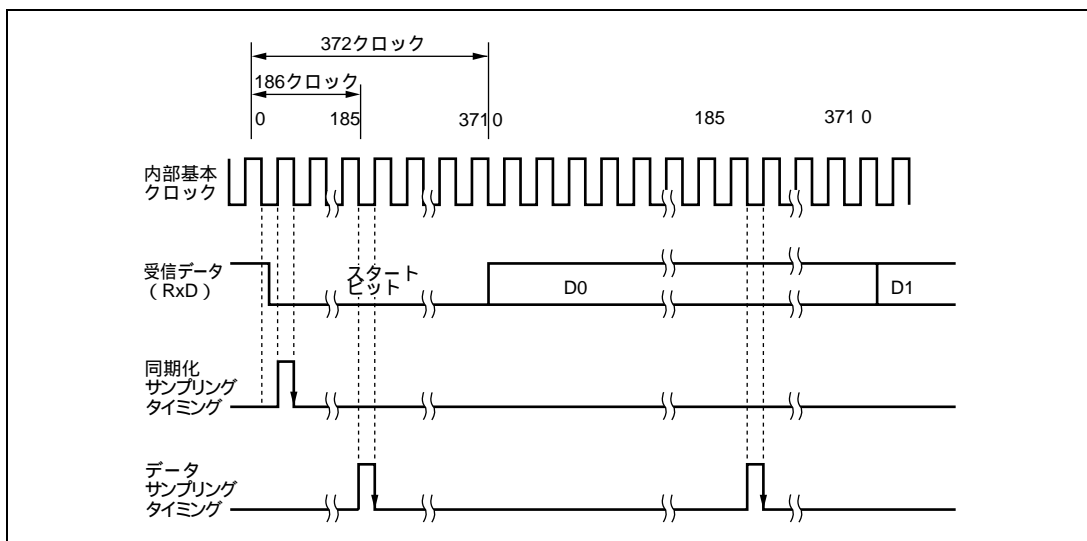


図 10.25 スマートカードインタフェースモード時の受信データサンプリングタイミング (372 倍のクロック使用時)

### 10.7.5 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ERS、PER、ORERを0にクリアしてください。
3. SMRのGM、BLK、 $\overline{O\bar{E}}$ 、BCP1、BCP0、CKS1、CKS0ビットを設定してください。このとき、PEビットは1に設定してください。
4. SCMRのSMIF、SDIR、SINVビットを設定してください。  
SMIFビットを1にセットすると、TxD端子およびRxD端子は共にポートから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あと、初期化から開始し、RE=0、TE=1に設定してください。受信動作の完了は、RDRF フラグ、あるいはPER、ORER フラグで確認できます。送信モードから受信モードに切り替える場合、送信動作が完了していることを確認したあと、初期化から開始し、TE=0、RE=1に設定してください。送信動作の完了はTEND フラグで確認できます。

### 10.7.6 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 10.26 に示します。

- 1 フレーム分の送信を完了したあと、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がセットされていれば、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 10.28 に示します。送信時に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。

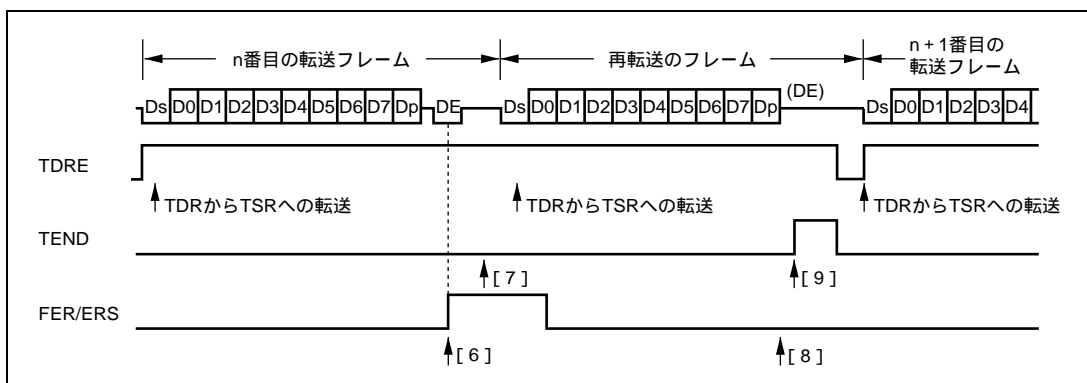


図 10.26 SCI 送信モードの場合の再転送動作

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 10.27 に TEND フラグ発生タイミングを示します。

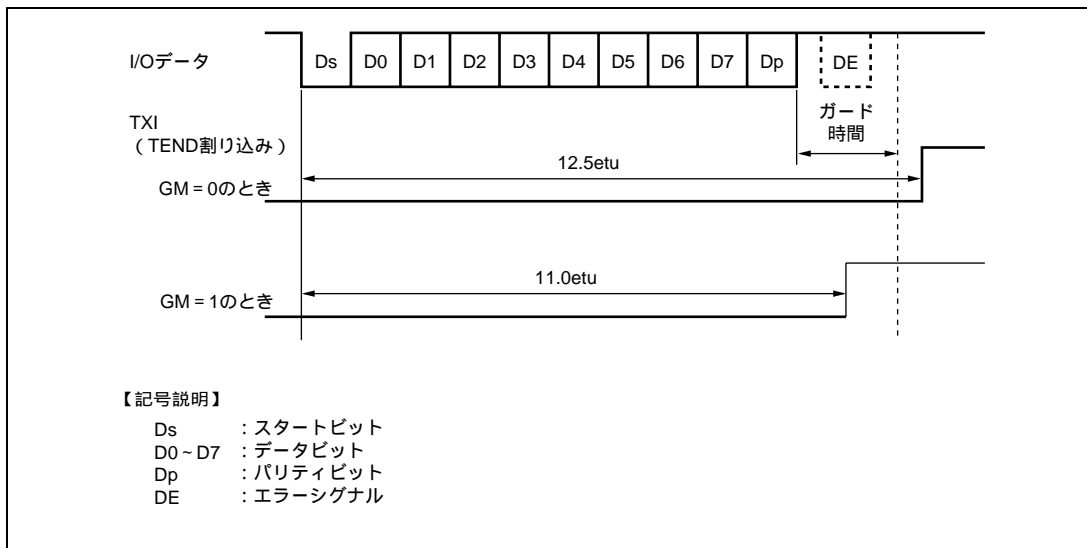


図 10.27 送信動作時の TEND フラグ発生タイミング

10. シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)

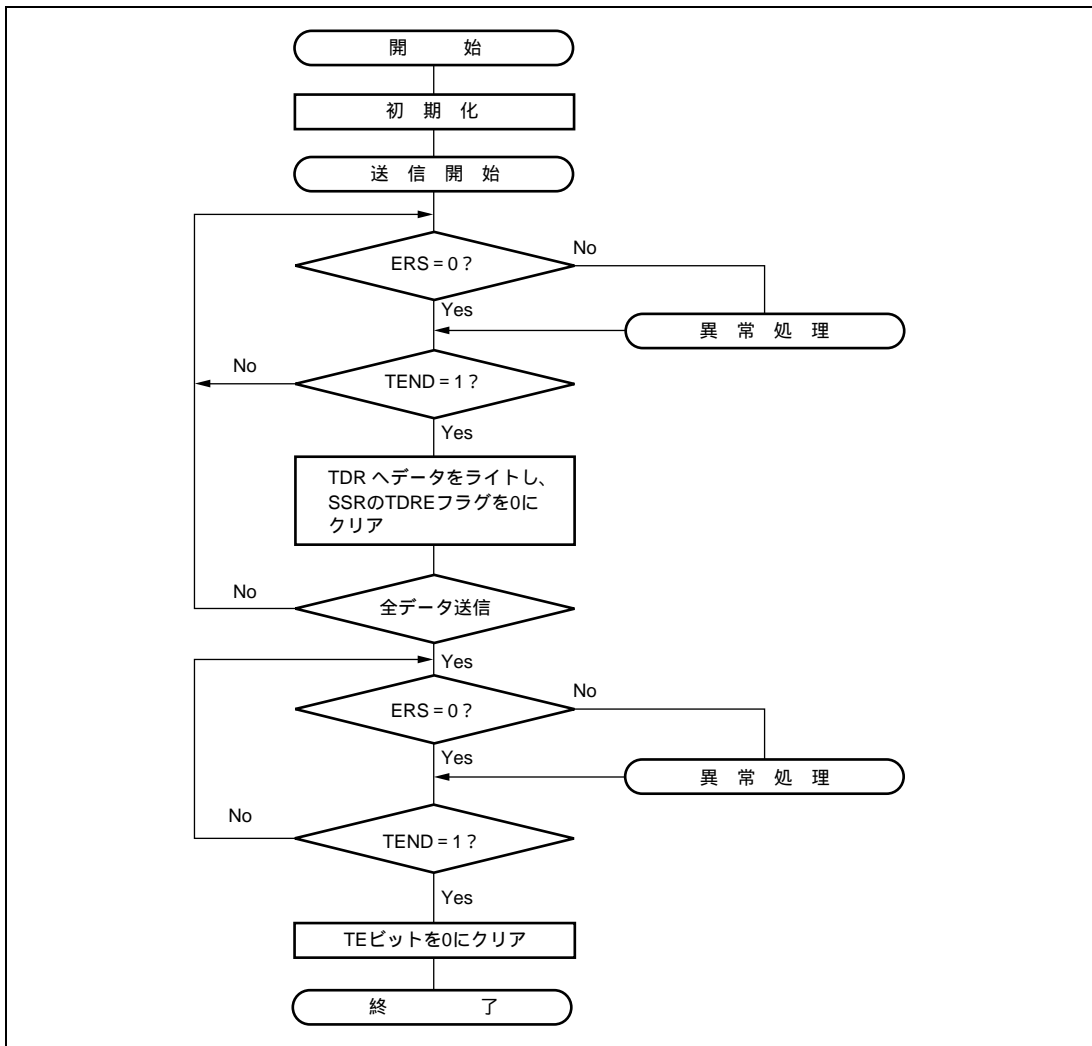


図 10.28 送信処理フローの例

## 10.7.7 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 10.29 に示します。

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 10.30 に示します。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「10.4 調歩同期式モードの動作」を参照してください。

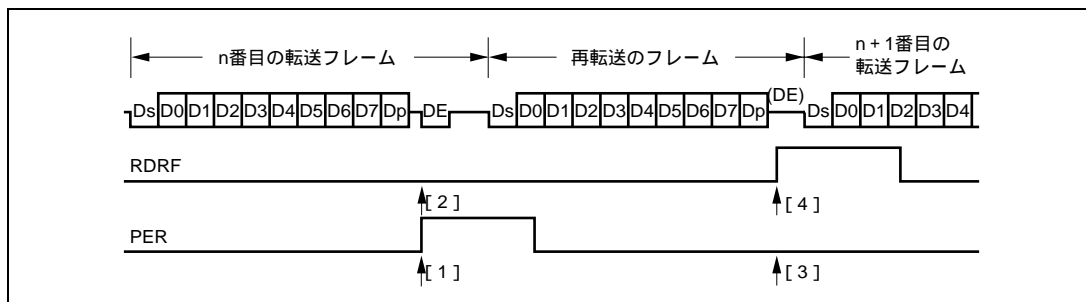


図 10.29 SCI 受信モードの場合の再転送動作

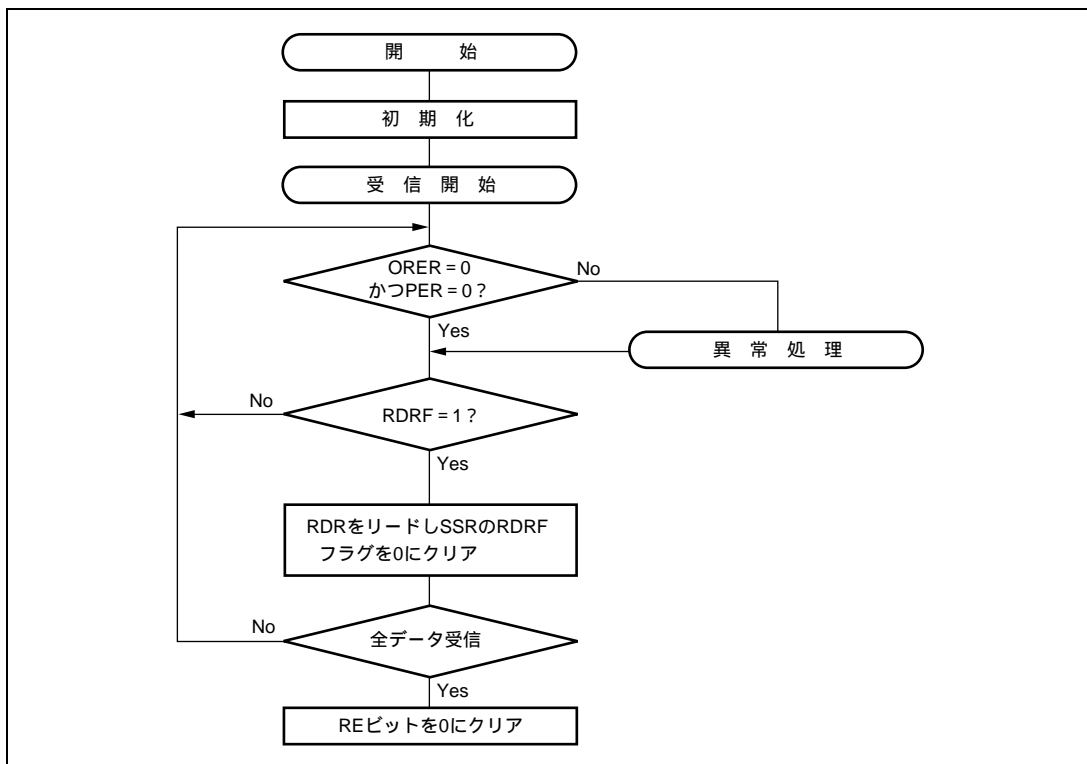


図 10.30 受信フローの例

### 10.7.8 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 10.31 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。

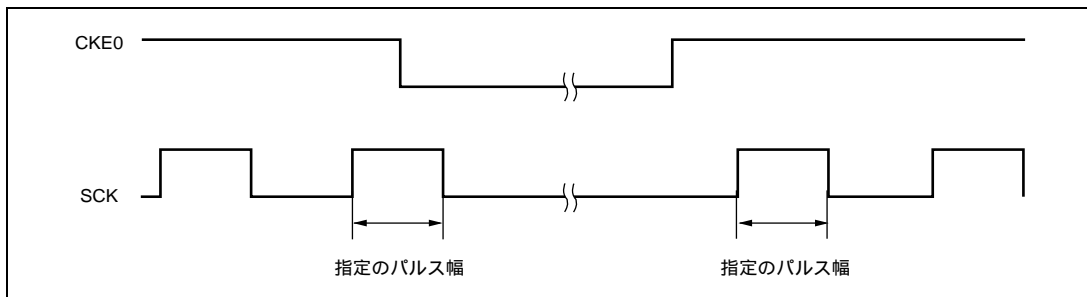


図 10.31 クロック出力固定タイミング



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。

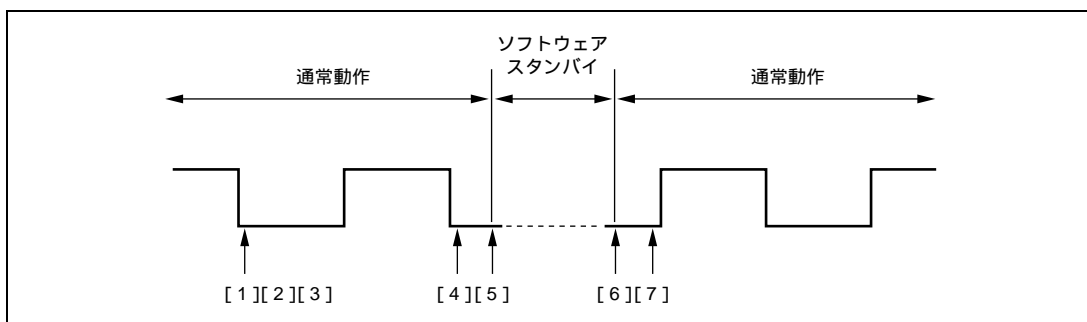


図 10.32 クロック停止・再起動手順

## 10.8 割り込み要因

### 10.8.1 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 10.12 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 10.12 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
0	ERI0	受信エラー	ORER、FER、PER
	RXI0	受信データフル	RDRF
	TXI0	送信データエンプティ	TDRE
	TEI0	送信終了	TEND
1	ERI1	受信エラー	ORER、FER、PER
	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
2	ERI2	受信エラー	ORER、FER、PER
	RXI2	受信データフル	RDRF
	TXI2	送信データエンプティ	TDRE
	TEI2	送信終了	TEND

### 10.8.2 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 10.13 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 10.13 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
0	ERI0	受信エラー、エラーシグナル検出	ORER、PER、ERS
	RXI0	受信データフル	RDRF
	TXI0	送信データエンプティ	TEND
1	ERI1	受信エラー、エラーシグナル検出	ORER、PER、ERS
	RXI1	受信データフル	RDRF
	TXI1	送信データエンプティ	TEND
2	ERI2	受信エラー、エラーシグナル検出	ORER、PER、ERS
	RXI2	受信データフル	RDRF
	TXI2	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、ERS フラグは自動的にクリアされませんので、RIE ビットを 1 にセットしておき、エラー発生時に ERI 要求を発生させ、ERS をクリアしてください。

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。そのため、CPU に対し ERI を発生しますのでエラーフラグをクリアしてください。

### 10.9 使用上の注意事項

#### 10.9.1 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の動作禁止/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16章 低消費電力状態」を参照してください。

#### 10.9.2 ブレークの検出と処理について

フレーミングエラー検出時に、RxD端子の値を直接リードすることでブレークを検出できます。ブレークではRxD端子からの入力がすべて0になりますので、FERがセットされ、またPERもセットされる可能性があります。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にクリアしても再びFERが1にセットされますので注意してください。

#### 10.9.3 マーク状態とブレークの送出

TEが0のとき、TxD端子はDRとDDRにより入出力方向とレベルが決まるI/Oポートになります。これを利用してTxD端子をマーク状態にしたりデータ送信時にブレークの送出をすることができます。TEを1にセットするまで、通信回線をマーク状態(1の状態)にするためには、PCR=1、PDR=1を設定します。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、PCR=1、PDR=0に設定したあと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。

#### 10.9.4 受信エラーフラグと送信動作について(クロック同期式モードのみ)

受信エラーフラグ(ORER、PER、FER)が1にセットされた状態では、TDREを0にクリアしても送信を開始できません。必ず送信開始時には、受信エラーフラグを0にクリアしておいてください。また、REを0にクリアしても受信エラーフラグは0にクリアできませんので注意してください。

---

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

HCAN は自動車、および産業機器システム等でのリアルタイム通信を目的とした CAN( Controller Area Network ) を制御するためのモジュールです。CAN の仕様については「BOSCH CAN Specification Version 2.0 1991, Robert Bosch GmbH」を参照してください。HCAN のブロック図を図 11.1 に示します。

### 11.1 特長

- CANバージョン：Bosch 2.0B active対応
  - 通信方式：NRZ ( Non-Return to Zero ) 方式 ( ビットスタフ機能あり )
  - ブロードキャスト通信方式
  - 伝送路：双方向2線式シリアル通信
  - 通信速度：最高1Mbps
  - データ長：0~8バイト
- チャンネル数：1
- データバッファ：16 ( 受信専用×1バッファ、送信 / 受信設定可能×15バッファ )
- データ送信方式：2種類
  - メールボックスの番号順 ( 昇順 )
  - メッセージ優先順位 ( Identifier ) の高い順
- データ受信方式：2種類
  - メッセージIdentifierの一致 ( 送信 / 受信設定バッファ )
  - メッセージIdentifierマスクして受信 ( 受信専用 )
- 割り込み要因：12
  - 各種エラー割り込み
  - リセット処理割り込み
  - メッセージ受信割り込み
  - メッセージ送信割り込み
- HCAN動作モード
- 各種モードをサポート
  - ハードウェアリセット
  - ソフトウェアリセット
  - 通常状態 ( エラーアクティブ、エラーパッシブ )
  - バスオフ状態

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

HCANコンフィギュレーションモード

HCANスリープモード

HCAN HALTモード

- モジュールストップモードの設定可能

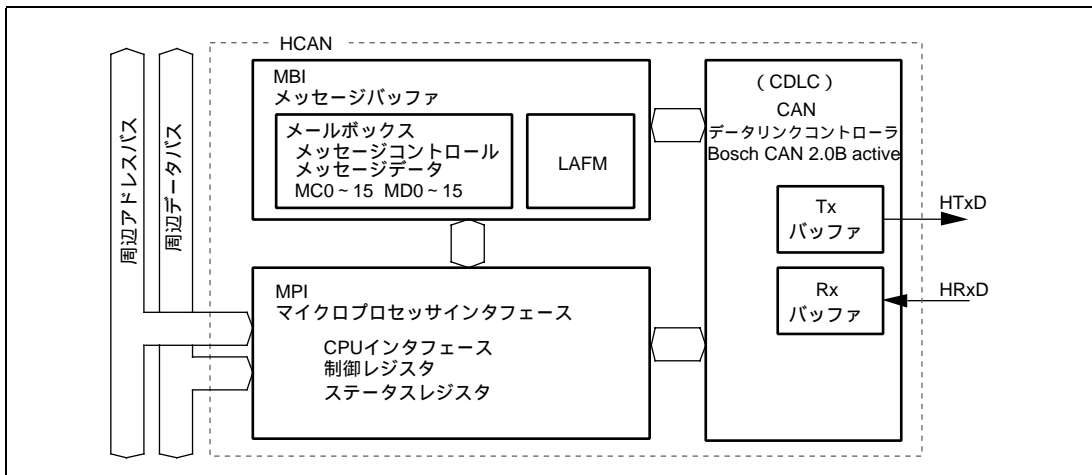


図 11.1 HCANのブロック図

### メッセージバッファ (Message Buffer Interface)

MBIはメールボックスとローカルアクセプタンスフィルタマスク (LAFM) より構成されており、CANの送信 / 受信メッセージ (Identifierおよびデータ等) を格納する部分です。送信メッセージはCPUからライトを行います。受信メッセージはCDLCで受信したデータを自動的に格納します。

### マイクロプロセッサインタフェース (MicroProcessor Interface)

MPIはCPUとのバスインタフェース、制御レジスタ、ステータスレジスタ等から構成されており、HCAN内のデータ、およびステータス等を制御する部分です。

### CAN データリンクコントローラ (CAN Data Link Controller)

CDLCはBosch CAN ver.2.0B activeに準拠しておりメッセージ (データフレーム、リモートフレーム、エラーフレーム、オーバーロードフレーム、インタフレームスペーシング) の送受信、CRCチェック、バスアービトレーションなどを行います。

## 11.2 入出力端子

HCAN の端子構成を表 11.1 に示します。

なお、HCAN 端子を使用する際は、必ず HCAN コンフィギュレーションモード期間中(初期設定期間: MCR0=1 かつ GSR3=1) に設定してください。

表 11.1 端子一覧表

名 称	略 称	入出力	機 能
HCAN トランスミットデータ端子	HTxD	出力	CAN バス送信用端子
HCAN レシーブデータ端子	HRxD	入力	CAN バス受信用端子

端子と CAN バスの間にはバスドライバが必要になります。Philips PCA82C250 とコンパチブルなものを推奨します。

## 11.3 レジスタの説明

HCAN には以下のレジスタがあります。

- マスタコントロールレジスタ (MCR)
- ジェネラルステータスレジスタ (GSR)
- ビットコンフィギュレーションレジスタ (BCR)
- メールボックスコンフィギュレーションレジスタ (MBCR)
- 送信待ちレジスタ (TXPR)
- 送信待ち取り消しレジスタ (TXCR)
- 送信アクノレッジレジスタ (TXACK)
- 取り消しアクノレッジレジスタ (ABACK)
- 受信完了レジスタ (RXPR)
- リモートリクエストレジスタ (RFPR)
- インタラプトレジスタ (IRR)
- メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR)
- インタラプトマスクレジスタ (IMR)
- 受信エラーカウンタ (REC)
- 送信エラーカウンタ (TEC)
- 未読メッセージステータスレジスタ (UMSR)
- ローカルアクセプタンスフィルタマスクLフィルタマスクH (LAFMH)
- ローカルアクセプタンスフィルタマスクLフィルタマスクL (LAFML)
- メッセージコントロール (8ビット×8本×16セット) (MC0~MC15)

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

- メッセージデータ (8ビット×8本×16セット) (MD0~MD15)
- HCANモニタレジスタ (HCANMON)

### 11.3.1 マスタコントロールレジスタ (MCR)

MCR は、HCAN の動作を制御します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	MCR7	0	R/W	HCAN スリープモード解除 このビットを 1 にセットすると、HCAN は CAN バス動作を検出することにより HCAN スリープモードを自動的に解除します。
6		0	R	リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
5	MCR5	0	R/W	HCAN スリープモード このビットを 1 にセットすると、HCAN は HCAN スリープモードに遷移します。このビットをクリアすると、HCAN スリープモードが解除されます。
4		0	R	リザーブビット
3		0	R	リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
2	MCR2	0	R/W	メッセージ送信方式 0 : メッセージ Identifier の優先順位に従って送信の順番を決定します。 1 : メールボックス番号の優先順位に従って送信の順番を決定します。優先順位は TXPR1 > ... > TXPR15 です。
1	MCR1	0	R/W	HALT リクエスト このビットを 1 にセットすると、HCAN は HCAN HALT モードに遷移します。このビットをクリアすると、HCAN HALT モードが解除されます。
0	MCR0	1	R/W	リセットリクエスト このビットが 1 にセットされると HCAN はリセットモードに遷移します。詳細は「11.4.1 ハードウェアリセットとソフトウェアリセット」を参照してください。 [セット条件] • パワーオンリセット • ハードウェアスタンバイ • ソフトウェアスタンバイ • 1 ライト (ソフトウェアリセット) [クリア条件] • GSR の GSR3 が 1 の状態でこのビットに 0 をライトしたとき



## 11.3.2 ジェネラルステータスレジスタ (GSR)

GSR は、HCAN のステータスを表示します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7~4		すべて0	R	リザーブビット リードすると常に0がリードされます。ライトする値も常に0としてください。
3	GSR3	1	R	リセットステータスビット HCAN モジュールが通常動作状態かリセット状態かを表示します。ライトは無効です。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• HCAN 内部のリセットが終了し、コンフィギュレーションモードに遷移したとき</li> <li>• スリープモード</li> </ul> [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• MCR の MCR0 をクリアし、通常動作状態に遷移したとき (MCR0 をクリアしてから GSR3 がクリアされるまで遅延が発生します)。</li> </ul>
2	GSR2	1	R	メッセージ送信ステータスフラグ メッセージ送信期間中であることを示すフラグです。ライトは無効です。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• EOF (End of Frame) 後の Intermission 3 ビット目</li> </ul> [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• メッセージ送信開始 (SOF)</li> </ul>
1	GSR1	0	R	送信 / 受信ワーニングフラグ ライトは無効です。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEC 96 または REC 96 のとき</li> </ul> [クリア条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEC &lt; 96 かつ REC &lt; 96 のとき</li> <li>• TEC 256 のとき</li> </ul>
0	GSR0	0	R	バスオフフラグ ライトは無効です。 [セット条件] <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEC 256 のとき (バスオフ状態)</li> </ul> [クリア条件] バスオフから復帰したとき

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.3 ビットコンフィギュレーションレジスタ (BCR)

BCR は、HCAN のビットタイミングやボーレートを設定します。各パラメータの詳細は「11.4.2 ハードウェアリセット後の初期設定」を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	BCR7	0	R/W	Re-Synchronization Jump Width ( SJW )
14	BCR6	0	R/W	最大ビット同期幅を設定します。 00 : 1 time quantum 01 : 2 time quanta 10 : 3 time quanta 11 : 4 time quanta
13	BCR5	0	R/W	ボーレートプリスケアラ ( BRP )
12	BCR4	0	R/W	time quantum の長さを設定します。
11	BCR3	0	R/W	000000 : 2 システムクロック
10	BCR2	0	R/W	000001 : 4 システムクロック
9	BCR1	0	R/W	000010 : 6 システムクロック
8	BCR0	0	R/W	: 111111 : 128 システムクロック
7	BCR15	0	R/W	ビットサンプルポイント ( BSP ) データをサンプルリングするポイントを設定します。 0 : ビットサンプリング 1 カ所 ( TSEG1 の終わり ) 1 : ビットサンプリング 3 カ所 ( TSEG1 の終わりと前後 1 time quantum )
6	BCR14	0	R/W	タイムセグメント 2 ( TSEG2 )
5	BCR13	0	R/W	TSEG2 の幅を 2 ~ 8 time quanta の範囲で設定します。
4	BCR12	0	R/W	000 : 設定禁止 001 : 2 time quanta 010 : 3 time quanta 011 : 4 time quanta 100 : 5 time quanta 101 : 6 time quanta 110 : 7 time quanta 111 : 8 time quanta

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
3	BCR11	0	R/W	タイムセグメント 1 (TSEG1)
2	BCR10	0	R/W	TSEG1 (PRSEG+PHSEG1) の幅を 4 ~ 16 time quanta の範囲で設定します。
1	BCR9	0	R/W	0000 : 設定禁止
0	BCR8	0	R/W	0001 : 設定禁止
				0010 : 設定禁止
				0011 : 4 time quanta
				0100 : 5 time quanta
				0101 : 6 time quanta
				0110 : 7 time quanta
				0111 : 8 time quanta
				1000 : 9 time quanta
				1001 : 10 time quanta
				1010 : 11 time quanta
				1011 : 12 time quanta
				1100 : 13 time quanta
				1101 : 14 time quanta
				1110 : 15 time quanta
				1111 : 16 time quanta

### 11.3.4 メールボックスコンフィギュレーションレジスタ (MBCR)

MBCR は、各メールボックスの送受信方向を設定します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
15	MBCR7	0	R/W	メールボックス番号 1 から 15 のメールボックスの送受信方向を選択します。
14	MBCR6	0	R/W	MBCRn ( n = 1 ~ 15 ) はメールボックス n の送受信方向を決定します。
13	MBCR5	0	R/W	0 : 対応するメールボックスは送信用に設定されます。
12	MBCR4	0	R/W	1 : 対応するメールボックスは受信用に設定されます。
11	MBCR3	0	R/W	ビット 8 はリザーブビットで、リードすると常に 1 がリードされます。ライトする値も常に 1 としてください。
10	MBCR2	0	R/W	
9	MBCR1	0	R/W	
8		1	R	
7	MBCR15	0	R/W	
6	MBCR14	0	R/W	
5	MBCR13	0	R/W	
4	MBCR12	0	R/W	
3	MBCR11	0	R/W	
2	MBCR10	0	R/W	
1	MBCR9	0	R/W	
0	MBCR8	0	R/W	

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.5 送信待ちレジスタ (TXPR)

TXPR は、メールボックスに格納した送信メッセージを送信待ち (CAN バスアービトレーション待ち) 状態にします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	TXPR7	0	R/W	メールボックス番号 1 から 15 のメールボックスを送信待ち (CAN バスアービトレーション待ち) 状態にします。TXPRn ( n = 1 ~ 15 ) を 1 にセットするとメールボックス n のメッセージが送信待ち状態になります。 [クリア条件] • メッセージの送信が完了したとき • 送信取り消しが完了したとき ビット 8 はリザーブビットで、リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
14	TXPR6	0	R/W	
13	TXPR5	0	R/W	
12	TXPR4	0	R/W	
11	TXPR3	0	R/W	
10	TXPR2	0	R/W	
9	TXPR1	0	R/W	
8		0	R	
7	TXPR15	0	R/W	
6	TXPR14	0	R/W	
5	TXPR13	0	R/W	
4	TXPR12	0	R/W	
3	TXPR11	0	R/W	
2	TXPR10	0	R/W	
1	TXPR9	0	R/W	
0	TXPR8	0	R/W	

### 11.3.6 送信待ち取り消しレジスタ (TXCR)

TXCR は、メールボックス内の送信待ちメッセージの送信を取り消します。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	TXCR7	0	R/W	メールボックス番号 1 から 15 のメールボックスの送信待ちメッセージを取り消します。TXCRn ( n = 1 ~ 15 ) を 1 にセットするとメールボックス n の送信待ちメッセージが取り消されます。 [クリア条件] • 送信メッセージが正常に取り消され、TXPR がクリアされたとき ビット 8 はリザーブビットで、リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
14	TXCR6	0	R/W	
13	TXCR5	0	R/W	
12	TXCR4	0	R/W	
11	TXCR3	0	R/W	
10	TXCR2	0	R/W	
9	TXCR1	0	R/W	
8		0	R	
7	TXCR15	0	R/W	
6	TXCR14	0	R/W	
5	TXCR13	0	R/W	
4	TXCR12	0	R/W	
3	TXCR11	0	R/W	
2	TXCR10	0	R/W	
1	TXCR9	0	R/W	
0	TXCR8	0	R/W	

### 11.3.7 送信アクノレッジレジスタ (TXACK)

TXACK は、メールボックスの送信メッセージが正常に送信されたことを示すステータスレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	TXACK7	0	R/W	メールボックス番号 1 から 15 のメールボックスの送信メッセージが正常に送信されたことを示すステータスフラグです。メールボックス $n$ ( $n = 1 \sim 15$ ) のメッセージが正常に送信されたとき、TXACK $n$ が 1 にセットされます。 [セット条件] • 対応するメールボックスのメッセージの送信が完了したとき [クリア条件] • 1 ライト ビット 8 はリザーブビットで、リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
14	TXACK6	0	R/W	
13	TXACK5	0	R/W	
12	TXACK4	0	R/W	
11	TXACK3	0	R/W	
10	TXACK2	0	R/W	
9	TXACK1	0	R/W	
8		0	R	
7	TXACK15	0	R/W	
6	TXACK14	0	R/W	
5	TXACK13	0	R/W	
4	TXACK12	0	R/W	
3	TXACK11	0	R/W	
2	TXACK10	0	R/W	
1	TXACK9	0	R/W	
0	TXACK8	0	R/W	

### 11.3.8 取り消しアクノレッジレジスタ (ABACK)

ABACK は、メールボックス内の送信メッセージが正常に取り消されたことを示すステータスレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	ABACK7	0	R/(W)*	メールボックス番号 1 から 15 のメールボックスの送信メッセージが正常に取り消されたことを示すステータスフラグです。メールボックス $n$ ( $n = 1 \sim 15$ ) のメッセージが正常に取り消されたとき、ABACK $n$ が 1 にセットされます。 [セット条件] • 対応するメールボックスのメッセージの取り消しが完了したとき [クリア条件] • 1 ライト ビット 8 はリザーブビットで、リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
14	ABACK6	0	R/(W)*	
13	ABACK5	0	R/(W)*	
12	ABACK4	0	R/(W)*	
11	ABACK3	0	R/(W)*	
10	ABACK2	0	R/(W)*	
9	ABACK1	0	R/(W)*	
8		0	R	
7	ABACK15	0	R/(W)*	
6	ABACK14	0	R/(W)*	
5	ABACK13	0	R/(W)*	
4	ABACK12	0	R/(W)*	
3	ABACK11	0	R/(W)*	
2	ABACK10	0	R/(W)*	
1	ABACK9	0	R/(W)*	
0	ABACK8	0	R/(W)*	

【注】 \* フラグをクリアするための 1 ライトのみ可能です。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.9 受信完了レジスタ (RXPR)

RXPR は、メールボックスがメッセージ (データフレームまたはリモートフレーム) を正常に受信したことを示すステータスレジスタです。なお、リモートフレーム受信の場合は、対応するリモートリクエストレジスタ (RFPR) も同時にセットされます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	RXPR7	0	R/(W)*	メールボックス n ( n = 0 ~ 15 ) がメッセージを正常に受信したとき、RXPRn が 1 にセットされます。 [ セット条件 ] • 対応するメールボックスがデータフレームまたはリモートフレームの受信を完了したとき [ クリア条件 ] • 1 ライト
14	RXPR6	0	R/(W)*	
13	RXPR5	0	R/(W)*	
12	RXPR4	0	R/(W)*	
11	RXPR3	0	R/(W)*	
10	RXPR2	0	R/(W)*	
9	RXPR1	0	R/(W)*	
8	RXPR0	0	R/(W)*	
7	RXPR15	0	R/(W)*	
6	RXPR14	0	R/(W)*	
5	RXPR13	0	R/(W)*	
4	RXPR12	0	R/(W)*	
3	RXPR11	0	R/(W)*	
2	RXPR10	0	R/(W)*	
1	RXPR9	0	R/(W)*	
0	RXPR8	0	R/(W)*	

【注】 \* フラグをクリアするための 1 ライトのみ可能です。

### 11.3.10 リモートリクエストレジスタ (RFPR)

RFPR は、メールボックスがリモートフレームを受信したことを示すステータスレジスタです。なお、本ビットがセットされると、対応する受信完了ビットが同時にセットされます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	RFPR7	0	R/(W)*	メールボックス番号 $n$ ( $n=0\sim 15$ ) がリモートフレームを正常に受信したとき、RFPR $n$ ( $n=0\sim 15$ ) が 1 にセットされます。 [ セット条件 ] • 対応するメールボックスがリモートフレームの受信を完了したとき [ クリア条件 ] • 1 ライト
14	RFPR6	0	R/(W)*	
13	RFPR5	0	R/(W)*	
12	RFPR4	0	R/(W)*	
11	RFPR3	0	R/(W)*	
10	RFPR2	0	R/(W)*	
9	RFPR1	0	R/(W)*	
8	RFPR0	0	R/(W)*	
7	RFPR15	0	R/(W)*	
6	RFPR14	0	R/(W)*	
5	RFPR13	0	R/(W)*	
4	RFPR12	0	R/(W)*	
3	RFPR11	0	R/(W)*	
2	RFPR10	0	R/(W)*	
1	RFPR9	0	R/(W)*	
0	RFPR8	0	R/(W)*	

【注】 \* フラグをクリアするための 1 ライトのみ可能です。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.11 インタラプトレジスタ (IRR)

IRR は、16 ビットの割り込みフラグレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	IRR7	0	R/(W)*	<p>オーバーロードフレーム</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>エラーアクティブ/エラーパッシブ状態でオーバーロードフレームを送信したとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
14	IRR6	0	R/(W)*	<p>バスオフ割り込みフラグ</p> <p>送信エラーカウンタによるバスオフ状態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"> <li>TEC 256 になったとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
13	IRR5	0	R/(W)*	<p>エラーパッシブ割り込みフラグ</p> <p>送信/受信エラーカウンタによるエラーパッシブ状態を示すステータスフラグです。</p> <p>[セット条件]</p> <p>TEC 128 または REC 128 になったとき</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
12	IRR4	0	R/(W)*	<p>受信オーバーロードワーニング割り込みフラグ</p> <p>受信エラーカウンタによるエラーワーニング状態を示すステータスフラグです。</p> <p>[セット条件]</p> <p>REC 96 になったとき</p> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
11	IRR3	0	R/(W)*	<p>送信オーバーロードワーニング割り込みフラグ</p> <p>送信エラーカウンタによるエラーワーニング状態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"> <li>TEC 96 になったとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>



11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
10	IRR2	0	R	<p>リモートフレームリクエスト割り込みフラグ</p> <p>メールボックスにリモートフレームを受信したこと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"> <li>リモートフレームを受信完了し、対応する MBIMR のビットが0 のとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RFPR (リモートリクエストレジスタ) の全ビットクリア</li> </ul>
9	IRR1	0	R	<p>受信メッセージ割り込みフラグ</p> <p>メールボックスが受信メッセージを正常に受信したこと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"> <li>データフレームおよびリモートフレームを受信完了し、対応する MBIMR のビットが0 のとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RXP (受信完了レジスタ) の全ビットクリア</li> </ul>
8	IRRO	1	R/(W)*	<p>リセット割り込みフラグ</p> <p>HCAN モジュールがリセットされたことを示すステータスフラグです。本ビットはインタラプトマスクレジスタ (IMR) ではマスク不可となっています。パワーオンリセット投入後およびソフトウェアスタンバイ復帰後、本ビットをクリアしない場合は、割り込みコントローラにて割り込みを許可すると、直ちに割り込み処理を行います。</p> <p>[セット条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>パワーオンリセットおよびソフトウェアスタンバイ投入後にリセット処理完了したとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
7~5		すべて0		<p>リザーブビット</p> <p>リードすると常に0 がリードされます。ライトする値も常に0 としてください。</p>
4	IRR12	0	R/(W)*	<p>バス動作割り込みフラグ</p> <p>HCAN モジュールが HCAN スリープモード中にバス動作のドミナントビットの検出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"> <li>HCAN スリープモード中のバス動作 (ドミナントビット) を検出したとき</li> </ul> <p>[クリア条件]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 ライト</li> </ul>
3		0		<p>リザーブビット</p>
2		0		<p>リザーブビット</p> <p>リードすると常に0 がリードされます。ライトする値も常に0 としてください。</p>

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
1	IRR9	0	R	未読割り込みフラグ 未読メッセージが新しい受信メッセージによってオーバーライトされたことを示すステータスフラグです。 [セット条件] • UMSR (未読メッセージステータスレジスタ) がセットされたとき [クリア条件] • UMSR (未読メッセージステータスレジスタ) の全ビットクリア
0	IRR8	0	R/(W)*	メールボックス空き割り込みフラグ メールボックスに次の送信メッセージが格納可能であることを示すステータスフラグです。 [セット条件] • TXPR (送信待ちレジスタ) が送信完了および送信取り消し完了によりクリアされたとき [クリア条件] • 1 ライト

【注】 \* フラグをクリアするための1ライトのみ可能です。

### 11.3.12 メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR)

MBIMR は、各メールボックスの割り込み要求をイネーブルにします。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
15	MBIMR7	1	R/W	メールボックスインタラプトマスク MBIMR n ( n = 1 ~ 15 ) をクリアするとメールボックス番号 n のメールボックスの割り込み要求がイネーブルになり、1 にセットすると割り込み要求がマスクされます。 割り込み要因は送信用メールボックスでは送信完了または送信取り消しによる TXPR のクリア、受信用メールボックスでは受信完了による RXPR のセットです。
14	MBIMR6	1	R/W	
13	MBIMR5	1	R/W	
12	MBIMR4	1	R/W	
11	MBIMR3	1	R/W	
10	MBIMR2	1	R/W	
9	MBIMR1	1	R/W	
8	MBIMR0	1	R/W	
7	MBIMR15	1	R/W	
6	MBIMR14	1	R/W	
5	MBIMR13	1	R/W	
4	MBIMR12	1	R/W	
3	MBIMR11	1	R/W	
2	MBIMR10	1	R/W	
1	MBIMR9	1	R/W	
0	MBIMR8	1	R/W	

## 11.3.13 インタラプトマスクレジスタ (IMR)

IMR は、IRR の割り込みフラグによる割り込み要求をイネーブルにします。リセット割り込みフラグはマスクできません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	IMR7	1	R/W	オーバーロードフレーム / バスオフ復帰割り込みマスク このビットをクリアすると IRR7 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
14	IMR6	1	R/W	バスオフ割り込みマスク このビットをクリアすると IRR6 による割り込み要求 (ERS0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
13	IMR5	1	R/W	エラーパッシブ割り込みマスク このビットをクリアすると IRR5 による割り込み要求 (ERS0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
12	IMR4	1	R/W	受信オーバーロードワーニング割り込みマスク このビットをクリアすると IRR4 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
11	IMR3	1	R/W	送信オーバーロードワーニングマスク このビットをクリアすると IRR3 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
10	IMR2	1	R/W	リモートフレームリクエスト割り込みマスク このビットをクリアすると IRR2 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
9	IMR1	1	R/W	受信メッセージ割り込みマスク このビットをクリアすると IRR1 による割り込み要求 (RM1) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
8		0	R	リザーブビット リードすると常に0がリードされます。ライトする値も常に0としてください。
7~5		すべて1	R	リザーブビット リードすると常に1がリードされます。ライトする値も常に1としてください。
4	IMR12	1	R/W	バス動作割り込みマスク このビットをクリアすると IRR12 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
3		1	R	リザーブビット
2		1	R	リードすると常に1がリードされます。ライトする値も常に1としてください。
1	IMR9	1	R/W	未読割り込みマスク このビットをクリアすると IRR9 による割り込み要求 (OVR0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。
0	IMR8	1	R/W	このビットをクリアすると IRR8 による割り込み要求 (SLE0) がイネーブルになり、セットするとマスクされます。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.14 受信エラーカウンタ (REC)

REC は、CAN バス上の受信メッセージエラーをカウントします。カウント数は CAN プロトコルで規定されています。

### 11.3.15 送信エラーカウンタ (TEC)

TEC は、CAN バス上の送信メッセージエラーをカウントします。カウント数は CAN プロトコルで規定されています。

### 11.3.16 未読メッセージステータスレジスタ (UMSR)

UMSR は、メールボックスの未読メッセージが新たな受信メッセージによって上書きされたことを示すステータスレジスタです。なお、新規受信メッセージにより上書きされた場合は古いデータは失われます。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	UMSR 7	0	R/(W)*	[ セット条件 ]
14	UMSR 6	0	R/(W)*	• RXPR をクリアする前に新規メッセージを受信したとき
13	UMSR 5	0	R/(W)*	[ クリア条件 ]
12	UMSR 4	0	R/(W)*	• 1 ライト
11	UMSR 3	0	R/(W)*	メッセージを受信後未読のまま新規メッセージをオーバーライト
10	UMSR 2	0	R/(W)*	
9	UMSR 1	0	R/(W)*	
8	UMSR 0	0	R/(W)*	
7	UMSR15	0	R/(W)*	
6	UMSR 14	0	R/(W)*	
5	UMSR 13	0	R/(W)*	
4	UMSR 12	0	R/(W)*	
3	UMSR 11	0	R/(W)*	
2	UMSR 10	0	R/(W)*	
1	UMSR 9	0	R/(W)*	
0	UMSR 8	0	R/(W)*	

【注】 \* フラグをクリアするための 1 ライトのみ可能です。

## 11.3.17 ローカルアクセプタンスフィルタマスク L、M (LAFML、LAFMH)

LAFML、LAFMH は、メールボックス 0 に格納するメッセージの Identifier をビットごとに Don't care にします。詳細は「11.4.4 メッセージ受信」を参照してください。Identifier とマスクビットの関係は以下のとおりです。

## • LAFML

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	LAFML7	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-7 の比較を行いません。
14	LAFML6	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-6 の比較を行いません。
13	LAFML5	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-5 の比較を行いません。
12	LAFML4	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-4 の比較を行いません。
11	LAFML3	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-3 の比較を行いません。
10	LAFML2	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-2 の比較を行いません。
9	LAFML1	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-1 の比較を行いません。
8	LAFML0	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-0 の比較を行いません。
7	LAFML15	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-15 の比較を行いません。
6	LAFML14	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-14 の比較を行いません。
5	LAFML13	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-13 の比較を行いません。
4	LAFML12	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-12 の比較を行いません。
3	LAFML11	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-11 の比較を行いません。
2	LAFML10	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-10 の比較を行いません。
1	LAFML9	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-9 の比較を行いません。
0	LAFML8	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-8 の比較を行いません。

## • LAFMH

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
15	LAFMH7	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-20 の比較を行いません。
14	LAFMH6	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-19 の比較を行いません。
13	LAFMH5	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-18 の比較を行いません。
12~10		すべて 0	R	リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。ライトする値も常に 0 としてください。
9	LAFMH1	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-17 の比較を行いません。
8	LAFMH0	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-16 の比較を行いません。
7	LAFMH15	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-28 の比較を行いません。
6	LAFMH14	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-27 の比較を行いません。
5	LAFMH13	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-26 の比較を行いません。
4	LAFMH12	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-25 の比較を行いません。
3	LAFMH11	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-24 の比較を行いません。
2	LAFMH10	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-23 の比較を行いません。
1	LAFMH9	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-22 の比較を行いません。
0	LAFMH8	0	R/W	1 のとき受信 Identifier の ID-21 の比較を行いません。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.18 メッセージコントロール (MC0 ~ MC15)

メッセージコントロールは1メールボックス当たり8ビット×8本のレジスタで構成されています。HCANにはメッセージコントロールが16セットあります。メッセージコントロールはRAMで構成されているため、電源投入後の初期値は不定です。必ず0または1をライトして初期化してください。レジスタの名称とメールボックスの関係は以下のとおりです。

メールボックス0	MC0[1]	MC0[2]	MC0[3]	MC0[4]	MC0[5]	MC0[6]	MC0[7]	MC0[8]
メールボックス1	MC1[1]	MC1[2]	MC1[3]	MC1[4]	MC1[5]	MC1[6]	MC1[7]	MC1[8]
メールボックス2	MC2[1]	MC2[2]	MC2[3]	MC2[4]	MC2[5]	MC2[6]	MC2[7]	MC2[8]
メールボックス3	MC3[1]	MC3[2]	MC3[3]	MC3[4]	MC3[5]	MC3[6]	MC3[7]	MC3[8]
メールボックス15	MC15[1]	MC15[2]	MC15[3]	MC15[4]	MC15[5]	MC15[6]	MC15[7]	MC15[8]

図 11.2 メッセージコントロール構成

メッセージコントロールの設定方法を次ページに示します。Identifier とレジスタのビット名の対応は以下のとおりです。

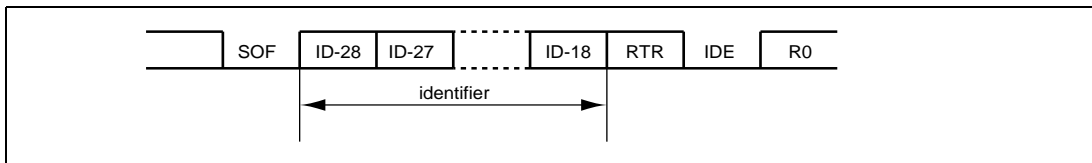


図 11.3 スタンダードフォーマット

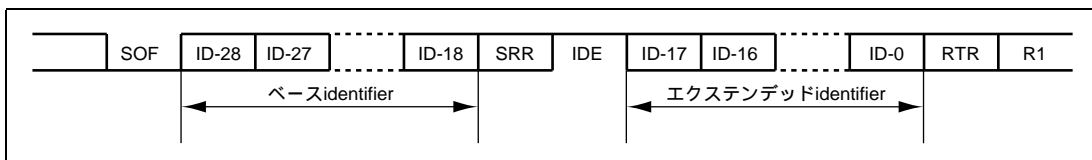


図 11.4 エクステンデッドフォーマット

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

レジスタ名	ビット	ビット名	R/W	説 明
MCx[1]	7~4		R/W	初期値は不定です。必ず 0 または 1 の値をライトして初期化してください。
	3~0	DLC3~DLC0	R/W	データ長コード データフレームのデータ長またはリモートフレームで要求するデータ長を 0~8 バイトの範囲で設定します。  0000 : 0 バイト 0001 : 1 バイト 0010 : 2 バイト 0011 : 3 バイト 0100 : 4 バイト 0101 : 5 バイト 0110 : 6 バイト 0111 : 7 バイト 1000 : 8 バイト : 1111 : 8 バイト
MCx[2]	7~0		R/W	初期値は不定です。必ず 0 または 1 の値をライトして初期化してください。
MCx[3]	7~0		R/W	
MCx[4]	7~0		R/W	
MCx[5]	7~5	ID-20~ID-18	R/W	Identifier の ID-20~ID-18 を設定します。
	4	RTR	R/W	リモートトランсмисシヨンリクエスト (RTR) データフレームとリモートフレームを識別するためのビットです。 0 : データフレーム 1 : リモートフレーム
	3	IDE	R/W	Identifier エクステンション (IDE) スタンダードフォーマットとエクステンデッドフォーマットを識別するビットです。 0 : スタンダードフォーマット 1 : エクステンデッドフォーマット
	2		R/W	初期値は不定です。必ず 0 または 1 の値をライトして初期化してください。
	1~0	ID-17~ID-16	R/W	Identifier の ID-17~ID-16 を設定します。
MCx[6]	7~0	ID-28~ID-21	R/W	Identifier の ID-28~ID-21 を設定します。
MCx[7]	7~0	ID-7~ID-0	R/W	Identifier の ID-7~ID-0 を設定します。
MCx[8]	7~0	ID-15~ID-8	R/W	Identifier の ID-15~ID-8 を設定します。

【注】 x : メールボックス番号を表します。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.3.19 メッセージデータ (MD0 ~ MD15)

メッセージデータは1メールボックス当たり8ビット×8本のレジスタで構成されています。HCANにはメッセージデータが16セットあります。メッセージデータはRAMで構成されているため、電源投入後の初期値は不定です。必ず0または1の値をライトして初期化してください。レジスタの名称とメールボックスの関係は以下のとおりです。

メールボックス0	MD0[1]	MD0[2]	MD0[3]	MD0[4]	MD0[5]	MD0[6]	MD0[7]	MD0[8]
メールボックス1	MD1[1]	MD1[2]	MD1[3]	MD1[4]	MD1[5]	MD1[6]	MD1[7]	MD1[8]
メールボックス2	MD2[1]	MD2[2]	MD2[3]	MD2[4]	MD2[5]	MD2[6]	MD2[7]	MD2[8]
メールボックス3	MD3[1]	MD3[2]	MD3[3]	MD3[4]	MD3[5]	MD3[6]	MD3[7]	MD3[8]
メールボックス15	MD15[1]	MD15[2]	MD15[3]	MD15[4]	MD15[5]	MD15[6]	MD15[7]	MD15[8]

図 11.5 メッセージデータ構成

### 11.3.20 HCAN モニタレジスタ (HCANMON)

HCANMON は、HCAN 受信による割り込み許可 / 禁止、HTxD 端子の送信停止制御、HCAN 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	RxDIE	0	R/W	HRxD インタラプトイネーブル IRQ2 割り込みを PF0 端子からの入力とするか、HRxD 端子からの入力とするかを選択するビットです。 0 : PF0 端子からの入力で IRQ2 割り込みを発生 1 : HRxD 端子からの入力で IRQ2 割り込みを発生
6	TxSTP	0	R/W	HTxD 送信停止ビット HTxD 端子の送信停止を制御するビットです。 0 : HTxD 端子は送信可能状態となります。 1 : HTxD 端子は 1 出力固定となり、送信を停止します。
5~2		すべて 0	R	リザーブビット リードすると不定値が読み出されます。ライトは無効です。
1	TxD	不定	R	送信端子 リードすると HTxD 端子の状態が読み出されます。ライトは無効です。
0	RxD	不定	R	受信端子 リードすると HRxD 端子の状態が読み出されます。ライトは無効です。



## 11.4 動作説明

### 11.4.1 ハードウェアリセットとソフトウェアリセット

HCANのリセットにはハードウェアリセットとソフトウェアリセットがあります。

- ハードウェアリセット

パワーオンリセット、ハードウェアスタンバイ、ソフトウェアスタンバイではMCRのリセットリクエストビット (MCR0) とGSRのリセットステートビット (GSR3) が自動的にセットされHCANが初期化されます。ハードウェアリセットによってメッセージコントロールとメッセージデータを除く内部レジスタがすべて初期化されます。

- ソフトウェアリセット

ソフトウェアでMCRのMCR0をセットすることでHCANをリセットすることができます。ソフトウェアリセットではエラーカウンタ (TEC、REC) は初期化されますが、他のレジスタは初期化されません。CANコントローラが送信中または受信中にリセットリクエストビットがセットされた場合は、そのメッセージの送受信が完了するまで待って初期化状態に遷移します。初期化が完了するとGSRのGSR3がセットされます。

### 11.4.2 ハードウェアリセット後の初期設定

ハードウェアリセット後は以下の初期設定を行ってください。

1. インタラプトレジスタ (IRR) のIRR0ビットのクリア
2. ビットレートの設定
3. 各メールボックスの送受信方向の設定
4. メールボックス (RAM) の初期化
5. メッセージ送信方式の選択

初期設定は必ずHCANがコンフィギュレーションモードの状態で行ってください。コンフィギュレーションモードはリセットによりGSRのGSR3がセットされた状態です。初期設定後MCRのMCR0をクリアすることによりGSRのGSR3が自動的にクリアされてコンフィギュレーションモードが解除されます (HCAN内部がリセットされる時間を必要とするため、MCR0をクリアしてからGSR3がクリアされるまで遅延を生じます)。コンフィギュレーションモードが解除されるとHCANはパワーアップシーケンスに入り、11ビット連続レセツシブビットを検出した時点でCANバスと通信可能になります。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### (1) IRR0 のクリア

パワーオンリセット後およびソフトウェアモードからの復帰後、必ずリセット割り込みフラグ (IRR0) がセットされます。割り込みをイネーブルにすることで直ちに HCAN 割り込み要求が発生しますので IRR0 をクリアしてください。

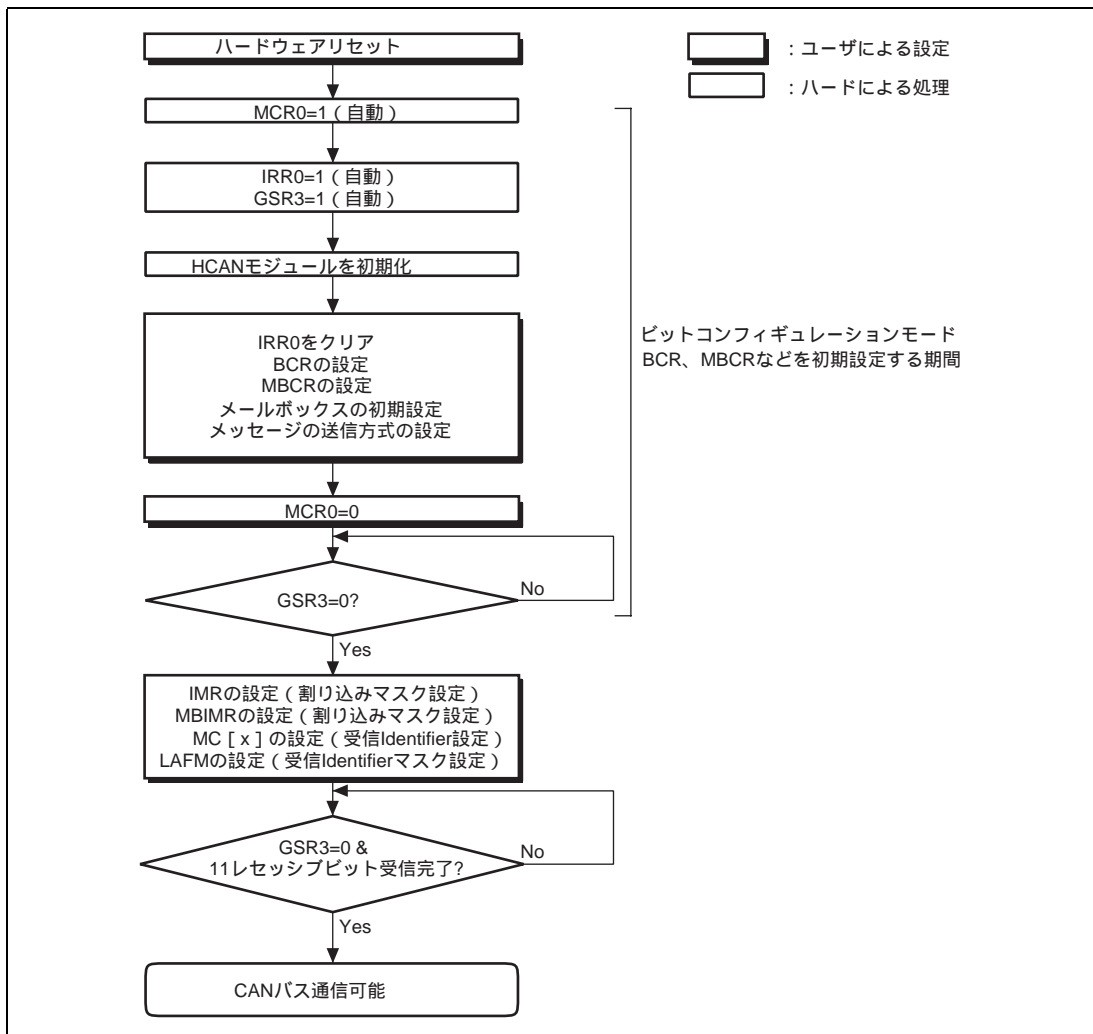


図 11.6 ハードウェアリセット時のフローチャート

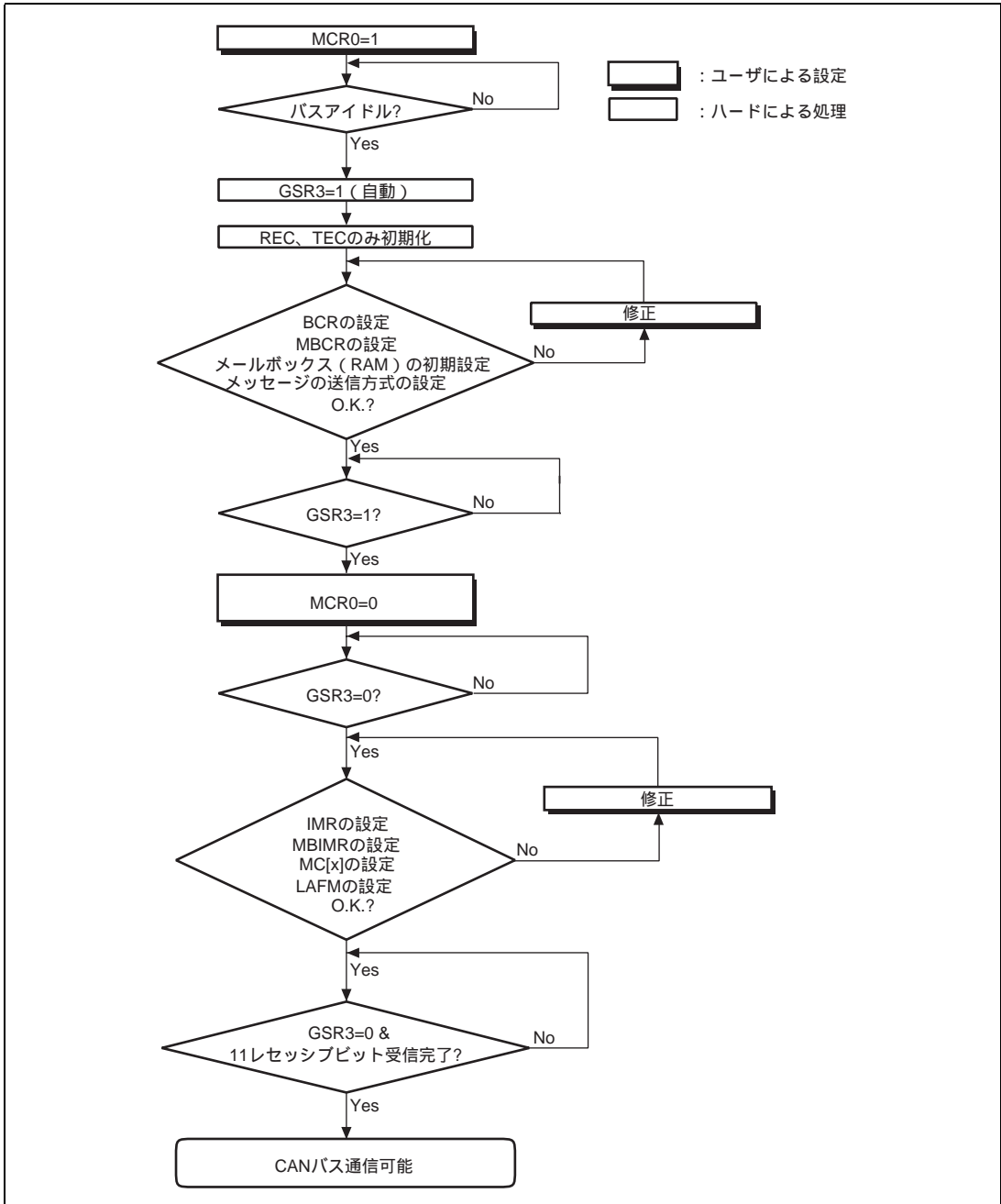


図 11.7 ソフトウェアリセット時のフローチャート

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### (2) ビットレートおよびビットタイミングの設定

ビットレートおよびビットタイミングの設定はビットコンフィギュレーションレジスタ (BCR) により行います。CAN バスに接続している CAN コントローラはすべて同一ボーレート、同一ビット幅になるよう設定してください。1 ビットタイムは設定可能な Time Quantum (TQ) の合計で構成されます。

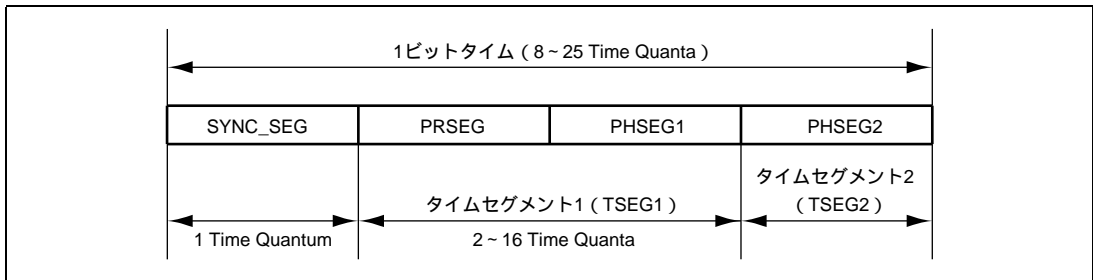


図 11.8 1 ビットタイムの詳細

SYNC\_SEG は CAN バス上のノードの同期化をとるためのセグメントです。通常のビットエッジ変化はこの部分で発生します。PRSEG はネットワーク間の物理的な遅延を補正するためのセグメントです。PHSEG1 は位相ずれ (プラス) を補正するためのパツファセグメントです。再同期化 (Re-Synchronization) をとる場合は PHSEG1 を延長します。PHSEG2 は位相ずれ (マイナス) を補正するためのパツファセグメントです。再同期化 (Re-Synchronization) をとる場合は PHSEG2 を短縮します。BCR に設定可能な値 (TSEG1、TSEG2、BRP、サンプルポイント、SJW) の範囲を表 11.2 に示します。

表 11.2 BCR に設定可能なレジスタ値の範囲

名 称	略称	最小値	最大値
タイムセグメント 1	TSEG1	B'0011* <sup>2</sup>	B'1111
タイムセグメント 2	TSEG2	B'001* <sup>3</sup>	B'111
ボーレートプリスケアラ	BRP	B'000000	B'111111
ビットサンプルポイント	BSP	B'0	B'1
Re-Synchronization Jump Width	SJW* <sup>1</sup>	B'00	B'11

【注】 \*1 SJW は CAN 仕様で 3 SJW 0 と規定されています。

\*2 TSEG2 の最小値は CAN 仕様で TSEG2 SJW と規定されています。

\*3 TSEG1 の最小値は CAN 仕様で TSEG1 > TSEG2 と規定されています。

Time Quantum (TQ) はシステムクロック数の整数倍でポーレートプリスケアラ (BRP) によって以下のように決まります。f<sub>CLK</sub> はシステムクロック周波数を表します。

$$TQ = 2 \times (\text{BRP の設定値} + 1) / f_{\text{CLK}}$$

1 ビットタイムおよびビットレートは下記の式により算出されます。

$$1 \text{ ビットタイム} = TQ \times (3 + \text{TSEG1} + \text{TSEG2})$$

$$\text{ビットレート} = 1 / \text{ビットタイム}$$

$$= f_{\text{CLK}} / \{2 \times (\text{BRP の設定値} + 1) \times (3 + \text{TSEG1} + \text{TSEG2})\}$$

【注】f<sub>CLK</sub>= (システムクロック)

BRP、TSEG1、TSEG2 は BCR 値を使用

[例] システムクロックが 24MHz、BRP の設定値 = B'000000、TSEG1 = B'0101、TSEG2 = B'100 の場合

$$\text{ビットレート} = 24 / \{2 \times (0 + 1) \times (3 + 5 + 4)\} = 1 \text{ Mbps}$$

表 11.3 BCR の TSEG1、TSEG2 の設定可能な範囲

		TSEG2 (BCR[14 ~ 12])						
		001	010	011	100	101	110	111
TSEG1 (BCR[11 ~ 8])	0011	x		x	x	x	x	x
	0100	*			x	x	x	x
	0101	*				x	x	x
	0110	*					x	x
	0111	*						x
	1000	*						
	1001	*						
	1010	*						
	1011	*						
	1100	*						
	1101	*						
	1110	*						
	1111	*						

【注】TSEG1、TSEG2 の Time Quantum 値は TSEG 値 + 1 となります。

\* BRP [13 : 8] = B'000000 以外のみ設定可能です。

### (3) メールボックス送受信方向の設定

HCAN には 16 本のメールボックスがあります。メールボックス 0 は受信専用です。メールボックス 1 ~ 15 は送信用または受信用に設定可能で、初期状態では送信用になっています。ソフトウェアリセットではメールボックスの送受信方向の設定は初期化されません。

メールボックスを送信用に設定するにはメールボックスコンフィギュレーションレジスタ (MBCR) のメールボックスに対応するビットを 0 にクリアします。メールボックスを受信用に設定するには MBCR のメールボックスに対応するビットに 1 をセットします。なお、受信用メールボックスは、メッセージの受信効率を向上させるため優先順位の高いメッセージをメールボックス番号の若いメールボックスに割り当ててください。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

### (4) メールボックス (メッセージコントロール、メッセージデータ) の初期化

メッセージコントロール、メッセージデータは RAM であるため電源供給後の初期値は不定です。したがってメールボックス内の値をすべて初期化 (0 または 1 をライト) してください。

### (5) メッセージ送信方式の選択

メッセージの送信には次の 2 通りの方式があります。

- メッセージ Identifier の優先順位に従って送信の順番を決定
- メールボックス番号の優先順位に従って送信の順番を決定

送信方式はマスタコントロールレジスタ (MCR) のメッセージ送信方式ビット (MCR2) で選択します。メッセージ Identifier の優先順位に従って送信する場合、複数メッセージが同時に送信待ち状態 (TXPR=1) になるとメッセージ Identifier の設定に従って最も優先度の高いメッセージが送信バッファに格納されます。バッファに格納されたメッセージは CAN バスとのアービトレーションによって送信権を獲得すると送信されます。HCAN は TXPR がセットされるたびに優先順位の最も高いメッセージを探して送信バッファに格納します。

メールボックス番号の優先順位に従って送信する場合、複数メッセージが同時に送信待ち (TXPR=1) 状態になるとメールボックス番号の最も若いメッセージが送信バッファに格納されます。バッファに格納されたメッセージは CAN バスとのアービトレーションによって送信権を獲得すると送信されます。

### 11.4.3 メッセージ送信

メッセージの送信はメールボックス 1 ~ 15 を用いて行います。初期設定後の送信は下記の手順で行います。図 11.9 に送信時のフローチャートを示します。

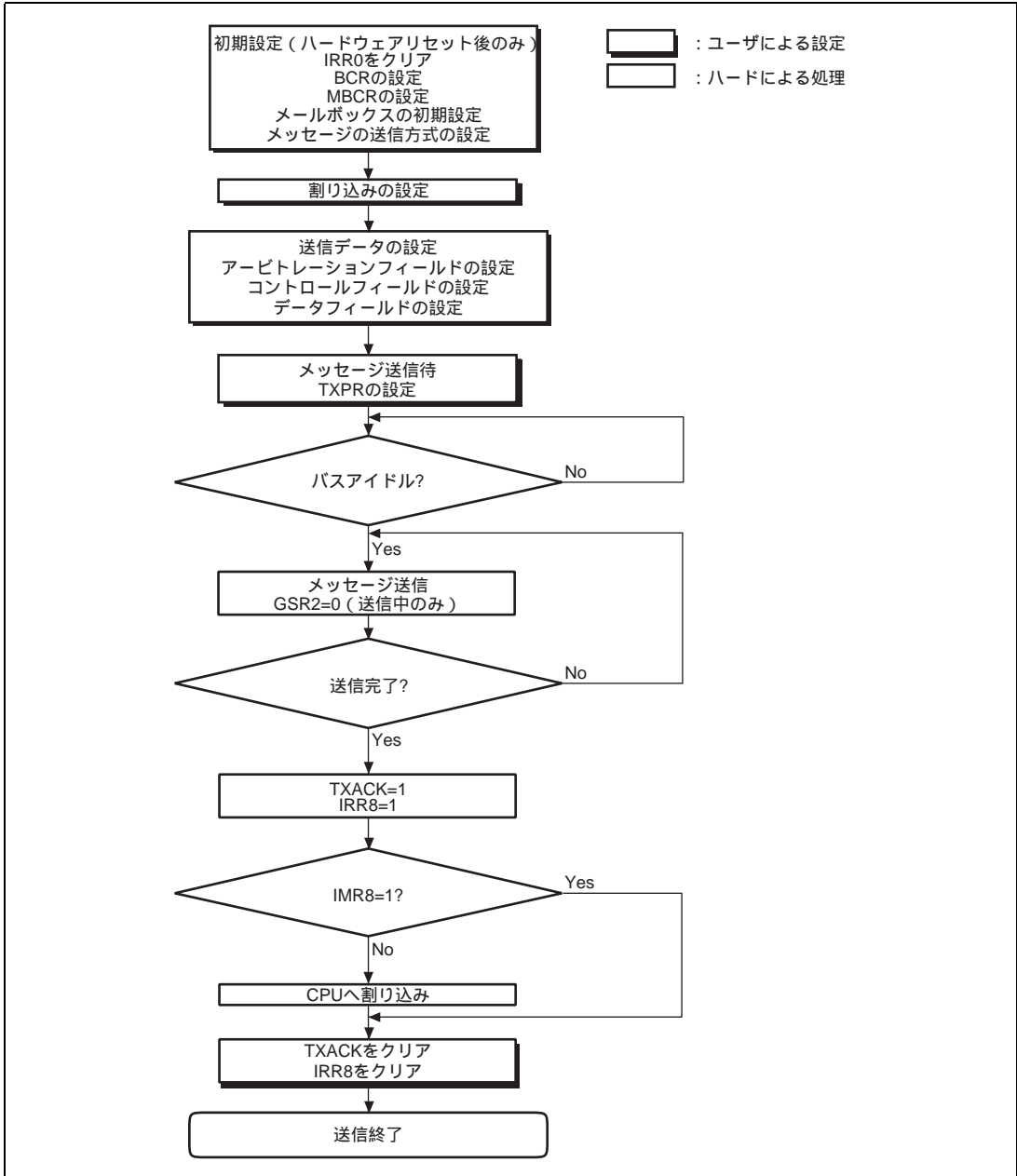


図 11.9 送信時のフローチャート

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

### (1) CPU に対する割り込み要因の設定

CPU に対する割り込み要因の設定はインタラプトマスクレジスタ (IMR) とメールボックスインタラプトレジスタ (MBIMR) により行います。MBIMR により、送信アクノレッジおよび送信取り消しアクノレッジの割り込み要求をメールボックスごとに発生させることができます。

### (2) アービトレーションフィールドの設定

アービトレーションフィールドの設定は送信用メールボックスのメッセージコントロール MCx[5] ~ MC [8]により行います。スタンダードフォーマットの場合は 11 ビットの Identifier (ID 28 ~ ID-18) と RTR ビットを設定し、IDE ビットをクリアします。エクステンデッドフォーマットでは 29 ビットの Identifier (ID-28 ~ ID-0) と RTR を設定し、IDE ビットを 1 にセットします。

### (3) コントロールフィールドの設定

送信用メールボックスのメッセージコントロール MCx[1]に、送信するデータのバイト数を 0 ~ 8 バイトの範囲で設定します。

### (4) データフィールドの設定

メッセージデータ MDx[1] ~ [8]に送信するデータを 0 ~ 8 バイトの範囲で設定します。送信されるデータのバイト数はコントロールフィールド内のデータ長コードで決まります。コントロールフィールドに設定している値より多くのデータが設定されても、コントロールフィールドに設定されたバイト数だけ送信されます。

### (5) メッセージの送信

メッセージコントロール、メッセージデータ設定後、送信待ちレジスタ (TXPR) の対応するメールボックスの送信待ちビット (TXPR1 ~ 15) を 1 にセットすると送信待ち状態になります。メッセージが正常に送信されると送信アクノレッジレジスタ (TXACK) の対応するアクノレッジビット (TXACK1 ~ 15) がセットされ、送信待ちレジスタ (TXPR) の送信待ちビット (TXPR1 ~ 15) が自動的にクリアされます。また同時にメールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR) の対応するビット (MBIMR1 ~ 15) とインタラプトマスクレジスタ (IMR) のメールボックス空き割り込み (IRR8) が割り込み許可に設定されていると CPU への割り込みを発生することができます。

また、下記条件でメッセージの送信を中断した場合は自動的にメッセージを再送信します。

- CANバスアービトレーション負け (バス権獲得に失敗)
- 送信中のエラー (ビットエラー、スタッフエラー、CRCエラー、フレームエラー、ACKエラー)

### (6) メッセージの送信取り消し

送信待ち状態のメッセージの送信を取り消すことが可能です。送信待ちメッセージを取り消すには、送信待ち取り消しレジスタ (TXCR) の対応するメールボックスのビット (TXCR1 ~ 15) を 1 にセットします (送信待ちレジスタ (TXPR) をクリアしても送信取り消しはできません)。取り消しが実行されると自動的に送信待ちレジスタ (TXPR) がクリアされ、取り消しアクノレッジレジスタ (ABACK) の対応するビットが 1 にセットされます。CPU への割り込みを発生することができます。また同時に、メールボックスインタラプトマスクレジスタ



(MBIMR) の対応するビット (MBIMR1 ~ 15) とインタラプトマスクレジスタ (IMR) のメールボックス空き割り込み (IRR8) が割り込み許可に設定されていると、CPU への割り込みを発生することができます。

ただし、下記条件では送信待ちメッセージを取り消すことはできません。

- 内部アービトレーションおよびCANバスアービトレーション期間中
- データフレーム、リモートフレーム送信中

図 11.10 に送信メッセージの取り消しのフローチャートを示します。

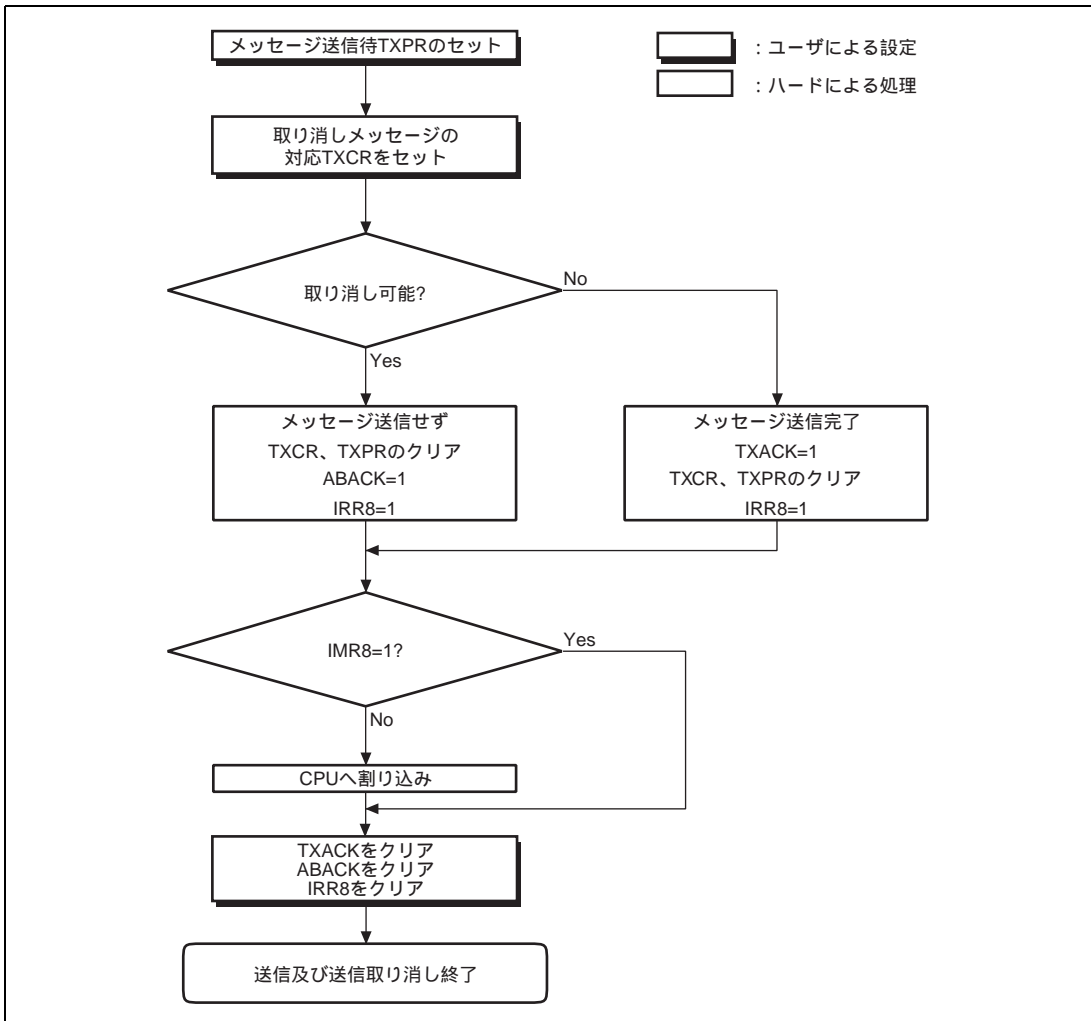


図 11.10 送信メッセージの取り消しのフローチャート

11.4.4 メッセージ受信

初期設定後の受信は下記の手順で行います。図 11.11 に受信時のフローチャートを示します。

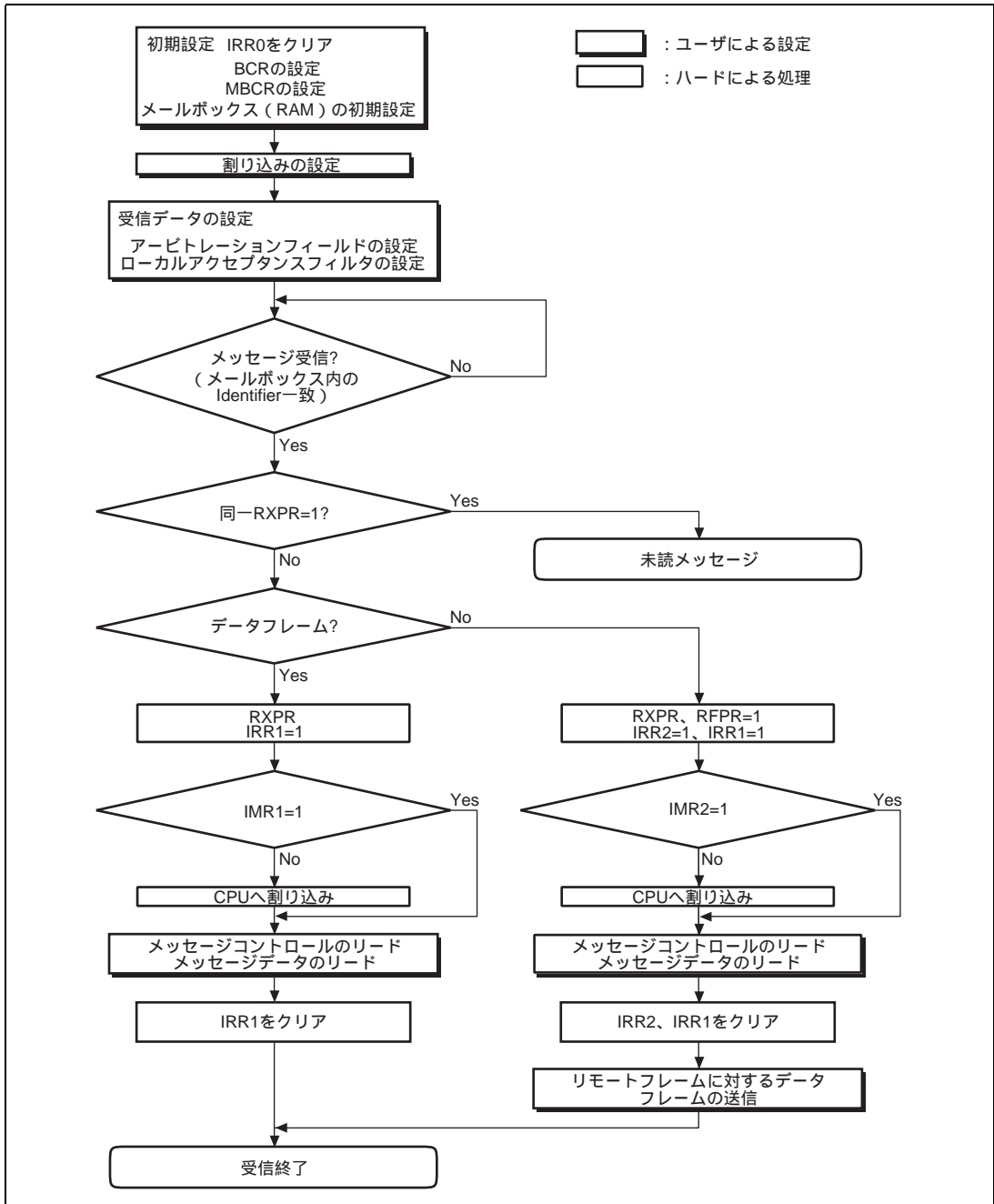


図 11.11 受信時のフローチャート

## (1) CPU に対する割り込み要因の設定

CPU に対する割り込み要因の設定はインタラプトマスクレジスタ (IMR) とメールボックスインタラプトレジスタ (MBIMR) により行います。および受信するメッセージの指定を設定します。MBIMR により、データフレーム、リモートフレーム受信待ちの割り込み要求をメールボックスごとに発生させることができます。

## (2) アービトレーションフィールドの設定

メッセージを受信するためには、あらかじめ受信メールボックスのメッセージコントロール (MCx[1] ~ [8]) 内に Identifier を設定する必要があります。メッセージを受信すると受信メッセージの Identifier とメッセージコントロール内の Identifier の全ビットを比較し、完全に一致したメールボックスにメッセージを格納します。ただし、メールボックス 0 は Don't Care を設定できるローカルアクセプタンスマスクフィルタ (LAFM) が設けてあります。LAFM の設定はメールボックス 0 にのみ有効で、受信する Identifier の全ビットに対して Don't care の指定をすることにより、複数の Identifier のメッセージを受信することが可能です。

[例] :

- メールボックス1のIdentifier が010\_1010\_1010 (スタンダードフォーマット) のとき、メールボックス1が受信可能なメッセージIdentifierは次の1種類のみとなります。

Identifier 1 :        010\_1010\_1010

- メールボックス0のIdentifier が010\_1010\_1010 (スタンダードフォーマット)、LAFM の設定値が000\_0000\_0011 (0 : Care、1 : Don't care) のとき、メールボックス0が受信可能なメッセージIdentifierは次の4種類となります。

Identifier 1 :        010\_1010\_1000

Identifier 2 :        010\_1010\_1001

Identifier 3 :        010\_1010\_1010

Identifier 4 :        010\_1010\_1011

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

### (3) メッセージの受信

メッセージを受信すると自動的に CRC チェックを行います。CRC の結果エラーがなければメッセージの受信可否にかかわらず ACK を ACK フィールドで送信します。

- データフレーム受信

受信したメッセージにCRCなどのエラーが検出されなかった場合、受信メッセージのIdentifierと受信メールボックス内のIdentifier (メールボックス0はLAFMを含む) を比較し、完全に一致すると一致したメールボックスにメッセージを格納します。Identifierの比較はメールボックス0から開始し、メールボックス15まで順次行います。完全に一致したメールボックスがあると、その時点で比較を終了してメールボックス内にメッセージを格納し、受信完了レジスタ (RXPR) の対応する受信完了ビット (RXPR0 ~ 15) をセットします。ただし、メールボックス0のLAFMと比較をしてIdentifierが一致した場合はIdentifierの比較を終了せず、引き続きメールボックス1から順次比較を行います。したがって、メールボックス0と同一メッセージを他のメールボックスで受信することができます。メールボックス1 ~ 15では2つ以上のメールボックスで同一メッセージを受信することはできません。メッセージを受信するとメールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR) とインタラプトマスクレジスタ (IMR) の設定に従ってCPUに対して割り込み要求を発生します。

- リモートフレーム受信

メールボックスにはデータフレームとリモートフレームの2種類のメッセージを格納することができます。リモートフレームがデータフレームと異なる点は、メッセージコントロールに格納されるリモートトランSMissionリクエストビット (RTR) の値と、データフィールドが0バイトであることの2点です。メッセージコントロールのデータ長コード (DLC) には、データフレームで返信されるべきデータ長が格納されていなければなりません。

リモートフレーム (RTR = recessive) を受信すると、リモートリクエスト待ちレジスタ (RFPR) の対応するビットがセットされます。このとき、メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR) の対応するビット (MBIMR0 ~ 15) と、インタラプトマスクレジスタ (IMR) のリモートフレームリクエスト割り込みマスク (IRR2) の設定に従ってCPUに対して割り込み要求を発生します。

## (4) 未読メッセージのオーバーライト

受信したメッセージはメールボックス内の Identifier と一致すると、未読メッセージの有無にかかわらずメールボックスに格納されます。未読メッセージのオーバーライトが発生すると、未読メッセージレジスタ (UMSR) の対応するビット (UMSR0 ~ 15) がセットされます。(UMSR) は、受信完了レジスタ (RXPR) のビットがクリアされていない状態で新規メッセージを受信したときセットされます。このとき、インタラプトマスクレジスタ (IMR) の未読割り込みフラグ (IRR9) 設定により、CPU に対して割り込み要求が発生します。図 11.12 に未読メッセージオーバーライトのフローチャートを示します。

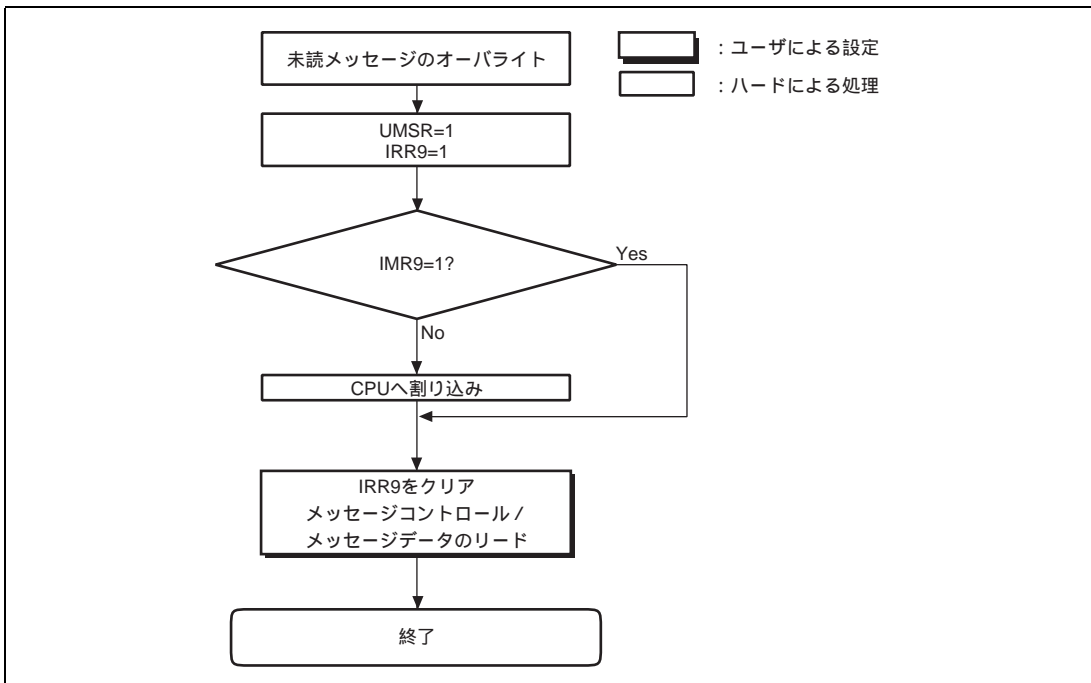


図 11.12 未読メッセージオーバーライトのフローチャート

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

### 11.4.5 HCAN スリープモード

HCAN には、スリープ状態にして消費電流を低減する HCAN スリープモードの機能があります。図 11.13 に HCAN スリープモードのフローチャートを示します。

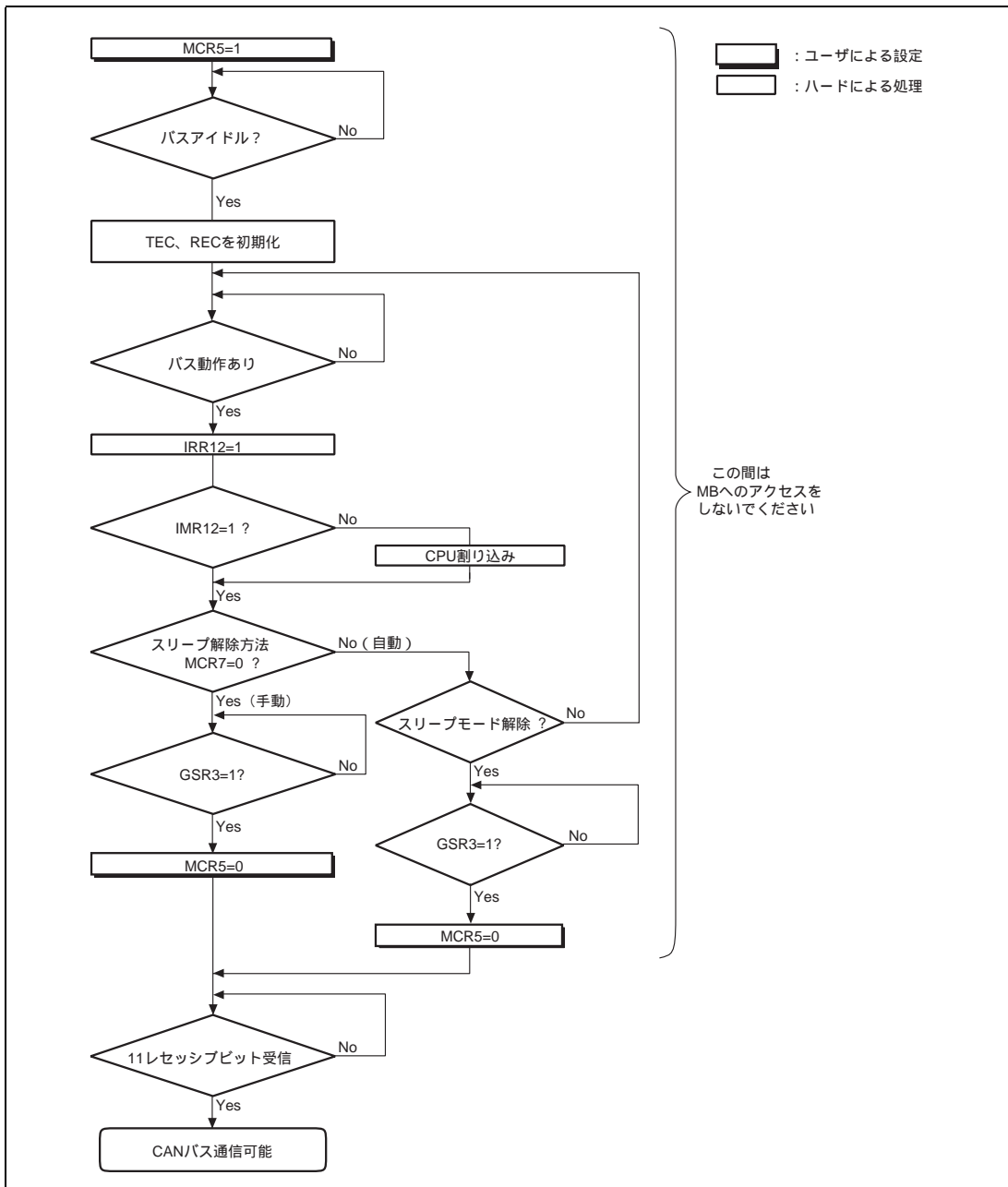


図 11.13 HCAN スリープモードのフローチャート

HCAN スリープモードへ遷移するには、マスタコントロールレジスタ (MCR) の HCAN スリープモードビット (MCR5) を 1 に設定します。HCAN は CAN バスが動作をしているときは、バスがアイドル状態になるまで待つて HCAN スリープモードに遷移します。

HCAN スリープモードは以下の 2 種類の方法で解除されます。

- ソフトウェアによる解除
- CANバス動作による解除

なお、HCAN スリープモードから再度 CAN バス通信可能になるためには、解除後 11 レセツピビットの受信が必要です。

#### (1) ソフトウェアによる解除

ソフトウェアによる解除は、CPU により MCR5 へ 0 をライトしてください。

#### (2) CAN バス動作による解除

解除方法の選択は MCR の MCR7 により設定します。CAN バス動作による解除は、CAN バスが動作をし、その変化を検出すると自動的に行います。このとき 1 つ目のメッセージは、メールボックスに受信せず、次のメッセージから正常受信を開始します。CAN バスから HCAN スリープモード中に変化を検出したときにインタラプトレジスタ (IRR) のバス動作割り込みフラグ (IRR12) がセットされます。また同時に、インタラプトマスクレジスタ (IMR) のバス動作割り込みマスク (IMR12) が割り込み許可に設定されていると、CPU へ割り込みを発生することができます。

### 11.4.6 HCAN HALT モード

HCAN HALT モードは HCAN のハードウェアリセット、ソフトウェアリセットを行わずにメールボックスの設定を変更するためのモードです。図 11.14 に HCAN HALT モードのフローチャートを示します。

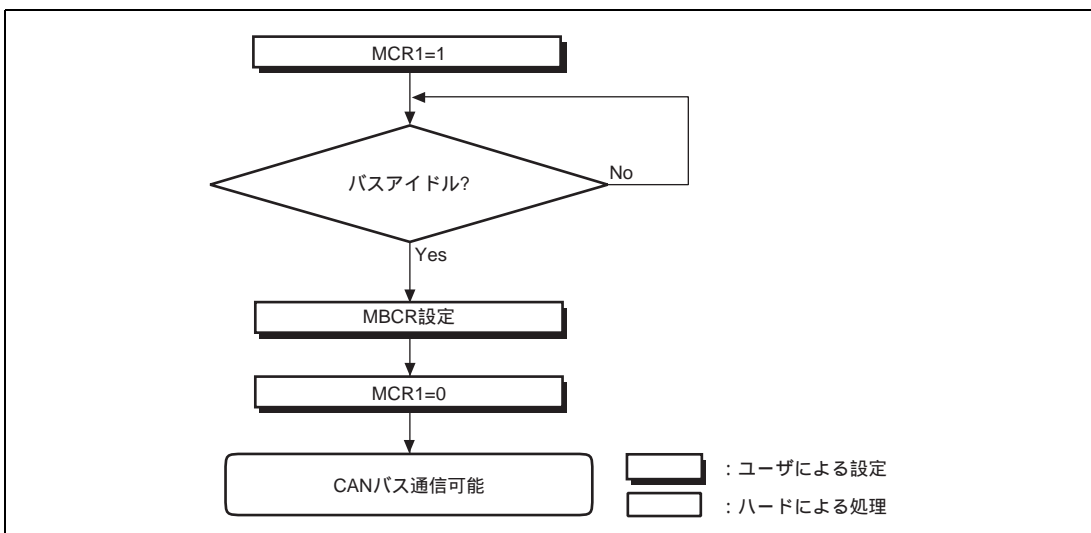


図 11.14 HCAN HALT モードのフローチャート

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

HCAN HALT モードへはマスタコントロールレジスタ (MCR) の HALT リクエストビット (MCR1) を 1 に設定することで遷移します。ただし、CAN バスが動作をしているときは、バスアイドルになるまで待ってから HCAN HALT モードに遷移します。

HCAN HALT モードは、MCR1 をクリアすることで解除されます。

### 11.5 割り込み要因

HCAN には表 11.4 に示す割り込み要因があります。これらの要因は、パワーオンリセットによるリセット処理割り込み (IRR0) を除きマスクすることができます。マスクには、メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR)、インタラプトマスクレジスタ (IMR)、IRQ イネーブルレジスタ (IER) を使用します。各割り込み要求の割り込みベクタについては「第 5 章 割り込みコントローラ」を参照してください。

表 11.4 HCAN の割り込み要因

名 称	説 明	割り込みフラグ
ERS0/OVR0	エラーバッシュ割り込み (TEC 128 または REC 128)	IRR5
	バスオフ割り込み (TEC 256)	IRR6
	パワーオンリセットによるリセット処理割り込み	IRR0
	リモートフレーム受信	IRR2
	エラーワーニング割り込み (TEC 96)	IRR3
	エラーワーニング割り込み (REC 96)	IRR4
	オーバーロードフレーム送信	IRR7
	未読メッセージのオーバーライト	IRR9
	HCAN スリープ中 CAN バス動作の検出	IRR12
RM0	メールボックス 0 のメッセージ受信	IRR1
RM1	メールボックス 1~15 のメッセージ受信	IRR1
SLE0	メッセージの送信または送信取り消し	IRR8
IRQ2	HCANMON の RxDIE ビットを 1 にセットすることにより、HRxD 入力端子から IRQ2 割り込みを発生	IRQ2F



## 11.6 CAN バスインタフェース

本 LSI と CAN バスを接続するためにはバストランシーバ IC が必要になります。トランシーバ IC は Philips 社 PCA82C250 デバイスを推奨します。PCA82C250 以外の製品を使用する場合は、PCA82C250 とコンパチブルな製品を使用してください。図 11.15 に接続例を示します。

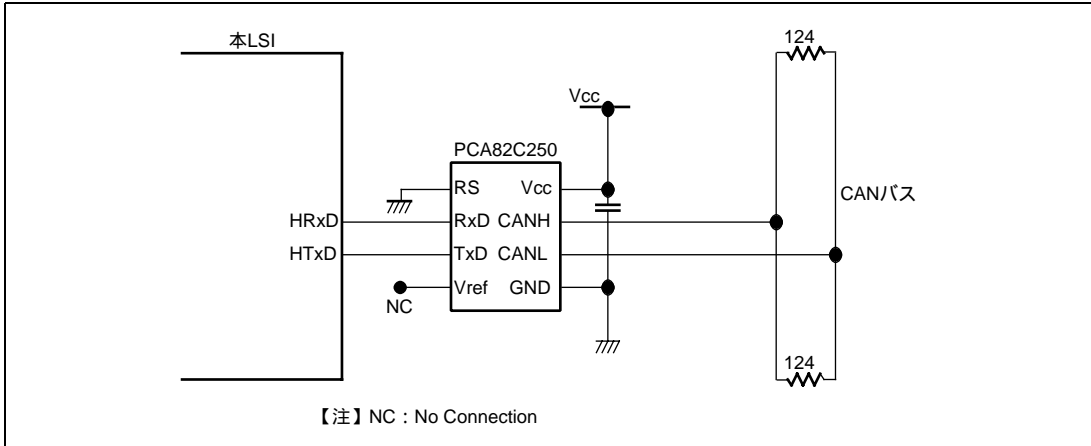


図 11.15 PCA82C250 を用いた高速インタフェース

## 11.7 使用上の注意事項

### 11.7.1 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、HCAN の動作禁止 / 許可を設定することが可能です。初期値では、HCAN 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 16 章 低消費電力状態」を参照してください。

### 11.7.2 リセット

パワーオンリセット、ハードウェアスタンバイ、ソフトウェアスタンバイにより HCAN はリセットされます。このときレジスタはすべて初期化されますが、メールボックス (メッセージコントロール (MCx[x]) / メッセージデータ (MDx[x])) は初期化されません。しかし、電源投入後メールボックス (メッセージコントロール (MCx[x]) / メッセージデータ (MDx[x])) は初期化され不定値になります。したがって、パワーオンリセット、ハードウェアスタンバイ、ソフトウェアスタンバイ後は、必ずメールボックスを初期化してください。また、パワーオンリセット投入後およびソフトウェアスタンバイ復帰後、必ずリセット割り込みフラグ (IRR0) がセットされます。本ビットはインタラプトマスクレジスタ (IMR) ではマスク不可のため、フラグをクリアせずに割り込みコントローラで HCAN の割り込み許可に設定すると、直ちに HCAN 割り込みが入ります。したがって、初期化時に IRR0 をクリアしてください。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

### 11.7.3 HCAN スリープモード

インタラプトレジスタ (IRR) のバス動作割り込みフラグ (IRR12) は、HCAN スリープモード中の CAN バス動作によってセットされます。したがって、HCAN がスリープモード解除を示すフラグではありません。また、ジェネラルステータスレジスタ (GSR) のリセットステータスビット (GSR3) は HCAN スリープモード中もセットされます。

### 11.7.4 割り込み

メールボックスインタラプトマスクレジスタ (MBIMR) をセットした場合、セットしたメールボックスの受信完了、送信完了、送信取り消しでインタラプトレジスタ (IRR8、2、1) はセットされません。

### 11.7.5 エラーカウンタ

エラーアクティブ、エラーバシブでは REC、TEC は通常にカウントアップ、カウントダウンします。バスオフ中は 11 レセツピットを REC を使ってカウント (REC + 1) します。REC = 96 になると IRR4 と GSR1 がセットされます。

### 11.7.6 レジスタアクセス

HCAN のすべてのレジスタはバイトおよびワードアクセスのみ可能です。ロングワードアクセスは行わないでください。

### 11.7.7 HCAN 中速モード

中速モードにおいては、HCAN のレジスタに対するリード/ライトはできません。

### 11.7.8 スタンバイ時のレジスタ保持

HCAN はハードウェアスタンバイおよびソフトウェアスタンバイ時には、メッセージコントロールとメッセージデータを除くすべてのレジスタが初期化されます。

### 11.7.9 ビット操作命令の使用について

HCAN のステータスフラグは、1 ライトでクリアされますので、ビット操作命令を使用してのフラグクリアは行わないでください。フラグクリアを行う場合は、MOV 命令を使用し、クリアするビットのみ 1 を書き込むようにしてください。

### 11.7.10 HCAN の TXCR 動作について

1. 送信待ち取り消しレジスタ (TXCR) を使用して、送信待ちメールボックスの送信待ちメッセージを取り消す際に、送信が取り消されたのにもかかわらず、TXCRおよび送信待ちレジスタ (TXPR) の対応するビットがクリアされないことがあります。これは、下記条件がすべて成立する場合に発生します。

- CANバスのエラー等によりHRxD 端子が1にスタック
- 送信待ち (または送信中) のメールボックスが1本以上
- 送信中のメールボックスのメッセージ送信をTXCRにより取り消し

この現象が発生した場合、送信は取り消されますが、TXPRとTXCRの状態はメッセージ取り消し中という誤ったステータスを表示し続けるため、HRxD端子の1スタックが解除され、CANバスが正常な状態に復帰しても送信を再開することができません。送信メッセージが2本以上ある場合は送信中でないメッセージは取り消しされ、送信中のメッセージはそのままの状態となります。

これを回避するために、下記対策のいずれかを実施してください。

- TXCRによる送信取り消しを行わないでください。CANバスの回復後に正常に送信を完了後、TXPRはクリアされ、HCANは正常動作に復帰します。
  - 送信取り消しを行う必要がある場合は、TXCRの対応するビットが0になるまでTXCRの対応するビット1をライトし続けてください。TXPRとTXCRはクリアされ、HCANは正常動作に復帰します。
2. バスオフに遷移するときTXPRが設定され送信待ち状態になっていた場合、バスオフ中にTXCRを設定しても内部のステートマシンが動作しないため取り消しをすることができず、バスオフ復帰後1メッセージを送信または送信エラーでメッセージの取り消しが行われます。バスオフ復帰後のメッセージクリアに関しては下記対策を実施してください。
    - バスオフ期間中にHCANモジュールをリセットすることで送信待ちのメッセージをクリアしてください。HCANのモジュールリセットはモジュールストップビット (MSTPCRCのMSTPC3) を設定 / 解除することで行ってください。なお、この場合はHCAN内部はすべてリセットされますので初期設定を再度行ってください。

## 11. コントローラエリアネットワーク (HCAN)

---

### 11.7.11 HCAN 送信手続きについて

バスアイドルから送信設定した後、50  $\mu$ s 以内に次の送信設定あるいは送信取り消しを以下の条件で行うと、前に設定した送信メッセージ ID が破壊されることがあります。

- 1回目に送信設定されたメッセージより優先順位の高いメッセージを2回目に送信設定したとき
- 1回目の送信設定において、最も優先順位の高いメッセージに対して送信取り消しを行ったとき

メッセージ ID が破壊されないために、以下の設定を行ってください。

- 送信設定を1度のTXPRで設定し、全送信メッセージの送信が完了したあと、再度送信設定を行い(一括送信設定) その間隔を50  $\mu$ s以上となる
- 送信メッセージの優先順位に従い送信設定する
- TXPRとTXPRの設定時間、またはTXPRとTXCRの設定時間の間隔を50  $\mu$ s以上とする

表 11.5 TXPR と TXPR 設定時間または TXPR と TXCR の設定時間の間隔制限

ボーレート ( bps )	設定間隔 ( $\mu$ s )
1M	50
500K	50
250K	50

### 11.7.12 HCAN リセットの解除について

HCAN のソフトウェアリセットを解除する (MCR0=0) 場合は、リセットステータスビット (GSR3) が 1 になっていることを確認したあとに行ってください。

### 11.7.13 HCAN スリープ中のメールボックスアクセスについて

HCAN スリープ中にメールボックスをアクセスしないでください。HCAN スリープ中にメールボックスをアクセスすると CPU が停止する場合があります。

HCAN スリープ中のレジスタアクセスでは CPU は停止しません。また HCAN スリープ以外でメールボックスをアクセスしても CPU は停止しません。

---

## 12. 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 12.1 に示します。

### 12.1 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11.08  $\mu$ s (24MHz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
- データレジスタ：4本
  - A/D変換結果は各チャンネルに対応した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) 変換開始トリガ
  - 外部トリガ信号
- 割り込み要因
  - A/D変換終了割り込み要求 (ADI) を発生
- モジュールストップモードの設定可能

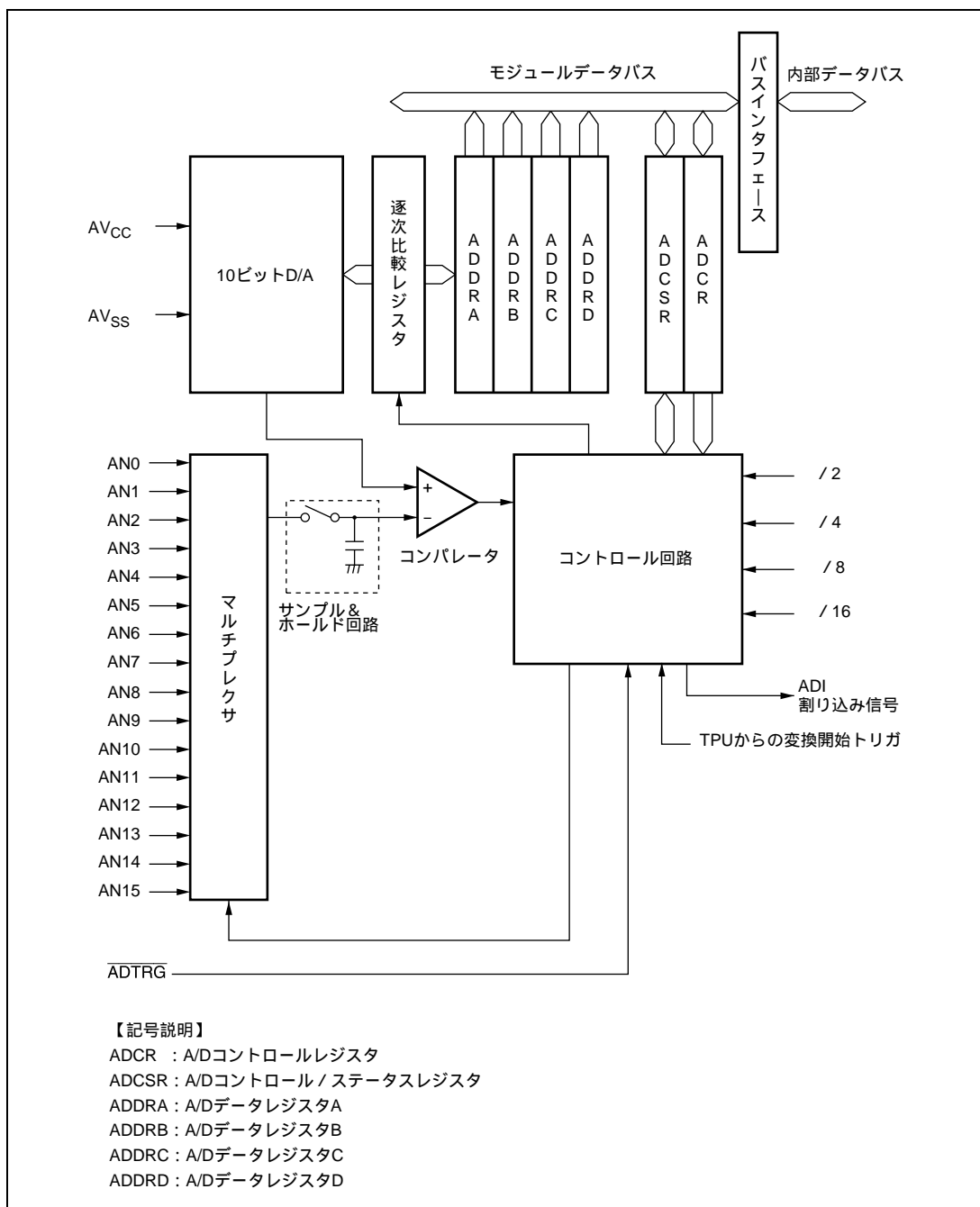


図 12.1 A/D 変換器のブロック図

## 12.2 入出力端子

A/D 変換器で使用する端子を表 12.1 に示します。16 本のアナログ入力端子は 4 チャンネル×4 グループに分割されています。アナログ入力端子 0~3 (AN0~AN3) がグループ 0、アナログ入力端子 4~7 (AN4~AN7) がグループ 1、アナログ入力端子 8~11 (AN8~AN11) がグループ 2、アナログ入力端子 (AN12~AN15) がグループ 3 になっています。AV<sub>CC</sub>、AV<sub>SS</sub> 端子は、A/D 変換器内部のアナログ部の電源です。

表 12.1 端子構成

端子名	記号	入出力	機能
アナログ電源端子	AV <sub>CC</sub>	入力	アナログ部の電源端子および基準電圧
アナロググランド端子	AV <sub>SS</sub>	入力	アナログ部のグランドおよび基準電圧
アナログ入力端子 0	AN0	入力	グループ 0 のアナログ入力端子
アナログ入力端子 1	AN1	入力	
アナログ入力端子 2	AN2	入力	
アナログ入力端子 3	AN3	入力	
アナログ入力端子 4	AN4	入力	グループ 1 のアナログ入力端子
アナログ入力端子 5	AN5	入力	
アナログ入力端子 6	AN6	入力	
アナログ入力端子 7	AN7	入力	
アナログ入力端子 8	AN8	入力	グループ 2 のアナログ入力端子
アナログ入力端子 9	AN9	入力	
アナログ入力端子 10	AN10	入力	
アナログ入力端子 11	AN11	入力	
アナログ入力端子 12	AN12	入力	グループ 3 のアナログ入力端子
アナログ入力端子 13	AN13	入力	
アナログ入力端子 14	AN14	入力	
アナログ入力端子 15	AN15	入力	
A/D 外部トリガ入力端子	ADTRG	入力	A/D 変換開始のための外部トリガ入力端子

## 12.3 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。モジュールストップモードは、モジュールストップコントロールレジスタ A (MSTPCRA) の MSTPA1 ビットで設定します。MSTPCRA については「16.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ A～C (MSTPCRA～MSTPCRC)」を参照してください。

- A/DデータレジスタA (ADDRA)
- A/DデータレジスタB (ADDRB)
- A/DデータレジスタC (ADDRC)
- A/DデータレジスタD (ADDRD)
- A/Dコントロール/ステータスレジスタ (ADCSR)
- A/Dコントロールレジスタ (ADCR)

### 12.3.1 A/D データレジスタ A～D (ADDRA～ADDRD)

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～ADDRD の 4 本があります。各アナログ入力チャンネルの変換結果が格納される ADDR は表 12.2 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 8 ビット幅です。上位バイトは CPU から直接リードできますが、下位バイトは上位バイトリード時にテンポラリレジスタに転送されたデータがリードされます。このため ADDR をリードする場合は、ワードアクセスするか上位バイト下位バイトの順でリードしてください。下位バイトのみのリードでは内容は保証されません。

表 12.2 アナログ入力チャンネルと ADDR の対応

アナログ入力チャンネル				変換結果が格納される A/D データレジスタ
CH3=0		CH3=1		
グループ 0 (CH2=0)	グループ 1 (CH2=1)	グループ 2 (CH2=0)	グループ 3 (CH2=1)	
AN0	AN4	AN8	AN12	ADDRA
AN1	AN5	AN9	AN13	ADDRB
AN2	AN6	AN10	AN14	ADDRC
AN3	AN7	AN11	AN15	ADDRD



## 12.3.2 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 ] • 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 ] • 1 の状態をリードしたあと、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。1 にセットすると A/D 変換を開始します。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ソフトウェア、リセット、ソフトウェアスタンバイモード、ハードウェアスタンバイモードまたはモジュールストップモード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	SCAN	0	R/W	スキャンモード A/D 変換の動作モードを選択します。 0 : シングルモード 1 : スキャンモード
3 2 1 0	CH3 CH2 CH1 CH0	0 0 0 0	R/W R/W R/W R/W	チャンネルセレクト 3~0 アナログ入力チャンネルを選択します。 SCAN=0 のとき      SCAN=1 のとき 0000 : AN0            0000 : AN0 0001 : AN1            0001 : AN0、AN1 0010 : AN2            0010 : AN0 ~ AN2 0011 : AN3            0011 : AN0 ~ AN3 0100 : AN4            0100 : AN4 0101 : AN5            0101 : AN4、AN5 0110 : AN6            0110 : AN4 ~ AN6 0111 : AN7            0111 : AN4 ~ AN7 1000 : AN8            1000 : AN8 1001 : AN9            1001 : AN8、AN9 1010 : AN10           1010 : AN8 ~ AN10 1011 : AN11           1011 : AN8 ~ AN11 1100 : AN12           1100 : AN12 1101 : AN13           1101 : AN12、AN13 1110 : AN14           1110 : AN12 ~ AN14 1111 : AN15           1111 : AN12 ~ AN15

### 12.3.3 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。ビットの設定は A/D 変換停止時 (ADST=0) に行ってください。 00: ソフトウェアによる A/D 変換の開始 01: TPU からの変換トリガによる A/D 変換の開始 10: 設定禁止 11: $\overline{\text{ADTRG}}$ による A/D 変換の開始
5		1		リザーブビット
4		1		リードすると常に 1 がリードされます。
3	CKS1	0	R/W	クロックセレクト 1、0
2	CKS0	0	R/W	A/D 変換時間の設定を行います。A/D 変換時間の切り替えは、A/D 変換停止時 (ADST=0) に行ってください。A/D 変換時間は「第 18 章 電気的特性」の表 18.7 に示す範囲に設定してください。 00: 530 ステート (max) 01: 266 ステート (max) 10: 134 ステート (max) 11: 68 ステート (max)
1		1		リザーブビット
0		1		リードすると常に 1 がリードされます。

## 12.4 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。

### 12.4.1 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。

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。

### 12.4.2 スキャンモード

スキャンモードは指定された最大 4 チャン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、グループの第1チャンネル（CH3、CH2=00のときAN0、CH3、CH2=01のときAN4、CH3、CH2=10のときAN8、CH3、CH2=11のときAN12）からA/D変換を開始します。
2. それぞれのチャンネルのA/D変換が終了するとA/D変換結果は順次そのチャンネルに対応するA/Dレジスタに転送されます。
3. 選択されたすべてのチャンネルの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変換器は再びグループの第一チャンネルから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。

### 12.4.3 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 ( $t_b$ ) 時間経過後、入力のサンプリングを行い、その後変換を開始します。A/D 変換のタイミングを図 12.2 に示します。また、A/D 変換時間を表 12.3 に示します。

A/D 変換時間 ( $t_{conv}$ ) は、図 12.2 に示すように、 $t_b$  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  $t_b$  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 12.3 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 12.3 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 12.4 に示す値となります。いずれの場合も変換時間は「第 18 章 電気的特性」の表 18.7 に示す範囲となるように ADCR の CKS1、CKS0 ビットを設定してください。

## 12. A/D 変換器

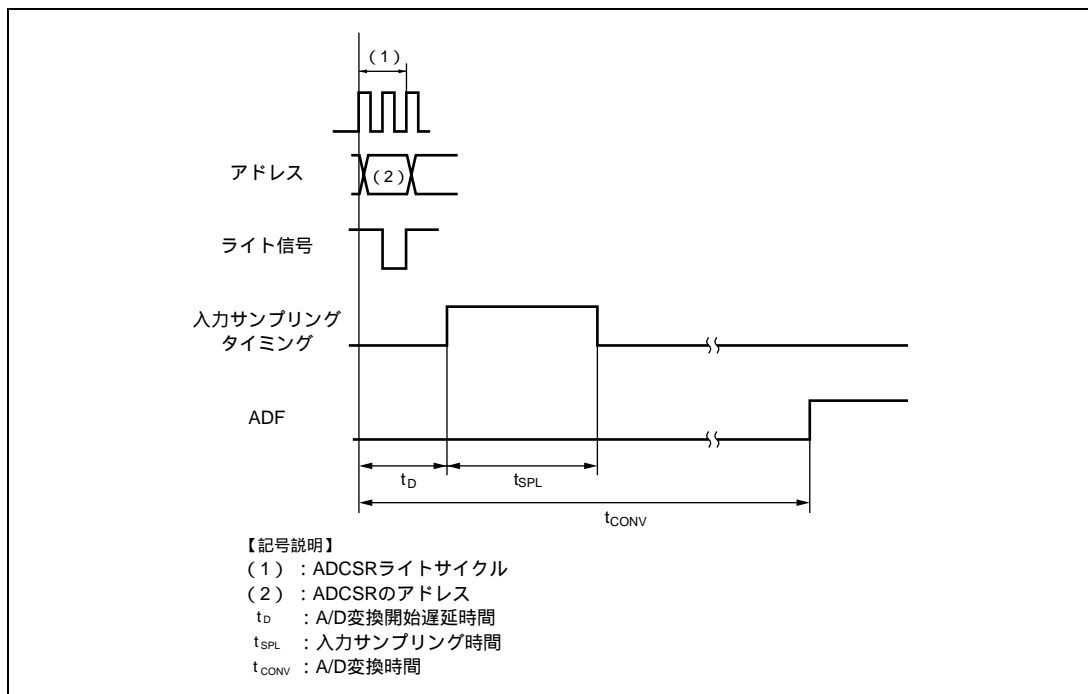


図 12.2 A/D 変換タイミング

表 12.3 A/D 変換時間 (シングルモード)

項目	記号	CKS1 = 0						CKS1 = 1					
		CKS0 = 0			CKS0 = 1			CKS0 = 0			CKS0 = 1		
		min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max
A/D 変換開始遅延時間	$t_D$	18	-	33	10	-	17	6	-	9	4	-	5
入力サンプリング時間	$t_{SPL}$	-	127	-	-	63	-	-	31	-	-	15	-
A/D 変換時間	$t_{CONV}$	515	-	530	259	-	266	131	-	134	67	-	68

【注】 表中の数値の単位はステートです。

表 12.4 A/D 変換時間 (スキャンモード)

CKS1	CKS	変換時間 (ステート)
0	0	512 (固定)
	1	256 (固定)
1	0	128 (固定)
	1	64 (固定)

#### 12.4.4 外部トリガ入力タイミング

A/D 変換は、外部トリガ入力により開始することも可能です。外部トリガ入力は、ADCR の TRGS1、TRGS0 ビットが 11 にセットされているとき、 $\overline{\text{ADTRG}}$  端子から入力されます。 $\overline{\text{ADTRG}}$  の立ち下がりエッジで、ADCSR の ADST ビットが 1 にセットされ、A/D 変換が開始されます。その他の動作は、シングルモード/スキャンモードによらず、ソフトウェアによって ADST ビットを 1 にセットした場合と同じです。このタイミングを図 12.3 に示します。

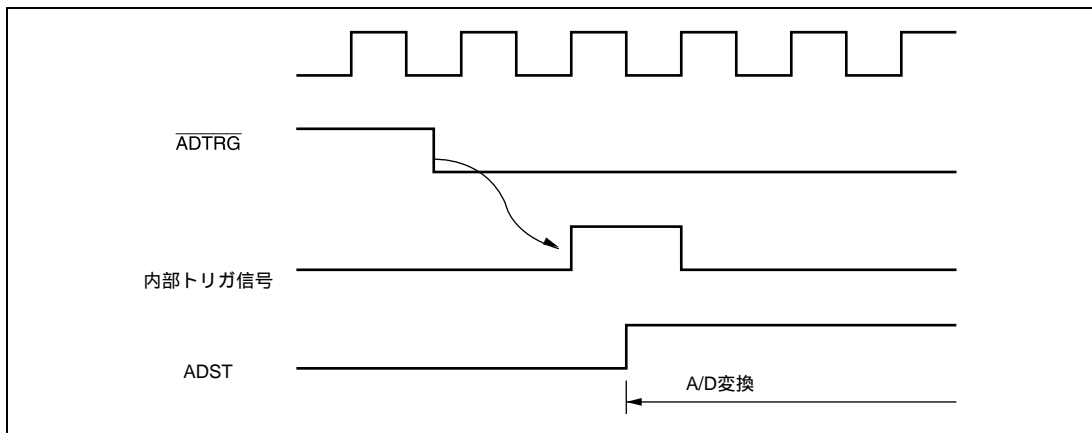


図 12.3 外部トリガ入力タイミング

#### 12.5 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 12.5 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

## 12.6 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12.4）。

- 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12.5）。

- 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12.5）。

- 非直線性誤差

ゼロ電圧からフルスケール電圧までの間の理想A/D変換特性からの誤差。ただし、オフセット誤差、フルスケール誤差、量子化誤差を含まない（図12.5）。

- 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。

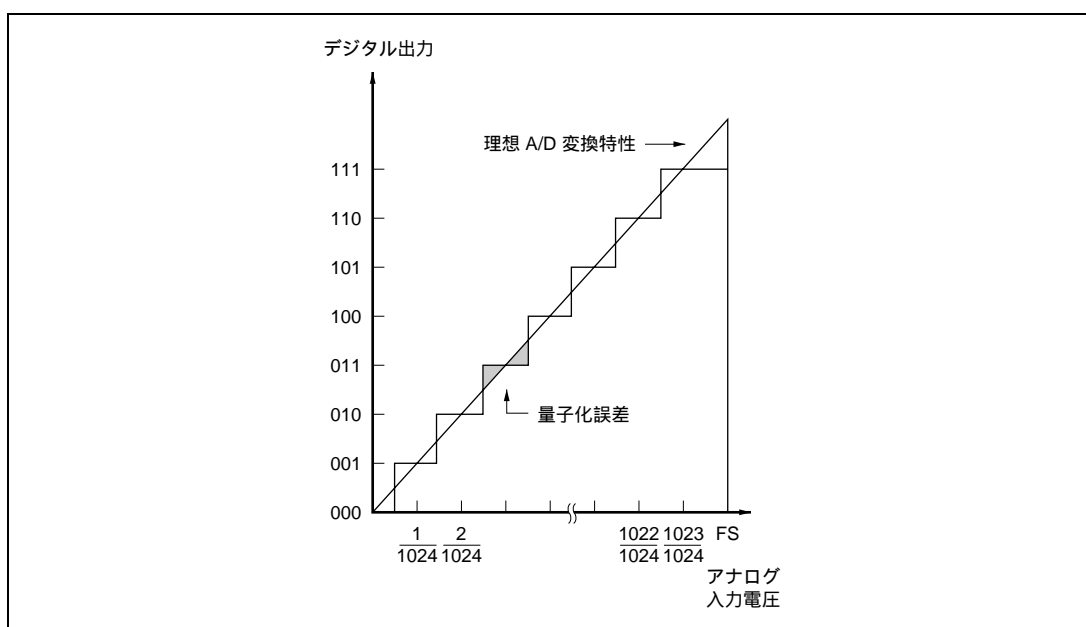


図 12.4 A/D 変換精度の定義

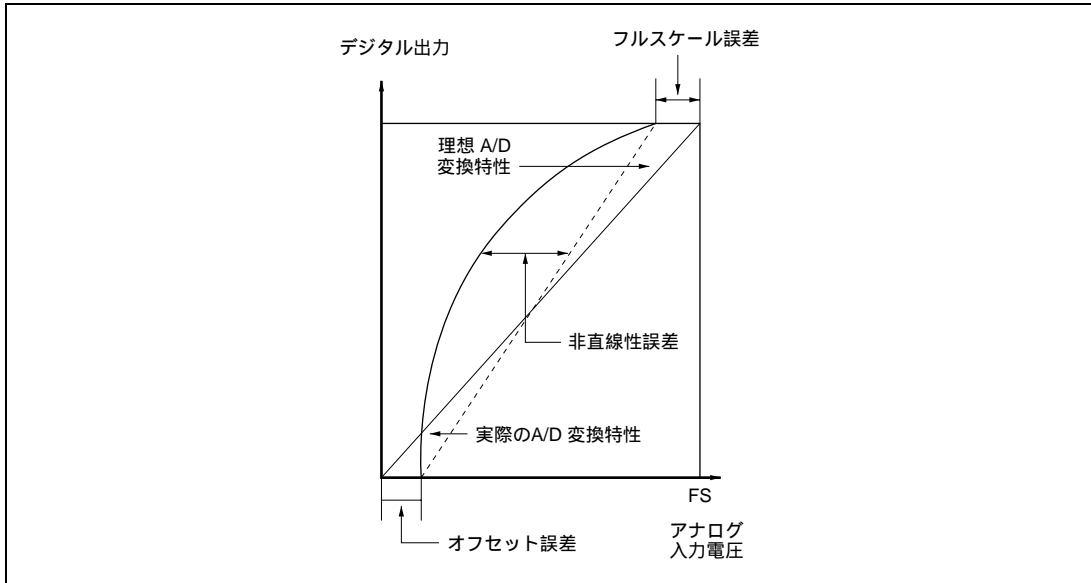


図 12.5 A/D 変換精度の定義

## 12.7 使用上の注意事項

### 12.7.1 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 16 章 低消費電力状態」を参照してください。

### 12.7.2 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おります。これは A/D 変換器のサンプル & ホールド回路の入力容量をサンプリング時間内に充電するための規格で、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、入力へ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 12.6）。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。

### 12.7.3 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となりますので、GND にノイズがあると絶対精度が悪化する可能性がありますので、必ず  $AV_{SS}$  などの電氣的に安定な 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干渉したり、アンテナとならないように注意してください。

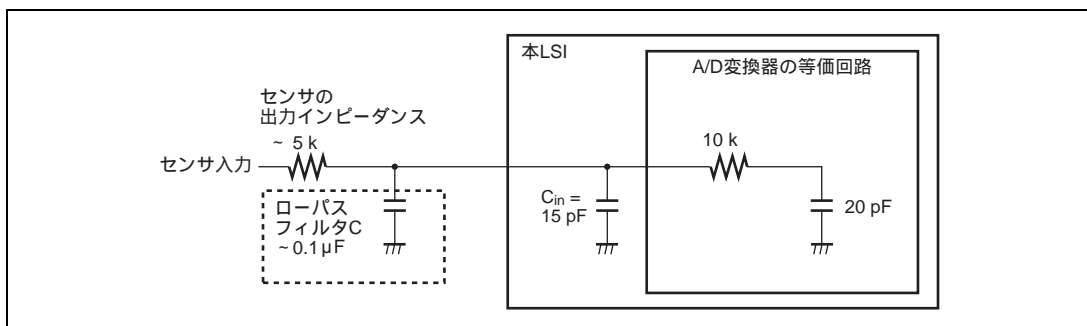


図 12.6 アナログ入力回路の例

### 12.7.4 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  $AN_n$  に印加する電圧は  $AV_{SS}$   $AN_n$   $AV_{CC}$  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  $AV_{SS} = V_{SS}$  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。

### 12.7.5 ボード設計上の注意

ボード設計時には、デジタル回路とアナログ回路をできるだけ分離してください。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 ( $AN_0 \sim AN_{15}$ )、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。



### 12.7.6 ノイズ対策上の注意

過大なサージなど異常電圧によるアナログ入力端子 (AN0 ~ AN15) の破壊を防ぐために、図 12.7 に示すように AVcc - AVss 間に保護回路を接続してください。AVcc 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 AVss 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、回路定数は十分ご検討のうえ決定してください。

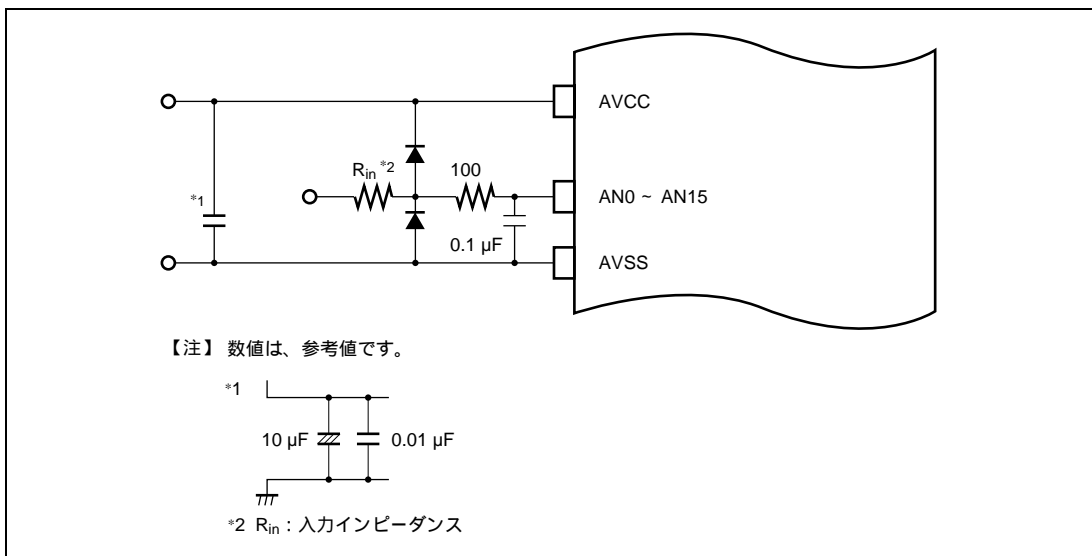


図 12.7 アナログ入力保護回路の例

表 12.6 アナログ端子の規格

項目	min	max	単位
アナログ入力容量	-	20	$\mu$ F
許容信号源インピーダンス	-	5	k

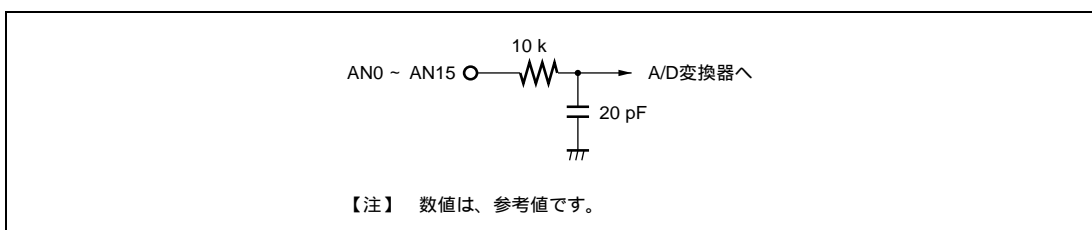


図 12.8 アナログ入力端子等価回路



---

## 13. RAM

---

本 LSI は 4K 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 RAME 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。



---

## 14. ROM

---

フラッシュメモリ版に内蔵されているフラッシュメモリの特長は以下のとおりです。  
フラッシュメモリのブロック図を図 14.1 に示します。

### 14.1 特長

- 容量：64Kバイト
- 書き込み / 消去方式  
書き込みは128バイト単位の同時書き込み方式です。消去はブロック単位で行います。フラッシュメモリは28Kバイト×1ブロック、16Kバイト×1ブロック、8Kバイト×2ブロック、1Kバイト×4ブロックで構成されています。全面消去を行う場合も1ブロックずつ消去してください。
- 書き換え回数  
100回まで書き換え可能です。
- プログラミングモード：3種類  
ブートモード  
ユーザモード  
ライターモード  
内蔵ブートプログラムを起動して全面消去、書き込みを行うブートモードにより、オンボードでの書き込み / 消去ができます。このほか、通常のユーザモードでもオンボードで任意のブロックを消去し、書き換えることが可能です。
- ライターモード  
オンボードプログラミングのほかにPROMライターを用いて書き込み / 消去を行うライターモードがあります。
- ビットレート自動合わせ込み  
ブートモードでデータ転送時、ホストの転送ビットレートと本LSIのビットレートを自動的に合わせ込みます。
- 書き込み / 消去プロテクト  
ソフトウェアによりフラッシュメモリの書き込み / 消去に対するプロテクトを設定できます。

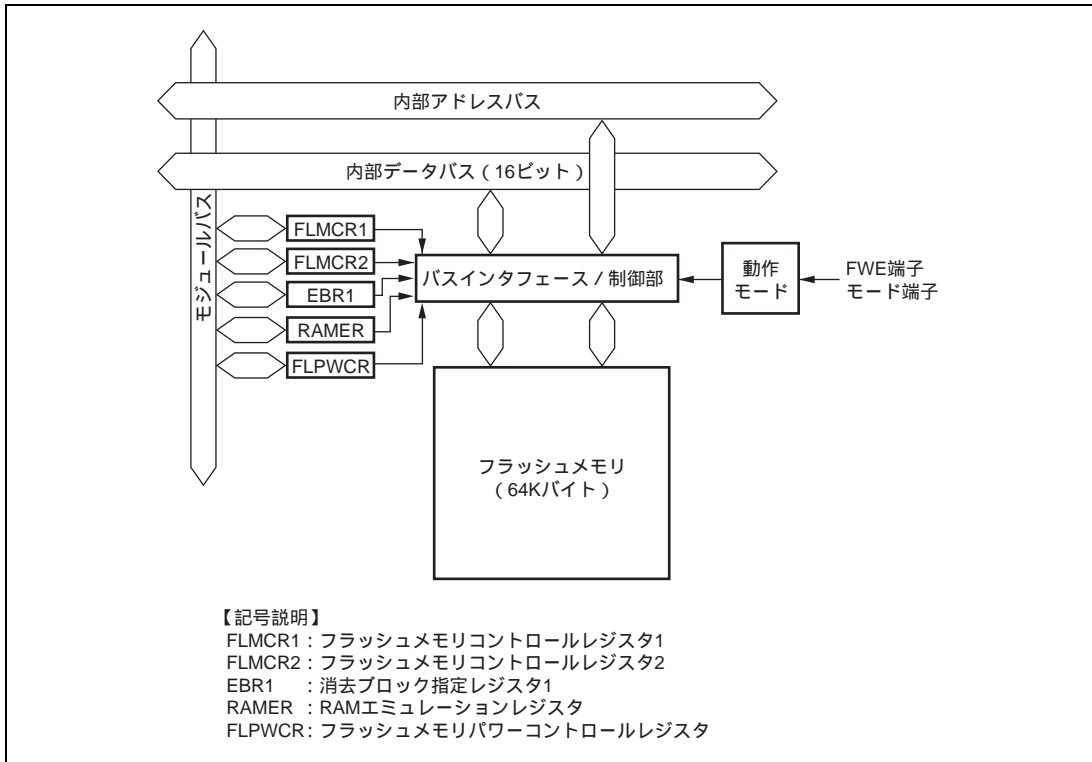


図 14.1 フラッシュメモリのブロック図

## 14.2 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14.2に示すような動作モードへ遷移します。ユーザモードではフラッシュメモリの読み出しはできますが、フラッシュメモリの書き込み/消去はできません。フラッシュメモリへの書き込み/消去を行えるモードとしてブートモード、ユーザプログラムモード、ライターモードがあります。

表14.1にブートモードとユーザプログラムモードの相違点を示します。図14.3にブートモードを、図14.4にユーザプログラムモードを示します。

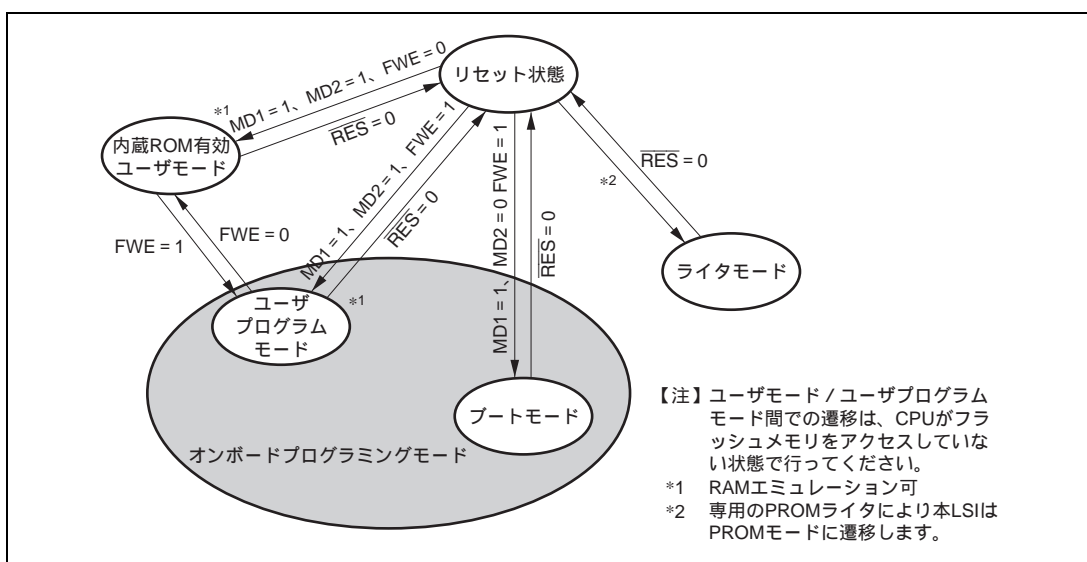


図 14.2 フラッシュメモリに関する状態遷移

表 14.1 ブートモードとユーザプログラムモードの相違点

	ブートモード	ユーザプログラムモード
全面消去		
ブロック分割消去	×	
書き換え制御プログラム*	プログラム/ プログラムベリファイ	イレース/イレースベリファイ プログラム/プログラムベリファイ エミュレーション

【注】\* 推奨するアルゴリズムに沿って、ユーザ側で用意してください。

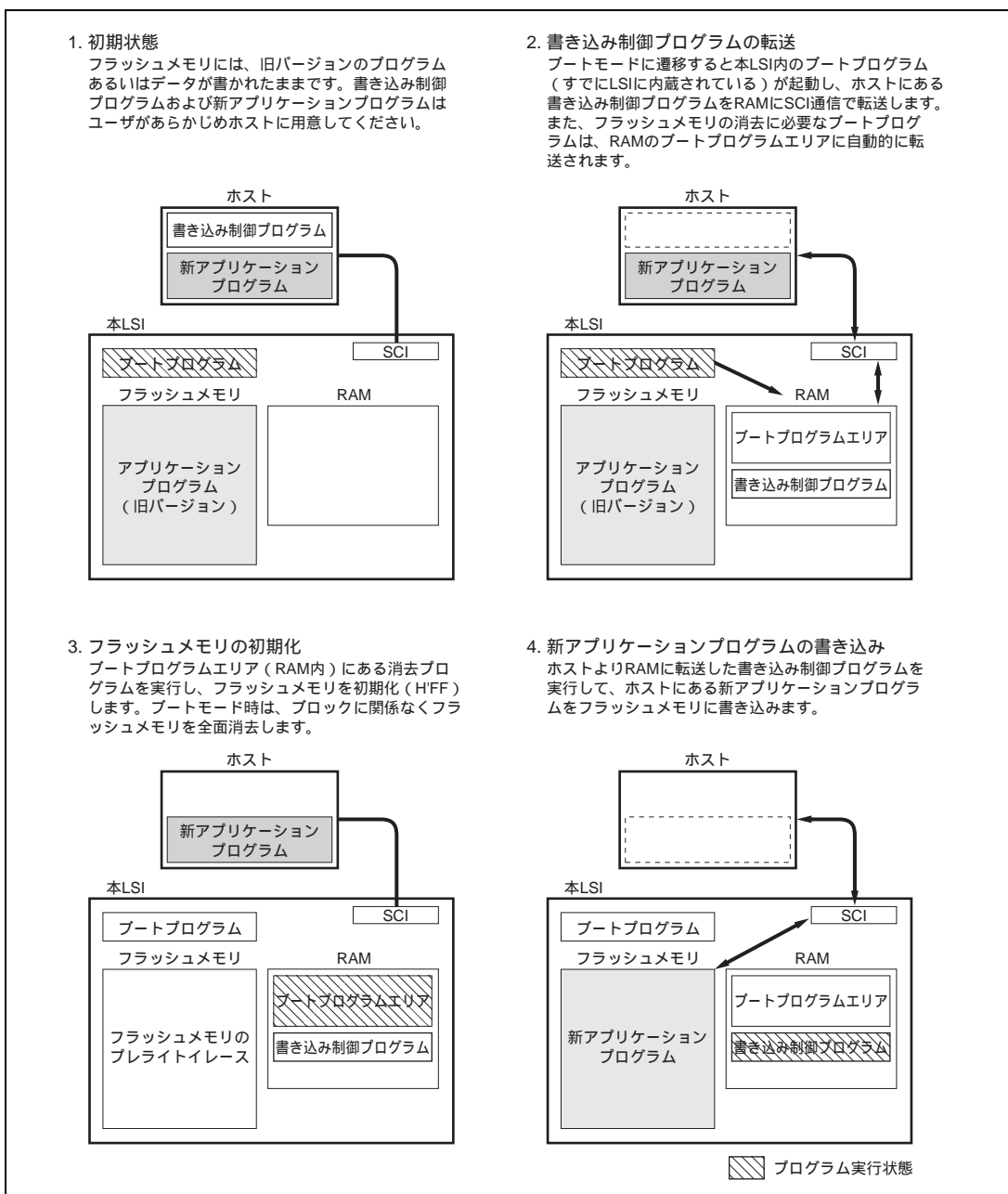


図 14.3 ブートモード



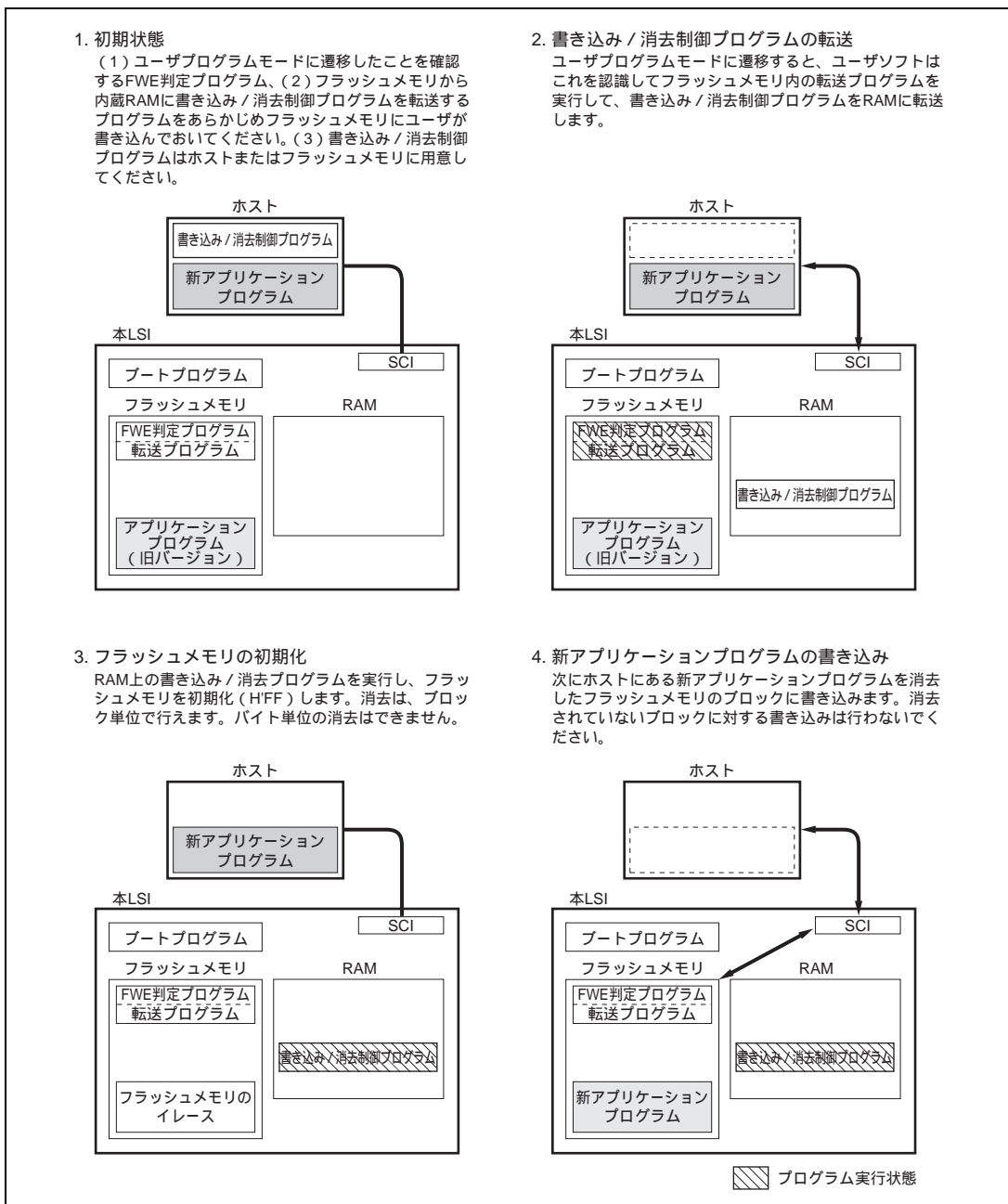


図 14.4 ユーザプログラムモード

### 14.3 ブロック構成

図 14.5 に 64K バイトフラッシュメモリのブロック構成を示します。太線枠は消去ブロックを表します。細線枠は書き込みの単位を表し、枠内の数値はアドレスを示します。フラッシュメモリは 28K バイト (1 ブロック)、16K バイト (1 ブロック)、8K バイト (2 ブロック)、1K バイト (4 ブロック) に分割されていて、消去はこの単位で行います。書き込みは下位アドレスが H'00 または H'80 で始まる 128 バイト単位で行います。

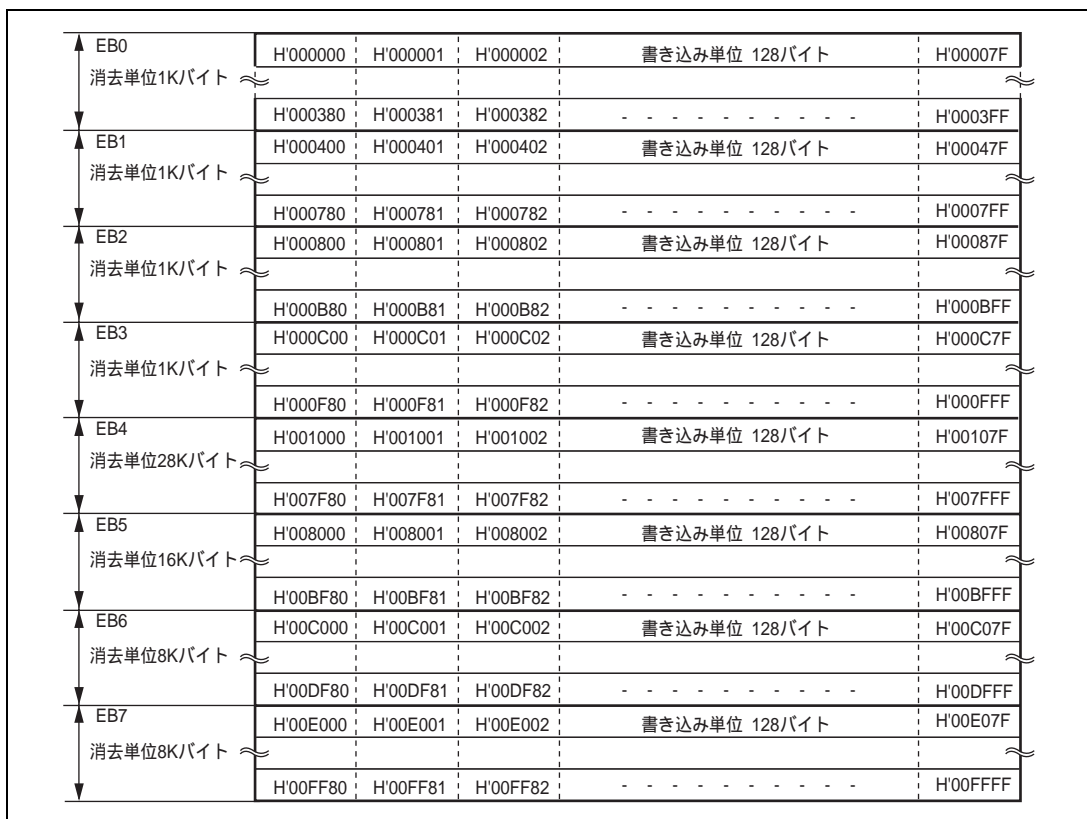


図 14.5 フラッシュメモリのブロック構成

## 14.4 入出力端子

フラッシュメモリは表 14.2 に示す端子により制御されます。

表 14.2 端子構成

端子名	入出力	機能
RES	入力	リセット
FWE	入力	フラッシュの書き込み / 消去をハードウェアプロテクト
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
MD0	入力	本 LSI の動作モードを設定
TxD2	出力	シリアル送信データ出力
RxD2	入力	シリアル受信データ入力

## 14.5 レジスタの説明

フラッシュメモリには以下のレジスタがあります。

- フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1)
- フラッシュメモリコントロールレジスタ2 (FLMCR2)
- 消去ブロック指定レジスタ1 (EBR1)
- RAMエミュレーションレジスタ (RAMER)
- フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)

### 14.5.1 フラッシュメモリコントロールレジスタ 1 (FLMCR1)

FLMCR1 はフラッシュメモリをプログラムモード、プログラムベリファイモード、イレースモード、イレースベリファイモードに遷移させます。具体的な設定方法については「14.8 書き込み/消去プログラム」を参照してください。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	FWE		R	FWE 端子の入力レベルが反映されます。FWE 端子が Low レベルのとき 0、High レベルのとき 1 となります。
6	SWE	0	R/W	ソフトウェアライトイネーブル このビットが 1 のときフラッシュメモリの書き込み/消去が可能となります。0 のときこのレジスタの他のビットと EBR1 の各ビットはセットできません。
5	ESU1	0	R/W	イレースセットアップ 1 にセットするとイレースセットアップ状態となり、クリアするとセットアップ状態を解除します。
4	PSU1	0	R/W	プログラムセットアップ 1 にセットするとプログラムセットアップ状態となり、クリアするとセットアップ状態を解除します。FLMCR1 の P1 ビットを 1 にセットする前にセットしてください。
3	EV1	0	R/W	イレースベリファイ 1 にセットするとイレースベリファイモードへ遷移し、クリアするとイレースベリファイモードを解除します。
2	PV1	0	R/W	プログラムベリファイ 1 にセットするとプログラムベリファイモードへ遷移し、クリアするとプログラムベリファイモードを解除します。
1	E1	0	R/W	イレース SWE = 1、ESU1 = 1 の状態でこのビットを 1 にセットするとイレースモードへ遷移し、クリアするとイレースモードを解除します。
0	P1	0	R/W	プログラム SWE = 1、PSU1 = 1 の状態でこのビットを 1 にセットするとプログラムモードへ遷移し、クリアするとプログラムモードを解除します。

### 14.5.2 フラッシュメモリコントロールレジスタ 2 (FLMCR2)

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

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	FLER	0	R	このビットはフラッシュメモリへの書き込み / 消去中にエラーを検出し、エラープロテクト状態となったときセットされます。 詳細は「14.9.3 エラープロテクト」を参照してください。
6~0		0		リザーブビット 読み出すと常に 0 が読み出されます。

### 14.5.3 消去ブロック指定レジスタ 1 (EBR1)

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

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	EB7	0	R/W	このビットが 1 のとき EB7 (H'00E000 ~ H'00FFFF) の 8K バイトが消去対象となります。
6	EB6	0	R/W	このビットが 1 のとき EB6 (H'00C000 ~ H'00DFFF) の 8K バイトが消去対象となります。
5	EB5	0	R/W	このビットが 1 のとき EB5 (H'008000 ~ H'00BFFF) の 16K バイトが消去対象となります。
4	EB4	0	R/W	このビットが 1 のとき EB4 (H'001000 ~ H'007FFF) の 28K バイトが消去対象となります。
3	EB3	0	R/W	このビットが 1 のとき EB3 (H'000C00 ~ H'000FFF) の 1K バイトが消去対象となります。
2	EB2	0	R/W	このビットが 1 のとき EB2 (H'000800 ~ H'000BFF) の 1K バイトが消去対象となります。
1	EB1	0	R/W	このビットが 1 のとき EB1 (H'000400 ~ H'0007FF) の 1K バイトが消去対象となります。
0	EB0	0	R/W	このビットが 1 のとき EB0 (H'000000 ~ H'00003FF) の 1K バイトが消去対象となります。

#### 14.5.4 RAM エミュレーションレジスタ (RAMER)

フラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートするときに、RAMの一部と重ね合わせるフラッシュメモリのエリアを設定するレジスタです。RAMERの設定は、ユーザモード、ユーザプログラムモードで行ってください。エミュレーション機能を確実に動作させるために、本レジスタの書き換え直後にRAMエミュレーションの対象ROMをアクセスしないでください。直後にアクセスした場合には正常なアクセスは保証されません。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7		0		リザーブビット
6		0		読み出すと常に0が読み出されます。
5		0	R/W	リザーブビット
4		0	R/W	書き込み時は必ず0としてください。
3	RAMS	0	R/W	RAM セレクト RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション選択ビットです。このビットが1のとき、RAMの一部がフラッシュメモリにオーバーラップされ、フラッシュメモリは全ブロック書き込み/消去プロテクト状態となります。
2	RAM2	0	R/W	フラッシュメモリエリア選択
1	RAM1	0	R/W	RAMS が1のとき、RAMのH'FFE000~H'FFE3FF領域とオーバーラップさせるフラッシュメモリのエリアを選択します。これらのエリアは1Kバイトの消去ブロックに対応しています。  00x : H'000000 ~ H'0003FF (EB0) 01x : H'000400 ~ H'0007FF (EB1) 10x : H'000800 ~ H'000BFF (EB2) 11x : H'000C00 ~ H'000FFF (EB3)  【記号説明】 × : Don't care
0	RAM0	0	R/W	

#### 14.5.5 フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ (FLPWCR)

LSIがサブアクティブモードに遷移する際に、フラッシュメモリの低消費電力モードへの遷移の許可/禁止を設定するレジスタです。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
7	PDWND	0	R/W	このビットが1のときフラッシュメモリの低消費電力モードへの遷移を禁止します。
6~0		すべて0	R	リザーブビット 読み出すと常に0が読み出されます。

## 14.6 オンボードプログラミング

フラッシュメモリの書き込み/消去を行うためのモードとしてオンボードで書き込み/消去ができるブートモードと PROM ライタで書き込み/消去を行うライタモードがあります。このほかユーザモードでもオンボードで書き込み/消去を行うユーザプログラムモードがあります。リセット状態からリセットスタートすると本 LSI は MD 端子、FWE 端子によって表 14.3 のように異なるモードへ遷移します。各端子の入力レベルは少なくともリセット解除の 4 ステート前に確定させる必要があります。

ブートモードに遷移すると、本 LSI 内部に組み込まれているブートプログラムが起動します。ブートプログラムは SCI\_2 を経由して外部に接続されたホストから書き込み制御プログラムを内蔵 RAM に転送し、フラッシュメモリを全面消去したうえで書き込み制御プログラムを実行します。オンボード状態での初期書き込みや、ユーザモードで書き込み/消去ができなくなった場合の強制復帰等に使用できます。ユーザモードではユーザが用意した書き込み/消去プログラムに分岐することで任意のブロックを消去し書き換えることができます。

表 14.3 プログラミングモード選択方法

MD2	MD1	MD0	FWE	リセット解除後の LSI の状態
1	1	1	1	ユーザモード
0	1	1	1	ブートモード

### 14.6.1 ブートモード

ブートモードにおけるリセット解除から書き込み制御プログラムに分岐するまでの動作を表 14.4 に示します。

1. ブートモードではフラッシュメモリへの書き込み制御プログラムをホスト側に準備しておく必要があります。書き込み制御プログラムは「14.8 書き込み/消去プログラム」に沿ったものを用意してください。
2. SCI\_2は調歩同期モードに設定され、送受信フォーマットは「8ビットデータ、1ストップビット、パリティなし」です。
3. ブートプログラムが起動すると、ホストから連続送信される調歩同期式シリアル通信データH'00のLow期間を測定してビットレートを計算し、SCI\_2のビットレートをホストのビットレートに合わせ込みます。リセット解除はRxD端子がHighの状態で行ってください。必要に応じてRxD端子およびTxD端子は、ボード上でプルアップしてください。リセット解除からLow期間を測定できるまで約100ステートかかります。
4. ビットレートの合わせ込みが終了すると調整終了の合図としてH'00を1バイト送信しますので、ホストは調整終了の合図を正常に受信したらH'55を1バイト送信してください。正常に受信できなかった場合はリセットによりブートモードを再起動してください。ホスト側のビットレートと本LSIのシステムクロック周波数の組み合わせによっては許容範囲内にビットレートを合わせ込めない場合が生じます。このため、ホストの転送ビットレートと本LSIのシステムクロック周波数を表14.5の範囲としてください。
5. ブートモードでは内蔵RAMの一部をブートプログラムで使用します。ホスト側から送信される書き込み制御プログラムを格納できるエリアはH'FFE000～H'FFE7FF番地です。プログラムの実行が書き込み制御プログラムへ移行するまでブートプログラムエリアは使用できません。

6. 書き込み制御プログラムに分岐するときSCI\_2は送受信動作を終了(SCRのRE=0、TE=0)しますが、BRRには合わせ込んだビットレートの値は保持されるので、引き続き書き込み制御プログラムでホストとの間の書き込みデータやベリファイデータの送受信に使用できます。TxD端子はHighレベル出力状態となっています。書き込み制御プログラムへ分岐直後のCPUの汎用レジスタは不定です。特にスタックポインタはサブルーチンコールなどで暗黙的に使用されるため、書き込み制御プログラムの冒頭で初期化してください。
7. ブートモードはリセットにより解除されます。リセット端子をLowレベルにして最低20ステート経過後、MD端子を設定してリセットを解除してください。WDTのオーバフローリセットが発生した場合もブートモードは解除されます。
8. ブートモードの途中でMD端子の入力レベルを変化させないでください。
9. フラッシュメモリへの書き込み中、あるいは消去中に割り込みを使用することはできません。



表 14.4 ブートモードの動作

項目	ホストの動作	通信内容	本LSIの動作
	処理内容		処理内容
ブートモード起動			リセットスタート後 ブートプログラムへ分岐  <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; display: inline-block;">ブートプログラム起動</div>
ビットレートの合わせ込み	所定のビットレートでH'00を連続送信  ↓ H'00を正常に受信したらH'55送信  ↓ H'AA受信	H'00、H'00・・・H'00  ← H'00 ← H'55 ← H'AA	・受信データH'00のLow期間を測定 ・ビットレートを計算し、SCI_2のBRRを設定 ・ビットレート合わせ込み終了後、ホストへH'00を送信  ↓ H'55を受信したらホストへH'AAを送信
書き込み制御プログラムの転送	転送する書き込み制御プログラムのバイト数(N)を上位バイト、下位バイトの順に2バイト送信  ↓ 書き込み制御プログラムを1バイトごとに送信(N回繰り返し)	上位バイト、下位バイト  ← エコーバック  ← H'XX ← エコーバック	受信した2バイトデータをホストへエコーバック  ↓ 受信したデータをホストへエコーバックすると共にRAMへ転送(N回繰り返し)
フラッシュメモリ消去	ブートプログラム消去エラー  ↓ H'AA受信	← H'FF  ← H'AA	フラッシュメモリのデータをチェックし、書き込まれている場合は全ブロックを消去してホストへH'AAを送信(消去できなかった場合はH'FFを送信して、動作を停止)
			↓ 内蔵RAMに転送された書き込み制御プログラムへ分岐し実行を開始

表 14.5 ビットレート自動合わせ込みが可能なシステムクロック周波数

ホストのビットレート	本LSIのシステムクロック周波数範囲
19200bps	24MHz
9600bps	8 ~ 24MHz
4800bps	4 ~ 24MHz

## 14.6.2 ユーザモードでの書き込み / 消去

ユーザモードではユーザが用意した書き込み / 消去プログラムに分岐することで任意のブロックをオンボードで消去し書き換えることができるユーザプログラムモードがあります。分岐のための条件設定やオンボードでの書き換えデータ供給手段をユーザ側で用意する必要があります。また、必要に応じてフラッシュメモリの一部に書き込み / 消去プログラムを書き込んでおくか、書き込み / 消去プログラムを外部から供給するためのプログラムを書き込んでおく必要があります。書き込み / 消去中はフラッシュメモリを読み出せないため、ブートモードと同様書き込み / 消去プログラムは内蔵 RAM に転送して実行してください。図 14.6 にユーザモードでの書き込み / 消去手順の例を示します。書き込み / 消去プログラムは「14.8 書き込み / 消去プログラム」に沿ったものを用意してください。

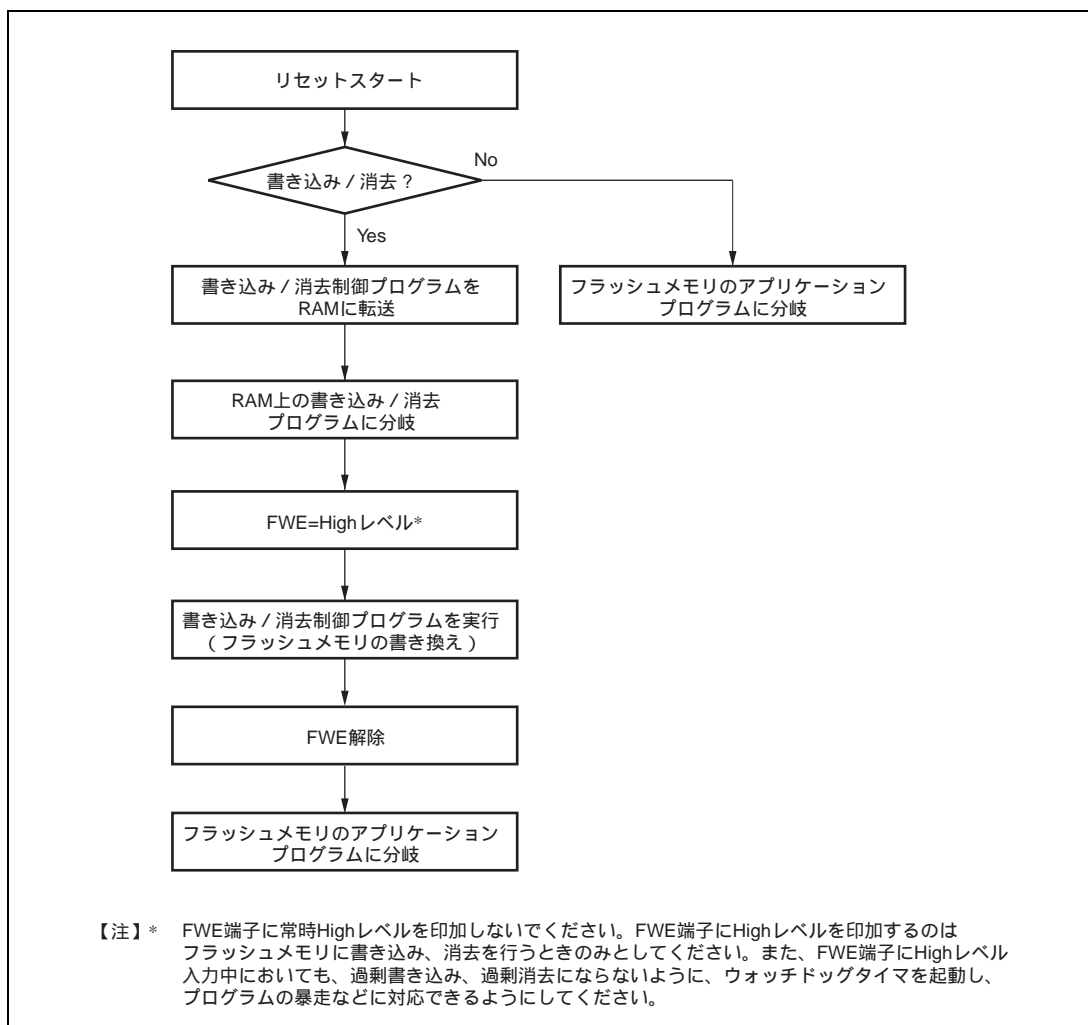


図 14.6 ユーザモードにおける書き込み/消去例

## 14.7 RAM によるフラッシュメモリのエミュレーション

フラッシュメモリに対する書き換えデータを内蔵 RAM でリアルタイムにエミュレートできるよう、RAM エミュレーションレジスタ (RAMER) によりフラッシュメモリの一部のブロックに RAM をオーバーラップさせて使用できるようになっています。エミュレーション可能なモードはユーザモードおよびユーザプログラムモードです。図 14.7 にフラッシュメモリのリアルタイムな書き換えをエミュレートする例を示します。

1. RAMERを設定してリアルタイムな書き換えを必要とするエリアにRAMをオーバーラップさせます。
2. オーバーラップさせたRAMを使ってエミュレートします。
3. 書き換えデータ確定後、RAMビットをクリアしてRAMのオーバーラップを解除します。
4. オーバーラップさせたRAMに書き込まれたデータをフラッシュメモリ空間 (EB0) に書き込みます。

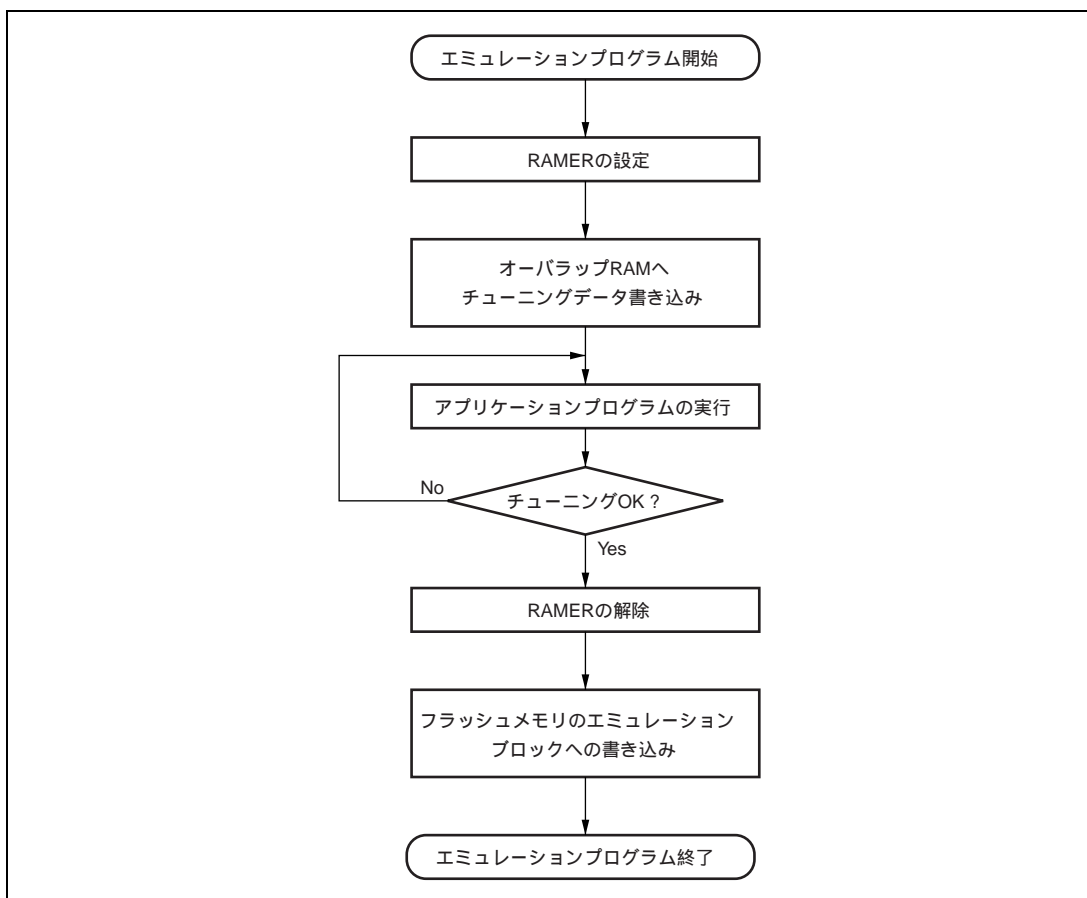


図 14.7 RAM によるエミュレーションフロー

## 14. ROM

フラッシュメモリのブロックをオーバーラップさせる例を図 14. 8 に示します。

1. オーバーラップさせるRAMのエリアはH'FFE000 ~ H'FFE3FFの1Kバイトに固定されています。
2. オーバーラップできるフラッシュメモリのエリアは1KバイトのEB0 ~ EB3のうちの1ブロックで、RAMERにより選択できます。
3. オーバーラップさせたRAMのエリアはフラッシュメモリ内のアドレスと、もとのRAMのアドレスの両方からアクセスできます。
4. RAMERのRAMSビットが1にセットされている間、フラッシュメモリは全ブロック書き込み / 消去プロテクト状態となり（エミュレーションプロテクト）、FLMCR1のP1ビットまたはE1ビットをセットしてもプログラムモード、イレースモードへは遷移しません。
5. RAMエリアは消去アルゴリズムに沿ったプログラムを実行しても消去されません。
6. ブロックEB0はベクタテーブルを含みます。RAMエミュレーションする場合、オーバーラップRAMにはベクタテーブルが必要となります。

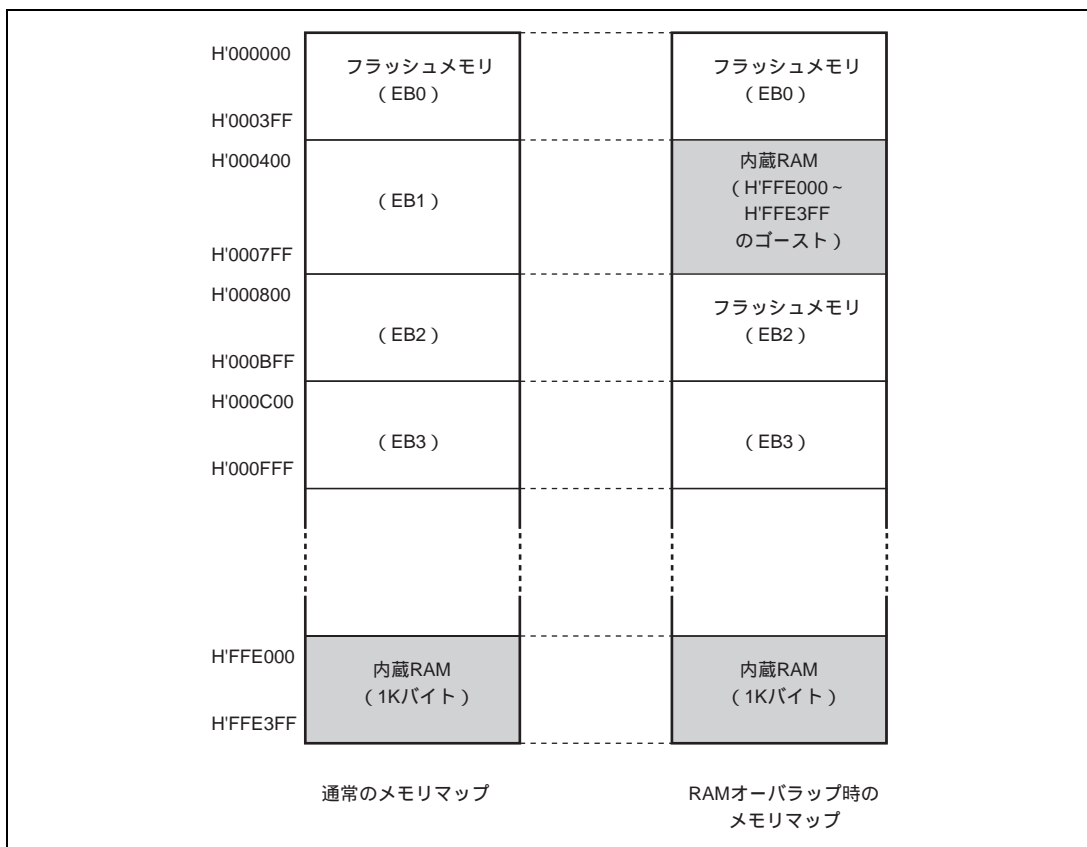


図 14.8 RAM のオーバーラップ例

## 14.8 書き込み / 消去プログラム

オンボードでのフラッシュメモリの書き込み / 消去はCPUを用いてソフトウェアで行う方式を採用しています。フラッシュメモリはFLMCR1の設定によってプログラムモード、プログラムベリファイモード、イレースモード、イレースベリファイモードに遷移します。ブートモードでの書き込み制御プログラム、ユーザモードでの書き込み / 消去プログラムではこれらのモードを組み合わせ書き込み / 消去を行います。フラッシュメモリへの書き込みは「14.8.1 プログラム / プログラムベリファイ」に沿って、また、フラッシュメモリの消去は「14.8.2 イレース / イレースベリファイ」に沿って行ってください。

### 14.8.1 プログラム / プログラムベリファイ

フラッシュメモリへの書き込みは、図 14.9 に示すプログラム / プログラムベリファイフローに従ってください。このフローに沿って書き込み動作を行えば、デバイスへの電圧ストレスやデータの信頼性を損なうことなく書き込みを行うことができます。

1. 書き込みは消去された状態で行い、すでに書き込まれたアドレスへの再書き込みは行わないでください。
2. 1回の書き込みは128バイト単位です。128バイトに満たないデータを書き込む場合もフラッシュメモリに128バイトのデータを転送する必要があります。書き込む必要のないアドレスのデータはH'FFにして書き込んでください。
3. RAM上に書き込みデータエリア128バイト、再書き込みデータエリア128バイト、追加書き込みデータエリア128バイトの領域を確保してください。再書き込みデータの演算、追加書き込みデータの演算は図14.9に従ってください。
4. 再書き込みデータエリアあるいは追加書き込みデータエリアからフラッシュメモリへはバイト単位で128バイト連続転送してください。プログラムアドレスと128バイトのデータがフラッシュメモリ内にラッチされます。転送先のフラッシュメモリの先頭アドレスは下位8ビットをH'00またはH'80としてください。
5. P1ビットがセットされている時間が書き込み時間となります。書き込み時間は図14.9に従ってください。
6. ウォッチドックタイマの設定はプログラムの暴走などによる過剰書き込みを避けるためのものです。オーバフロー周期は6.6ms程度としてください。
7. ベリファイアドレスへのダミーライトは、下位2ビットがB'00のアドレスにH'FFを1バイト書き込んでください。ベリファイデータはダミーライトを行った番地からロングワードで読み出せます。
8. 同一ビットに対するプログラム / プログラムベリファイシーケンスの繰り返しは、1,000回を超えないようにしてください。

14. ROM

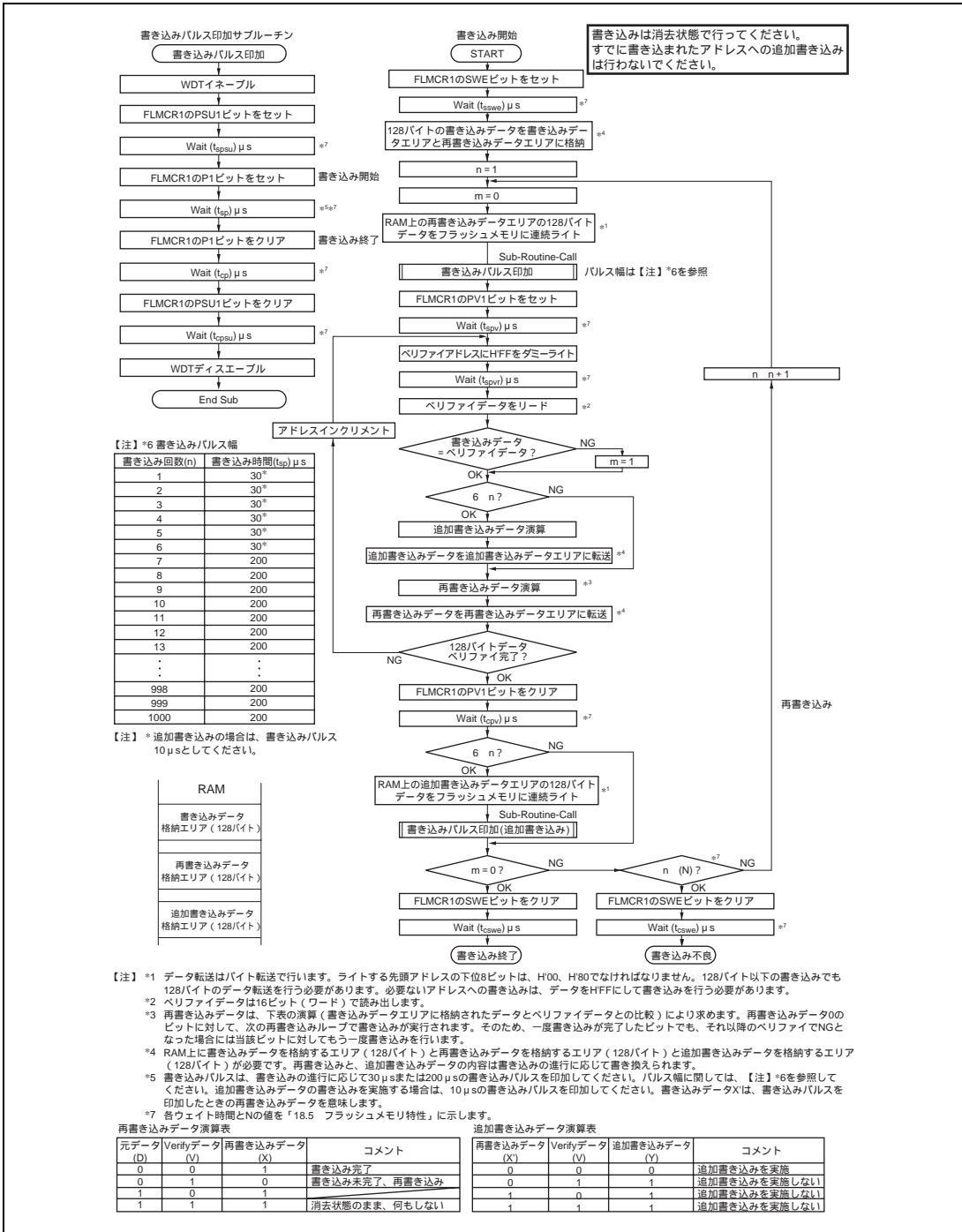


図 14.9 プログラム/プログラムペリファイフロー

## 14.8.2 イレース / イレースベリファイ

消去は図 14.10 のイレース / イレースベリファイフローチャートに従って行ってください。

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

## 14.8.3 フラッシュメモリの書き込み / 消去時の割り込み

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

1. 書き込み / 消去中に割り込みが発生すると、正常な書き込み / 消去アルゴリズムに沿った動作が保証できなくなります。
2. ベクタアドレスが書き込まれる前、または書き込み / 消去中に割り込み例外処理を開始すると、正常なベクタフェッチができずCPUが暴走します。
3. ブートプログラム実行中に割り込みが発生すると、正常なブートモードのシーケンスを実行できなくなります。

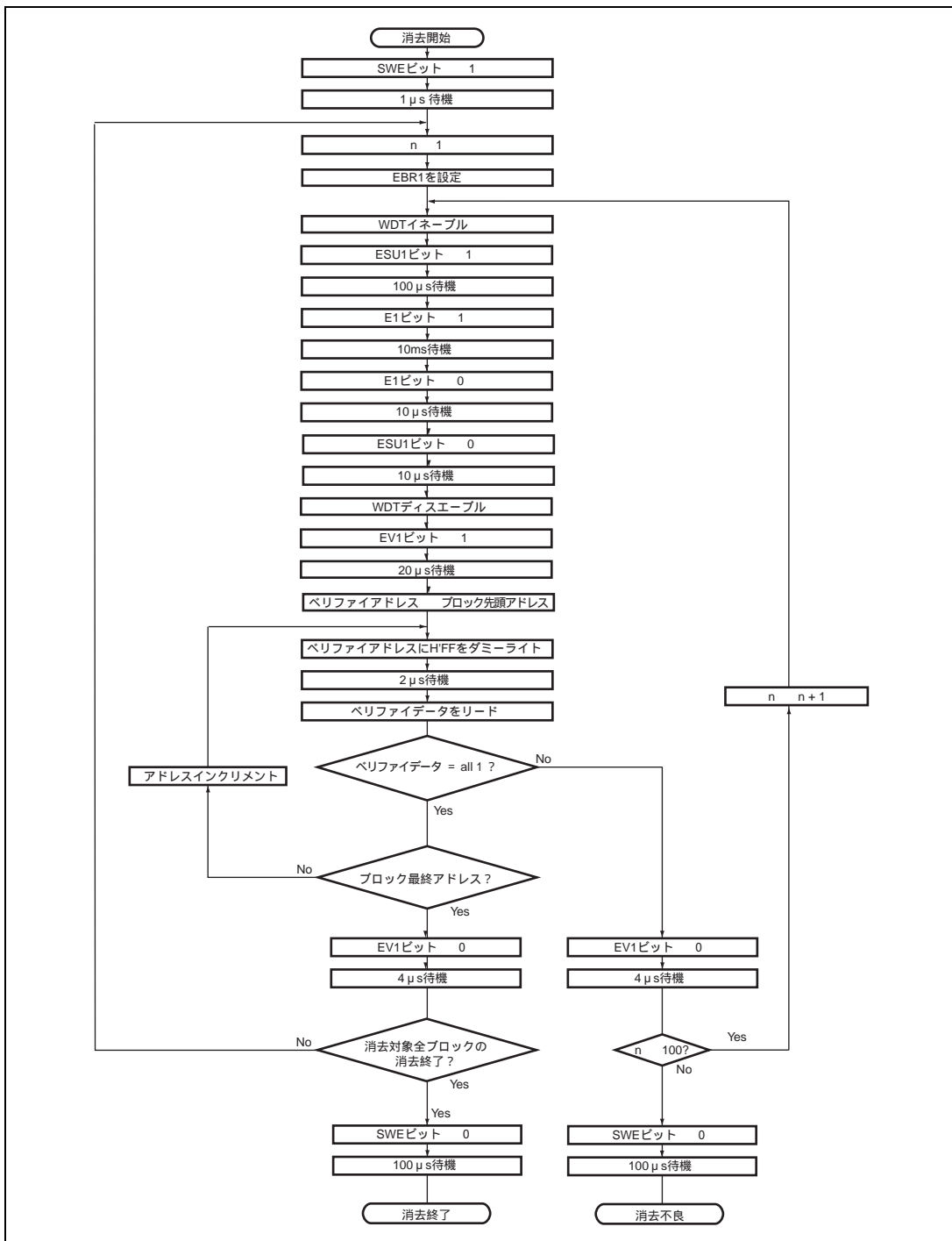


図 14.10 イレース/イレースベリファイフロー



## 14.9 書き込み / 消去プロテクト

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

### 14.9.1 ハードウェアプロテクト

ハードウェアプロテクトは、リセットまたはスタンバイモードへの状態遷移によりフラッシュメモリに対する書き込み / 消去が強制的に禁止、中断された状態をいいます。フラッシュメモリコントロールレジスタ1 (FLMCR1)、フラッシュメモリコントロールレジスタ2 (FLMCR2)、ブロック指定レジスタ1 (EBR1) が初期化されます。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。

### 14.9.2 ソフトウェアプロテクト

ソフトウェアで FLMCR1 の SWE ビットをクリアすることで全ブロック書き込み / 消去プロテクト状態になります。この状態で FLMCR1 の P1 ビットまたは E1 ビットをセットしてもプログラムモードまたはイレースモードへは遷移しません。また、ブロック指定レジスタ1 (EBR1) の設定により、ブロックごとに消去プロテクトが可能です。EBR1 を H'00 に設定すると全ブロックが消去プロテクト状態になります。

### 14.9.3 エラープロテクト

エラープロテクトはフラッシュメモリへの書き込み / 消去中に CPU の暴走や書き込み / 消去アルゴリズムに沿っていない動作を検出し、強制的に書き込み / 消去動作を中断した状態です。書き込み / 消去動作を中断することで過剰書き込みや過剰消去によるフラッシュメモリへのダメージを防止します。

フラッシュメモリへの書き込み / 消去中に以下のエラーを検出すると、FLMCR2 の FLER ビットが1にセットされ、エラープロテクト状態となります。

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

このとき、FLMCR1、FLMCR2、EBR1 の内容は保持されますが、エラーを検出した時点でプログラムモードまたはイレースモードは強制的に中断されます。P1 ビット、E1 ビットをセットしてもプログラムモードやイレースモードへは遷移しません。ただし、PV1 ビット、EV1 ビットは保持され、ベリファイモードへの遷移は可能です。エラープロテクト状態は、パワーオンリセットによってのみ解除できます。

## 14.10 ライタモード

ライタモードでは、ソケットアダプタを介して単体のフラッシュメモリと同様に PROM ライタで書き込み / 消去を行うことができます。PROM ライタは 64k バイトフラッシュメモリ内蔵マイコンデバイスタイプ (FZTAT64V5A) をサポートしているライタを使用してください。

## 14.11 フラッシュメモリの低消費電力動作

ユーザモードではフラッシュメモリは次のいずれかの状態になります。

- 通常動作状態  
フラッシュメモリのリード / ライトが可能です。
- 低消費電力状態  
電源回路の一部を停止して、LSI がサブクロック動作時にフラッシュメモリのリードが可能です。
- スタンバイ状態  
フラッシュメモリのすべての回路が停止します。

表 14.6 に本 LSI の動作モードとフラッシュメモリの状態の関係を示します。フラッシュメモリがスタンバイ状態から通常動作状態へ復帰するときは、停止した電源回路の安定化時間が必要となります。外部クロックを使用する場合も含めて、通常動作モードへ復帰するときの待機時間が 2ms 以上になるよう SBYCR の STS2 ~ STS0 を設定してください。

表 14.6 フラッシュメモリの動作状態

本 LSI の動作モード	フラッシュメモリの状態
高速モード 中速モード スリープモード	通常動作状態
サブアクティブモード サブスリープモード	PDWND = 0 のとき 低消費電力状態 (リードのみ) PDWND = 1 のとき 通常動作状態 (リードのみ)
ウォッチモード ソフトウェアスタンバイモード ハードウェアスタンバイモード	スタンバイ状態

## 14.12 使用上の注意事項

### 14.12.1 F-ZTAT マイコンのマスク ROM 化時の注意事項

マスク ROM 版には F-ZTAT 版に存在するフラッシュメモリのコントロール用内部レジスタが存在しません。表 14.7 に F-ZTAT 版に存在して、マスク ROM 版に存在しないレジスタを示します。表 14.7 に示したレジスタをリードした場合、マスク ROM 版では不定値が読み出されます。このため、F-ZTAT 版で開発したアプリケーションソフトをマスク ROM 版に変更する場合、表 14.7 に示したレジスタの影響がないようアプリケーションソフトを変更してください。

表 14.7 F-ZTAT 版に存在してマスク ROM 版に存在しないレジスタ

レジスタ名称	略称	アドレス
フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1	H'FFA8
フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2	H'FFA9
消去ブロック指定レジスタ 1	EBR1	H'FFAA
RAM エミュレーションレジスタ	RAMER	H'FEDB
フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ	FLPWCR	H'FFAC



## 15. 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 ( )、バスマスタクロック、内部クロック、サブクロックを生成します。クロック発振器は、発振器、PLL 回路、サブクロック分周器、クロック選択回路、中速クロック分周器、バスマスタクロック選択回路で構成されます。クロック発振器のブロック図を図 15.1 に示します。

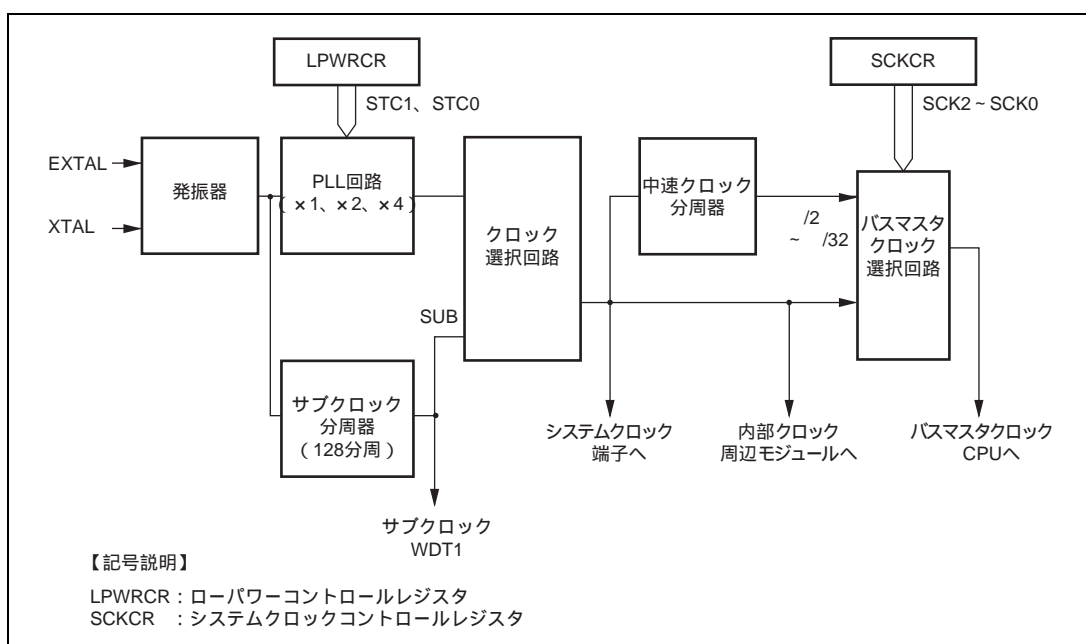


図 15.1 クロック発振器のブロック図

発振器からの周波数は、PLL 回路により変更できます。周波数の変更は、ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR) とシステムクロックコントロールレジスタ (SCKCR) の設定によりソフトウェアで行います。

## 15. クロック発振器

### 15.1 レジスタの説明

クロック発振器には以下のレジスタがあります。

- システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR)
- ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)

#### 15.1.1 システムクロックコントロールレジスタ (SCKCR)

SCKCR は 出力、PLL 回路の周波数通倍率変更時の動作選択、中速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	PSTOP	0	R/W	出力禁止 出力を制御します。 高速モード、中速モード、サブアクティブモード、スリープモード、サブスリープモード 0: 出力 1: High レベル固定 ソフトウェアスタンバイモード、ウォッチモード、直接遷移 0: High レベル固定 1: High レベル固定 ハードウェアスタンバイモード 0: ハイインピーダンス 1: ハイインピーダンス
6~4		0		リザーブビット リードすると常に0がリードされます。
3	STCS	0	R/W	周波数通倍率切り替えモード選択 PLL 回路の周波数通倍率変更時の動作を選択します。 0: 変更した通倍率は、ソフトウェアスタンバイモード遷移後に有効 1: 変更した通倍率は、STC1、STC0 ビット書き換え後に有効
2	SCK2	0	R/W	システムクロックセレクト 2-0
1	SCK1	0	R/W	バスマスタクロックを選択します。
0	SCK0	0	R/W	000: 高速モード 001: 中速クロック /2 010: 中速クロック /4 011: 中速クロック /8 100: 中速クロック /16 101: 中速クロック /32 11x: 設定禁止

【記号説明】 ×: Don't care

### 15.1.2 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、サブクロック生成制御、発振回路帰還抵抗制御、周波数逡倍率設定を行います。

ビット	ビット名	初期値	R/W	説 明
7	DTON	0	R/W	「16.1.2 ローパワーコントロールレジスタ (LPWRCR)」を参照してください。
6	LSON	0	R/W	
5	-	0	R/W	リザーブビット リード/ライト可能ですが、1 に設定しないでください。
4	SUBSTP	0	R/W	サブクロック生成制御 0 : サブクロック生成を許可 1 : サブクロック生成を禁止
3	RFCUT	0	R/W	発振回路帰還抵抗制御 0 : メインクロック発振時帰還 ON、メインクロック発振停止時帰還抵抗 OFF 1 : 帰還抵抗を OFF、変更はソフトウェアスタンバイ遷移復帰後に有効 【注】水晶発振子を使用する場合、このビットを 1 にセットすると発振器が動作しなくなります。
2	-	0	R/W	リザーブビット リード/ライト可能ですが、1 に設定しないでください。
1	STC1	0	R/W	周波数逡倍率設定 PLL 回路の周波数逡倍率を設定します。 00 : ×1 01 : ×2 10 : ×4 11 : 設定禁止
0	STC0	0	R/W	

## 15. クロック発振器

### 15.2 発振器

クロックを供給する方法には、水晶発振子を接続する方法と外部クロックを入力する方法があります。入力するクロックは24MHz以下としてください。

#### 15.2.1 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15.2に示します。ダンピング抵抗  $R_d$  は、表15.1に示すものを使用してください。また、水晶発振子は、ATカット並列共振形を使用してください。

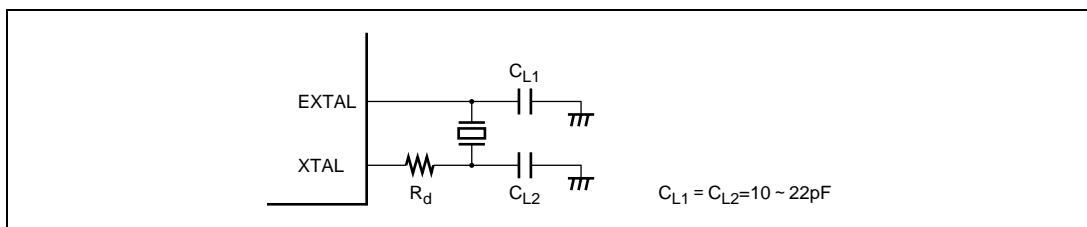


図 15.2 水晶発振子の接続例

表 15.1 ダンピング抵抗値

周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24
$R_d$ ( )	500	200	0	0	0	0	0

水晶発振子の等価回路を図15.3に示します。水晶発振子は表15.2に示す特性のものを使用してください。

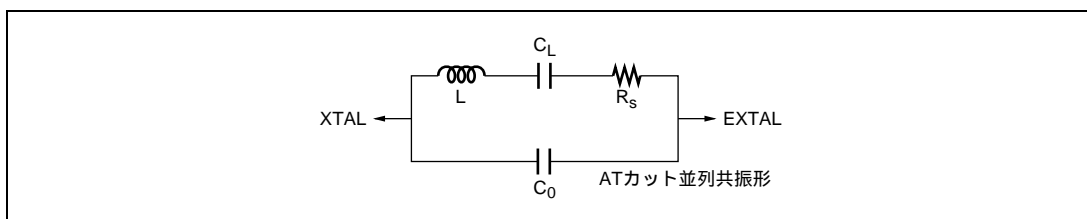


図 15.3 水晶発振子の等価回路

表 15.2 水晶発振子の特性

周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24
$R_s$ max ( )	120	80	70	60	50	40	30
$C_0$ max ( pF )	7						



## 15.2.2 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 15.4 に示します。XTAL 端子をオープン状態にする場合、寄生容量は 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、スタンバイモード時は外部クロックを High レベルにしてください。

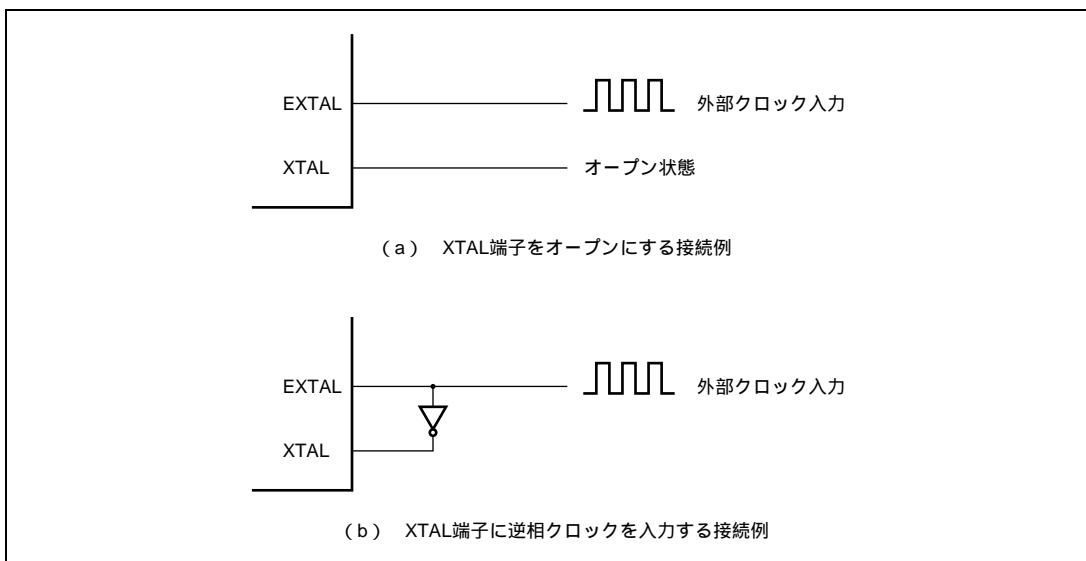


図 15.4 外部クロックの接続例

外部クロックの入力条件を表 15.3 に示します。

表 15.3 外部クロック入力条件

項 目	記号	Vcc = 5.0V ± 10%		単 位	測定条件
		min	max		
外部クロック入力パルス幅 Low レベル	tEXL	15	-	ns	図 15.5
外部クロック入力パルス幅 High レベル	tEXH	15	-	ns	
外部クロック立ち上がり時間	tEXr	-	5	ns	
外部クロック立ち下がり時間	tEXf	-	5	ns	

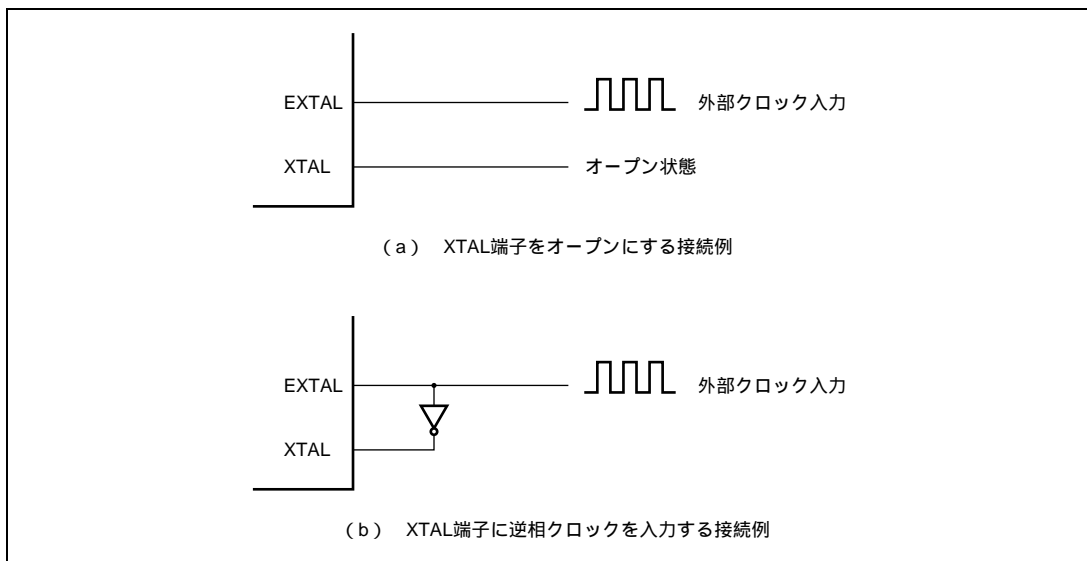


図 15.5 外部クロック入力タイミング

### 15.3 PLL 回路

PLL 回路は、発振器からの周波数を 1 倍、2 倍、4 倍に逡倍する機能を持っています。周波数逡倍率は LPWRCR の STC1、STC0 ビットで設定します。このとき、内部クロックの立ち上がりエッジの位相は EXTAL 端子の立ち上がりエッジの位相に一致するように制御されます。

PLL 回路の周波数逡倍率を変更する場合、SCKCR の STCS ビットの設定で動作が異なります。

STCS ビットが 0 の場合、変更した周波数逡倍率はソフトウェアスタンバイモード遷移後に有効になります。遷移時間は、スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR) の STS2 ~ STS0 ビットで設定します。SBYCR については「16.1.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)」を参照してください。

1. 初期状態では、PLL回路の逡倍率は1倍です。
2. STS2 ~ STS0ビットで遷移時間を設定します。
3. STC1、STC0ビットで周波数逡倍率を設定し、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。
4. クロック発振器が停止し、設定したSTC1、STC0の設定が有効となります。
5. ソフトウェアスタンバイモードを解除し、STS2 ~ STS0ビットで設定した遷移時間が確保されます。
6. 設定した遷移時間経過後、変更した周波数逡倍率で本LSIは動作を再開します。

## 15.4 サブクロック分周器

サブクロック分周器は、発振器で生成されたクロックを 128 分周し、サブクロックを生成します。サブクロックを時計用として使用する場合、ソフトウェアによる補正が必要となります。

## 15.5 中速クロック分周器

中速クロック分周器は、システムクロックを分周し、 $/2$ 、 $/4$ 、 $/8$ 、 $/16$ 、 $/32$  を生成します。

## 15.6 バスマスタクロック選択回路

バスマスタクロック選択回路は、バスマスタに供給するクロックを SCKCR の SCK2 ~ SCK0 ビットにより高速モード、または中速クロック ( $/2$ 、 $/4$ 、 $/8$ 、 $/16$ 、 $/32$ ) から選択します。

## 15.7 使用上の注意事項

### 15.7.1 発振子に関する注意事項

発振子に関する諸特性は、ユーザのボード設計に密接に関係しますので本章で案内する発振子の接続例を参考に、ユーザ側での十分な評価を実施してご使用願います。発振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うえ決定してください。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。

### 15.7.2 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。図 15.6 に示すように発振回路の近くには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。

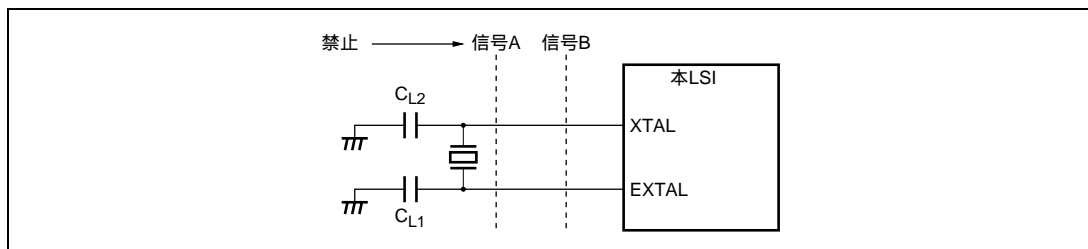


図 15.6 発振回路部のボード設計に関する注意事項

## 15. クロック発振器

PLL 回路の外付け推奨回路を図 15.7 に示します。発振を安定させるための容量 C1 および抵抗 R1 は、PLLAP 端子の近くに配置してください。また、他の信号線と交差させないでください。PLL<sub>VCL</sub>、PLL<sub>VSS</sub> と V<sub>CC</sub>、V<sub>SS</sub> はボードの電源供給元から分離し、端子の近くにバイパスコンデンサ CB を必ず挿入してください。

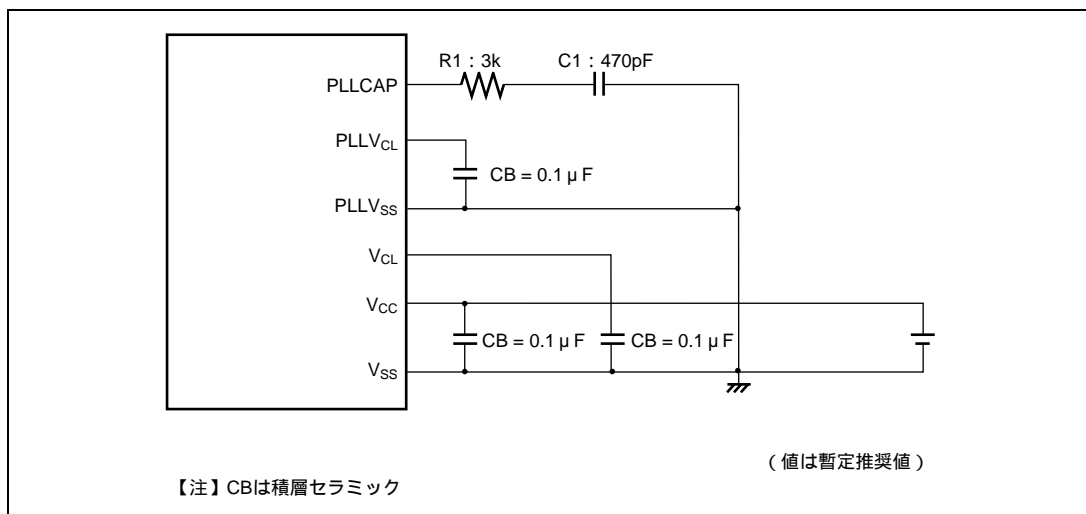


図 15.7 PLL 回路の外付け推奨回路

---

## 16. 低消費電力状態

---

本 LSI には、通常のプログラム実行状態のほかに、CPU や発振器の動作を停止し、消費電力を低くする低消費電力状態があります。CPU、内蔵周辺機能などを個別に制御して、低消費電力化を実現できます。

本 LSI の動作状態には、高速モードのほか、

- 中速モード
- サブアクティブモード
- スリープモード
- サブスリープモード
- ウォッチモード
- モジュールストップモード
- ソフトウェアスタンバイモード
- ハードウェアスタンバイモード

の低消費電力状態があります。スリープモード、サブスリープモードは CPU の状態、中速モードは CPU とバスマスタの状態、サブアクティブモードは CPU とバスマスタ、内蔵周辺機能の状態、モジュールストップモードは内蔵周辺機能（CPU 以外のバスマスタも含む）の状態です。これらは組み合わせて設定することができます。

リセット後は、高速モード / モジュールストップモードになっています。

図 16.1 に可能なモード間遷移を示します。表 16.1 に SLEEP 命令実行時の各モードへの遷移条件と割り込みによる復帰先を、表 16.2 に各モードでの LSI の内部状態を示します。

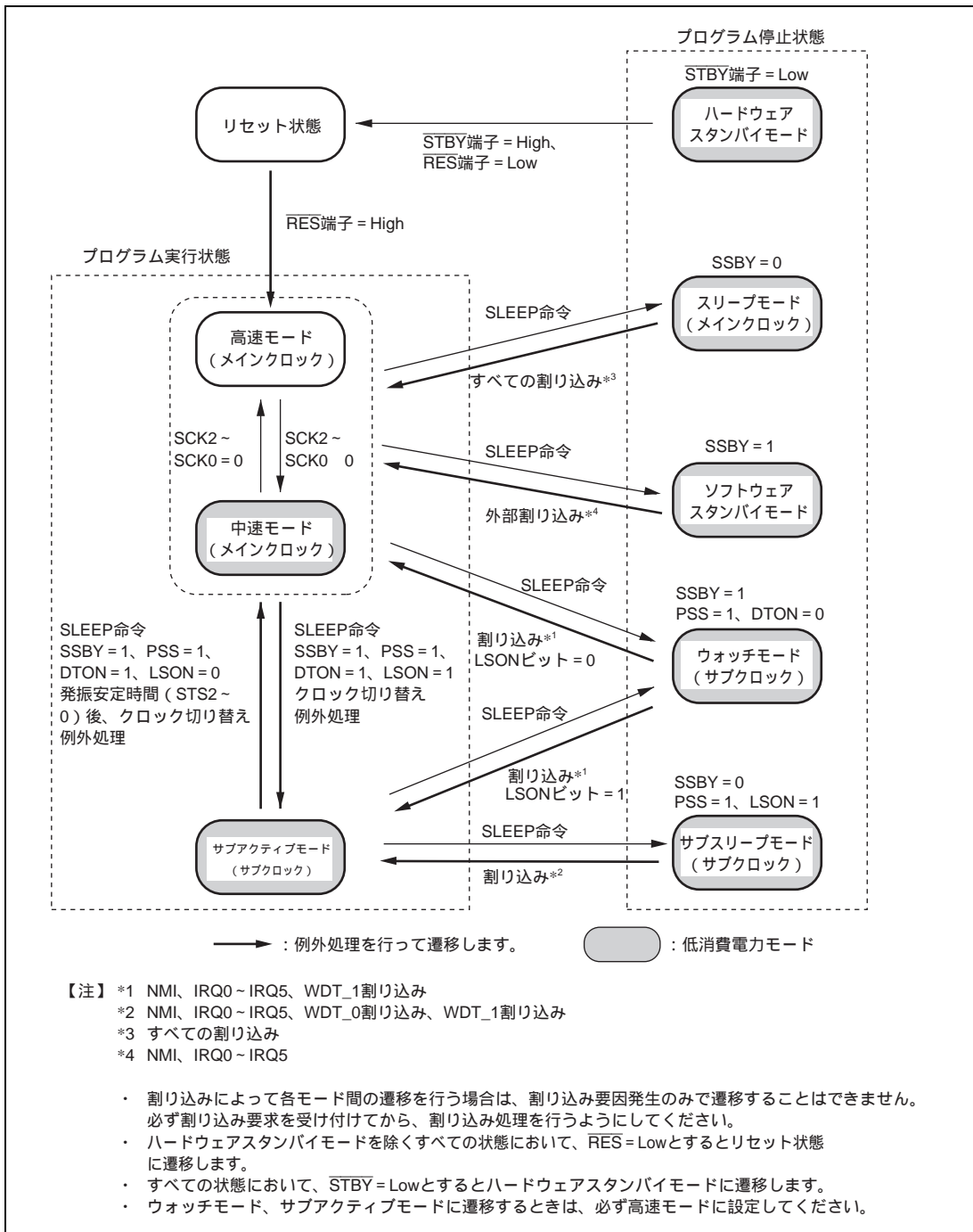


図 16.1 モード遷移図

表 16.1 低消費電力モード遷移条件

遷移前の状態	遷移時の制御ビット状態				SLEEP 命令による 遷移後の状態	割り込みによる 復帰後の状態
	SSBY	PSS	LSON	DTON		
高速 / 中速	0	*	0	*	スリープ	高速 / 中速
	0	*	1	*	-	-
	1	0	0	*	ソフトウェアスタンバイ	高速 / 中速
	1	0	1	*	-	-
	1	1	0	0	ウォッチ	高速
	1	1	1	0	ウォッチ	サブアクティブ
	1	1	0	1	-	-
	1	1	1	1	サブアクティブ	-
サブアクティブ	0	0	*	*	-	-
	0	1	0	*	-	-
	0	1	1	*	サブスリープ	サブアクティブ
	1	0	*	*	-	-
	1	1	0	0	ウォッチ	高速
	1	1	1	0	ウォッチ	サブアクティブ
	1	1	0	1	高速	-
	1	1	1	1	-	-

【記号説明】 \* : Don't care

- : 設定禁止

## 16. 低消費電力状態

表 16.2 各モードでの本 LSI の内部状態

機能		高速	中速	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	ハード 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	動作	動作	動作	動作	停止	停止
CPU	命令	動作	中速動作	停止 (保持)	高/中速 動作	停止 (保持)	サブクロ ック動作	停止 (保持)	停止 (保持)	停止 (不定)
	レジスタ									
外部 割り込み	NMI	動作	動作	動作	動作	動作	動作	動作	動作	停止
	IRQ0-5									
周辺機能	WDT_0	動作	動作	動作		停止 (保持)	サブクロ ック動作	サブクロ ック動作	停止 (保持)	停止 (リセット)
	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)	停止 (リセット)
	I/O	動作	動作	動作	動作	保持	動作	保持	保持	ハイインピ ーダンス
	TPU	動作	動作	動作	停止 (保持)	停止 (保持)	停止 (保持)	停止 (保持)	停止 (保持)	停止 (リセット)
	SCI	動作	動作	動作	停止 (リセット)	停止 (リセット)	停止 (リセット)	停止 (リセット)	停止 (リセット)	停止 (リセット)
	HCAN									
	A/D									
RAM	動作	中速動作	動作	動作	保持	動作	保持	保持	保持	

- 【注】
1. 停止（保持）は、内部レジスタ値保持。内部状態は動作中断。
  2. 停止（リセット）は、内部レジスタ値および内部状態を初期化。
  3. モジュールストップモード時は、停止設定をしたモジュールのみ停止（リセットまたは保持）。

### 16.1 レジスタの説明

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。システムクロックコントロールレジスタ（SCKCR）については「15.1.1 システムクロックコントロールレジスタ（SCKCR）」を参照してください。

- システムクロックコントロールレジスタ（SCKCR）
- 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A（MSTPCRA）
- モジュールストップコントロールレジスタB（MSTPCRB）
- モジュールストップコントロールレジスタC（MSTPCRC）



## 16.1.1 スタンバイコントロールレジスタ (SBYCR)

SBYCR は、ソフトウェアスタンバイ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 命令実行による低消費電力遷移時に、他の制御ビットとの組み合わせで動作モードを決定します。 0: 高速モード、および中速モードで SLEEP 命令を実行したとき、スリープモードに遷移 サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき、サブスリープモードに遷移 1: 高速モード、および中速モードで SLEEP 命令を実行したとき、ソフトウェアスタンバイ、サブアクティブモード、あるいはウォッチモード*に遷移 サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき、ウォッチモード、あるいは高速モードに遷移
6 5 4	STS2 STS1 STS0	0 0 0	R/W R/W R/W	スタンバイタイムセレクト 2~0 外部割り込みによって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場合に、クロックが安定するまで MCU が待機する時間を選択します。水晶発振の場合、表 16.3 を参照し、動作周波数に応じて待機時間が 8ms (発振安定時間) 以上となるように選択してください。外部クロックの場合、2ms 以上となるよう待機時間を選択してください。 000: 待機時間 = 8192 ステート 001: 待機時間 = 16384 ステート 010: 待機時間 = 32768 ステート 011: 待機時間 = 65536 ステート 100: 待機時間 = 131072 ステート 101: 待機時間 = 262144 ステート 110: リザーブ 111: 待機時間 = 16 ステート
3		1	R/W	リザーブビット ライト時は必ず 1 にしてください。
2~0		すべて 0		リザーブビット リードすると常に 0 がリードされます。ライトは無効です。

【注】 \* ウォッチモード、サブアクティブモードへの遷移時は、必ず高速モードに設定してください。

## 16. 低消費電力状態

### 16.1.2 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、サブクロック生成制御、発振回路帰還抵抗制御、周波数逡倍率設定を行います。

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>0: 高速モードあるいは中速モードで SLEEP 命令を実行したとき、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*に遷移します。サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき、サブスリープモードまたはウォッチモードに遷移します。</p> <p>1: 高速モードあるいは中速モードで SLEEP 命令を実行したとき、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します。サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき、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します。</p>
6	LSON	0	R/W	<p>ロースピードオンフラグ</p> <p>0: 高速モードあるいは中速モードで SLEEP 命令を実行したとき、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*に遷移します。サブアクティブモードで SLEEP 命令を実行したとき、ウォッチモードに遷移、または高速モードに直接遷移します。ウォッチモード解除後に高速モードに遷移します。</p> <p>1: 高速モードで SLEEP 命令を実行したとき、ウォッチモードまたは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 SLEEP 命令を実行したとき、サブスリープモードまたはウォッチモードに遷移します。ウォッチモード解除後にサブアクティブモードに遷移します。</p>
5		0	R/W	<p>リザーブビット</p> <p>リード/ライト可能ですが、1 に設定しないでください。</p>
4	SUBSTP	0	R/W	<p>サブクロック生成制御</p> <p>0: サブクロック生成を許可</p> <p>1: サブクロック生成を禁止</p>
3	RFCUT	0	R/W	<p>発振回路帰還抵抗制御</p> <p>0: メインクロック発振時帰還抵抗 ON、メインクロック発振停止時帰還抵抗 OFF</p> <p>1: 帰還抵抗を OFF、変更はソフトウェアスタンバイ遷移復帰後に有効</p> <p>【注】水晶発振子を使用する場合、このビットを 1 にセットすると発振器が動作しなくなります。</p>
2		0	R/W	<p>リザーブビット</p> <p>リード/ライト可能ですが、1 に設定しないでください。</p>

ビット	ビット名	初期値	R/W	説明
1	STC1	0	R/W	周波数通倍率設定
0	STC0	0	R/W	PLL 回路の周波数通倍率を設定します。 00: × 1 01: × 2 10: × 4 11: 設定禁止

【注】 \* ウォッチモード、サブアクティブモードへの遷移時は、必ず高速モードに設定してください。

### 16.1.3 モジュールストップコントロールレジスタ A～C (MSTPCRA～MSTPCRC)

MSTPCR は、モジュールストップモードの制御を行います。1 のとき対応するモジュールはモジュールストップモードになり、クリアするとモジュールストップモードは解除されます。

#### • 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	
6	MSTPA6*	0	R/W	
5	MSTPA5	1	R/W	16 ビットタイムパルスユニット (TPU)
4	MSTPA4*	1	R/W	
3	MSTPA3*	1	R/W	
2	MSTPA2*	1	R/W	
1	MSTPA1	1	R/W	A/D 変換器
0	MSTPA0*	1	R/W	

#### • MSTPCRB

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPB7	1	R/W	シリアルコミュニケーションインタフェース_0 (SCI_0)
6	MSTPB6	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	MSTPB5	1	R/W	シリアルコミュニケーションインタフェース_2 (SCI_2)
4	MSTPB4*	1	R/W	
3	MSTPB3*	1	R/W	
2	MSTPB2*	1	R/W	
1	MSTPB1*	1	R/W	
0	MSTPB0*	1	R/W	

## 16. 低消費電力状態

### • MSTPCRC

ビット	ビット名	初期値	R/W	対象モジュール
7	MSTPC7*	1	R/W	
6	MSTPC6*	1	R/W	
5	MSTPC5*	1	R/W	
4	MSTPC4*	1	R/W	
3	MSTPC3	1	R/W	コントローラエリアネットワーク (HCAN)
2	MSTPC2*	1	R/W	
1	MSTPC1*	1	R/W	
0	MSTPC0*	1	R/W	

【注】 \* MSTPA7、MSTPA6 は、リード/ライト可、初期値は0です。ライト時は常に0としてください。

MSTPA4～MSTPA2、MSTPA0、MSTPB4～MSTPB0、MSTPC7～MSTPC4、MSTPC2～MSTPC0 はリード/ライト可、初期値は1です。ライト時は常に1としてください。

## 16.2 中速モード

SCKCR の SCK2～SCK0 ビットを1にセットすると、そのバスサイクルの終了時点で中速モードになります。中速モードでは、CPU は SCK2～SCK0 ビットで指定した動作クロック ( /2、 /4、 /8、 /16、 /32 ) で動作します。

バスマスタ以外の内蔵周辺機能は常に高速クロック ( ) で動作します。

中速モードではバスマスタの動作クロックに対して、指定されたステート数でバスアクセスを行います。たとえば、動作クロックとして /4 を選択した場合、内蔵メモリは4ステートアクセス、内部 I/O レジスタは8ステートアクセスになります。

中速モードの解除は、SCK2～SCK0 ビットをいずれも0にクリアすることによって行われ、そのバスサイクルの終了時点で高速モードに遷移し、中速モードは解除されます。

SBYCR の SSBY ビットを0にクリアした状態で SLEEP 命令を実行すると、スリープモードに遷移します。スリープモードが割り込みによって解除されると中速モードに復帰します。

また、SSBY ビットを1にセットした状態で SLEEP 命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ソフトウェアスタンバイモードが外部割り込みによって解除されると中速モードに復帰します。

$\overline{\text{RES}}$  端子を Low レベルにするとリセット状態に遷移し、中速モードは解除されます。ウォッチドッグタイマのオーバフローによるリセットによっても同様です。

$\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

中速モードへの遷移、解除のタイミングを図 16.2 に示します。

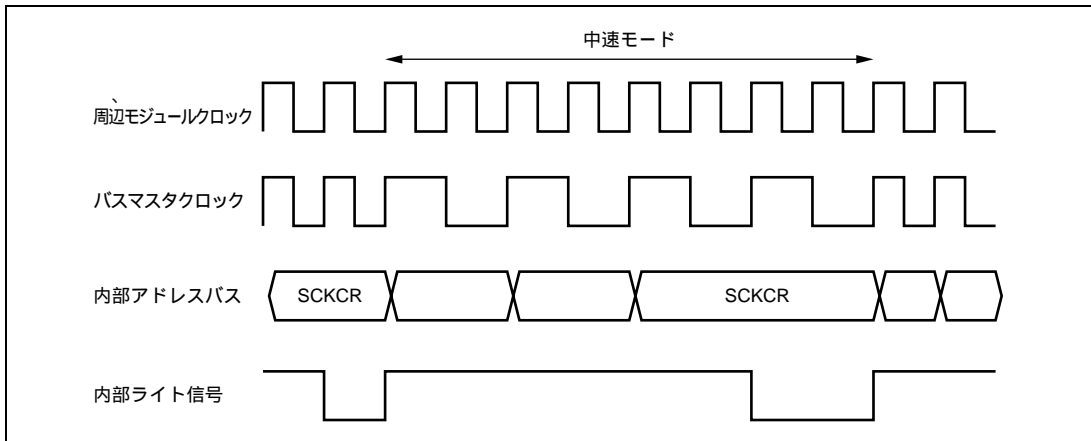


図 16.2 中速モードの遷移・解除タイミング

## 16.3 スリープモード

### 16.3.1 スリープモードへの遷移

SBYCRのSSBYビット=0の状態ではSLEEP命令を実行すると、CPUはスリープモードになります。スリープモード時、CPUの動作は停止しますが、CPUの内部レジスタの内容は保持されます。CPU以外の周辺機能は停止しません。

### 16.3.2 スリープモードの解除

スリープモードの解除は、すべての割り込み、 $\overline{\text{RES}}$ 、または $\overline{\text{STBY}}$ 端子によって行われます。

- 割り込みによる解除

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場合、また、NMI以外の割り込みがCPUでマスクされている場合には、スリープモードは解除されません。

- $\overline{\text{RES}}$ 端子による解除

$\overline{\text{RES}}$ 端子をLowレベルにすると、リセット状態になります。規定のリセット入力期間後、 $\overline{\text{RES}}$ 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。

- $\overline{\text{STBY}}$ 端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$ 端子をLowレベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

### 16.4 ソフトウェアスタンバイモード

#### 16.4.1 ソフトウェアスタンバイモードへの遷移

SBYCRのSSBYビットを1にセットした状態でSLEEP命令を実行すると、ソフトウェアスタンバイモードになります。このモードでは、CPU、内蔵周辺機能、および発振器のすべての機能が停止します。ただし、CPUの内部レジスタの内容と内蔵RAMのデータ、SCIおよびA/D変換器を除く内蔵周辺機能と、I/Oポートの状態は保持されます。本モードでは、発振器が停止するため、消費電力は著しく低減されます。

#### 16.4.2 ソフトウェアスタンバイモードの解除

ソフトウェアスタンバイモードの解除は、外部割り込み（NMI端子、 $\overline{\text{IRQ0}} \sim \overline{\text{IRQ5}}$ 端子）、 $\overline{\text{RES}}$ 端子、または $\overline{\text{STBY}}$ 端子によって行われます。

- 割り込みによる解除

NMI、IRQ0～IRQ5割り込み要求信号が入力されると、クロックが発振を開始し、SBYCRのSTS2～STS0ビットによって設定された時間が経過したあと、安定したクロックが本LSI全体に供給されて、ソフトウェアスタンバイモードは解除され、割り込み例外処理を開始します。

IRQ0～IRQ5割り込みでソフトウェアスタンバイモードを解除する場合には、対応するイネーブルビットを1にセットし、かつIRQ0～IRQ5割り込みより高い優先順位の割り込みが発生しないようにしてください、なお、CPU側でマスクした場合には、ソフトウェアスタンバイモードは解除できません。

- $\overline{\text{RES}}$ 端子による解除

$\overline{\text{RES}}$ 端子をLowレベルにすると、クロックの発振が開始されます。クロックの発振開始と同時に、本LSI全体にクロックが供給されます。このとき $\overline{\text{RES}}$ 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。 $\overline{\text{RES}}$ 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。

- $\overline{\text{STBY}}$ 端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$ 端子をLowレベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

#### 16.4.3 ソフトウェアスタンバイモード解除後の発振安定時間の設定

SBYCRのSTS2～STS0ビットの設定は、以下のようにしてください。

- 水晶発振の場合

待機時間が8ms（発振安定時間）以上となるようにSTS2～STS0ビットを設定してください。

表16.3に、動作周波数とSTS2～STS0ビットの設定に対する待機時間を示します。

- 外部クロックの場合

PLL回路の安定時間が必要になります。2ms以上となるように待機時間を設定してください。

表 16.3 発振安定時間の設定

STS2	STS1	STS0	待機時間	24MHz	20MHz	16MHz	12MHz	10MHz	8MHz	6MHz	4MHz	単位
0	0	0	8192 ステート	0.34	0.41	0.51	0.68	0.8	1.0	1.3	2.0	ms
		1	16384 ステート	0.68	0.82	1.0	1.3	1.6	2.0	2.7	4.1	
	1	0	32768 ステート	1.4	1.6	2.0	2.7	3.3	4.1	5.5	8.2	
		1	65536 ステート	2.7	3.3	4.1	5.5	6.6	8.2	10.9	16.4	
1	0	0	131072 ステート	5.5	6.6	8.2	10.9	13.1	16.4	21.8	32.8	μs
		1	262144 ステート	10.9	13.1	16.4	21.8	26.2	32.8	43.6	65.6	
	1	0	リザーブ	-	-	-	-	-	-	-	-	
		1	16 ステート*	0.7	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	1.7	4.0	

■ : 推奨設定時間

【注】 \* 設定できません。

#### 16.4.4 ソフトウェアスタンバイモードの応用例

NMI 端子の立ち下がりエッジでソフトウェアスタンバイモードに遷移し、NMI 端子の立ち上がりエッジでソフトウェアスタンバイモードの解除を行う例を図 16.3 に示します。

この例では、SYSCR の NMIEG ビットが 0 にクリアされている（立ち下がりエッジ指定）状態で、NMI 割り込みを受け付けた後、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。

## 16. 低消費電力状態

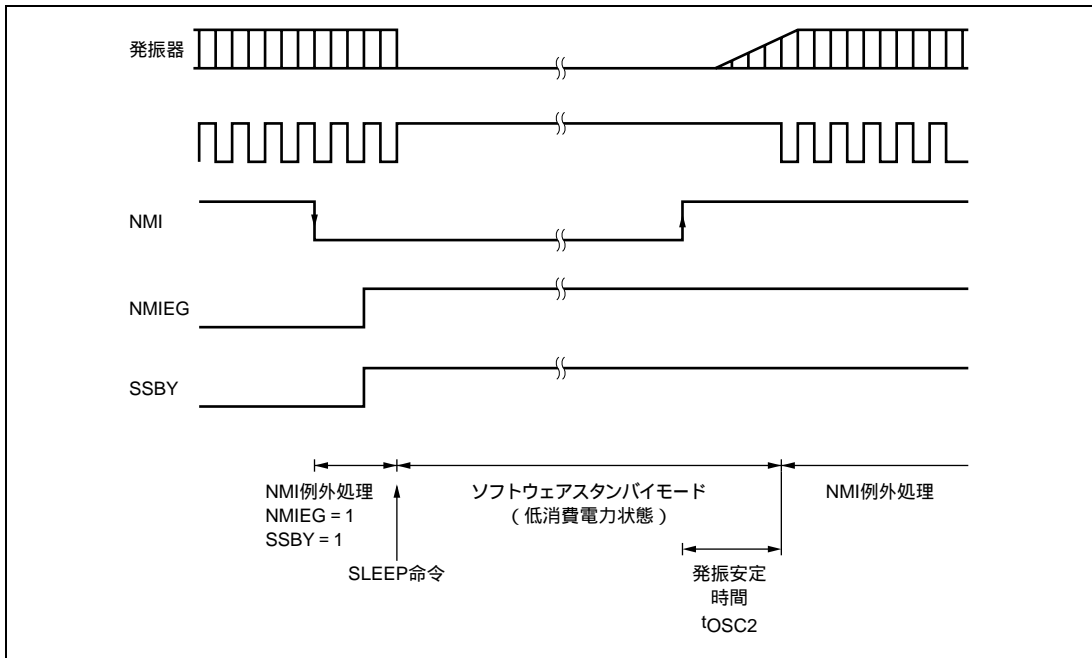


図 16.3 ソフトウェアスタンバイモードの応用例



## 16.5 ハードウェアスタンバイモード

### 16.5.1 ハードウェアスタンバイモードへの遷移

$\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにすると、どの状態からでもハードウェアスタンバイモードになります。

ハードウェアスタンバイモードでは、すべての機能がリセット状態になり動作が停止するため、消費電力は著しく低減します。このとき、規定の電圧が与えられている限り、内蔵 RAM のデータは保持されます。I/O ポートはハイインピーダンス状態になります。

内蔵 RAM のデータを保持するためには、 $\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにする前に、SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアしてください。また、ハードウェアスタンバイモード中には、モード端子 (MD2 ~ MD0) の状態を変化させないでください。

### 16.5.2 ハードウェアスタンバイモードの解除

ハードウェアスタンバイモードの解除は、 $\overline{\text{STBY}}$  端子と  $\overline{\text{RES}}$  端子によって行われます。 $\overline{\text{RES}}$  端子を Low レベルにした状態で、 $\overline{\text{STBY}}$  端子を High レベルにすると、リセット状態になり、クロックは発振を開始します。このとき、 $\overline{\text{RES}}$  端子は必ずクロックの発振が安定するまで (水晶発振の場合、発振安定時間 8ms 以上) Low レベルを保持してください。その後、 $\overline{\text{RES}}$  端子を High レベルにすると、リセット例外処理状態を経てプログラム実行状態へ遷移します。

### 16.5.3 ハードウェアスタンバイモードのタイミング

#### (1) ハードウェアスタンバイモードの遷移タイミング

- SYSCR の RAME ビットを 1 にセットした状態で RAM の内容を保持する場合

図 16.4 に示すように  $\overline{\text{STBY}}$  信号の立ち下がりに対し、10 システムクロック前に  $\overline{\text{RES}}$  信号を Low としてください。また、 $\overline{\text{RES}}$  信号の立ち上がりは、 $\overline{\text{STBY}}$  信号の立ち下がりに対し 0ns 以上としてください。

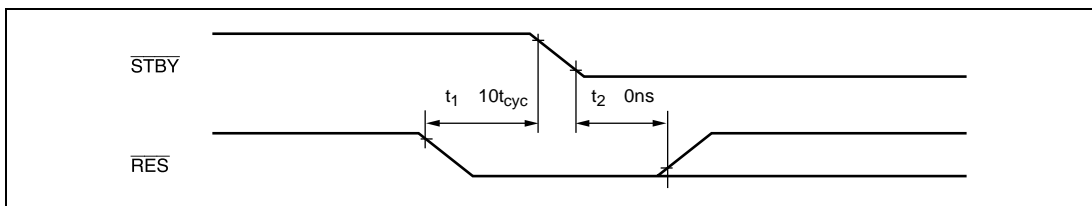


図 16.4 ハードウェアスタンバイモードの遷移タイミング

- SYSCR の RAME ビットを 0 にクリアした状態または RAM の内容を保持しない場合  
上記のように  $\overline{\text{RES}}$  信号を Low にする必要はありません。

## 16. 低消費電力状態

### (2) ハードウェアスタンバイモードからの復帰タイミング

$\overline{\text{STBY}}$  信号の立ち上がりに対し、100ns 以上に  $\overline{\text{RES}}$  信号を Low とし、パワーオンリセットしてください。

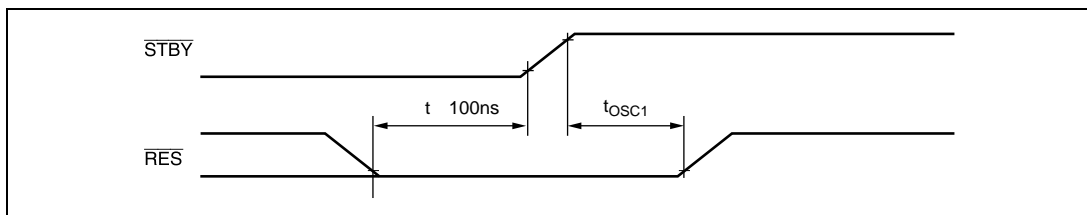


図 16.5 ハードウェアスタンバイモードからの復帰タイミング

## 16.6 モジュールストップモード

モジュールストップモードは内蔵周辺機能のモジュール単位で設定することができます。

MSTPCR の対応する MSTP ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点でモジュールは動作を停止してモジュールストップモードへ遷移します。このとき CPU は独立して動作を継続します。

対応する MSTP ビットを 0 にクリアすることによって、モジュールストップモードは解除され、バスサイクルの終了時点でモジュールは動作を再開します。モジュールストップモードでは、SCI\*、HCAN および A/D 変換器を除くモジュールの内部状態が保持されています。

リセット解除後は、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。

【注】 \* SCI の一部のレジスタの内部状態は保持されます。

## 16.7 ウォッチモード

### 16.7.1 ウォッチモードへの遷移

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 = 1、LPWRCR の DTON = 0、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 1 の状態で SLEEP 命令を実行すると、CPU はウォッチモードに遷移します。

ウォッチモード時、CPU は動作を停止します。また、WDT\_1 以外の周辺機能は動作を停止します。CPU の内部レジスタの内容と内蔵 RAM のデータ、SCI、HCAN および A/D 変換器を除く内蔵周辺機能と、I/O ポートの状態は保持されます。

## 16.7.2 ウォッチモードの解除

ウォッチモードの解除は、割り込み（WOV11 割り込み、NMI 端子、 $\overline{\text{IRQ0}} \sim \overline{\text{IRQ5}}$  端子）、 $\overline{\text{RES}}$  または  $\overline{\text{STBY}}$  端子によって行われます。

- 割り込みによる解除

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=0 のときは高速モードあるいは中速モードに、LSON=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あと、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~IRQ5 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、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け付け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は、ウォッチモードは解除されません。

ウォッチモードから高速モードに遷移するときの発振安定時間の設定は、「16.4.3 ソフトウェアスタンバイモード解除後の発振安定時間の設定」を参照してください。

- $\overline{\text{RES}}$  端子による解除

$\overline{\text{RES}}$  端子による解除については、「16.4.2 ソフトウェアスタンバイモードの解除」を参照してください。

- $\overline{\text{STBY}}$  端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

## 16.8 サブスリープモード

### 16.8.1 サブスリープモードへの遷移

サブアクティブモードにおいて、SBYCR の SSBY=0、LPWRCR の LSON=1、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS=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、WDT\_0、WDT\_1 以外の周辺機能は動作を停止します。CPU の内部レジスタの内容と内蔵 RAM のデータ、SCI、HCAN および A/D 変換器を除く内蔵周辺機能と、I/O ポートの状態は保持されます。

### 16.8.2 サブスリープモードの解除

サブスリープモードの解除は、割り込み（WOV10、WOV11 割り込み、NMI 端子、 $\overline{\text{IRQ0}} \sim \overline{\text{IRQ5}}$  端子）、 $\overline{\text{RES}}$  または  $\overline{\text{STBY}}$  端子によって行われます。

- 割り込みによる解除

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~IRQ5 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、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け付け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は、サブスリープモードは解除されません。

## 16. 低消費電力状態

---

- $\overline{\text{RES}}$  端子による解除

$\overline{\text{RES}}$  端子による解除については、「16.4.2 ソフトウェアスタンバイモードの解除」を参照してください。

- $\overline{\text{STBY}}$  端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

## 16.9 サブアクティブモード

### 16.9.1 サブアクティブモードへの遷移

高速モードにおいて、SBYCR の SSBY = 1、LPWRCR の DTON = 1、LSON = 1、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 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 = 1 の状態であれば、サブアクティブモードに遷移します。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 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、SCKCR の SCK2 ~ SCK0 の各ビットを必ず 0 としてください。

### 16.9.2 サブアクティブモードの解除

サブアクティブモードの解除は、SLEEP 命令、 $\overline{\text{RES}}$  または  $\overline{\text{STBY}}$  端子によって行われます。

- SLEEP 命令による解除

SBYCR の SSBY = 1、LPWRCR の DTON = 0、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 1 の状態で 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。SBYCR の SSBY = 0、LPWRCR の LSON = 1、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 1 の状態で 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 = 1、LPWRCR の DTON = 1、LSON = 0、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 1 の状態で SLEEP 命令を実行すると、高速モード (SCK0 ~ SCK2 がすべて 0) に直接遷移します。

- $\overline{\text{RES}}$  端子による解除

$\overline{\text{RES}}$  端子による解除については、「16.4.2 ソフトウェアスタンバイモードの解除」を参照してください。

- $\overline{\text{STBY}}$  端子による解除

$\overline{\text{STBY}}$  端子を Low レベルにすると、ハードウェアスタンバイモードに遷移します。

## 16.10 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、中速モード、サブアクティブモードの3つのモードがあります。プログラムを停止することなく高速モードとサブアクティブモードの間で、遷移することを直接遷移とよびます。直接遷移は LPWRCR の DTON ビットを 1 にセットし、SLEEP 命令を実行することにより可能です。遷移後は直接遷移割り込み例外処理を開始します。

### 16.10.1 高速モードからサブアクティブモードへの直接遷移

高速モードで SBYCR の SSBY = 1、LPWRCR の LSON = 1、DTON = 1、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 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。

### 16.10.2 サブアクティブモードから高速モードへの直接遷移

サブアクティブモードで SBYCR の SSBY = 1、LPWRCR の LSON = 0、DTON = 1、TCSR\_1 (WDT\_1) の PSS = 1 の状態で 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あと、直接高速モードに遷移します。

## 16.11 クロック出力制御

SCKCR の PSTOP ビット、対応するポートの DDR により、クロックの出力を制御することができます。PSTOP ビットを 1 にセットすると、バスサイクルの終了時点でクロックは停止し、出力は High レベルになります。PSTOP を 0 にクリアした状態では、クロック出力は許可されます。また、対応するポートの DDR を 0 にクリアすると、クロック出力は禁止され、入力ポートになります。表 16.4 に各処理状態における端子の状態を示します。

表 16.4 各処理状態における端子の状態

レジスタの設定値		高速モード、 中速モード	サブアクティブ モード	スリープモード、 サブスリープモード	ソフトウェア スタンバイモード、 ウォッチモード、 直接遷移	ハードウェア スタンバイモード
DDR	PSTOP					
0	X	ハイインピーダンス	ハイインピーダンス	ハイインピーダンス	ハイインピーダンス	ハイインピーダンス
1	0	出力	<sub>sub</sub> 出力	出力	High 固定	ハイインピーダンス
1	1	High 固定	High 固定	High 固定	High 固定	ハイインピーダンス

### 16.12 使用上の注意事項

#### 16.12.1 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、出力電流分の消費電流は低減されません。

#### 16.12.2 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。

#### 16.12.3 内蔵周辺モジュールの割り込み

サブアクティブモードで動作停止する内蔵周辺モジュール (TPU) は、当該割り込みをサブアクティブモードでクリアできません。したがって、割り込みが要求された状態でウォッチモードを経由してサブアクティブモードに遷移すると、CPU の割り込み要因のクリアができません。

事前に各モジュールの割り込みをディスエーブルにしたあと、SLEEP 命令実行しウォッチモードに遷移してください。

#### 16.12.4 MSTPCR のライト

MSTPCR は CPU のみでライトしてください。

---

## 17. レジスタ一覧

---

アドレス一覧では、内蔵レジスタのアドレス、ビット構成および動作モード別の状態に関する情報をまとめています。表記方法は下記のとおりです。

### 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。
- 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。

### 2. レジスタビット一覧

- 「レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、ビット構成を記載しています。
- リザーブビットは、ビット名称部に「 - 」で表記しています。
- ビット名称部が空白のものは、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。

### 3. 各動作モード別レジスタの状態

- 「レジスタアドレス一覧（アドレス順）」の順序で、レジスタの状態を記載しています。
- 基本的な動作モードにおけるレジスタの状態を示しており、内蔵モジュール固有のリセットなどがある場合は、内蔵モジュールの章を参照してください。

## 17. レジスタ一覧

### 17.1 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
マスタコントロールレジスタ	MCR	8	H'F800	HCAN	16	4
ジェネラルステータスレジスタ	GSR	8	H'F801	HCAN	16	4
ビットコンフィギュレーションレジスタ	BCR	16	H'F802	HCAN	16	4
メールボックスコンフィギュレーション レジスタ	MBCR	16	H'F804	HCAN	16	4
送信待ちレジスタ	TXPR	16	H'F806	HCAN	16	4
送信待ち取り消しレジスタ	TXCR	16	H'F808	HCAN	16	4
送信アクノレッジレジスタ	TXACK	16	H'F80A	HCAN	16	4
取り消しアクノレッジレジスタ	ABACK	16	H'F80C	HCAN	16	4
受信完了レジスタ	RXPR	16	H'F80E	HCAN	16	4
リモートリクエストレジスタ	RFPR	16	H'F810	HCAN	16	4
インタラプトレジスタ	IRR	16	H'F812	HCAN	16	4
メールボックスインタラプトマスクレジスタ	MBIMR	16	H'F814	HCAN	16	4
インタラプトマスクレジスタ	IMR	16	H'F816	HCAN	16	4
受信エラーカウンタ	REC	8	H'F818	HCAN	16	4
送信エラーカウンタ	TEC	8	H'F819	HCAN	16	4
未読メッセージステータスレジスタ	UMSR	16	H'F81A	HCAN	16	4
ローカルアクセプタンスフィルタマスク L	LAFML	16	H'F81C	HCAN	16	4
ローカルアクセプタンスフィルタマスク H	LAFMH	16	H'F81E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[1]	MC0[1]	8	H'F820	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[2]	MC0[2]	8	H'F821	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[3]	MC0[3]	8	H'F822	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[4]	MC0[4]	8	H'F823	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[5]	MC0[5]	8	H'F824	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[6]	MC0[6]	8	H'F825	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[7]	MC0[7]	8	H'F826	HCAN	16	4
メッセージコントロール 0[8]	MC0[8]	8	H'F827	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[1]	MC1[1]	8	H'F828	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[2]	MC1[2]	8	H'F829	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[3]	MC1[3]	8	H'F82A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[4]	MC1[4]	8	H'F82B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[5]	MC1[5]	8	H'F82C	HCAN	16	4



## 17. 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
メッセージコントロール 1[6]	MC1[6]	8	H'F82D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[7]	MC1[7]	8	H'F82E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 1[8]	MC1[8]	8	H'F82F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[1]	MC2[1]	8	H'F830	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[2]	MC2[2]	8	H'F831	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[3]	MC2[3]	8	H'F832	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[4]	MC2[4]	8	H'F833	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[5]	MC2[5]	8	H'F834	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[6]	MC2[6]	8	H'F835	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[7]	MC2[7]	8	H'F836	HCAN	16	4
メッセージコントロール 2[8]	MC2[8]	8	H'F837	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[1]	MC3[1]	8	H'F838	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[2]	MC3[2]	8	H'F839	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[3]	MC3[3]	8	H'F83A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[4]	MC3[4]	8	H'F83B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[5]	MC3[5]	8	H'F83C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[6]	MC3[6]	8	H'F83D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[7]	MC3[7]	8	H'F83E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 3[8]	MC3[8]	8	H'F83F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[1]	MC4[1]	8	H'F840	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[2]	MC4[2]	8	H'F841	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[3]	MC4[3]	8	H'F842	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[4]	MC4[4]	8	H'F843	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[5]	MC4[5]	8	H'F844	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[6]	MC4[6]	8	H'F845	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[7]	MC4[7]	8	H'F846	HCAN	16	4
メッセージコントロール 4[8]	MC4[8]	8	H'F847	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[1]	MC5[1]	8	H'F848	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[2]	MC5[2]	8	H'F849	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[3]	MC5[3]	8	H'F84A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[4]	MC5[4]	8	H'F84B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[5]	MC5[5]	8	H'F84C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[6]	MC5[6]	8	H'F84D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[7]	MC5[7]	8	H'F84E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 5[8]	MC5[8]	8	H'F84F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[1]	MC6[1]	8	H'F850	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[2]	MC6[2]	8	H'F851	HCAN	16	4

## 17. 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
メッセージコントロール 6[3]	MC6[3]	8	H'F852	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[4]	MC6[4]	8	H'F853	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[5]	MC6[5]	8	H'F854	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[6]	MC6[6]	8	H'F855	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[7]	MC6[7]	8	H'F856	HCAN	16	4
メッセージコントロール 6[8]	MC6[8]	8	H'F857	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[1]	MC7[1]	8	H'F858	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[2]	MC7[2]	8	H'F859	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[3]	MC7[3]	8	H'F85A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[4]	MC7[4]	8	H'F85B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[5]	MC7[5]	8	H'F85C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[6]	MC7[6]	8	H'F85D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[7]	MC7[7]	8	H'F85E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 7[8]	MC7[8]	8	H'F85F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[1]	MC8[1]	8	H'F860	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[2]	MC8[2]	8	H'F861	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[3]	MC8[3]	8	H'F862	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[4]	MC8[4]	8	H'F863	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[5]	MC8[5]	8	H'F864	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[6]	MC8[6]	8	H'F865	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[7]	MC8[7]	8	H'F866	HCAN	16	4
メッセージコントロール 8[8]	MC8[8]	8	H'F867	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[1]	MC9[1]	8	H'F868	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[2]	MC9[2]	8	H'F869	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[3]	MC9[3]	8	H'F86A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[4]	MC9[4]	8	H'F86B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[5]	MC9[5]	8	H'F86C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[6]	MC9[6]	8	H'F86D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[7]	MC9[7]	8	H'F86E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 9[8]	MC9[8]	8	H'F86F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[1]	MC10[1]	8	H'F870	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[2]	MC10[2]	8	H'F871	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[3]	MC10[3]	8	H'F872	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[4]	MC10[4]	8	H'F873	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[5]	MC10[5]	8	H'F874	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[6]	MC10[6]	8	H'F875	HCAN	16	4
メッセージコントロール 10[7]	MC10[7]	8	H'F876	HCAN	16	4

## 17. 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
メッセージコントロール 10[8]	MC10[8]	8	H'F877	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[1]	MC11[1]	8	H'F878	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[2]	MC11[2]	8	H'F879	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[3]	MC11[3]	8	H'F87A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[4]	MC11[4]	8	H'F87B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[5]	MC11[5]	8	H'F87C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[6]	MC11[6]	8	H'F87D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[7]	MC11[7]	8	H'F87E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 11[8]	MC11[8]	8	H'F87F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[1]	MC12[1]	8	H'F880	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[2]	MC12[2]	8	H'F881	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[3]	MC12[3]	8	H'F882	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[4]	MC12[4]	8	H'F883	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[5]	MC12[5]	8	H'F884	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[6]	MC12[6]	8	H'F885	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[7]	MC12[7]	8	H'F886	HCAN	16	4
メッセージコントロール 12[8]	MC12[8]	8	H'F887	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[1]	MC13[1]	8	H'F888	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[2]	MC13[2]	8	H'F889	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[3]	MC13[3]	8	H'F88A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[4]	MC13[4]	8	H'F88B	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[5]	MC13[5]	8	H'F88C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[6]	MC13[6]	8	H'F88D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[7]	MC13[7]	8	H'F88E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 13[8]	MC13[8]	8	H'F88F	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[1]	MC14[1]	8	H'F890	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[2]	MC14[2]	8	H'F891	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[3]	MC14[3]	8	H'F892	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[4]	MC14[4]	8	H'F893	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[5]	MC14[5]	8	H'F894	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[6]	MC14[6]	8	H'F895	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[7]	MC14[7]	8	H'F896	HCAN	16	4
メッセージコントロール 14[8]	MC14[8]	8	H'F897	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[1]	MC15[1]	8	H'F898	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[2]	MC15[2]	8	H'F899	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[3]	MC15[3]	8	H'F89A	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[4]	MC15[4]	8	H'F89B	HCAN	16	4

## 17. 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
メッセージコントロール 15[5]	MC15[5]	8	H'F89C	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[6]	MC15[6]	8	H'F89D	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[7]	MC15[7]	8	H'F89E	HCAN	16	4
メッセージコントロール 15[8]	MC15[8]	8	H'F89F	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[1]	MD0[1]	8	H'F8B0	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[2]	MD0[2]	8	H'F8B1	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[3]	MD0[3]	8	H'F8B2	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[4]	MD0[4]	8	H'F8B3	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[5]	MD0[5]	8	H'F8B4	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[6]	MD0[6]	8	H'F8B5	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[7]	MD0[7]	8	H'F8B6	HCAN	16	4
メッセージデータ 0[8]	MD0[8]	8	H'F8B7	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[1]	MD1[1]	8	H'F8B8	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[2]	MD1[2]	8	H'F8B9	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[3]	MD1[3]	8	H'F8BA	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[4]	MD1[4]	8	H'F8BB	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[5]	MD1[5]	8	H'F8BC	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[6]	MD1[6]	8	H'F8BD	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[7]	MD1[7]	8	H'F8BE	HCAN	16	4
メッセージデータ 1[8]	MD1[8]	8	H'F8BF	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[1]	MD2[1]	8	H'F8C0	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[2]	MD2[2]	8	H'F8C1	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[3]	MD2[3]	8	H'F8C2	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[4]	MD2[4]	8	H'F8C3	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[5]	MD2[5]	8	H'F8C4	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[6]	MD2[6]	8	H'F8C5	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[7]	MD2[7]	8	H'F8C6	HCAN	16	4
メッセージデータ 2[8]	MD2[8]	8	H'F8C7	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[1]	MD3[1]	8	H'F8C8	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[2]	MD3[2]	8	H'F8C9	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[3]	MD3[3]	8	H'F8CA	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[4]	MD3[4]	8	H'F8CB	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[5]	MD3[5]	8	H'F8CC	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[6]	MD3[6]	8	H'F8CD	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[7]	MD3[7]	8	H'F8CE	HCAN	16	4
メッセージデータ 3[8]	MD3[8]	8	H'F8CF	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[1]	MD4[1]	8	H'F8D0	HCAN	16	4

レジスタ名称	略称	ビット数	アドレス*	モジュール	データ バス幅	アクセス ステート数
メッセージデータ 4[2]	MD4[2]	8	H'F8D1	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[3]	MD4[3]	8	H'F8D2	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[4]	MD4[4]	8	H'F8D3	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[5]	MD4[5]	8	H'F8D4	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[6]	MD4[6]	8	H'F8D5	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[7]	MD4[7]	8	H'F8D6	HCAN	16	4
メッセージデータ 4[8]	MD4[8]	8	H'F8D7	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[1]	MD5[1]	8	H'F8D8	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[2]	MD5[2]	8	H'F8D9	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[3]	MD5[3]	8	H'F8DA	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[4]	MD5[4]	8	H'F8DB	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[5]	MD5[5]	8	H'F8DC	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[6]	MD5[6]	8	H'F8DD	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[7]	MD5[7]	8	H'F8DE	HCAN	16	4
メッセージデータ 5[8]	MD5[8]	8	H'F8DF	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[1]	MD6[1]	8	H'F8E0	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[2]	MD6[2]	8	H'F8E1	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[3]	MD6[3]	8	H'F8E2	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[4]	MD6[4]	8	H'F8E3	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[5]	MD6[5]	8	H'F8E4	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[6]	MD6[6]	8	H'F8E5	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[7]	MD6[7]	8	H'F8E6	HCAN	16	4
メッセージデータ 6[8]	MD6[8]	8	H'F8E7	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[1]	MD7[1]	8	H'F8E8	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[2]	MD7[2]	8	H'F8E9	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[3]	MD7[3]	8	H'F8EA	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[4]	MD7[4]	8	H'F8EB	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[5]	MD7[5]	8	H'F8EC	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[6]	MD7[6]	8	H'F8ED	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[7]	MD7[7]	8	H'F8EE	HCAN	16	4
メッセージデータ 7[8]	MD7[8]	8	H'F8EF	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[1]	MD8[1]	8	H'F8F0	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[2]	MD8[2]	8	H'F8F1	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[3]	MD8[3]	8	H'F8F2	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[4]	MD8[4]	8	H'F8F3	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[5]	MD8[5]	8	H'F8F4	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[6]	MD8[6]	8	H'F8F5	HCAN	16	4

## 17. 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
メッセージデータ 8[7]	MD8[7]	8	H'F8F6	HCAN	16	4
メッセージデータ 8[8]	MD8[8]	8	H'F8F7	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[1]	MD9[1]	8	H'F8F8	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[2]	MD9[2]	8	H'F8F9	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[3]	MD9[3]	8	H'F8FA	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[4]	MD9[4]	8	H'F8FB	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[5]	MD9[5]	8	H'F8FC	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[6]	MD9[6]	8	H'F8FD	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[7]	MD9[7]	8	H'F8FE	HCAN	16	4
メッセージデータ 9[8]	MD9[8]	8	H'F8FF	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[1]	MD10[1]	8	H'F900	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[2]	MD10[2]	8	H'F901	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[3]	MD10[3]	8	H'F902	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[4]	MD10[4]	8	H'F903	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[5]	MD10[5]	8	H'F904	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[6]	MD10[6]	8	H'F905	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[7]	MD10[7]	8	H'F906	HCAN	16	4
メッセージデータ 10[8]	MD10[8]	8	H'F907	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[1]	MD11[1]	8	H'F908	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[2]	MD11[2]	8	H'F909	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[3]	MD11[3]	8	H'F90A	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[4]	MD11[4]	8	H'F90B	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[5]	MD11[5]	8	H'F90C	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[6]	MD11[6]	8	H'F90D	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[7]	MD11[7]	8	H'F90E	HCAN	16	4
メッセージデータ 11[8]	MD11[8]	8	H'F90F	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[1]	MD12[1]	8	H'F910	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[2]	MD12[2]	8	H'F911	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[3]	MD12[3]	8	H'F912	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[4]	MD12[4]	8	H'F913	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[5]	MD12[5]	8	H'F914	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[6]	MD12[6]	8	H'F915	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[7]	MD12[7]	8	H'F916	HCAN	16	4
メッセージデータ 12[8]	MD12[8]	8	H'F917	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[1]	MD13[1]	8	H'F918	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[2]	MD13[2]	8	H'F919	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[3]	MD13[3]	8	H'F91A	HCAN	16	4

## 17. 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
メッセージデータ 13[4]	MD13[4]	8	H'F91B	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[5]	MD13[5]	8	H'F91C	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[6]	MD13[6]	8	H'F91D	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[7]	MD13[7]	8	H'F91E	HCAN	16	4
メッセージデータ 13[8]	MD13[8]	8	H'F91F	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[1]	MD14[1]	8	H'F920	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[2]	MD14[2]	8	H'F921	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[3]	MD14[3]	8	H'F922	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[4]	MD14[4]	8	H'F923	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[5]	MD14[5]	8	H'F924	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[6]	MD14[6]	8	H'F925	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[7]	MD14[7]	8	H'F926	HCAN	16	4
メッセージデータ 14[8]	MD14[8]	8	H'F927	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[1]	MD15[1]	8	H'F928	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[2]	MD15[2]	8	H'F929	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[3]	MD15[3]	8	H'F92A	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[4]	MD15[4]	8	H'F92B	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[5]	MD15[5]	8	H'F92C	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[6]	MD15[6]	8	H'F92D	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[7]	MD15[7]	8	H'F92E	HCAN	16	4
メッセージデータ 15[8]	MD15[8]	8	H'F92F	HCAN	16	4
HCAN モニタレジスタ	HCANMON	8	H'FA00	HCAN	16	4
スタンバイコントロールレジスタ	SBYCR	8	H'FDE4	SYSTEM	8	2
システムコントロールレジスタ	SYSCR	8	H'FDE5	SYSTEM	8	2
システムクロックコントロールレジスタ	SCKCR	8	H'FDE6	SYSTEM	8	2
モードコントロールレジスタ	MDCR	8	H'FDE7	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'FDE8	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'FDE9	SYSTEM	8	2
モジュールストップコントロールレジスタ C	MSTPCRC	8	H'FDEA	SYSTEM	8	2
ローパワーコントロールレジスタ	LPWRCR	8	H'FDEC	SYSTEM	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ H	ISCRH	8	H'FE12	INT	8	2
IRQ センスコントロールレジスタ L	ISCR L	8	H'FE13	INT	8	2
IRQ イネーブルレジスタ	IER	8	H'FE14	INT	8	2
IRQ ステータスレジスタ	ISR	8	H'FE15	INT	8	2
ポート 1 データディレクションレジスタ	P1DDR	8	H'FE30	PORT	8	2
ポート A データディレクションレジスタ	PADDR	8	H'FE39	PORT	8	2
ポート B データディレクションレジスタ	PBDDR	8	H'FE3A	PORT	8	2

## 17. 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 C データディレクションレジスタ	PCDDR	8	H'FE3B	PORT	8	2
ポート D データディレクションレジスタ	PDDDR	8	H'FE3C	PORT	8	2
ポート F データディレクションレジスタ	PFDDR	8	H'FE3E	PORT	8	2
ポート A ブルアップ MOS コントロール レジスタ	PAPCR	8	H'FE40	PORT	8	2
ポート B ブルアップ MOS コントロール レジスタ	PBPCR	8	H'FE41	PORT	8	2
ポート C ブルアップ MOS コントロール レジスタ	PCPCR	8	H'FE42	PORT	8	2
ポート D ブルアップ MOS コントロール レジスタ	PDPCR	8	H'FE43	PORT	8	2
ポート A オープンドレインコントロール レジスタ	PAODR	8	H'FE47	PORT	8	2
ポート B オープンドレインコントロール レジスタ	PBODR	8	H'FE48	PORT	8	2
ポート C オープンドレインコントロール レジスタ	PCODR	8	H'FE49	PORT	8	2
タイマコントロールレジスタ_3	TCR_3	8	H'FE80	TPU_3	16	2
タイマモードレジスタ_3	TMDR_3	8	H'FE81	TPU_3	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ H_3	TIORH_3	8	H'FE82	TPU_3	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ L_3	TIORL_3	8	H'FE83	TPU_3	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_3	TIER_3	8	H'FE84	TPU_3	16	2
タイマステータスレジスタ_3	TSR_3	8	H'FE85	TPU_3	16	2
タイマカウンタ_3	TCNT_3	16	H'FE86	TPU_3	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_3	TGRA_3	16	H'FE88	TPU_3	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_3	TGRB_3	16	H'FE8A	TPU_3	16	2
タイマジェネラルレジスタ C_3	TGRC_3	16	H'FE8C	TPU_3	16	2
タイマジェネラルレジスタ D_3	TGRD_3	16	H'FE8E	TPU_3	16	2
タイマコントロールレジスタ_4	TCR_4	8	H'FE90	TPU_4	16	2
タイマモードレジスタ_4	TMDR_4	8	H'FE91	TPU_4	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_4	TIOR_4	8	H'FE92	TPU_4	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_4	TIER_4	8	H'FE94	TPU_4	16	2
タイマステータスレジスタ_4	TSR_4	8	H'FE95	TPU_4	16	2
タイマカウンタ_4	TCNT_4	16	H'FE96	TPU_4	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_4	TGRA_4	16	H'FE98	TPU_4	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_4	TGRB_4	16	H'FE9A	TPU_4	16	2
タイマコントロールレジスタ_5	TCR_5	8	H'FEA0	TPU_5	16	2
タイマモードレジスタ_5	TMDR_5	8	H'FEA1	TPU_5	16	2



## 17. 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 I/O コントロールレジスタ_5	TIOR_5	8	H'FEA2	TPU_5	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_5	TIER_5	8	H'FEA4	TPU_5	16	2
タイマステータスレジスタ_5	TSR_5	8	H'FEA5	TPU_5	16	2
タイマカウンタ_5	TCNT_5	16	H'FEA6	TPU_5	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_5	TGRA_5	16	H'FEA8	TPU_5	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_5	TGRB_5	16	H'FEAA	TPU_5	16	2
タイマスタートレジスタ	TSTR	8	H'FEB0	TPU 共通	16	2
タイマシンクロレジスタ	TSYR	8	H'FEB1	TPU 共通	16	2
インタラプトプライオリティレジスタ A	IPRA	8	H'FEC0	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ B	IPRB	8	H'FEC1	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ D	IPRD	8	H'FEC3	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ E	IPRE	8	H'FEC4	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ F	IPRF	8	H'FEC5	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ G	IPRG	8	H'FEC6	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ H	IPRH	8	H'FEC7	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ J	IPRJ	8	H'FEC9	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ K	IPRK	8	H'FECA	INT	8	2
インタラプトプライオリティレジスタ M	IPRM	8	H'FECC	INT	8	2
RAM エミュレーションレジスタ	RAMER	8	H'FEDB	ROM	8	2
ポート 1 データレジスタ	P1DR	8	H'FF00	PORT	8	2
ポート A データレジスタ	PADR	8	H'FF09	PORT	8	2
ポート B データレジスタ	PBDR	8	H'FF0A	PORT	8	2
ポート C データレジスタ	PCDR	8	H'FF0B	PORT	8	2
ポート D データレジスタ	PDDR	8	H'FF0C	PORT	8	2
ポート F データレジスタ	PFDR	8	H'FF0E	PORT	8	2
タイマコントロールレジスタ_0	TCR_0	8	H'FF10	TPU_0	16	2
タイマモードレジスタ_0	TMDR_0	8	H'FF11	TPU_0	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ H_0	TIORH_0	8	H'FF12	TPU_0	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ L_0	TIORL_0	8	H'FF13	TPU_0	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0	TIER_0	8	H'FF14	TPU_0	16	2
タイマステータスレジスタ_0	TSR_0	8	H'FF15	TPU_0	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	16	H'FF16	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_0	TGRA_0	16	H'FF18	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_0	TGRB_0	16	H'FF1A	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ C_0	TGRC_0	16	H'FF1C	TPU_0	16	2
タイマジェネラルレジスタ D_0	TGRD_0	16	H'FF1E	TPU_0	16	2

## 17. 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
タイマコントロールレジスタ_1	TCR_1	8	H'FF20	TPU_1	16	2
タイマモードレジスタ_1	TMDR_1	8	H'FF21	TPU_1	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_1	TIOR_1	8	H'FF22	TPU_1	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_1	TIER_1	8	H'FF24	TPU_1	16	2
タイマステータスレジスタ_1	TSR_1	8	H'FF25	TPU_1	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	16	H'FF26	TPU_1	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_1	TGRA_1	16	H'FF28	TPU_1	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_1	TGRB_1	16	H'FF2A	TPU_1	16	2
タイマコントロールレジスタ_2	TCR_2	8	H'FF30	TPU_2	16	2
タイマモードレジスタ_2	TMDR_2	8	H'FF31	TPU_2	16	2
タイマ I/O コントロールレジスタ_2	TIOR_2	8	H'FF32	TPU_2	16	2
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_2	TIER_2	8	H'FF34	TPU_2	16	2
タイマステータスレジスタ_2	TSR_2	8	H'FF35	TPU_2	16	2
タイマカウンタ_2	TCNT_2	16	H'FF36	TPU_2	16	2
タイマジェネラルレジスタ A_2	TGRA_2	16	H'FF38	TPU_2	16	2
タイマジェネラルレジスタ B_2	TGRB_2	16	H'FF3A	TPU_2	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'FF74	WDT_0	16	2
タイマカウンタ_0	TCNT_0	8	H'FF75	WDT_0	16	2
リセットコントロール / ステータスレジスタ	RSTCSR	8	H'FF77	WDT	16	2
シリアルモードレジスタ_0	SMR_0	8	H'FF78	SCI_0	8	2
ビットレートレジスタ_0	BRR_0	8	H'FF79	SCI_0	8	2
シリアルコントロールレジスタ_0	SCR_0	8	H'FF7A	SCI_0	8	2
トランスミットデータレジスタ_0	TDR_0	8	H'FF7B	SCI_0	8	2
シリアルステータスレジスタ_0	SSR_0	8	H'FF7C	SCI_0	8	2
レシーブデータレジスタ_0	RDR_0	8	H'FF7D	SCI_0	8	2
スマートカードモードレジスタ_0	SCMR_0	8	H'FF7E	SCI_0	8	2
シリアルモードレジスタ_1	SMR_1	8	H'FF80	SCI_1	8	2
ビットレートレジスタ_1	BRR_1	8	H'FF81	SCI_1	8	2
シリアルコントロールレジスタ_1	SCR_1	8	H'FF82	SCI_1	8	2
トランスミットデータレジスタ_1	TDR_1	8	H'FF83	SCI_1	8	2
シリアルステータスレジスタ_1	SSR_1	8	H'FF84	SCI_1	8	2
レシーブデータレジスタ_1	RDR_1	8	H'FF85	SCI_1	8	2
スマートカードモードレジスタ_1	SCMR_1	8	H'FF86	SCI_1	8	2
シリアルモードレジスタ_2	SMR_2	8	H'FF88	SCI_2	8	2
ビットレートレジスタ_2	BRR_2	8	H'FF89	SCI_2	8	2
シリアルコントロールレジスタ_2	SCR_2	8	H'FF8A	SCI_2	8	2
トランスミットデータレジスタ_2	TDR_2	8	H'FF8B	SCI_2	8	2

## 17. 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
シリアルステータスレジスタ_2	SSR_2	8	H'FF8C	SCI_2	8	2
レシーブデータレジスタ_2	RDR_2	8	H'FF8D	SCI_2	8	2
スマートカードモードレジスタ_2	SCMR_2	8	H'FF8E	SCI_2	8	2
A/D データレジスタ AH	ADDRAH	8	H'FF90	A/D	8	2
A/D データレジスタ AL	ADDRAL	8	H'FF91	A/D	8	2
A/D データレジスタ BH	ADDRBH	8	H'FF92	A/D	8	2
A/D データレジスタ BL	ADDRBL	8	H'FF93	A/D	8	2
A/D データレジスタ CH	ADDRCH	8	H'FF94	A/D	8	2
A/D データレジスタ CL	ADDRCL	8	H'FF95	A/D	8	2
A/D データレジスタ DH	ADDRDH	8	H'FF96	A/D	8	2
A/D データレジスタ DL	ADDRDL	8	H'FF97	A/D	8	2
A/D コントロール/ステータスレジスタ	ADCSR	8	H'FF98	A/D	8	2
A/D コントロールレジスタ	ADCR	8	H'FF99	A/D	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'FFA2	WDT_1	16	2
タイマカウンタ_1	TCNT_1	8	H'FFA3	WDT_1	16	2
フラッシュメモリコントロールレジスタ 1	FLMCR1	8	H'FFA8	ROM	8	2
フラッシュメモリコントロールレジスタ 2	FLMCR2	8	H'FFA9	ROM	8	2
消去ブロック指定レジスタ 1	EBR1	8	H'FFAA	ROM	8	2
フラッシュメモリパワーコントロールレジスタ	FLPWCR	8	H'FFAC	ROM	8	2
ポート 1 レジスタ	PORT1	8	H'FFB0	PORT	8	2
ポート 4 レジスタ	PORT4	8	H'FFB3	PORT	8	2
ポート 9 レジスタ	PORT9	8	H'FFB8	PORT	8	2
ポート A レジスタ	PORTA	8	H'FFB9	PORT	8	2
ポート B レジスタ	PORTB	8	H'FFBA	PORT	8	2
ポート C レジスタ	PORTC	8	H'FFBB	PORT	8	2
ポート D レジスタ	PORTD	8	H'FFBC	PORT	8	2
ポート F レジスタ	PORTF	8	H'FFBE	PORT	8	2

【注】 \* アドレスの下位 16 ビットを示しています。

## 17. レジスタ一覧

### 17.2 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
MCR	MCR7		MCR5			MCR2	MCR1	MCR0	HCAN
GSR					GSR3	GSR2	GSR1	GSR0	
BCR	BCR7	BCR6	BCR5	BCR4	BCR3	BCR2	BCR1	BCR0	
	BCR15	BCR14	BCR13	BCR12	BCR11	BCR10	BCR9	BCR8	
MBCR	MBCR7	MBCR6	MBCR5	MBCR4	MBCR3	MBCR2	MBCR1		
	MBCR15	MBCR14	MBCR13	MBCR12	MBCR11	MBCR10	MBCR9	MBCR8	
TXPR	TXPR7	TXPR6	TXPR5	TXPR4	TXPR3	TXPR2	TXPR1		
	TXPR15	TXPR14	TXPR13	TXPR12	TXPR11	TXPR10	TXPR9	TXPR8	
TXCR	TXCR7	TXCR6	TXCR5	TXCR4	TXCR3	TXCR2	TXCR1		
	TXCR15	TXCR14	TXCR13	TXCR12	TXCR11	TXCR10	TXCR9	TXCR8	
TXACK	TXACK7	TXACK6	TXACK5	TXACK4	TXACK3	TXACK2	TXACK1		
	TXACK15	TXACK14	TXACK13	TXACK12	TXACK11	TXACK10	TXACK9	TXACK8	
ABACK	ABACK7	ABACK6	ABACK5	ABACK4	ABACK3	ABACK2	ABACK1		
	ABACK15	ABACK14	ABACK13	ABACK12	ABACK11	ABACK10	ABACK9	ABACK8	
RXPR	RXPR7	RXPR6	RXPR5	RXPR4	RXPR3	RXPR2	RXPR1	RXPR0	
	RXPR15	RXPR14	RXPR13	RXPR12	RXPR11	RXPR10	RXPR9	RXPR8	
RFPR	RFPR7	RFPR6	RFPR5	RFPR4	RFPR3	RFPR2	RFPR1	RFPR0	
	RFPR15	RFPR14	RFPR13	RFPR12	RFPR11	RFPR10	RFPR9	RFPR8	
IRR	IRR7	IRR6	IRR5	IRR4	IRR3	IRR2	IRR1	IRR0	
				IRR12			IRR9	IRR8	
MBIMR	MBIMR7	MBIMR6	MBIMR5	MBIMR4	MBIMR3	MBIMR2	MBIMR1	MBIMR0	
	MBIMR15	MBIMR14	MBIMR13	MBIMR12	MBIMR11	MBIMR10	MBIMR9	MBIMR8	
IMR	IMR7	IMR6	IMR5	IMR4	IMR3	IMR2	IMR1		
				IMR12			IMR9	IMR8	
REC	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TEC	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
UMSR	UMSR7	UMSR6	UMSR5	UMSR4	UMSR3	UMSR2	UMSR1	UMSR0	
	UMSR15	UMSR14	UMSR13	UMSR12	UMSR11	UMSR10	UMSR9	UMSR8	
LAFML	LAFML7	LAFML6	LAFML5	LAFML4	LAFML3	LAFML2	LAFML1	LAFML0	
	LAFML15	LAFML14	LAFML13	LAFML12	LAFML11	LAFML10	LAFML9	LAFML8	
LAFMH	LAFMH7	LAFMH6	LAFMH5				LAFMH1	LAFMH0	
	LAFMH15	LAFMH14	LAFMH13	LAFMH12	LAFMH11	LAFMH10	LAFMH9	LAFMH8	

17. 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
MC0[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	HCAN
MC0[2]									
MC0[3]									
MC0[4]									
MC0[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC0[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC0[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC0[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC1[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC1[2]									
MC1[3]									
MC1[4]									
MC1[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC1[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC1[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC1[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC2[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC2[2]									
MC2[3]									
MC2[4]									
MC2[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC2[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC2[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC2[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC3[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC3[2]									
MC3[3]									
MC3[4]									
MC3[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC3[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC3[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC3[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC4[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC4[2]									
MC4[3]									
MC4[4]									
MC4[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	

## 17. 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
MC4[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	HCAN
MC4[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC4[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC5[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC5[2]									
MC5[3]									
MC5[4]									
MC5[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC5[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC5[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC5[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC6[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC6[2]									
MC6[3]									
MC6[4]									
MC6[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC6[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC6[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC6[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC7[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC7[2]									
MC7[3]									
MC7[4]									
MC7[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC7[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC7[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC7[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC8[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC8[2]									
MC8[3]									
MC8[4]									
MC8[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC8[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC8[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC8[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC9[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC9[2]									

17. 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
MC9[3]									HCAN
MC9[4]									
MC9[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC9[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC9[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC9[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC10[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC10[2]									
MC10[3]									
MC10[4]									
MC10[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC10[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC10[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC10[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC11[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC11[2]									
MC11[3]									
MC11[4]									
MC11[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC11[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC11[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC11[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC12[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC12[2]									
MC12[3]									
MC12[4]									
MC12[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC12[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC12[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC12[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC13[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC13[2]									
MC13[3]									
MC13[4]									
MC13[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC13[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC13[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	

## 17. 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
MC13[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	HCAN
MC14[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC14[2]									
MC14[3]									
MC14[4]									
MC14[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC14[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC14[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC14[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MC15[1]					DLC3	DLC2	DLC1	DLC0	
MC15[2]									
MC15[3]									
MC15[4]									
MC15[5]	ID-20	ID-19	ID-18	RTR	IDE		ID-17	ID-16	
MC15[6]	ID-28	ID-27	ID-26	ID-25	ID-24	ID-23	ID-22	ID-21	
MC15[7]	ID-7	ID-6	ID-5	ID-4	ID-3	ID-2	ID-1	ID-0	
MC15[8]	ID-15	ID-14	ID-13	ID-12	ID-11	ID-10	ID-9	ID-8	
MD0[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD0[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD1[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	



## 17. 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
MD2[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	HCAN
MD2[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD2[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD3[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD4[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD5[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD6[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	

## 17. 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
MD7[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	HCAN
MD7[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD7[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD8[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD9[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD10[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	

17. 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
MD11[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	HCAN
MD11[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD11[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD12[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD13[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD14[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[1]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[2]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[3]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[4]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[5]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[6]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[7]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
MD15[8]	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
HCANMON	RxDIE	TxSTP					TxD	RxD	

## 17. 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
SBYCR	SSBY	STS2	STS1	STS0					SYSTEM
SYSCR	MACS		INTM1	INTM0	NMIEG			RAME	
SCKCR	PSTOP				STCS	SCK2	SCK1	SCK0	
MDCR						MDS2	MDS1	MDS0	
MSTPCRA	MSTPA7	MSTPA6	MSTPA5	MSTPA4	MSTPA3	MSTPA2	MSTPA1	MSTPA0	
MSTPCRB	MSTPB7	MSTPB6	MSTPB5	MSTPB4	MSTPB3	MSTPB2	MSTPB1	MSTPB0	
MSTPCRC	MSTPC7	MSTPC6	MSTPC5	MSTPC4	MSTPC3	MSTPC2	MSTPC1	MSTPC0	
LPWRCR	DTON	LSON		SUBSTP	RFCUT		STC1	STC0	
ISCRH					IRQ5SCB	IRQ5SCA	IRQ4SCB	IRQ4SCA	INT
ISCR_L	IRQ3SCB	IRQ3SCA	IRQ2SCB	IRQ2SCA	IRQ1SCB	IRQ1SCA	IRQ0SCB	IRQ0SCA	
IER			IRQ5E	IRQ4E	IRQ3E	IRQ2E	IRQ1E	IRQ0E	
ISR			IRQ5F	IRQ4F	IRQ3F	IRQ2F	IRQ1F	IRQ0F	
P1DDR	P17DDR	P16DDR	P15DDR	P14DDR	P13DDR	P12DDR	P11DDR	P10DDR	PORT
PADDR					PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR	
PBDDR	PB7DDR	PB6DDR	PB5DDR	PB4DDR	PB3DDR	PB2DDR	PB1DDR	PB0DDR	
PCDDR	PC7DDR	PC6DDR	PC5DDR	PC4DDR	PC3DDR	PC2DDR	PC1DDR	PC0DDR	
PDDDR	PD7DDR	PD6DDR	PD5DDR	PD4DDR					
PFDDR	PF7DDR	PF6DDR	PF5DDR	PF4DDR	PF3DDR	PF2DDR	PF1DDR	PF0DDR	
PAPCR					PA3PCR	PA2PCR	PA1PCR	PA0PCR	
PBPCR	PB7PCR	PB6PCR	PB5PCR	PB4PCR	PB3PCR	PB2PCR	PB1PCR	PB0PCR	
PCPCR	PC7PCR	PC6PCR	PC5PCR	PC4PCR	PC3PCR	PC2PCR	PC1PCR	PC0PCR	
PDPCR	PD7PCR	PD6PCR	PD5PCR	PD4PCR					
PAODR					PA3ODR	PA2ODR	PA1ODR	PA0ODR	
PBODR	PB7ODR	PB6ODR	PB5ODR	PB4ODR	PB3ODR	PB2ODR	PB1ODR	PB0ODR	
PCODR	PC7ODR	PC6ODR	PC5ODR	PC4ODR	PC3ODR	PC2ODR	PC1ODR	PC0ODR	
TCR_3	CCLR2	CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_3
TMDR_3			BFB	BFA	MD3	MD2	MD1	MD0	
TIORH_3	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIORL_3	IOD3	IOD2	IOD1	IOD0	IOC3	IOC2	IOC1	IOC0	
TIER_3	TTGE			TCIEV	TGIED	TGIEC	TGIEB	TGIEA	
TSR_3				TCFV	TGFD	TGFC	TGFB	TGFA	
TCNT_3	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRA_3	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRB_3	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	

17. 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
TGRC_3	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	TPU_3
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRD_3	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TCR_4		CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_4
TMDR_4					MD3	MD2	MD1	MD0	
TIOR_4	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIER_4	TTGE		TCIEU	TCIEV			TGIEB	TGIEA	
TSR_4	TCFD		TCFU	TCFV			TGFB	TGFA	
TCNT_4	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRA_4	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRB_4	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TCR_5		CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_5
TMDR_5					MD3	MD2	MD1	MD0	
TIOR_5	IOB3	IOB2	IOB1	IOB0	IOA3	IOA2	IOA1	IOA0	
TIER_5	TTGE		TCIEU	TCIEV			TGIEB	TGIEA	
TSR_5	TCFD		TCFU	TCFV			TGFB	TGFA	
TCNT_5	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRA_5	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TGRB_5	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit9	Bit8	
	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
TSTR			CST5	CST4	CST3	CST2	CST1	CST0	TPU 共通
TSYR			SYNC5	SYNC4	SYNC3	SYNC2	SYNC1	SYNC0	
IPRA		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	INT
IPRB		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRD		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRE		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRF		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRG		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRH		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
IPRJ		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	

## 17. 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
IPRK		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	INT
IPRM		IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0	
RAMER					RAMS	RAM2	RAM1	RAM0	FLASH (F-ZTAT版)
P1DR	P17DR	P16DR	P15DR	P14DR	P13DR	P12DR	P11DR	P10DR	PORT
PADR					PA3DR	PA2DR	PA1DR	PA0DR	
PBDR	PB7DR	PB6DR	PB5DR	PB4DR	PB3DR	PB2DR	PB1DR	PB0DR	
PCDR	PC7DR	PC6DR	PC5DR	PC4DR	PC3DR	PC2DR	PC1DR	PC0DR	
PDDR	PD7DR	PD6DR	PD5DR	PD4DR					
PFDR	PF7DR	PF6DR	PF5DR	PF4DR	PF3DR	PF2DR	PF1DR	PF0DR	
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_1		CCLR1	CCLR0	CKEG1	CKEG0	TPSC2	TPSC1	TPSC0	TPU_1
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	

17. 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	
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		
TCSR_0	OVF	WT/IT	TME			CKS2	CKS1	CKS0		WDT_0
TCNT_0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		
RSTCSR	WOVF	RSTE	RSTS							
SMR_0* <sup>3</sup> (SMR_0* <sup>4</sup> )	C/ $\bar{A}$ (GM)	CHR (BLK)	PE (PE)	O/ $\bar{E}$ (O/ $\bar{E}$ )	STOP (BCP1)	MP (BCP0)	CKS1 (CKS1)	CKS0 (CKS0)	SCI_0	
BRR_0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		
SCR_0	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0		
TDR_0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		
SSR_0* <sup>3</sup> (SSR_0* <sup>4</sup> )	TDRE (TDRE)	RDRF (RDRF)	ORER (ORER)	FER (ERS)	PER (PER)	TEND (TEND)	MPB (MPB)	MPBT (MPBT)		
RDR_0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		
SCMR_0					SDIR	SINV		SMIF		
SMR_1* <sup>3</sup> (SMR_1* <sup>4</sup> )	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* <sup>3</sup> (SSR_1* <sup>4</sup> )	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		
SMR_2* <sup>3</sup> (SMR_2* <sup>4</sup> )	C/ $\bar{A}$ (GM)	CHR (BLK)	PE (PE)	O/ $\bar{E}$ (O/ $\bar{E}$ )	STOP (BCP1)	MP (BCP0)	CKS1 (CKS1)	CKS0 (CKS0)	SCI_2	
BRR_2	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		
SCR_2	TIE	RIE	TE	RE	MPIE	TEIE	CKE1	CKE0		
TDR_2	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0		

## 17. 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
SSR_2* <sup>3</sup> (SSR_2* <sup>4</sup> )	TDRE (TDRE)	RDRF (RDRF)	ORER (ORER)	FER (ERS)	PER (PER)	TEND (TEND)	MPB (MPB)	MPBT (MPBT)	SCI_2
RDR_2	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
SCMR_2					SDIR	SINV		SMIF	
ADDRAH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	A/D
ADDRAL	AD1	AD0							
ADDRBH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
ADDRBL	AD1	AD0							
ADDRCH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
ADDRCL	AD1	AD0							
ADDRDH	AD9	AD8	AD7	AD6	AD5	AD4	AD3	AD2	
ADDRDL	AD1	AD0							
ADCSR	ADF	ADIE	ADST	SCAN	CH3	CH2	CH1	CH0	
ADCR	TRGS1	TRGS0			CKS1	CKS0			
TCSR_1	OVF	WT/IT	TME	PSS	RST/NMI	CKS2	CKS1	CKS0	WDT_1
TCNT_1	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0	
FLMCR1	FWE	SWE	ESU1	PSU1	EV1	PV1	E1	P1	FLASH (F-ZTAT版)
FLMCR2	FLER								
EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0	
FLPWCR	PDWND								
PORT1	P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10	PORT
PORT4	P47	P46	P45	P44	P43	P42	P41	P40	
PORT9	P97	P96	P95	P94	P93	P92	P91	P90	
PORTA					PA3	PA2	PA1	PA0	
PORTB	PB7	PB6	PB5	PB4	PB3	PB2	PB1	PB0	
PORTC	PC7	PC6	PC5	PC4	PC3	PC2	PC1	PC0	
PORTD	PD7	PD6	PD5	PD4					
PORTF	PF7	PF6	PF5	PF4	PF3	PF2	PF1	PF0	

【注】 \*1 バッファ動作用

\*2 フリー動作用

\*3 通常モード

\*4 スマートカードインタフェースモード

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が異なります。



## 17.3 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/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	HCAN
GSR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
BCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
MBCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TXPR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TXCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TXACK	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
ABACK	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
RXPR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
RFPR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
IRR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
MBIMR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
IMR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
REC	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TEC	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
UMSR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
LAFML	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
LAFMH	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
MC0[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC0[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC1[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MC2[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MC2[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC2[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC3[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC4[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC5[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MC6[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MC6[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC6[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC7[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC8[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC9[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC10[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MC11[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MC11[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC11[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC12[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC13[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC14[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MC15[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MC15[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MC15[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD0[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD1[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD2[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD3[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MD4[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MD4[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD4[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD5[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD6[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD7[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MD8[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MD8[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD8[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD9[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD10[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD11[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD12[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
MD13[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	HCAN
MD13[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD13[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD14[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[1]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[2]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[3]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[5]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[6]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[7]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MD15[8]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
HCANMON	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
SBYCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	SYSTEM
SYSCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
SCKCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
MDCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
MSTPCRA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
MSTPCRB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
MSTPCRC	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
LPWRCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
ISCRH	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	INT
ISCR L	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IER	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
ISR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	



## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
P1DDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	PORT
PADDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PBDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PCDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PDDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PFDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PAPCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PBPCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PCPCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PDPCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PAODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PBODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PCODR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_3
TMDR_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIORH_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIORL_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIER_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSR_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCNT_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRA_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRC_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRD_3	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_4
TMDR_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIOR_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIER_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSR_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCNT_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRA_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_5
TMDR_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIOR_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIER_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSR_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
TCNT_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_5
TGRA_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_5	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSTR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU 共通
TSYR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	INT
IPRB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRD	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRE	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRF	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRG	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRH	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRJ	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRK	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
IPRM	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
RAMER	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	ROM
P1DR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	PORT
PADR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PBDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PCDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PDDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
PFDR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TMDR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIORH_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIORL_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIER_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRA_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRC_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRD_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_1
TMDR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIOR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	

17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール
TIER_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_1
TSR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCNT_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRA_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	TPU_2
TMDR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIOR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TIER_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TSR_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCNT_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRA_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TGRB_2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
TCSR_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	WDT_0
TCNT_0	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
RSTCSR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
SMR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	SCL_0
BRR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TDR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SSR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
RDR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCMR_0	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SMR_1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	SCL_1
BRR_1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCR_1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TDR_1	初期化	-	-	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	初期化	
RDR_1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCMR_1	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SMR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	SCL_2
BRR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
TDR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	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	初期化	
RDR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	
SCMR_2	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	

## 17. レジスタ一覧

レジスタ 略称	リセット	高速/ 中速	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	ハード ウェア スタンバイ	モジュール	
ADDDRAH	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	A/D	
ADDRAL	初期化	-	-	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	初期化		
ADDRBL	初期化	-	-	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	初期化		
ADDRCL	初期化	-	-	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	初期化		
ADDRDL	初期化	-	-	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	初期化		
ADCR	初期化	-	-	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化	初期化		
TCSR_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		WDT_1
TCNT_1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
FLMCR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		FLASH (F-ZTAT 版)
FLMCR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
EBR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
FLPWCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	PORT	
PORT1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORT4	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORT9	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORTA	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORTB	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORTC	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORTD	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		
PORTF	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		

【注】 - は初期化されません。

---

## 18. 電気的特性

---

### 18.1 絶対最大定格

絶対最大定格を表 18.1 に示します。

表 18.1 絶対最大定格

項目	記号	定格値	単位
電源電圧	V <sub>CC</sub>	-0.3 ~ +7.0	V
入力電圧 (XTAL、EXTAL)	V <sub>in</sub>	-0.3 ~ V <sub>CC</sub> +0.3	V
入力電圧 (ポート 4、9)	V <sub>in</sub>	-0.3 ~ AV <sub>CC</sub> +0.3	V
入力電圧 (XTAL、EXTAL、ポート 4、9 以外)	V <sub>in</sub>	-0.3 ~ V <sub>CC</sub> +0.3	V
アナログ電源電圧	AV <sub>CC</sub>	-0.3 ~ +7.0	V
アナログ入力電圧	VAN	-0.3 ~ AV <sub>CC</sub> +0.3	V
動作温度	T <sub>opr</sub>	通常仕様品 : -20 ~ +75	
		広温度範囲仕様品 : -40 ~ +85	
保存温度	T <sub>stg</sub>	-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。

## 18. 電気的特性

### 18.2 DC 特性

DC 特性を表 18.2 に示します。また、出力許容電流を表 18.3 に示します。

表 18.2 DC 特性

条件 :  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、

$T_a = -20 \sim +75$  (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$  (広温度範囲仕様品)\*<sup>1</sup>

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	$\overline{IRQ0} \sim \overline{IRQ5}$ 、TPU イン	$VT^-$	$V_{CC} \times 0.2$			V	
	ブットキャップチャ入力、	$VT^+$			$V_{CC} \times 0.7$	V	
	TPU 外部クロック入力	$VT^+ - VT^-$	$V_{CC} \times 0.05$			V	
入力 High レベル電圧	$\overline{RES}$ 、 $\overline{STBY}$ 、NMI、 MD2 ~ MD0、FWE	$V_{IH}$	$V_{CC} \times 0.9$		$V_{CC} + 0.3$	V	
	EXTAL		$V_{CC} \times 0.7$		$V_{CC} + 0.3$	V	
	ポート 1、A ~ D、F、HRxD		$V_{CC} \times 0.7$		$V_{CC} + 0.3$	V	
	ポート 4、9		$AV_{CC} \times 0.7$		$AV_{CC} + 0.3$	V	
入力 Low レベル電圧	$\overline{RES}$ 、 $\overline{STBY}$ 、NMI、 MD2 ~ MD0、FWE	$V_{IL}$	- 0.3		$V_{CC} \times 0.1$	V	
	EXTAL		- 0.3		$V_{CC} \times 0.2$	V	
	ポート 1、A ~ D、F、HRxD		- 0.3		$V_{CC} \times 0.2$	V	
	ポート 4、9		- 0.3		$AV_{CC} \times 0.2$	V	
出力 High レベル電圧	全出力端子	$V_{OH}$	$V_{CC} - 0.5$			V	$I_{OH} = -200 \mu A$
			$V_{CC} - 1.0$			V	$I_{OH} = -1mA$
出力 Low レベル電圧	全出力端子	$V_{OL}$			0.4	V	$I_{OL} = 1.6mA$
入力リーク 電流	$\overline{RES}$	$ I_{in} $			1.0	$\mu A$	$V_{in} = 0.5 \sim V_{CC} - 0.5V$
	$\overline{STBY}$ 、NMI、 MD2 ~ MD0、FWE、 HRxD				1.0	$\mu A$	
	ポート 4、9				1.0	$\mu A$	$V_{in} = 0.5 \sim AV_{CC} - 0.5V$
入力プリア ップ MOS 電流	ポート A ~ D	- $I_P$	30		300	$\mu A$	$V_{in} = 0V$
入力容量	$\overline{RES}$	$C_{in}$			30	pF	$V_{in} = 0V$ $f = 1MHz$ $T_a = 25$
	NMI				30	pF	
	$\overline{RES}$ 、NMI 以外の 全入力端子				15	pF	

項目		記号	min	typ	max	単位	測定条件
消費電流*2	通常動作時	I <sub>CC</sub> *3		60 V <sub>CC</sub> = 5.0V	65 V <sub>CC</sub> = 5.5V	mA	f = 24MHz
	スリープ時			50 V <sub>CC</sub> = 5.0V	55 V <sub>CC</sub> = 5.5V	mA	f = 24MHz
	全モジュール ストップ時			35		mA	f = 24MHz、V <sub>CC</sub> = 5.0V (参考値)
	中速モード ( /32 ) 時			45		mA	f = 24MHz、V <sub>CC</sub> = 5.0V (参考値)
	サブアクティブモード時		TBD	0.7	1.0	mA	サブクロック動作時
	サブスリープモード時		TBD	0.7	1.0	mA	サブクロック動作時
	ウォッチモード時		TBD	0.6	1.0	mA	サブクロック動作時
	スタンバイ時			2.0	5.0	μA	T <sub>a</sub> 50
			20	50 < T <sub>a</sub>			
アナログ 電源電流	A/D 変換中	AI <sub>CC</sub>		2.5	4.0	mA	AV <sub>CC</sub> = 5.0V
	A/D 変換待機時				5.0	μA	
RAM スタンバイ電圧		V <sub>RAM</sub>	2.0			V	

【注】 \*1 A/D 変換器を使用しない場合でも、AV<sub>CC</sub>、AV<sub>SS</sub>端子を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<sub>CC</sub>端子はV<sub>CC</sub>に接続するなどの方法で、4.5~5.5Vの電圧を印加してください。

\*2 消費電流値は、V<sub>IH</sub> = V<sub>CC</sub>(EXTAL)、AV<sub>CC</sub>(ポート 4、9)、V<sub>CC</sub>(その他)、V<sub>IL</sub> = 0Vの条件下で、すべての出力端子を無負荷状態にして、さらに内蔵プルアップ MOS をオフ状態にした場合の値です。

\*3 I<sub>CC</sub> は下記の式に従って V<sub>CC</sub> と f に依存します。

$$I_{CC}(\max) = 5 + (0.45 \times V_{CC} \times f) \quad (\text{通常動作時})$$

$$I_{CC}(\max) = 5 + (0.35 \times V_{CC} \times f) \quad (\text{スリープ時})$$

表 18.3 出力許容電流

条件：V<sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V、AV<sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V、V<sub>SS</sub> = AV<sub>SS</sub> = 0V、

T<sub>a</sub> = -20 ~ +75 (通常仕様品)、T<sub>a</sub> = -40 ~ +85 (広温度範囲仕様品)\*

項目		記号	min	typ	max	単位
出力 Low レベル許容電流 (1 端子あたり)	全出力端子	V <sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V	IoL		10	mA
出力 Low レベル許容電流 (総和)	全出力端子 の総和	V <sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V	IoL		100	mA
出力 High レベル許容電流 (1 端子あたり)	全出力端子	V <sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V	-IoH		2.0	mA
出力 High レベル許容電流 (総和)	全出力端子 の総和	V <sub>CC</sub> = 4.5 ~ 5.5V	-IoH		30	mA

【注】\* LSI の信頼性を確保するため、出力電流値は表 18.3 の値を超えないようにしてください。

### 18.3 AC 特性

図 18.1 に AC 測定条件を示します。

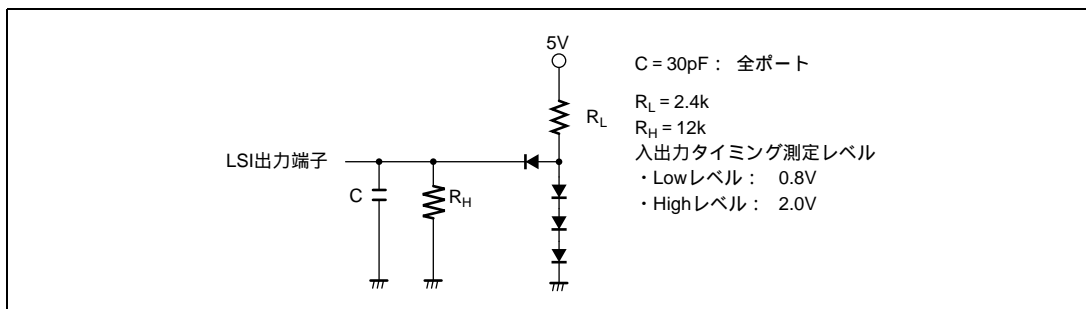


図 18.1 出力負荷回路

#### 18.3.1 クロックタイミング

表 18.4 にクロックタイミングを示します。

表 18.4 クロックタイミング

条件:  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $f = 4 \sim 24MHz$ 、 $T_a = -20 \sim +75$  (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$  (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件		単位	測定条件
		min	max		
クロックサイクル時間	$t_{cyc}$	41.6	250	ns	図 18.2
クロックハイレベルパルス幅	$t_{CH}$	8		ns	
クロックローレベルパルス幅	$t_{CL}$	8		ns	
クロック立ち上がり時間	$t_{Cr}$		13	ns	
クロック立ち下がり時間	$t_{Cf}$		13	ns	
リセット発振安定時間 (水晶)	$t_{OSC1}$	20		ms	図 18.3
ソフトウェアスタンバイ発振安定時間 (水晶)	$t_{OSC2}$	8		ms	
外部クロック出力安定遅延時間	$t_{DEXT}$	2		ms	図 18.3

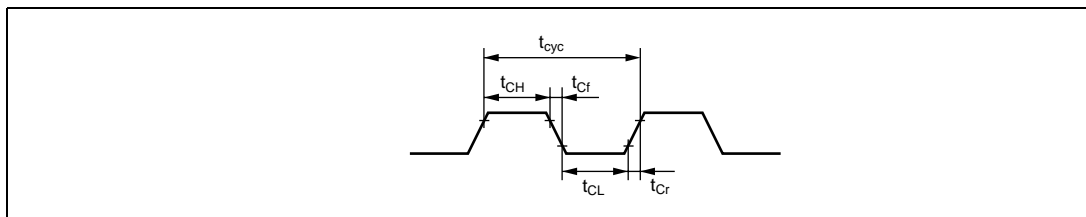


図 18.2 システムクロックタイミング



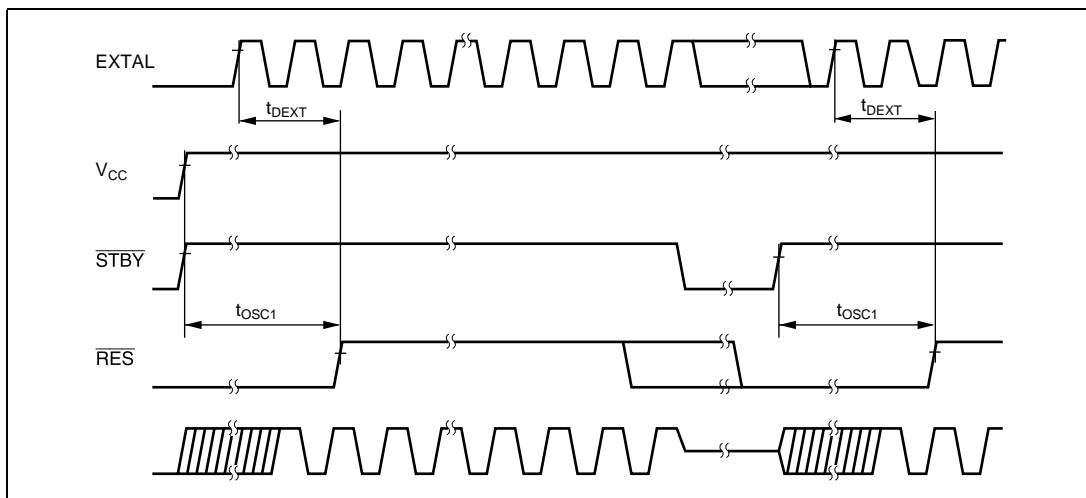


図 18.3 発振安定時間タイミング

### 18.3.2 制御信号タイミング

表 18.5 に制御信号タイミングを示します。

表 18.5 制御信号タイミング

条件：  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $f_{osc} = 4 \sim 24MHz$ 、  
 $T_a = -20 \sim +75$  (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$  (広温度範囲仕様品)

項目	記号	条件		単位	測定条件
		min	max		
RES セットアップ時間	tRESS	200		ns	図 18.4
RES パルス幅	tRESW	20		t <sub>osc</sub>	
NMI セットアップ時間	tNMIS	150		ns	図 18.5
NMI ホールド時間	tNMIH	10		ns	
NMI パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	tNMIW	200		ns	
IRQ セットアップ時間	tIRQS	150		ns	
IRQ ホールド時間	tIRQH	10		ns	
IRQ パルス幅 (ソフトウェアスタンバイモードからの復帰時)	tIRQW	200		ns	

## 18. 電気的特性

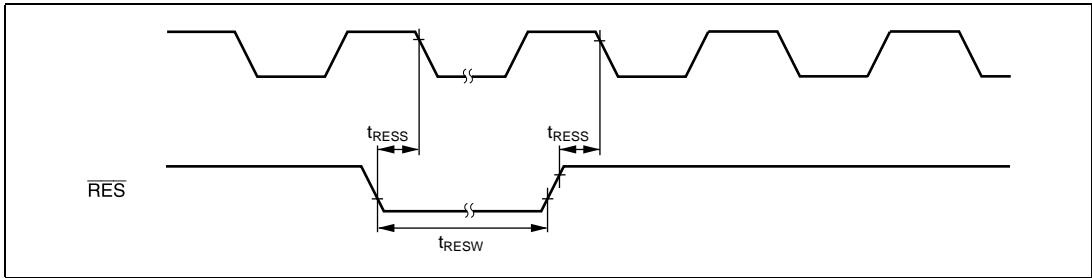


図 18.4 リセット入力タイミング

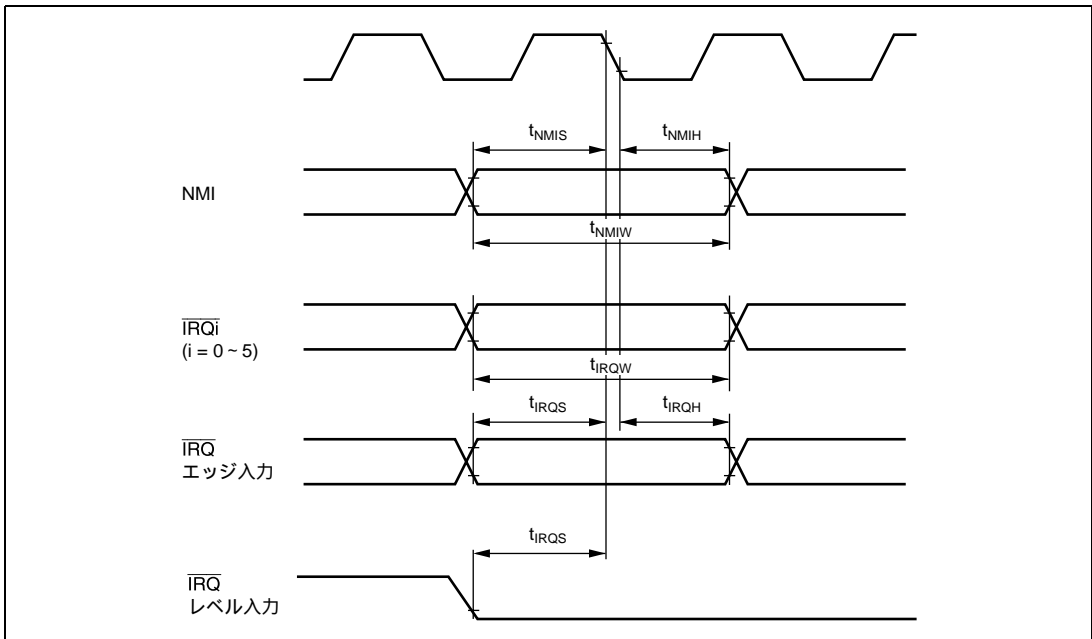


図 18.5 割り込み入力タイミング

## 18.3.3 内蔵周辺モジュールタイミング

表 18.6 に内蔵周辺タイミングを示します。

表 18.6 内蔵周辺タイミング

条件：  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、

$f = 4 \sim 24MHz$ 、 $T_a = -20 \sim +75$  (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$  (広温度範囲仕様品)

項目		記号	条件		単位	測定条件		
			min	max				
I/O ポート	出力データ遅延時間	tpWD		40	ns	図 18.6		
	入力データセットアップ時間	tPRS	25					
	入力データホールド時間	tPRH	25					
TPU	タイマ出力遅延時間	tTOCD		40	ns	図 18.7		
	タイマ入力セットアップ時間	tTICS	25					
	タイマクロック入力セットアップ時間	tTCKS	25		ns	図 18.8		
	タイマクロック	単エッジ指定	tTCKWH	1.5			tcyc	
パルス幅	両エッジ指定	tTCKWL	2.5					
SCI	入カクロック サイクル	調歩同期	tScyc	4	tcyc	図 18.9		
		クロック同期		6				
	入カクロックパルス幅		tSCKW	0.4	0.6		tcyc	
	入カクロック立ち上がり時間		tSCKr		1.5			
	入カクロック立ち下がり時間		tSCKf		1.5			
	送信データ遅延時間		tTXD		40		ns	図 18.10
	受信データセットアップ時間 (クロック同期)		tRXS	40				
受信データホールド時間 (クロック同期)		tRXH	40					
A/D 変換器	トリガ入力セットアップ時間	tTRGS	30		ns	図 18.11		
HCAN*	送信データ遅延時間	tHTXD		80	ns	図 18.12		
	送信データセットアップ時間	tHRXS	80					
	送信データホールド時間	tHRXH	80					

【注】 \* HCAN の入力信号は非同期信号ですが、図 18.12 に示された CK クロック立ち上がり (2 クロック間隔) で変化が生じたものとして判定されます。HCAN 出力信号は非同期信号ですが、図 18.12 に示された CK クロック立ち上がり (2 クロック間隔) で基準に変化します。

18. 電気的特性

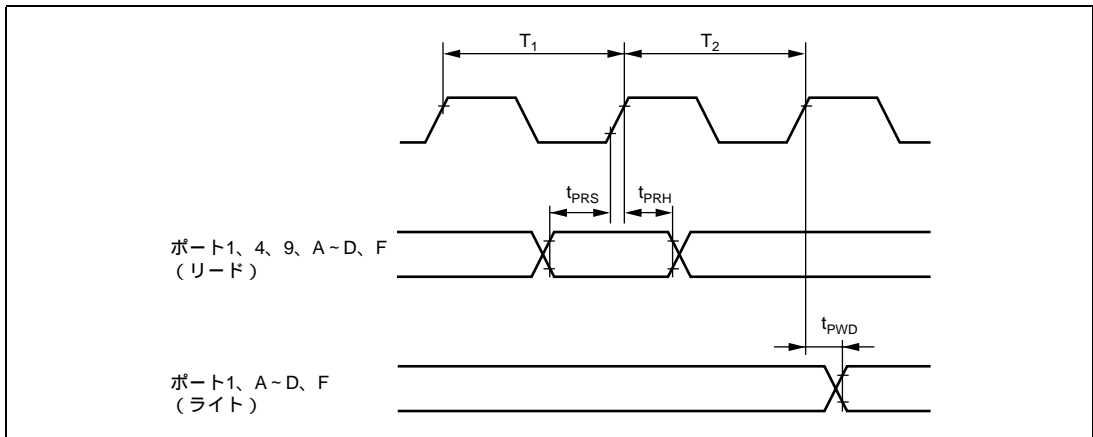


図 18.6 I/O ポート入出力タイミング

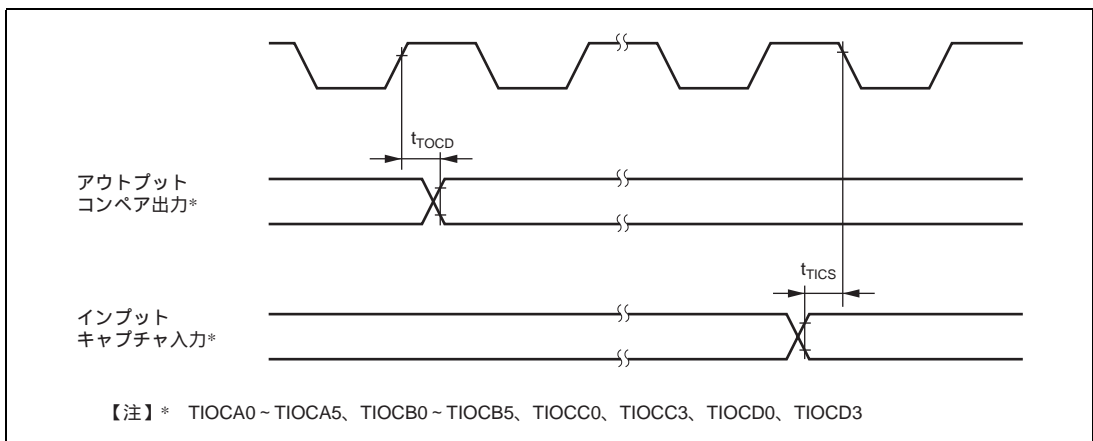


図 18.7 TPU 入出力タイミング

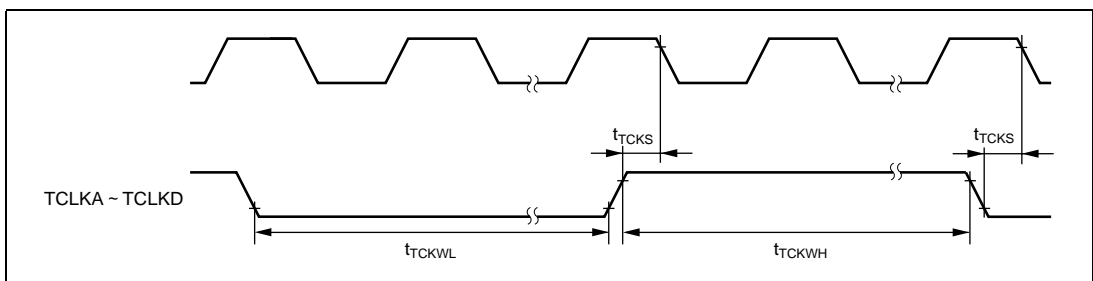


図 18.8 TPU クロック入出力タイミング

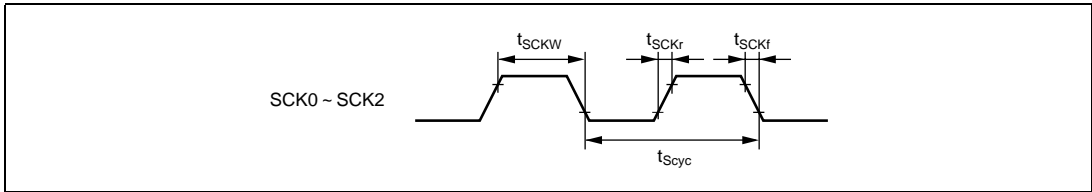


図 18.9 SCK クロック入力タイミング

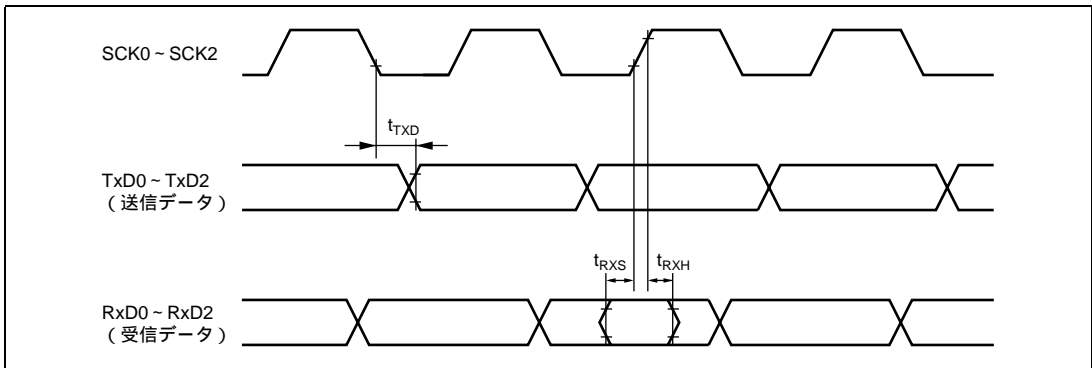


図 18.10 SCI 入出力タイミング/クロック同期式モード

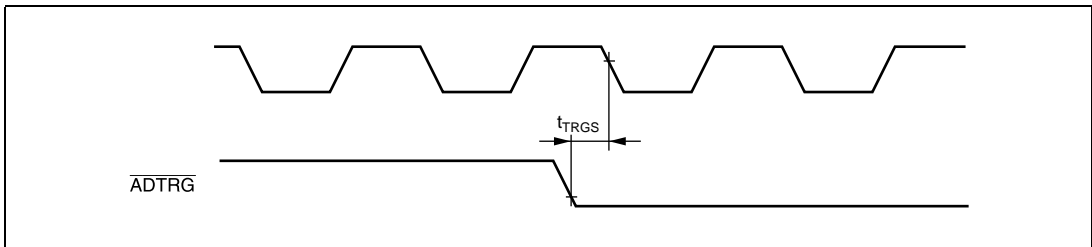


図 18.11 A/D 変換器外部トリガ入力タイミング

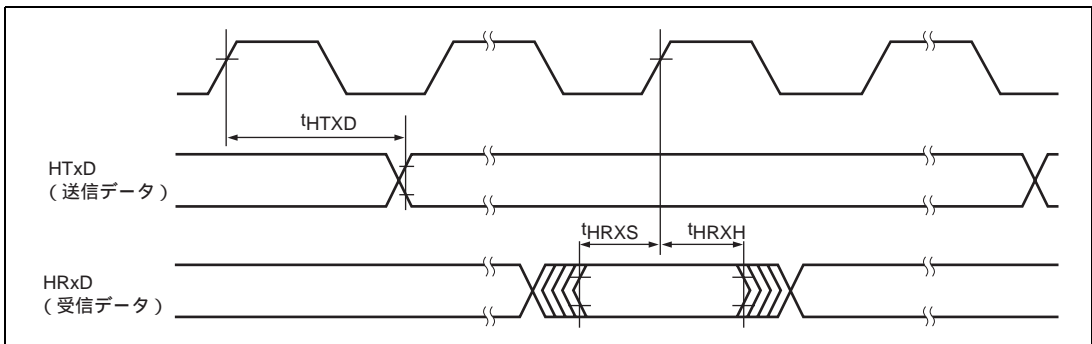


図 18.12 HCAN 入出力タイミング

## 18. 電気的特性

### 18.4 A/D 変換特性

表 18.7 に A/D 変換特性を示します。

表 18.7 A/D 変換特性

条件：  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、 $f_{CLK} = 4 \sim 24MHz$ 、  
 $T_a = -20 \sim +75$  (通常仕様品)、 $T_a = -40 \sim +85$  (広温度範囲仕様品)

項目	条件			単位
	min	typ	max	
分解能	10	10	10	ビット
変換時間	10		200	$\mu s$
アナログ入力容量			20	$\mu F$
許容信号源インピーダンス			5	k
非直線性誤差			$\pm 3.5$	LSB
オフセット誤差			$\pm 3.5$	LSB
フルスケール誤差			$\pm 3.5$	LSB
量子化誤差		$\pm 0.5$		LSB
絶対精度			$\pm 4.0$	LSB

## 18.5 フラッシュメモリ特性

表 18.8 にフラッシュメモリ特性を示します。

表 18.8 フラッシュメモリ特性

条件 :  $V_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $AV_{CC} = 4.5 \sim 5.5V$ 、 $V_{SS} = PLLV_{SS} = AV_{SS} = 0V$ 、

$T_a = 0 \sim +75$  (書き込み/消去時の動作温度範囲)

項目		記号	min	typ	max	単位	特記
書き込み時間*1*2*4		$t_p$	-	10	200	ms/128 バイト	
消去時間*1*3*5		$t_E$	-	100	1200	ms/ブロック	
書き換え回数		$N_{WEC}$	-	-	100	回	
書き込み時	SWE ビットセット後のウェイト時間*1	$t_{swe}$	1	1	-	$\mu s$	
	PSU1 ビットセット後のウェイト時間*1	$t_{spu}$	50	50	-	$\mu s$	
	P1 ビットセット後のウェイト時間*1*4	$t_{sp30}$	28	30	32	$\mu s$	書き込み時間ウェイト
		$t_{sp200}$	198	200	202	$\mu s$	書き込み時間ウェイト
		$t_{sp10}$	8	10	12	$\mu s$	追加書き込み時間ウェイト
	P1 ビットクリア後のウェイト時間*1	$t_{cp}$	5	5	-	$\mu s$	
	PSU1 ビットクリア後のウェイト時間*1	$t_{cpu}$	5	5	-	$\mu s$	
	PV1 ビットセット後のウェイト時間*1	$t_{spv}$	4	4	-	$\mu s$	
	H'FF ダミーライト後のウェイト時間*1	$t_{spr}$	2	2	-	$\mu s$	
	PV1 ビットクリア後のウェイト時間*1	$t_{cpv}$	2	2	-	$\mu s$	
	SWE ビットクリア後のウェイト時間*1	$t_{csw}$	100	100	-	$\mu s$	
	最大書き込み回数*1*4	$N$	-	-	1000	回	
	消去時	SWE ビットセット後のウェイト時間*1	$t_{swe}$	1	1	-	$\mu s$
ESU1 ビットセット後のウェイト時間*1		$t_{esu}$	100	100	-	$\mu s$	
E1 ビットセット後のウェイト時間*1*5		$t_{se}$	10	10	100	ms	消去時間ウェイト
E1 ビットクリア後のウェイト時間*1		$t_{ce}$	10	10	-	$\mu s$	
ESU1 ビットクリア後のウェイト時間*1		$t_{cesu}$	10	10	-	$\mu s$	
EV1 ビットセット後のウェイト時間*1		$t_{sev}$	20	20	-	$\mu s$	
H'FF ダミーライト後のウェイト時間*1		$t_{sevr}$	2	2	-	$\mu s$	
EV1 ビットクリア後のウェイト時間*1		$t_{cev}$	4	4	-	$\mu s$	
SWE ビットクリア後のウェイト時間*1		$t_{csw}$	100	100	-	$\mu s$	
最大消去回数*1*5		$N$	12	-	120	回	

【注】 \*1 各時間の設定は、書き込み/消去のアルゴリズムに従ってください。

\*2 128 バイト単位の書き込み時間 (フラッシュメモリコントロールレジスタ (FLMCR1) の P1 ビットをセットしているトータル期間を示します。プログラムベリファイ時間は含まれません)

## 18. 電気的特性

---

- \*3 1ブロックを消去する時間 (FLMCR1 の E1 ビットをセットしているトータル期間を示します。イレースペリファイ時間は含まれません)
- \*4 128 バイト書き込みアルゴリズムにおいて書き込み時間の最大値 ( $t_p(\max)$ ) を規定するために、最大書き込み回数 (N) の値は max. 値 (1000) を設定してください。  
また P1 ビットセット後のウェイト時間は、下記のように書き込み回数カウンタ (n) の回数によって切り替えてください。  
書き込み回数カウンタ (n) 1~6 回の場合  $t_{sp30} = 30 \mu s$   
書き込み回数カウンタ (n) 7~1000 回の場合  $t_{sp200} = 200 \mu s$   
〔追加書き込み時〕  
書き込み回数カウンタ (n) 1~6 回の場合  $t_{sp10} = 10 \mu s$
- \*5 消去時間の最大値 ( $t_e(\max)$ ) に対して、E1 ビットセット後のウェイト時間 ( $t_{se}$ ) と最大消去回数 (N) は以下の関係にあります。  
$$t_e(\max) = E1 \text{ ビットセット後のウェイト時間 } (t_{se}) \times \text{最大消去回数 } (N)$$
  
消去時間の最大値を規定するために、( $t_{se}$ ) および (N) の値は上記計算式を満たすように設定してください。  
(例)  $t_{se} = 100ms$  の場合、N = 12 回  
(例)  $t_{se} = 10ms$  の場合、N = 120 回



---

# 付録

---

## A. 各処理状態における I/O ポートの状態

ポート名	MCU 動作モード	リセット	ハードウェア スタンバイモード	ソフトウェア スタンバイモード	プログラム実行状態 スリープ
ポート 1	7	T	T	keep	入出力ポート
ポート 4	7	T	T	T	入力ポート
ポート 9	7	T	T	T	入力ポート
ポート A	7	T	T	keep	入出力ポート
ポート B	7	T	T	keep	入出力ポート
ポート C	7	T	T	keep	入出力ポート
ポート D	7	T	T	keep	入出力ポート
PF7	7	T	T	[DDR=0] T [DDR=1] H	[DDR=0] T [DDR=1] クロック出力
PF6 PF5 PF4 PF3 PF2 PF1 PF0	7	T	T	keep	入出力ポート
HTxD	7	H	T	H	出力
HRxD	7	入力	T	T	入力

### 【記号説明】

- H : High 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  
出力ポートは保持

## B. 型名一覧

製品分類		製品型名	マーク型名	パッケージ (パッケージコード)
H8S/2615	フラッシュメモリ版	HD64F2615	HD64F2615	80ピン QFP (FP-80Q)
	マスク ROM 版	HD6432615	HD6432615	

### C. 外形寸法図

外形寸法図については、「ルネサス半導体パッケージデータブック」に掲載されている寸法図を優先します。

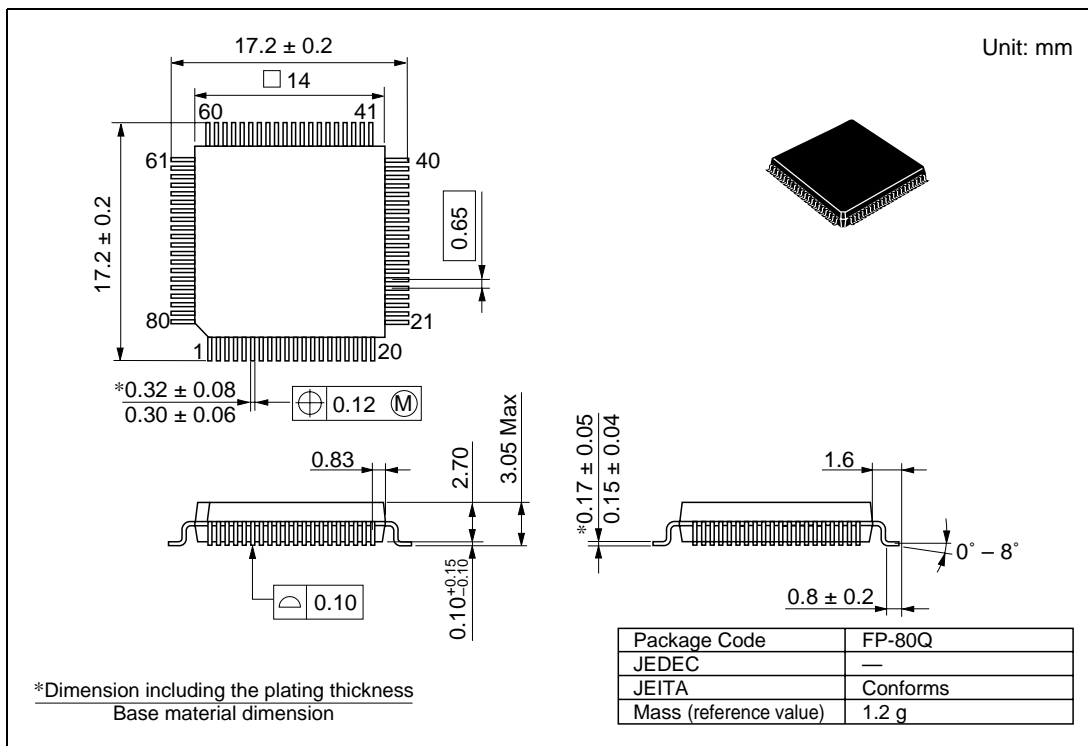


図 C.1 外形寸法図 (FP-80Q)

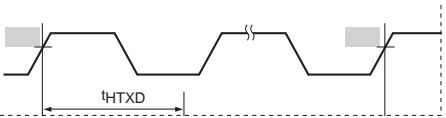


## 本版で改訂された箇所

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																
1.1 特長	1-1	<p>●内蔵メモリ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ROM</th> <th>型名</th> <th>ROM</th> <th>RAM</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>フラッシュメモリ版</td> <td>HD64F2615</td> <td>64Kバイト</td> <td>4Kバイト</td> <td></td> </tr> <tr> <td>マスクROM版</td> <td>HD6432615</td> <td>64Kバイト</td> <td>4Kバイト</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ROM	型名	ROM	RAM	備考	フラッシュメモリ版	HD64F2615	64Kバイト	4Kバイト		マスクROM版	HD6432615	64Kバイト	4Kバイト		
ROM	型名	ROM	RAM	備考														
フラッシュメモリ版	HD64F2615	64Kバイト	4Kバイト															
マスクROM版	HD6432615	64Kバイト	4Kバイト															
3.3.1 端子機能 表 3.2 各動作モードにおける端子機能	3-3	<p>表を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ポート</th> <th colspan="2">モード7</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ポート1</td> <td></td> <td></td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>ポートF</td> <td>PF7</td> <td></td> <td>P<sup>+</sup>/C</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PF6 - PF0</td> <td></td> <td>P</td> </tr> </tbody> </table>	ポート		モード7		ポート1			P	ポートF	PF7		P <sup>+</sup> /C		PF6 - PF0		P
ポート		モード7																
ポート1			P															
ポートF	PF7		P <sup>+</sup> /C															
	PF6 - PF0		P															
5.7.5 IRQ 割り込みについて	5-17	5.7.5 を追加																
8.3.4 タイマインタラプトレジスタ (TIER)	8-30	<p>ビット 1 の説明を修正</p> <p>0 : TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を禁止</p> <p>1 : TGFB ビットによる割り込み要求 (TGIB) を許可</p>																
9. ウォッチドッグタイマ (WDT)	9-1 ~ 9-14	第 9 章を差し替え																
11.3.2 ジェネラルステータスレジスタ (GSR)	11-5	<p>ビット 2 の説明を修正</p> <p>[ セット条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EOF ( End of Frame ) 後の Intermission3 ビット目</li> </ul> <p>[ クリア条件 ]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>メッセージ送信開始 ( SOF )</li> </ul>																
11.4.2 ハードウェアリセット後の初期設定 図 11.7 ソフトウェアリセット時のフローチャート	11-23	<p>( 1 ) IRR0 のクリア</p> <p>図を修正</p> <pre> graph TD     Start(( )) --&gt; D1{BCRの設定 MBCRの設定 メールボックス (RAM) の初期設定 メッセージの送信方式の設定 O.K.?}     D1 -- No --&gt; Box1[修正]     Box1 --&gt; D1     D1 -- Yes --&gt; D2{GSR3=1?}     D2 -- No --&gt; D1     D2 -- Yes --&gt; Box2[MCR0=0]     Box2 --&gt; End(( ))     </pre>																

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																								
11.4.5 HCAN スリープモード 図 11.13 HCAN スリープモードのフローチャート	11-34	図を修正 																								
11.7.12 HCAN リセットの解除について	11-40	11.7.12 を追加																								
11.7.13 HCAN スリープ中のメールボックスアクセスについて	11-40	11.7.13 を追加																								
15.2.1 水晶発振子を接続する方法 表 15.1 ダンピング抵抗値	15-4	表 15.1 を修正 <table border="1"> <thead> <tr> <th>周波数 (MHz)</th> <th>4</th> <th>8</th> <th>10</th> <th>12</th> <th>16</th> <th>20</th> <th>24</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rd max ( )</td> <td>500</td> <td>200</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24	Rd max ( )	500	200	0	0	0	0	0								
周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24																			
Rd max ( )	500	200	0	0	0	0	0																			
表 15.2 水晶発振子の特性	15-4	表 15.2 を修正 <table border="1"> <thead> <tr> <th>周波数 (MHz)</th> <th>4</th> <th>8</th> <th>10</th> <th>12</th> <th>16</th> <th>20</th> <th>24</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rd max ( )</td> <td>120</td> <td>80</td> <td>70</td> <td>60</td> <td>50</td> <td>40</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Co max ( pF)</td> <td colspan="7">7</td> </tr> </tbody> </table>	周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24	Rd max ( )	120	80	70	60	50	40	30	Co max ( pF)	7						
周波数 (MHz)	4	8	10	12	16	20	24																			
Rd max ( )	120	80	70	60	50	40	30																			
Co max ( pF)	7																									
15.2.2 外部クロックを入力する方法 表 15.3 外部クロック入力条件	15-5	表 15.3 からクロックパルス幅 Low レベル、およびクロックパルス幅 High レベルの項目を削除																								
16. 低消費電力状態 表 16.2 各モードでの本 LSI の内部状態	16-4	表を修正 <table border="1"> <thead> <tr> <th>機能</th> <th>高速</th> <th>中速</th> <th>スリープ</th> <th>モジュールストップ</th> <th>ウォッチ</th> <th>サブアクティブ</th> <th>サブスリープ</th> <th>ソフトウェアスタンバイ</th> <th>ハードウェアスタンバイ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>システムクロック発振器</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>動作</td> <td>停止</td> <td>停止</td> </tr> </tbody> </table>	機能	高速	中速	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	ハードウェアスタンバイ	システムクロック発振器	動作	動作	動作	動作	動作	動作	動作	停止	停止				
機能	高速	中速	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	ハードウェアスタンバイ																	
システムクロック発振器	動作	動作	動作	動作	動作	動作	動作	停止	停止																	

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																																																																																							
17.2 レジスタビット一覧	17-24	<b>RAMER を修正</b> <table border="1"> <tr> <td>レジスタ</td> <td>ビット7</td> <td>ビット6</td> <td>ビット5</td> <td>ビット4</td> <td>ビット3</td> <td>ビット2</td> <td>ビット1</td> <td>ビット0</td> <td>モジュール</td> </tr> <tr> <td>略称</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>IPRK</td> <td>IPR6</td> <td>IPR5</td> <td>IPR4</td> <td></td> <td>IPR2</td> <td>IPR1</td> <td>IPR0</td> <td></td> <td>INT</td> </tr> <tr> <td>IPRM</td> <td>IPR6</td> <td>IPR5</td> <td>IPR4</td> <td></td> <td>IPR2</td> <td>IPR1</td> <td>IPR0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>RAMER</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>RAMS</td> <td>RAM2</td> <td>RAM1</td> <td>RAM0</td> <td></td> <td>FLASH (F-ZTAT)</td> </tr> </table>	レジスタ	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	略称										IPRK	IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0		INT	IPRM	IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0			RAMER				RAMS	RAM2	RAM1	RAM0		FLASH (F-ZTAT)																																					
	レジスタ	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																																																																															
略称																																																																																									
IPRK	IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0		INT																																																																																
IPRM	IPR6	IPR5	IPR4		IPR2	IPR1	IPR0																																																																																		
RAMER				RAMS	RAM2	RAM1	RAM0		FLASH (F-ZTAT)																																																																																
17-26	<b>FLMCR1、FLMCR2、EBR1、FLPWCR を修正</b> <table border="1"> <tr> <td>レジスタ</td> <td>ビット7</td> <td>ビット6</td> <td>ビット5</td> <td>ビット4</td> <td>ビット3</td> <td>ビット2</td> <td>ビット1</td> <td>ビット0</td> <td>モジュール</td> </tr> <tr> <td>略称</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FLMCR1</td> <td>FWE</td> <td>SWE</td> <td>ESU1</td> <td>PSU1</td> <td>EV1</td> <td>PV1</td> <td>E1</td> <td>P1</td> <td>FLASH (F-ZTAT)</td> </tr> <tr> <td>FLMCR2</td> <td>FLER</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EBR1</td> <td>EB7</td> <td>EB6</td> <td>EB5</td> <td>EB4</td> <td>EB3</td> <td>EB2</td> <td>EB1</td> <td>EB0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FLPWCR</td> <td>PDWND</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	レジスタ	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	略称										FLMCR1	FWE	SWE	ESU1	PSU1	EV1	PV1	E1	P1	FLASH (F-ZTAT)	FLMCR2	FLER									EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0		FLPWCR	PDWND																																				
レジスタ	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																																																																																
略称																																																																																									
FLMCR1	FWE	SWE	ESU1	PSU1	EV1	PV1	E1	P1	FLASH (F-ZTAT)																																																																																
FLMCR2	FLER																																																																																								
EBR1	EB7	EB6	EB5	EB4	EB3	EB2	EB1	EB0																																																																																	
FLPWCR	PDWND																																																																																								
17.3 各動作モードにおけるレジスタの状態	17-34	<b>HCANMON を修正</b> <table border="1"> <tr> <td>レジスタ</td> <td>リセット</td> <td>高速 / 中速</td> <td>スリープ</td> <td>モジュール</td> <td>ウォッチ</td> <td>サブ</td> <td>サブ</td> <td>ソフト</td> <td>ハード</td> <td>モジュール</td> </tr> <tr> <td>略称</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ストップ</td> <td></td> <td></td> <td>アクティブ</td> <td>スリープ</td> <td>ウェア</td> <td>ウェア</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>スタンバイ</td> <td>スタンバイ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>HCANMON</td> <td>初期化</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>初期化</td> <td>初期化</td> <td>HCAN</td> </tr> </table>	レジスタ	リセット	高速 / 中速	スリープ	モジュール	ウォッチ	サブ	サブ	ソフト	ハード	モジュール	略称														ストップ			アクティブ	スリープ	ウェア	ウェア										スタンバイ	スタンバイ		HCANMON	初期化	-	-	-	-	-	-	初期化	初期化	HCAN																																
	レジスタ	リセット	高速 / 中速	スリープ	モジュール	ウォッチ	サブ	サブ	ソフト	ハード	モジュール																																																																														
略称																																																																																									
			ストップ			アクティブ	スリープ	ウェア	ウェア																																																																																
								スタンバイ	スタンバイ																																																																																
HCANMON	初期化	-	-	-	-	-	-	初期化	初期化	HCAN																																																																															
17-38	<b>FLMCR1、FLMCR2、EBR1、FLPWCR を修正</b> <table border="1"> <tr> <td>レジスタ</td> <td>リセット</td> <td>高速 / 中速</td> <td>スリープ</td> <td>モジュール</td> <td>ウォッチ</td> <td>サブ</td> <td>サブ</td> <td>ソフト</td> <td>ハード</td> <td>モジュール</td> </tr> <tr> <td>略称</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>ストップ</td> <td></td> <td></td> <td>アクティブ</td> <td>スリープ</td> <td>ウェア</td> <td>ウェア</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>スタンバイ</td> <td>スタンバイ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FLMCR1</td> <td>初期化</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>初期化</td> <td>FLASH (F-ZTAT)</td> </tr> <tr> <td>FLMCR2</td> <td>初期化</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>初期化</td> <td></td> </tr> <tr> <td>EBR1</td> <td>初期化</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>初期化</td> <td></td> </tr> <tr> <td>FLPWCR</td> <td>初期化</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>初期化</td> <td></td> </tr> </table>	レジスタ	リセット	高速 / 中速	スリープ	モジュール	ウォッチ	サブ	サブ	ソフト	ハード	モジュール	略称														ストップ			アクティブ	スリープ	ウェア	ウェア										スタンバイ	スタンバイ		FLMCR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	FLASH (F-ZTAT)	FLMCR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		EBR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化		FLPWCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	
レジスタ	リセット	高速 / 中速	スリープ	モジュール	ウォッチ	サブ	サブ	ソフト	ハード	モジュール																																																																															
略称																																																																																									
			ストップ			アクティブ	スリープ	ウェア	ウェア																																																																																
								スタンバイ	スタンバイ																																																																																
FLMCR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化	FLASH (F-ZTAT)																																																																															
FLMCR2	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化																																																																																
EBR1	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化																																																																																
FLPWCR	初期化	-	-	-	-	-	-	-	初期化																																																																																
18. 電气的特性	18-1 ~ 18-12	「Preliminary」を削除																																																																																							
18.2 DC 特性 表 18.2 DC 特性	18-3	<b>表 18.2 を修正</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>記号</th> <th>min</th> <th>typ</th> <th>max</th> <th>単位</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="8">消費電流*1</td> <td rowspan="2">通常動作時</td> <td rowspan="2">I<sub>cc</sub>*3</td> <td></td> <td>60</td> <td>65</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cc</sub> = 5.0V</td> <td>V<sub>cc</sub> = 5.5V</td> </tr> <tr> <td>スリープ時</td> <td></td> <td>50</td> <td>55</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>V<sub>cc</sub> = 5.0V</td> <td>V<sub>cc</sub> = 5.5V</td> </tr> <tr> <td>全モジュール ストップ時</td> <td></td> <td></td> <td>35</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>中速モード ( /32 ) 時</td> <td></td> <td></td> <td>45</td> </tr> <tr> <td>サブアクティブモード時</td> <td></td> <td>TBD</td> <td>0.7</td> <td>1.0</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>サブスリープモード時</td> <td></td> <td>TBD</td> <td>0.7</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>ウォッチモード時</td> <td></td> <td>TBD</td> <td>0.6</td> <td>1.0</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>スタンバイ時</td> <td></td> <td></td> <td>2.0</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>20</td> <td>μA</td> </tr> <tr> <td>アナログ</td> <td>A/D変換中</td> <td>AI<sub>cc</sub></td> <td></td> <td>2.5</td> <td>4.0</td> <td rowspan="2">mA</td> </tr> <tr> <td>電源電流</td> <td>A/D変換待機時</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td></td> <td>RAMスタンバイ電圧</td> <td>VRAM</td> <td>2.0</td> <td></td> <td></td> <td>V</td> </tr> </tbody> </table> <p>注*1、*3を修正</p> <p>【注】*1 ……A/D変換器を使用しない場合でも、AV<sub>cc</sub>端子はV<sub>cc</sub>に接続する等の方法で、4.5～5.5Vの電圧を印加してください。</p> <p>*3 I<sub>cc</sub>は下記の式に従ってV<sub>cc</sub>とfに依存します。</p> <p>I<sub>cc</sub>(max.) = 5 + (0.45×V<sub>cc</sub>×f) (通常動作時)</p> <p>I<sub>cc</sub>(max.) = 5 + (0.35×V<sub>cc</sub>×f) (スリープ時)</p>	項目	記号	min	typ	max	単位	消費電流*1	通常動作時	I <sub>cc</sub> *3		60	65	mA	V <sub>cc</sub> = 5.0V	V <sub>cc</sub> = 5.5V	スリープ時		50	55	mA	V <sub>cc</sub> = 5.0V	V <sub>cc</sub> = 5.5V	全モジュール ストップ時			35	mA	中速モード ( /32 ) 時			45	サブアクティブモード時		TBD	0.7	1.0	mA	サブスリープモード時		TBD	0.7	1.0	ウォッチモード時		TBD	0.6	1.0	mA	スタンバイ時			2.0	5.0					20	μA	アナログ	A/D変換中	AI <sub>cc</sub>		2.5	4.0	mA	電源電流	A/D変換待機時				5.0		RAMスタンバイ電圧	VRAM	2.0			V								
項目	記号	min	typ	max	単位																																																																																				
消費電流*1	通常動作時	I <sub>cc</sub> *3		60	65	mA																																																																																			
			V <sub>cc</sub> = 5.0V	V <sub>cc</sub> = 5.5V																																																																																					
	スリープ時		50	55	mA																																																																																				
	V <sub>cc</sub> = 5.0V	V <sub>cc</sub> = 5.5V																																																																																							
	全モジュール ストップ時			35	mA																																																																																				
	中速モード ( /32 ) 時			45																																																																																					
	サブアクティブモード時		TBD	0.7	1.0	mA																																																																																			
	サブスリープモード時		TBD	0.7	1.0																																																																																				
ウォッチモード時		TBD	0.6	1.0	mA																																																																																				
スタンバイ時			2.0	5.0																																																																																					
				20	μA																																																																																				
アナログ	A/D変換中	AI <sub>cc</sub>		2.5	4.0	mA																																																																																			
電源電流	A/D変換待機時				5.0																																																																																				
	RAMスタンバイ電圧	VRAM	2.0			V																																																																																			

修正項目	ページ	修正内容（詳細はマニュアル参照）																																		
18.3.1 クロックタイミング 表 18.4 クロックタイミング	18-4	<p>表 18.4 を修正</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">項 目</th> <th rowspan="2">記号</th> <th colspan="2">条件</th> <th rowspan="2">単 位</th> <th rowspan="2">測定 条件</th> </tr> <tr> <th>min.</th> <th>max.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>クロックサイクル時間</td> <td>t<sub>cy</sub></td> <td>41.6</td> <td>250</td> <td>ns</td> <td rowspan="5">図 18.2</td> </tr> <tr> <td>クロックハイレベルパルス幅</td> <td>t<sub>OH</sub></td> <td>図</td> <td></td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td>クロックローレベルパルス幅</td> <td>t<sub>CL</sub></td> <td>図</td> <td></td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td>クロック立ち上がり時間</td> <td>t<sub>cr</sub></td> <td></td> <td>図</td> <td>ns</td> </tr> <tr> <td>クロック立ち下がり時間</td> <td>t<sub>cf</sub></td> <td></td> <td>図</td> <td>ns</td> </tr> </tbody> </table>	項 目	記号	条件		単 位	測定 条件	min.	max.	クロックサイクル時間	t <sub>cy</sub>	41.6	250	ns	図 18.2	クロックハイレベルパルス幅	t <sub>OH</sub>	図		ns	クロックローレベルパルス幅	t <sub>CL</sub>	図		ns	クロック立ち上がり時間	t <sub>cr</sub>		図	ns	クロック立ち下がり時間	t <sub>cf</sub>		図	ns
項 目	記号	条件			単 位	測定 条件																														
		min.	max.																																	
クロックサイクル時間	t <sub>cy</sub>	41.6	250	ns	図 18.2																															
クロックハイレベルパルス幅	t <sub>OH</sub>	図		ns																																
クロックローレベルパルス幅	t <sub>CL</sub>	図		ns																																
クロック立ち上がり時間	t <sub>cr</sub>		図	ns																																
クロック立ち下がり時間	t <sub>cf</sub>		図	ns																																
18.3.3 内蔵周辺モジュールタイミング 図 18.12 HCAN 入出力タイミング	18-9	<p>図 18.12 を修正</p>  <p>The diagram shows a digital signal waveform with a period labeled t<sub>HTXD</sub>. The waveform consists of several pulses, with a break in the middle indicated by two wavy lines. Vertical dashed lines mark the start and end of the period t<sub>HTXD</sub>, which spans from the rising edge of the first pulse to the falling edge of the last pulse.</p>																																		
付録 B. 型名一覧	付録-2	<p>注*を削除 （修正前）マスク ROM 版* → （修正後）マスク ROM 版</p>																																		



# 索引

16 ビットタイマパルスユニット.....	8-1	未読メッセージのオーバーライト.....	11-33
PWM モード.....	8-45	MAC 命令.....	3-2
カスケード接続動作.....	8-43	PLL 回路.....	15-6
コンペアマッチによる波形出力.....	8-36	Time Quanta (TQ).....	11-25
トグル出力.....	8-36	TRAPA 命令.....	4-7
バッファ動作.....	8-40	アドレスマップ.....	3-4
フリーランニングカウント動作.....	8-35	アドレス空間.....	2-8
位相計数モード.....	8-50	アドレッシングモード.....	2-28
同期動作.....	8-39	イミディエイト.....	2-30
A/D 変換器.....	12-1	ディスプレイメント付きレジスタ間接.....	2-28
A/D トリガ入力端子.....	7-21	プリデクリメントレジスタ間接.....	2-29
A/D 変換器の起動.....	8-57	プログラムカウンタ相対.....	2-30
シングルモード.....	12-6	ポストインクリメントレジスタ間接.....	2-29
スキャンモード.....	12-7	メモリ間接.....	2-30
外部トリガ.....	12-9	レジスタ間接.....	2-28
変換時間.....	12-7	レジスタ直接.....	2-28
Bcc.....	2-17, 2-25	絶対アドレス.....	2-29
CPU 動作モード.....	2-4	インタラプトプライオリティレジスタ (IPR).....	5-1
アドバンスモード.....	2-6	ウォッチドッグタイマ.....	9-1
ノーマルモード.....	2-4	インターバルタイマモード.....	9-10
EA 拡張部.....	2-27	ウォッチドッグタイマモード.....	9-8
HCAN.....	11-1	オーバフロー.....	9-10
11 ビット連続レセッシブビット.....	11-21	エクステンドレジスタ (EXR).....	2-11
HCAN HALT モード.....	11-35	オープンドレインコントロールレジスタ.....	7-1
HCAN スリープモード.....	11-34	オペレーションフィールド.....	2-27
アービトラージョンフィールド.....	11-28, 11-31	オンボードプログラミング.....	14-11
コントロールフィールド.....	11-28	クロック発振器.....	15-1
コンフィギュレーションモード.....	11-21	コンディションコードレジスタ (CCR).....	2-12
データフィールド.....	11-28	コンディションフィールド.....	2-27
データフレーム.....	11-32	シリアルコミュニケーションインタフェース.....	10-1
バッファセグメント.....	11-24	オーバランエラー.....	10-27
メールボックス.....	11-18, 11-20	パリティエラー.....	10-27
メッセージコントロール (MC0 ~ MC15).....	11-18	ビットレート.....	10-13
メッセージデータ (MD0 ~ MD15).....	11-20	ブレイク.....	10-56
メッセージの送信取り消し.....	11-28	フレーミングエラー.....	10-27
メッセージ送信方式.....	11-26	マーク状態.....	10-56
リモートトランスミッションリクエストビット.....	11-32	調歩同期式モード.....	10-20
リモートフレーム.....	11-32	スタックポインタ (SP).....	2-10

データディレクションレジスタ .....	7-1	MD .....	11-20, 17-6, 17-18, 17-31
データレジスタ .....	7-1	MDCR .....	3-1, 17-9, 17-22, 17-34
トレースビット .....	2-11	MSTPCR .....	16-7, 17-9, 17-22, 17-34
バスサイクル .....	6-1	P1DDR .....	7-4, 17-9, 17-22, 17-35
ビットレート .....	11-24	P1DR .....	7-4, 17-11, 17-24, 17-36
フラッシュメモリ .....	14-1	PADDR .....	7-8, 17-9, 17-22, 17-35
イレース/イレースベリファイ .....	14-19	PADR .....	7-8, 17-11, 17-24, 17-36
エミュレーション .....	14-15	PAODR .....	7-9, 17-10, 17-22, 17-35
ブートモード .....	14-11	PAPCR .....	7-9, 17-10, 17-22, 17-35
プログラム/プログラムベリファイ .....	14-17	PBDDR .....	7-11, 17-9, 17-22, 17-35
ユーザモードでの書き込み/消去 .....	14-14	PBDR .....	7-11, 17-11, 17-24, 17-36
書き込みの単位 .....	14-6	PBODR .....	7-12, 17-10, 17-22, 17-35
消去ブロック .....	14-6	PBPCR .....	7-12, 17-10, 17-22, 17-35
プログラムカウンタ (PC) .....	2-11	PCDDR .....	7-14, 17-10, 17-22, 17-35
ポートレジスタ .....	7-1	PCDR .....	7-15, 17-11, 17-24, 17-36
メモリサイクル .....	6-1	PCODR .....	7-16, 17-10, 17-22, 17-35
ライターモード .....	14-22	PCPCR .....	7-15, 17-10, 17-22, 17-35
リセット .....	4-3	PDDDR .....	7-18, 17-10, 17-22, 17-35
レジスタ		PDDR .....	7-18, 17-11, 17-24, 17-36
ABACK .....	11-9, 17-2, 17-14, 17-27	PDPCR .....	7-19, 17-10, 17-22, 17-35
ADCR .....	12-6, 17-13, 17-26, 17-38	PFDDR .....	7-20, 17-10, 17-22, 17-35
ADCSR .....	12-5, 17-13, 17-26, 17-38	PFDR .....	7-20, 17-11, 17-24, 17-36
ADDR .....	12-4, 17-13, 17-26, 17-38	PORT1 .....	7-5, 17-13, 17-26, 17-38
BCR .....	11-6, 17-2, 17-14, 17-27	PORT4 .....	7-7, 17-13, 17-26, 17-38
BRR .....	10-13, 17-12, 17-25, 17-37	PORT9 .....	7-7, 17-13, 17-26, 17-38
EBR1 .....	14-9, 17-13, 17-26, 17-38	PORTA .....	7-9, 17-13, 17-26, 17-38
FLMCR1 .....	14-8, 17-13, 17-26, 17-38	PORTB .....	7-12, 17-13, 17-26, 17-38
FLMCR2 .....	14-9, 17-13, 17-26, 17-38	PORTC .....	7-15, 17-13, 17-26, 17-38
FLPWCR .....	14-10, 17-13, 17-26, 17-38	PORTD .....	7-19, 17-13, 17-26, 17-38
GSR .....	11-5, 17-2, 17-14, 17-27	PORTF .....	7-21, 17-13, 17-26, 17-38
HCANMON .....	11-20, 17-9, 17-21, 17-34	RAMER .....	14-10, 17-11, 17-24, 17-36
IER .....	5-5, 17-9, 17-22, 17-34	RDR .....	10-4, 17-12, 17-25, 17-37
IMR .....	11-15, 17-2, 17-14, 17-27	REC .....	11-16, 17-2, 17-14, 17-27
IPR .....	5-4, 17-11, 17-23, 17-36	RFPR .....	11-11, 17-2, 17-14, 17-27
IRR .....	11-12, 17-2, 17-14, 17-27	RSR .....	10-4
ISCR .....	5-5, 17-9, 17-22, 17-34	RSTCSR .....	9-7, 17-12, 17-25, 17-37
ISR .....	5-6, 17-9, 17-22, 17-34	RXPR .....	11-10, 17-2, 17-14, 17-27
LAFMH .....	11-17, 17-2, 17-14, 17-27	SBYCR .....	16-5, 17-9, 17-22, 17-34
LAFML .....	11-17, 17-2, 17-14, 17-27	SCKCR .....	15-2, 17-9, 17-22, 17-34
LPWRCR .....	16-6, 17-9, 17-22, 17-34	SCMR .....	10-12, 17-12, 17-25, 17-37
MBCR .....	11-7, 17-2, 17-14, 17-27	SCR .....	10-7, 17-12, 17-25, 17-37
MBIMR .....	11-14, 17-2, 17-14, 17-27	SMR .....	10-5, 17-12, 17-25, 17-37
MC .....	11-18, 17-2, 17-15, 17-27	SSR .....	10-9, 17-12, 17-25, 17-37
MCR .....	11-4, 17-2, 17-14, 17-27	SYSCR .....	3-2, 17-9, 17-22, 17-34

TCNT .....	8-32, 9-3, 17-11, 17-12, 17-24, 17-25, 17-36, 17-37	TGI2B .....	8-56
TCR .....	8-8, 17-11, 17-24, 17-36	TGI3A .....	8-56
TCSR .....	9-4, 17-12, 17-25, 17-37	TGI3B .....	8-56
TDR .....	10-4, 17-12, 17-25, 17-37	TGI3C .....	8-56
TEC .....	11-16, 17-2, 17-14, 17-27	TGI3D .....	8-56
TGR .....	8-32, 17-11, 17-24, 17-36	TGI4A .....	8-56
TIER .....	8-29, 17-11, 17-24, 17-36	TGI4B .....	8-56
TIOR .....	8-12, 17-11, 17-24, 17-36	TGI5A .....	8-56
TMDR .....	8-11, 17-11, 17-24, 17-36	TGI5B .....	8-56
TSR .....	8-30, 17-11, 17-24, 17-36	WOVI .....	9-10
TSTR .....	8-32, 17-11, 17-23, 17-36	割り込みコントローラ .....	5-1
TSYR .....	8-33, 17-11, 17-23, 17-36	割り込みマスクビット .....	2-12
TXACK .....	11-9, 17-2, 17-14, 17-27	割り込み制御モード .....	5-10
TXCR .....	11-8, 17-2, 17-14, 17-27	割り込み要求マスクレベル .....	2-11
TXPR .....	11-8, 17-2, 17-14, 17-27	割り込み例外処理ベクタテーブル .....	5-8
UMSR .....	11-16, 17-2, 17-14, 17-27	実効アドレス .....	2-31
レジスタフィールド .....	2-27	書き込み / 消去プロテクト .....	14-21
割り込み		積和レジスタ (MAC) .....	2-13
ADI .....	12-9	低消費電力状態	
ERS0/OVR0 .....	11-36	ウォッチモード .....	16-14
NMI 割り込み .....	5-7, 5-17, 9-10	サブアクティブモード .....	16-16
RM0 .....	11-36	サブスリープモード .....	16-15
RM1 .....	11-36	直接遷移 .....	16-17
SLE0 .....	11-36	動作モードの選択 .....	3-1
TCI0V .....	8-56	入力プルアップ MOS .....	7-1
TCI1U .....	8-56	汎用レジスタ .....	2-10
TCI1V .....	8-56	命令セット .....	2-17
TCI2U .....	8-56	システム制御命令 .....	2-26
TCI2V .....	8-56	シフト命令 .....	2-22
TCI3V .....	8-56	データ転送命令 .....	2-19
TCI4U .....	8-56	ビット操作命令 .....	2-23
TCI4V .....	8-56	ブロック転送命令 .....	2-26
TCI5U .....	8-56	算術演算命令 .....	2-20
TCI5V .....	8-56	分岐命令 .....	2-25
TGI0A .....	8-56	論理演算命令 .....	2-22
TGI0B .....	8-56	例外処理 .....	4-1
TGI0C .....	8-56	スタックの状態 .....	4-8
TGI0D .....	8-56	トラップ命令例外処理 .....	4-7
TGI1A .....	8-56	トレース例外処理 .....	4-6
TGI1B .....	8-56	リセット例外処理 .....	4-3
TGI2A .....	8-56	割り込み例外処理 .....	4-6
		例外処理ベクタテーブル .....	4-2



---

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/2615グループ

発行年月 2003年8月21日 Rev.1.00

2004年4月27日 Rev.2.00

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 株式会社ルネサス小平セミコン 技術ドキュメント部



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	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	支	店	〒190-0023	立川市柴崎町2-2-23 (第二高島ビル2F)	(042) 524-8701
札	支	社	〒060-0002	札幌市中央区北二条西4-1 (札幌三井ビル5F)	(011) 210-8717
東	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	支	店	〒970-8026	いわき市平小太郎町4-9 (損保ジャパンいわき第二ビル3F)	(0246) 22-3222
茨	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	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	支	社	〒390-0815	松本市深志1-2-11 (昭和ビル7F)	(0263) 33-6622
中	部	業	〒460-0008	名古屋市中区栄3-13-20 (栄センタービル4F)	(052) 261-3000
浜	部	業	〒430-7710	浜松市板屋町111-2 (浜松アクトタワー10F)	(053) 451-2131
西	部	業	〒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	支	社	〒920-0031	金沢市広岡3-1-1 (金沢パークビル8F)	(076) 233-5980
広	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
鳥	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	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
鹿	支	店	〒890-0053	鹿児島市中央町12-2 (明治安田生命鹿児島中央町ビル)	(099) 284-1748

■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：カスタマサポートセンタ E-Mail: [csc@renesas.com](mailto:csc@renesas.com)

# H8S/2615 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

RJJ09B0063-0200H