

## M16C/63,64A,65,65C,6C,5LD,5L,5Mグループ

RJJ05B1671-0100

シリアルインタフェース 特殊モード2(スレーブ通信)

Rev.1.00

2010.11.30

## 1. 要約

本アプリケーションノートでは、シリアルインタフェースの特殊モード2を使用し、スレーブ受信を行う例について説明しています。

## 2. はじめに

この資料で説明する応用例は、次のマイコンでの利用に適用されます。

- マイコン : M16C/63グループ  
M16C/64Aグループ  
M16C/65グループ  
M16C/65Cグループ  
M16C/6Cグループ  
M16C/5LDグループ  
M16C/5Lグループ  
M16C/5Mグループ

本アプリケーションノートは、上記グループと同様のSFR(周辺機能制御レジスタ)を持つM16Cファミリマイコンでも使用できます。ただし、一部の機能を変更している場合がありますのでユーザーズマニュアルで確認してください。また、本アプリケーションノートで説明しているプログラムを使用される場合は十分な評価を行ってください。

### 3. 動作確認条件

表 3.1に動作確認条件を示します。

表 3.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	M16C/65グループ
動作周波数	•メインクロック : 8MHz •CPUクロック : 32MHz (PLLクロック2分周8逓倍)
動作電圧	5.0V(2.7V~5.5Vで動作可能です。)
総合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Version 4.07
Cコンパイラ	ルネサス エレクトロニクス製 M16C Series, R8C Family C Compiler V.5.45 Release 01 コンパイルオプション -c -finfo -dir "\${CONFIGDIR}" (総合開発環境のデフォルト設定を使用しています。)

## 4. ハードウェア説明

### 4.1 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P8_2 / INT0	入力	受信制御用ポート
P7_2 / CLK2	入力	送受信クロック入力
P7_1 / RXD2	入力	シリアルデータ入力
P7_0 / TXD2	出力	シリアルデータ出力

### 4.2 回路イメージ図

図 4.1 にマスタとスレーブの接続例を示します。

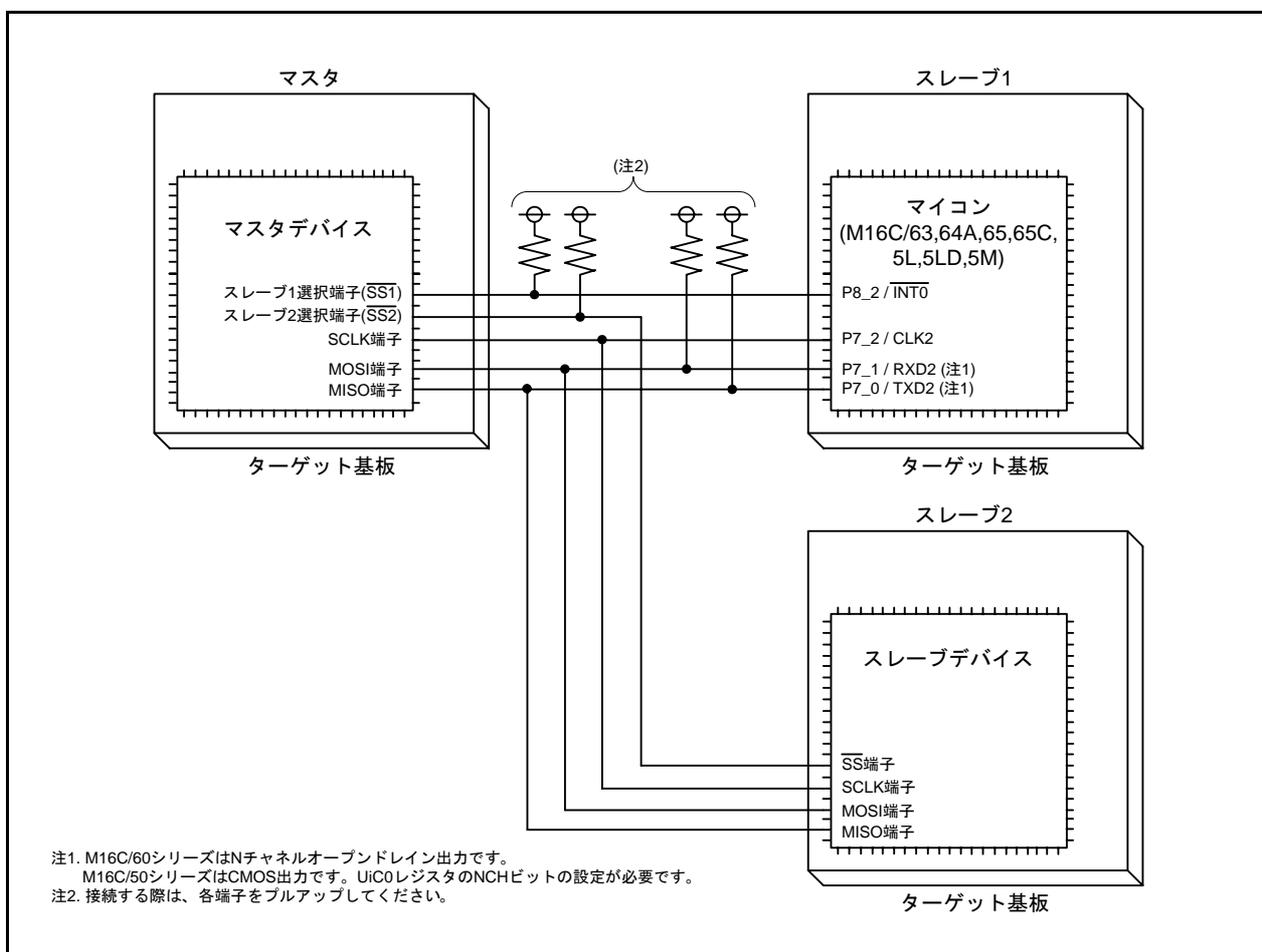


図 4.1 マスタとスレーブの接続例

## 5. ソフトウェア説明

### 5.1 仕様

本サンプルコードは、1バイトデータをスレーブ受信します。

INT0端子に立ち下がりエッジが入力されると、UART2を送受信許可に設定します。1バイトデータ受信後、UART2受信割り込み処理内で、受信データを変数に格納します。INT0端子に立ち上がりエッジが入力されると、UART2送受信禁止、シリアルインタフェース無効に設定します。

表 5.1にサンプルコードの仕様を示します。

表 5.1 サンプルコードの仕様

	スレーブ(クロック遅れなし)	スレーブ(クロック遅れあり)
通信モード	特殊モード2(外部クロック)	
クロック位相	U2SMR3レジスタのCKPHビットが“0”(クロック遅れなし)	U2SMR3レジスタのCKPHビットが“1”(クロック遅れあり)
	U2C0レジスタのCKPOLビットが“0”(送受信クロックの立ち下がりで送信データ出力、立ち上がりで受信データ入力)	
データフォーマット	キャラクタ長 8ビット	
ビットオーダ	LSBファースト	
送信制御、受信制御	P8_2端子(INT0端子)	
割り込み	<ul style="list-style-type: none"> <li>•UART2受信割り込み(優先レベル: 2)</li> <li>•INT0割り込み(優先レベル: 1)</li> </ul>	

### 5.2 注意事項

下記の条件に該当する場合、「5.3節 動作説明」の対策を実行する必要があります。

- UiC0レジスタのCKPOLビットが“0”、UiSMR3レジスタのCKPHビットが“1”の場合
- UiC0レジスタのCKPOLビットが“1”、UiSMR3レジスタのCKPHビットが“0”の場合

CKPOLビットが“0”、CKPHビットが“1”(クロック遅れあり)の場合、通信経路がアイドル状態の時、CLKi端子は“L”(CKPOLビットが“1”、CKPHビットが“0”の時、CLKi端子は“H”)になっています。

### 5.3 動作説明(クロック遅れなし)

図 5.3 に特殊モード2を使用したスレーブ送受信例(クロック遅れなし)の場合を、表 5.2 にサンプルコードでの実測値を示します。

- (1)  $\overline{\text{INT0}}$  割り込み(SS入力)が発生します。
- (2)  $\overline{\text{INT0}}$  端子が“L”の時
  - (2)-1 U2MRレジスタに“09h”(クロック同期形シリアルI/Oモード、外部クロック)を設定します。  
(このとき、TXD端子が出力になります。)
  - (2)-2 U2C1レジスタに“05h”(送受信許可)を設定します。
  - (2)-3 U2TBレジスタにデータを書き込みます。(注1)
- (3)  $\overline{\text{INT0}}$  端子が“H”の時
  - (3)-1 U2C1レジスタに“00h”(送受信禁止)を設定します。
  - (3)-2 U2MRレジスタに“00h”(シリアルインタフェースは無効)に設定します。(注2)  
(このとき、TXD端子が開放されます。)
- (4) 受信したデータがU2RBレジスタに転送されると、U2C1レジスタのRIビットが“1”になり、受信割り込みが発生します。
- (5) 受信割り込み処理内でU2RBレジスタからデータを読み出します。

注1. (2)-3の処理が終わるまで、CLK2端子に送受信クロックを入力しないでください。

注2. シリアルインタフェースが無効になるまで、TXD2端子は最終データの値が保持されます。

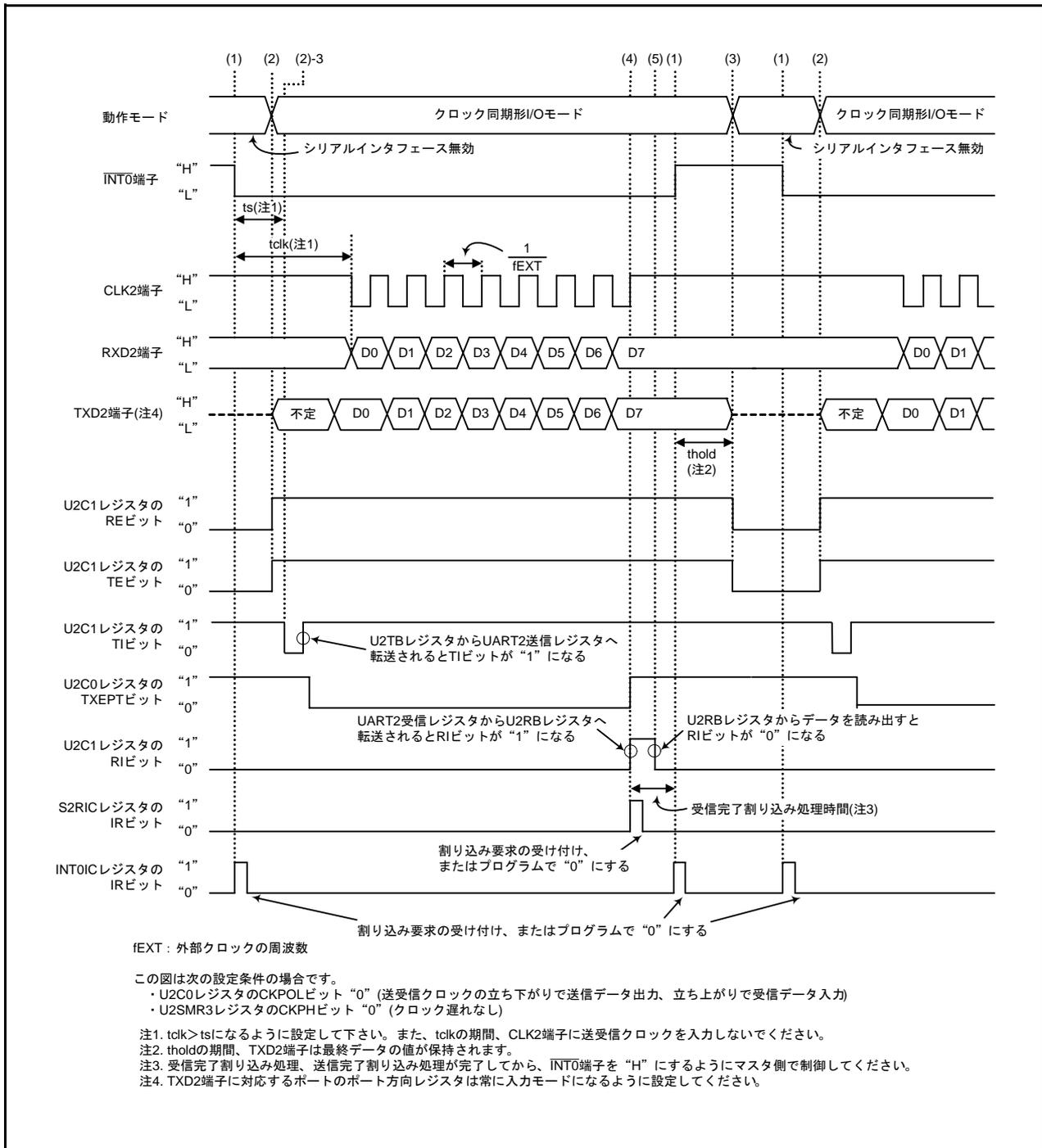


図 5.3 特殊モード2を使用したスレーブ送受信例(クロック遅れなし)の場合

表 5.2 サンプルコードでの実測値(注1)

	実測値	サイクル数
$t_s$	約4.6 $\mu s$	約147サイクル
$thold$	約4.4 $\mu s$	約141サイクル
受信完了割り込み処理時間	約2.6 $\mu s$	約83サイクル

注1. 実測値の条件は「3. 動作確認条件」と同じです。

実測値とサイクル数は、コンパイラオプションの設定や割り込み発生タイミングで変わります。

## 5.4 動作説明(クロック遅れあり)

図 5.4 に特殊モード2を使用したスレーブ送受信例(クロック遅れあり)の場合を、表 5.3 にサンプルコードでの実測値を示します。

- (1)  $\overline{\text{INT0}}$  割り込み(SS入力)が発生します。
- (2)  $\overline{\text{INT0}}$  端子が“L”の時
  - (2)-1 U2MRレジスタに“0Dh”(UARTモード、外部クロック(注1))を設定します。  
(このとき、TXD端子が出力になります。)
  - (2)-2 U2C1レジスタに“05h”(送受信許可)を設定します。
  - (2)-3 U2TBレジスタにデータを書き込みます。
  - (2)-4 U2MRレジスタに“09h”(クロック同期形シリアルI/Oモード)を設定します。(注2)
- (3)  $\overline{\text{INT0}}$  端子が“H”の時
  - (3)-1 U2C1レジスタに“00h”(送受信禁止)を設定します。
  - (3)-2 U2MRレジスタに“00h”(シリアルインタフェースは無効)に設定します。(注3)  
(このとき、TXD端子が開放されます。)
- (4) 受信したデータがU2RBレジスタに転送されると、U2C1レジスタのRIビットが“1”になり、受信割り込みが発生します。
- (5) 受信割り込み処理内でU2RBレジスタからデータを読み出します。

注1. 「5.2節 注意事項」の対策の為、一旦UARTモードを設定しています。

注2. (2)-4の処理が終わるまで、CLK2端子に送受信クロックを入力しないでください。

注3. シリアルインタフェースが無効になるまで、TXD2端子は最終データの値が保持されます。

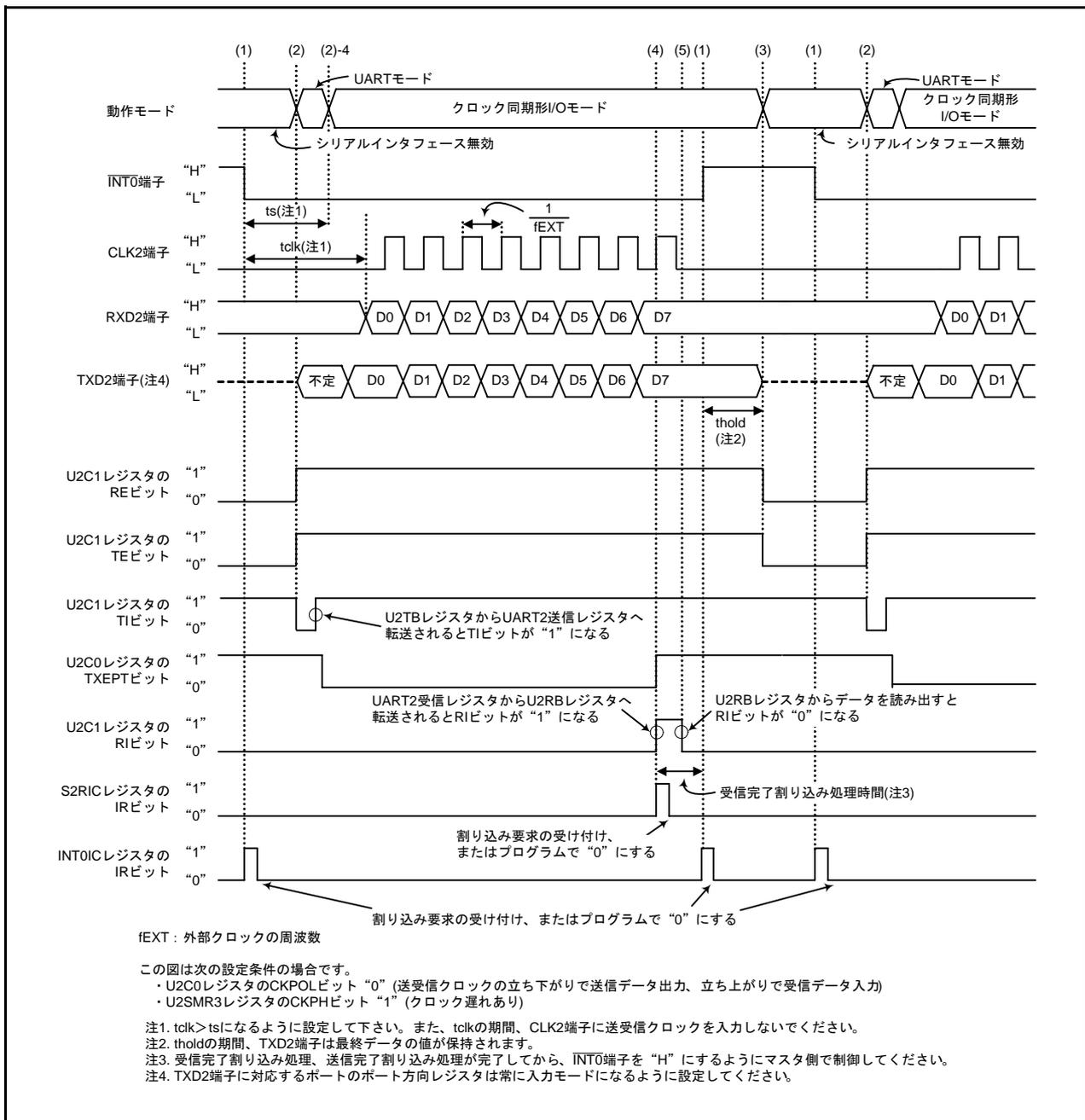


図 5.4 特殊モード2を使用したスレーブ送受信例(クロック遅れあり)の場合

表 5.3 サンプルコードでの実測値(注1)

	実測値	サイクル数
$t_s$	約4.8 $\mu s$	約153サイクル
$thold$	約4.4 $\mu s$	約141サイクル
受信完了割り込み処理時間	約2.6 $\mu s$	約83サイクル

注2. 実測値の条件は「3. 動作確認条件」と同じです。

実測値とサイクル数は、コンパイラオプションの設定や割り込み発生タイミングで変わります。

## 5.5 定数一覧

表 5.4にサンプルコードで使用する定数一覧を示します。

表 5.4 サンプルコードで使用する定数一覧

定数名	設定値	内容
OVR_ERROR_MASK	1000h	オーバランエラー確認用
OVR_ERROR	1000h	オーバランエラー
HIGH	1	立ち上がりエッジ判定用
LOW	0	立ち下がりエッジ判定用
DUMMY_DATA	55h	送信用ダミーデータ
SUCCESS	00h	成功
ERROR	FFh	エラー

## 5.6 変数一覧

表 5.5に変数一覧を示します。

表 5.5 変数一覧

型名	変数名	内容	使用関数
unsigned char	rcv_data	受信データ格納用変数	_uart2_receive()
unsigned char	u2_overrun	オーバランエラー結果格納	main() _uart2_receive()

## 5.7 関数表

宣言	void mcu_init (void)		
概要	CPUクロック設定関数		
引数	引数名		意味
	なし		—
使用変数 (グローバル)	変数名		使用内容
	なし		—
戻り値	型	値	意味
	なし	—	—
機能説明	CPUクロックにPLLクロックを設定します。M16C/63グループのマイコンを使用する場合は、CPUクロックにメインクロックを設定します。		

宣言	void peripheral_init(void)		
概要	周辺機能初期設定関数		
引数	引数名		意味
	なし		—
使用変数 (グローバル)	変数名		使用内容
	なし		—
戻り値	型	値	意味
	なし	—	—
機能説明	UART2の初期設定を行います。M16C/50シリーズのマイコンを使用する場合は、U2C0レジスタのNCHビットを“1”(TXD2/SDA2、SCL2端子はNチャネルオープンドレイン出力)に設定します。INT0割り込みを使用するための設定を行います。		

宣言	void _int0(void)		
概要	INT0割り込み処理関数		
引数	引数名		意味
	なし		—
使用変数 (グローバル)	変数名		使用内容
	なし		—
戻り値	型	値	意味
	なし	—	—
機能説明	INT0割り込み処理の先頭で、入力レベルを3回サンプリングします。立ち下がりエッジが入力された場合、UART2送受信開始します。立ち上がりエッジが入力された場合、シリアルインタフェース無効にします。		

宣言	void _uart2_receive(void)		
概要	UART2受信割り込み処理関数		
引数	引数名		意味
	なし		—
使用変数 (グローバル)	変数名		使用内容
	rcv_data		受信データ格納用変数
	u2_overrun		オーバーランエラー結果格納
戻り値	型	値	意味
	なし	—	—
機能説明	オーバーランエラーが発生していないか確認し、受信データを変数に格納します。		

## 5.8 フローチャート

### 5.8.1 メイン関数

図 5.5にメイン関数を示します。

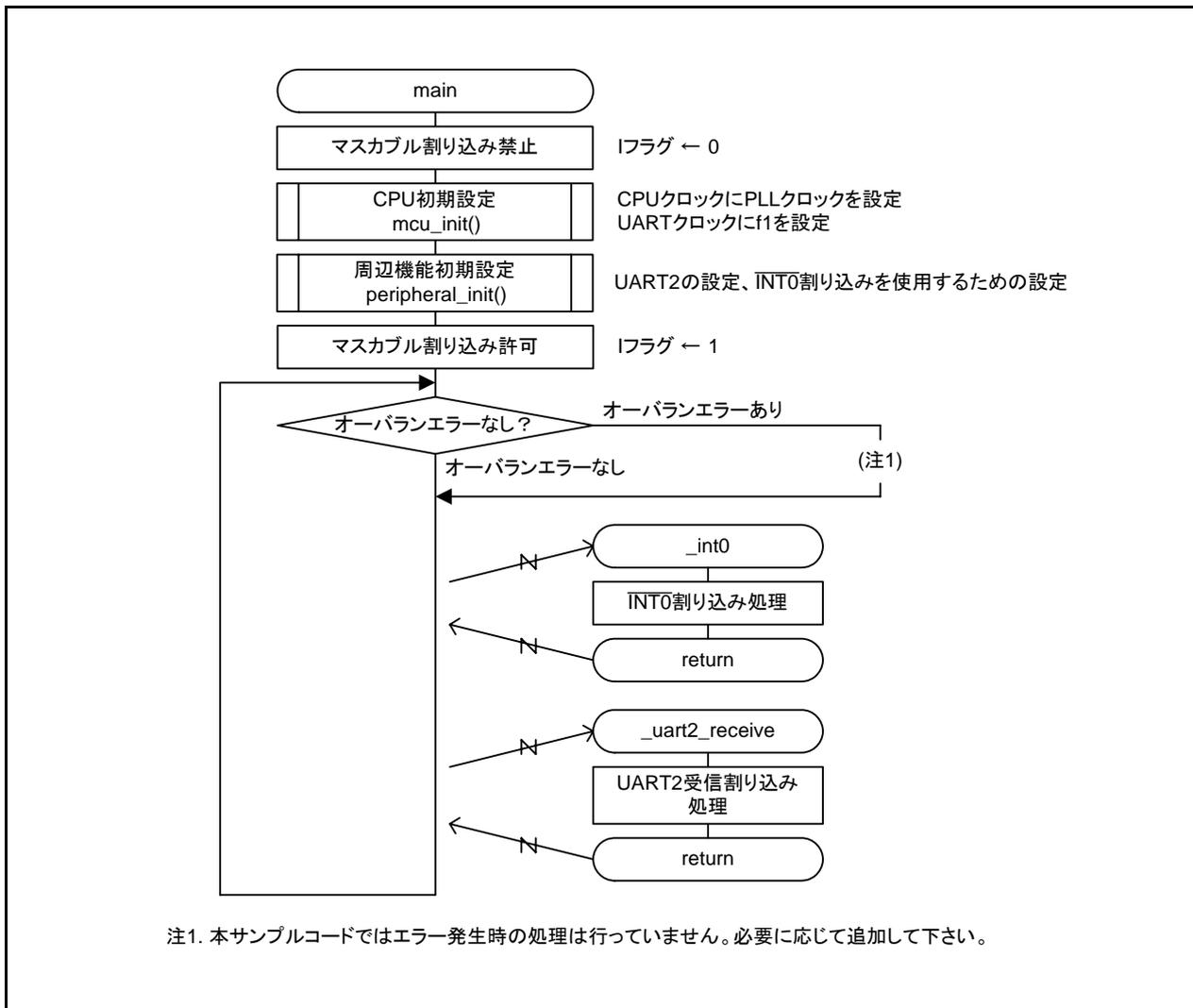


図 5.5 メイン関数

## 5.8.2 周辺機能初期設定関数

UART2とINT0割り込みを使用するための設定を行います。

図 5.6に周辺機能初期設定関数を示します。

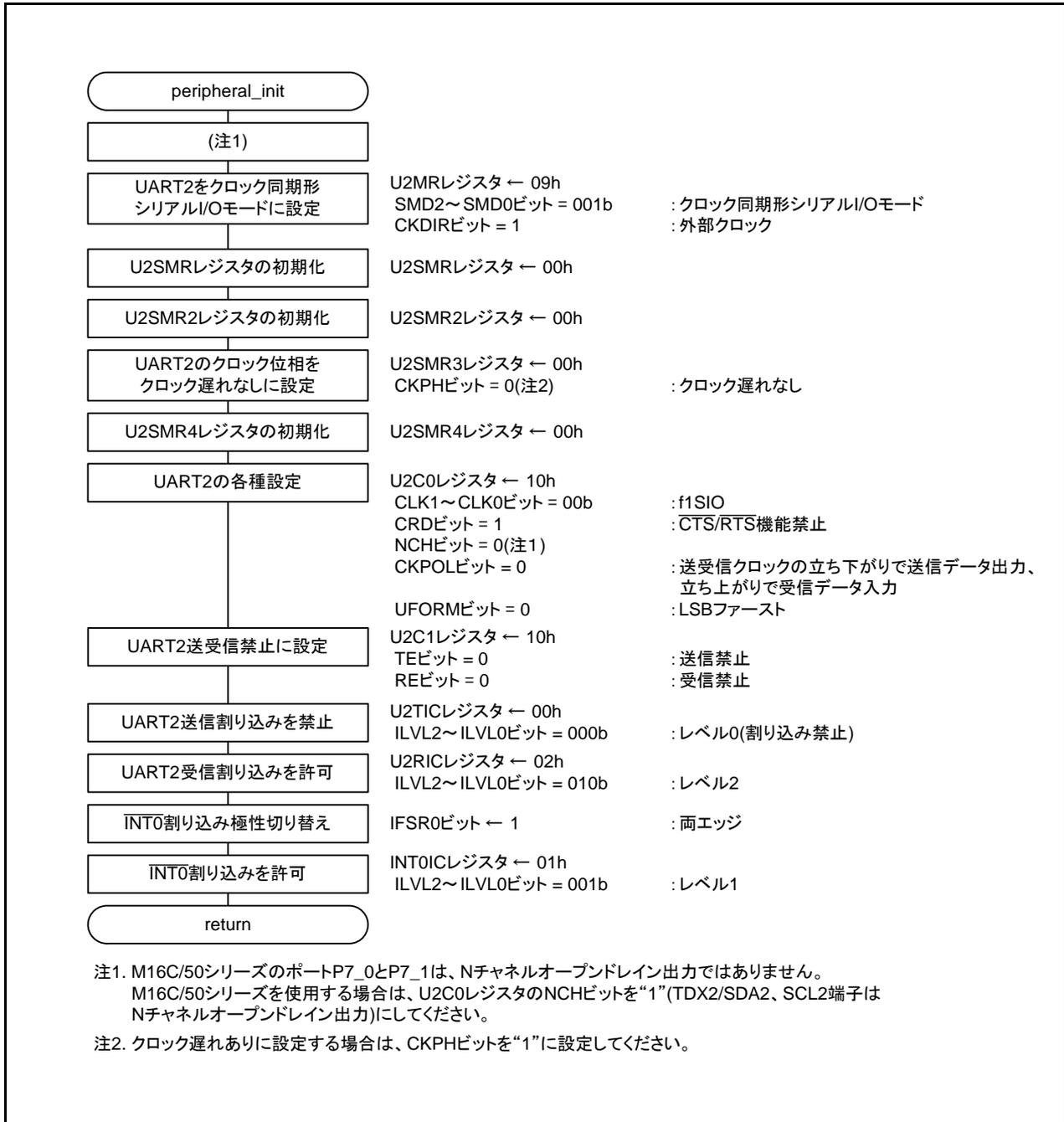


図 5.6 周辺機能初期設定関数

### 5.8.3 INT0 割り込み関数

立ち下がりエッジが入力されると、UART2 送受信許可設定を行います。立ち上がりエッジが入力されると、シリアルインタフェースを無効にします。

図 5.7にINT0割り込み関数(クロック遅れなし)を、図 5.8にINT0割り込み関数(クロック遅れあり)を示します。

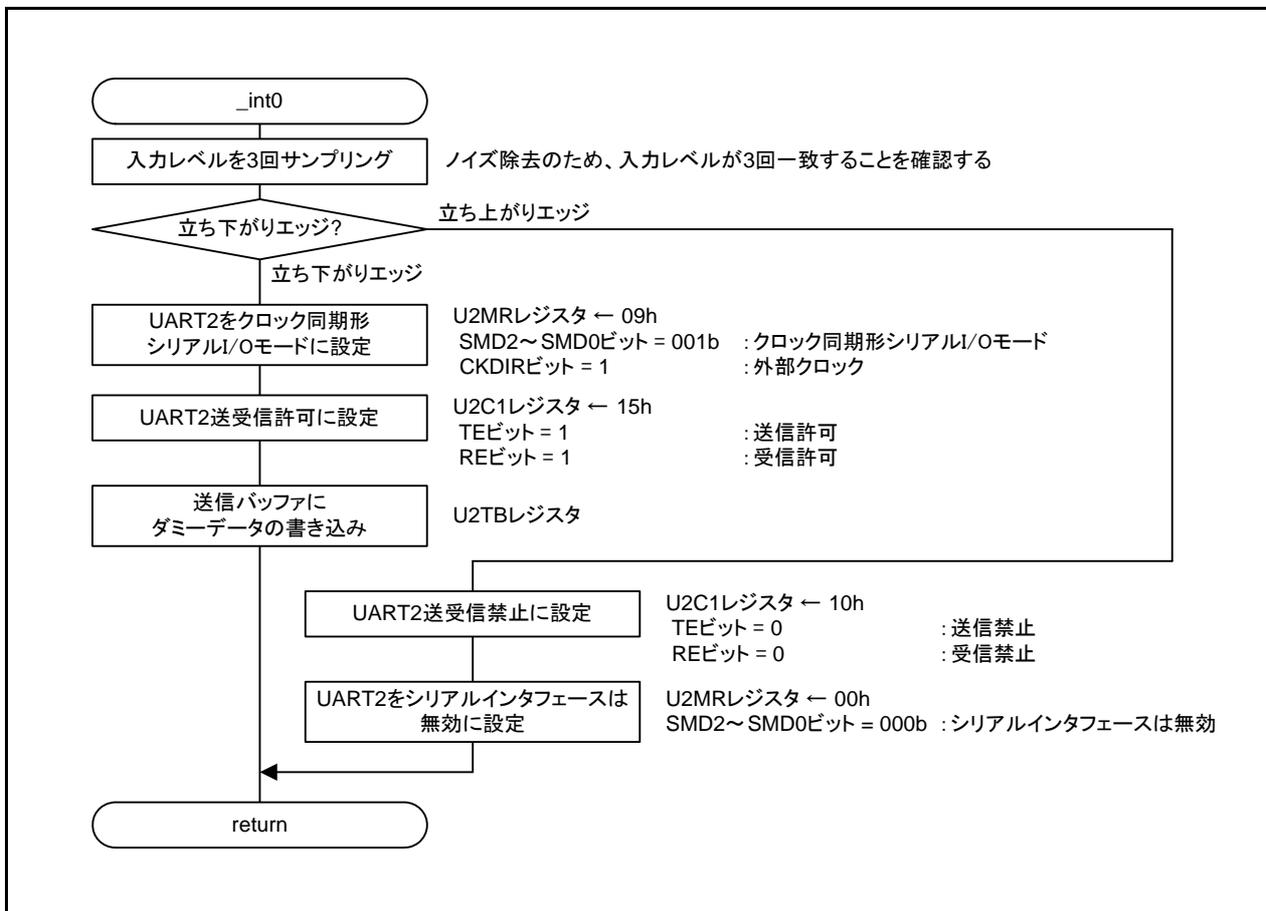


図 5.7 INT0 割り込み関数(クロック遅れなし)

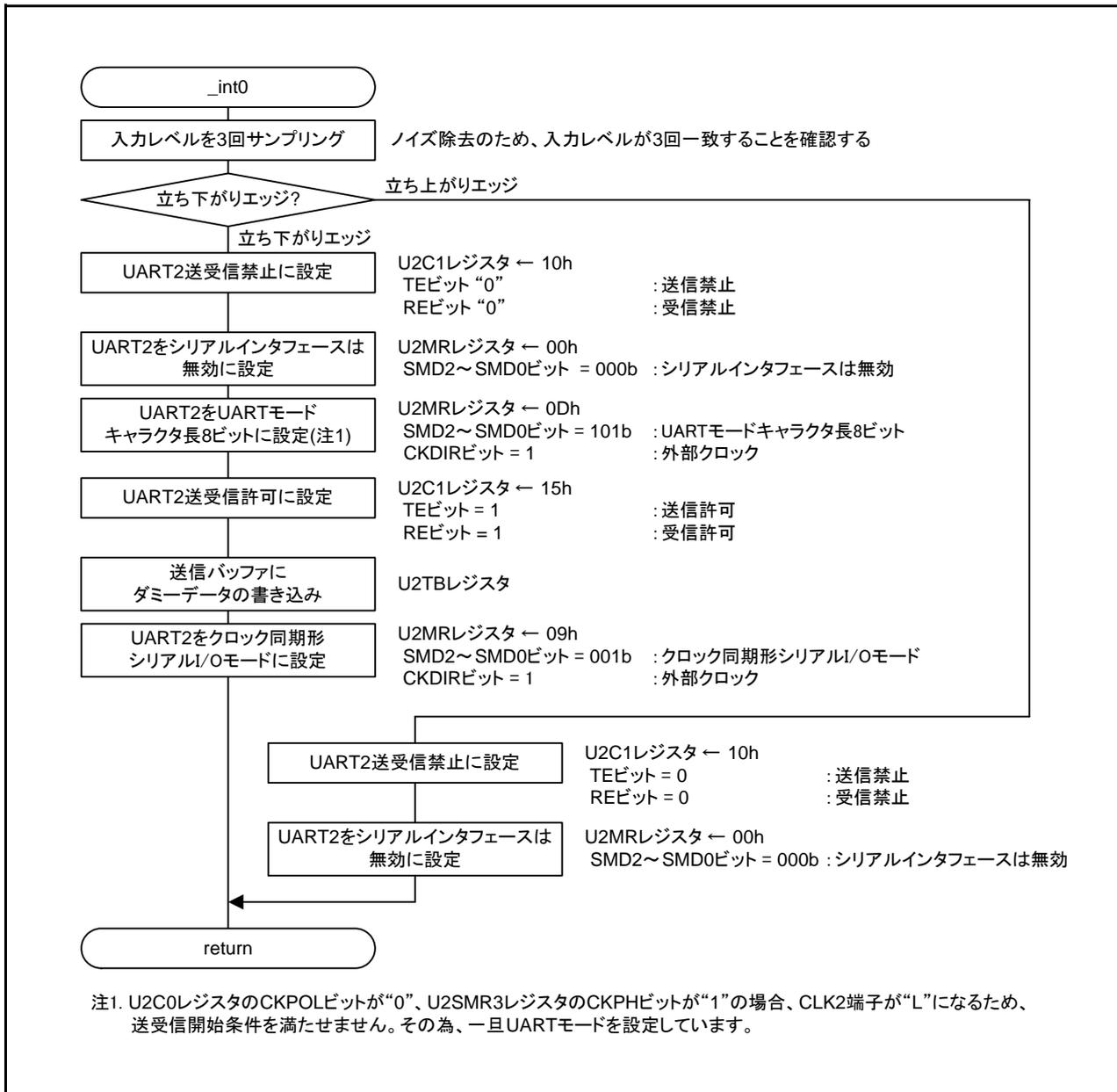


図 5.8 INT0割り込み関数(クロック遅れあり)

#### 5.8.4 UART2受信割り込み関数

オーバーランエラーが発生していないか確認し、受信データを変数に格納します。

図 5.9にUART2受信割り込み関数を示します。

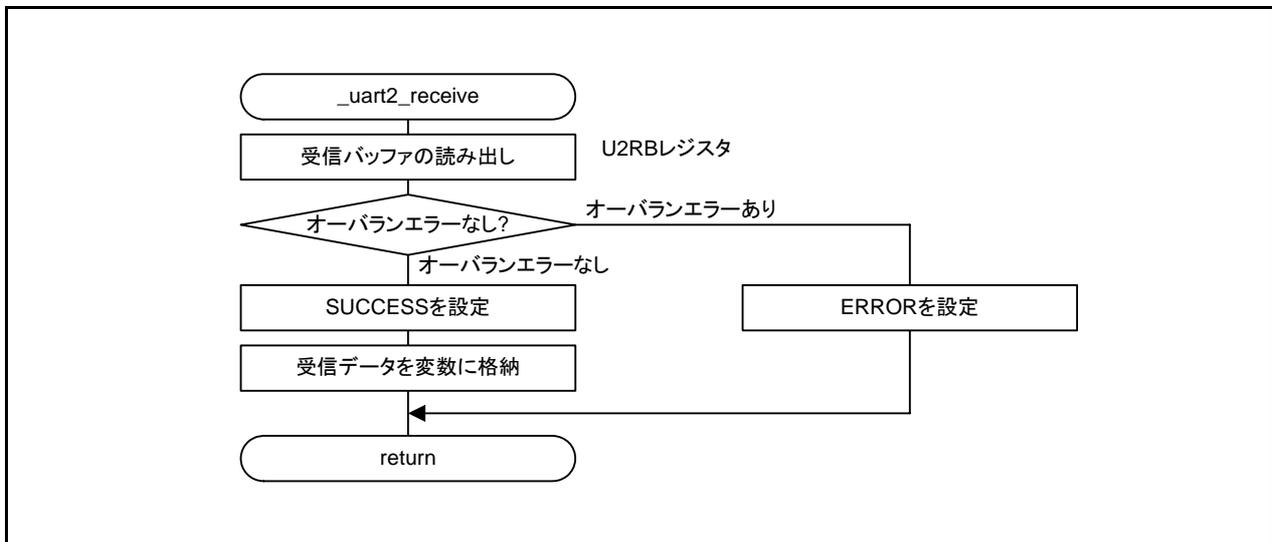


図 5.9 UART2受信割り込み関数

## 6. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

## 7. 参考ドキュメント

M16C/65 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

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

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録	M16C/63,64A,65,65C,6C,5LD,5L,5Mグループ シリアルインタフェース 特殊モード2(スレーブ通信)
------	---

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2010.11.30	-	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 製品ご使用上の注意事項

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

### 1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

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

### 2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

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

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

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

### 3. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。

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

### 4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

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

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

### 5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部 ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

## 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用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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

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



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/inquiry>