

RX610 グループ

R01AN0199JJ0100

Rev.1.00

2010.12.27

DMAC による調歩同期式 SCI 送信

要旨

本アプリケーションノートでは、ルネサス MCU の DMAC (DMA コントローラ) を用いた SCI (シリアルコミュニケーションインタフェース) の調歩同期式シリアル通信を紹介します。

動作確認デバイス

RX610 グループ

はじめに

本資料で説明する応用例は次のマイコン、条件に適用されます。

- RX610 グループ

RX610 グループと同様の I/O レジスタ (周辺装置制御レジスタ) を持つ他の RX ファミリでも本プログラムを使用することができます。ただし、一部の機能を機能追加等に変更している場合がありますのでマニュアルで確認してください。このアプリケーションノートをご使用に際しては十分な評価を行ってください。

エンディアンの指定はビッグおよびリトル、ビットオーダの指定はレフトおよびライトの両方で動作しません。

目次

1. 仕様	2
2. 使用機能説明	3
3. 動作説明	9
4. ソフトウェア説明	11
5. 動作確認環境	17
6. 参考ドキュメント	18

1. 仕様

DMAC (DMA コントローラ) を用いて SCI (シリアルコミュニケーション) の調歩同期式シリアル転送機能により、データの送信動作を行います。図 1 に DMAC を用いた調歩同期式シリアルデータ送信の概要を示します。

SCI のチャンネル 1 と DMAC のチャンネル 1 (送信) を使用します。

通信フォーマットは 8 ビット長、1 ストップビット、パリティなしです。

送信データエンpty 割り込み要求で DMAC を起動し、あらかじめ用意された任意の転送元から送信データを SCI のトランスミットデータレジスタ (TDR) に転送します。

指定回数分の転送を完了すると再送準備します。

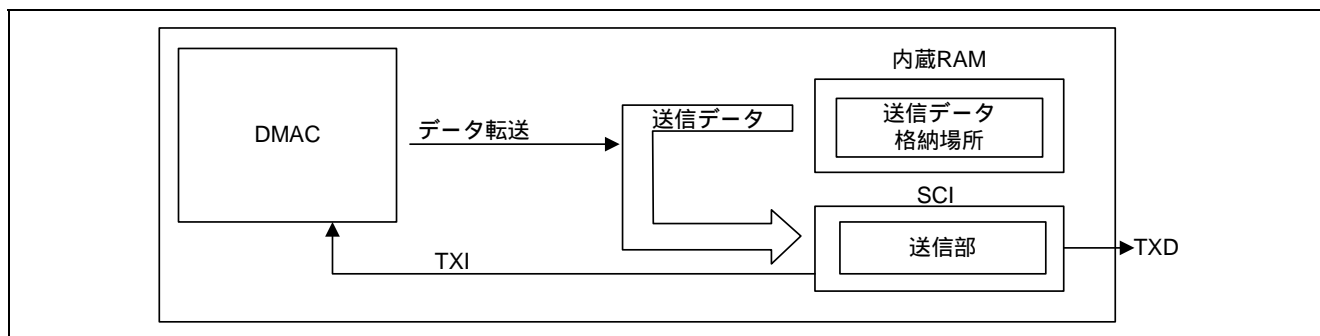


図 1 DMAC を用いた調歩同期式シリアルデータ送信の概要

- 使用機能
シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)
DMA コントローラ (DMAC)

2. 使用機能説明

本応用例では、SCI の送信データエンプティ割り込み (TXI) 要因により DMAC を起動します。設定した転送モードによりデータ転送を行い、調歩同期式シリアルデータの送信を行います。

2.1 シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI) の動作概要

SCI の調歩同期式モードでは、通信開始を意味するスタートビットと通信終了を意味するストップビットとデータ付加したキャラクタを送信 / 受信し、1 キャラクタ単位で同期を取りながらシリアル通信を行います。送信部および受信部は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 / ライトができ送受信が可能です。

調歩同期シリアル通信では、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。

シリアル通信の 1 キャラクタは、スタートビット (Low レベル) から始まり、データ (LSB ファースト : 最下位ビットから)、パリティビット (High/Low)、最後にストップビット (High レベル) の順で構成されます。

SCI の詳細は、「RX610 グループ ハードウェアマニュアル シリアルコミュニケーションインタフェース (SCI)」の章を参照ください。

表 1 に調歩同期式通信の概要を示し、図 2 に調歩同期式シリアル通信のデータフォーマットを示します。

表 1 調歩同期式シリアル通信の概要

項目	概要
チャンネル数	7 チャンネル (SCI0 ~ SCI6)
転送速度	ポーレートジェネレータ内蔵により任意のビットレートを設定可能
クロックソース	内部クロック : PCLK、PCLK/4、PCLK/16、PCLK/64 (PCLK : 周辺モジュールクロック) 外部クロック : SCKn 端子入力クロック
データフォーマット	転送データ長 : 7 ビット / 8 ビット 送信ストップビット : 1 ビット / 2 ビット パリティ機能 : 偶数パリティ / 奇数パリティ / パリティなし 転送順序 : LSB ファースト / MSB ファースト
ポーレート	内部クロック選択時 : 100bps ~ 1562500bps (PCLK=50MHz) 外部クロック選択時 : 最大 781250bps (PCLK=50MHz)
エラー検出	パリティエラー、オーバランエラー、フレーミングエラー
割り込み要求	送信データエンプティ割り込み (TXI) 受信データフル割り込み (RXI) 受信エラー割り込み (ERI) 送信終了割り込み (TEI)
クロックソースの選択	内部クロック / 外部クロックの選択が可能

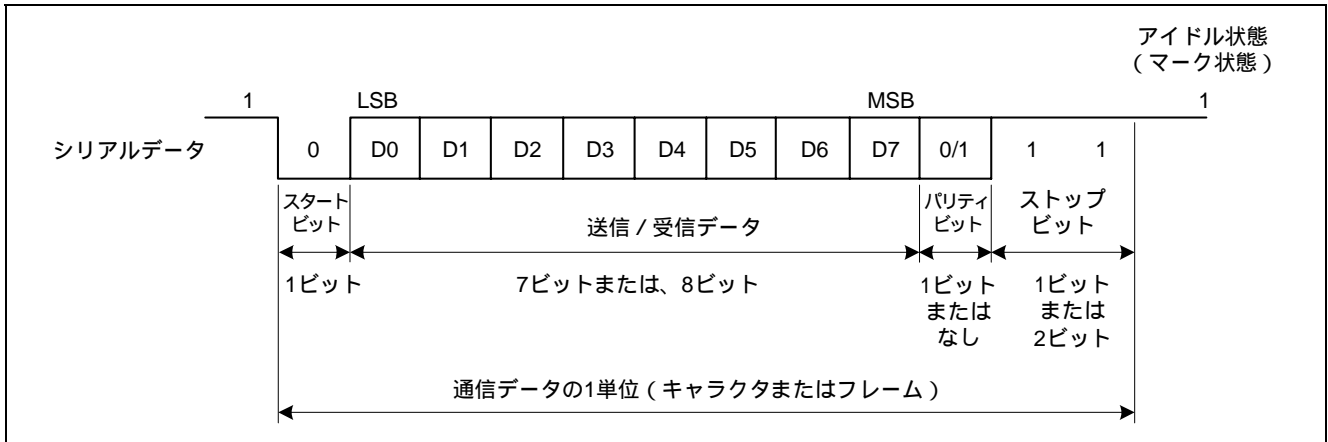


図 2 調歩同期式シリアル通信データフォーマット (8 ビットデータ / パリティあり / 2 ストップビット)

図 3 に SCI (SCI0 ~ SCI4) のブロック図を示します。また、各レジスタの説明を以下に示します。

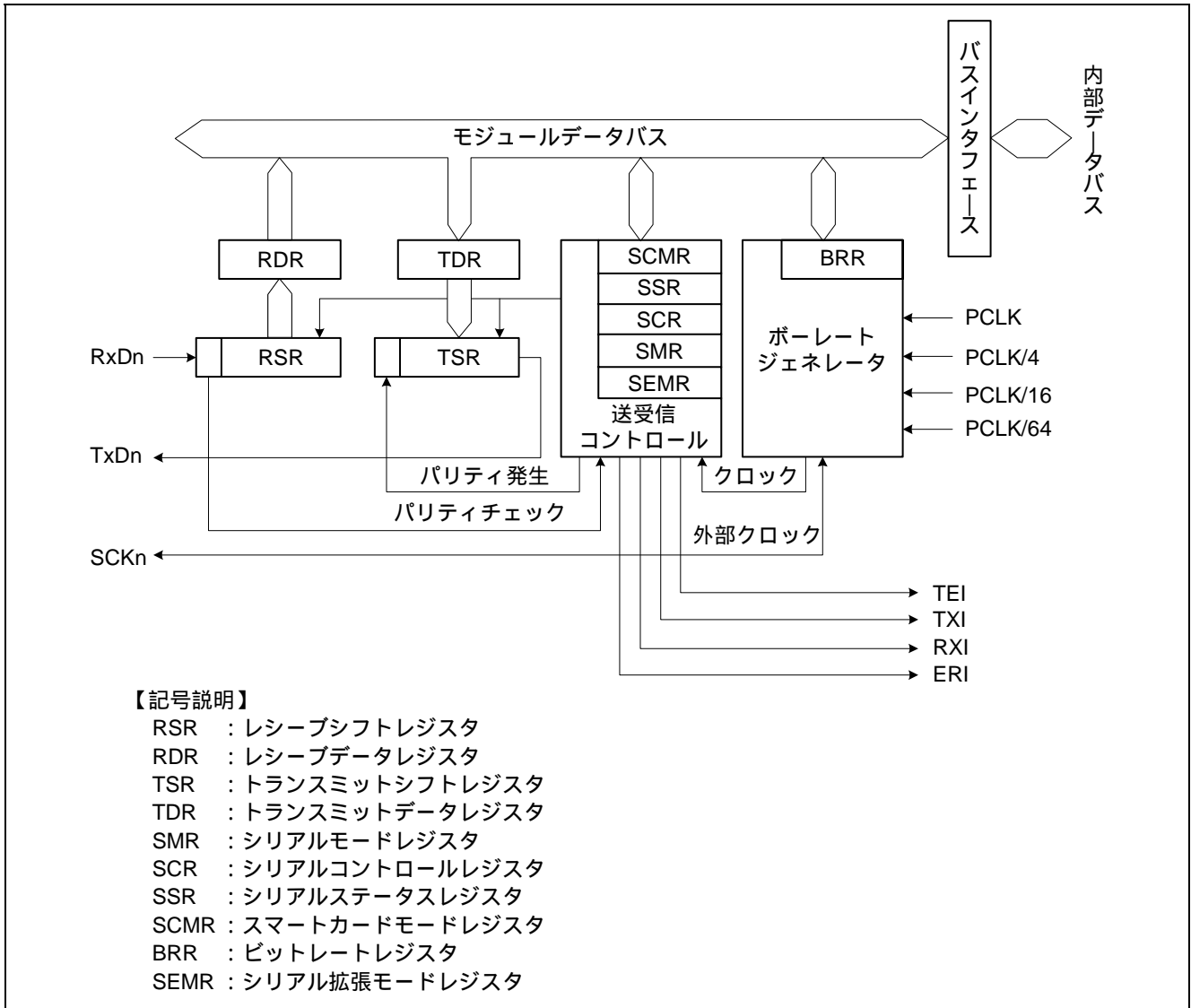


図 3 SCI (SCI0 ~ SCI4) のブロック図

- レシーブシフトレジスタ (RSR)
RxDn 端子から入力されたシリアルデータをパラレルデータに変換するための受信用の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 に転送されます。
- 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に転送され、RSR レジスタ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、受信データフル割り込み (RXI) 要求が発生したときに 1 回だけ行ってください。受信データを RDR からリードしないまま次の 1 フレーム分のデータを受け取るとオーバランエラーになります。RDR は、CPU から書き込みできません。
- 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 に書き込まれた送信データは、TSR に転送されて送信を開始します。TDR と TSR は、ダブルバッファ構造になっているため、連続送信動作が可能です。1 フレーム分のデータを送信したとき、TDR に次の送信データが書き込まれていれば TSR レジスタへ転送して送信を続けます。TDR は、常にリード/ライト可能です。TDR への送信データの書き込みは、送信データエンpty 割り込み (TXI) 要求が発生したときに 1 回だけ行ってください。
- トランスミットシフトレジスタ (TSR)
TSR は、シリアルデータを送信するためのシフトレジスタです。TDR に書き込まれた送信データは、自動的に TSR に転送され、TxDn 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。
- 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レジスタです。
- シリアルコントロールレジスタ (SCR)
SCR は、送受信制御、割り込み制御および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。割り込みについては、「RX610 グループ ハードウェアマニュアル 割り込みコントローラ (ICU)」の章を参照ください。
- 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で構成されます。
- 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。
- シリアル拡張モードレジスタ (SEMR)
SEMR は、調歩同期式モード時の 1 ビット期間のクロックを選択するためのレジスタです。
- 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モード、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。

2.2 DMA コントローラ (DMAC) の動作概要

DMAC は、DMA 転送要求が発生すると、決められたチャンネルの優先順位に従って転送を開始し、転送終了条件が満たされると転送を終了します。転送方式には、オペランド転送とノンストップ転送モードがあります。オペランド転送方式には、単一転送と連続オペランド転送があります。なお、転送方式にかかわらず 1 回の DMA 転送は、設定したバイト数分のデータを転送します。1 データ転送することに転送したバイト数減少し、設定したバイト数が"0"になると DMA 転送が終了します。DMAC の詳細は、「RX610 グループ ハードウェアマニュアル DMA コントローラ (DMAC)」の章を参照ください。表 2 に DMAC の概要を示します。

表 2 DMAC の概要

項目		内容	
チャンネル数		4 チャンネル (DMACn (n=0 ~ 3))	
転送空間		4G バイト	
最大転送バイト数		64M バイト	
DMA 要求要因		<ul style="list-style-type: none"> ソフトウェアトリガ 外部端子割り込みへのトリガ入力 各周辺機能の割り込み要求 	
チャンネル優先順位		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 0 が最優先)	
転送データ	1 データ	ビット長 : 8 ビット、16 ビット、32 ビット	
	1 オペランド	データ数 : 1、2、4、8、16、32、64、128	
転送方式	オペランド転送方式	単一	<ul style="list-style-type: none"> 1 回の DMA 要求で、1 オペランドを転送する 1 オペランド転送終了後にチャンネル調停を行う DMA 転送終了まで、1 オペランド転送終了ごとに DMA 要求が必要
		連続	<ul style="list-style-type: none"> 1 回の DMA 要求で、DMA 転送終了まで、1 オペランドずつ転送する。 1 オペランド転送終了後にチャンネル調停を行う。 DMA 要求は最初のみ
	ノンストップ転送方式	<ul style="list-style-type: none"> 1 回の DMA 要求で、DMA 転送終了まで連続して転送する。 1 オペランド転送終了後にチャンネル調停を行う。 DMA 要求は最初のみ 	
DMA 転送開始条件		次のすべての条件がそろると DMA 転送を開始する。 <ul style="list-style-type: none"> DMACn.DMCR.DEN ビットが"1" (DMA 転送許可) DMSCNT.DMST ビットが"1" (DMAC 動作) チャンネル n (DMACn) の DMA 要求が発生し、チャンネル調停で実行権を得たとき 	
DMA 転送終了条件		DMACn.DMCBC レジスタが"0000000"h になったとき	
割り込み要求発生タイミング		DMACn.DMCBC レジスタが"0000000"h になったとき	

図 4 に DMAC のブロック図を示します。

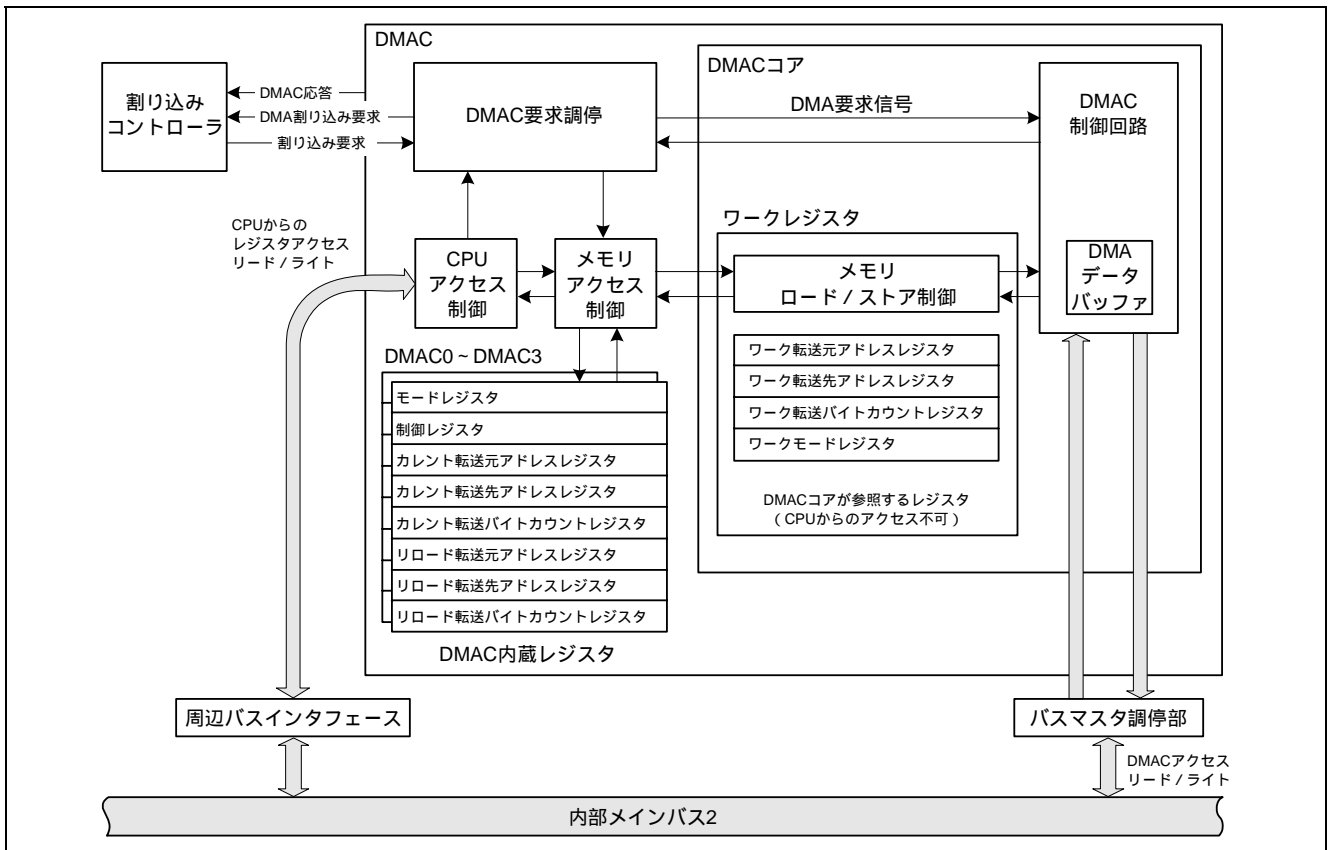


図 4 DMAC ブロック図

- DMA モードレジスタ (DMMOD)
転送元または転送先アドレスの加算方向と、転送データサイズを設定するレジスタです。
- DMA 制御レジスタ A (DMCRA)
DMAC の機能を制御するレジスタです。DMA 要因要求、リロード機能、転送方式の選択をします。
- DMA 制御レジスタ B (DMCRB)
DMA 転送を制御するレジスタです。DMAC 内部状態を初期化します。
- DMA 制御レジスタ C (DMCRC)
DMA 転送を制御するレジスタです。DMA 転送終了時の DMA 転送許可ビットを制御します。
- DMA 制御レジスタ D (DMCRD)
DMA 転送を制御するレジスタです。DMA 要求の有無を示します。
- DMA 制御レジスタ E (DMCRE)
DMA 転送を制御するレジスタです。DMA 転送の許可を制御します。
- DMA カレント転送元アドレスレジスタ (DMCSA)
転送元の開始アドレスを設定するレジスタです。
- DMA カレント転送先アドレスレジスタ (DMCDA)
転送先の開始アドレスを設定するレジスタです。
- DMA カレント転送バイトカウントレジスタ (DMCBC)
転送するバイト数を設定するレジスタです。
- DMA リロード転送元アドレスレジスタ (DMRSA)
DMCSA レジスタにリロードするアドレスを設定するレジスタです。
- DMA リロード転送先アドレスレジスタ (DMRDA)
DMCDA レジスタにリロードするアドレスを設定するレジスタです。
- DMA リロード転送バイトカウントレジスタ (DMRBC)
DMCBC レジスタにリロードする DMA 転送バイト数を設定するレジスタです。
- DMA 割り込み制御レジスタ (DMICNT)
チャンネルごとの DMA 割り込み要求を許可するレジスタです。
- DMA 起動レジスタ (DMSCNT)
DMAC を起動するレジスタです。
- DMA アービトレーションステータスレジスタ (DMASTS)
チャンネルごとのデータ転送状態を示すレジスタです。
- DMA 転送終了検出レジスタ (DMEDET)
チャンネルごとの DMA 転送の終了を示すレジスタです。

3. 動作説明

本応用例の SCI 通信機能の設定条件を表 3 に、DMAC 転送条件を表 4 に示します。また、動作タイミングを図 5 に示します。

表 3 SCI の設定条件

使用チャンネル	SCI1
通信モード	調歩同期式モード
割り込み	送信データエンプティ割り込み (TXI) 送信終了割り込み (TEI)
通信速度	38400bps (PCLK=50MHz)
データ長	8 ビットデータ
ストップビット	1 ストップビット
パリティ	なし

表 4 DMAC の転送条件

条件	SCI 送信側 DMAC の転送条件 (TXI1)
使用チャンネル	チャンネル 1 (DMAC1)
転送方式	オペランド転送 (単一)
転送回数	256 回数
転送データ	サイズ: バイト (Byte) データ内容: H'00 ~ H'FF までの 256 バイト
転送元	内蔵 RAM
転送先	トランスミットデータレジスタ (SCI1.TDR)
転送元アドレス	転送後に転送元アドレスをインクリメント
転送先アドレス	転送先は固定
起動要因	SCI 送信データエンプティ割り込みで起動
割り込み	指定したデータ転送終了後、CPU に対して割り込み許可

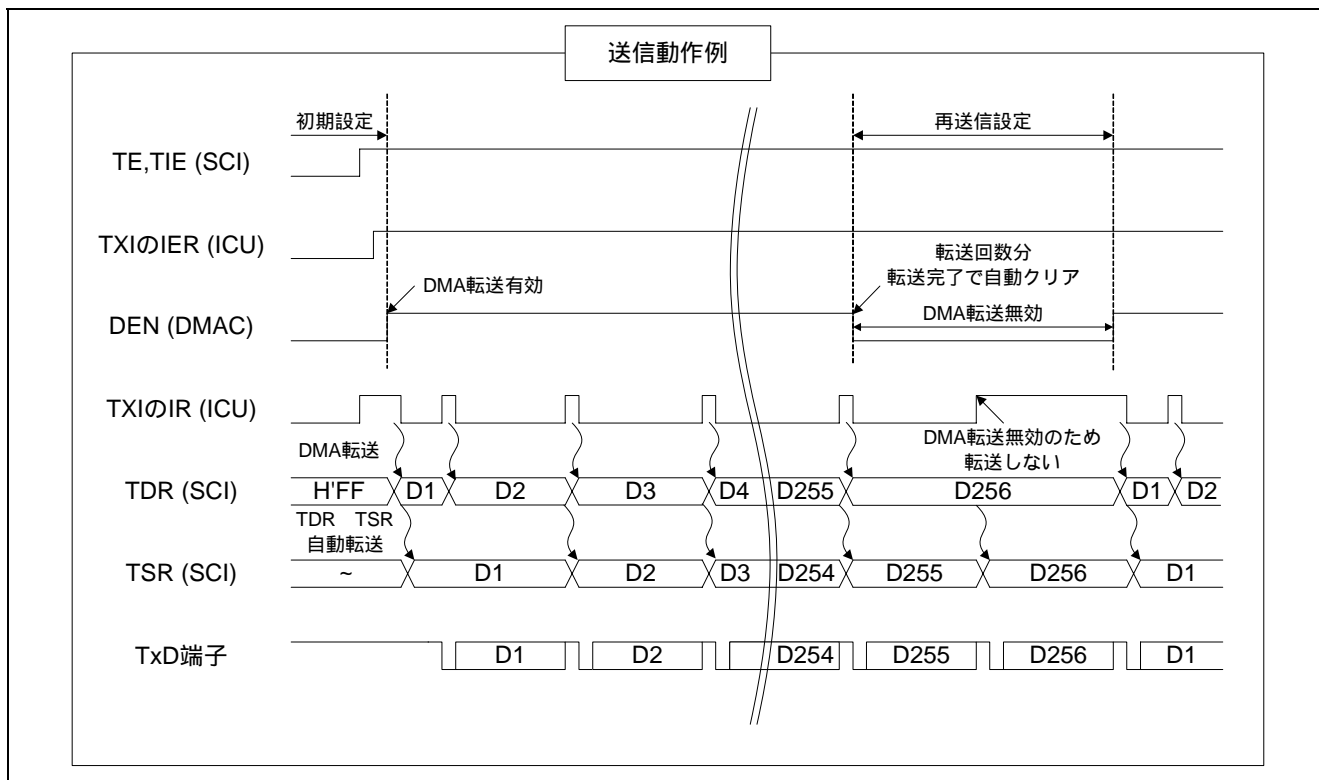


図5 動作タイミング

4. ソフトウェア説明

4.1 関数一覧

表 5 に本応用例で使用する関数一覧を示します。

表 5 関数一覧

関数名	機能
HardwareSetup	初期化処理、クロック設定、モジュールストップ状態解除
main	メイン処理 ICU の初期設定、割り込みレベル設定
dmac1_init	DMAC1 の初期設定
sci1_init	SCI の初期設定、転送クロックの設定
DMAC1_dmtend_int	DMAC1 転送終了割り込み
int_sci_tei1	送信完了割り込み

4.2 使用変数

表 6 に本応用例で使用する変数を示します。

表 6 変数一覧

変数、ラベル名	内容
buff[256]	シリアル送信データを格納する配列変数

4.3 処理フロー

図 6～図 11 に参考プログラムの処理フローを示します。

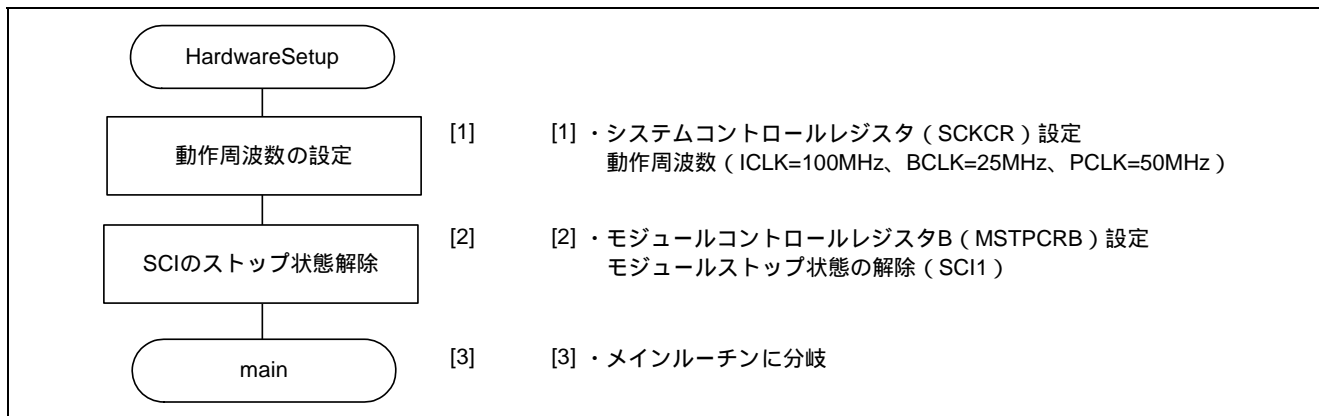


図 6 初期化処理

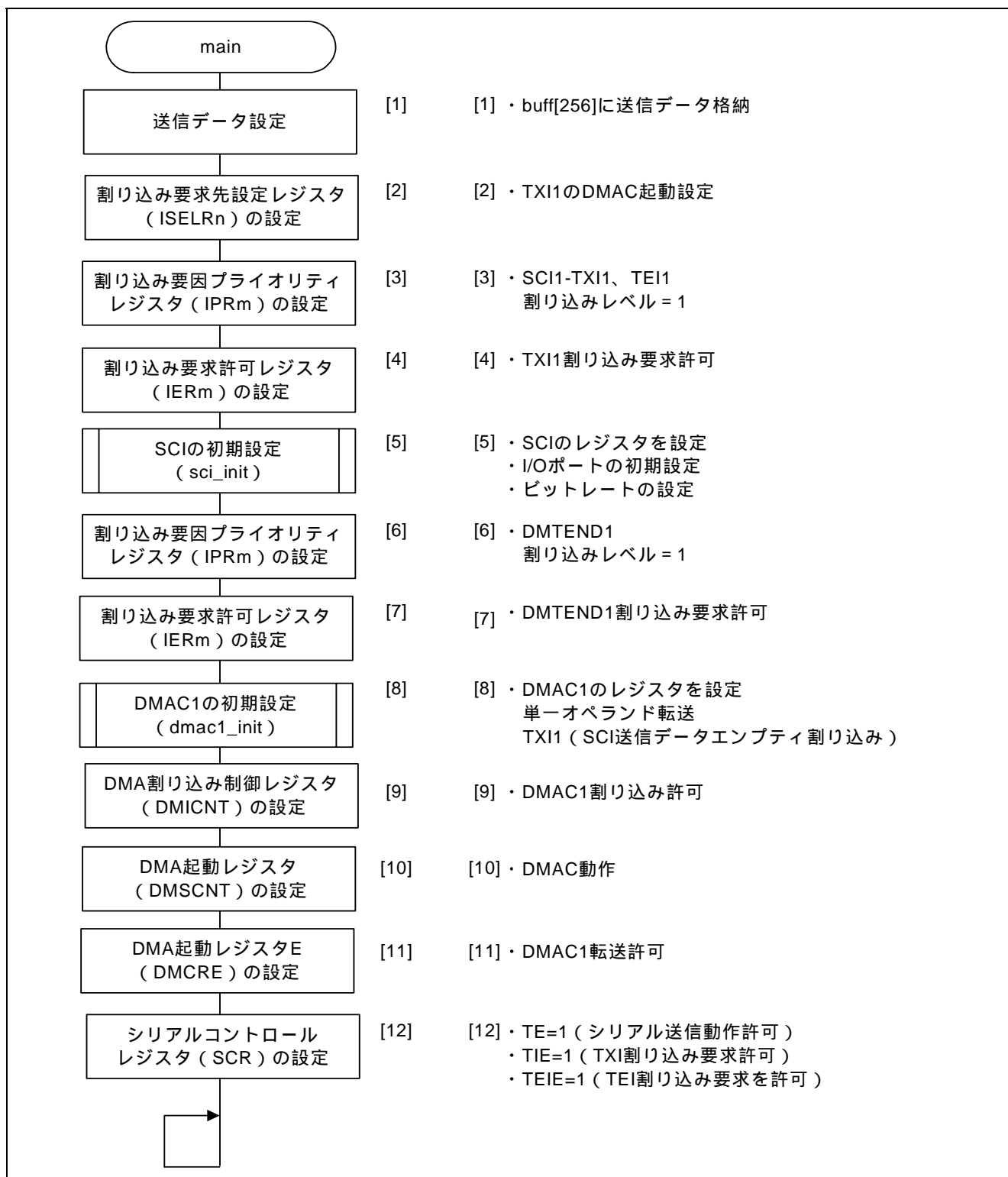


図7 メイン処理

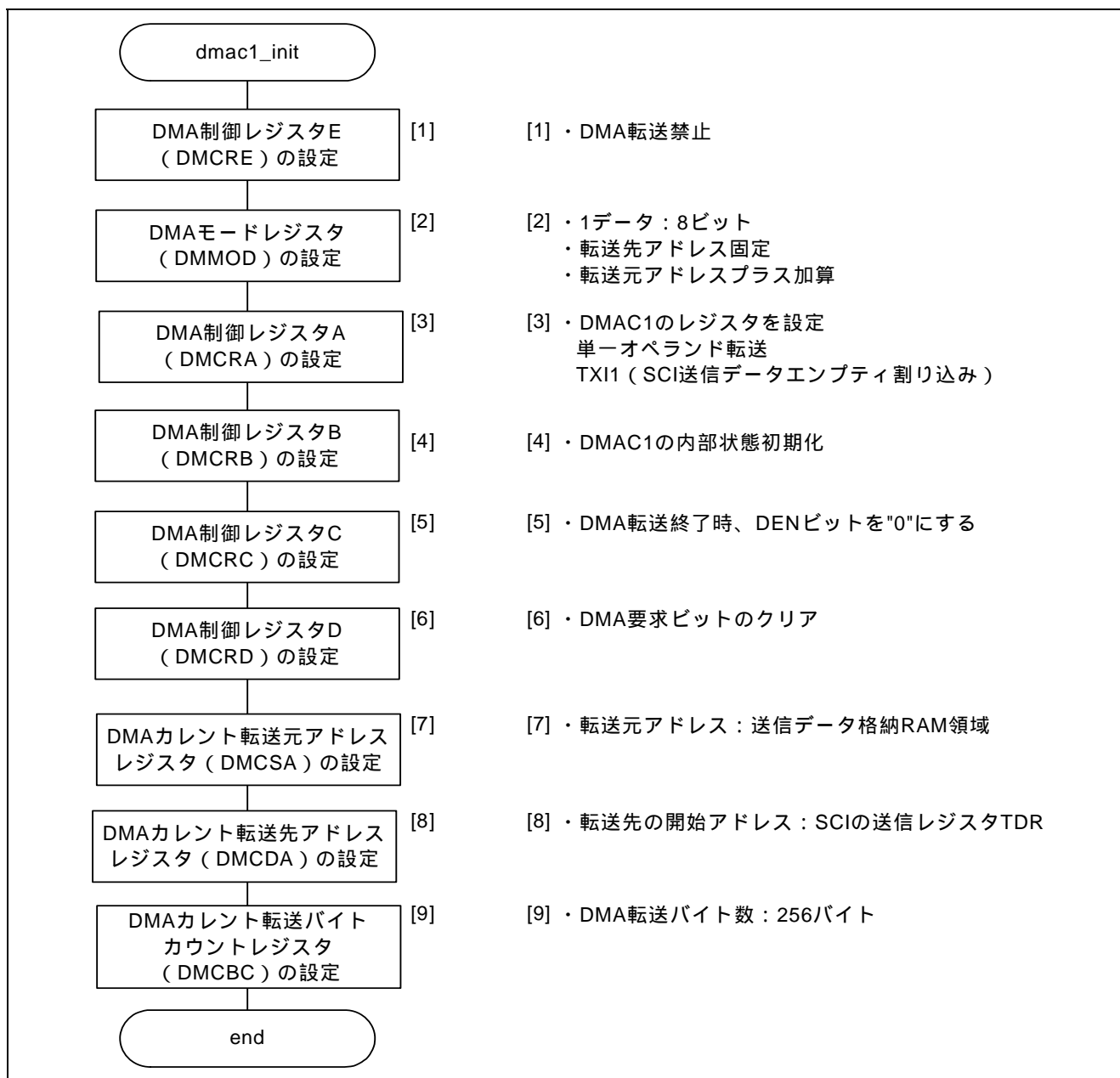


図 8 DMAC1 初期設定



図 9 送信終了割り込み

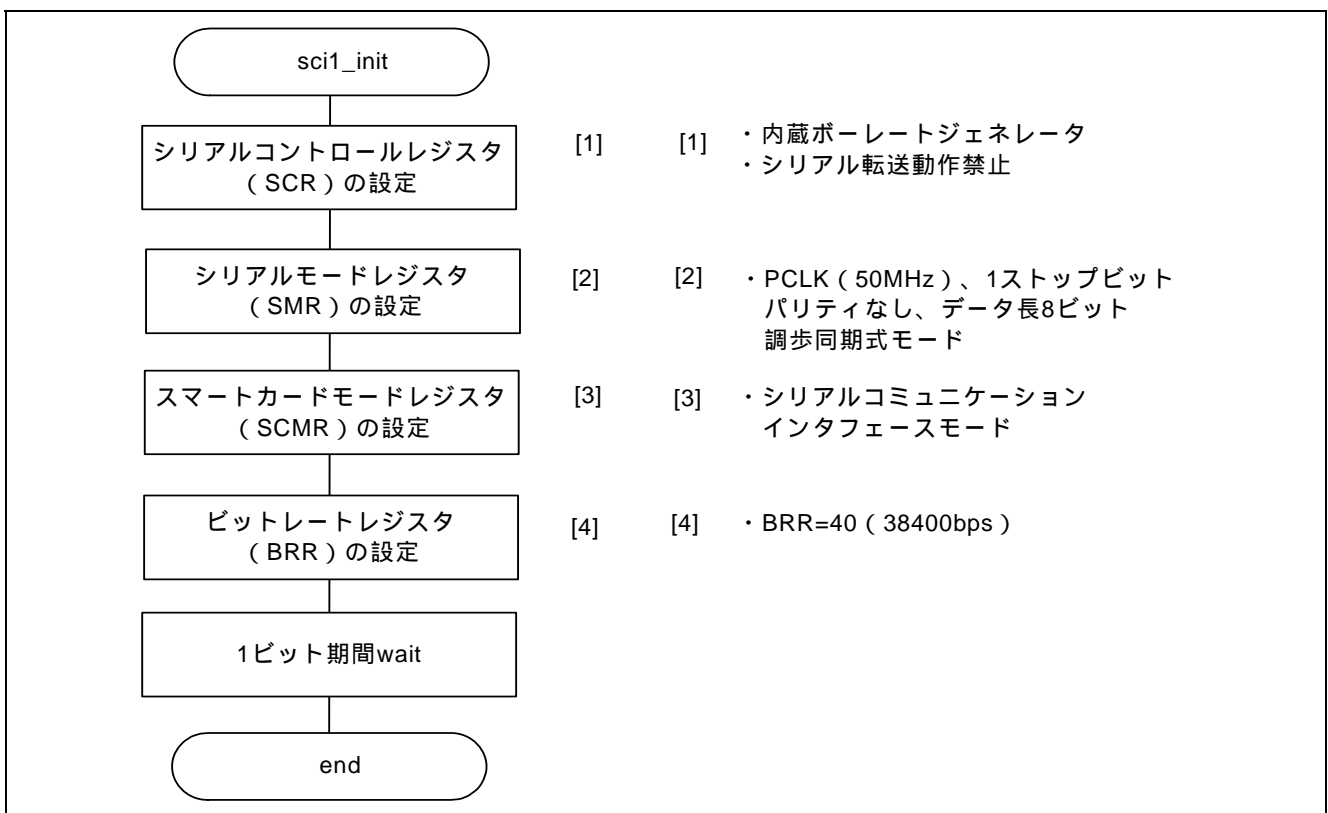


図 10 SCI 初期設定

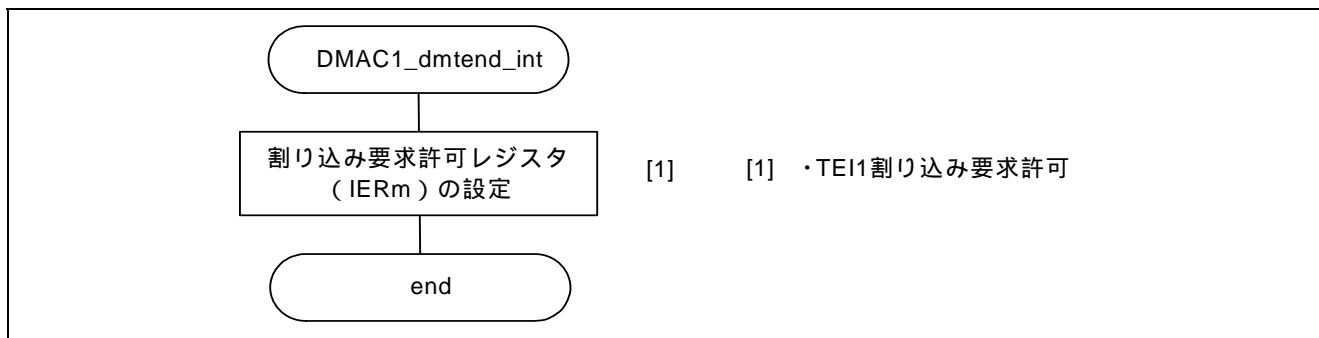


図 11 DMAC1 転送終了割り込み処理

5. 動作確認環境

動作確認を行った環境を表 7 に示します。

表 7 動作確認環境

項目	名称
デバイス	RX610 (R5F56108VNFP)
ボード	評価ボード
電源電圧	5.0V (CPU 動作電圧は 3.3V)
入力クロック	12.5MHz (ICLK=100MHz、PCLK=50MHz、BCLK=25MHz)
動作温度	室温
HEW	Version 4.07.00.007
Toolchain	RX Standard Toolchain (V.1.0.0.0) RX Family C/C++ Compile Driver V.1.00.00.001 RX Family C/C++ Compiler V.1.00.00.001 RX Family Assembler V.1.00.00.001 Optimizing Linkage Editor V.10.00.00.001 RX Family C/C++ Standard Library Generator V.1.00.00.001
Debugger	RX E20 SYSTEM V.1.00.00.000

6. 参考ドキュメント

- ハードウェアマニュアル
RX610 グループ ハードウェアマニュアル
(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。)
- 開発環境マニュアル
RX ファミリー用 C/C++コンパイラパッケージ ユーザーズマニュアル
(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
(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>

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。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2010.12.27	—	初版発行

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、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

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）がありません。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っていると、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。型名が異なる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て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>