

SH7216 グループ

RJJ06B1162-0101

Rev.1.01

MTU2 (コンペアマッチ) 要因による DMAC 起動データ転送例

2010.06.25

要旨

本アプリケーションノートは、SH7216 の MTU2 を起動要因とした DMAC によるデータ転送例をまとめたものです。MTU2 のコンペアマッチを要因として、DMAC を起動させ、内蔵フラッシュメモリから内蔵 RAM へのデータ転送を行います。

なお、本アプリケーションノートに掲載されているタスク例およびアプリケーション例は確認済みですが、実際にご使用になる場合には、必ず動作環境を確認の上ご使用くださいますようお願いいたします。

動作確認デバイス

SH7216

目次

1. はじめに.....	2
2. 応用例の説明.....	3
3. 参考ドキュメント.....	14

1. はじめに

1.1 仕様

- MTU2 チャンネル 0 のコンペアマッチを要因として、DMAC を起動します。
- DMAC チャンネル 0 は、内蔵フラッシュメモリから内蔵 RAM へのデータ転送を行います。
- バスモードはサイクルスチールモードを使用します。

1.2 使用機能

- マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) チャンネル 0
- ダイレクトメモリアクセスコントローラ (DMAC) チャンネル 0

1.3 適用条件

マイコン	SH7216
動作周波数	内部クロック： 200 MHz バスクロック： 50 MHz 周辺クロック： 50 MHz
統合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Ver.4.06.00
C コンパイラ	ルネサス エレクトロニクス製 SuperH RISC engine ファミリ C/C++ コンパイラパッケージ Ver.9.03.00 Release 00
コンパイルオプション	High-performance Embedded Workshop でのデフォルト設定 (-cpu=sh2afpu -pic=1 -object="\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj" -debug -gbr=auto -chgincpath -errorpath -global_volatile=0 -opt_range=all -infinite_loop=0 -del_vacant_loop=0 -struct_alloc=1 -nologo)

2. 応用例の説明

本応用例では、MTU2 (チャンネル0) のコンペアマッチを要因として、DMAC (チャンネル0) を起動させ、内蔵フラッシュメモリ (ROM) から内蔵 RAM へのデータ転送を行います。

2.1 使用機能の動作概要

2.1.1 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)

マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) は、6 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成されている多機能なタイマユニットです。チャンネルごとに、コンペアマッチ機能やインプットキャプチャ機能などの設定が可能です。チャンネル 0~4 は、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 12 相の PWM 出力が設定可能です。

MTU2 についての詳細は、「SH7216 グループハードウェアマニュアル」の「マルチファンクションタイマパルスユニット 2」の章を参照してください。

表 1 にマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の概要を示します。また、図 1 に MTU2 のブロック図を示します。

表 1 MTU2 の概要

項目	概要
チャンネル数	16 ビットタイマ×6 チャンネル (チャンネル 0 から 5)
カウンタクロック	チャンネルごとに 8 種類のカウント入力クロックを選択可能 (チャンネル 5 は 4 種類)
チャンネル 0~5 の動作	<ul style="list-style-type: none"> 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 12 相の PWM 出力
A/D 変換器トリガ	<ul style="list-style-type: none"> A/D 変換器の変換スタートトリガを生成可能 相補 PWM モード時、カウンタの山/谷での割り込み、および A/D 変換器の変換スタートトリガを間引くことが可能
バッファ動作	<ul style="list-style-type: none"> チャンネル 0、3、4 はレジスタのバッファ動作が設定可能
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> チャンネル 0 から 4 は、PWM モードの設定可能 チャンネル 1、2 はそれぞれ独立に位相計数モードを設定可能 チャンネル 3、4 の連動動作により、相補 PWM モード、リセット同期 PWM モードによる三相のポジ、ネガ計 6 本の PWM 波形出力の設定可能
割り込み要求	<ul style="list-style-type: none"> 28 種類の割り込み要因 (コンペアマッチ、インプットキャプチャ割り込みなど)
その他	<ul style="list-style-type: none"> 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 レジスタデータの自動転送が可能 モジュールスタンバイモードの設定可能 チャンネル 5 により、デッドタイム補償用カウンタ機能が可能

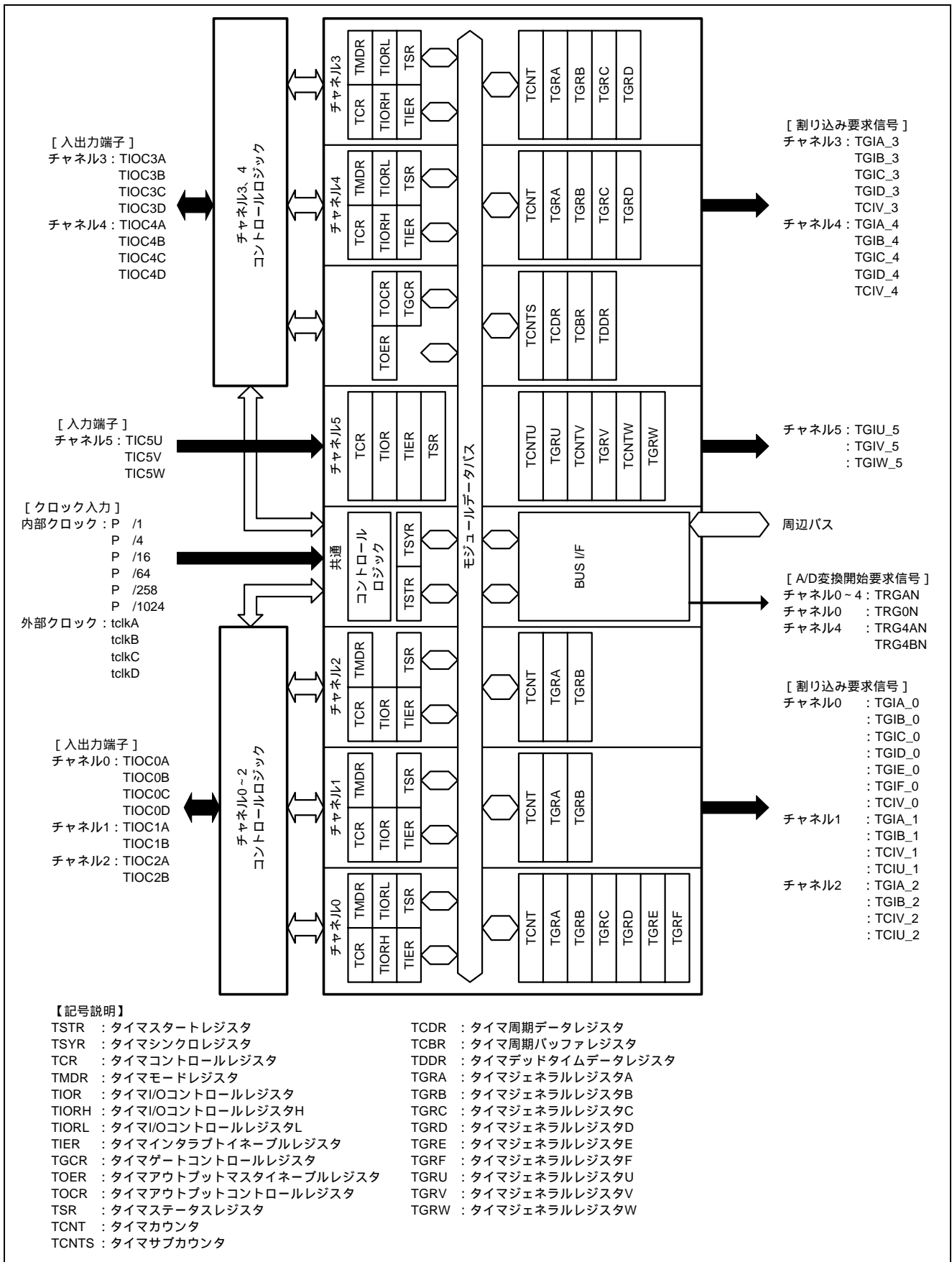


図 1 MTU2 のブロック図

2.1.2 ダイレクトメモリアクセスコントローラ (DMAC)

本 LSI の DMAC は、DACK (転送要求受け付け信号) 付き外部デバイス、外部メモリ、内蔵メモリ、メモリマップト外部デバイス、および内蔵周辺モジュール間のデータ転送を CPU に代わって高速に行います。

バスモードは、サイクルスチールモードとバーストモードから選択できます。

DMAC についての詳細は、「SH7216 グループハードウェアマニュアル ダイレクトメモリアクセスコントローラ」の章を参照してください。

表 2 に DMAC の概要を示します。サイクルスチールモードの DMA 転送例を図 2 に示し、バーストモードの DMA 転送例を図 3 に示します。また、DMAC のブロック図を図 4 に示します。

表 2 DMAC の概要

項目	概要
チャンネル数	CH0 ~ CH7 の 8 チャンネル CH0 ~ CH3 の 4 チャンネルのみ、外部リクエストの受け付けが可能
アドレス空間	4GB
転送データ長	バイト、ワード (2 バイト)、ロングワード (4 バイト)、16 バイト (ロングワード × 4)
最大転送回数	16,777,216 (24 ビット) 回
アドレスモード	シングルアドレスモード、デュアルアドレスモード
転送要求	外部リクエスト、内蔵周辺モジュールリクエスト、オートリクエスト (SCIF : 8 要因、I2C3 : 2 要因、A/D コンバータ : 1 要因、MTU2 : 5 要因、CMT : 2 要因)
バスモード	サイクルスチールモード (通常モード、インターミットモード) バーストモード
優先順位	チャンネル優先順位固定モード、ラウンドロビンモード
割り込み要求	データ転送 1/2 終了時またはデータ転送終了時に CPU へ割り込み要求発生
外部リクエスト検出	DREQ 入力のロー / ハイレベル検出、立ち上がり / 立ち下がりエッジ検出
転送要求受け付け信号 / 転送終了信号	DACK および TEND はアクティブレベルを設定可能

サイクルスチールの通常モードでは、DMACは一回の転送単位（バイト、ワード、ロングワードまたは16バイト単位）の転送を終了するたびにバス権を他のバスマスタに渡します。その後転送要求があれば、他のバスマスタからバス権を取り戻し、再び1転送単位の転送を行ない、その転送を終了するとまたバス権を他のバスマスタに渡します。これを転送終了条件が満たされるまで繰り返します。サイクルスチール通常モードは、転送要求元、転送元、転送先にかかわらずすべての転送区間で使えます。

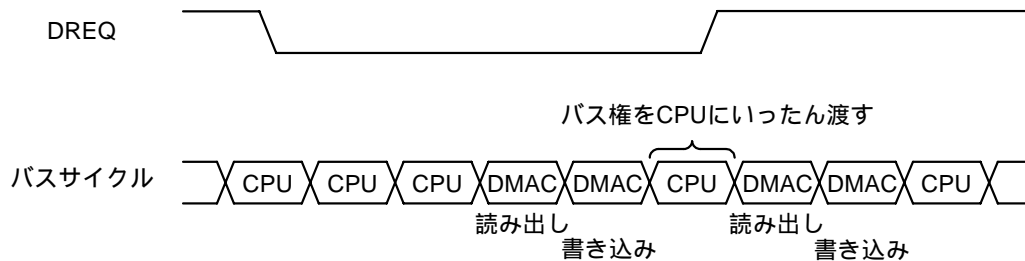


図2 サイクルスチールモードのDMA転送例（デュアルアドレス、DREQローレベル検出）

バーストモードでは、DMACは一度バス権を取ると、転送終了条件が満たされるまでバス権を解放せずに転送を続けます。ただし、外部リクエストモードで、DREQをレベルで検出する場合には、DREQがアクティブなレベルでなくなると、転送終了条件が満たされていなくても、すでに要求を受け付けたDMAC転送要求を終了後に他のバスマスタにバス権を渡します。

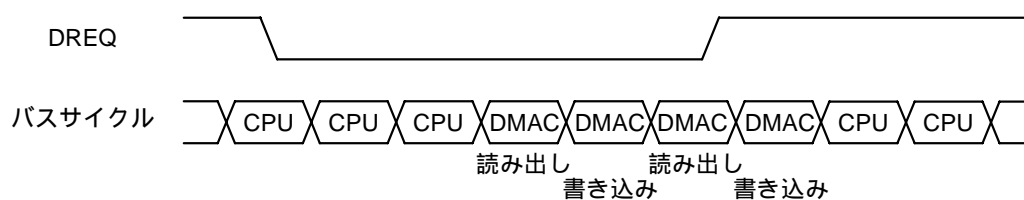


図3 バーストモードのDMA転送例（デュアルアドレス、DREQローレベル検出）

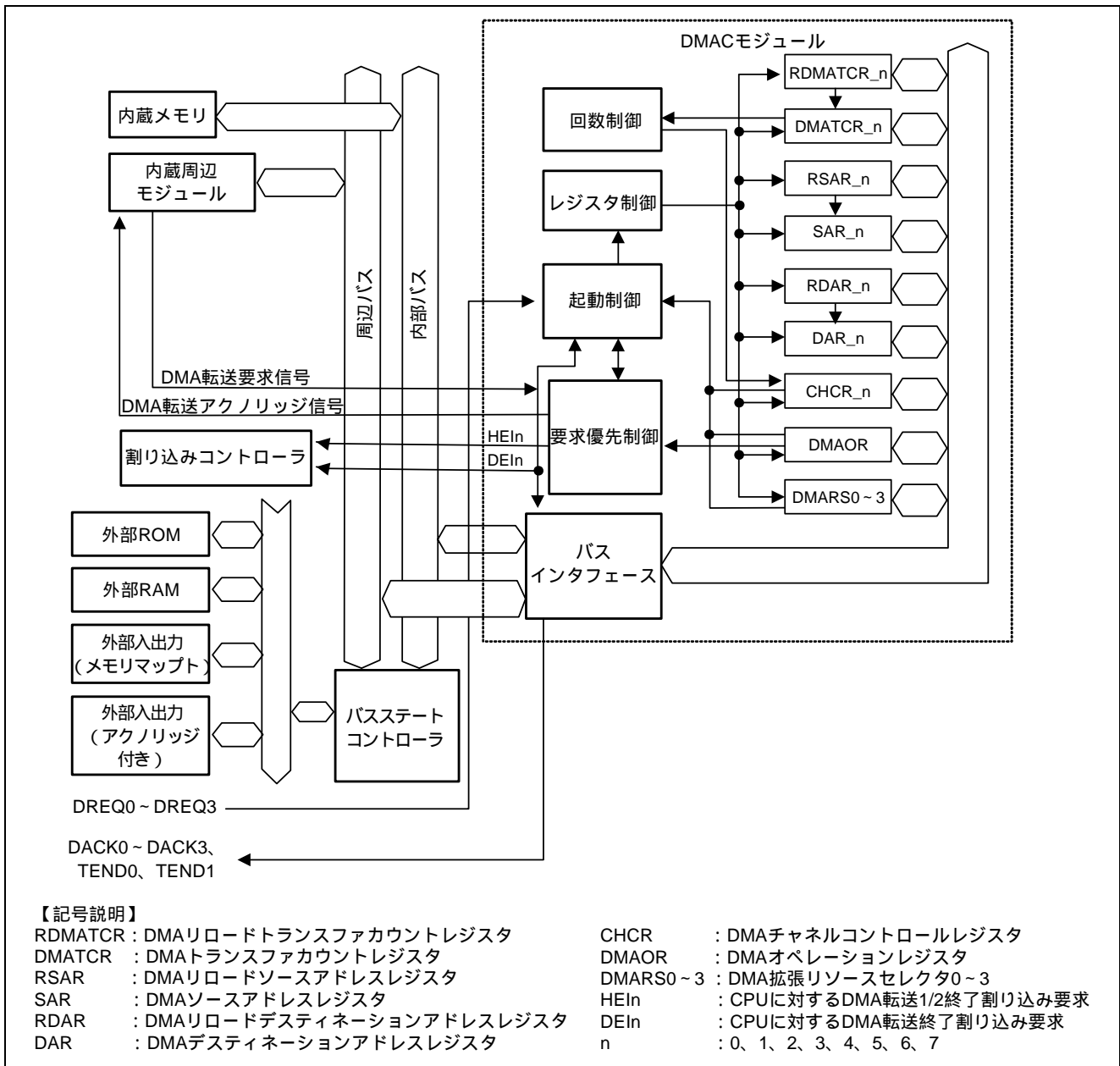


図4 DMACのブロック図

2.2 参考プログラムの動作説明

参考プログラムの設定内容を表 3 に示します。また、動作イメージを図 5 に示します。

表 3 参考プログラムの設定内容

機能	項目	設定内容
MTU2	チャンネル	CH0
	機能	コンペアマッチ出力
	タイマカウント	立ち上がりエッジでカウント、TGRA コンペアマッチでクリア、内部クロック：P / 64 でカウント
	動作モード	通常動作 (TGRA = H'0C35、4ms 毎トグル出力) TIOC1A 端子機能：初期出力 0、コンペアマッチでトグル出力
	割り込み要求	TGFA クリア：アウトプットコンペアフラグ A のクリア
DMAC	チャンネル	CH0
	転送データ長	16 バイト
	転送回数	4 回 (4 × 16 バイトデータ長 = 64 バイトデータ)
	転送元アドレス	&(DMA_TR_DATA[0]) (内蔵フラッシュメモリ)
	転送先アドレス	DMA_RX_ADD (内蔵 RAM)
	アドレスモード	デュアルアドレスモード
	バスモード	サイクルスチールモード
	優先順位	チャンネル優先順位固定モード
	割り込み要求	データ転送終了時に DMAC 停止

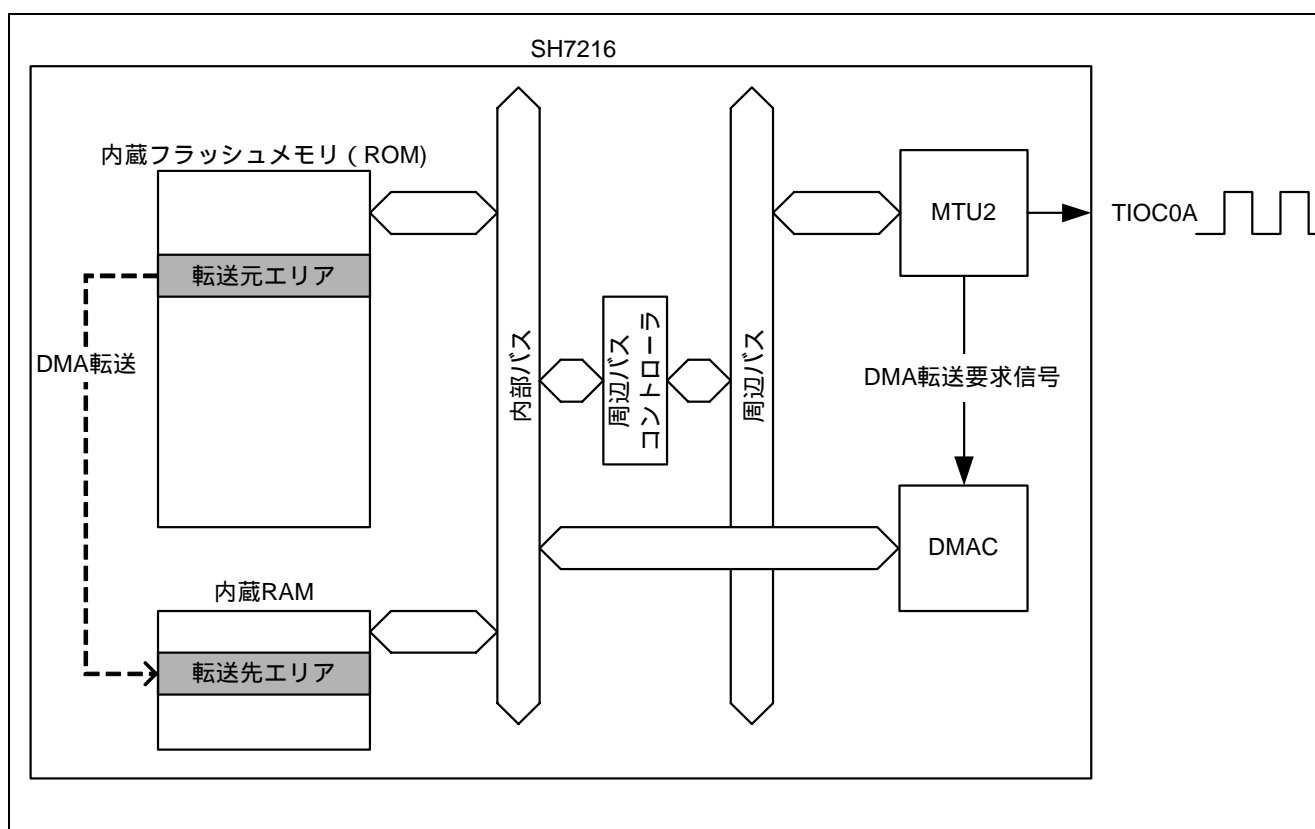


図 5 動作イメージ

2.3 使用機能の設定手順

ここでは、参考プログラムの使用機能初期設定手順を説明します。

図 6 に DMAC (チャンネル 0) 初期化フロー、図 7 に MTU2 (チャンネル 0) 初期化フローを示します。

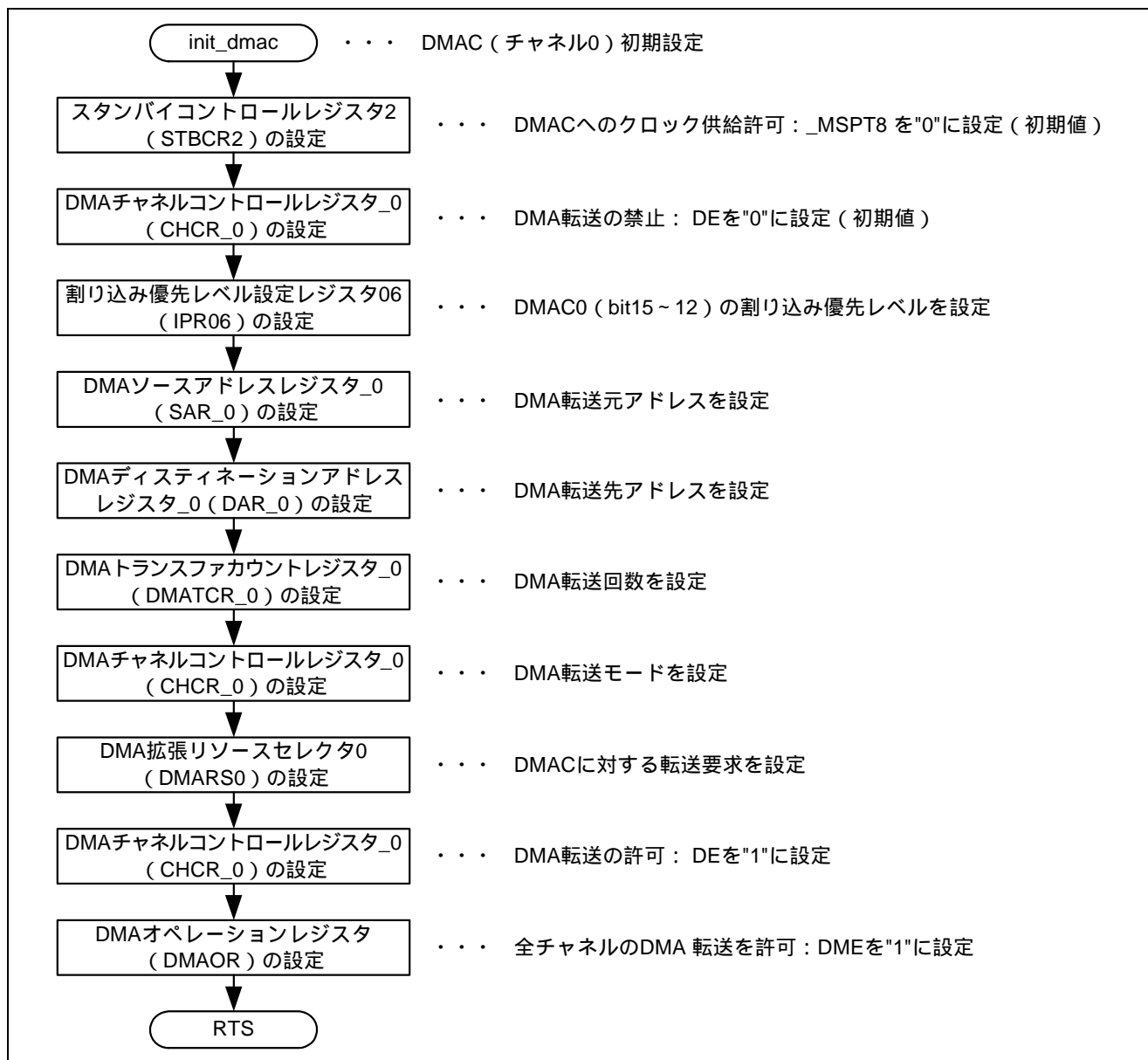


図 6 DMAC (チャンネル 0) 初期化フロー

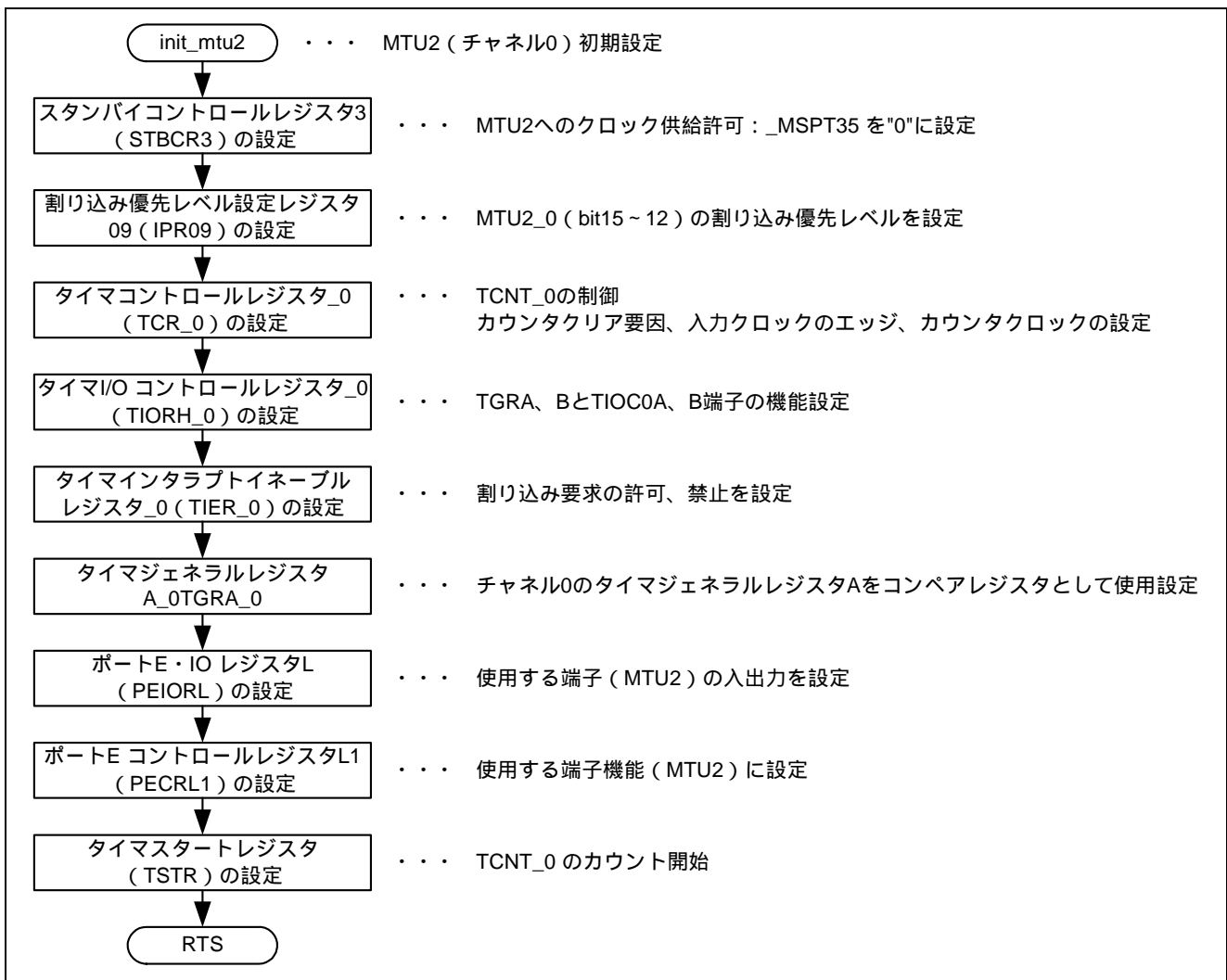


図7 MTU2 初期化フロー

2.4 参考プログラムのレジスタ設定

2.4.1 クロックパルス発振器 (CPG)

表 4 に参考プログラムで使したクロックパルス発振器の設定を示します。

表 4 クロックパルス発振器設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
周波数制御レジスタ (FRQCR)	H'FFFE0010	H'0303	STC[2:0] = "B'011": × 1/8 倍 (B) IFC[2:0] = "B'000": × 1/4 倍 (I) PFC[2:0] = "B'011": × 1/8 倍 (P)

2.4.2 低消費電力モード

表 5 に参考プログラムで使したスタンバイコントロールレジスタ (STBCR) の設定を示します。

表 5 スタンバイコントロールレジスタ設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
スタンバイコントロール レジスタ 2 (STBCR2)	H'FFFE0018	H'00	MSTP8 を "0" に設定 : DMAC は動作 (初期値) その他初期値
スタンバイコントロール レジスタ 3 (STBCR3)	H'FFFE0408	H'5E	MSTP35 を "0" に設定 : MTU2 は動作 その他初期値

2.4.3 割り込みコントローラ (INTC)

表 6 に参考プログラムで使した割り込み優先レベル設定レジスタ (IPR) の設定を示します。

表 6 スタンバイコントロールレジスタ設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
割り込み優先レベル設定 レジスタ 06 (IPR06)	H'FFFE0C00	H'F000	DMAC0 の割り込みレベルを 15 に設定
割り込み優先レベル設定 レジスタ 09 (IPR09)	H'FFFE0C06	H'F000	MTU2_0 (TGIA_0 ~ TGID_0) の割り込みレ ベルを 15 に設定

2.4.4 ダイレクトメモリアクセスコントローラ (DMAC)

表 7 に参考プログラムで使用した DMAC (チャンネル 0) のレジスタ設定を示します。

表 7 DMAC (チャンネル 0) レジスタ設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
DMA ソースアドレスレジスタ_0 (SAR_0)	H'FFFE1000		DMA 転送元のアドレスを内蔵フラッシュメモリに配置した文字列の先頭アドレスに設定 (& (DMA_TR_DATA[0]))
DMA デスティネーションアドレスレジスタ_0 (DAR_0)	H'FFFE1004	H'FFF88000	DMA 転送先のアドレスを内蔵 RAM エリアに設定 (DMA_RX_ADD)
DMA トランスファカウンタレジスタ_0 (DMATCR_0)	H'FFFE1008	H'00000004	DMA 転送回数を 4 回に設定 (CHCR_0 にて 1 回の転送サイズ設定)
DMA チャンネルコントロールレジスタ_0 (CHCR_0)	H'FFFE100C	H'8000581C	TC = 1 : 1 回の転送要求で DMATCR に設定した回数転送 RLD = 0 : リロード機能無効 (初期値) DM[1:0] = "B'01" : デスティネーションアドレスは増加 (16 バイト単位転送時は +16) SM[1:0] = "B'01" : ソースアドレスは増加 (16 バイト単位転送時は +16) RS[3:0] = "B'1000" : DMA 拡張リソースセクタ TB = 0 : サイクルスチールモード (初期値) TS[1:0] = "B'11" : 転送単位を 16 バイト単位転送 (ロングワード 4 回転送) IE = 1 : 割り込み要求を許可 TE : DMA 転送終了割り込みで "0" 設定 DE : DMAC 初期設定前転送禁止 "0" 設定 (初期値) DMAC 初期設定後 DMA 転送許可 "1" 設定 DMA 転送終了割り込みで転送禁止 "0" 設定
DMA オペレーションレジスタ (DMAOR)	H'FFFE1200		DME : DMAC 初期設定後 DMA 全チャンネル転送許可 "1" 設定 DMA 転送終了割り込みで全チャンネル転送禁止 "0" 設定
DMA 拡張リソースセクタ 0 (DMARS0)	H'FFFE1300	H'00E3	チャンネル 0 の起動要因を MTU2 (TGIA_0) に設定

2.4.5 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)

表 8 に参考プログラムで使用した MTU2 (チャンネル 0) のレジスタ設定を示します。

表 8 MTU2 (チャンネル 0) レジスタ設定

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
タイマコントロールレジスタ_0 (TCR_0)	H'FFFE4300	H'23	CCLR[2:0] = "B'001" : TGRA のコンペアマッチ / インプット キャプチャで TCNT クリア CKEG[1:0] = "B'00" : 立ち上がりエッジでカウント TPSC[2:0] = "B'011" : 内部クロック : P /64 でカウント
タイマ I/O コントロールレジスタ H_0 (TIORH_0)	H'FFFE4302	H'03	IOA[3:0] = "B'0011" TGRA_0 をアウトプットコンペアレジスタに設定 TIOC0A 端子をコンペアマッチでトグル出力に設定 (初期"0"出力)
タイマインタラプトイネーブルレジスタ_0 (TIER_0)	H'FFFE4304	H'01	TGIEA = 1 : TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可
タイマジェネラルレジスタ A_0 (TGRA_0)	H'FFFE4308	H'0C35	4ms ごとにトグル出力 (P : 50MHz、TPSC : P /64)
タイマスタートレジスタ (TSTR)	H'FFFE4280	H'01	CST0 = 1 : TCNT_0 はカウント動作
タイマステータスレジスタ_0 (TSR_0)	H'FFFE4305		TGFA : MTU2 (チャンネル 0) のコンペアマッチ割り込み処理内で"0"設定

3. 参考ドキュメント

- ソフトウェアマニュアル
SH-2A/SH2A-FPU ソフトウェアマニュアル
(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)
- ハードウェアマニュアル
SH7216 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)

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/>

お問い合わせ先

<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	2010.04.23	—	初版発行
1.01	2010.06.25	—	FRQCR 設定方法変更に伴うソースプロジェクト修正

製品ご使用上の注意事項

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

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

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

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

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

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

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

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

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

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

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>