

RX62T

R01AN0818JT0100

Rev.1.00

2012.03.05

GPT 三相のこぎり波相補 PWM

要旨

RX62T グループには、4 チャンネルの 16 ビットタイマで構成される汎用 PWM タイマ (GPT) があります。GPT は最大 100 MHz で動作します。本アプリケーションノートは、GPT 機能に自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM の設定について説明します。

動作確認対象デバイス

RX62T

目次

1. 仕様	2
2. 自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM 出力	4
3. 汎用 PWM タイマソフトウェアレジスタの設定	6
4. 実験結果	9
5. 結論	10

1. 仕様

- 16ビット×4チャンネル
- カウンタごとにアップカウントかダウンカウント動作（のこぎり波）、あるいはアップ/ダウンカウント動作（三角波）
- チャンネルごとにクロックソースを個別に選択可能
- チャンネル当たり2つの入力/出力端子
- チャンネル当たり2つの出力コンペア/入力キャプチャレジスタ
- 各チャンネルの2つの出力コンペア/入力キャプチャレジスタについて、4つのレジスタがバッファレジスタとして用意されており、バッファリングを使用していないときには比較レジスタとして動作が可能です。
- 出力コンペアの動作では、山または谷においてバッファを切り替えることができ、横方向に非対称なPWM波形を生成することができます。
- 各チャンネルでフレーム周期をセットアップするためのレジスタ（オーバーフローまたはアンダーフロー時に割り込みを発生させることが可能）
- 複数のカウンタが同時に動作
- 同期した動作モード（同期、または位相シフトに望ましい時間だけずらす）
- PWM動作でのデッドタイムの生成
- 3つのカウンタを組み合わせ、デッドタイムを組み込んだ三相PWM波形の生成
- 外部または内部トリガに応じてカウンタを開始、クリア、および停止
- 内部のトリガソース: 内部のコンパレータ、ソフトウェア、およびコンペアマッチ出力
- 周波数分割システムクロック (ICLK) は、IWDT 専用の内蔵低速発振器のクロック信号を周波数分割することで生成された信号のエッジタイミングを測定するカウンタクロックとして使用できます（異常な発振を検出するため）。

図 1.1 は、汎用 PWM タイマ (GPT) のブロック図です。

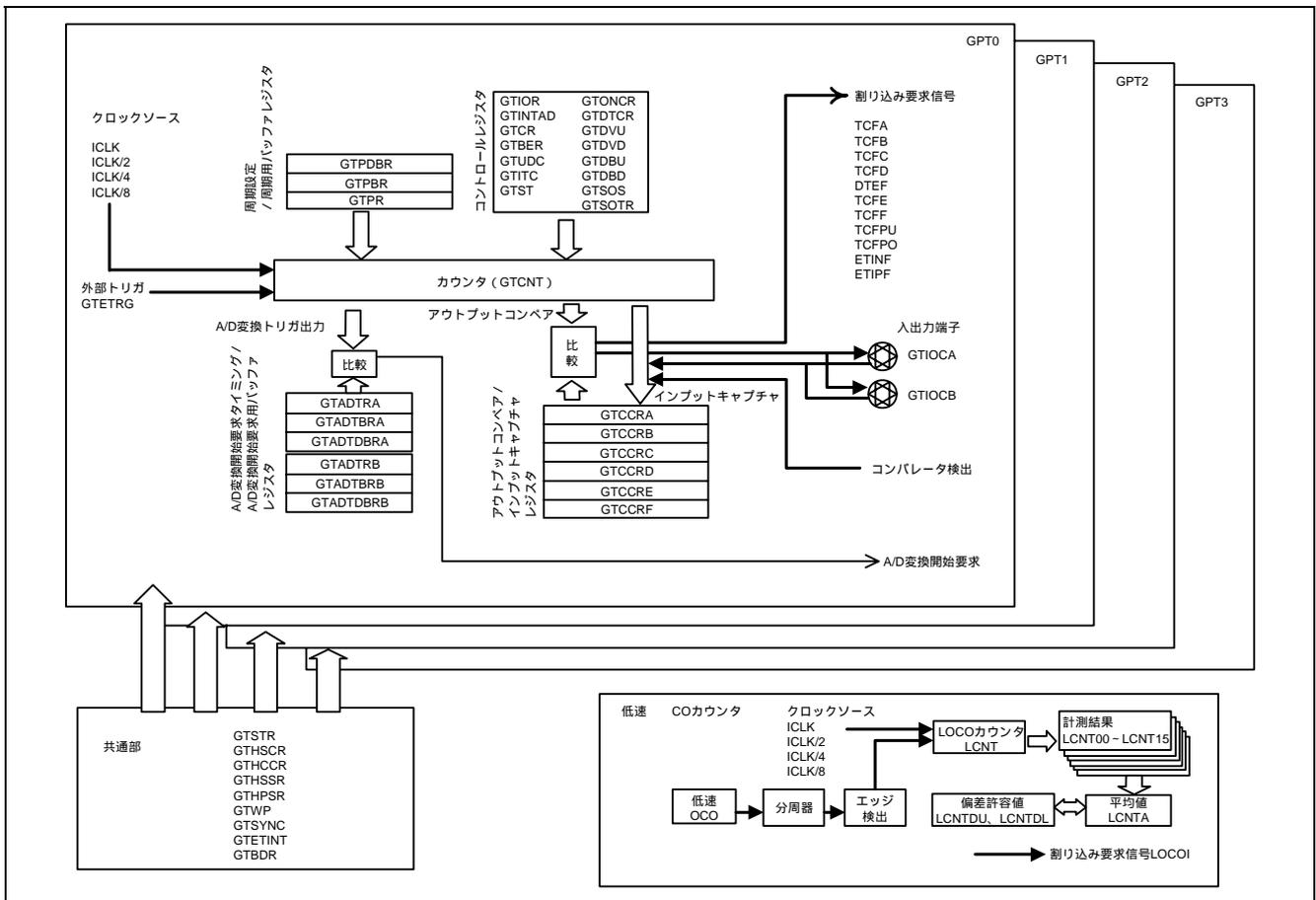


図 1.1 GPT のブロック図

表1.1 汎用 PWM タイマ (GPT) レジスタの仕様

GTSTR	汎用 PWM タイマソフトウェアスタートレジスタ
GTHSCR	汎用 PWM タイマハードウェア要因スタートコントロールレジスタ
GTHCCR	汎用 PWM タイマハードウェア要因クリアコントロールレジスタ
GTHSSR	汎用 PWM タイマハードウェアスタート要因セレクトレジスタ
GTHPSR	汎用 PWM タイマハードウェアストップ/クリア要因セレクトレジスタ
GTWP	汎用 PWM タイマ書き込み保護レジスタ
GTSYNC	汎用 PWM タイマシンクロレジスタ
GTETINT	汎用 PWM タイマ外部トリガ入力割り込みレジスタ
GTBDR	汎用 PWM タイマバッファ動作禁止レジスタ
GTIOR	汎用 PWM タイマ I/O コントロールレジスタ
GTINTAD	汎用 PWM タイマ割り込み出力設定レジスタ
GTCR	汎用 PWM タイマコントロールレジスタ
GTBER	汎用 PWM タイマバッファイネーブルレジスタ
GTUDC	汎用 PWM タイマカウント方向レジスタ
GTITC	汎用 PWM タイマ割り込み、A/D 変換開始要求間引き設定
GTST	汎用 PWM タイマステータスレジスタ
GTCNT	汎用 PWM タイマカウンタ値
GTCCRA	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ A
GTCCRB	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ B
GTCCRC	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ C
GTCCRD	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ D
GTCCRE	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ E
GTCCRF	汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ F
GTPR	汎用 PWM タイマ周期設定レジスタ
GTPBR	汎用 PWM タイマ周期設定バッファレジスタ
GTPDBR	汎用 PWM タイマ周期設定ダブルバッファレジスタ
GTADTRA	A/D 変換開始要求タイミングレジスタ A
GTADTBRA	A/D 変換開始要求タイミングバッファレジスタ A
GTADTDBRA	A/D 変換開始要求タイミングダブルバッファレジスタ A
GTADTRB	A/D 変換開始要求タイミングレジスタ B
GTADTBRB	A/D 変換開始要求タイミングバッファレジスタ B
GTADTDBRB	A/D 変換開始要求タイミングダブルバッファレジスタ B
GTONCR	汎用 PWM タイマ出力ネゲートコントロールレジスタ
GTDTCR	汎用 PWM タイマデッドタイムコントロールレジスタ
GTDVU	汎用 PWM タイマデッドタイム値レジスタ
GTDVD	汎用 PWM タイマデッドタイム値レジスタ

2. 自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM 出力

2.1 3チャンネル同期動作の例

図 2.1 は、3チャンネルが自動デッドタイム設定を備えたのこぎり波ワンショットパルスモードで同期動作を実行し、三相相補 PWM 波形が出力される例を示しています。GTIOChA は、初期値としてローを出力し、GTCCRA コンペアマッチにて出力を切り替え、サイクルの最後に出力を保持するように設定されています。GTIOChB は、初期値としてハイを出力し、GTCCRB コンペアマッチにて出力を切り替え、サイクルの最後に出力を保持するように設定されています。

GTDTCR を設定することで、デッドタイムがデッドタイム値レジスタ GTDVU および GTDVD に基づいた逆相波形を各端子から出力することができます。

図 2.1 は、のこぎり波ワンショットパルスモード動作の例を示します。

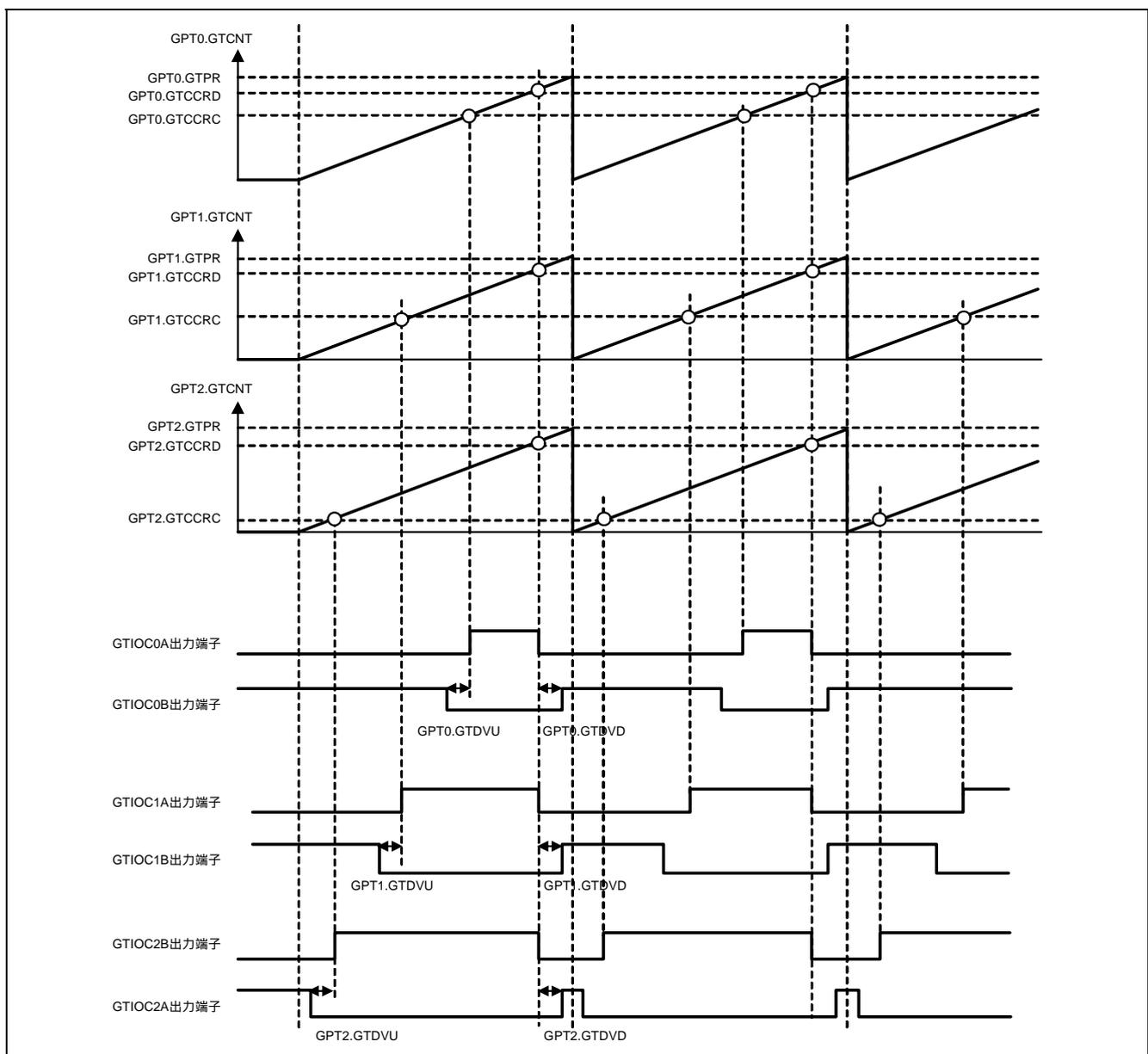


図2.1 自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM 出力の例

2.2 自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM 出力を設定する手順の例

図 2.2 は、のこぎり波ワンショットパルスモードを設定する手順の例を示しています。

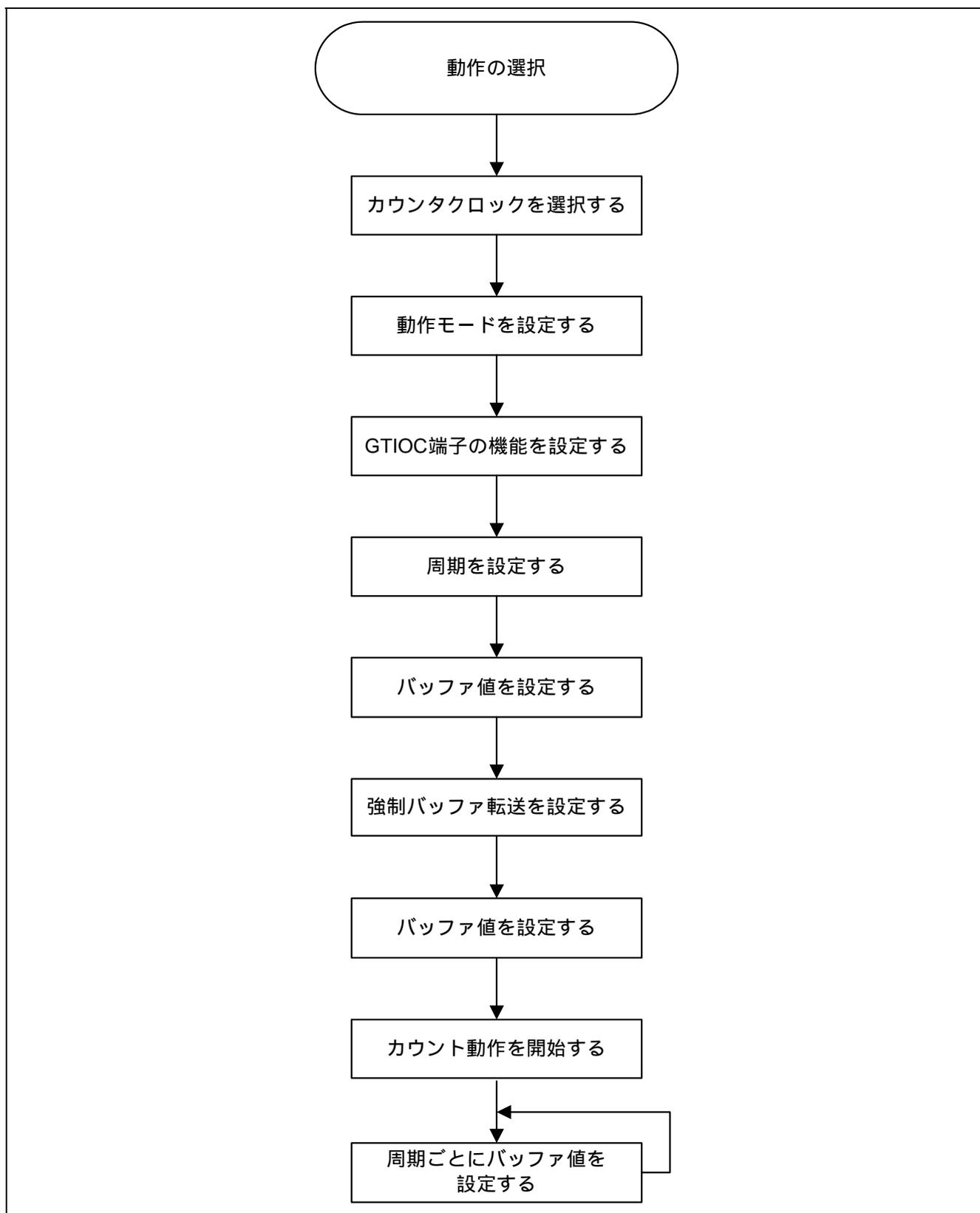


図2.2 自動デッドタイム設定を備えた三相のこぎり波相補 PWM 出力の設定手順の例

3. 汎用 PWM タイマソフトウェアレジスタの設定

汎用 PWM タイマコントロールレジスタ (GTCR) :

GTCR は、GTCNT を制御します。

GTCR は、GTCNT 動作の停止中に設定する必要があります。

同期クリアを選択しているときには、のこぎり波モードでのカウンタのオーバーフローやアンダーフローによるクリアと同様に同期クリアが処理されます。出力コンペアの出力が変更されてバッファ転送が実行されます。ただし、オーバーフローフラグおよびアンダーフローフラグは変更されません。

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W																																																
<div style="text-align: center;"> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>b15</td><td>b14</td><td>b13</td><td>b12</td><td>b11</td><td>b10</td><td>b9</td><td>b8</td><td>b7</td><td>b6</td><td>b5</td><td>b4</td><td>b3</td><td>b2</td><td>b1</td><td>b0</td> </tr> <tr> <td>—</td><td>—</td><td>CCLR[1:0]</td><td>—</td><td>—</td><td>TPCS[1:0]</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>MD[2:0]</td><td>—</td><td>—</td> </tr> <tr> <td colspan="16">リセット後の値 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0</td> </tr> </table> </div>					b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	—	—	CCLR[1:0]	—	—	TPCS[1:0]	—	—	—	—	—	—	—	MD[2:0]	—	—	リセット後の値 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0															
b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0																																					
—	—	CCLR[1:0]	—	—	TPCS[1:0]	—	—	—	—	—	—	—	MD[2:0]	—	—																																					
リセット後の値 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																																																				
b2-b0	MD[2:0]	モード選択ビット	b2 b0 000: のこぎり波PWMモード (シングル/ダブルバッファ可) 001: のこぎり波ワンショットパルスモード (バッファ動作固定) 010: 設定しないでください 011: 設定しないでください 100: 三角波PWMモード1 (谷 16ビット転送) (シングル/ダブルバッファ可) 101: 三角波PWMモード2 (山/谷 16ビット転送) (シングル/ダブルバッファ可) 110: 三角波PWMモード3 (谷 32ビット転送) (バッファ動作固定) 111: 設定しないでください	R/W																																																
b7-b3	—	予約ビット	読むと"0"が読めます。書く場合、"0"としてください	R/W																																																
b8-b9	TPCS[1:0]	タイマプリスケラ選択ビット	b8 b9 00: ICLK (システムクロック) 01: ICLK/2 (システムクロック/2) 10: ICLK/4 (システムクロック/4) 11: ICLK/8 (システムクロック/8)	R/W																																																
b11-b10	—	予約ビット	読むと"0"が読めます。書く場合、"0"としてください	R/W																																																
b13-b12	CCLR[1:0]	カウンタクリア要因選択ビット	b13 b12 00: 下記要因を設定しない 01: GTCCRAレジスタのインプットキャプチャでクリア 10: GTCCRBレジスタのインプットキャプチャでクリア 11: 同期クリア/同期動作をしている他のカウンタクリア要因でクリア	R/W																																																
b15-b14	—	予約ビット	読むと"0"が読めます。書く場合、"0"としてください	R/W																																																

図3.1 GTCR の設定

汎用 PWM タイマ I/O コントロールレジスタ (GTIOR) :

GPTn.GTIOA は、GTIOAnA 端子と GTIOAnB 端子の機能を設定します (n=0~3)。各チャンネルには、GTIOAnA 端子が 1 つと GTIOAnB 端子が 1 つあります。

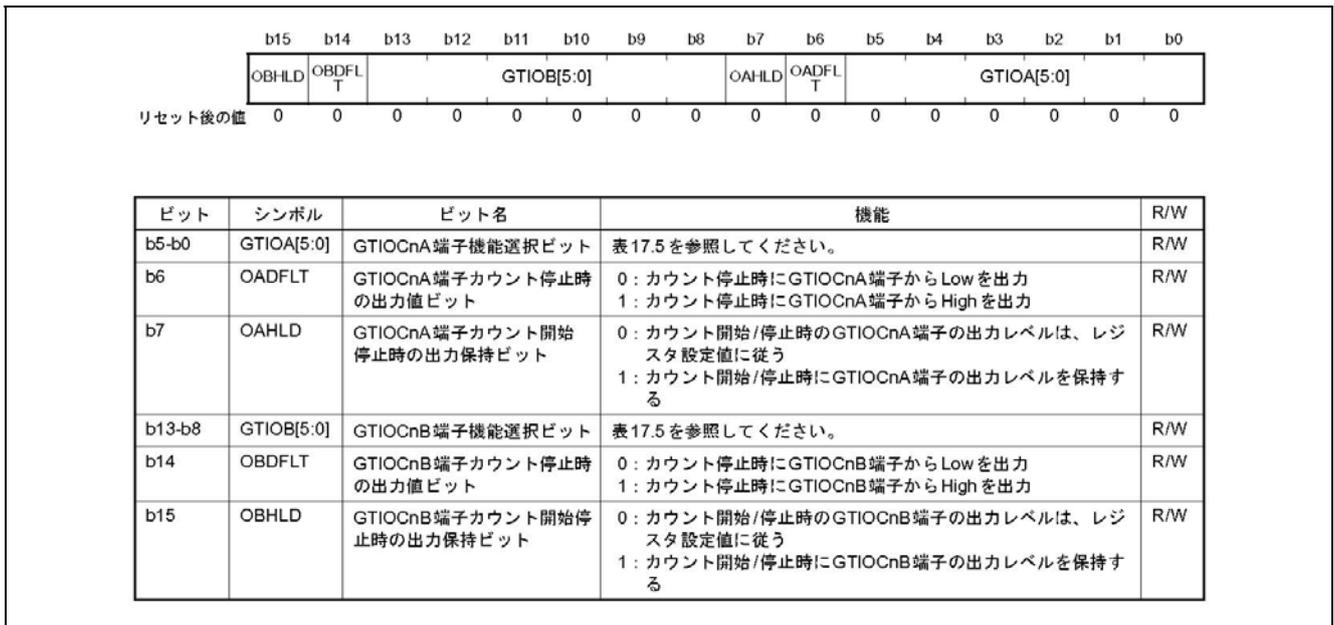


図3.2 GTIOR の設定

汎用 PWM タイマ周期設定バッファレジスタ (GTPBR) :

最初は GTPR レジスタからカウンタ周期を設定する必要があり、GTPBR は GTPR のバッファになります。

汎用 PWM タイマコンペアキャプチャレジスタ C (GTCCRC) :

コンペアマッチ値を設定します。

汎用 PWM タイマデッドタイムコントロールレジスタ (GTDTCR) :

GTDTCR は、デッドタイムを備えた逆相波形の自動設定を有効にします。

図 3.3 より、TDE は 1 に設定され、デッドタイムを備えた逆相波形のコンペアマッチ値は自動的に GPTn.GTCCRB に設定され、TDFER も 1 に設定され、さらに TDBUE と TDBDE もバッファ動作が有効となる 1 に設定されます。



図3.3 GTDTCR の設定

汎用 PWM タイマデッドタイム値レジスタ (GTDVU) :

デッドタイム値を設定します。

汎用 PWM タイマデッドタイムバッファレジスタ (GTDBU) :

このレジスタは GTDVU バッファです。

汎用 PWM タイマバッファイネーブルレジスタ (GTBER) :

GTBER は、バッファの動作についての設定を行います。

GTBER は、GTCNT 動作の停止中に設定する必要があります。

図 3.4 より、PR ビットは、GTPR がダブルバッファ動作となる 0x03 を設定します。

		b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
		—	ADTDB	ADTTB[1:0]	—	ADTDA	ADTTA[1:0]	—	CCRS WT	PR[1:0]	CCRB[1:0]	CCRA[1:0]					
リセット後の値		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット	シンボル	ビット名	機能	R/W
b1-b0	CCRA[1:0]	GTCCRA バッファ動作ビット	b1 b0 0 0 : バッファ動作しない 0 1 : シングルバッファとして動作する (GTCCRA ⇄ GTCCRC) 1 x : ダブルバッファとして動作する (GTCCRA ⇄ GTCCRC ⇄ GTCCRD)	R/W
b3-b2	CCRB[1:0]	GTCCRB バッファ動作ビット	b3 b2 0 0 : バッファ動作しない 0 1 : シングルバッファとして動作する (GTCCRB ⇄ GTCCRE) 1 x : ダブルバッファとして動作する (GTCCRB ⇄ GTCCRE ⇄ GTCCRF)	R/W
b5-b4	PR[1:0]	GTPR バッファ動作ビット	b5 b4 0 0 : バッファ動作しない 0 1 : シングルバッファとして動作する (GTPBR ⇄ GTPR) 1 x : ダブルバッファとして動作する (GTPDBR ⇄ GTPBR ⇄ GTPR)	R/W

図3.4 GTBER の設定

汎用 PWM タイマ出力ネゲートコントロールレジスタ (GTONCR) :

GTONCR は、GTIOcNA 端子出力と GTIOcNB 端子出力のネゲートを制御します。

図 3.5 より、OAE ビットと OBE ビットを 1 に設定し、GTIOcNA と GTIOcNB 端子出力をイネーブルにする必要があります。

		b15	b14	b13	b12	b11	b10	b9	b8	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
		OBE	OAE	—	SWN	—	—	—	NFV		NFS[3:0]			NVB	NVA	NEB	NEA
リセット後の値		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

図3.5 GTONCR の設定

4. 実験結果

図 4.1 ~ 図 4.3 で、 f_{sw} は 20 KHz です。Dead_time は $2\mu s$ です。図 4.1 は、25% デューティの場合の GPT です。図 4.2 は、50% デューティの場合の GPT です。図 4.3 は、75% デューティの場合の GPT です。

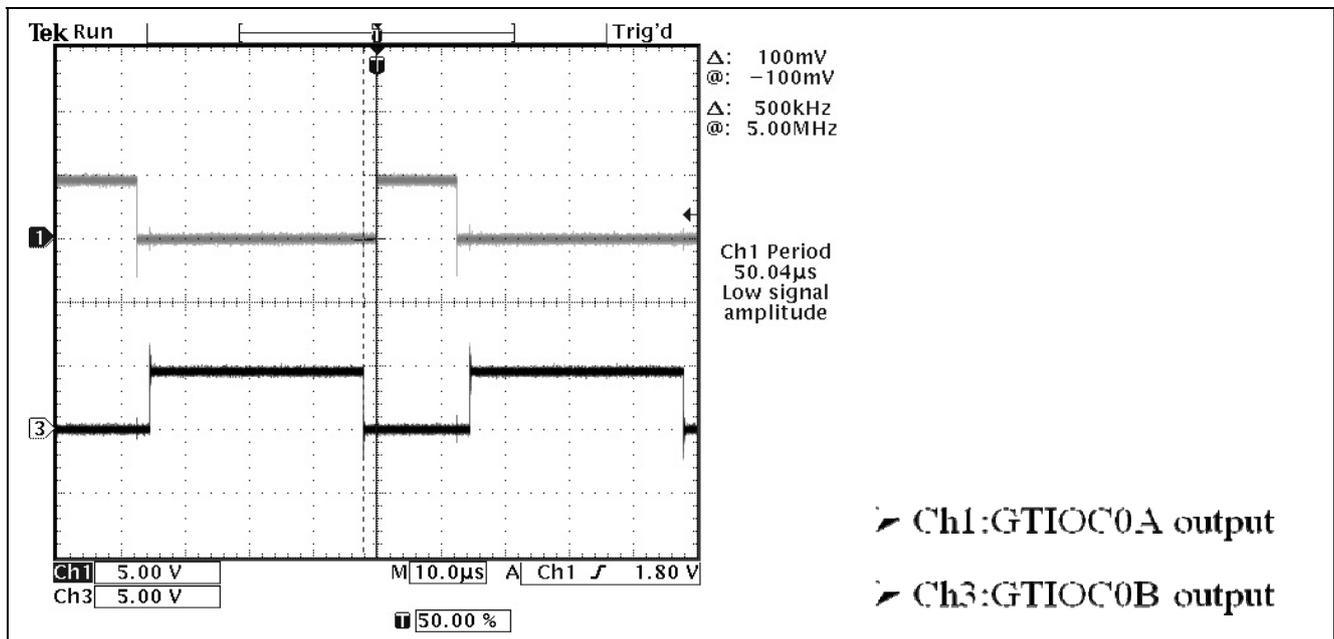


図4.1 25%デューティの場合の GPT 出力

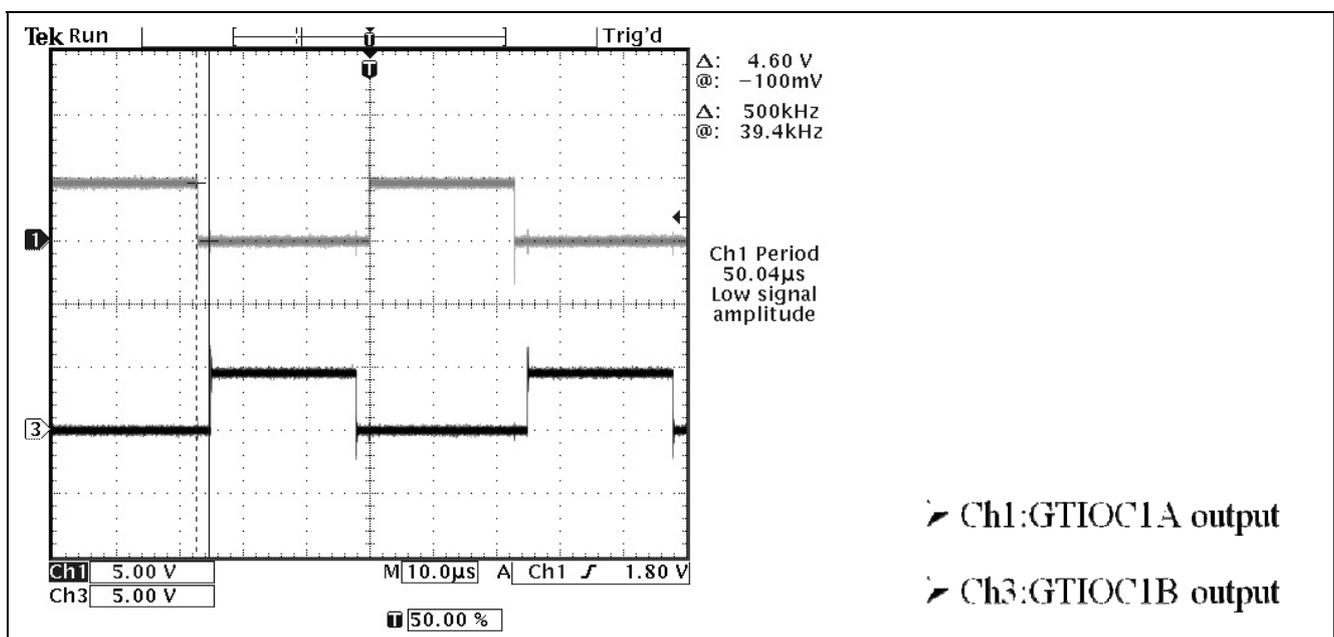


図4.2 50%デューティの場合の GPT 出力

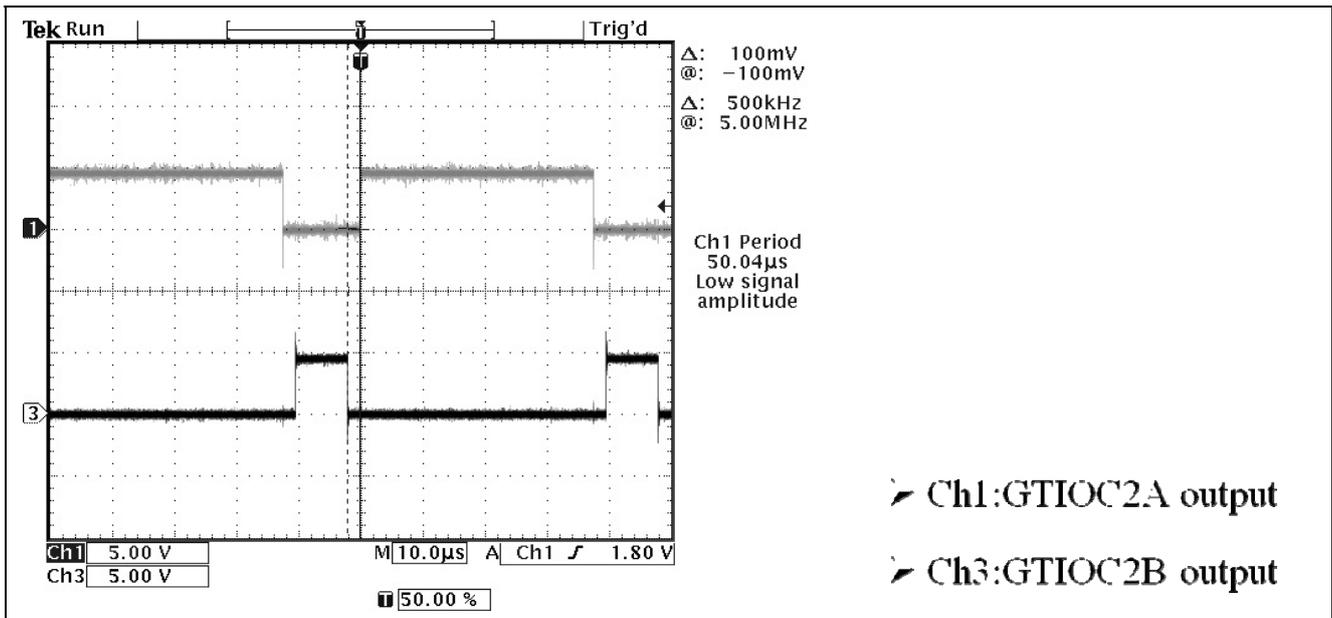


図4.3 75%デューティの場合の GPT 出力

図 4-4 は、GPT2 と GPT3 間の同期動作を示します。

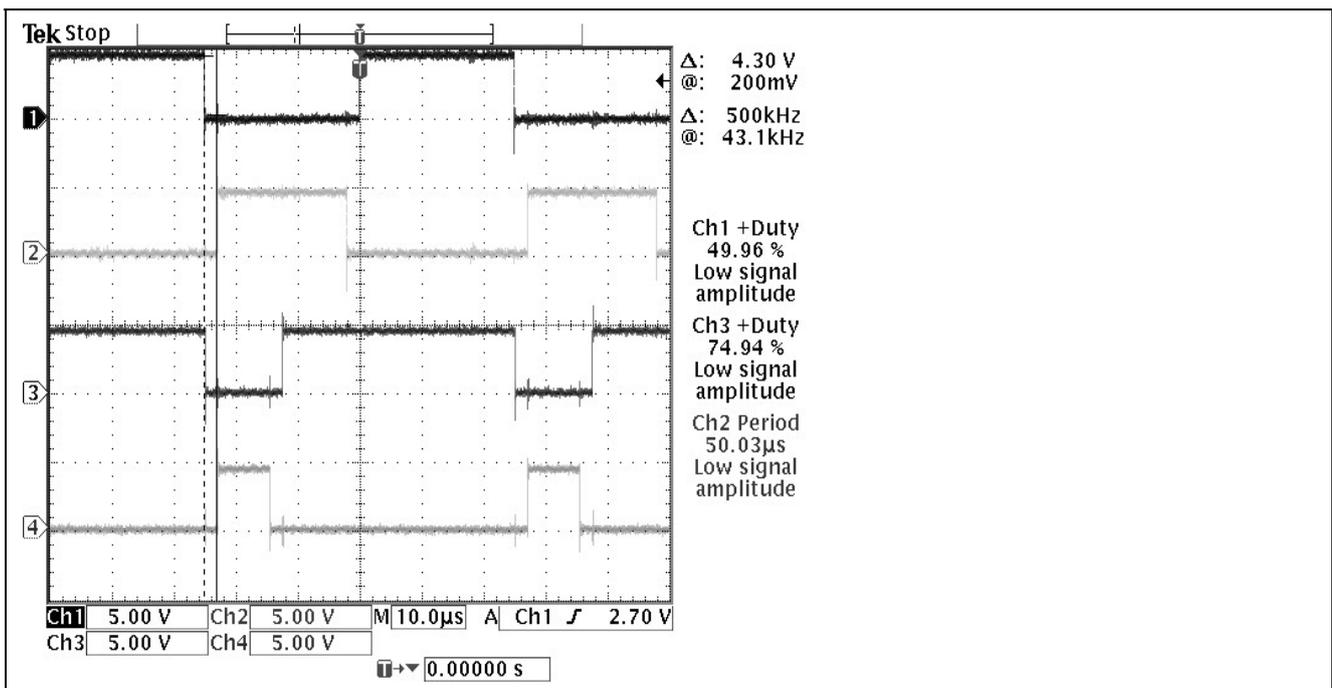


図4.4 GPT2 と GPT3 間の同期動作

5. 結論

実験結果より、のこぎり波ワンショットパルスモード制御に汎用 PWM タイマを使用できます。

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	2012.03.05	—	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けますとともに、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/contact/>