

RX ファミリ、M16C ファミリ

M16C から RX への置き換えガイド：タイマ編 (MTU2/MTU3/GPTW)

要旨

本アプリケーションノートは、M16C のタイマ A、タイマ B から RX の MTU2a,MTU3a,GPTWa への置き換えについて説明しています。

対象デバイス

- ・ RX ファミリ
- ・ M16C ファミリ

M16C から RX への置き換え例として、RX ファミリは RX231 グループ、RX261 グループ、RX660 グループを、M16C ファミリは M16C/65C グループを用いて説明しています。本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

RX ファミリと M16C ファミリ間で使用している用語が一部異なります。

タイマに関する用語の相違点を下表に示します。

RX ファミリと M16C ファミリ間の用語の相違点

項目	M16C ファミリ	RX ファミリ
タイマモジュールの名称	タイマ A タイマ B など	汎用 PWM タイマ(GPTWa) ^(注1) コンペアマッチタイマ(CMT) コンペアマッチタイマ(CMTW) ^(注2) 16 ビットタイマパルスユニット (TPUa) 8 ビットタイマ(TMR, TMRb) マルチファンクションタイマパルス ユニット 2 (MTU2a) ^(注3) マルチファンクションタイマパルス ユニット 3 (MTU3a) ^(注2) など
周辺機能の動作クロック	周辺機能クロック (fC、fC32、fOCO40M、fOCO-F、 fOCO-S、f1)	周辺モジュールクロック (PCLKA、PCLKB)
タイマの動作クロック (以下、カウントクロック)	カウントソース	カウントクロック
端子に周辺機能の入出力 を選択する機能	機能選択レジスタ、 入力機能選択レジスタ ^(注5)	MPC ^(注4)
周辺機能のレジスタ	I/O レジスタ	I/O レジスタ

注1 RX261 シリーズにあります。

注2 RX660 シリーズにあります。

注3 RX231 シリーズにあります。

注4 MPC が搭載されていないグループもあります。

注5 M32C シリーズ、R32C シリーズのみあります。

目次

1. 使用する周辺機能	4
1.1 PWM 波形出力	5
1.2 ワンショットタイマ	8
1.3 パルス周期測定	11
1.4 パルス幅測定	13
2. RX ユーザーズマニュアル ハードウェア編の関連する章	15
3. 付録	16
3.1 M16C から RX へ置き換えるときのポイント	16
3.1.1 割り込み	16
3.1.2 入出力ポート	17
3.1.3 モジュールストップ機能	17
3.2 I/O レジスタマクロ	18
3.3 組み込み関数	18
4. 参考ドキュメント	19

1. 使用する周辺機能

本アプリケーションノートでは、RX231 は MTU2a を、RX660 は MTU3a を、RX261 は GPTWa を、M16C はタイマ A、タイマ B を用いた動作例を説明します。以降、MTU2a と MTU3a はまとめて MTU と呼称して説明します。

表 1.1 に動作例に対して使用する周辺機能およびモードを示します。

表 1.1 動作例に対して使用する周辺機能およびモード

No	動作例	M16C		RX231,RX660		RX261		
		周辺機能	モード	周辺機能	モード	周辺機能	モード	
1	PWM 波形出力	タイマ A	PWM モード、 タイマモード (注 1)	MTU	PWM モード 1	GPTWa	のこぎり波 PWM モー ド 1	
2	ワンショット タイマ(1 回の パルス出力)		ワンショット タイマモード					
3	パルス 周期測定	タイマ B	パルス周期 測定モード		ノーマル モード			
4	パルス幅測定		パルス幅 測定モード					

注1 タイマモードでは、デューティ比 50% のパルスのみ出力できます。

1.1 PWM 波形出力

RX231 と RX660 は MTU の PWM モード 1、RX261 は GPTWa ののこぎり波 PWM モード 1、M16C は タイマ A のタイマモードを使用し、出力端子から PWM 波形を出力する場合の相違点を説明します。

MTU の PWM モード 1 では、TCNT レジスタをタイマカウンタとして、TGR レジスタを複数のコンペアレジスタとして使用します。TCNT カウンタと TGR のコンペアマッチにより、出力を High、Low、または、反転できます。このとき、TCNT カウンタと TGR とのコンペアマッチにより TCNT カウンタをクリアすることで 1 周期を実現します。また、別の TGR と TCNT カウンタとのコンペアマッチによりデューティ比を設定できます。

本節の PWM 波形を出力する場合の例では、TGRA、TGRB をコンペアレジスタとして使用します。TGRB を周期用のコンペアレジスタとして TCNT カウンタクリアに使用し、TGRA をデューティ設定用のコンペアレジスタとします。出力は、初期出力を Low、TCNT カウンタが TGRA と一致したとき High、TGRB と一致したとき Low を出力するように設定しています。本例では M16C の 50%デューティを実現するために TGRA は TGRB の半分の値でコンペアマッチする値を設定しています。

MTU の PWM1 モードの応用例として、TGRA と TGRB を同じ値にするとデューティ比 100%のパルス出力でき、TGRA を TGRB よりも大きな値にするとデューティ比 0%のパルス出力できます。M16C のタイマ A では、デューティ比 100%のパルス出力できないため、タイマ出力を停止し、ポートで制御する必要があります。

GPTWa ののこぎり波 PWM モード 1 では、GTCNT レジスタをタイマカウンタ、GTPR を周期用のコンペアレジスタ、GTCCRA をデューティ用のコンペアレジスタとして使用します。GTCNT カウンタと GTPR、または GTCNT カウンタと GTCCRA のコンペアマッチにより、出力を High、Low、反転、または、出力保持ができます。また、GTCNT カウンタと GTPR のコンペアマッチで GTCNT カウンタをクリアし、1 周期を実現します。

本節の PWM 波形を出力する場合の例では、初期出力を Low、GTCNT カウンタが GTCCRA と一致したとき High、GTPR と一致したとき Low を出力するように設定しています。本例では M16C の 50%デューティを実現するために GTCCRA は GTPR の半分の値でコンペアする値を設定しています。

GPTWa ののこぎり波 PWM モード 1 の応用例として、GTUDDTYC.OADTY、OBDTY ビットの値を設定すると、デューティ 0%/100% 出力機能によりデューティ 0%,100%のパルス出力できます。

図 1.1 に PWM 波形の出力例を、表 1.2 に PWM 波形出力の動作概要を示します。

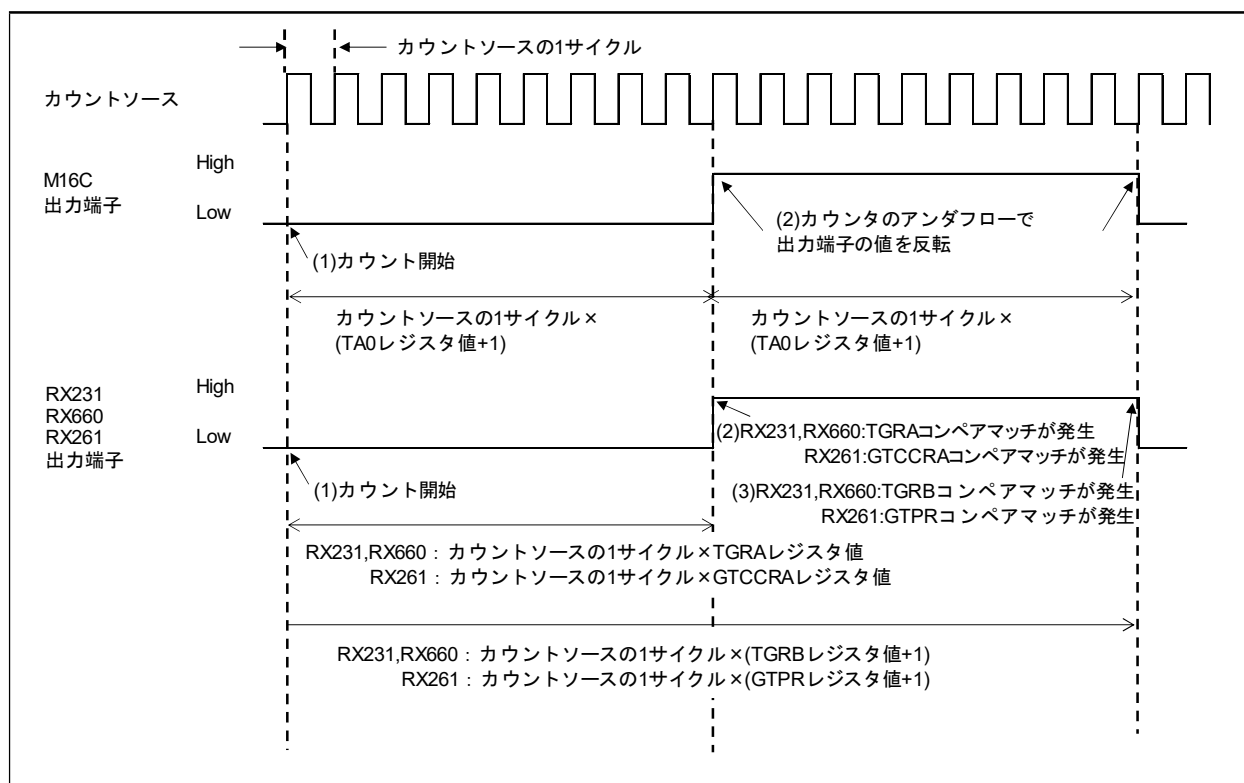


図 1.1 PWM 波形の出力例

表 1.2 PWM 波形出力の動作概要

項目	M16C/65C タイマ A	RX231,RX660 MTU	RX261 GPTWa
動作モード	タイマモード	PWM モード 1	のこぎり波 PWM モード 1
動作概要	<p>(1)カウント動作開始 カウント動作を開始します。</p> <p>(2)カウンタのアンダフロー カウンタのアンダフローで端子出力を反転します。</p>	<p>(1)カウント動作開始 カウント動作を開始します。</p> <p>(2)TGRA コンペアマッチが発生 TCNT カウンタと TGRA の値が一致すると、TGRA コンペアマッチが発生して、端子の出力が Low から High になります。</p> <p>(3)TGRB コンペアマッチが発生 TCNT カウンタと TGRB の値が一致すると、TGRB コンペアマッチが発生して、端子の出力が High から Low になります。さらに、TGRB コンペアマッチによって、TCNT カウンタがクリアされます。</p>	<p>(1)カウント動作開始 カウント動作を開始します。</p> <p>(2)GTCCRA コンペアマッチが発生 GTCNT カウンタと GTCCRA の値が一致すると、GTCCRA コンペアマッチが発生して、端子の出力が Low から High になります。</p> <p>(3)GTPR コンペアマッチが発生 GTCNT カウンタと GTPR の値が一致すると、GTPR コンペアマッチが発生して、端子の出力が High から Low になります。さらに、GTPR コンペアマッチによって、GTCNT カウンタがクリアされます。</p>

1.2 ワンショットタイマ

RX231 と RX660 の MTU、および RX261 の GPTWa で M16C のワンショットタイマモードと同様の動作を制御する例を説明します。

MTU では、PWM モード 1 を使用します。リセット後、MTU の出力端子とマルチプレクスされた端子機能は I/O 入力ポートになっていますので、PDR レジスタを出力、PODR レジスタを Low に設定することで端子を I/O 出力ポートとし Low を出力させます。次に MTU の初期設定を行います。TCNT カウンタは外部トリガによりソフトウェアでスタートする設定にします。TGRB コンペアレジスタを周期、TGRA コンペアレジスタをデューティとします。出力設定に関しては初期出力を High、TGRA とのコンペアで Low、TGRB とのコンペアでは Low を出力する設定とします。外部トリガによる割り込み処理にて I/O 出力ポートを MTU の出力端子に切り替えると同時に MTU のタイマをスタートさせます。MTU の初期出力は High のため、タイマのスタートから TGRA とのコンペアマッチによる Low 出力に切り替わるまで、High パルスが出力されます。TGRA のコンペアマッチ割り込みで MTU タイマを停止し、端子を最初の I/O 出力ポート (Low 出力) に切り替え次の外部トリガに備えます。この時、TCNT カウンタの値はクリアしてください。これにより、TGRA に設定した値のパルス幅で M16C のワンショットタイマモードを実現できます。なお、パルス幅を設定する TGRA の値は周期である TGRB の値を超えないようにしてください。

GPTWa では、のこぎり波 PWM モード 1 を使用します。リセット後、GPTWa の出力端子とマルチプレクスされた端子機能は I/O 入力ポートになっていますので、MTU と同様に PDR レジスタを出力、PODR レジスタを Low に設定することで I/O 出力ポートとし Low を出力させます。次に GPTWa の初期設定を行います。GTCNT カウンタの駆動は外部トリガ要因とし、GTPR レジスタを周期、GTCCRA コンペアレジスタをデューティとします。出力設定に関しては初期出力を Low、タイマ開始時の出力を High、GTCCRA コンペアマッチで Low、GTPR とのコンペア(周期の終わり)では Low を出力する設定とします。また、タイマ停止時の出力を Low とします。GPTWa の場合、MTU と異なり外部トリガ起因に連動してタイマをスタートできるため、この時点で I/O 出力ポート端子から GPTWa 出力端子に切り替えます。外部トリガが入力されるとタイマが開始されると同時に Low 出力から High 出力に切り替わります。その後、GTCCRA コンペアマッチにより出力が Low に切り替わります。また、GTCCRA のコンペアマッチ割り込みにより GPTWa タイマを停止し、GTCNT カウンタの値をクリアします。これにより、GTCCRA に設定した値のパルス幅で M16C のワンショットタイマモードを実現できます。なお、パルス幅を設定する GTCCRA の値は周期である GTPR の値を超えないようにしてください。

図 1.2 にワンショットパルス出力例を、表 1.3 にワンショットタイマの動作概要を示します。

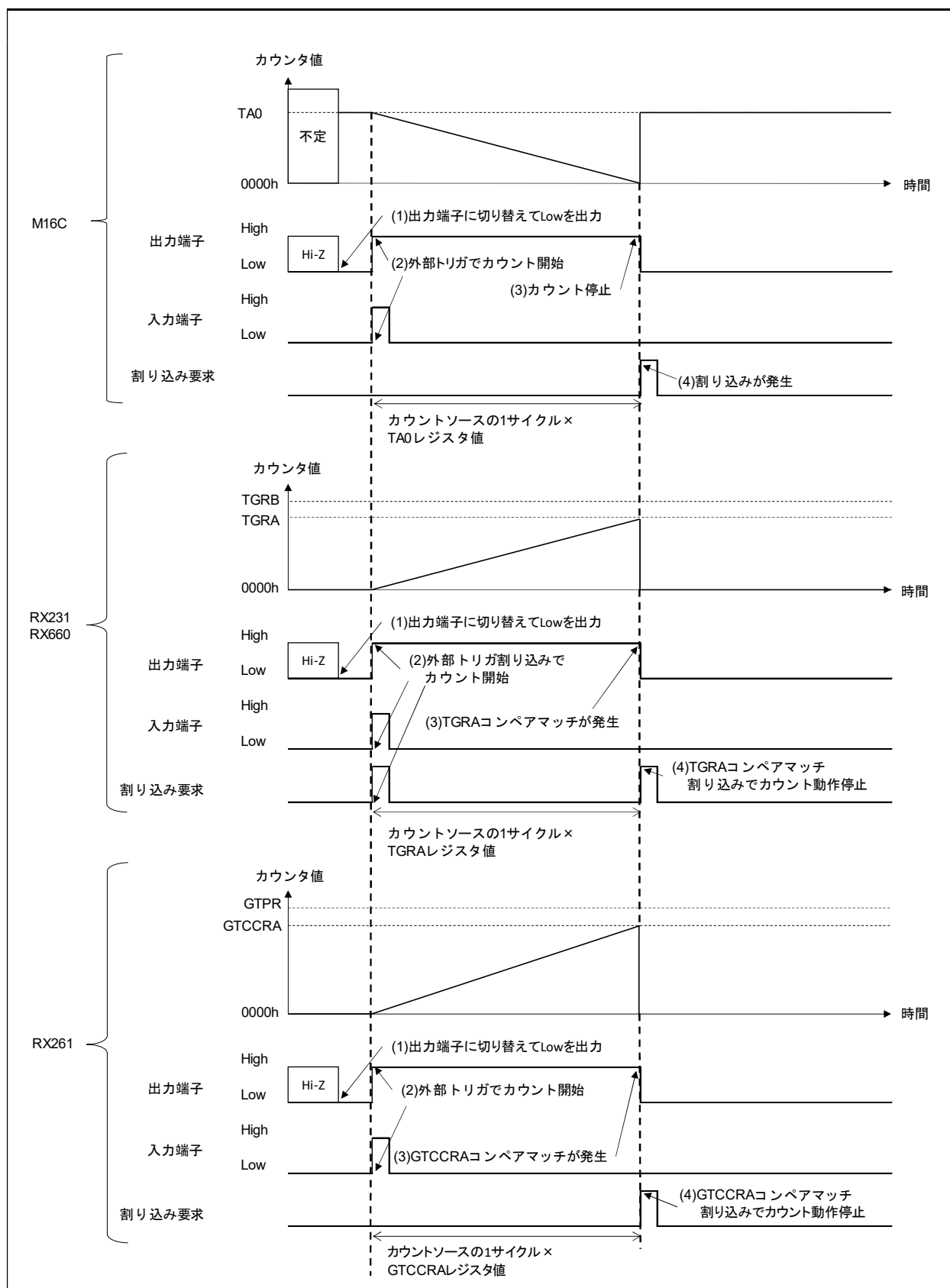


図 1.2 ワンショットパルス出力例

表 1.3 ワンショットタイマの動作概要

項目	M16C/65C タイマ A	RX231,RX660 MTU	RX261 GPTWa
動作モード	ワンショットタイマモード	PWM モード 1	のこぎり波 PWM モード 1
動作概要	<p>(1)出力端子に切り替えて Low を出力 リセット後端子機能は I/O 入力ポートになっていますので、タイマ A 初期化中は I/O 出力ポートに切り替えて Low 出力させます。タイマ A 初期化後は機能選択レジスタで、端子機能を I/O 出力ポート端子からタイマ A のパルス出力端子に切り替えます。</p> <p>(2)外部トリガでカウント動作開始 外部トリガでタイマ A のカウントを開始します。カウント開始と同時に、出力端子が Low から High になります。</p> <p>(3)カウント動作停止 タイマ A のカウンタのカウント値が“0000h”になると、カウントが停止し、出力端子が High から Low になります。</p> <p>(4)割り込みが発生 タイマ A のカウンタのカウント値が“0000h”になるタイミングでタイマ A 割り込みが発生します。</p>	<p>(1)出力端子に切り替えて Low を出力 リセット後端子機能は I/O 入力ポートになっていますので、I/O 出力ポートに切り替えて Low 出力させます。合わせて MTU 初期化を実施します。</p> <p>(2)外部トリガ割り込みでカウント動作開始 外部トリガ割り込み処理のプログラムで MTU のカウント動作開始と同時に MPC で端子機能を I/O ポート端子から MTU 端子に切り替え、出力端子が Low から High になります。</p> <p>(3)TGRA コンペアマッチが発生 TCNT カウンタが TGRA と一致したとき、TGRA コンペアマッチが発生して、端子出力が High から Low になります。</p> <p>(4)TGRA コンペアマッチ割り込みでカウント動作停止 TGRA コンペアマッチ割り込み処理のプログラムでカウントを停止、TCNT カウンタのクリア、端子機能を MTU 端子から I/O 出力ポート端子に切り替えます。</p>	<p>(1)出力端子に切り替えて Low を出力 リセット後端子機能は I/O 入力ポートになっていますので、GPTWa 初期化中は I/O 出力ポートに切り替えて Low 出力させます。GPTWa 初期化後は MPC で、端子機能を I/O 出力ポート端子から GPTWa 端子に切り替えます。</p> <p>(2)外部トリガでカウント動作開始 外部トリガで GPTWa のカウントを開始します。カウント開始と同時に、出力端子が Low から High になります。</p> <p>(3)GTCCRA コンペアマッチが発生 GTCNT カウンタが GTCCRA と一致したとき、GTCCRA コンペアマッチが発生して、端子出力が High から Low になります。</p> <p>(4)GTCCRA コンペアマッチ割り込みでカウント動作停止 GTCCRA コンペアマッチ割り込み処理のプログラムでカウントを停止、GTCNT カウンタをクリアします。</p>

1.3 パルス周期測定

RX231 と RX660 は MTU のノーマルモード、RX261 は GPTWa ののこぎり波 PWM モード 1、M16C はタイマ B のパルス周期測定モードを使用し、外部入力端子へ入力されるパルスの立ち上がりエッジから次の立ち上がりエッジまでの周期を測定する場合の相違点を説明します。

MTU のノーマルモードに搭載されるインプットキャプチャ機能では、TCNT レジスタをタイマカウンタとして、TGR レジスタをインプットキャプチャレジスタとして使用します。インプットキャプチャ機能では、端子の入力エッジを検出して、TCNT カウンタの値を TGR に転送することができます。割り込みは、端子の入力エッジを検出したときのインプットキャプチャ割り込み、TCNT カウンタがオーバフローしたときのオーバフロー割り込みがあり、それぞれ独立して使用できます。

本節のパルス周期測定する場合の例では、外部入力端子で立ち上がりエッジを検出すると、インプットキャプチャ機能を用いて TCNT カウンタの値を TGRA に転送し、そのときに TCNT カウンタの値はクリアされるように設定しています。また、TCNT カウンタの最大値以上のパルス周期を測定できるようにオーバフロー割り込みが発生すると、変数などでオーバフロー回数をカウントしています。インプットキャプチャ割り込みが発生したときに、TGRA の値とカウントしておいたオーバフロー回数から、パルスの周期を算出します。

GPTWa では、のこぎり波 PWM モード 1 のインプットキャプチャ機能で実現します。
本節のパルス周期測定の例は、MTU と同じ仕様とします。

図 1.3 にパルス周期測定例を、表 1.4 にパルス周期測定の動作概要を示します。

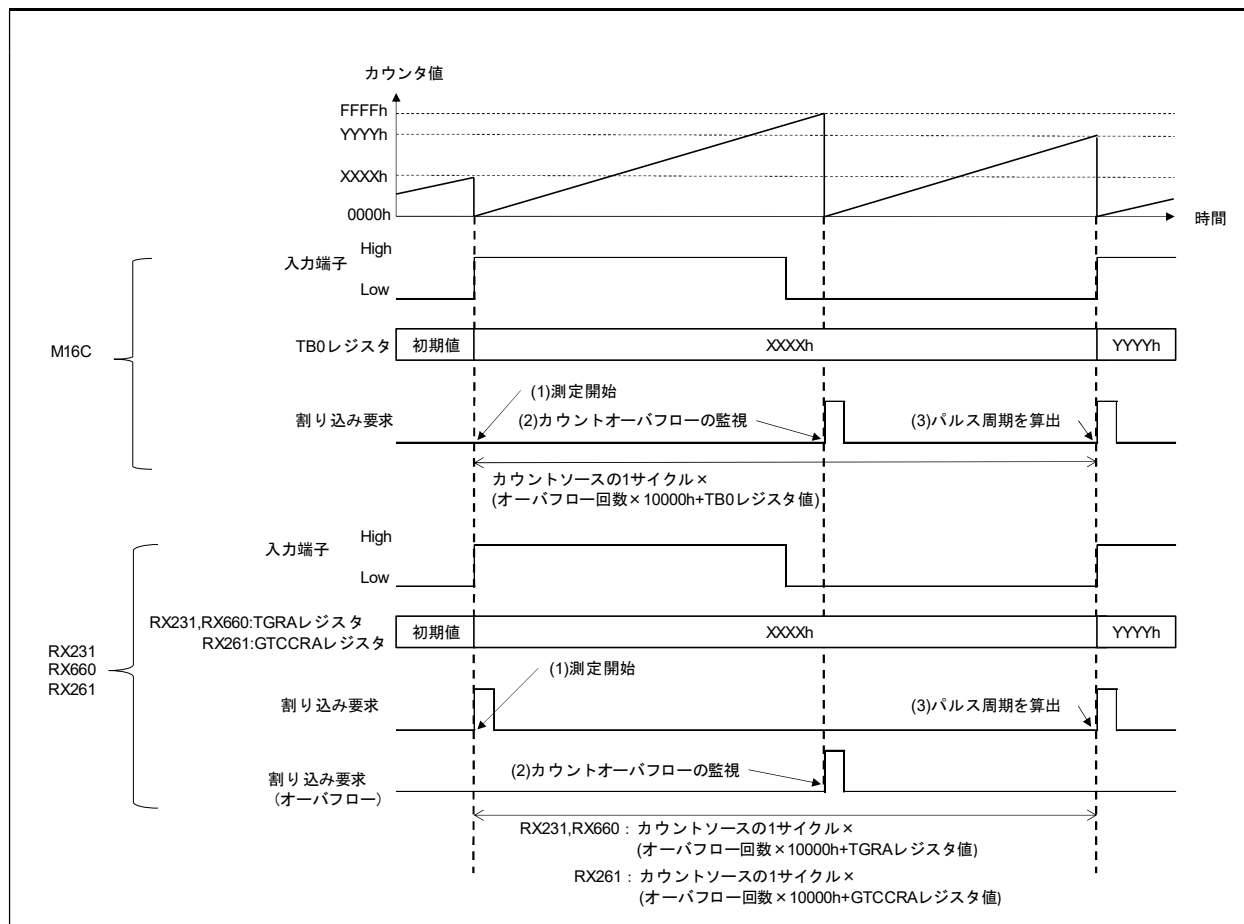


図 1.3 パルス周期測定例

表 1.4 パルス周期測定動作概要

項目	M16C/65C タイマ B	RX231,RX660 MTU	RX261 GPTWa
動作モード	パルス周期測定モード	ノーマルモード	のこぎり波 PWM モード 1
動作概要	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、タイマB0のカウンタがクリアされ、周期の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 タイマB0のカウンタがオーバーフローすると、タイマB0割り込みが発生します。割り込み処理内でオーバーフローフラグを確認し、オーバーフロー回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス周期を算出 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、タイマB0割り込みが発生し、割り込み処理内でオーバーフローの回数とTB0レジスタの値を元にパルスの周期を算出します。</p>	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、TCNTカウンタがクリアされ、周期の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 TCNTカウンタがオーバーフローすると、オーバーフロー割り込みが発生します。割り込み処理内でオーバーフローの回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス周期を算出 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、TGRAインプットキャプチャ割り込みが発生し、割り込み処理内でオーバーフローの回数とTGRAの値を元にパルスの周期を算出します。</p>	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、GTCNTカウンタがクリアされ、周期の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 GTCNTカウンタがGTPRと一致したとき、GTPRコンペアマッチ(GTCNTカウンタのオーバーフロー)が発生し、GTPRコンペアマッチ割り込み(オーバーフロー割り込み)が発生します。割り込み処理内でオーバーフローの回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス周期を算出 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、GTCCRAインプットキャプチャ割り込みが発生し、割り込み処理内でオーバーフローの回数とGTCCRAの値を元にパルスの周期を算出します。</p>

1.4 パルス幅測定

RX231 と RX660 は MTU のノーマルモード、RX261 は GPTWa ののこぎり波 PWM モード 1、M16C はタイマ B のパルス幅測定モードを使用し、外部入力端子へ入力されるパルスの立ち上がりエッジから次の立ち下がりエッジまでのパルス幅を測定する場合の相違点を説明します。

パルス幅測定では、MTU と GPTWa とともに 1.3 章のパルス周期測定と同様にインプットキャプチャ機能を使用します。なお、本節では High,Low 双方のパルス幅を測定するため、インプットキャプチャトリガは外部入力信号の両エッジとします。

図 1.4 にパルス幅測定例を、表 1.5 にパルス幅測定例の動作概要を示します。

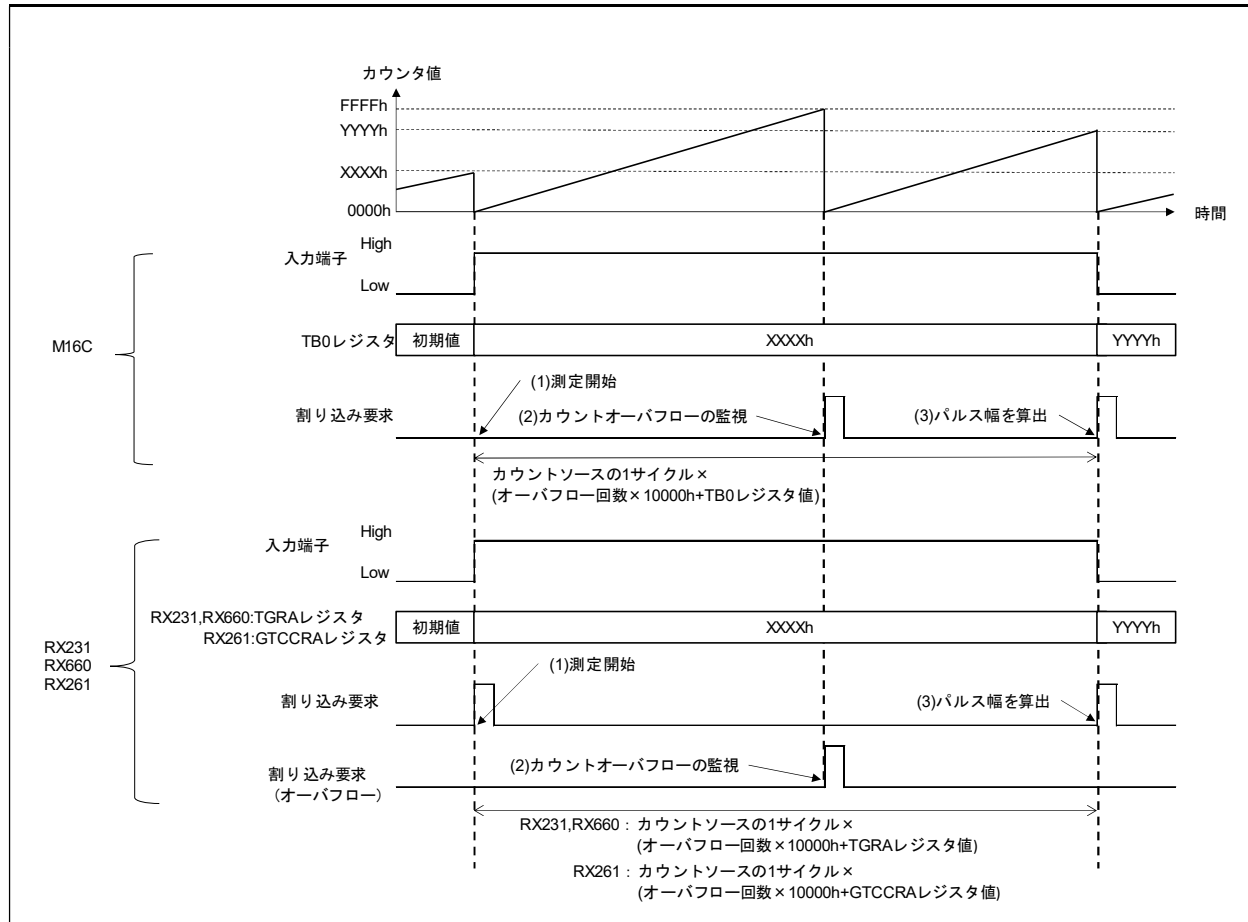


図 1.4 パルス幅測定例

表 1.5 パルス幅測定例の動作概要

項目	M16C/65C タイマ B	RX231,RX660 MTU	RX261 GPTWa
動作モード	パルス幅測定モード	ノーマルモード	のこぎり波 PWM モード 1
動作概要	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、タイマB0のカウンタがクリアされ、パルス幅の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 タイマB0のカウンタがオーバーフローすると、タイマB0割り込みが発生します。割り込み処理内でオーバーフローフラグを確認し、オーバーフロー回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス幅を算出 外部入力端子の立ち下がリエッジの検出により、タイマB0割り込みが発生し、割り込み処理内でオーバーフローの回数とTB0レジスタの値を元にパルス幅を算出します。</p>	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、TCNTカウンタがクリアされ、パルス幅の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 TCNTカウンタがオーバーフローすると、オーバーフロー割り込みが発生します。割り込み処理内でオーバーフローの回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス幅を算出 外部入力端子の立ち下がリエッジの検出により、TGRAインプットキャプチャ割り込みが発生し、割り込み処理内でオーバーフローの回数とTGRAの値を元にパルス幅を算出します。</p>	<p>(1)測定開始 外部入力端子の立ち上がりエッジの検出により、GTCNTカウンタがクリアされ、パルス幅の計測を開始します。</p> <p>(2)カウントオーバーフローの監視 GTCNT カウンタがオーバーフローすると、オーバーフロー割り込みが発生します。割り込み処理内でオーバーフローの回数をカウントします。</p> <p>(3)パルス幅を算出 外部入力端子の立ち下がリエッジの検出により、GTCCRAインプットキャプチャ割り込みが発生し、オーバーフローの回数とGTCCRAの値を元にパルス幅を算出します。</p>

2. RX ユーザーズマニュアル ハードウェア編の関連する章

M16C から RX に置き換えるときは、ユーザーズマニュアルハードウェア編の以下の章を参考にしてください。

- ・ マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (RX231)
- ・ マルチファンクションタイマパルスユニット 3 (RX660)
- ・ 汎用 PWM タイマ (RX261)
- ・ クロック発生回路
- ・ 消費電力低減機能
- ・ 割り込みコントローラ、CPU
- ・ I/O ポート、MPC
- ・ レジスタライトプロテクション

3. 付録

3.1 M16C から RX へ置き換えるときのポイント

M16C から RX へ置き換えるときのポイントについて、以下に示します。

3.1.1 割り込み

RX では、下記の条件を満たすときに割り込みを受け付けることができます。

- ・ I フラグ (PSW.I ビット) が “1” であること。
- ・ ICU の IER、IPR レジスタで割り込み許可に設定されていること。
- ・ 周辺機能の割り込み要求許可ビットで、割り込み要求が許可されていること。

表 3.1 に、RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表を示します。

表 3.1 RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表

項目	M16C	RX
I フラグ	I フラグを “1” (許可) にすると、マスカブル割り込みの受け付けが許可されます。	
割り込み要求フラグ	周辺機能から割り込み要求があると、“1”(割り込み要求あり)になります。	
割り込み優先レベル	ILVL2～ILVL0 ビットで設定します。	IPR[3:0] ビットで設定します。
割り込み要求許可	—	IER レジスタで設定します。
周辺機能の割り込み許可	—	各周辺機能で割り込みの許可、禁止を設定できます。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の割り込みコントローラ (ICU)、CPU、使用する周辺機能の章を参照ください。

3.1.2 入出力ポート

RX では、周辺機能の入出力信号を端子に割り当てるには、MPC の設定を行う必要があります。

RX の端子の入出力制御を行う前に以下の 2 つの設定を行ってください。

- ・ MPC の PFS レジスタ：該当端子に割り当てる周辺機能の選択
- ・ I/O ポートの PMR レジスタ：該当端子に汎用入出力ポート/周辺機能を割り当てるかの選択

表 3.2 に RX と M16C の周辺機能端子の入出力設定についての比較表を示します。

表 3.2 RX と M16C の周辺機能端子の入出力設定についての比較表

機能	M16C(M16C/65C の場合)	RX(RX231、RX261、RX660 の場合)
端子の機能選択	M16C にはありません。 ^(注1) 各周辺機能のモードを設定すると、周辺機能の入出力端子として割り付けられます。	PFS レジスタを設定することで、周辺機能の入出力を複数の端子から選択して割り付けることができます。
汎用入出力ポート/周辺機能の切り換え		PMR レジスタを設定することで、対象端子を I/O ポートとして使用するか、周辺機能として使用するかを選択できます。

注1 M32C シリーズ、R32C シリーズには、同様の機能のレジスタがあります。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編のマルチファンクションピンコントローラ(MPC)と、I/O ポートの章を参照ください。

3.1.3 モジュールストップ機能

RX では、周辺モジュールごとに機能を停止させることが可能です。

使用しない周辺モジュールをモジュールストップ状態へ遷移させることで、消費電力を低減することができます。

リセット解除後は、一部を除く全てのモジュールがモジュールストップ状態になっています。

モジュールストップ状態のモジュールのレジスタは、読み書きできません。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の消費電力低減機能の章を参照ください。

3.2 I/O レジスタマクロ

RX の I/O レジスタの定義(iodefine.h)内では、下記のマクロ定義を用意しています。

マクロ定義を使用することで可読性の高いプログラムを記載できます。

表 3.3 にマクロの使用例を示します。

表 3.3 マクロの使用例

マクロ	使用例
IR("module name", "bit name")	IR(MTU0, TGIA0) = 0 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IR ビットを“0” (割り込み要求をクリア)にします。
DTCE("module name", "bit name")	DTCE (MTU0, TGIA0) = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した DTCE ビットを“1” (DTC 起動を許可)にします。
IEN("module name", "bit name")	IEN(MTU0, TGIA0) = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IEN ビットを“1” (割り込みを許可)にします。
IPR("module name", "bit name")	IPR(MTU0, TGIA0) = 0x02 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IPR ビットを“2” (割り込み優先レベルを“2”)にします。
MSTP("module name")	MSTP(MTU) = 0 ; MTU0 のモジュールストップ設定ビットを“0” (モジュールストップ状態を解除)にします。
VECT("module name", "bit name")	#pragma interrupt (Excep_MTU0_TGIA0 (vect=VECT(MTU0, TGIA0)) MTU0 の TGIA0 に対応した割り込み関数を宣言します。

3.3 組み込み関数

RX では、制御レジスタの設定や特殊命令用に組み込み関数を用意しています。組み込み関数を使用する場合は、machine.h をインクルードしてください。

表 3.4 に RX と M16C の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)を示します。

表 3.4 RX と M16C の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)

項目	記述	
	M16C	RX
I フラグを“1”にする	asm("fset i");	setpsw_i (); (注1)
I フラグを“0”にする	asm("fclr i");	clrpsw_i (); (注1)
WAIT 命令に展開します。	asm("wait");	wait(); (注1)
NOP 命令に展開します。	asm("nop");	nop(); (注1)

注1 “machine.h” のインクルードが必要です。

4. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX230、RX231 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0496JJ)

RX260、RX261 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH1045JJ)

RX660 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0937JJ)

M16C/65C グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0093JJ)

RX231 グループ、RX261 グループ、RX660 グループ、M16C/65C グループ以外の製品をご使用の場合は、それぞれのユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

(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)

ユーザーズマニュアル：開発環境

RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル (R20UT3248)

M16C シリーズ、R8C ファミリ C コンパイラパッケージ (M3T-NC30WA)

(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)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Oct.01.13	—	初版発行
1.10	Apr.01.14	全体	構成など見直し
		2	表「RX ファミリと M16C ファミリ間の用語の相違点」を追加
		1.2 節	TGRD レジスタへの設定値を変更「FFFFh」→「FFFEh」
		19	ノンマスカブル割り込みに関する記載を削除
2.00	Jun.12.23	全体	RX ファミリの対象マイコン機種を RX210→ RX231/RX660 へ変更
2.01	Oct. 21.25	-	タイトル変更
3.00	Dec.12.25	全体	RX ファミリ対象マイコン機種に RX261 を追加し、さらに GPTW タイマの比較を追加 資料の内容を大幅に見直し

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. 静電気対策

CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。

2. 電源投入時の処置

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. 電源オフ時における入力信号

当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。

4. 未使用端子の処理

未使用端子は、「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。

5. クロックについて

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。

6. 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、 V_{IL} (Max.) から V_{IH} (Min.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。

7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止

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、将来の拡張機能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。

8. 製品間の相違について

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、フラッシュメモリ、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、ノイズ幅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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因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に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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。
4. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等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。
6. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。

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、産業用ロボット等

高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

- 当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
 8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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いますが、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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等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、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。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、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
 10. 当社製品の環境適合性等の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。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. 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・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
 12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
 13. 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禁じます。
 14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。
- 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直接的、間接的に支配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。

(Rev.5.0-1 2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。