

RX ファミリ

MTU2/MTU3 を用いたパルス幅測定機能使用例

要旨

本アプリケーションノートでは、MTU2/MTU3 を用いたパルス幅測定機能の動作について説明します。

RX66T グループには、マルチファンクションタイマパルスユニット 3 (MTU3d) が内蔵されており、インプットキャプチャ機能を使用して、インプットキャプチャ入力端子に入力されたパルス幅を測定することが可能です。

本アプリケーションノートは、MTU2 または MTU3 を搭載する RX ファミリデバイスを対象としていますが、動作確認デバイスは RX66T です。本アプリケーションノートを RX66T 以外のマイコンに適用する場合は、対象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。

対象デバイス

MTU2 または MTU3 を搭載する RX ファミリデバイス

動作確認デバイス

RX66T グループ

以下、マルチファンクションタイマパルスユニット 3 を MTU と記述します。

目次

1. パルス幅測定	3
2. 動作確認条件	4
3. MTU サンプルコード	5
3.1 共通	5
3.1.1 サンプルコード一覧	5
3.1.2 フォルダ構成	6
3.1.3 ファイル構成	7
3.1.4 コンポーネントの追加	8
3.1.5 端子設定	9
3.1.6 割り込み設定	10
3.2 パルス幅測定の動作	11
3.2.1 概要	11
3.2.2 動作詳細	13
3.2.3 スマート・コンフィグレータ設定	14
3.2.4 フローチャート	16
3.2.5 関連動作	19
3.2.5.1 インプットキャプチャとオーバフローが同時に発生したときの動作	19
3.2.6 注意事項	20
3.2.6.1 システムに組み込む際の注意	20
4. プロジェクトのインポート方法	21
4.1 e ² studio での手順	21
4.2 CS+ での手順	22
5. 参考ドキュメント	23
改訂記録	24

1. パルス幅測定

MTU の入力キャプチャ機能を使用して、外部トリガを検出したパルスの High レベルの幅（以降「High 幅」と称す）を測定します。入力されるパルスの立ち上がりエッジから測定を開始し、立ち下がりエッジで High 幅を算出します。

MTUn.TCNT レジスタ（n = 0 ~ 4, 6, 7, 9）、および MTU5.TCNTm レジスタ（m = U, V, W）のオーバーフロー割り込み処理で、オーバーフロー回数をカウントし、MTUn（n = 0 ~ 6, 7, 9）の入力キャプチャ割り込み処理で、オーバーフロー回数と入力キャプチャレジスタの値を元にパルス幅を算出します。

パルス幅算出式：分解能^注 × （オーバーフロー回数 × 10000h + インputキャプチャレジスタ値）

注 MTU カウントクロック周期

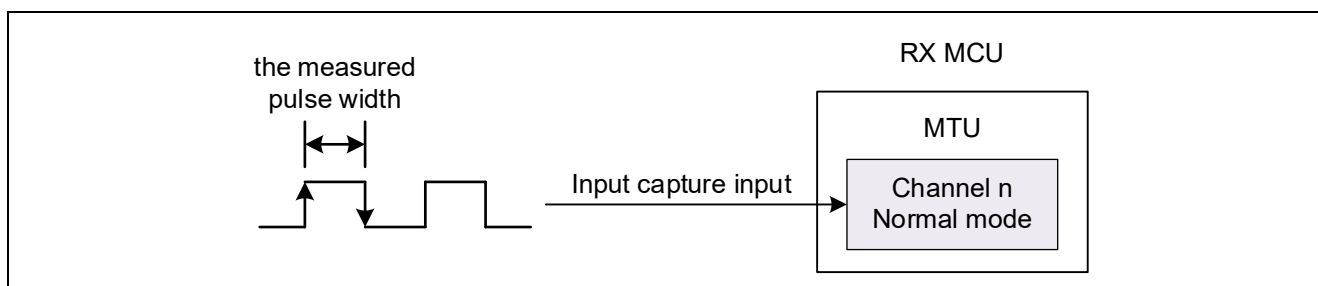


図 1-1 パルス幅測定

詳細は、本アプリケーションノート「3.2 パルス幅測定の動作」を参照してください。

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、以下に示す条件で動作を確認しています。

表 2-1 動作確認環境

項目	内容
使用 MCU	R5F566TEADFP (Renesas Starter Kit for RX66T 搭載)
動作周波数	メインクロック : 8MHz PLL : 160MHz (メインクロック x 1/1 x 20) HOCO : 停止 LOCO : 停止 システムクロック (ICLK) : 160MHz (PLL x 1/1) 周辺モジュールクロック A (PCLKA) : 80MHz (PLL x 1/2) 周辺モジュールクロック B (PCLKB) : 40MHz (PLL x 1/4) 周辺モジュールクロック C (PCLKC) : 160MHz (PLL x 1/1) 周辺モジュールクロック D (PCLKD) : 40MHz (PLL x 1/4) FlashIF クロック (FCLK) : 40MHz (PLL x 1/4)
動作電圧	3.3V
総合開発環境	ルネサスエレクトロニクス e ² studio Version 2022-10
C コンパイラ ^注	ルネサスエレクトロニクス C/C++ Compiler Package for RX Family V3.04.00 コンパイラオプション 統合開発環境のデフォルト設定が適用されます。
RX スマート・コンフィグレータ	V2.15.0
ボードサポートパッケージ (r_bsp)	V7.20
エンディアン	リトルエンディアン
動作モード	シングルチップモード
プロセッサモード	スーパバイザモード
サンプルコードバージョン	V1.00
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX66T (型名 : RTK50566T0CxxxxxBE)
エミュレータ	E2-Lite

注 元のプロジェクトで指定するツールチェーン(C コンパイラ) と同一のバージョンがインポートする先がない場合は、ツールチェーンが選択されない状態になり、エラーが発生します。プロジェクトの設定画面でツールチェーンの選択状態を確認してください。

設定方法は、FAQ 3000404 を参照してください。

FAQ 3000404 :インポートしたプロジェクトをビルドすると「PATH でプログラム"make"が見つかりません」エラーになる(e² studio)

3. MTU サンプルコード

3.1 共通

3.1.1 サンプルコード一覧

本アプリケーションノートは、スマート・コンフィグレータを使用した以下のサンプルコードを用意しています。

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。

表 3-1 MTU サンプルコード一覧

名称	内容	参照
パルス幅測定の動作 r01an6748_rx66t_mtu_pulse_width.zip	- ノーマルモード - インプットキャプチャ機能を使用したパルス幅の測定	3.2

3.1.2 フォルダ構成

サンプルコードの主なフォルダ構成は以下のとおりです。



図 3-1 MTU フォルダ構成

3.1.3 ファイル構成

サンプルコードの主なファイル構成は以下のとおりです。

表 3-2 MTU ファイル構成

ファイル名	内容
[プロジェクト名].c	<u>main 関数</u> メイン関数です スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。
Config_MTUn.c※	<u>R Config MTUn Create 関数</u> MTU の初期設定関数です。 スマート・コンフィグレータの設定に従った初期化関数を、スマート・コンフィグレータが生成します。 本関数の呼び出しはスマート・コンフィグレータが生成します。main 関数前に実行される R_SystemInit 関数から呼び出されます。
	<u>R Config MTUn Start 関数</u> MTU のカウント開始関数です。 スマート・コンフィグレータが生成する関数です。 サンプルコードでは main 関数から呼び出します。
	<u>R Config MTUn Stop 関数</u> MTU のカウント停止関数です。 スマート・コンフィグレータが生成する関数です。 サンプルコードでは使用しません。
Config_MTUn_user.c※	<u>r Config MTUn Create UserInit 関数</u> MTU の初期設定用ユーザ関数です。 スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。 本関数は、スマート・コンフィグレータが生成する R_Config_MTUn_Create 関数の最後で呼び出されます。
	<u>r Config MTUn [割り込み名] interrupt 関数</u> 割り込みハンドラ関数です。 スマート・コンフィグレータが空関数を生成します。サンプルコード毎に必要な処理を記述します。
Config_MTUn.h※	MTU 関連関数が定義されたヘッダファイルです。 本ファイルはスマート・コンフィグレータが生成する r_smc_entry.h ファイルでインクルードされています。 MTU 関連関数を使用する場合は、r_smc_entry.h ファイルをインクルードします。

※：n はチャネル番号

3.1.4 コンポーネントの追加

サンプルコードは、スマート・コンフィグレータを使用して、以下のとおり MTU を追加しています。

表 3-3 コンポーネントの追加

項目	内容
コンポーネント	各サンプルコードの章を参照してください（下図①）
コンフィグレーション名	サンプルコードでは初期設定名を使用しています
動作	各サンプルコードの章を参照してください（下図②）
リソース	各サンプルコードの章を参照してください（下図③）

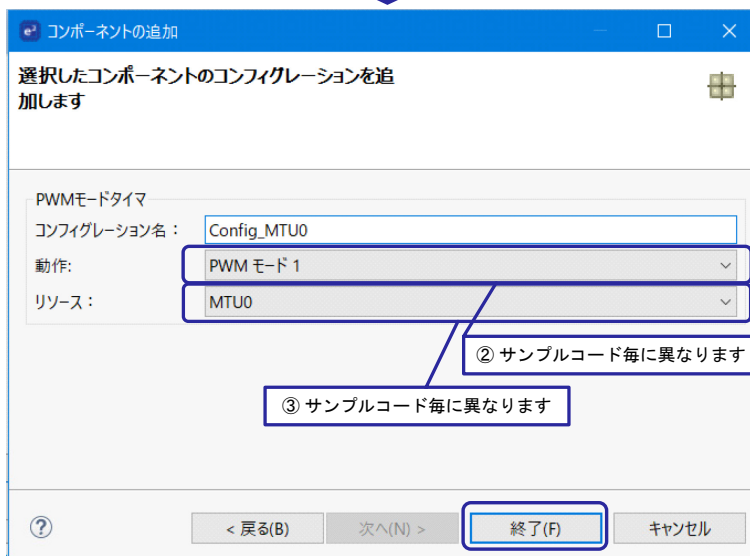
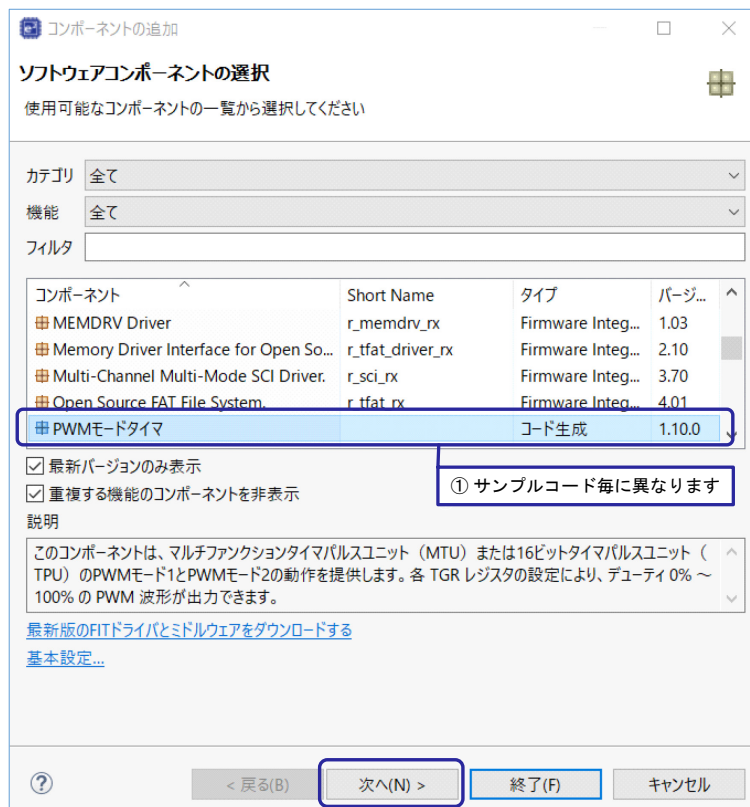


図 3-2 コンポーネントに追加

3.1.5 端子設定

スマート・コンフィグレータで端子を設定する例を図 3-3 に示します。

端子の設定は、MTU の設定後に行います。MTU の設定は、各サンプルコードの「スマート・コンフィグレータ設定」を参照してください。

端子設定は、スマート・コンフィグレータが生成する R_Config_MTUn_Create 関数内で行われます。

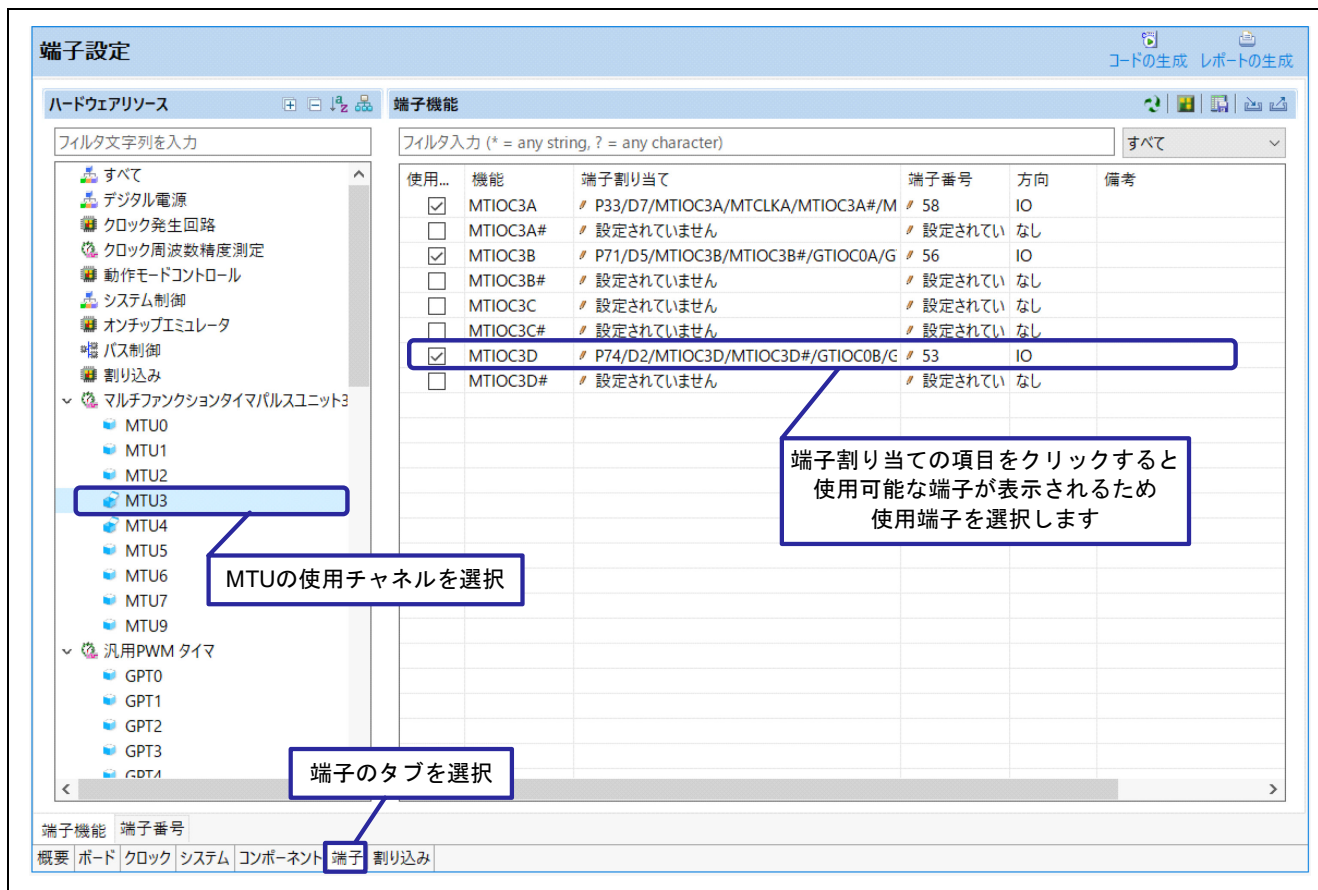


図 3-3 端子設定

3.1.6 割り込み設定

スマート・コンフィグレータで割り込みを設定する例を図 3-4 に示します。選択型割り込み A の詳細は、「RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「14.4.5.1 選択型割り込み A」を参照してください。

割り込み設定は、MTU の設定後に行います。MTU の設定は、各サンプルコードの「スマート・コンフィグレータ設定」を参照してください。

割り込み設定は、スマート・コンフィグレータが生成する R_Config_MTUn_Create 関数、R_Config_MTUn_Start 関数、R_Config_MTUn_Stop 関数内で行われます。

割り込みハンドラ関数は、スマート・コンフィグレータが生成する Config_MTUn_user.c ファイル内に、r_Config_MTUn_[割り込み名]_interrupt の名称で作成されます。

割り込み設定

コードの生成 レポートの生成

割り込みベクタ

上へ移動 下へ移動

フィルタ文字列を入力

ベクタ番号	割り込み	周辺機能	優先レベル	状態	高速割り込み
184	CMPC4	CMPC4	レベル15		☐
185	CMPC5	CMPC5	レベル15		☐
208	INTA208 (TGIA0)	MTU0	レベル15		☐
209	INTA209 (TGIB0)	MTU0	レベル15		☐
210	INTA210 (TGIC0)	MTU0	レベル15		☐
211	INTA211 (TGID0)	MTU0	レベル15		☐
212	INTA212 (TCIV0)	MTU0	レベル15		☐
213	INTA213 (TGIE0)	MTU0	レベル15		☐
214	INTA214 (TGIF0)	MTU0	レベル15		☐
215	INTA215 (TGIA1)	MTU1	レベル15		☐
216	INTA216 (TGIB1)	MTU1	レベル15		☐
217	INTA217 (TCIV1)	MTU1	レベル15		☐
218	INTA218 (TCIU1)	MTU1	レベル15		☐
219	INTA219 (TGIA2)	MTU2	レベル15		☐
220	INTA220 (TGIB2)	MTU2	レベル15		☐
221	INTA221 (TCIV2)	MTU2	レベル15		☐
222	INTA222 (TCIU2)	MTU2	レベル15		☐
223	INTA223 (TGIA3)	MTU3	レベル15	使用中	☐
224	INTA224 (TGIB3)	MTU3	レベル15		☐
225	INTA225 (TGIC3)	MTU3	レベル15		☐
226	INTA226 (TGID3)	MTU3	レベル15		☐
227	INTA227 (TCIV3)	MTU3	レベル15		☐

注意:
この割り込みレベルの設定はFITモジュールに反映されません。
割り込み優先レベルを正しく設定するために、各FITモジュールの割り込み優先レベルを設定してください。

概要 ボード クロック システム コンポーネント 端子 割り込み

割り込みの項目をクリックすると、
選択可能な割り込み名が表示されるため
使用する割り込みを選択します

割り込みのタブを選択

図 3-4 割り込み設定

3.2 パルス幅測定の動作

- 対象サンプルコードファイル名 : r01an6748_rx66t_mtu_pulse_width.zip

3.2.1 概要

MTU のインプットキャプチャ機能を使用し MTIOC1A 端子に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幅を算出します。

MTU1.TCNT レジスタのオーバフロー割り込みで、MTU1.TCNT レジスタのオーバフロー回数をカウントします。オーバフロー回数が 65,535 を超えるパルスが入力された場合、エラー信号を出力し、測定を停止します。

MTU1 のインプットキャプチャ A 割り込み処理で、オーバフロー回数と MTU1.TGRA レジスタの値を元にパルス幅を算出します。

- MTU1 の詳細
 - 分解能 : 約 100ns
 - 測定可能最大周期 : 約 429s
- パルス幅算出式 : $100\text{ns} \times (\text{オーバフロー回数} \times 10000h + \text{MTU1.TGRA})$

以下に、サンプルコードが使用する MTU および PORT の設定を示します。

- MTU1 (チャンネル 1)
 - ノーマルモードタイマを使用
 - チャンネル 1 を使用
 - タイマカウントクロックは 10MHz (PCLKC/16)
 - TGRA をインプットキャプチャレジスタとして使用
 - タイマカウンタクリア要因は TGRA
 - インプットキャプチャ
 - MTIOC1A 端子入力の両エッジでインプットキャプチャ
 - MTIOC1A 端子のノイズフィルタを使用
 - ノイズフィルタクロックは 160MHz (PCLKC/1)
 - TGRA インプットキャプチャ割り込みを許可
 - 優先順位はレベル 3
 - オーバフロー割り込みを許可
 - 優先順位はレベル 4
 - PORT
 - P95 を汎用入出力ポートとして使用
- スマート・コンフィグレータで設定可能
設定方法は 3.2.3 を参照してください

本サンプルコードにおける構成を以下に示します。

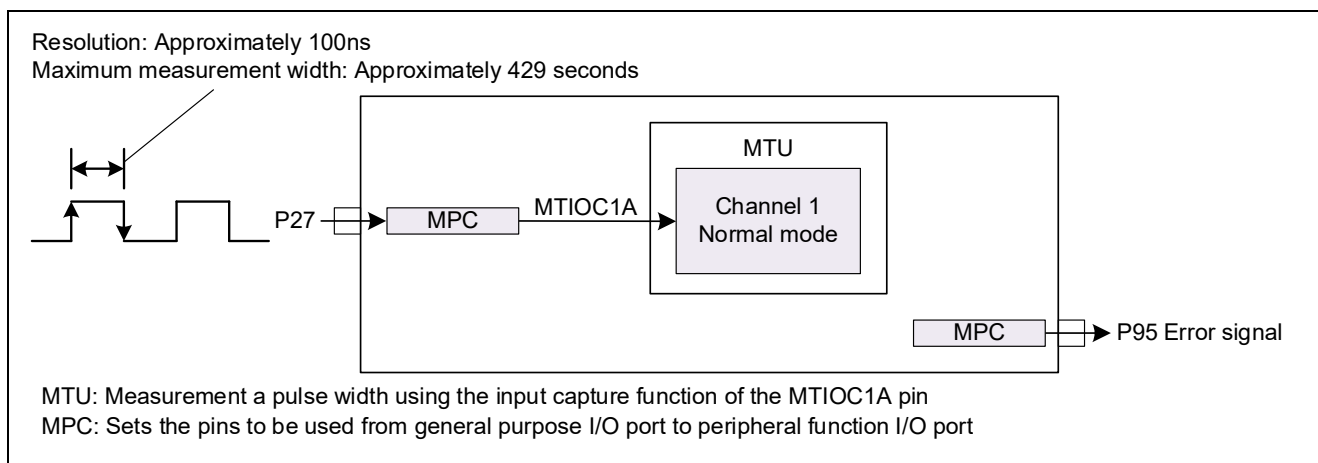


図 3-5 サンプルコードの構成

3.2.2 動作詳細

本サンプルコードの動作を以下に示します。

- (1) TSTRA.CST1 ビットに“1”（カウント開始）を設定すると、MTU1 がカウントを開始します。
- (2) MTIOC1A 端子にエッジが入力されると、MTU1.TCNT レジスタの値が MTU1.TGRA レジスタへ転送され、カウンタがクリアされます。同時に MTU1 のインプットキャプチャ A 割り込み要求が発生します。インプットキャプチャ A 割り込み処理で、MTIOC1A 端子の状態を確認します。High であれば High パルスの測定開始と判断して測定開始フラグを“1”（測定中）にし、オーバフロー回数をクリアします。
- (3) MTIOC1A 端子に再度エッジが入力されると、MTU1 のインプットキャプチャ A 割り込み要求が発生します。インプットキャプチャ A 割り込み処理で、MTIOC1A 端子の状態を確認します。Low であれば High パルスの測定完了と判断し、MTU1.TCNT レジスタのオーバフロー回数（図 3-6 の(3)では“0”）と MTU1.TGRA レジスタの値（図 3-6 の(A)）を元にパルス幅を算出します（図 3-6 の High 幅 1）。また、測定開始フラグをクリアします。
- (4) MTIOC1A 端子に再度、立ち上がりエッジが入力されると、(2)と同じ動作が行われます。
- (5) MTU1.TCNT レジスタがオーバフローすると、オーバフロー割り込み要求が発生します。オーバフロー割り込み処理で、オーバフロー回数をカウントします。
- (6) MTIOC1A 端子に再度、立ち下がりエッジが入力されると、(3)と同じ動作が行われ、MTU1.TCNT レジスタのオーバフロー回数（図 3-6 の(6)では“1”）と MTU1.TGRA レジスタの値（図 3-6 の(B)）を元にパルス幅を算出します（図 3-6 の High 幅 2）。また、測定開始フラグをクリアします。

また、本サンプルコードのパルス幅は分解能：約 100ns を用いて算出しています。MTU1 のタイマカウンタクロックを変更する場合は、Config_MTU1_user.c の以下の設定をカウンタクロックに応じた分解能の値に変更してください。

```
#define RESOLUTION_VALUE          (100) /* Count clock cycle (ns) */
```

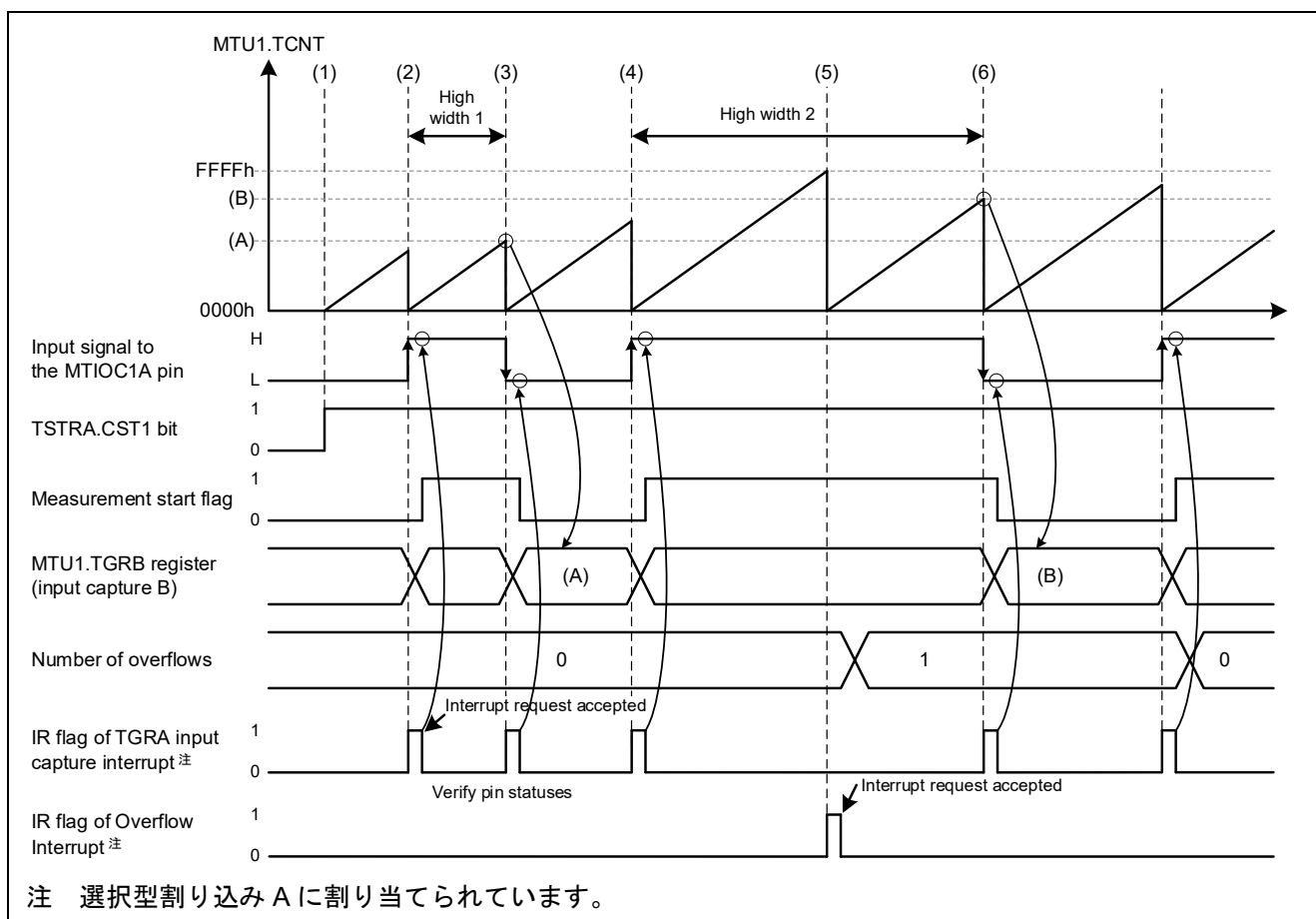


図 3-6 サンプルコードの動作

3.2.3 スマート・コンフィグレート設定

サンプルコードは、スマート・コンフィグレートを使用して、以下のとおり MTU を追加しています。コンポーネントの追加方法については、「3.1.4 コンポーネントの追加」を参照してください。

表 3-4 コンポーネントの追加 (MTU)

項目	内容
コンポーネント	ノーマルモードタイマ
コンフィグレーション名	Config_MTU1
インプットキャプチャ/アウトプットコンペア端子	2 端子
リソース	MTU1

コンポーネント

設定

フィルタ入力

同期動作設定

☐ このチャンネルを同期動作に含める

TCNT1カウンタ設定

カウンタクリア要因 TGRA1コンペアマッチ/インプットキャプチャ (TGRA1を周期レジスタとして使用)

カウンタクロックの選択 PCLK/16 立上りエッジ

外部クロック端子設定

☐ MTCLKA端子のノイズフィルタを有効

ノイズフィルタクロックの選択 PCLK

ジェネラルレジスタの設定

TGRA1 インプットキャプチャレジスタ 100 μs (実際の値: 100)

TGRB1 アウトプットコンペアレジスタ 100

入出力端子の設定

MTIOC1A端子 MTIOC1A端子入力の両エッジでインプットキャプチャ ☒ ノイズフィルタ使用

MTIOC1B端子 端子出力は無効

ノイズフィルタ設定

ノイズフィルタクロックの選択 PCLK

換開始トリガ設定

RAのインプットキャプチャ/コンペアマッチにより、開始を要求(信号のMTU1.TRGAN)

割り込み設定

☒ TGRAインプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込み許可(TGIA1) 優先順位 レベル3

☐ TGRBインプットキャプチャ/コンペアマッチ割り込み許可(TGIB1) 優先順位 レベル15 (最高)

☒ オーバーフロー割り込みを許可(TCIV1) 優先順位 レベル4

A/D変換

☐ ADSTM

☐ ADSTM1端子 要因 要因非選択

概要 ボード クロック システム コンポーネント 端子 割り込み

図 3-7 MTU1 の設定

P95 を汎用入出力ポートとして使用する場合は、以下のとおり PORT を追加してください。

表 3-5 コンポーネントの追加 (PORT)

項目	内容
コンポーネント	ポート
コンフィグレーション名	Config_PORT
リソース	PORT

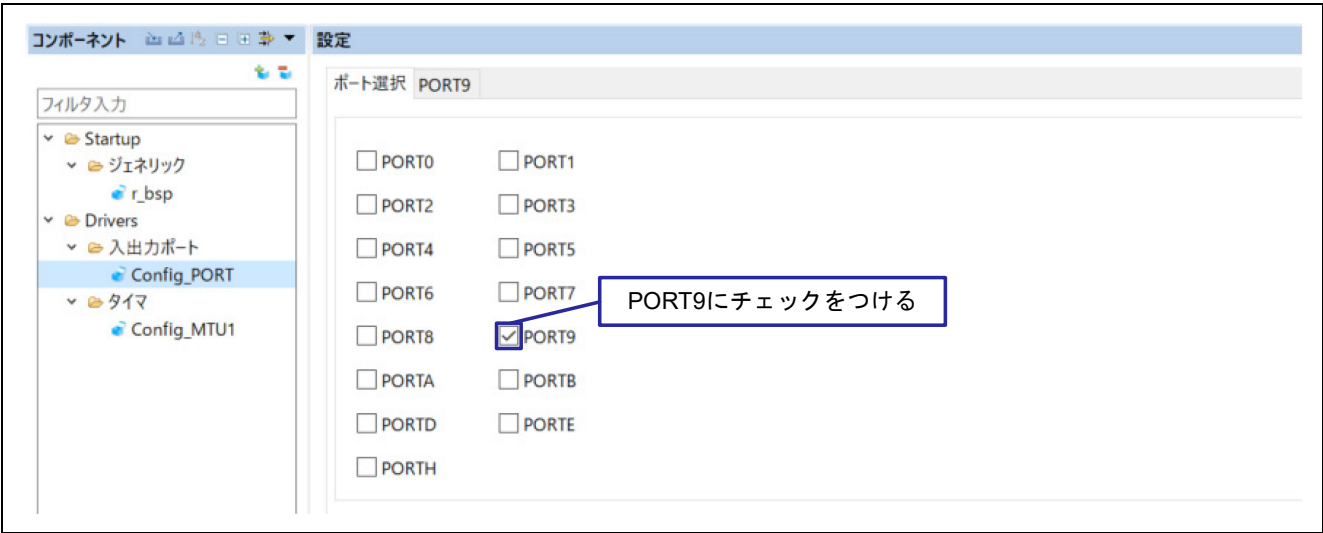


図 3-8 P95 の設定 (1/2)

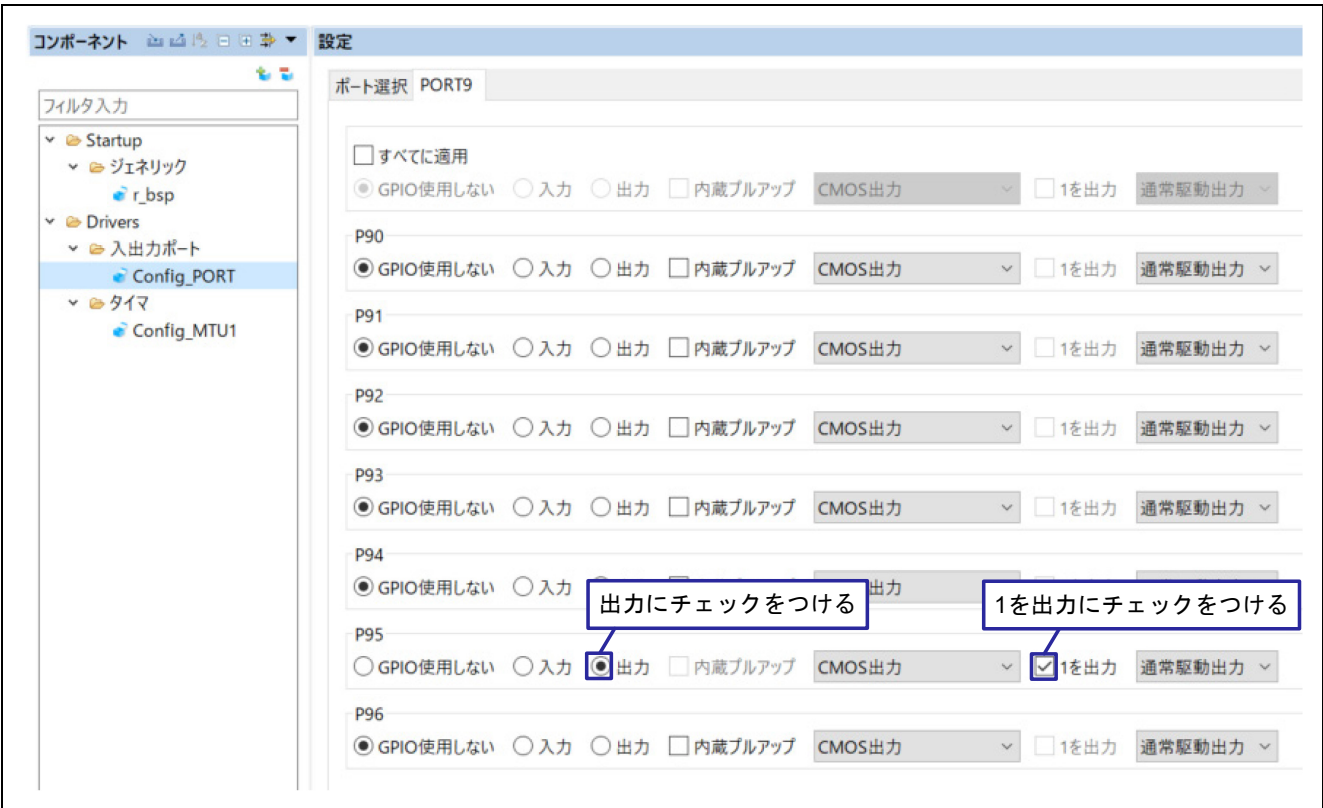


図 3-9 P95 の設定 (2/2)

3.2.4 フローチャート

以下にスマート・コンフィグレータによるコード生成後に追加した、main 関数の処理を示します。

main 関数内で、カウントをスタートします。

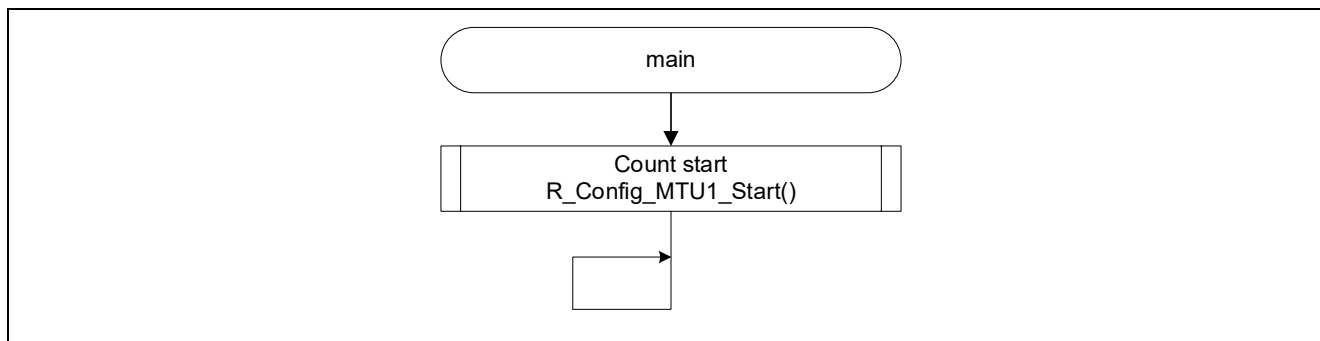


図 3-10 main 関数

main 関数より前に実行されるユーザ初期化関数 R_Config_MTU1_Create_UserInit で、変数の初期化を行います。本関数は、R_Config_MTU1_Create 関数内から呼び出されます。

本サンプルコードで使用する、以下の変数を初期化します。

- s_mtu1_ovf_cnt : MTU1.TCNT レジスタのオーバーフローカウンタ
- s_pulse_cnt : パルス幅測定カウンタ
- s_pulse_width^注 : パルス幅算出値
- s_start_flag : 測定開始フラグ (0 : 測定前、1 : 測定中)
- s_error_flag^注 : 測定エラーフラグ (0 : 正常、1 : 異常)

注 本サンプルコードでは、設定後に使用されないためビルドワーニングが発生します。

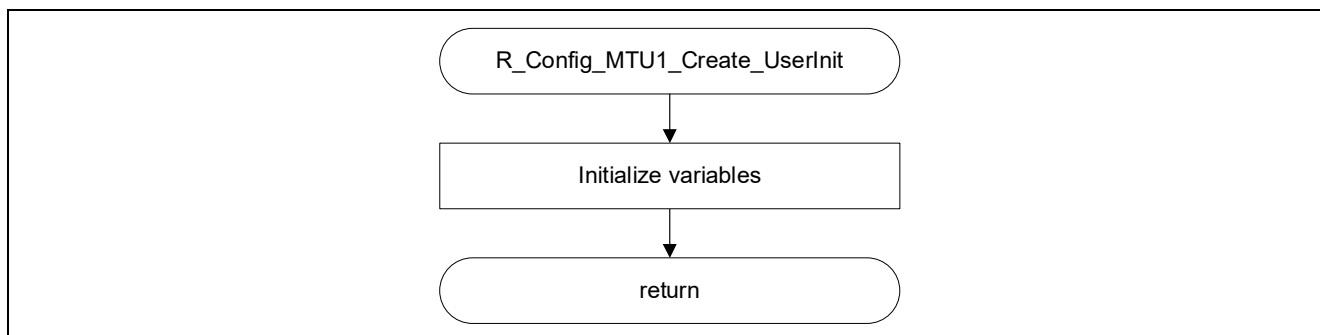


図 3-11 ユーザ初期化関数

TGIA1 割り込みハンドラ関数では、MTIOC1A 端子が Low の場合、パルス幅を算出します。また、測定開始フラグをクリアします。

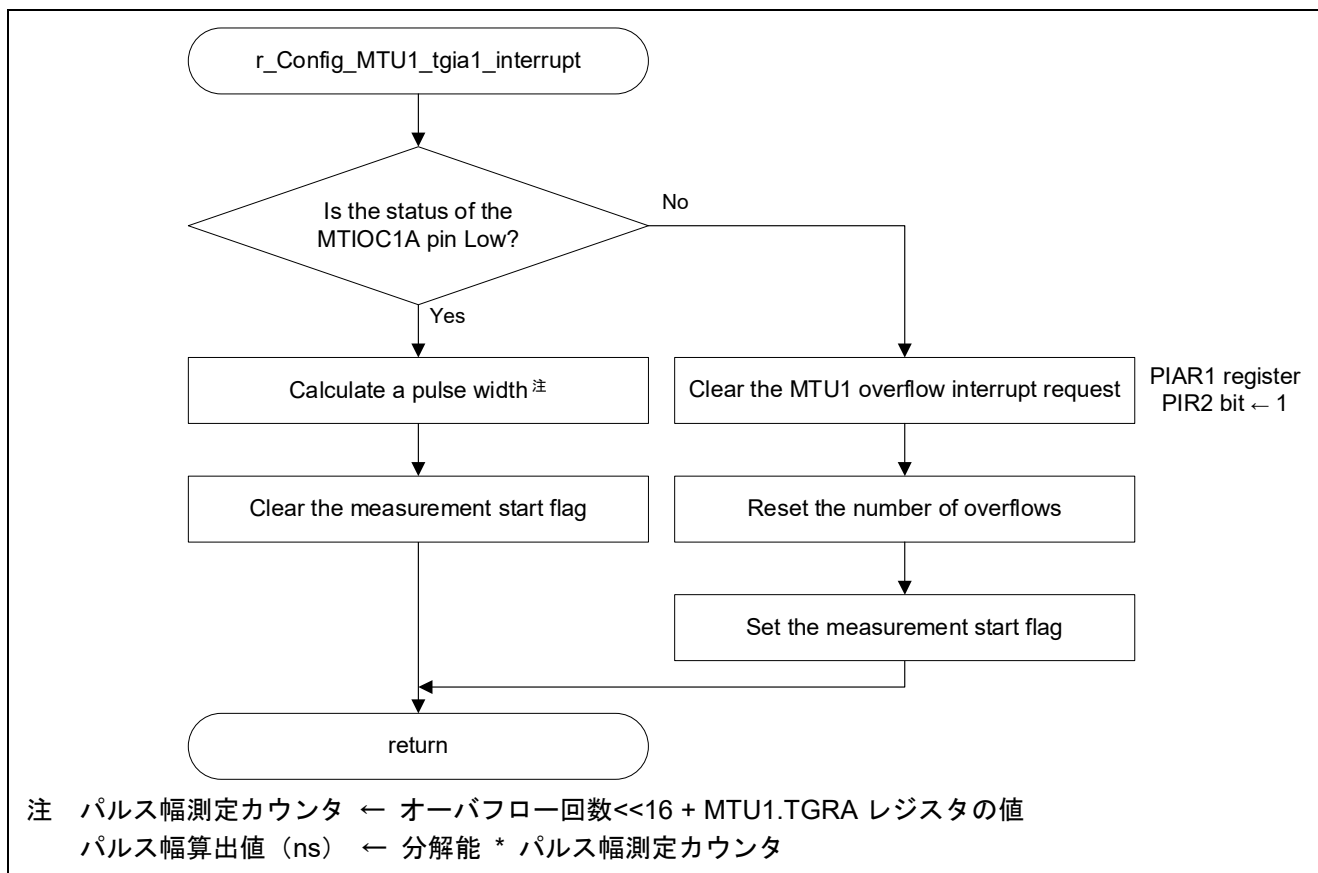


図 3-12 TGIA1 割り込みハンドラ関数

TCIV1 割り込みハンドラ関数では、測定開始フラグが“1”（測定中）の場合、オーバフロー回数をカウントします。オーバフロー回数が 65,535 回を超えた場合、エラー処理に遷移します。

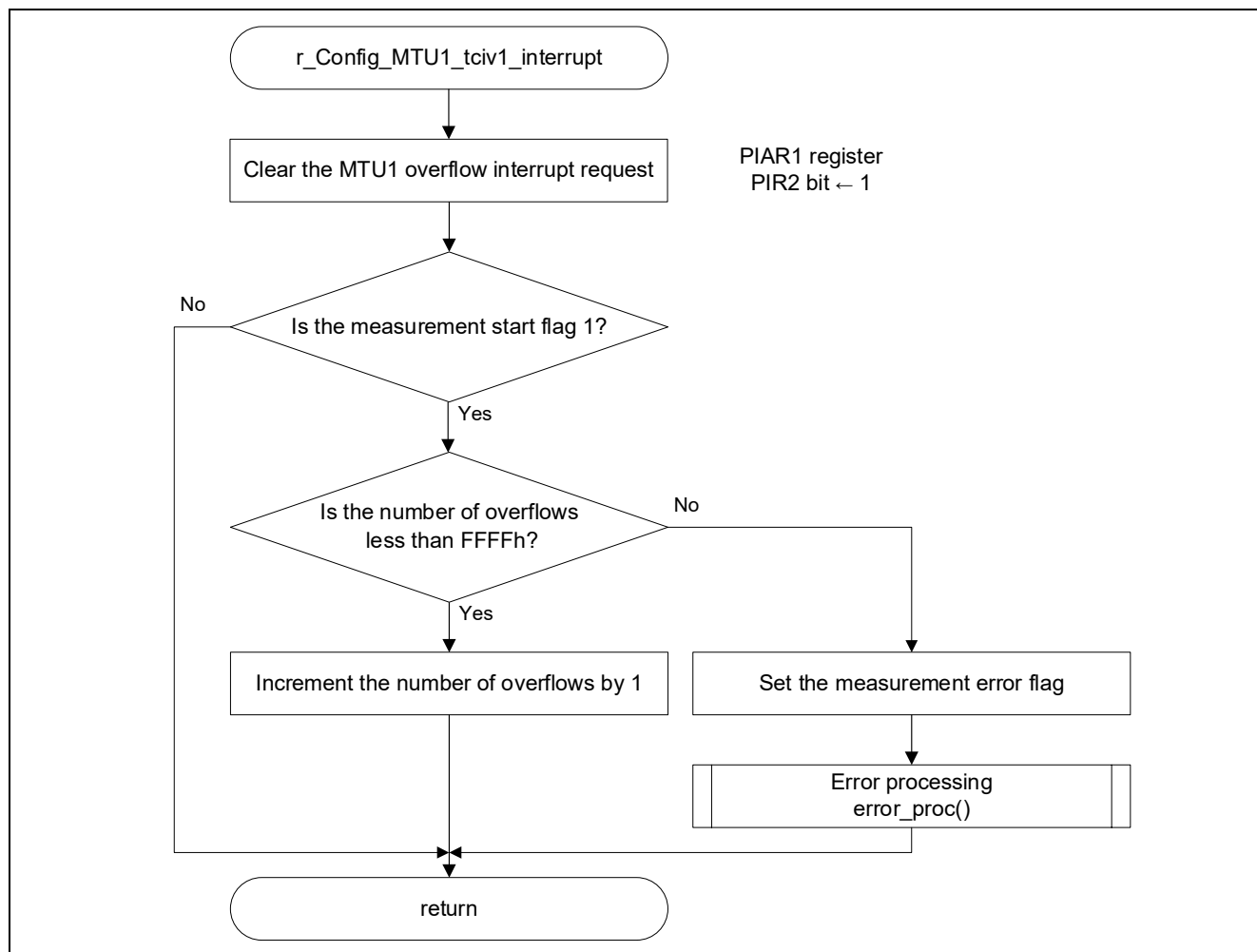


図 3-13 TCIV1 割り込みハンドラ関数

エラー処理関数では、エラー信号を出力（LED0 を点灯）し、無限ループに遷移します。

本関数はスマート・コンフィグレータによるコード生成後、新規作成した関数です。

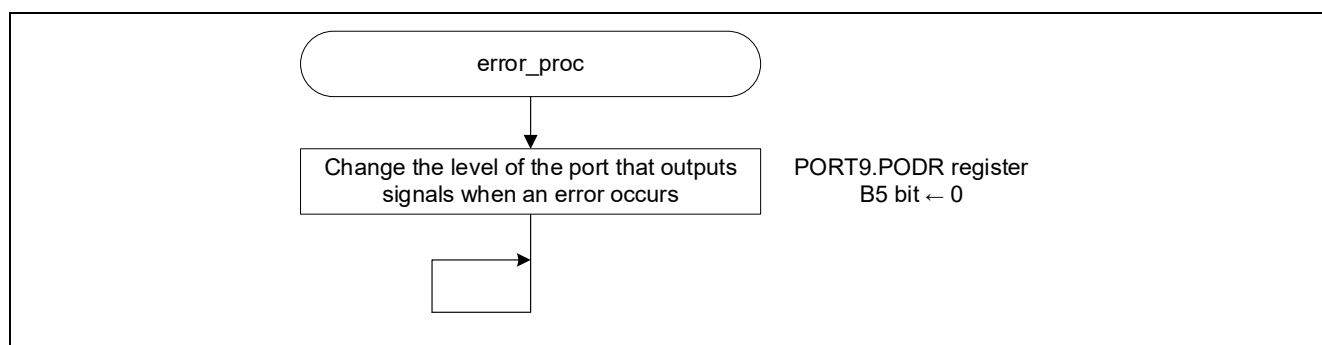


図 3-14 エラー処理関数

3.2.5 関連動作

3.2.5.1 インพุットキャプチャとオーバーフローが同時に発生したときの動作

インพุットキャプチャとオーバーフローが同時に発生したときの動作例を以下に示します。

- (1) MTU1.TCNT レジスタの値が FFFFh の状態で MTIOC1A 端子に立ち下がりエッジが入力された場合、MTU1.TCNT レジスタの値 FFFFh が MTU1.TGRA レジスタへ転送された後、MTU1.TCNT レジスタがクリアされて、インพุットキャプチャ A 割り込み要求が発生します。オーバーフローとカウンタクリアが同時に発生すると、カウンタクリアが優先されてオーバーフロー割り込み要求は発生しません。
- (2) インพุットキャプチャ A 割り込み処理で、MTU1.TGRA レジスタの値 (FFFFh) を読み出してパルス幅を算出します。
- (3) オーバーフロー割り込み、インพุットキャプチャ A 割り込み以外の割り込み処理 (以下、割り込み処理 A) を実行中に MTU1.TCNT レジスタの値がオーバーフローしたとき、オーバーフロー割り込み処理は待たされます。
- (4) 割り込み処理 A 実行中に、MTIOC1A 端子に立ち下がりエッジが入力されると、MTU1.TCNT レジスタの値が MTU1.TGRA レジスタへ転送され、インพุットキャプチャ A 割り込み要求が発生します。
(インพุットキャプチャ A 割り込み処理は待たされます。)
- (5) 割り込み処理 A が完了したとき、割り込み優先レベルが高いオーバーフロー割り込みが先に実行されます。オーバーフロー割り込み処理でオーバーフロー回数を+1 カウントします。次に受け付けられるインพุットキャプチャ A 割り込み処理でパルス幅を算出します。

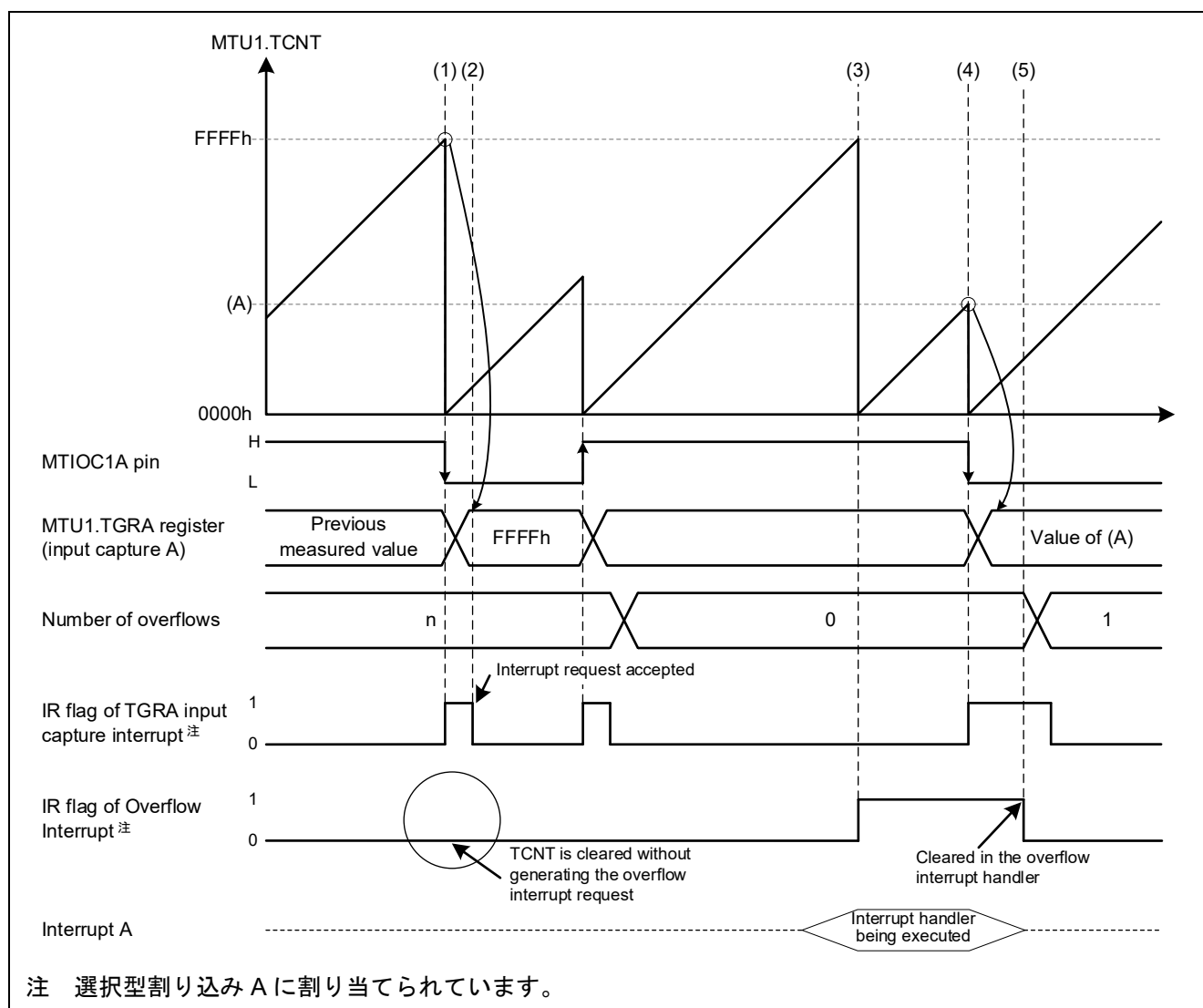


図 3-15 インพุットキャプチャとオーバーフローが同時に発生したときの動作

3.2.6 注意事項

3.2.6.1 システムに組み込む際の注意

本アプリケーションノートのサンプルコードを、実際のシステムに組み込んで使用する際、次のような現象に注意してください。

- 他の割り込みの処理等によって、本アプリケーションノートで使用している割り込みが長時間待たされると、正しく動作しない場合があります。
- 測定パルス周期が RX66T の電气的特性に規定するインプットキャプチャパルス入力幅の min.値を満たさない場合、正しく測定できません。
詳細は、「RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「45.4.6.3 MTU」を参照してください。
- 電气的特性に規定するインプットキャプチャパルス入力幅を満たす場合でも、測定パルス周期が短い場合、ソフトウェアの処理が間に合わず、正しく測定できない場合があります。

4. プロジェクトのインポート方法

サンプルコードは e² studio のプロジェクト形式で提供しています。本章では、e² studio および CS+ へプロジェクトをインポートする方法を示します。インポート完了後、ビルドおよびデバッガの設定を確認してください。

以下のルネサス エレクトロニクス ホームページも参照してください。

<https://www.renesas.com/software-tool/migration-e2studio-to-csplus>

4.1 e² studio での手順

e² studio でご使用になる際は、以下の手順で e² studio にインポートしてください。

(使用する e² studio のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

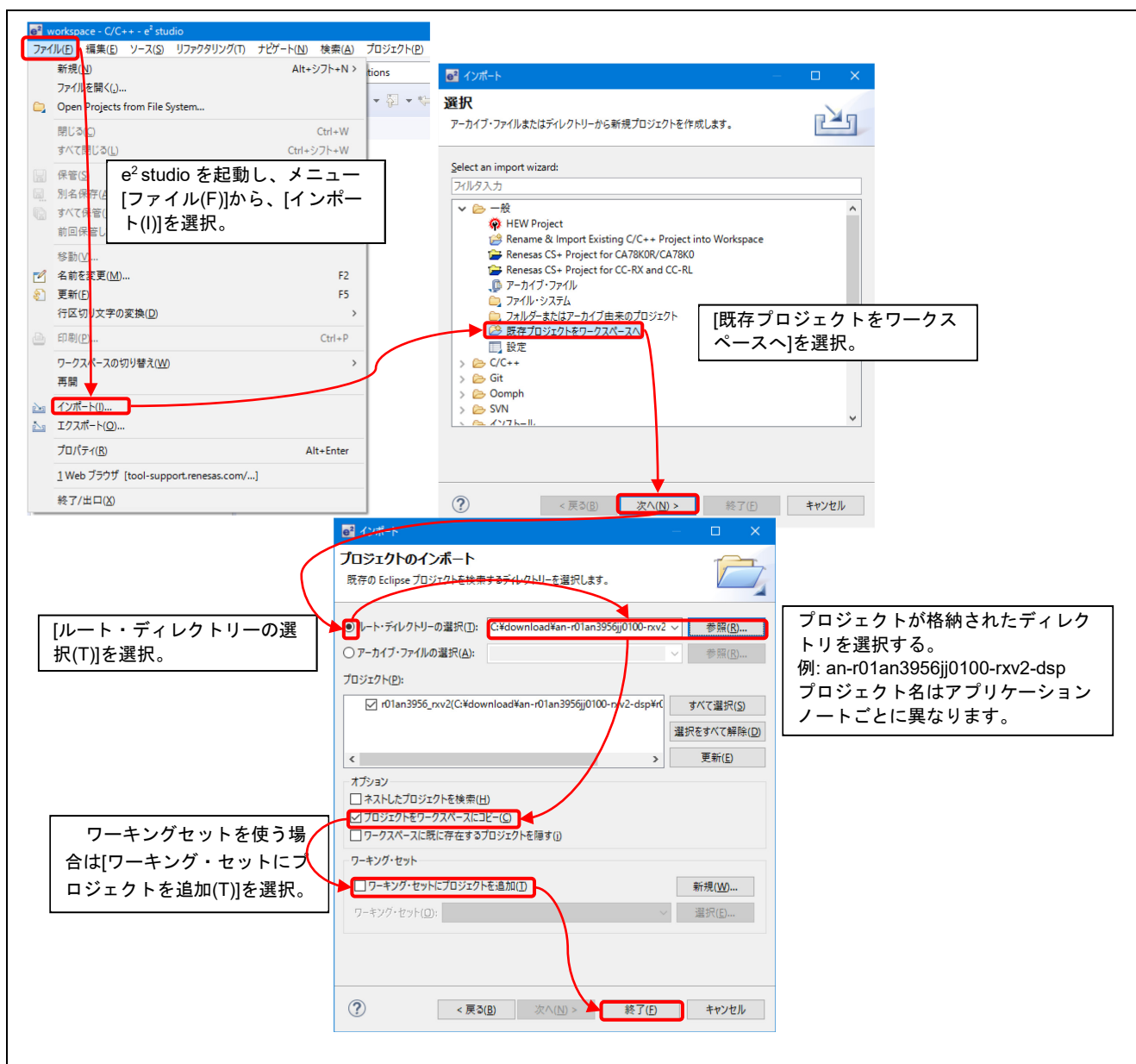


図 4-1 プロジェクトを e² studio にインポートする方法

4.2 CS+ での手順

CS+ でご使用になる際は、以下の手順で CS+ にインポートしてください。

(使用する CS+ のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

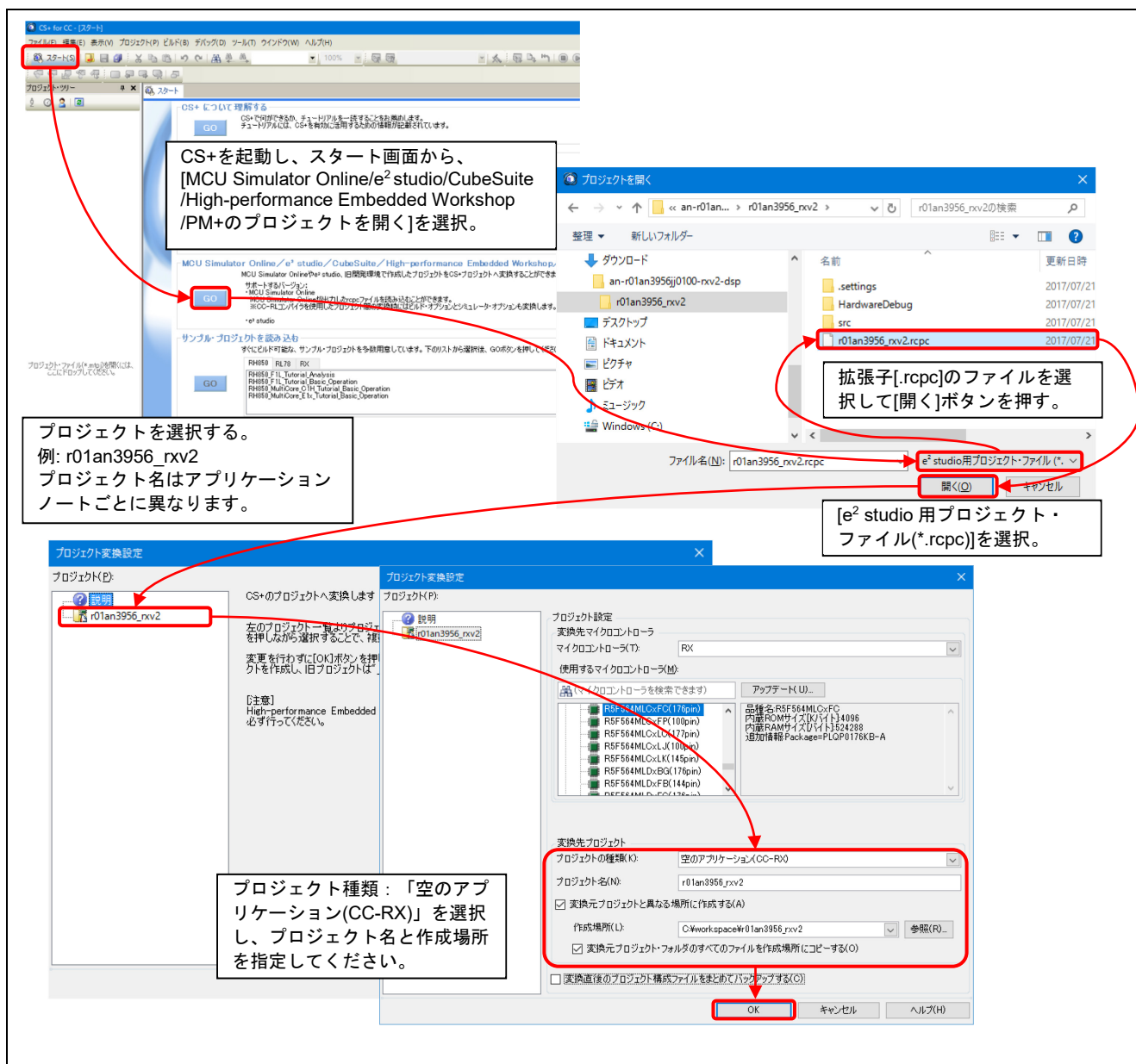


図 4-2 プロジェクトを CS+ にインポートする方法

5. 参考ドキュメント

- ユーザーズマニュアル：ハードウェア
RX66T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0749)
(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)
- 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)
(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)
- ユーザーズマニュアル：開発環境
RX66T グループ Renesas Starter Kit ユーザーズマニュアル (R20UT4150)
(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	Feb.3.23	—	初版

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も、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、これに限られません。）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て、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しします。
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。