
RX210、RX21A、RX220 グループ

MTU2a を使用したパルス周期測定

R01AN1011JJ0111
Rev.1.11
2014.07.01

要旨

本アプリケーションノートでは、RX210、RX21A、RX220 グループのマルチファンクションタイマパルスユニット 2(以下、MTU)を使用して、インプットキャプチャ入力端子(MTI0C0A)に入力されたパルス周期を測定する方法について説明します。

対象デバイス

RX210、RX21A、RX220 グループ

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。

目次

1. 仕様.....	3
2. 動作確認条件.....	4
3. 関連アプリケーションノート.....	4
4. ハードウェア説明.....	5
4.1 使用端子一覧.....	5
5. ソフトウェア説明.....	5
5.1 動作概要.....	6
5.1.1 パルス周期測定の動作.....	6
5.1.2 インพุ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.....	7
5.2 ファイル構成.....	8
5.3 オプション設定メモリ.....	8
5.4 定数一覧.....	8
5.5 変数一覧.....	9
5.6 関数一覧.....	9
5.7 関数仕様.....	9
5.8 フローチャート.....	12
5.8.1 メイン処理.....	12
5.8.2 ポート初期設定.....	12
5.8.3 周辺機能初期設定.....	13
5.8.4 エラー処理.....	14
5.8.5 MTU0 インพุットキャプチャ A 割り込み処理.....	14
5.8.6 MTU0 オーバフロー割り込み処理.....	14
6. RX21A、RX220 グループ 初期設定例 アプリケーションノートとの組み合わせ方.....	15
7. サンプルコード.....	16
8. 参考ドキュメント.....	16

1. 仕様

MTU のインプットキャプチャ機能を使用して、MTIOC0A 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上がりエッジまでの周期を測定します。入力されるパルスの 1 回目の立ち上がりエッジから測定を開始し、2 回目以降の立ち上がりエッジで周期を算出します。

- ・詳細

分解能 : 160ns
測定可能最大周期 : 約 687s

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に接続図を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
MTU2a チャンネル 0(以下、MTU0)	パルス周期の測定

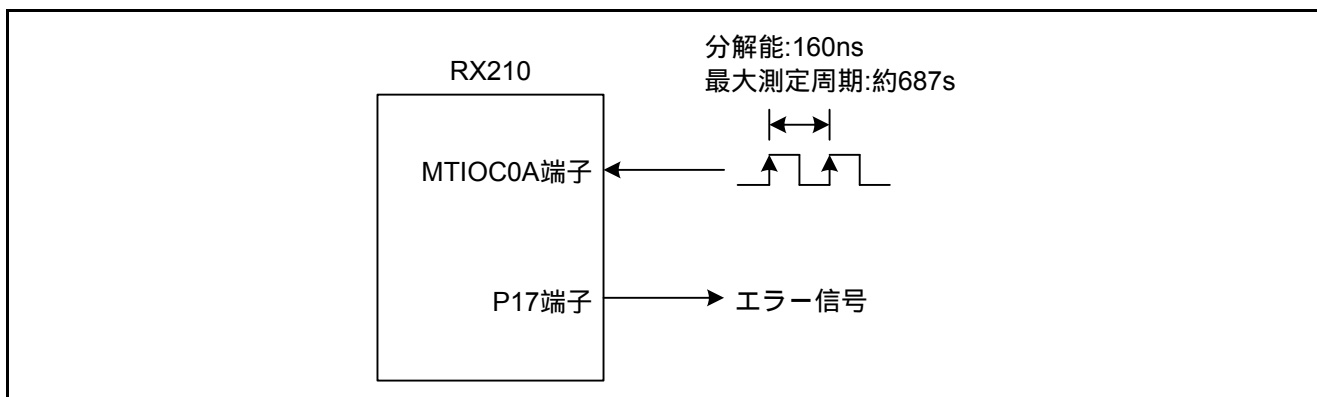


図 1.1 接続図

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、下記の条件で動作を確認しています。

表2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	R5F52108ADFP (RX210 グループ)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> メインクロック: 20MHz PLL: 100MHz (メインクロック 2 分周 10 通倍) システムクロック (ICLK): 50MHz (PLL 2 分周) 周辺モジュールクロック B (PCLKB): 25MHz (PLL 4 分周)
動作電圧	5.0V
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 High-performance Embedded Workshop Version 4.09.01
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler Package for RX Family V.1.02 Release 01 コンパイルオプション -cpu=rx200 -output=obj="\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj" -debug -nologo (統合開発環境のデフォルト設定を使用しています)
iodefine.h のバージョン	Version 1.2A
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
サンプルコードのバージョン	Version 1.10
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX210 (製品型名: R0K505210C000BE)

3. 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

- RX210 グループ 初期設定例 Rev.2.00 (R01AN1002JJ)
- RX21A グループ 初期設定例 Rev.1.10 (R01AN1486JJ)
- RX220 グループ 初期設定例 Rev.1.10 (R01AN1494JJ)

上記アプリケーションノートの初期設定関数を、本アプリケーションノートのサンプルコードで使用しています。Rev は本アプリケーションノート作成時点のものです。

最新版がある場合、最新版に差し替えて使用してください。最新版はルネサスエレクトロニクスホームページで確認および入手してください。

4. ハードウェア説明

4.1 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

使用端子は 100 ピン版の製品を想定しています。100 ピン版未満の製品を使用する場合は、使用する製品に合わせて端子を選択してください。

表4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
PB3/MTIOC0A	入力	測定パルスの入力
P17	出力	エラー信号の出力

5. ソフトウェア説明

MTIOC0A 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上がりエッジまでの周期を算出します。

MTU0.TCNT レジスタのオーバフロー割り込みで、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。

MTU0 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 MTU0.TGRA レジスタの値を元にパルス周期を算出します。

パルス周期算出式 : $160\text{ns} \times (\text{オーバフロー回数} \times 10000\text{h} + \text{MTU0.TGRA})$

使用する周辺機能の設定を以下に示します。

< MTU0 >

- ・ カウントクロック : PCLKB/4 (PCLKB=25MHz)の立ち上がりエッジ
- ・ 動作モード : ノーマルモード
- ・ 同期動作 : 使用しない
- ・ カウンタクリア要因 : TGRA のインプットキャプチャ
- ・ タイマジェネラルレジスタ(TGRA) : インプットキャプチャレジスタとして使用する
: MTIOC0A 端子の立ち上がりエッジでインプットキャプチャ

< 割り込み >

- ・ インプットキャプチャ A 割り込み(TGIA0)
 - 割り込み優先レベル : 3
 - 割り込み要因 : MTU0.TGRA のインプットキャプチャ
- ・ オーバフロー割り込み(TCIV0)
 - 割り込み優先レベル : 4
 - 割り込み要因 : MTU0.TCNT のオーバフロー

5.1 動作概要

5.1.1 パルス周期測定の動作

- (1) TSTR.CST0 ビットに “1” を設定すると、MTU0 がカウントを開始します。
- (2) MTIOC0A 端子のレベルが Low から High に変化すると、MTU0.TCNT レジスタの値が MTU0.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 MTU0 の入力キャプチャ A 割り込み要求が発生します。
- (3) 入力キャプチャ A 割り込み処理で、測定開始フラグを “1” (測定中) にします。また、オーバーフロー回数をクリアします。
- (4) MTIOC0A 端子のレベルが Low から High に変化すると、(2) と同じ動作が行われます。
- (5) 入力キャプチャ A 割り込み処理で、MTU0.TCNT レジスタのオーバーフロー回数(図 5.1の(5)では “0”)と MTU0.TGRA レジスタの値(図 5.1の(B))を元にパルス周期を算出します(図 5.1のパルス周期1)。また、オーバーフロー回数をクリアします。
- (6) MTU0.TCNT レジスタがオーバーフローすると、オーバーフロー割り込み要求が発生します。
- (7) 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ます。
- (8) MTIOC0A 端子のレベルが Low から High に変化すると、(2) と同じ動作が行われます。
- (9) 入力キャプチャ A 割り込み処理で、MTU0.TCNT レジスタのオーバーフロー回数(図 5.1の(9)では “1”)と MTU0.TGRA レジスタの値(図 5.1の(C))を元にパルス周期を算出します(図 5.1のパルス周期2)。また、オーバーフロー回数をクリアします。

図 5.1 にパルス周期測定のタイミング図を示します。

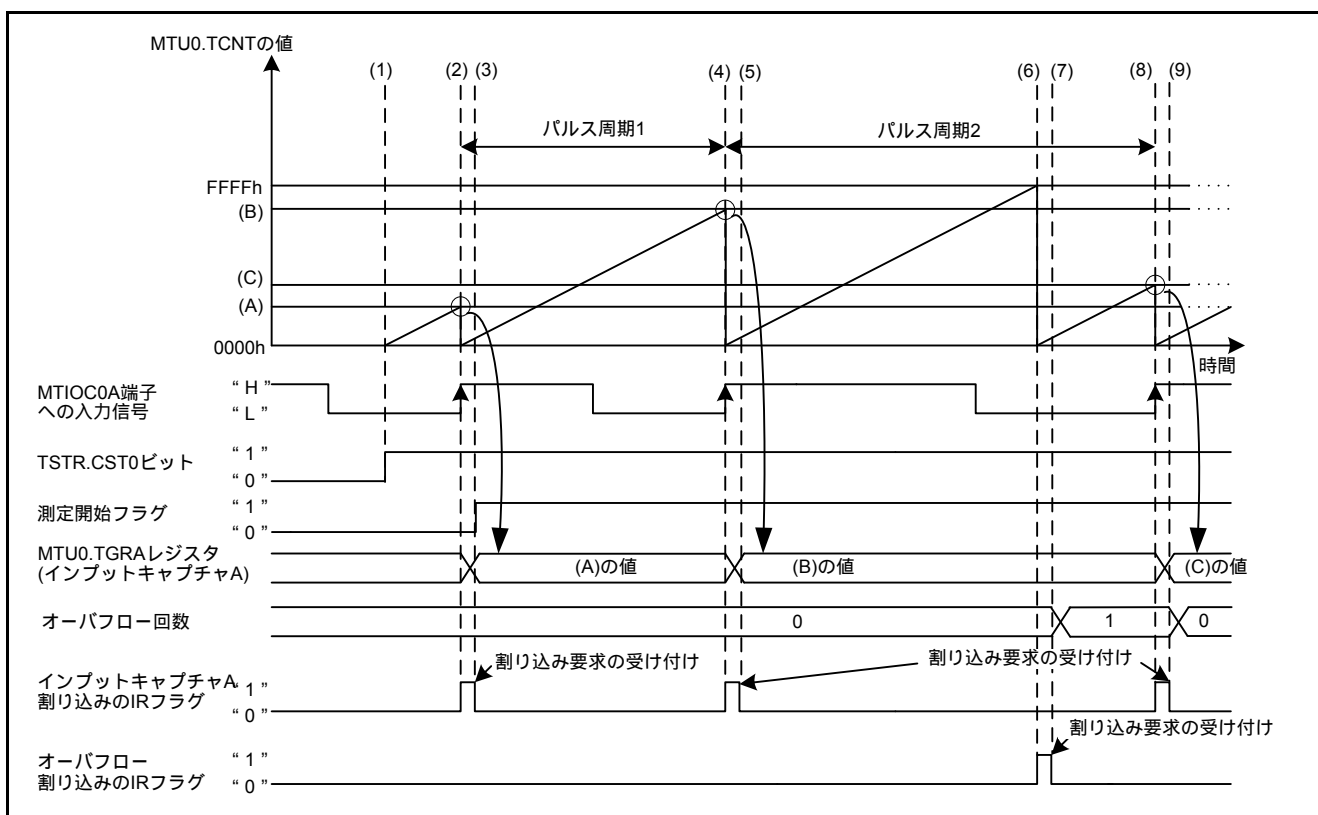


図5.1 パルス周期測定のタイミング図

<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。

5.2 ファイル構成

表 5.1 にサンプルコードで使用するファイルを示します。なお、統合開発環境で自動生成されるファイルは除きます。

表5.1 サンプルコードで使用するファイル

ファイル名	概要	備考
main.c	メイン処理	
r_init_stop_module.c	リセット後に動作している周辺機能の停止	
r_init_stop_module.h	r_init_stop_module.c のヘッダファイル	
r_init_non_existent_port.c	存在しないポートの初期設定	
r_init_non_existent_port.h	r_init_non_existent_port.c のヘッダファイル	
r_init_clock.c	クロック初期設定	
r_init_clock.h	r_init_clock.c のヘッダファイル	

5.3 オプション設定メモリ

表 5.2 にサンプルコードで使用するオプション設定メモリの状態を示します。必要に応じて、お客様のシステムに最適な値を設定してください。

表5.2 サンプルコードで使用するオプション設定メモリ

シンボル	アドレス	設定値	内容
OFS0	FFFF FF8Fh ~ FFFF FF8Ch	FFFF FFFFh	リセット後、IWDT は停止 リセット後、WDT は停止
OFS1	FFFF FF8Bh ~ FFFF FF88h	FFFF FFFFh	リセット後、電圧監視 0 リセット無効 リセット後、HOCO 発振が無効
MDES	FFFF FF83h ~ FFFF FF80h	FFFF FFFFh	リトルエンディアン

5.4 定数一覧

表 5.3 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表5.3 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
P_OVF_ERR	PORT1.PODR.BIT.B7	エラー信号出力のポート出力データレジスタ
PD_OVF_ERR	PORT1.PDR.BIT.B7	エラー信号出力のポート方向レジスタ

5.5 変数一覧

表 5.4 にグローバル変数を示します。

表5.4 グローバル変数

型	変数名	内容	使用関数
unsigned short	mtu0_ovf_cnt	MTU0.TCNT レジスタのオーバフローカウンタ	Excep_MTU0_TGIA0, Excep_MTU0_TCIV0
unsigned long	pulse_cnt	パルス周期測定カウンタ	Excep_MTU0_TCIV0
unsigned char	start_flag	測定開始フラグ 0: 測定前 1: 測定中	Excep_MTU0_TGIA0, Excep_MTU0_TCIV0
unsigned char	error_flag	測定エラーフラグ 0: 正常 1: 異常	Excep_MTU0_TGIA0

5.6 関数一覧

表 5.5 にサンプルコードで使用している関数を示します。

表5.5 サンプルコードで使用している関数

関数名	概要
main	メイン処理
port_init	ポート初期設定
R_INIT_StopModule	リセット後に動作している周辺機能の停止
R_INIT_NonExistentPort	存在しないポートの初期設定
R_INIT_Clock	クロック初期設定
peripheral_init	周辺機能初期設定
error_proc	エラー処理
Excep_MTU0_TGIA0	MTU0 インพุットキャプチャ A 割り込み処理
Excep_MTU0_TCIV0	MTU0 オーバフロー割り込み処理

5.7 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

main	
概要	メイン処理
ヘッダ	なし
宣言	void main(void)
説明	初期設定後、MTU0 のカウント動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし

port_init	
概要	ポート初期設定
ヘッダ	なし
宣言	void port_init(void)
説明	ポートの初期設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし

R_INIT_StopModule	
概要	リセット後に動作している周辺機能の停止
ヘッダ	r_init_stop_module.h
宣言	void R_INIT_StopModule(void)
説明	モジュールストップ状態へ遷移する設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	サンプルコードでは、モジュールストップ状態への遷移は行っていません。 本関数の詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

R_INIT_NonExistentPort	
概要	存在しないポートの初期設定
ヘッダ	r_init_non_existent_port.h
宣言	void R_INIT_NonExistentPort(void)
説明	100ピン未満の製品に対して、存在しないポートの端子に対応するポート方向レジスタの初期設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	サンプルコードでは、100ピン版(PIN_SIZE=100)に設定しています。 本関数をコールした後に、存在しないポートを含むPDR、PODRレジスタへバイト単位で書き込む場合、存在しないポートの方向制御ビットには“1”、ポート出力データ格納ビットには“0”を設定してください。 本関数の詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

R_INIT_Clock	
概要	クロック初期設定
ヘッダ	r_init_clock.h
宣言	void R_INIT_Clock(void)
説明	クロックの初期設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	サンプルコードでは、システムクロックをPLLとし、サブクロックを使用しない処理を選択しています。 本関数の詳細は、各グループのアプリケーションノート「初期設定例」を参照してください。

peripheral_init

概要	周辺機能初期設定
ヘッダ	なし
宣言	void peripheral_init(void)
説明	使用する周辺機能の初期設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし

error_proc

概要	エラー処理
ヘッダ	なし
宣言	void error_proc(void)
説明	エラー信号を出力し、無限ループに遷移します。
引数	なし
リターン値	なし

Excep_MTU0_TGIA0

概要	MTU0 インプットキャプチャ A 割り込み処理
ヘッダ	なし
宣言	void Excep_MTU0_TGIA0(void)
説明	測定開始フラグが “ 1 ” (測定中)の場合、パルス周期を算出します。 また、オーバーフローカウンタをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし

Excep_MTU0_TCIV0

概要	MTU0 オーバフロー割り込み処理
ヘッダ	なし
宣言	void Excep_MTU0_TCIV0(void)
説明	測定開始フラグが “ 1 ” (測定中)の場合、オーバーフロー回数をカウントします。 オーバーフロー回数が 65535 回を超えた場合、エラー処理に遷移します。
引数	なし
リターン値	なし

5.8 フローチャート

5.8.1 メイン処理

図 5.3にメイン処理のフローチャートを示します。

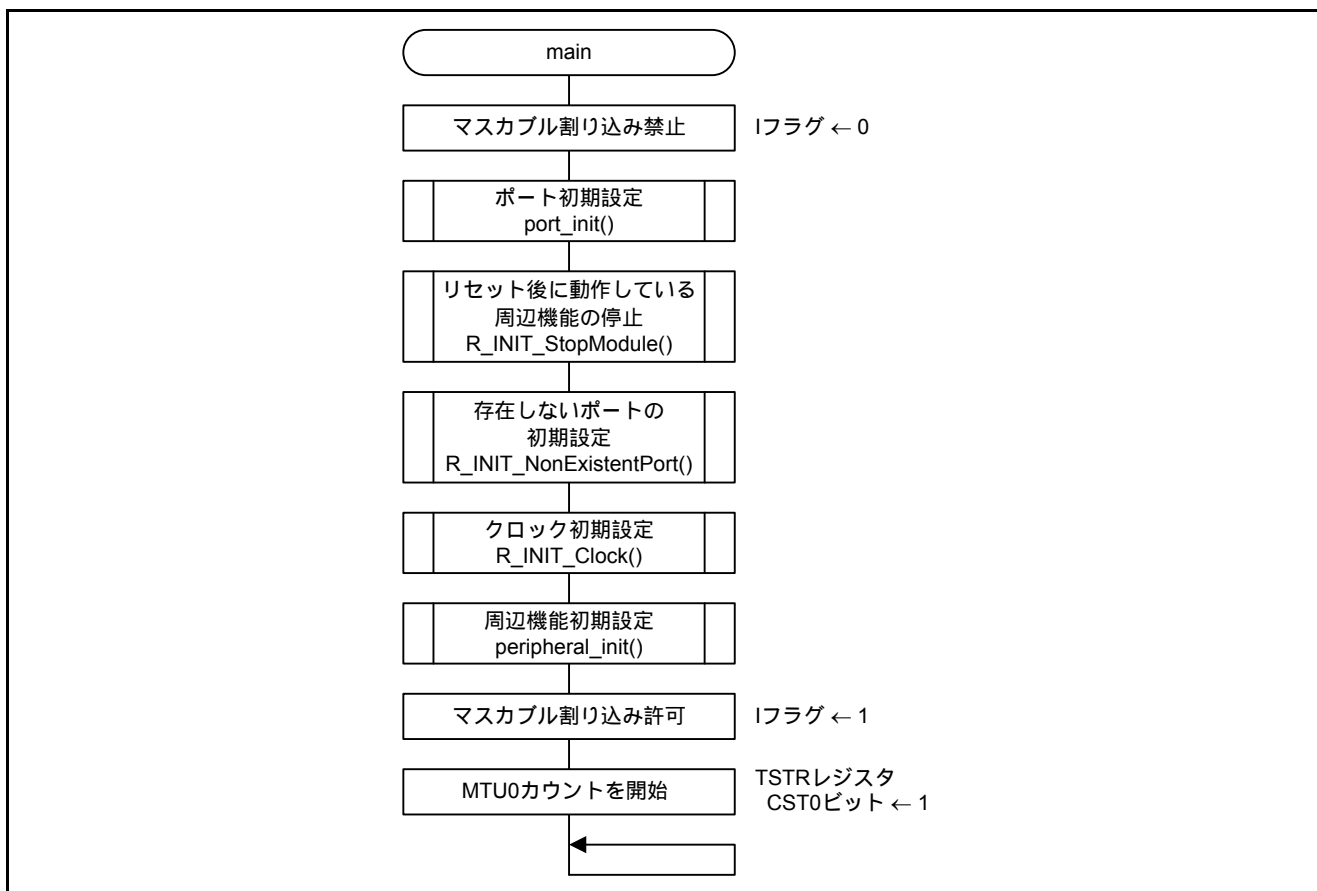


図5.3 メイン処理

5.8.2 ポート初期設定

図 5.4にポート初期設定のフローチャートを示します。

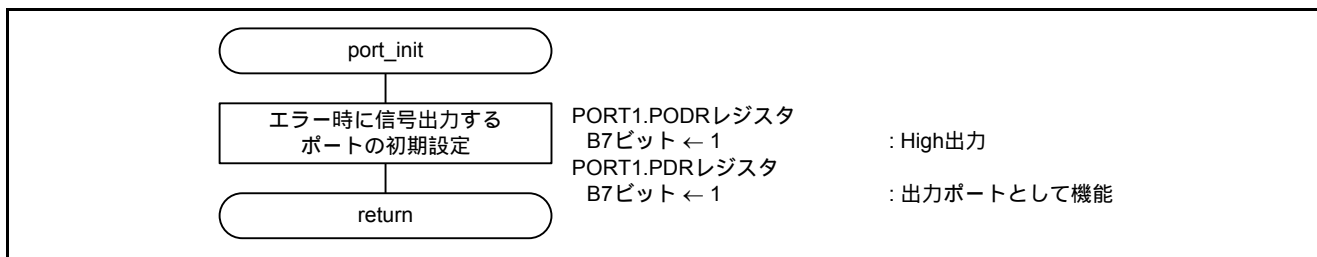


図5.4 ポート初期設定

5.8.3 周辺機能初期設定

図 5.5に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

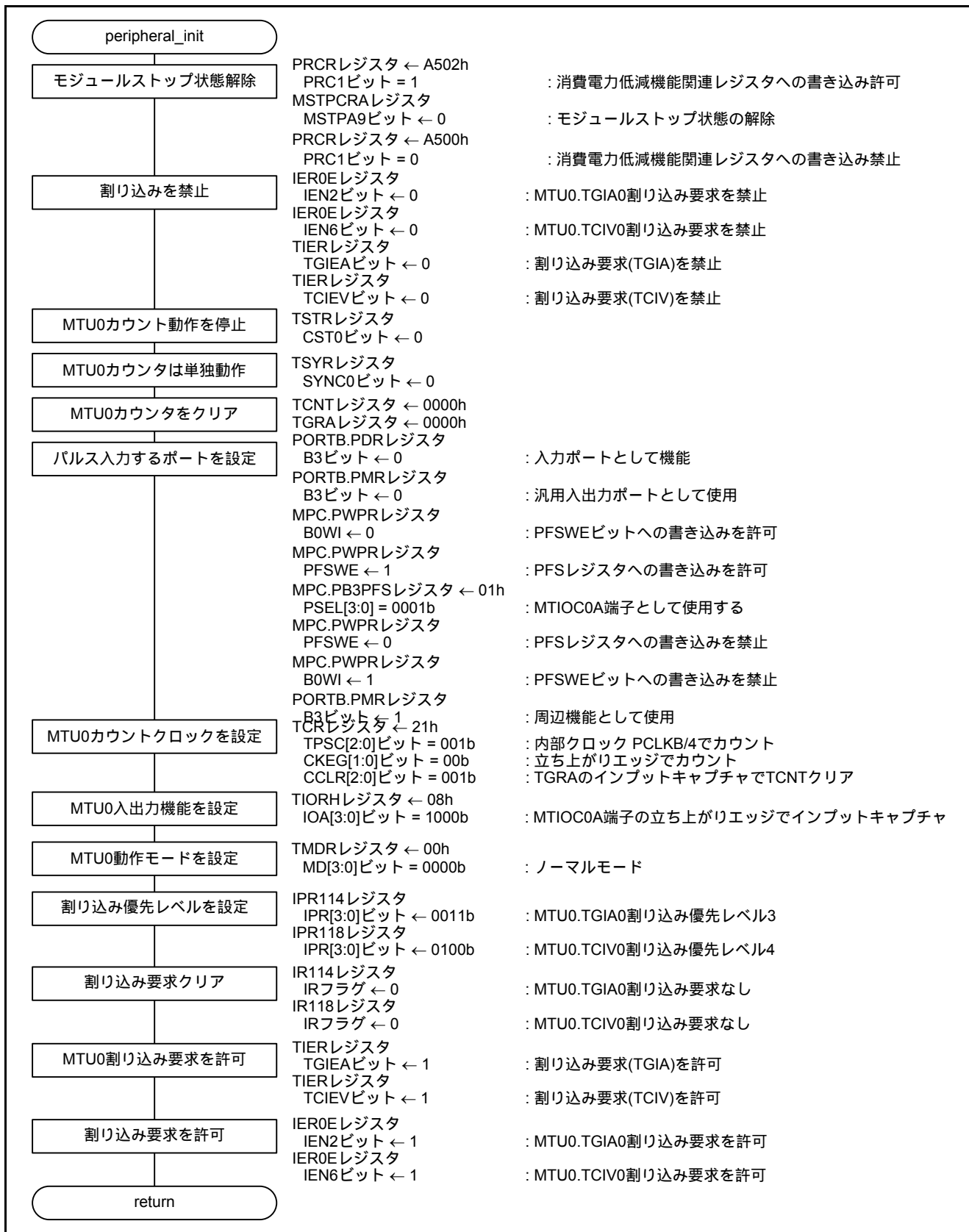


図5.5 周辺機能初期設定

5.8.4 エラー処理

図 5.6にエラー処理のフローチャートを示します。

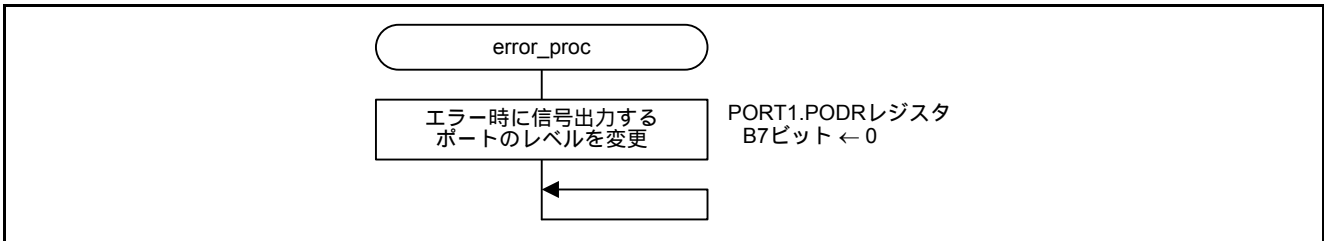


図5.6 エラー処理

5.8.5 MTU0 インพุットキャプチャ A 割り込み処理

図 5.7にMTU0 インพุットキャプチャ A 割り込み処理のフローチャートを示します。

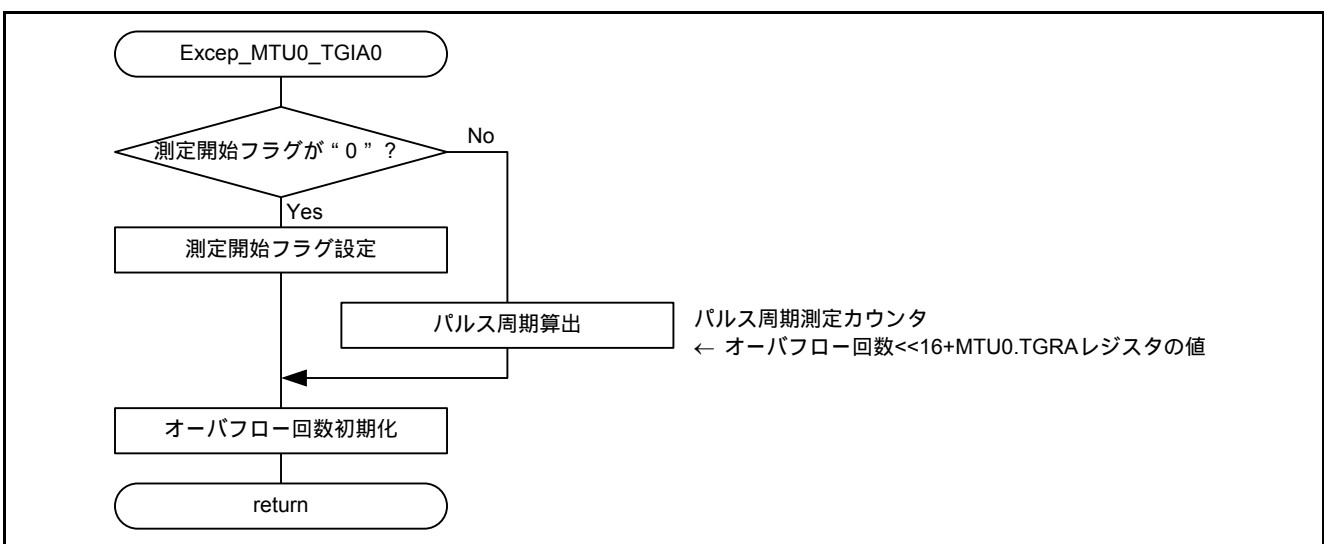


図5.7 MTU0 インพุットキャプチャ A 割り込み処理

5.8.6 MTU0 オーバフロー割り込み処理

図 5.8にMTU0 オーバフロー割り込み処理のフローチャートを示します。

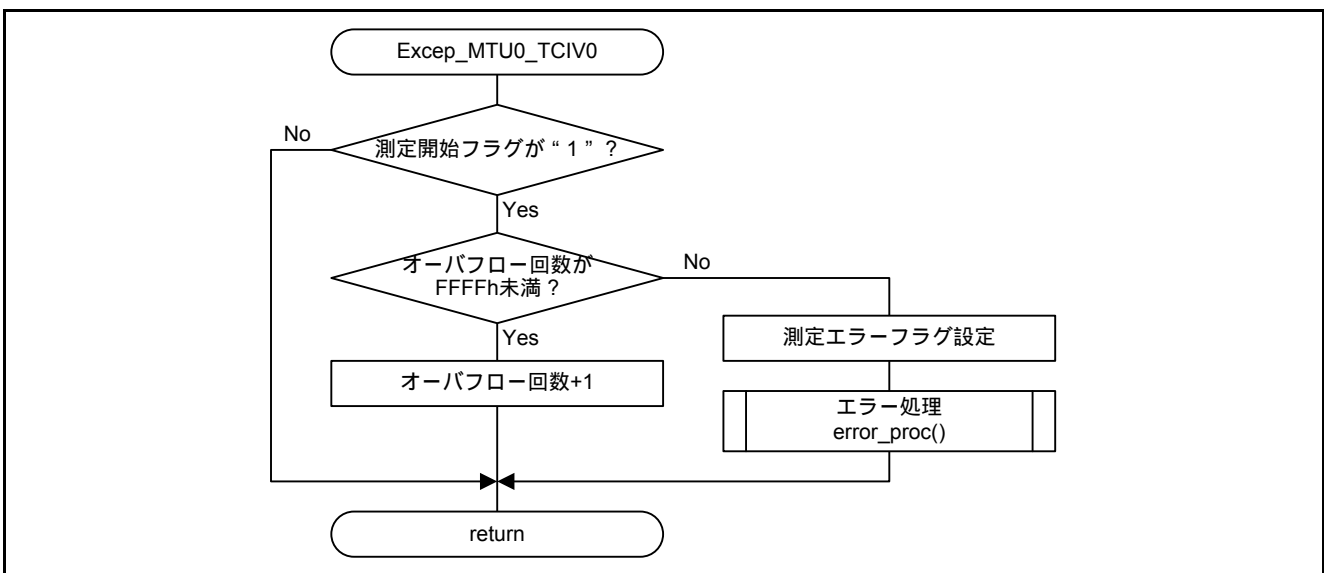


図5.8 MTU0 オーバフロー割り込み処理

6. RX21A、RX220 グループ 初期設定例 アプリケーションノートとの組み合わせ方

本アプリケーションノートのサンプルコードは、RX210 グループで動作することを確認しています。RX21A グループや RX220 グループで動作させるには、それぞれの初期設定例のアプリケーションノートと組み合わせてください。

手順は、初期設定例のアプリケーションノート「5. RX210 グループのアプリケーションノートを RX21A グループに適用する方法」、「4. RX210 グループのアプリケーションノートを RX220 グループに適用する方法」を参照ください。

7. サンプルコード

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。

8. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX210グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.50 (R01UH0037JJ)

RX21A グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00 (R01UH0251JJ)

RX220 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.10 (R01UH0292JJ)

(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 ファミリー C/C++コンパイラパッケージ V.1.01 ユーザーズマニュアル Rev.1.00 (R20UT0570JJ)

(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>

お問合せ先

<http://japan.renesas.com/contact/>

改訂記録	RX210、RX21A、RX220 グループ MTU2a を使用したパルス周期測定
------	--

Rev.	発行日	改訂内容			
		ページ	ポイント		
1.00	2012.03.21	—	初版発行		
1.10	2013.03.01	1	対象デバイス追加		
		4	動作確認条件更新		
		5	4.1使用端子一覧 文章追加 5ソフトウェア説明 インプットキャプチャ A 割り込み(TGIA0)割り込み優先レベル「4」「3」 オーバフロー割り込み(TCIV0)割り込み優先レベル「3」「4」		
		6	文章修正 「ルーチン内」削除 「パルス幅測定の開始」「測定中」		
		7	文章修正、図 5.2 修正		
		8	ファイル名修正		
		9	表 5.4 使用関数名変更 表 5.5 関数名変更		
		10	「R_INIT_StopModule」追加 「non_existent_port_init」「R_INIT_NonExistentPort」 関数名変更、内容修正 「clock_init」「R_INIT_Clock」関数名変更、内容修正		
		12	図 5.3 「R_INIT_StopModule」追加 「non_existent_port_init」「R_INIT_NonExistentPort」関数名変更 「clock_init」「R_INIT_Clock」関数名変更		
		13	MTU0.TGIA0 割り込み優先レベル「4」「3」 MTU0.TCIV0 割り込み優先レベル「3」「4」 誤記修正「PSEL[4:0] = 00001b」「PSEL[3:0] = 0001b」 誤記修正「割り込み要求クリアおよび確認」「割り込み要求クリア」		
		14	図 5.7 関数名修正、処理変更 図 5.8 関数名修正		
		15	RX210 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 「Rev.1.00」「Rev.1.20」		
		1.11	2014.07.01	1	対象デバイスに RX21A、RX220 グループを追加
				4	関連アプリケーションノートに RX21A、RX220 グループ 初期設定例 のアプリケーションノートを追加
				10	参照するアプリケーションノートを各グループのアプリケーション ノート初期設定例に変更
15	RX21A、RX220 グループ 初期設定例と組み合わせる方法の参照先を追 加				
16	参考ドキュメントに RX21A、RX220 グループのユーザーズマニュアル を追加				

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。