

RL78/G23

安全機能 (周波数検出)

要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G23 の安全機能のひとつである周波数検出機能について説明します。

周波数検出機能では高速オンチップ・オシレータ・クロックもしくは外付けの X1 発振クロックと、低速オンチップ・オシレータ・クロックを比較することで、クロックが異常な周波数で発振していることを検出することができます。

動作確認デバイス

RL78/G23

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
1.1 仕様概要	3
1.2 動作概要	4
2. 動作確認条件	6
3. ハードウェア説明	7
3.1 ハードウェア構成例	7
3.2 使用端子一覧	7
4. ソフトウェア説明	8
4.1 オプション・バイトの設定一覧	8
4.2 定数一覧	8
4.3 変数一覧	9
4.4 関数一覧	9
4.5 関数仕様	10
4.6 フローチャート	14
4.6.1 メイン処理	14
4.6.2 カウント・クロック切り替え	16
4.6.3 HOCOクロック切り替え	17
4.6.4 パルス間隔測定の結果判定	18
4.6.5 LED点滅スタート	19
4.6.6 LED点滅ストップ	20
4.6.7 INTPO外部割り込み発生フラグの取得	20
4.6.8 INTPO外部割り込み発生フラグのクリア	20
4.6.9 インターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得	21
4.6.10 インターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリア	21
4.6.11 パルス間隔測定の開始	22
4.6.12 パルス間隔測定完了フラグの取得	23
4.6.13 パルス間隔測定完了フラグのクリア	23
4.6.14 カウント・クロック切り替え要求フラグの取得	24
4.6.15 カウント・クロック切り替え要求フラグのクリア	24
5. サンプルコード	25
6. 参考ドキュメント	25
改訂記録	26

1. 仕様

1.1 仕様概要

本アプリケーションノートでは、高速オンチップ・オシレータ・クロックと、低速オンチップ・オシレータ・クロックの周波数を比較することで、クロックが異常な周波数で発振していることを検出します。

具体的には以下の条件でパルス間隔を測定し、異常な周波数を検出します。

- ・ タイマ・アレイ・ユニット0 (TAU0) のカウント・クロックに高速オンチップ・オシレータ・クロック (HOCO クロック) を選択
- ・ TAU0 のチャンネル5 のタイマ入力に低速オンチップ・オシレータ・クロック (32.768 kHz) を選択

周波数が正常か異常かの判断は、定数として設定してあるパルス間隔の許容値の範囲内であるかを基準として判断します。正常な場合には LED を消灯し、異常な場合には LED を点滅します。

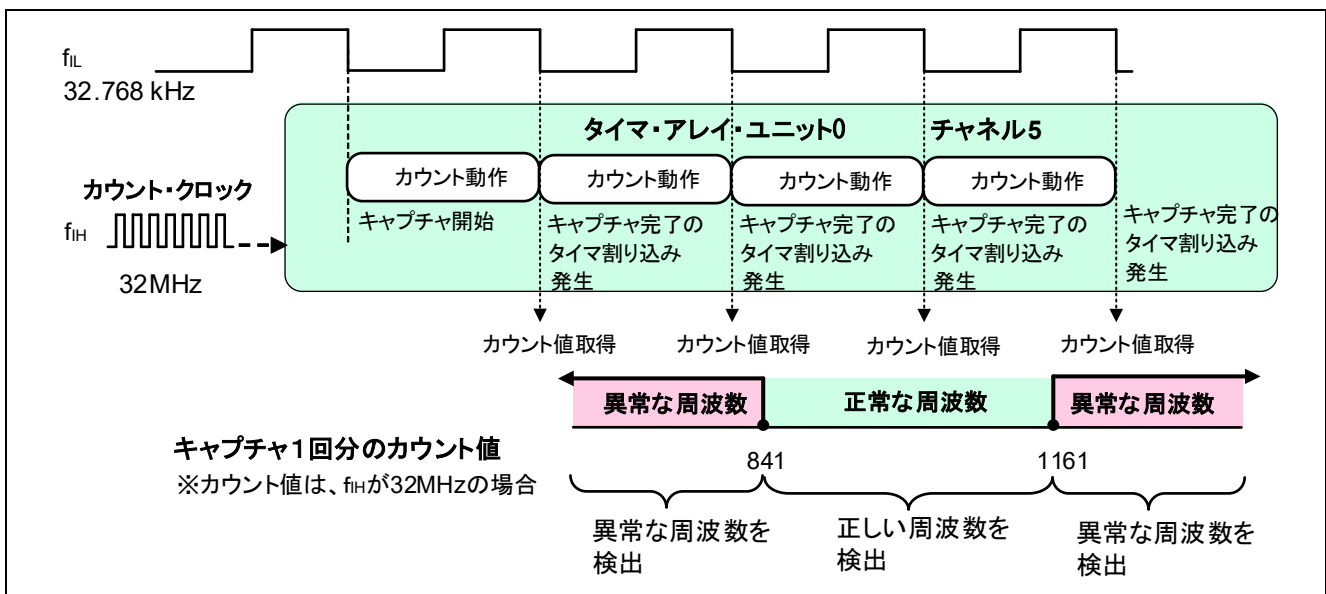
TAU0 のカウント・クロックは、高速オンチップ・オシレータ周波数選択レジスタ (HOCODIV) の内容を、予め設定してある定数のいずれかに設定することで決定されます。

表 1-1 に使用する周辺機能と用途を、図 1-1 に周波数検出の動作概要を示します。

表 1-1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
外部割り込み入力 (INTP0)	スイッチ入力 TAU0 カウント・クロック (HOCO) の周波数切り替え
タイマ・アレイ・ユニット0 チャンネル5	低速オンチップ・オシレータ・クロック パルス間隔測定
ポート5 ビット3	周波数検出結果を LED 表示
ポート5 ビット2	選択している HOCO クロックを LED 表示

図 1-1 周波数検出の動作概要



1.2 動作概要

本アプリケーションノートでは、高速オンチップ・オシレータ・クロックと、低速オンチップ・オシレータ・クロックの周波数を比較することで、クロックが異常な周波数で動作していることを検出します。

具体的には以下の条件でパルス間隔を測定し、異常な周波数を検出します。

- ・TAU0 のカウント・クロックに HOCO クロックを選択
- ・TAU0 のチャンネル5 のタイマ入力に低速オンチップ・オシレータ・クロック (32.768 kHz) を選択

周波数が正常か異常であるかの判断基準は、定数として設定してあるパルス間隔測定値の許容値範囲内であるかとします。正常な場合は LED1 を消灯し、異常な場合は LED1 を点滅します。

パルス間隔の許容範囲は表 4-2 の PULSEWIDTH_RANGE_MIN、PULSEWIDTH_RANGE_MAX で決定されます。

TAU0 のカウント・クロック周波数はスイッチにより動的に切り替え可能です。周波数は表 4-2 の TAU0_COUNT_CLOCK_1、TAU0_COUNT_CLOCK_2 で決定します。TAU0_COUNT_CLOCK_1 のカウント・クロックで動作時は LED2 が消灯します。TAU0_COUNT_CLOCK_2 のカウント・クロックで動作時は、LED2 が点灯します。

(1) TAU の初期設定

TAU の初期設定を行います。

<設定条件>

- ・TAU0 のカウント・クロックに HOCO クロックを選択します。
- ・TAU0 のチャンネル5 のタイマ入力に低速オンチップ・オシレータ・クロック (32.768 kHz) を選択します。

(2) パルス間隔測定の開始

1 回目のキャプチャ完了のタイマ割り込み (INTTM05) でキャプチャされた値は無効です。よって、以下の処理を行い、初回のパルス間隔測定結果のデータを無効とします。

- ・割り込みを禁止します。
- ・タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0) の TS05 ビットに“1”をセットして、カウント動作許可状態にします。これで、タイマ・カウンタ・レジスタ (TCR05) は 0000H にクリアされ、カウントが開始されます。
- ・HALT 状態に移行し、キャプチャ完了のタイマ割り込み (INTTM05) の発生を待ちます。
- ・タイマ入力の有効エッジが検出されると、タイマ・カウンタ・レジスタ (TCR05) の値がタイマ・データ・レジスタ (TDR05) にキャプチャされ、キャプチャ完了のタイマ割り込み (INTTM05) が発生します (これで HALT 状態から復帰します)。さらに、タイマ・カウンタ・レジスタ (TCR05) が 0000H にクリアされます。
- ・INTTM05 の割り込み要求フラグをクリアします。
- ・割り込みを許可します。

(3) HALT モードに移行

- ・HALT モードに入り、次の有効エッジの入力を待ちます。
- ・2 回目以降のキャプチャ完了のタイマ割り込み (INTTM05) 処理か、スイッチの外部割り込み (INTP0) 処理で HALT モードから復帰します。

(4) 割り込み要因の確認

HALT モードから復帰した割り込み要因により、処理が異なります。

そのため、HALT モードから復帰後に割り込み要因を確認します。

<パルス間隔測定完了で HALT モードから復帰した場合>

- ・パルス間隔測定値の結果を取得します。
- ・パルス間隔測定値が許容範囲内の場合は、LED1 を消灯します。その後、(3)に戻ります。
- ・パルス間隔測定値が許容範囲外の場合は、LED1 を点滅します。その後、(3)に戻ります。

<スイッチの外部割り込みによって HALT モードから復帰した場合>

- ・チャタリング対策として、以下の(A) ~ (F)の処理を行います。
 - A) 外部割り込みの割り込みハンドラで、インターバル・タイマ・コントロール・レジスタ(ITMC)の RINTE ビットに“1”をセットして、カウンタ動作を開始します。
 - B) RINTE ビットの書き込み値が反映されるまで待ちます。
 - C) インターバル・タイマの割り込みが発生するまで待ちます。
 - D) インターバル・タイマの割り込みハンドラでスイッチ状態の確認をします。
具体的には、P137 の状態を確認します。
 - E) P137 の状態が“1”であればスイッチが押下されていないと判定し、(3)に戻ります。
 - F) P137 の状態が“0”であればスイッチが押下されたと判定し、以下の処理を行います。
 - ・TAU0 のタイマを動作停止します。
 - ・TAU0 のカウント・クロックである HOCO クロックを切り替えます。
 - ・現在の TAU0 のカウント・クロックが表 4-2 の TAU0_COUNT_CLOCK_1 の場合は、TAU0_COUNT_CLOCK_2 に切り替え、LED2 を点灯します。その後、(2)に戻ります。
 - ・現在の TAU0 のカウント・クロックが表 4-2 の TAU0_COUNT_CLOCK_2 の場合は、TAU0_COUNT_CLOCK_1 に切り替え、LED2 を消灯します。その後、(2)に戻ります。

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

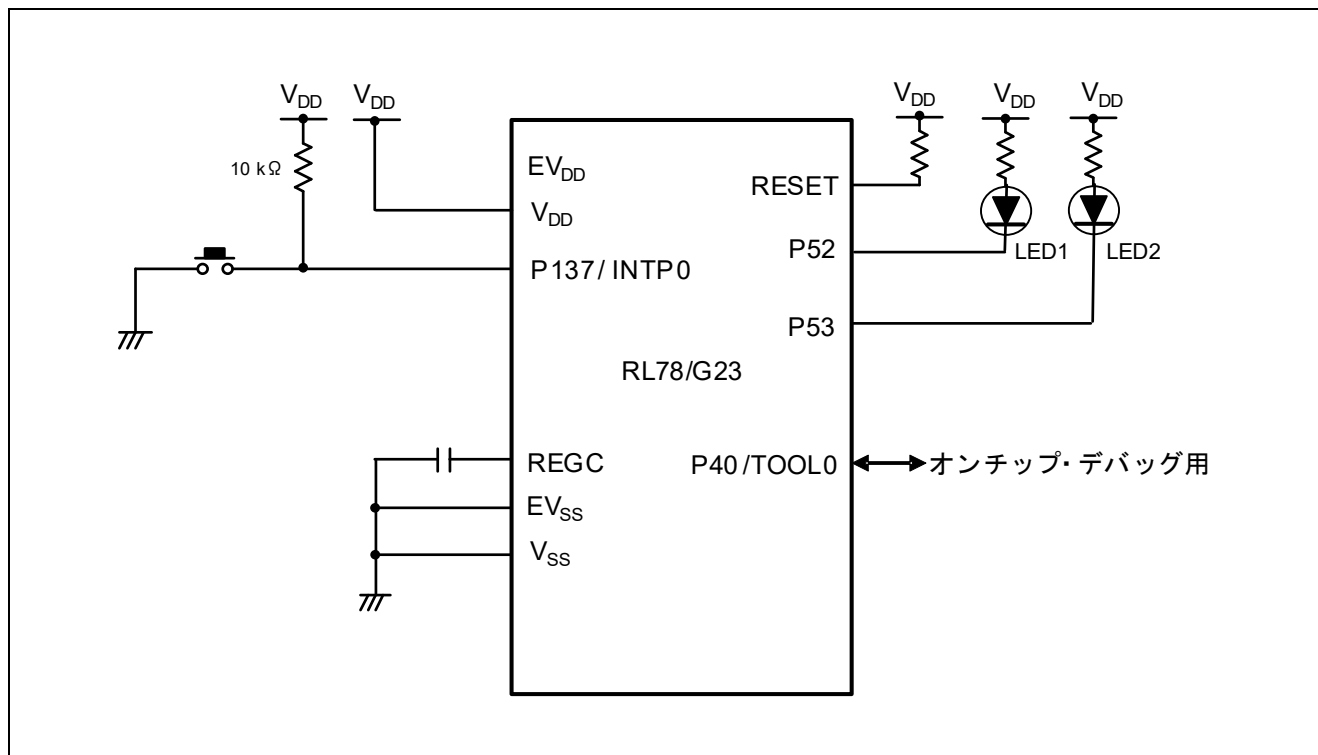
項目	内容
使用マイコン	RL78/G23 (R7F100GLG)
動作周波数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高速オンチップ・オシレータ・クロック (f_{IH}): 32MHz ・ CPU/周辺ハードウェア・クロック :ターゲットボードのスイッチ押下により切り替え 32, 16, 8, 4, 2, 1(MHz)のうち、定数定義で2つを設定する
動作電圧	3.3V (2.7V~5.5V で動作可能) LVD0 動作 (V _{LVD0}): リセット・モード 立ち上がり時 TYP. 1.90V (1.84V ~ 1.95V) 立ち下がり時 TYP. 1.86V (1.80V ~ 1.91V)
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC 8.05.00
C コンパイラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.10.00
統合開発環境 (e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e2 studio V2021-04 (21.4.0)
C コンパイラ (e2studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.10.00
統合開発環境 (IAR)	IAR Systems 製 IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V4.21.1
C コンパイラ (IAR)	IAR Systems 製 IAR C/C++ Compiler for Renesas RL78 V4.21.1
スマート・コンフィグレータ (SC)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.0.1
ボードサポートパッケージ (BSP)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.00

3. ハードウェア説明

3.1 ハードウェア構成例

図 3-1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成を示します。

図 3-1 ハードウェア構成



- 注意 1. この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください (入力専用ポートは個別に抵抗を介して V_{DD} 又は V_{SS} に接続して下さい)。
- 注意 2. EV_{SS} で始まる名前の端子がある場合には V_{SS} に、 EV_{DD} で始まる名前の端子がある場合には V_{DD} にそれぞれ接続してください。
- 注意 3. V_{DD} は $LVD0$ にて設定したリセット解除電圧 (V_{LVD}) 以上にしてください。

3.2 使用端子一覧

表 3-1 に使用端子と機能を示します。

表 3-1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P137/INTP0	入力	スイッチ入力 TAU0 カウント・クロックの切り替え
P52	出力	周波数検出結果を LED 表示
P53	出力	選択している HOCO クロックを LED 表示

4. ソフトウェア説明

4.1 オプション・バイトの設定一覧

表 4-1 にオプション・バイトの設定を示します。

表 4-1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	11101111B	ウォッチドッグ・タイマ 動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	11111110B	LVD0 動作 (VLVD0): リセット・モード 立ち上がり時 TYP. 1.90V (1.84V ~ 1.95V) 立ち下がり時 TYP. 1.86V (1.80V ~ 1.91V)
000C2H/010C2H	11101000B	HS モード、 高速オンチップ・オシレータ・クロック (f _{IH}): 32MHz
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

4.2 定数一覧

表 4-2 に定数一覧を示します。

表 4-2 定数一覧

定数名	設定値	内容
_0001_TAU_OVERFLOW_OCCURS	0x0001U	オーバーフローの発生を検出
PULSEWIDTH_RANGE_MIN	841	パルス間隔測定 of 許容範囲の下限值
PULSEWIDTH_RANGE_MAX	1161	パルス間隔測定 of 許容範囲の上限値
TAU0_COUNT_CLOCK_1	0x00	TAU0 のカウント・クロック 1 以下の値のいずれかを定義 0x00 : 32MHz 0x01 : 16MHz 0x02 : 8MHz 0x03 : 4MHz 0x04 : 2MHz 0x05 : 1MHz
TAU0_COUNT_CLOCK_2	0x01	TAU0 のカウント・クロック 2 TAU0_COUNT_CLOCK_1 と同じ

注意 表 4-2 の PULSEWIDTH_RANGE_MIN、PULSEWIDTH_RANGE_MAX は以下の計算式で求めています。

$$PULSEWIDTH_RANGE_MIN = HOCO_FREQUENCY_MIN / LOCO_FREQUENCY_MAX$$

$$PULSEWIDTH_RANGE_MAX = HOCO_FREQUENCY_MAX / LOCO_FREQUENCY_MIN$$

HOCO_FREQUENCY_MIN: HOCO 周波数の-1%の誤差を考慮した値(31.68MHz)

LOCO_FREQUENCY_MAX: 低速オンチップ・オシレータ周波数の+15%の誤差を考慮した値(37.68KHz)

HOCO_FREQUENCY_MAX: HOCO 周波数の+1%の誤差を考慮した値(32.32MHz)

LOCO_FREQUENCY_MIN: 低速オンチップ・オシレータ周波数の-15%の誤差を考慮した値(27.85KHz)

システムによってパルス間隔測定 of 許容範囲 of 下限値、上限値を適宜、変更してください。

4.3 変数一覧

表 4-3 にグローバル変数を示します。

表 4-3 グローバル変数

型	変数名	内容	使用関数
unsigned char	g_MeasureEndFlag	パルス間隔測定完了フラグ	r_Config_TAU0_5_interrupt R_TAU0_Channel5_Get_MeasureStatus R_TAU0_Channel5_Clear_MeasureStatus
unsigned char	g_fCLKChangeFlag	カウント・クロック切り替え 要求フラグ	R_Config_ITL000_Create_UserInit R_IT_Get_fCLK_ChangeFlag R_IT_Clear_fCLK_ChangeFlag
unsigned char	g_intp0_flag	INTP0 外部割り込み発生フラグ	r_Config_INTC_intp0_interrupt R_INTC0_Get_INTP0_Flag R_INTC0_Clear_INTP0_Flag
unsigned char	g_intit_flag	インターバル・タイマ割り込み 発生フラグ	R_Config_ITL000_Create_UserInit R_IT_Get_INTIT_Flag R_IT_Clear_INTIT_Flag

4.4 関数一覧

表 4-4 に関数一覧を示します。

表 4-4 関数一覧

関数名	概要
R_Main_fCLK_Change()	カウント・クロック切り替え
R_Main_HOCO_Change()	HOCO クロック切り替え
R_Main_Get_PulseWidthMeasureResult()	パルス間隔測定の結果判定
R_Main_Start_LedBlink()	LED 点滅スタート
R_Main_Stop_LedBlink()	LED 点滅ストップ
R_INTC0_Get_INTP0_Flag()	INTP0 外部割り込み発生フラグの取得
R_INTC0_Clear_INTP0_Flag()	INTP0 外部割り込み発生フラグのクリア
R_IT_Get_INTIT_Flag()	インターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得
R_IT_Clear_INTIT_Flag()	インターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリア
R_TAU0_Channel5_MeasureStart()	パルス間隔測定の開始
R_TAU0_Channel5_Get_MeasureStatus()	パルス間隔測定完了フラグの取得
R_TAU0_Channel5_Clear_MeasureStatus()	パルス間隔測定完了フラグのクリア
R_IT_Get_fCLK_ChangeFlag()	カウント・クロック切り替え要求フラグの取得
R_IT_Clear_fCLK_ChangeFlag()	カウント・クロック切り替え要求フラグのクリア

4.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] R_Main_fCLK_Change()

概要	カウント・クロック切り替え
ヘッダ	r_smc_entry.h
宣言	void R_Main_fCLK_Change(void)
説明	TAU0 チャンネル 5 の動作を停止します。 その後、TAU0 のカウント・クロックである HOCO クロックを切り替えます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_Main_HOCO_Change()

概要	HOCO クロック切り替え
ヘッダ	r_smc_entry.h
宣言	void R_Main_HOCO_Change(uint8_t clock)
説明	HOCO クロックを表 4-2 に示す定数の TAU0_COUNT_CLOCK_1 または TAU0_COUNT_CLOCK_2 に切り替えます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_Main_Get_PulseWidthMeasureResult()

概要	パルス間隔測定の結果判定
ヘッダ	r_smc_entry.h
宣言	uint8_t R_Main_Get_PulseWidthMeasureResult(void)
説明	パルス間隔測定の結果を判定します。 具体的には、パルス間隔測定結果が格納されているグローバル変数 (g_tau0_ch5_width) が表 4-2 のパルス間隔測定の許容範囲の下限値、上限値の範囲内、外であるか返します。
引数	なし
リターン値	パルス間隔測定結果が許容範囲内の場合 :0x00 パルス間隔測定結果が許容範囲外の場合 :0x01
備考	なし

[関数名] R_Main_Start_LedBlink()

概要	LED 点滅スタート
ヘッダ	r_smc_entry.h
宣言	void R_Main_Start_LedBlink(void)
説明	LED 点滅をスタートさせます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_Main_Stop_LedBlink()

概要	LED 点滅ストップ
ヘッダ	r_smc_entry.h
宣言	void R_Main_Stop_LedBlink(void)
説明	LED 点滅をストップさせます。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_INTC0_Get_INTP0_Flag()

概要	INTP0 外部割り込み発生フラグの取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_INTC.h Config_ITL000.h
宣言	uint8_t R_INTC0_Get_INTP0_Flag(void)
説明	INTP0 外部割り込み発生フラグを取得します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_INTC0_Clear_INTP0_Flag()

概要	INTP0 外部割り込み発生フラグのクリア
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_INTC.h Config_ITL000.h
宣言	void R_INTC0_Clear_INTP0_Flag(void)
説明	INTP0 外部割り込み発生フラグをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_IT_Get_INTIT_Flag()

概要	インターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_INTC.h
宣言	uint8_t R_IT_Get_INTIT_Flag(void)
説明	インターバル・タイマ割り込み発生フラグを取得します。
引数	なし
リターン値	インターバル・タイマ割り込みが発生していない場合 : 0x00 インターバル・タイマ割り込みが発生した場合 : 0x01
備考	なし

[関数名] R_IT_Clear_INTIT_Flag()

概要	インターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリア
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_INTC.h
宣言	uint8_t R_IT_Clear_INTIT_Flag(void)
説明	インターバル・タイマ割り込み発生フラグをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_TAU0_Channel5_MeasureStart()

概要	パルス間隔測定結果の破棄
ヘッダ	Config_TAU0_5.h
宣言	void R_TAU0_Channel5_MeasureStart(void)
説明	タイマ(TM05)スタート後、初回のパルス間隔測定が実行されるまで待った後で割り込みフラグをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_TAU0_Channel5_Get_MeasureStatus()

概要	パルス間隔測定完了フラグの取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_TAU0_5.h
宣言	uint8_t R_TAU0_Channel5_Get_MeasureStatus
説明	パルス間隔測定完了フラグを取得します。
引数	なし
リターン値	パルス間隔測定が完了していない場合 : 0x00 パルス間隔測定が完了している場合 : 0x01
備考	なし

[関数名] R_TAU0_Channel5_Clear_MeasureStatus()

概要	パルス間隔測定完了フラグのクリア
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_TAU0_5.h
宣言	void R_TAU0_Channel5_Clear_MeasureStatus(void)
説明	パルス間隔測定完了フラグを0にクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_IT_Get_fCLK_ChangeFlag()

概要	カウント・クロック切り替え要求フラグの取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_ITL000.h
宣言	uint8_t R_IT_Get_fCLK_ChangeFlag(void)
説明	カウント・クロック切り替え要求フラグを取得します。
引数	なし
リターン値	カウント・クロック切り替え要求がない場合 : 0x00 カウント・クロック切り替え要求がある場合 : 0x01
備考	なし

[関数名] R_IT_Clear_fCLK_ChangeFlag()

概要	カウント・クロック切り替え要求フラグのクリア
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h r_cg_userdefine.h Config_ITL000.h
宣言	void R_IT_Clear_fCLK_ChangeFlag(void)
説明	カウント・クロック切り替え要求フラグを0にクリアします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

4.6 フローチャート

4.6.1 メイン処理

図 4-1 から図 4-3 にメイン処理のフローチャートを示します。

図 4-1 メイン処理(1/3)

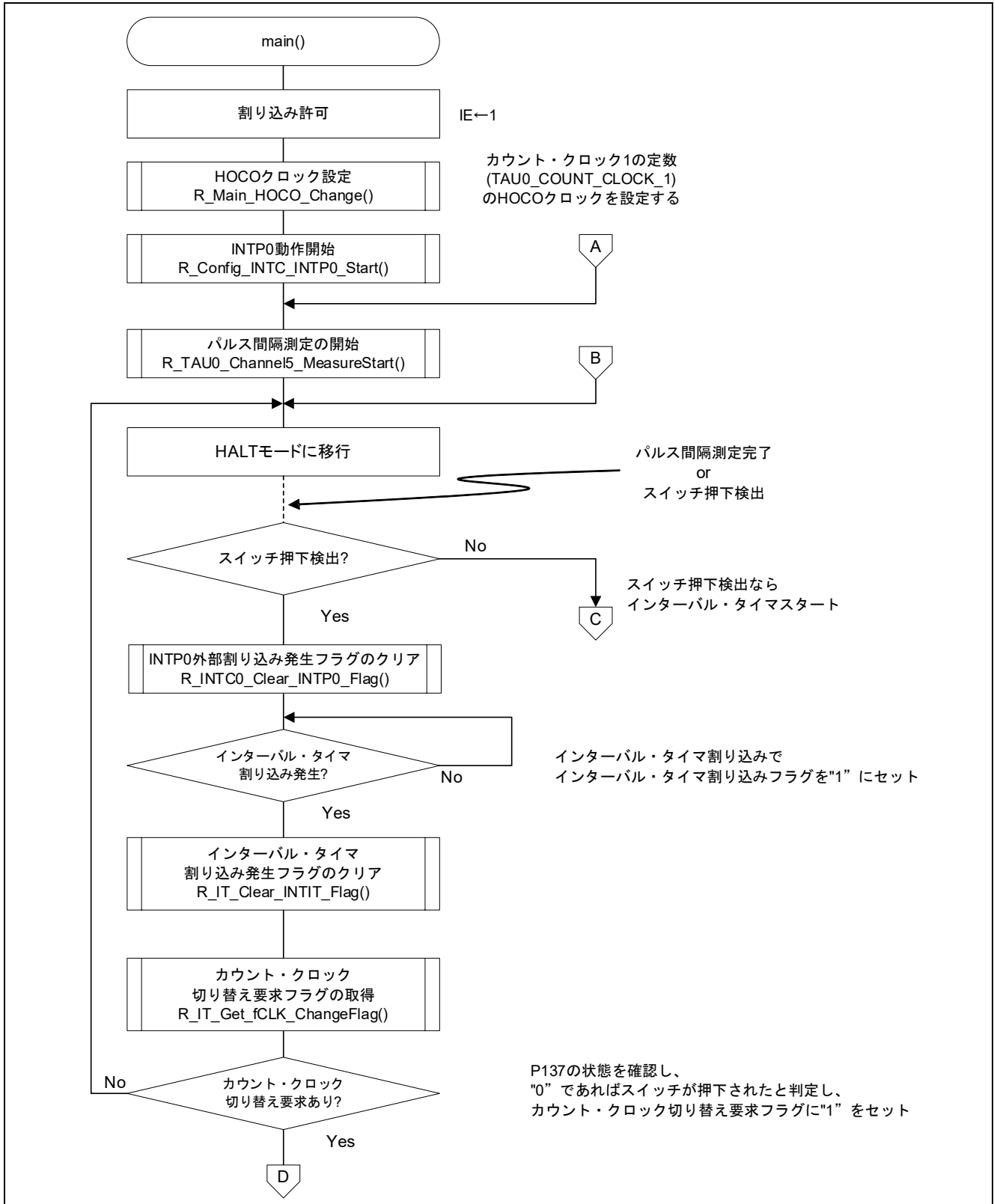


図 4-2 メイン処理(2/3)

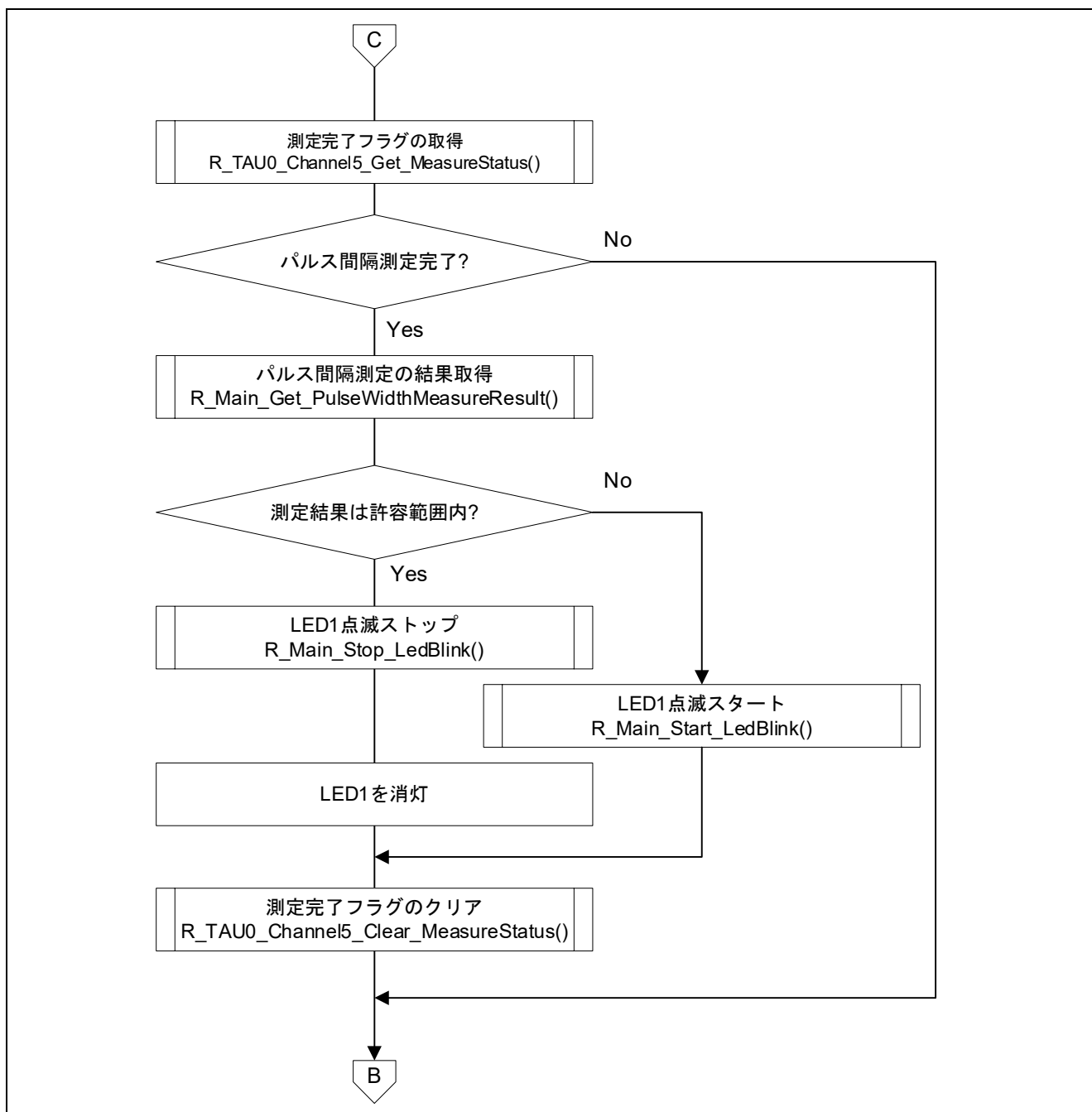
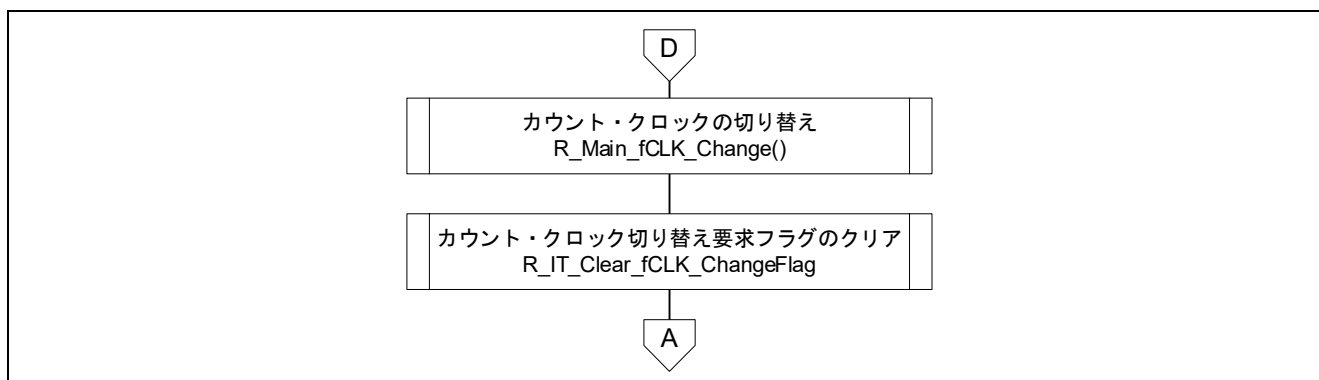


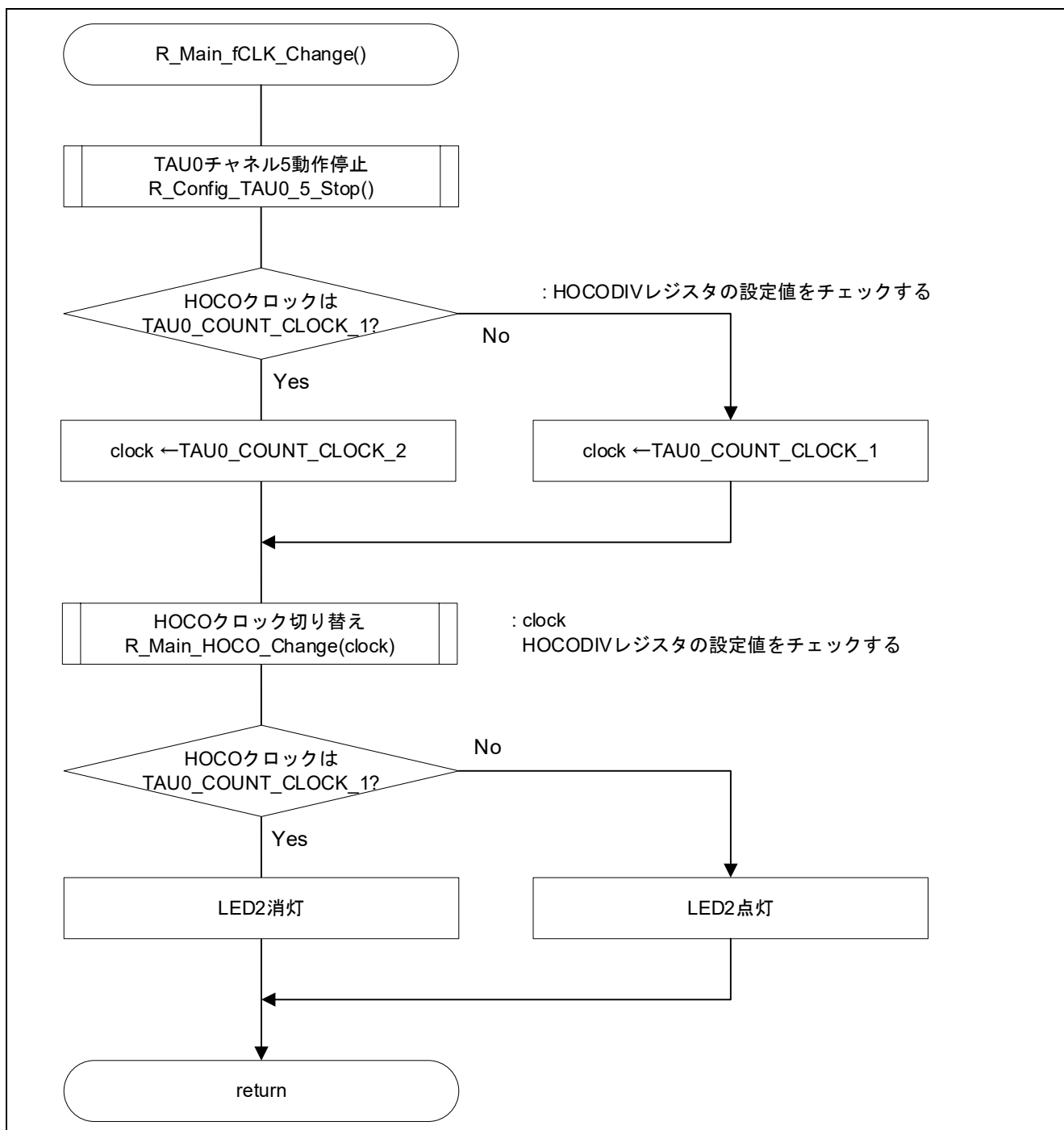
図 4-3 メイン処理(3/3)



4.6.2 カウント・クロック切り替え

にカウント・クロック切り替えのフローチャートを示します。

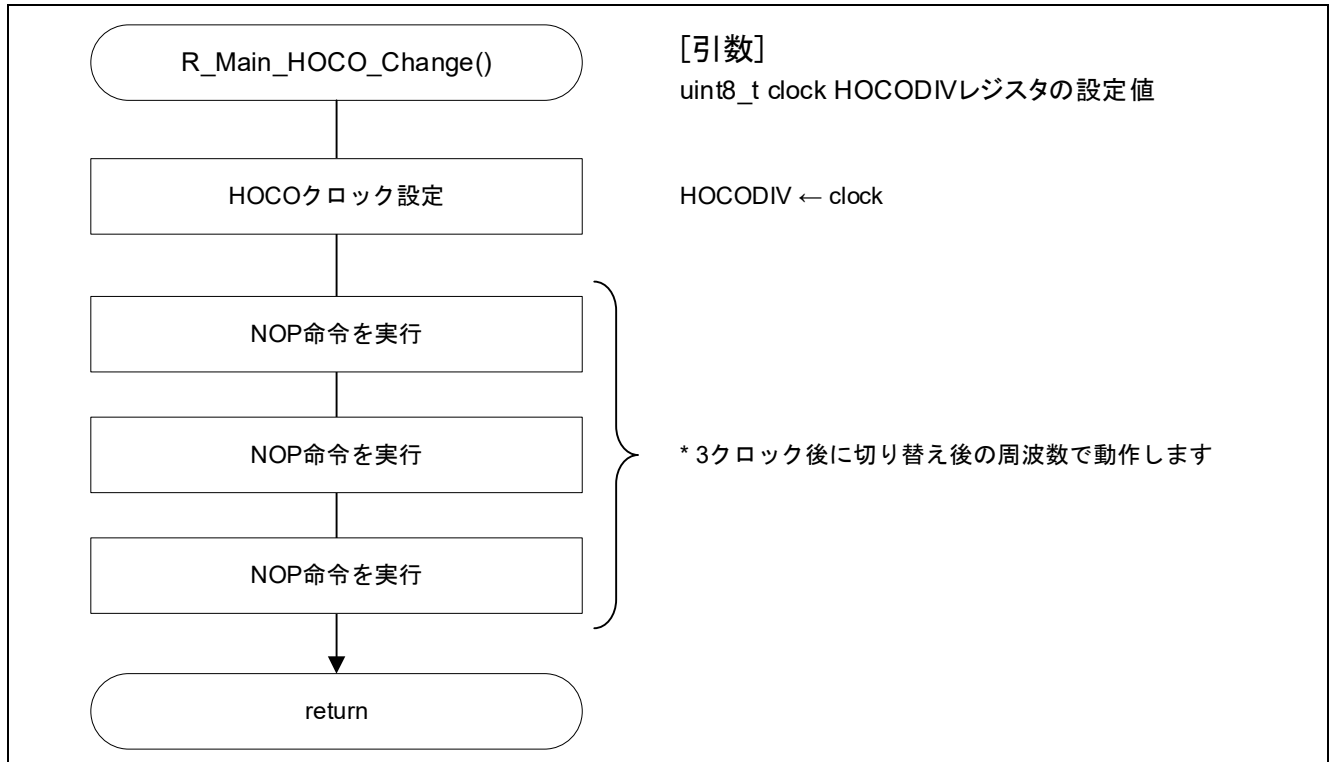
図 4-4 カウント・クロック切り替え



4.6.3 HOCO クロック切り替え

図 4-5 に HOCO クロック切り替えのフローチャートを示します。

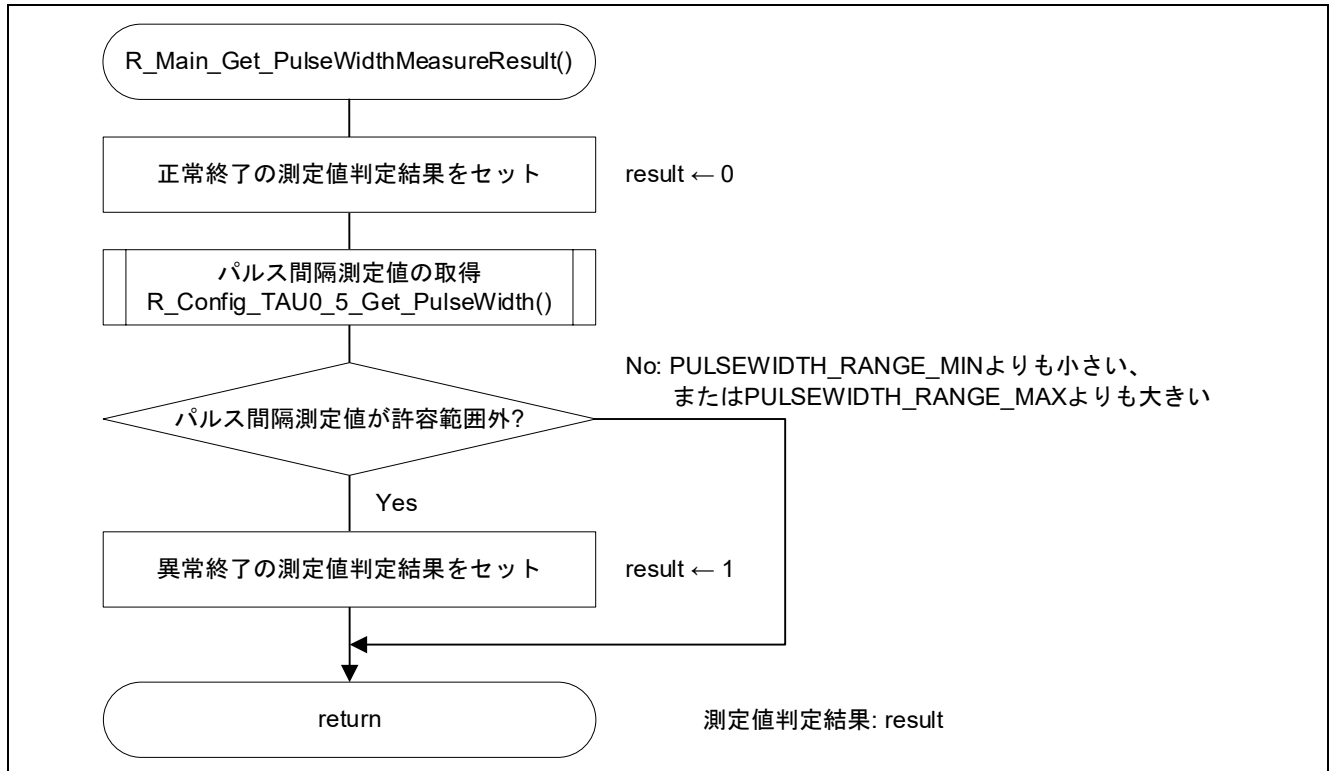
図 4-5 HOCO クロック切り替え



4.6.4 パルス間隔測定の結果判定

図 4-6 にパルス間隔測定の結果判定のフローチャートを示します。

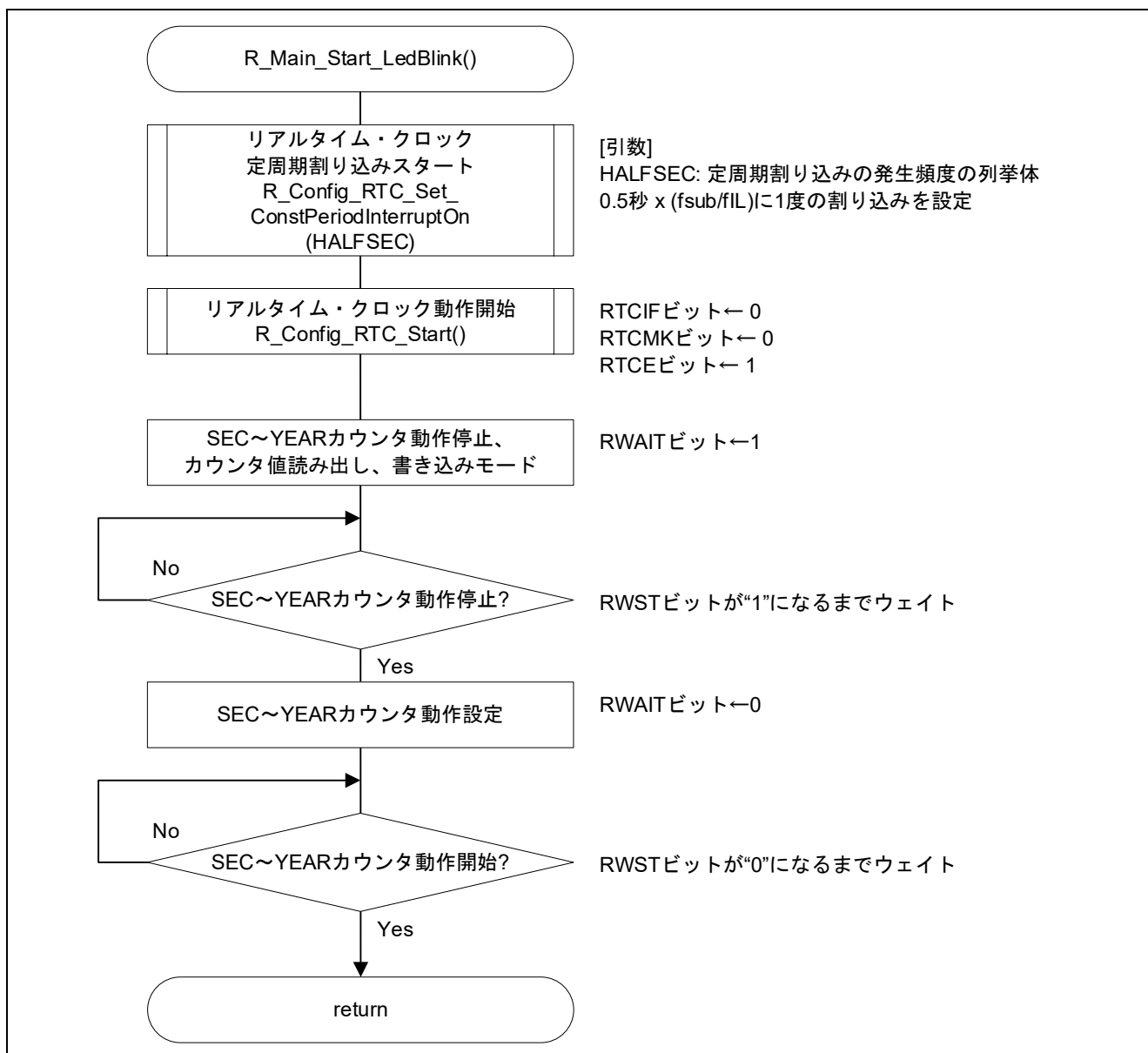
図 4-6 パルス間隔測定の結果判定



4.6.5 LED 点滅スタート

図 4-7 に LED 点滅スタートのフローチャートを示します。

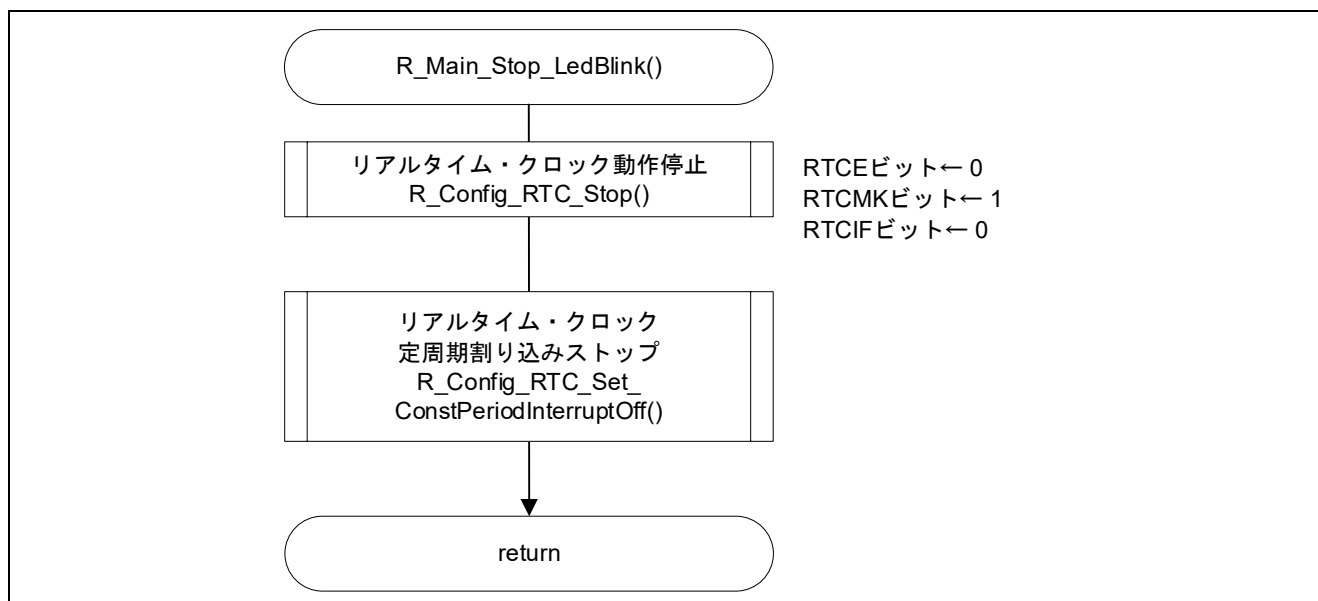
図 4-7 LED 点滅スタート



4.6.6 LED 点滅ストップ

図 4-8 に LED 点滅ストップのフローチャートを示します。

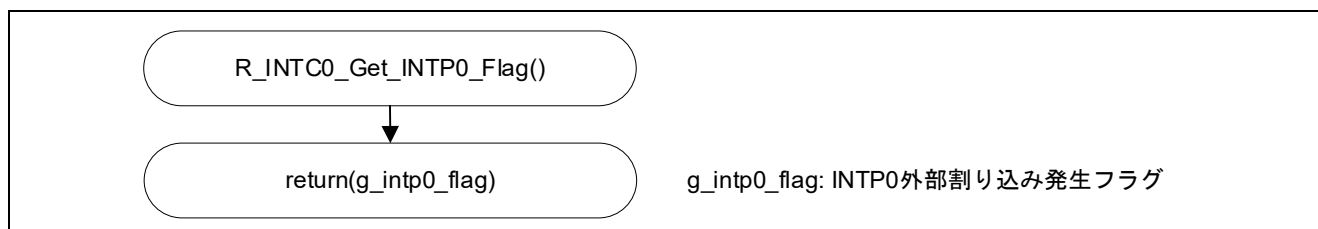
図 4-8 LED 点滅ストップ



4.6.7 INTP0 外部割り込み発生フラグの取得

図 4-9 に INTP0 外部割り込み発生フラグの取得のフローチャートを示します。この関数は内部に処理がなく、グローバル変数 `g_intp0_flag` を戻り値として返すだけの機能を持っています。

図 4-9 INTP0 外部割り込み発生フラグの取得



4.6.8 INTP0 外部割り込み発生フラグのクリア

図 4-10 に INTP0 外部割り込み発生フラグのクリアのフローチャートを示します。

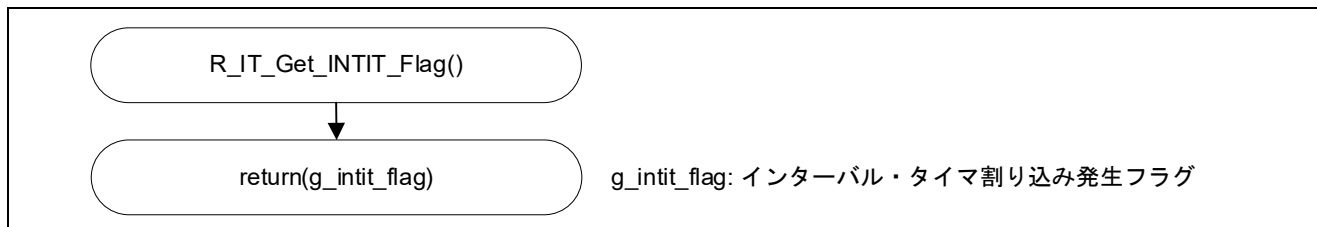
図 4-10 INTP0 外部割り込み発生フラグのクリア



4.6.9 インターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得

図 4-11 にインターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得のフローチャートを示します。この関数は内部に処理がなく、グローバル変数 `g_intit_flag` を戻り値として返すだけの機能を持っています。

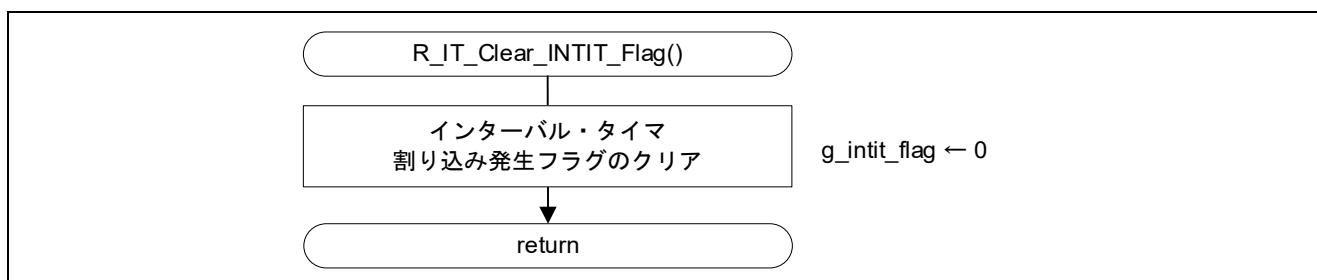
図 4-11 インターバル・タイマ割り込み発生フラグの取得



4.6.10 インターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリア

図 4-12 にインターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリアのフローチャートを示します。

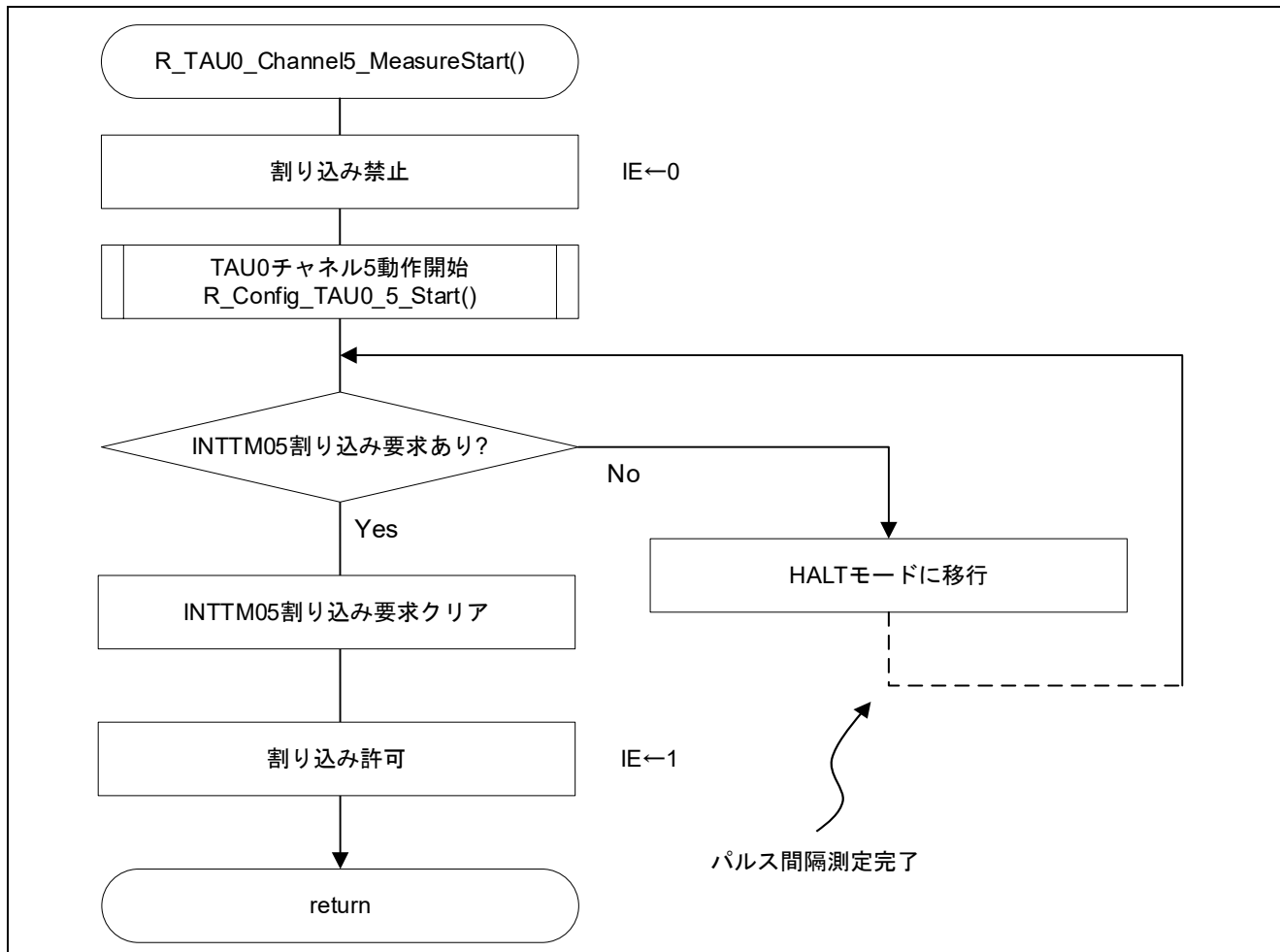
図 4-12 インターバル・タイマ割り込み発生フラグのクリア



4.6.11 パルス間隔測定開始

図 4-13 にパルス間隔測定開始のフローチャートを示します。

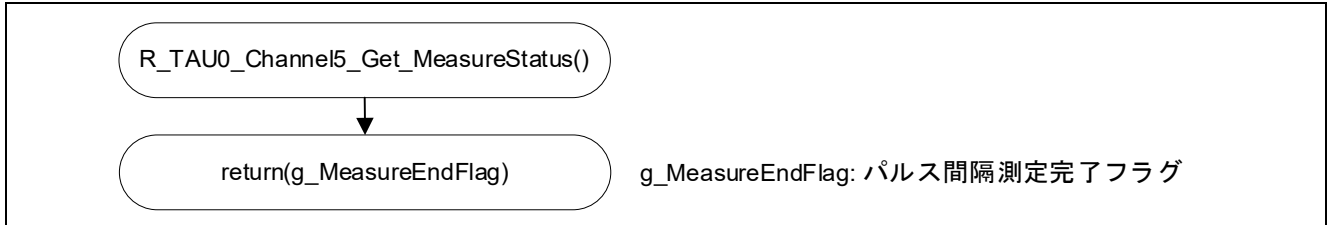
図 4-13 パルス間隔測定開始



4.6.12 パルス間隔測定完了フラグの取得

図 4-14 にパルス間隔測定完了フラグの取得のフローチャートを示します。この関数は内部に処理がなく、グローバル変数 g_MeasureEndFlag を戻り値として返すだけの機能を持っています。

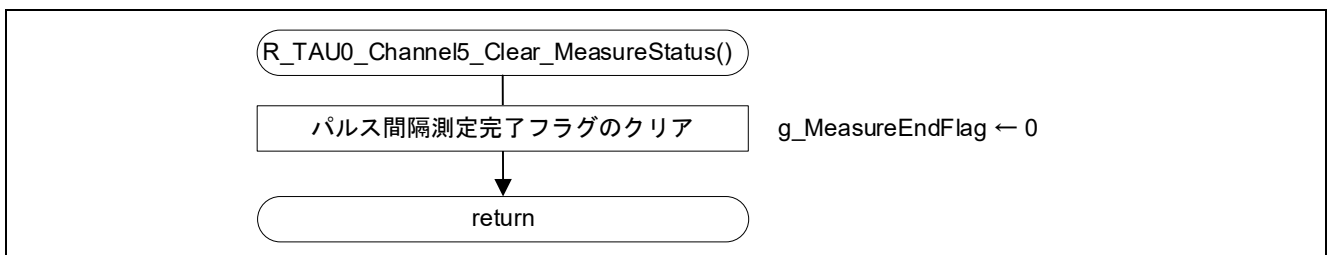
図 4-14 パルス間隔測定完了フラグの取得



4.6.13 パルス間隔測定完了フラグのクリア

図 4-15 にパルス間隔測定完了フラグのクリアのフローチャートを示します。

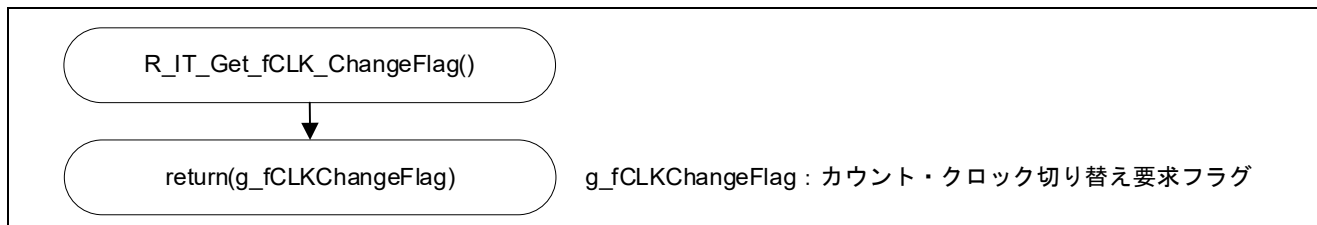
図 4-15 パルス間隔測定完了フラグのクリア



4.6.14 カウント・クロック切り替え要求フラグの取得

図 4-16 にカウント・クロック切り替え要求フラグの取得のフローチャートを示します。この関数は内部に処理がなく、グローバル変数 `g_fCLKChangeFlag` を戻り値として返すだけの機能を持っています。

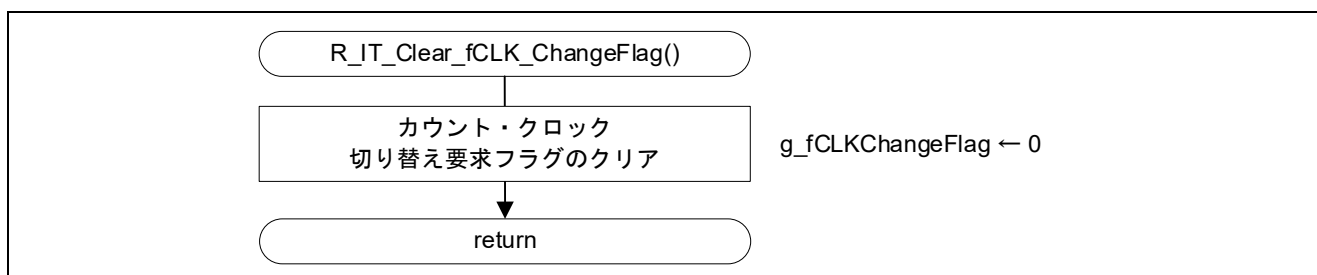
図 4-16 カウント・クロック切り替え要求フラグの取得



4.6.15 カウント・クロック切り替え要求フラグのクリア

図 4-17 にカウント・クロック切り替え要求フラグのクリアのフローチャートを示します。

図 4-17 カウント・クロック切り替え要求フラグのクリア



5. 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。

6. 参考ドキュメント

RL78/G23 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0896J)

RL78 ファミリー ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015J)

(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。)

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2021.03.02	-	初版発行
1.01	2021.05.21	6	動作確認条件を更新

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えば、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まれます。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、変更、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、変更、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）、交通管制（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なります。
 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（豊洲フォレストシア）

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。