

RL78/G14

R01AN4632JJ0100

Rev.1.00

圧電アクチュエータによる触覚フィードバック制御 CC-RL

2018.12.17

要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G14 のタイマ・アレイ・ユニット、D/A コンバータを使用して、圧電アクチュエータによる触覚フィードバックを実現する例を説明します。

動作確認デバイス

RL78/G14

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	4
1.1 圧電アクチュエータ駆動方法	4
1.2 制御波形生成方法	5
1.3 駆動波形周波数、振幅変調パターン	5
1.4 デバイスでの周波数、振幅算出方法	6
1.5 触覚刺激再現例	6
2. 動作確認条件	7
3. ハードウェア説明	8
3.1 ハードウェア構成例	8
3.2 使用端子一覧	8
4. ソフトウェア説明	9
4.1 動作概要	9
4.2 オプション・バイトの設定一覧	10
4.3 定数一覧	10
4.4 変数一覧	11
4.5 関数一覧	11
4.6 関数仕様	12
4.7 フローチャート	15
4.7.1 全体フロー	15
4.7.2 初期設定関数	15
4.7.3 周辺機能初期設定	16
4.7.4 CPU クロックの初期設定	17
4.7.5 ・アレイ・ユニット初期設定	21
4.7.6 外部割り込み初期設定関数	32
4.7.7 D/A コンバータ 初期設定関数	34
4.7.8 メイン処理	37
4.7.9 ユーザ初期設定関数	38
4.7.10 外部割り込み動作開始設定	39
4.7.11 D/A コンバータ 出力値設定関数	39
4.7.12 D/A コンバータ 動作開始関数	40
4.7.13 INTC0 割り込み	41
4.7.14 駆動波形出力設定関数	42
4.7.15 駆動波形周波数設定関数	43
4.7.16 駆動波形出力時間設定関数	43
4.7.17 0 動作開始関数	44
4.7.18 TAU01 動作開始関数	45
4.7.19 TAU00 割り込み	45
4.7.20 TAU01 割り込み	46
4.7.21 駆動波形出力停止関数	46
4.7.22 TAU00 動作停止関数	47
4.7.23 TAU01 動作停止関数	47

5. サンプルコード48

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、タイマ・アレイ・ユニット(TAU)、D/A コンバータ(DAC)と増幅器を使用して、圧電素子と振動板からなるタイプの圧電アクチュエータを制御します。タイマ・アレイ・ユニットで生成した方形波を D/A コンバータで振幅変調し、制御波形を生成します。さらに、制御波形を増幅器で増幅させた電圧を圧電アクチュエータに印加します。

表 1.1 使用する周辺機能とその用途

周辺機能	用途
TAU00	方形波の生成
TAU01	方形波出力の時間を計測
DAC0	方形波の振幅変調
INTP0	駆動波形出力要求信号の入力

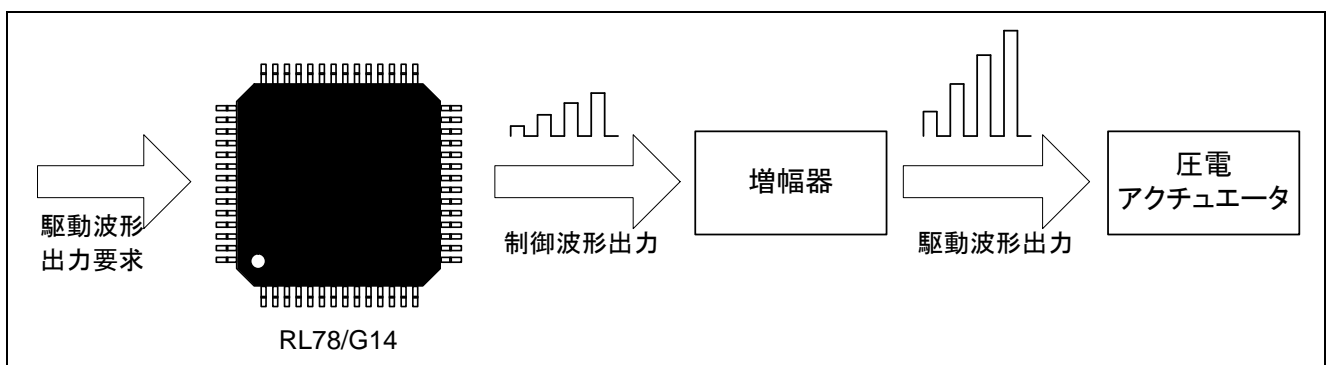


図 1.1 圧電アクチュエータ駆動の動作概要

1.1 圧電アクチュエータ駆動方法

圧電素子は、電圧を印加すると印加電圧に応じて素子が歪んで変形します。また、圧電素子には極性があり、電圧の印加方向を逆にすると、素子は逆方向に変形します。

この圧電効果を利用し、短時間で 2 電極間に印加する電位を繰り返し変化させることで、圧電素子を振動させます。

本アプリケーションノートでは、より強い触覚フィードバックを得るために、駆動波形には単位時間当たりの電圧変化が大きくなる方形波を用います。タイマ・アレイ・ユニットと D/A コンバータを使用し、制御波形の周波数と振幅を時間的に変化させます。さらに、ヒトが感知できる振動を圧電素子が生成できる電圧まで制御波形を増幅させます。本アプリケーションノートでは、使用する圧電素子の特性に合わせて、圧電素子に最大±12V の電圧を印加します。

1.2 制御波形生成方法

タイマ・アレイ・ユニットのインターバル・タイマ/方形波出力を利用します。方形波出力によってデューティ比 50%の波形を出力します。さらに、D/A コンバータを利用して方形波の振幅を変調させます。

なお、本アプリケーションノートでは、ヒトの触覚受容器特性を考慮しています。制御波形の周波数は 1 ~ 1,000Hz で変更可能です。制御波形の振幅は 8 ビット D/A コンバータの分解能である 256 段階で変更可能です。振幅を変更させることで、圧電素子の振動の強さを調整できます。

1.3 駆動波形周波数、振幅変調パターン

式(1.1) ~ (1.6)、図 1.2 に示すとおり、駆動波形周波数、振幅の変調パターンとして、パターン a からパターン c を用意します。また、各パラメータの対応表を以下の表 1.2 に示します。

表 1.2 駆動波形出力パラメータ

項目	内容
f_{FROM}	出力開始時の周波数
f_{TO}	出力終了時の周波数
A_{FROM}	出力開始時の振幅
A_{TO}	出力終了時の振幅
t_{DRIVE}	方形波の出力時間

パターン a: 線形

$$\text{frequency}(t) = (f_{TO} - f_{FROM}) \frac{t}{t_{DRIVE}} + f_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.1)$$

$$\text{amplitude}(t) = (A_{TO} - A_{FROM}) \frac{t}{t_{DRIVE}} + A_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.2)$$

パターン b: 2 乗

$$\text{frequency}(t) = (f_{TO} - f_{FROM}) \left(\frac{t}{t_{DRIVE}} \right)^2 + f_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.3)$$

$$\text{amplitude}(t) = (A_{TO} - A_{FROM}) \left(\frac{t}{t_{DRIVE}} \right)^2 + A_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.4)$$

パターン c: 二乗根

$$\text{frequency}(t) = (f_{TO} - f_{FROM}) \sqrt{\frac{t}{t_{DRIVE}}} + f_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.5)$$

$$\text{amplitude}(t) = (A_{TO} - A_{FROM}) \sqrt{\frac{t}{t_{DRIVE}}} + A_{FROM}, \quad 0 \leq t \leq t_{DRIVE} \quad (1.6)$$

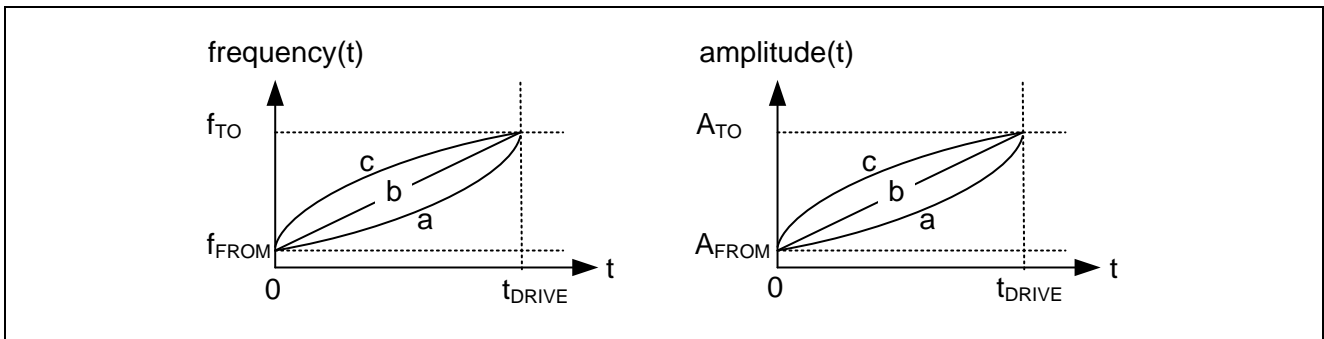


図 1.2 変調パターンのイメージ

1.4 デバイスでの周波数、振幅算出方法

式(1.1)～(1.6)の時間 t を測定する為、タイマ・アレイ・ユニット 0 のチャンネル 1 を使用し、

$$\frac{t}{t_{DRIVE}}$$

を、

$$1 - \frac{TCR01}{TDR01}$$

として周波数、振幅を計算します。

1.5 触覚刺激再現例

表 1.3、図 1.3 に本サンプルコードを使用し、押しボタンの押下、解放時の触覚刺激を模擬的に再現した D/A コンバータ出力波形を示します。

表 1.3 触覚刺激再現例の設定パラメータ

項目	押下時設定値	解放時設定値
f_{FROM}	100 Hz	300 Hz
f_{TO}	300 Hz	100 Hz
A_{FROM}	0 V	VDD V
A_{TO}	VDD V	0 V
t_{DRIVE}	100 ms	125 ms
変調パターン	a	a

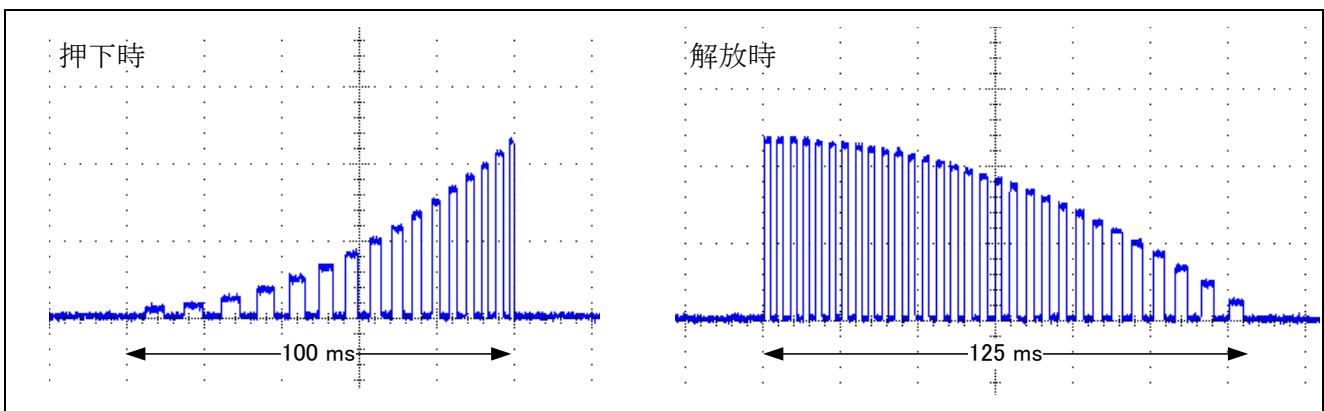


図 1.3 ボタン押下、解放時の触覚刺激再現波形

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おります。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G14 (R5F104PJA)
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 : 32MHz
動作電圧	5.0V LVD 動作 (V _{LVD}) : リセット・モード 2.75V
統合開発環境 (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V7.00.00
C コンパイラ (CS+)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.07.00

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例を示します。

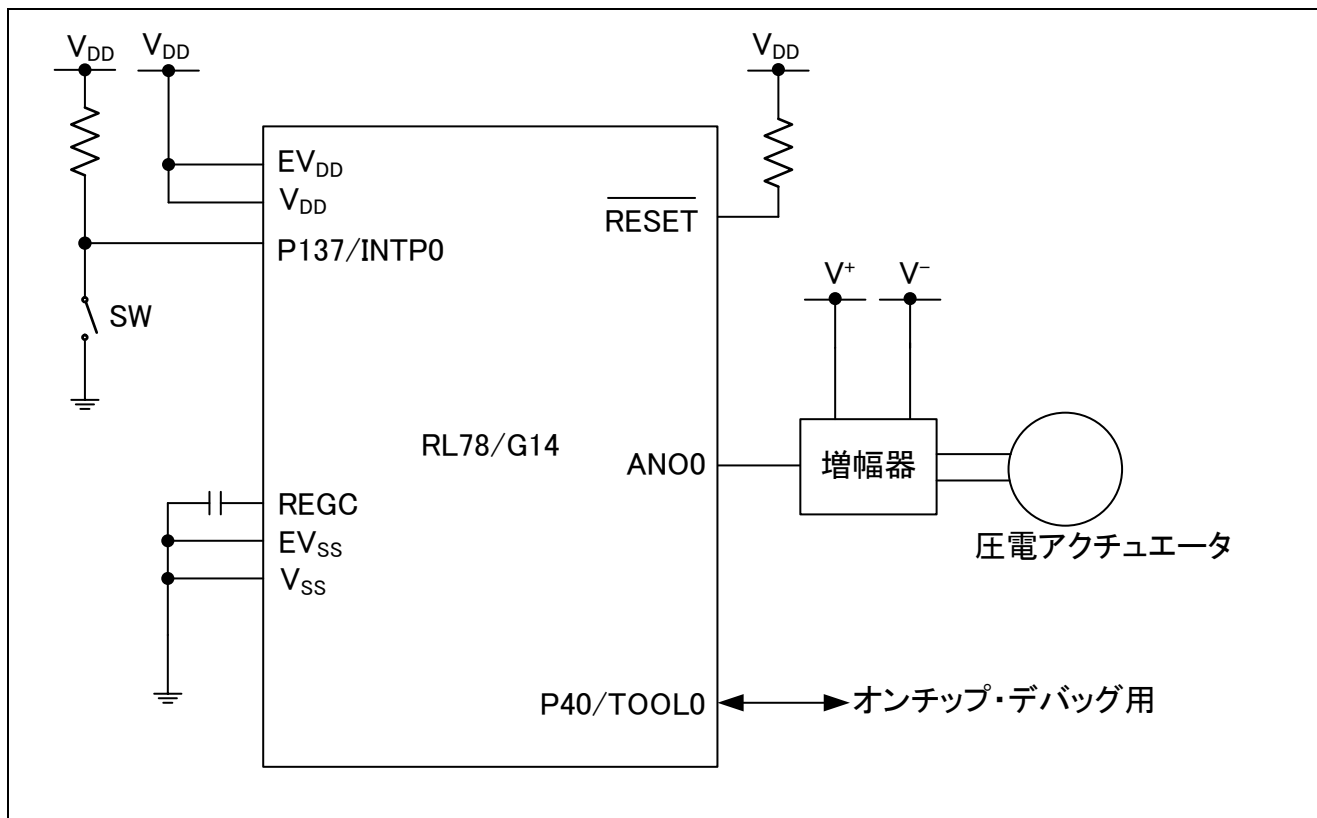


図 3.1 ハードウェア構成

- 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 VDD 又は VSS に接続して下さい)。
- 注意 2. EVSS で始まる名前の端子がある場合には VSS に、EVDD で始まる名前の端子がある場合には VDD にそれぞれ接続してください。
- 注意 3. VDD は LVD にて設定したリセット解除電圧 (VLVD) 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 (駆動波形出力要求信号の入力)
ANO0	出力	制御波形を出力

4. ソフトウェア説明

4.1 動作概要

本アプリケーションノートでは、初期設定(タイマ・アレイ・ユニット、D/A コンバータ、外部割り込み)を実施した後、STOP モードに移行します。

外部割り込みによって STOP モードから復帰し、圧電素子の制御波形を出力した後、再度 STOP モードに移行します。

① タイマ・アレイ・ユニットの初期設定を行います。

<チャンネル0の設定条件>

- タイマ動作モードはインターバル・タイマに設定します。
- タイマ・データ・レジスタは、初期値10msに設定します。
- タイマ出力許可レジスタは動作禁止に設定します。
- タイマ・チャンネル0のタイマ割り込み(INTTM00)を使用します。

<チャンネル1の設定条件>

- タイマ動作モードはインターバル・タイマに設定します。
- タイマ・データ・レジスタは、初期値1000msに設定します。
- タイマ出力許可レジスタは動作禁止に設定します。
- タイマ・チャンネル1のタイマ割り込み(INTTM01)を使用します。

② 外部割り込みの初期設定を行います。

<外部割り込みの設定条件>

- P137/INTP0端子を使用します。
- INTP0端子の有効エッジを両エッジに設定します。

③ D/A コンバータの初期設定を行います。

<D/A コンバータの設定条件>

- D/Aコンバータの動作モードを通常モードに設定します。
- D/A変換値設定レジスタは、初期値0に設定します

④ 外部割り込みを許可します。

⑤ マスカブル割り込みを許可します。

⑥ STOP モードに移行します。

⑦ 外部割り込みの発生で STOP モードから復帰します。

⑧ 入力エッジ方向を判別し、エッジ方向に応じて異なる波形パターンを出力します。

⑨ 波形の出力が完了した後、STOP モードに移行します。

以後、⑦-⑨を繰り返します。

4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 4.1 にオプション・バイトの設定一覧を示します。

表 4.1 オプション・バイト設定一覧

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	11101111B	ウォッチドッグ・タイマ動作禁止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	01111111B	LVD リセット・モード 検出電圧：立ち上がり2.81V/立ち下がり2.75V
000C2H/010C2H	11101000B	HS モード 高速オンチップ・オシレータ・クロック：32MHz
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

4.3 定数一覧

表 4.2 にサンプルプログラムで使用する定数を示します。

表 4.2 定数

定数名	設定値	内容
FREQ_TAU00	62500	TAU00のカウントソース周波数
FREQ_TAU01	62500	TAU01のカウントソース周波数
FREQ_OUTPUT_WAVE_MAX	1000	方形波出力周波数の最大値
FREQ_OUTPUT_WAVE_MIN	1	方形波出力周波数の最小値
TIME_OUTPUT_WAVE_MAX	1000	方形波の出力時間最大値
TIME_OUTPUT_WAVE_MIN	1	方形波の出力時間最小値
SW_ON	0	スイッチON時の入力レベル
SW_OFF	1	スイッチOFF時の入力レベル

4.4 変数一覧

表 4.3 にサンプルプログラムで使用する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
uint8_t	g_wave_output_enable	方形波を出力中であることを示す	r_main(), start_wave(), stop_wave(),
uint16_t	g_frequency_from	出力開始時の周波数	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),
uint16_t	g_frequency_to	出力終了時の周波数	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),
uint8_t	g_gain_from	出力開始時の振幅	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),
uint8_t	g_gain_to	出力終了時の振幅	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),
uint16_t	g_duration	方形波の出力時間	start_wave(),
uint8_t	g_transition_pattern	方形波の周波数、振幅変化パターン	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),
uint8_t	g_wave_toggle	方形波生成制御用変数	r_tau0_channel0_interrupt(), start_wave(),

4.5 関数一覧

表 4.4 にサンプルプログラムで使用する関数を示します。

表 4.4 関数

関数名	概要
main	メイン関数
R_MAIN_UserInit	メイン・ユーザ初期化関数
set_frequency	出力方形波周波数設定関数
set_duration	方形波出力時間設定関数
start_wave	方形波の出力開始関数
stop_wave	方形波出力時間設定関数
r_tau0_channel0_interrupt	TAU00割り込み
r_tau0_channel1_interrupt	TAU01割り込み
r_intc0_interrupt	INTC0割り込み

4.6 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	
概要	メイン関数
ヘッダ	—
宣言	—
説明	メイン・ユーザ初期設定関数を実行後、方形波を出力していない場合は STOP モードへ移行します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] R_MAIN_UserInit	
概要	メイン・ユーザ初期化関数
ヘッダ	—
宣言	static void R_MAIN_UserInit(void);
説明	EI 命令で割り込み許可にします。 その後 D/A コンバータの変換値を初期化し、D/A コンバータ動作開始に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] set_frequency	
概要	出力方形波周波数設定関数
ヘッダ	r_cg_timer.h
宣言	void set_frequency(uint16_t frequency);
説明	出力方形波の周波数を設定します。
引数	frequency 出力方形波周波数 (1 ~ 1000)
リターン値	なし
備考	出力周波数の単位は Hz です。

[関数名] set_duration	
概要	方形波出力時間設定関数
ヘッダ	r_cg_timer.h
宣言	void set_duration(uint16_t duration);
説明	方形波を出力する時間を設定します。
引数	duration 方形波出力時間 (1 ~ 1000)
リターン値	なし
備考	出力時間の単位は ms です。

[関数名] start_wave	
概要	方形波の出力開始関数
ヘッダ	r_cg_timer.h
宣言	void start_wave(uint16_t frequency_from, uint16_t frequency_to, uint16_t gain_from, uint16_t gain_to, uint16_t interval, uint16_t transition_pattern);
説明	周波数、振幅、出力時間を指定し、方形波の出力を開始します。
引数	frequency_from 方形波の出力開始時周波数 (1 ~ 1000)
	frequency_to 方形波の出力終了時周波数(1 ~ 1000)
	gain_from 方形波の出力開始時振幅 (0 ~ 255)
	gain_to 方形波の出力終了時振幅 (0 ~ 255)
	duration 方形波出力時間 (1 ~ 1000)
	transition_pattern 周波数、振幅変化パターン(LINEAR, SQUARE, SQUARE_ROOT)
リターン値	なし
備考	出力周波数の単位は Hz です。 出力時間の単位は ms です。

[関数名] stop_wave	
概要	方形波出力時間設定関数
ヘッダ	r_cg_timer.h
宣言	void stop_wave(void);
説明	方形波の出力を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_tau0_channel0_interrupt

概要	TAU00 割り込み
ヘッダ	なし
宣言	static void __near r_tau0_channel0_interrupt(void);
説明	TAU00 割り込みの割り込みハンドラです。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_tau0_channel1_interrupt

概要	TAU01 割り込み
ヘッダ	なし
宣言	static void __near r_tau0_channel1_interrupt(void);
説明	TAU01 割り込みの割り込みハンドラです。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_intc0_interrupt

概要	INTC0 割り込み
ヘッダ	なし
宣言	static void __near r_intc0_interrupt(void);
説明	INTC0 割り込みの割り込みハンドラです。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

4.7 フローチャート

4.7.1 全体フロー

図 4.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

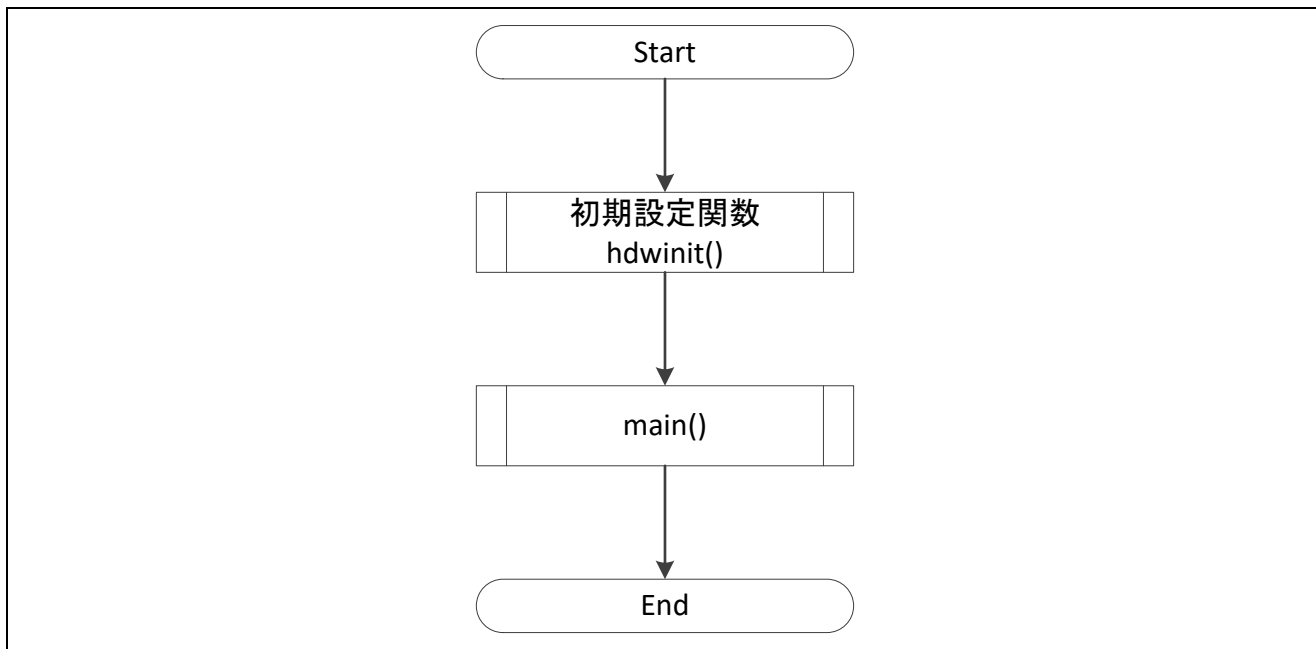


図 4.1 全体フロー

4.7.2 初期設定関数

図 4.2 に初期設定関数のフローチャートを示します。

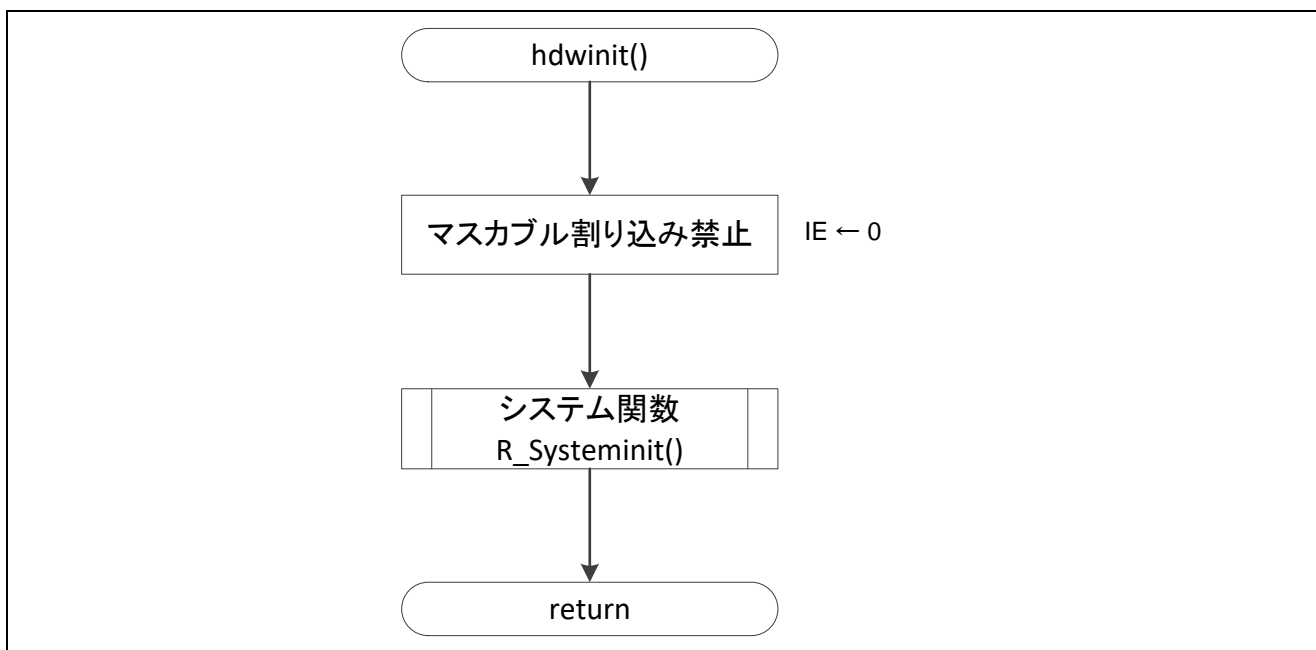


図 4.2 初期設定関数

4.7.3 周辺機能初期設定

図 4.3 に周辺機能初期設定関数のフローチャートを示します。

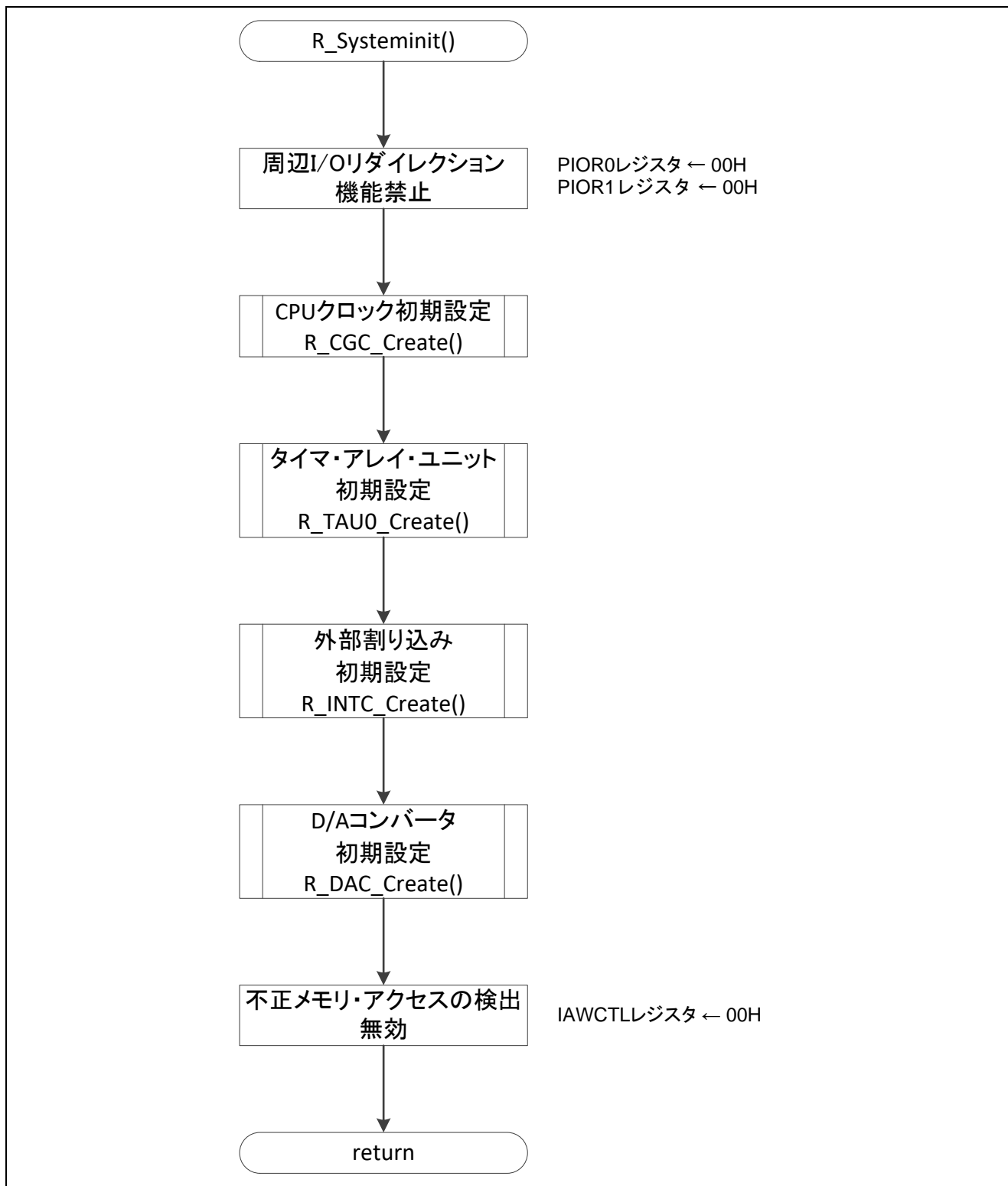


図 4.3 周辺機能初期設定関数

4.7.4 CPU クロックの初期設定

図 4.4 に CPU クロック初期設定関数のフローチャートを示します。

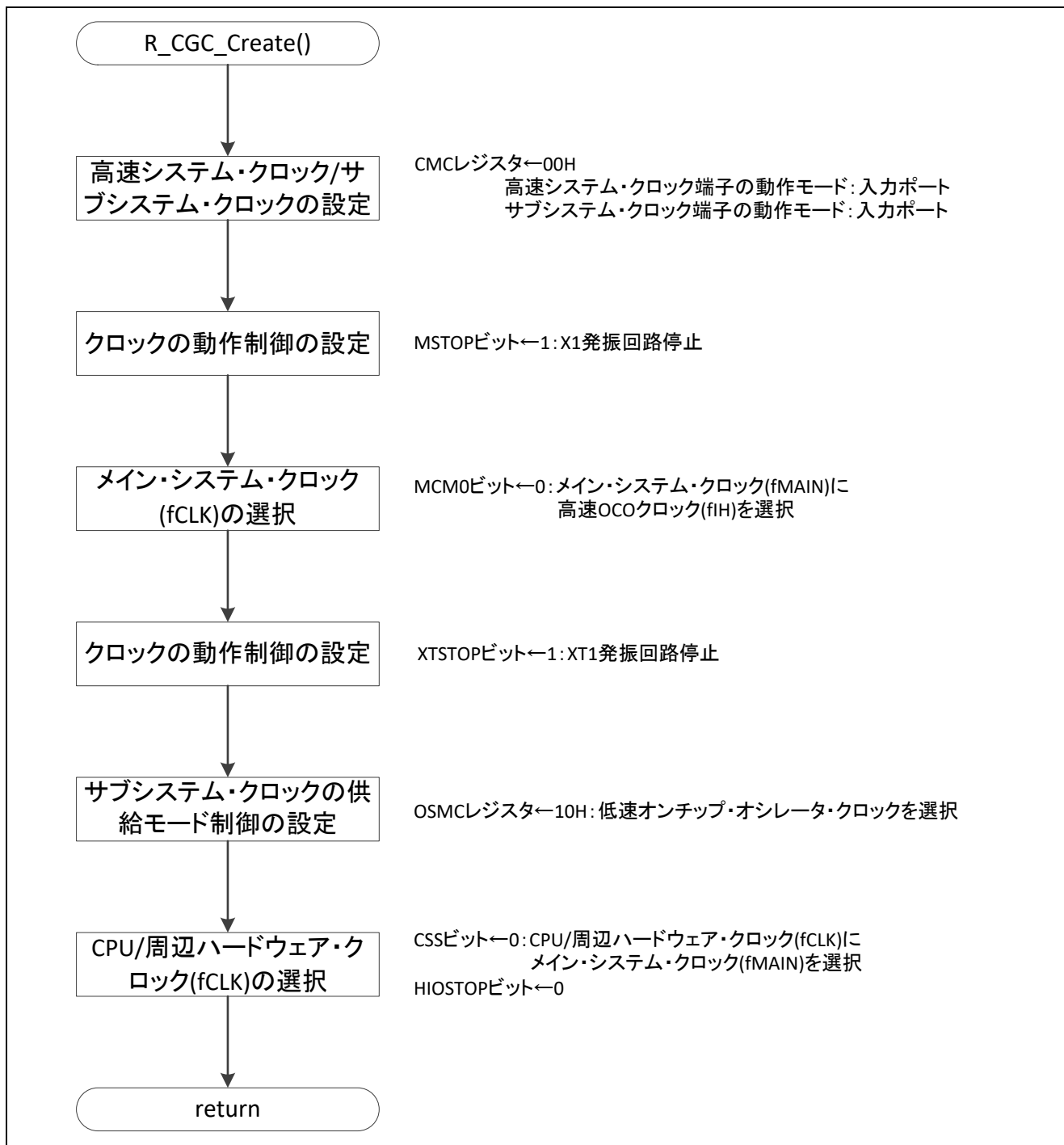


図 4.4 CPU クロック初期設定関数

X1、XT1 発振回路設定

・クロック動作モード制御レジスタ (CMC)

高速システム・クロック端子の動作モードを入力ポートに設定します。

サブシステム・クロック端子の動作モードを入力ポートに設定します。

略号 : CMC

7	6	5	4	3	2	1	0
EXCLK	OSCSEL	EXCLKS	OSCSELS	0	AMPHS1	AMPHS0	AMPH
0	0	0	0	0	0	0	0

ビット 7～6

EXCLK	OSCSEL	高速システム・クロック 端子の動作モード	X1/P121 端子	X2/EXCLK/P122 端子
0	0	入力ポート・モード	入力ポート	
0	1	X1 発振モード	水晶/セラミック発振子接続	
1	0	入力ポート・モード	入力ポート	
1	1	外部クロック入力モード	入力ポート	外部クロック入力

ビット 5～4

EXCLKS	OSCSELS	サブシステム・クロック 端子の動作モード	XT1/P123 端子	XT2/EXCLKS/P124 端子
0	0	入力ポート・モード	入力ポート	
0	1	XT1 発振モード	水晶振動子接続	
1	0	入力ポート・モード	入力ポート	
1	1	外部クロック入力モード	入力ポート	外部クロック入力

ビット 2～1

AMPHS1	AMPHS0	XT1 発振回路の発振モード選択
0	0	低消費発振 (デフォルト)
0	1	通常発振
1	0	超低消費発振
1	1	設定禁止

ビット 0

AMPH	X1 クロック発振周波数の制御
0	$1 \text{ MHz} \leq f_X \leq 10 \text{ MHz}$
1	$10 \text{ MHz} < f_X \leq 20 \text{ MHz}$

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

クロック動作の制御設定

- ・クロック動作ステータス制御レジスタ (CSC)
高速オンチップ・オシレータを動作します。
X1 発振回路と XT1 発振回路を停止します。

略号 : CSC

7	6	5	4	3	2	1	0
MSTOP	XTSTOP	0	0	0	0	0	HIOSTOP
1	1	0	0	0	0	0	0

ビット 7

MSTOP	高速システム・クロックの動作制御		
	X1 発振モード時	外部クロック入力モード時	入力ポート・モード時
0	X1 発振回路動作	EXCLK 端子からの外部クロック有効	入力ポート
1	X1 発振回路停止	EXCLK 端子からの外部クロック無効	

ビット 6

XTSTOP	サブシステム・クロックの動作制御		
	XT1 発振モード時	外部クロック入力モード時	入力ポート・モード時
0	XT1 発振回路動作	EXCLKS 端子からの外部クロック有効	入力ポート
1	XT1 発振回路停止	EXCLKS 端子からの外部クロック無効	

ビット 0

HIOSTOP	高速オンチップ・オシレータ・クロックの動作制御
0	高速オンチップ・オシレータ動作
1	高速オンチップ・オシレータ停止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

システム・クロック制御設定

・システム・クロック制御レジスタ (CKC)

CPU/周辺ハードウェア・クロックに高速オンチップ・オシレータ・クロックを選択します。

略号 : CKC

7	6	5	4	3	2	1	0
CLS	CSS	MCS	MCM0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

ビット 6

CSS	CPU/周辺ハードウェア・クロック (fCLK) の選択
0	メイン・システム・クロック (f _{MAIN})
1	サブシステム・クロック (f _{SUB})

ビット 4

MCM0	メイン・システム・クロック (f _{MAIN}) の動作制御
0	メイン・システム・クロック (f _{MAIN}) に高速オンチップ・オシレータ・クロック (f _{IH}) を選択
1	メイン・システム・クロック (f _{MAIN}) に高速システム・クロック (f _{MX}) を選択

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.5 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 4.5、図 4.6 にタイマ・アレイ・ユニット初期設定のフローチャートを示します。

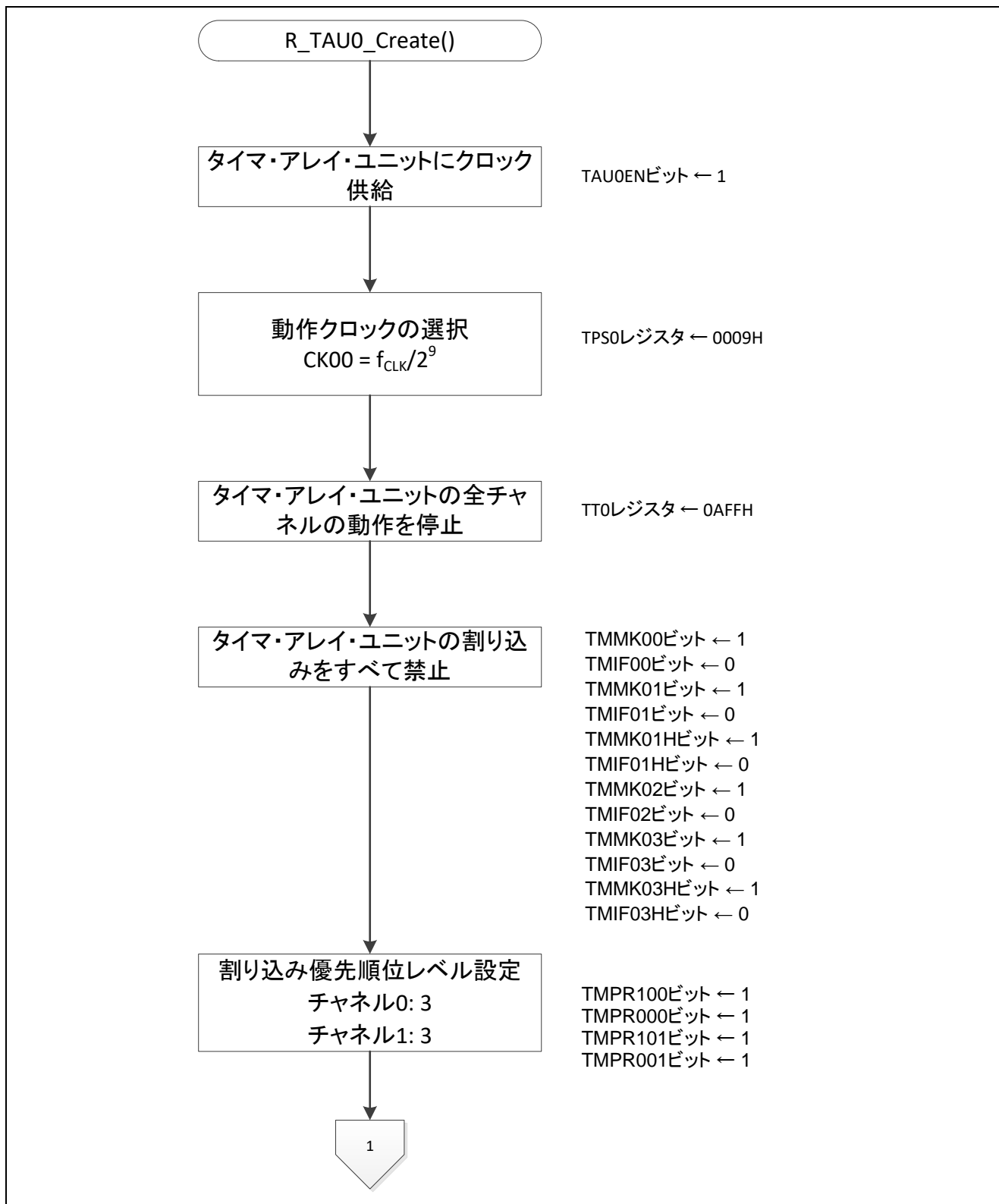


図 4.5 タイマ・アレイ・ユニット初期設定関数(1/2)

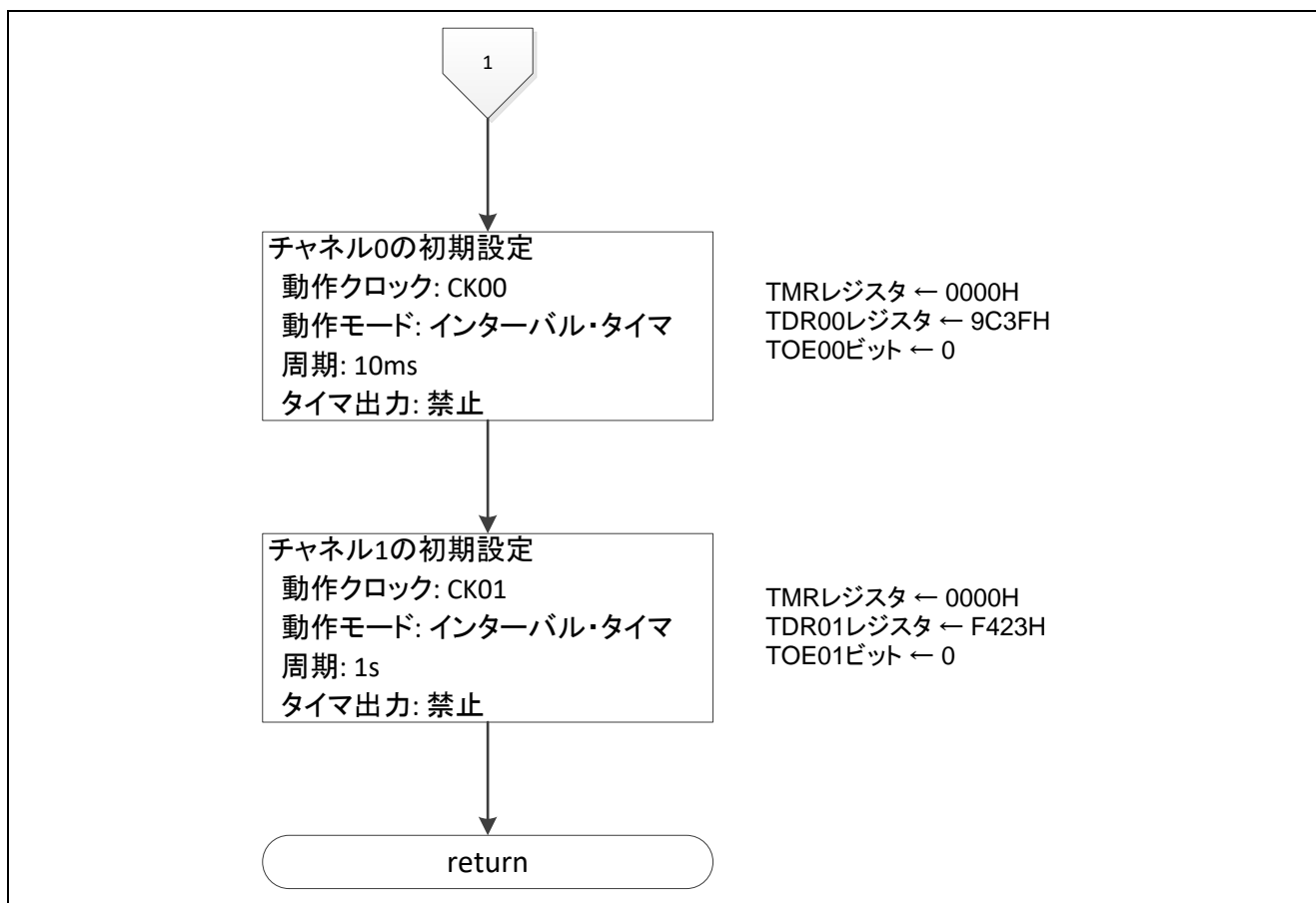


図 4.6 タイマ・アレイ・ユニット初期設定関数(2/2)

タイマ・アレイ・ユニットへのクロック供給開始

- ・周辺イネーブル・レジスタ 0(PER0)
タイマ・アレイ・ユニットへのクロック供給を開始します

略号 : PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
RTCEN	IICA1EN	ADCEN	IICA0EN	SAU1EN	SAU0EN	TAU1EN	TAU0EN
x	x	x	x	x	x	x	1

x : 変更しないビット

ビット 0

TAU0EN	タイマ・アレイ・ユニット 0 の入カクロックの制御
0	入カクロック供給停止
1	入カクロック供給

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

クロック周波数の設定

- ・タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0)
CK00 動作クロックを選択します

略号 : TPS0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	PRS 031	PRS 030	0	0	PRS 021	PRS 020	PRS 013	PRS 012	PRS 011	PRS 010	PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1

PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000	動作クロック (CK00) の選択					
				f_{CLK} = 2MHz	f_{CLK} = 5MHz	f_{CLK} = 10MHz	f_{CLK} = 20MHz	f_{CLK} = 32MHz	
0	0	0	0	f_{CLK}	2 MHz	4 MHz	8 MHz	20 MHz	32 MHz
0	0	0	1	$f_{CLK}/2$	1 MHz	2 MHz	4 MHz	10 MHz	16 MHz
0	0	1	0	$f_{CLK}/2^2$	500 kHz	1 MHz	2 MHz	5 MHz	8 MHz
0	0	1	1	$f_{CLK}/2^3$	250 kHz	500 kHz	1 MHz	2.5 MHz	4 MHz
0	1	0	0	$f_{CLK}/2^4$	125 kHz	250 kHz	500 kHz	1.25 MHz	2 MHz
0	1	0	1	$f_{CLK}/2^5$	62.5 kHz	125 kHz	250 kHz	625 kHz	1 MHz
0	1	1	0	$f_{CLK}/2^6$	31.3 kHz	62.5 kHz	125 kHz	313 kHz	500 kHz
0	1	1	1	$f_{CLK}/2^7$	15.6 kHz	31.3 kHz	62.5 kHz	156 kHz	250 kHz
1	0	0	0	$f_{CLK}/2^8$	7.81 kHz	15.6 kHz	31.3 kHz	78.1 kHz	125 kHz
1	0	0	1	$f_{CLK}/2^9$	3.91 kHz	7.81 kHz	15.6 kHz	39.1 kHz	62.5 kHz
1	0	1	0	$f_{CLK}/2^{10}$	1.95 kHz	3.91 kHz	7.81 kHz	19.5 kHz	31.25 kHz
1	0	1	1	$f_{CLK}/2^{11}$	977 Hz	1.95 kHz	3.91 kHz	9.77 kHz	15.6 kHz
1	1	0	0	$f_{CLK}/2^{12}$	488 Hz	977 Hz	1.95 kHz	4.88 kHz	7.81 kHz
1	1	0	1	$f_{CLK}/2^{13}$	244 Hz	488 Hz	977 Hz	2.44 kHz	3.91 kHz
1	1	1	0	$f_{CLK}/2^{14}$	122 Hz	244 Hz	488 Hz	1.22 kHz	1.95 kHz
1	1	1	1	$f_{CLK}/2^{15}$	61.0 Hz	122 Hz	244 Hz	610 Hz	977 Hz

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

チャンネルの停止制御

- ・ タイマ・チャンネル停止レジスタ 0 (TT0)
: カウント動作の停止をチャンネルごとに選択

略号: TT0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TT H03	0	TT H01	0	0	0	0	0	TT 03	TT 02	TT 01	TT 00
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1

ビット3

TT03	チャンネル3の停止トリガ
0	TE03 ビットを0にクリアし、カウント動作停止状態になる。
1	動作停止(停止トリガ発生)

ビット2

TT02	チャンネル2の停止トリガ
0	TE02 ビットを0にクリアし、カウント動作停止状態になる。
1	動作停止(停止トリガ発生)

ビット1

TT01	チャンネル1の停止トリガ
0	TE01 ビットを0にクリアし、カウント動作停止状態になる。
1	動作停止(停止トリガ発生)

ビット0

TT00	チャンネル0の停止トリガ
0	TE00 ビットを0にクリアし、カウント動作停止状態になる。
1	動作停止(停止トリガ発生)

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

チャンネル 0 の動作モードの設定

・タイマ・モード・レジスタ 00 (TMR00)

動作モードの選択、スタート・トリガの選択

動作クロックの選択

略号 : TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 001	CKS 000	0	CCS 00	0	STS 002	STS 001	STS 000	CIS 001	CIS 000	0	0	MD 003	MD 002	MD 001	MD 000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット 15—14

CKS001	CKS000	チャンネル 0 の動作クロック (fMCK) の選択
0	0	PRS レジスタで設定した動作クロック CK00
0	1	PRS レジスタで設定した動作クロック CK02
1	0	PRS レジスタで設定した動作クロック CK01
1	1	PRS レジスタで設定した動作クロック CK03

ビット 12

CCS00	チャンネル 0 のカウント・クロック (fTCLK) の選択
0	CKS000、CKS001 ビットで指定した動作クロック f_{MCK}
1	TI00 端子からの入力信号の有効エッジ

ビット 10—8

STS 002	STS 001	STS 000	チャンネル 0 のスタート・トリガ、キャプチャ・トリガの設定
0	0	0	ソフトウェア・トリガ・スタートのみ有効 (他のトリガ要因を非選択にする)
0	0	1	TI00 端子入力の有効エッジを、スタート・トリガ、 キャプチャ・トリガの両方に使用
0	1	0	TI00 端子入力の両エッジを、スタート・トリガと キャプチャ・トリガに分けて使用
1	0	0	マスタ・チャンネルの割り込み信号を使用 (連動動作機能のスレーブ・チャンネル時)
上記以外			設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

略号 : TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 001	CKS 000	0	CCS 00	0	STS 002	STS 001	STS 000	CIS 001	CIS 000	0	0	MD 003	MD 002	MD 001	MD 000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット 7—6

CIS 001	CIS 000	T100 端子の有効エッジ選択
0	0	立ち下がリエッジ
0	1	立ち上がリエッジ
1	0	両エッジ (ロウ・レベル幅測定時)
1	1	両エッジ (ハイ・レベル幅測定時)

ビット 3—0

MD 003	MD 002	MD 001	MD 000	チャンネル 0 の動作モードの設定
0	0	0	0	インターバル・タイマ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
			1	インターバル・タイマ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生する)
0	1	0	0	キャプチャ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
			1	キャプチャ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生する)
0	1	1	0	イベント・カウンタ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
1	0	0	0	ワンカウント・モード カウント動作中のスタート・トリガは無効とする
			1	ワンカウント・モード カウント動作中のスタート・トリガを有効とする
1	1	0	0	キャプチャ&ワンカウント・モード カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない カウント動作中のスタート・トリガは無効とする
上記以外				設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

チャンネル 1 の動作モード設定

- ・タイマ・モード・レジスタ(TMR01)
 - 動作モードの選択
 - 動作クロックの選択

略号 : TMR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 011	CKS 010	0	CCS 01	SPLIT 01	STS 012	STS 011	STS 010	CIS 011	CIS 010	0	0	MD 013	MD 012	MD 011	MD 010
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ビット 15—14

CKS011	CKS010	チャンネル 1 の動作クロック (fMCK) の選択
0	0	PRS レジスタで設定した動作クロック CK00
0	1	PRS レジスタで設定した動作クロック CK02
1	0	PRS レジスタで設定した動作クロック CK01
1	1	PRS レジスタで設定した動作クロック CK03

ビット 12

CCS01	チャンネル 1 のカウント・クロック (fCLK) の選択
0	CKS010、CKS011 ビットで指定した動作クロック f _{MCK}
1	TI01 端子からの入力信号の有効エッジ

ビット 11

SPLIT01	チャンネル 1 の 8 ビット・タイマ/16 ビット・タイマ動作の選択
0	16 ビット・タイマとして動作
1	8 ビット・タイマとして動作

ビット 10—8

STS 012	STS 011	STS 010	チャンネル 1 のスタート・トリガ、キャプチャ・トリガの設定
0	0	0	ソフトウェア・トリガ・スタートのみ有効 (他のトリガ要因を非選択にする)
0	0	1	TI01 端子入力の有効エッジを、スタート・トリガ、 キャプチャ・トリガの両方に使用
0	1	0	TI01 端子入力の両エッジを、スタート・トリガと キャプチャ・トリガに分けて使用
1	0	0	マスタ・チャンネルの割り込み信号を使用 (連動動作機能のスレーブ・チャンネル時)
上記以外			設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

略号 : TMR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 011	CKS 010	0	CCS 01	SPLIT 01	STS 012	STS 011	STS 010	CIS 011	CIS 010	0	0	MD 013	MD 012	MD 011	MD 010
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

ビット 7—6

CIS 011	CIS 010	TI01 端子の有効エッジ選択
0	0	立ち下がリエッジ
0	1	立ち上がリエッジ
1	0	両エッジ (ロウ・レベル幅測定時)
1	1	両エッジ (ハイ・レベル幅測定時)

ビット 3—0

MD 013	MD 012	MD 011	MD 010	チャンネル 1 の動作モードの設定
0	0	0	0	インターバル・タイマ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
			1	インターバル・タイマ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生する)
0	1	0	0	キャプチャ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
			1	キャプチャ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生する)
0	1	1	0	イベント・カウンタ・モード (カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない)
1	0	0	0	ワンカウント・モード カウント動作中のスタート・トリガは無効とする
			1	ワンカウント・モード カウント動作中のスタート・トリガを有効とする
1	1	0	0	キャプチャ&ワンカウント・モード カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない カウント動作中のスタート・トリガは無効とする
上記以外				設定禁止

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

タイマカウント値設定

- ・タイマ・データ・レジスタ(TDR00)

カウンタに“0270H”を設定し、10ms を測定します。

略号 : TDR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0

- ・タイマ・データ・レジスタ(TDR01)

カウンタに“F423H”を設定し、1000ms を測定します。

略号 : TDR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1

タイマ出力端子の出力値設定

- ・タイマ出力レジスタ(TO0)

各チャンネルのタイマ出力端子の出力値設定

略号 : TO0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TO07	TO06	TO05	TO04	TO03	TO02	TO01	TO00
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0

x : 変更しないビット

ビット 1—0

TO0n	チャンネル n のタイマ出力
0	タイマ出力値が “0”
1	タイマ出力値が “1”

タイマ出力許可設定

- ・タイマ出力許可レジスタ(TOE0)

各チャンネルのタイマ出力許可／禁止の値設定

略号：TOE0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOE 07	TOE 06	TOE 05	TOE 04	TOE 03	TOE 02	TOE 01	TOE 00
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0

x：変更しないビット

ビット 3—1

TOE0n	チャンネル n のタイマ出力許可／禁止
0	カウント動作による TO0n（タイマ・チャンネル出力ビット）の動作停止。 TO0n ビットへの書き込みが可能。 TO0n 端子がデータ出力機能となり、TO0n ビットに設定したレベルが TO01 端子から出力される。 TO0n 端子の出力レベルをソフトウェアで操作することができる。
1	カウント動作による TO0n（タイマ・チャンネル出力ビット）の動作許可。 TO0n ビットへの書き込み不可（書き込みが無視される）。 TO0n 端子がタイマ出力機能となり、タイマの動作によりセット／リセットされる。 TO0n 端子からタイマ動作に合わせた方形波出力や PWM 出力ができる。

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.6 外部割り込み初期設定関数

図 4.7 に外部割り込み初期設定のフローチャートを示します。

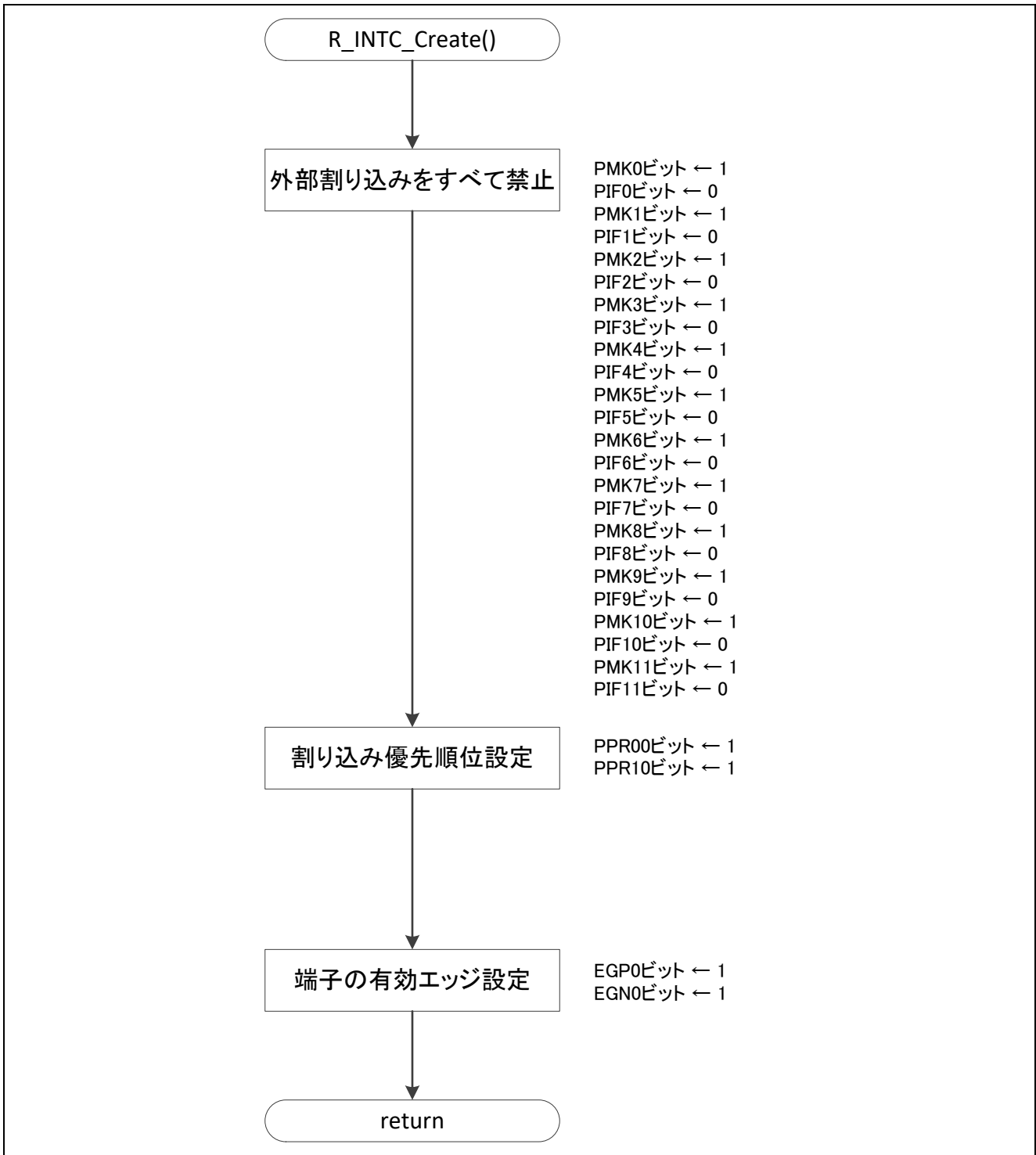


図 4.7 D/A 外部割り込み初期設定関数

端子有効エッジ選択

外部割り込み立ち上がりエッジ許可レジスタ(EGP0)

外部割り込み端子の有効エッジを選択

略号 : EGP0

7	6	5	4	3	2	1	0
EGP7	EGP6	EGP5	EGP4	EGP3	EGP2	EGP1	EGP0
0	0	0	0	0	0	0	1

略号 : EGN0

7	6	5	4	3	2	1	0
EGN7	EGN6	EGN5	EGN4	EGN3	EGN2	EGN1	EGN0
0	0	0	0	0	0	0	1

ビット 0

EGP0	EGN0	INTP0 端子の有効エッジの選択
0	0	エッジ検出禁止
0	1	立ち下がりエッジ
1	0	立ち上がりエッジ
1	1	立ち上がり, 立ち下がり の両エッジ

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.7 D/A コンバータ初期設定関数

図 4.8 に D/A コンバータ初期設定のフローチャートを示します。

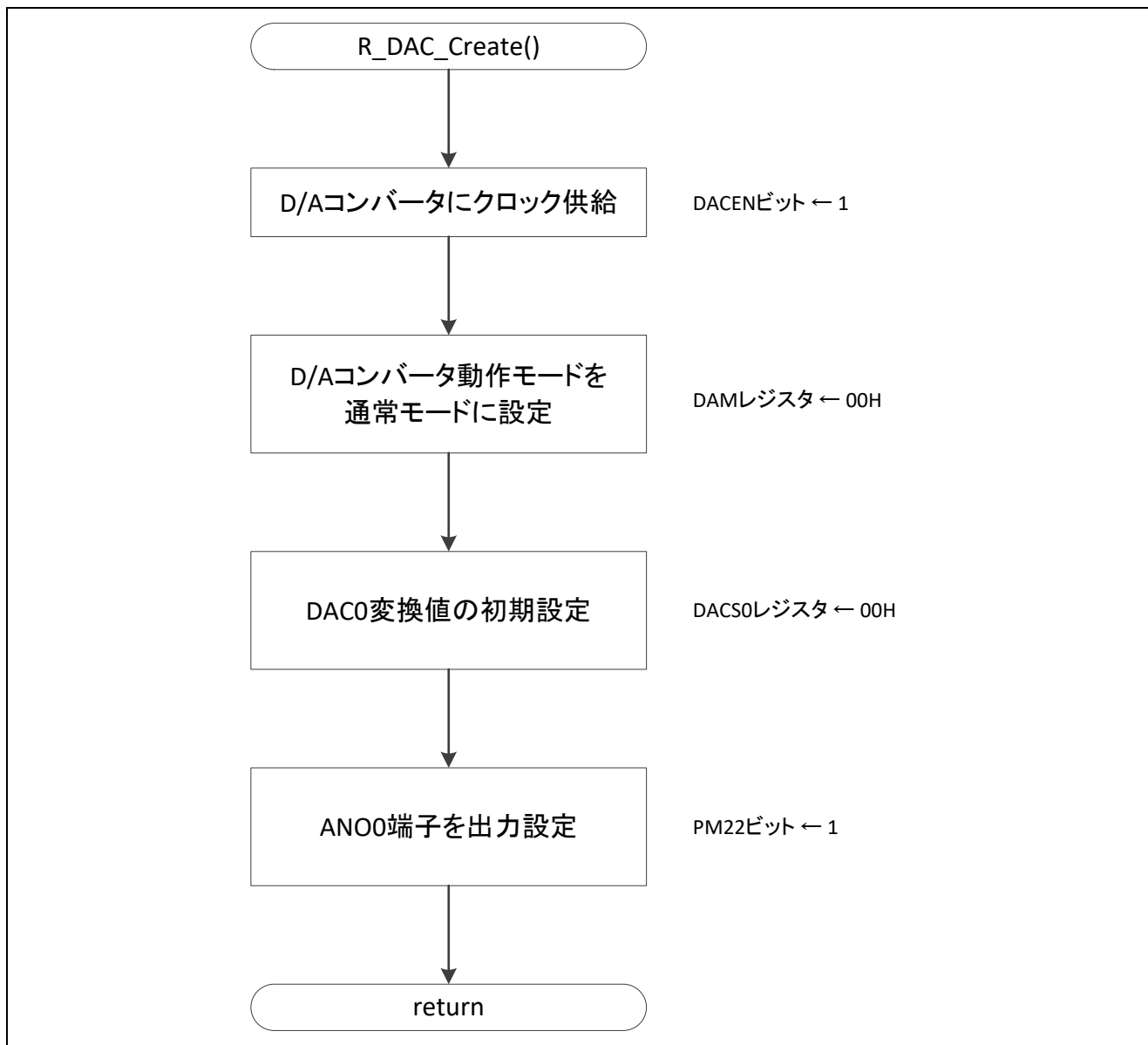


図 4.8 D/A コンバータ初期設定関数

D/A コンバータへのクロック供給許可

周辺イネーブル・レジスタ 1(PER1)

D/A コンバータへのクロック供給を開始します

略号 : PER1

7	6	5	4	3	2	1	0
DACEN	TRGEN	CMPEN	TRD0EN	DTCEN	0	0	TRJ0EN
1	x	x	x	x	x	x	x

x : 変更しないビット

ビット 7

DACEN	D/A コンバータの入カクロックの制御
0	入カクロック供給停止
1	入カクロック供給

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

D/A コンバータ動作モード設定

・ D/A コンバータ・モード・レジスタ(DAM)

動作モードを通常動作モードに設定

略号 : DAM

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	DACE1	DACE0	0	0	DAMD1	DAMD0
0	0	0	0	0	0	0	0

ビット 0

DAMD0	D/A コンバータの動作モードの選択
0	通常動作モード
1	リアルタイム出力モード

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

DAC0 変換値を初期化

・ D/A 変換値設定レジスタ 0(DACS0)

D/A 変換値に“00H”を設定

略号 : DACS0

7	6	5	4	3	2	1	0
DACS07	DACS06	DACS05	DACS04	DACS03	DACS02	DACS01	DACS00
0	0	0	0	0	0	0	0

D/A コンバータのアナログ出力電圧(VANO0)は、次のようになります。

$$VANO0 = \text{D/A コンバータ用基準電圧} \times (\text{DACS0}) / 256$$

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

ANO0 端子機能設定

- ・ポート・モード・レジスタ 2(PM2)

ANO0 端子を D/A コンバータのアナログ出力として設定します

略号 : PM2

7	6	5	4	3	2	1	0
PM27	PM26	PM25	PM24	PM23	PM22	PM21	PM20
x	x	x	x	x	1	x	x

x : 変更しないビット

ビット 2

PM22	D/A コンバータの動作モードの選択
0	出力モード(出力バッファ・オン)
1	入力モード(出力バッファ・オフ)

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.8 メイン処理

図 4.9 にメイン処理のフローチャートを示します。

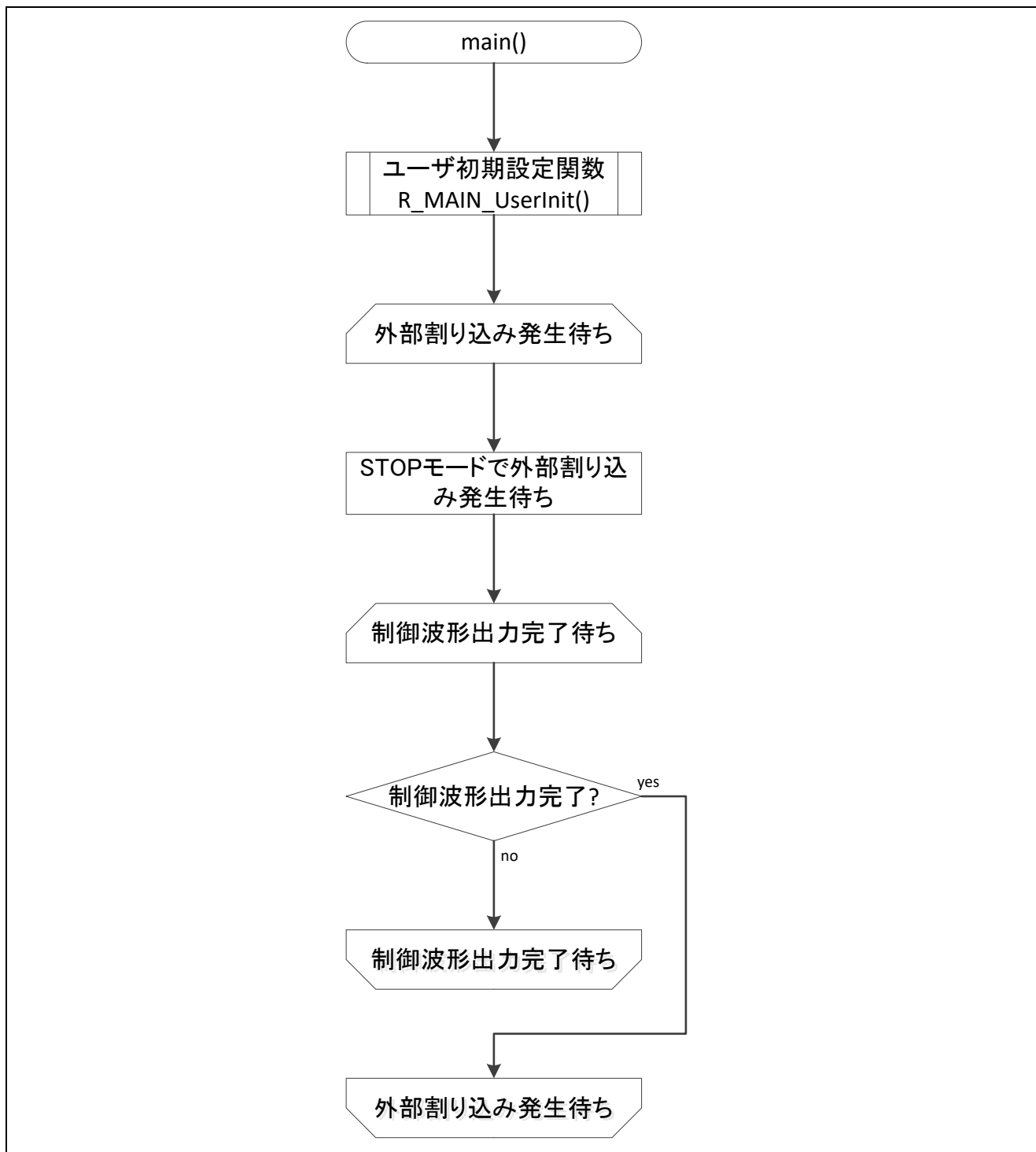


図 4.9 メイン処理

4.7.9 ユーザ初期設定関数

図 4.10 にユーザ初期設定関数のフローチャートを示します。

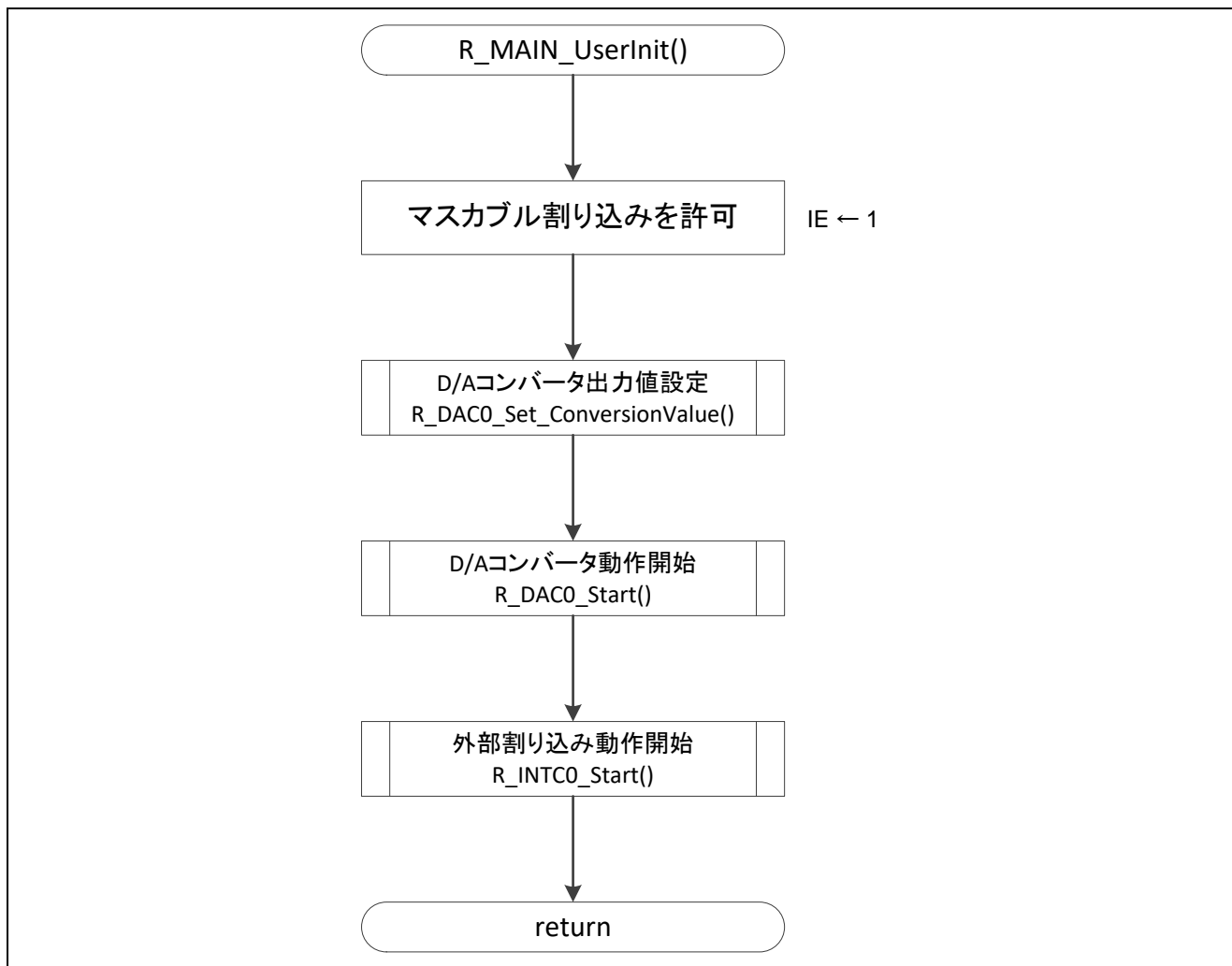


図 4.10 ユーザ初期設定関数

4.7.10 外部割り込み動作開始設定

図 4.11 に外部割り込み動作開始設定関数のフローチャートを示します。

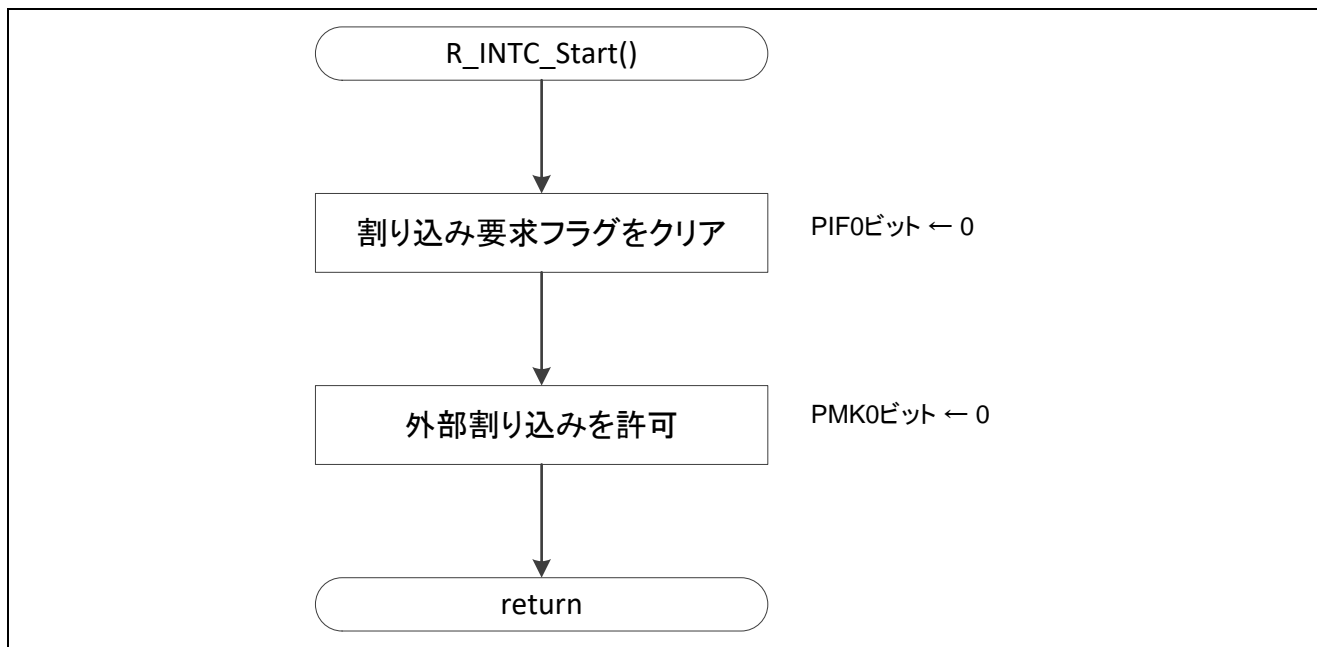


図 4.11 外部割り込み動作開始設定関数

4.7.11 D/A コンバータ出力値設定関数

図 4.12 に D/A コンバータ出力値設定関数のフローチャートを示します。

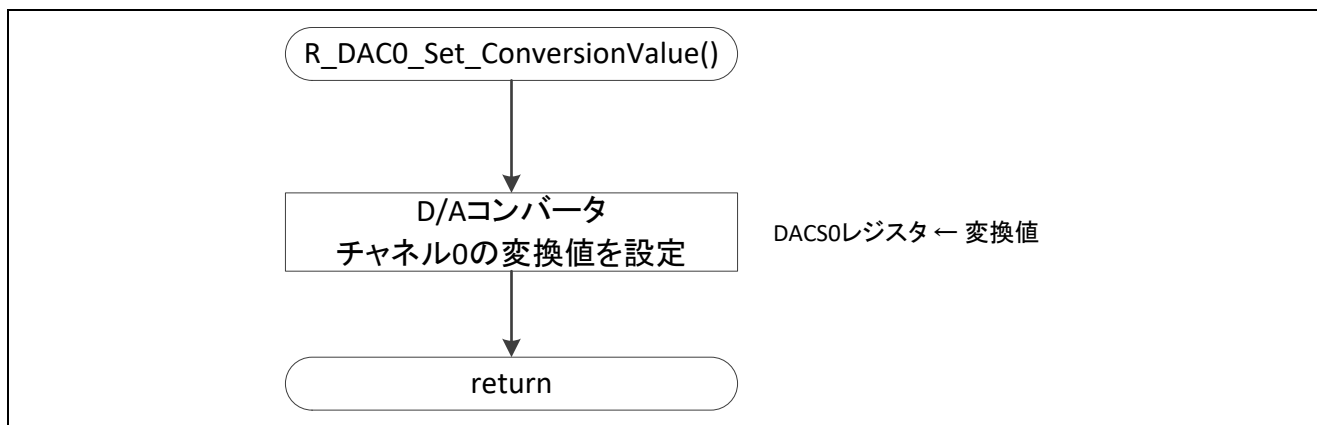


図 4.12 D/A コンバータ出力値設定関数

4.7.12 D/A コンバータ動作開始関数

図 4.13 に D/A コンバータ動作開始関数のフローチャートを示します。

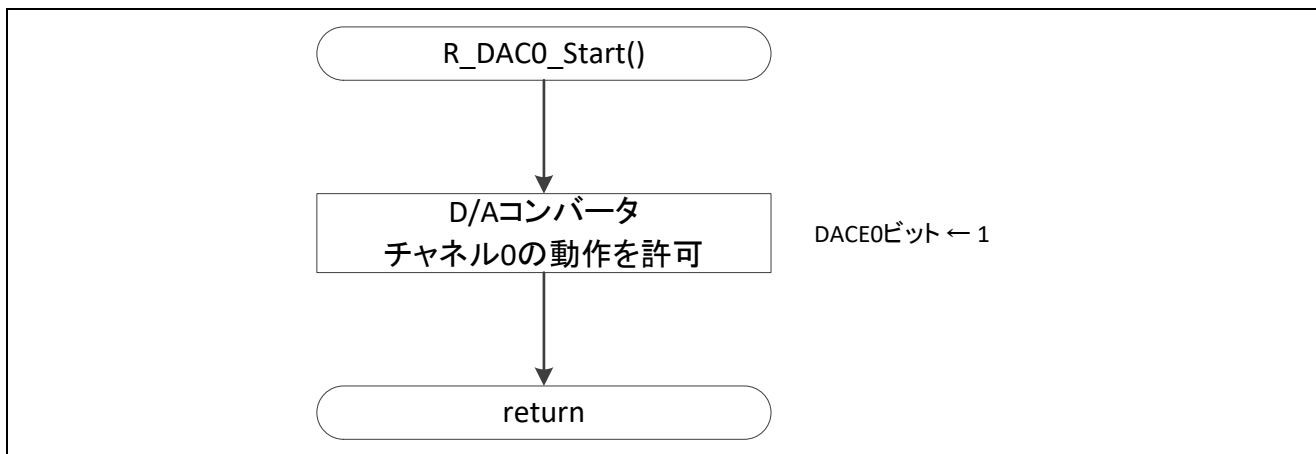


図 4.13 D/A コンバータ動作開始関数

D/A 変換動作許可

- D/A コンバータ・モード・レジスタ(DAM)
D/A 変換動作を許可に設定

略号 : DAM

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	DACE1	DACE0	0	0	DAMD1	DAMD0
x	x	x	1	x	x	x	x

x : 変更しないビット

ビット 4

DACE0	D/A コンバータの変換動作の制御
0	D/A 変換動作停止
1	D/A 変換動作許可

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.13 INTC0 割り込み

図 4.12 に INTC0 割り込み関数のフローチャートを示します。

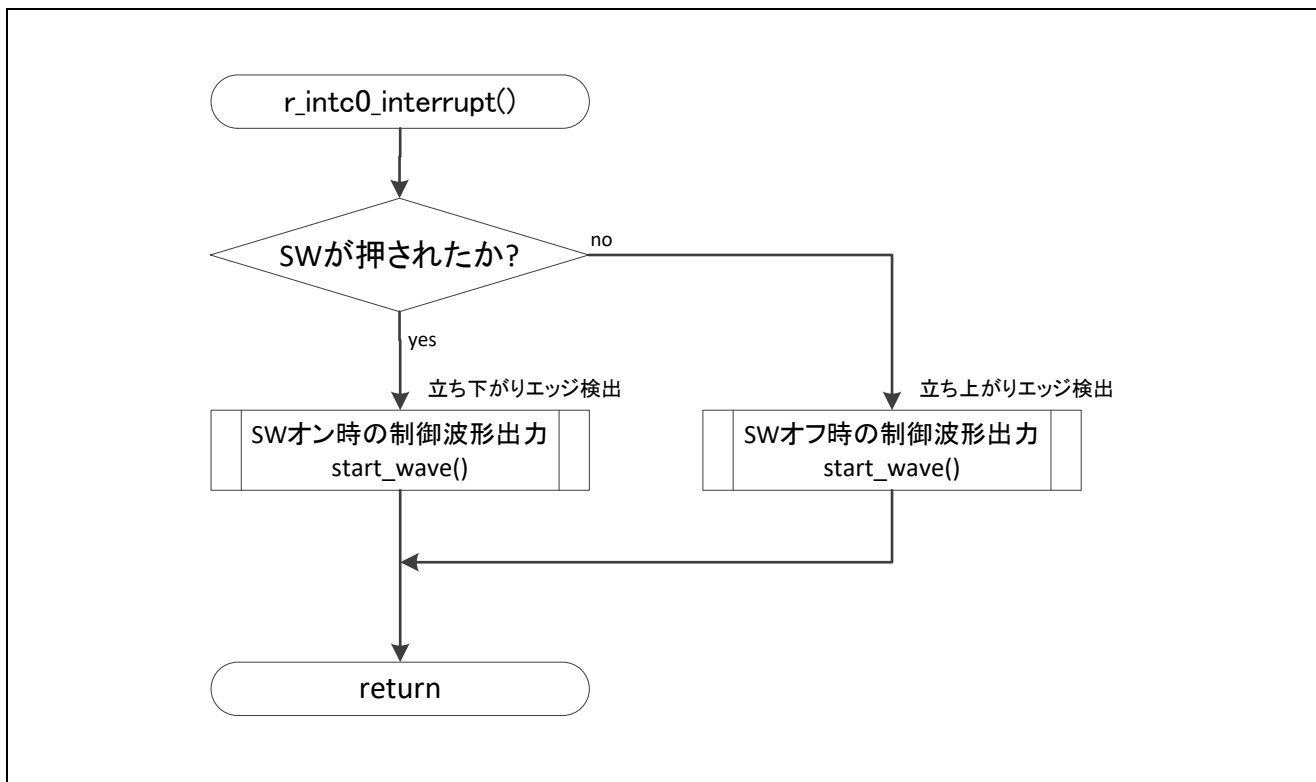


図 4.14 INTC0 割り込み関数

4.7.14 駆動波形出力設定関数

図 4.15 に駆動波形出力設定関数のフローチャートを示します。

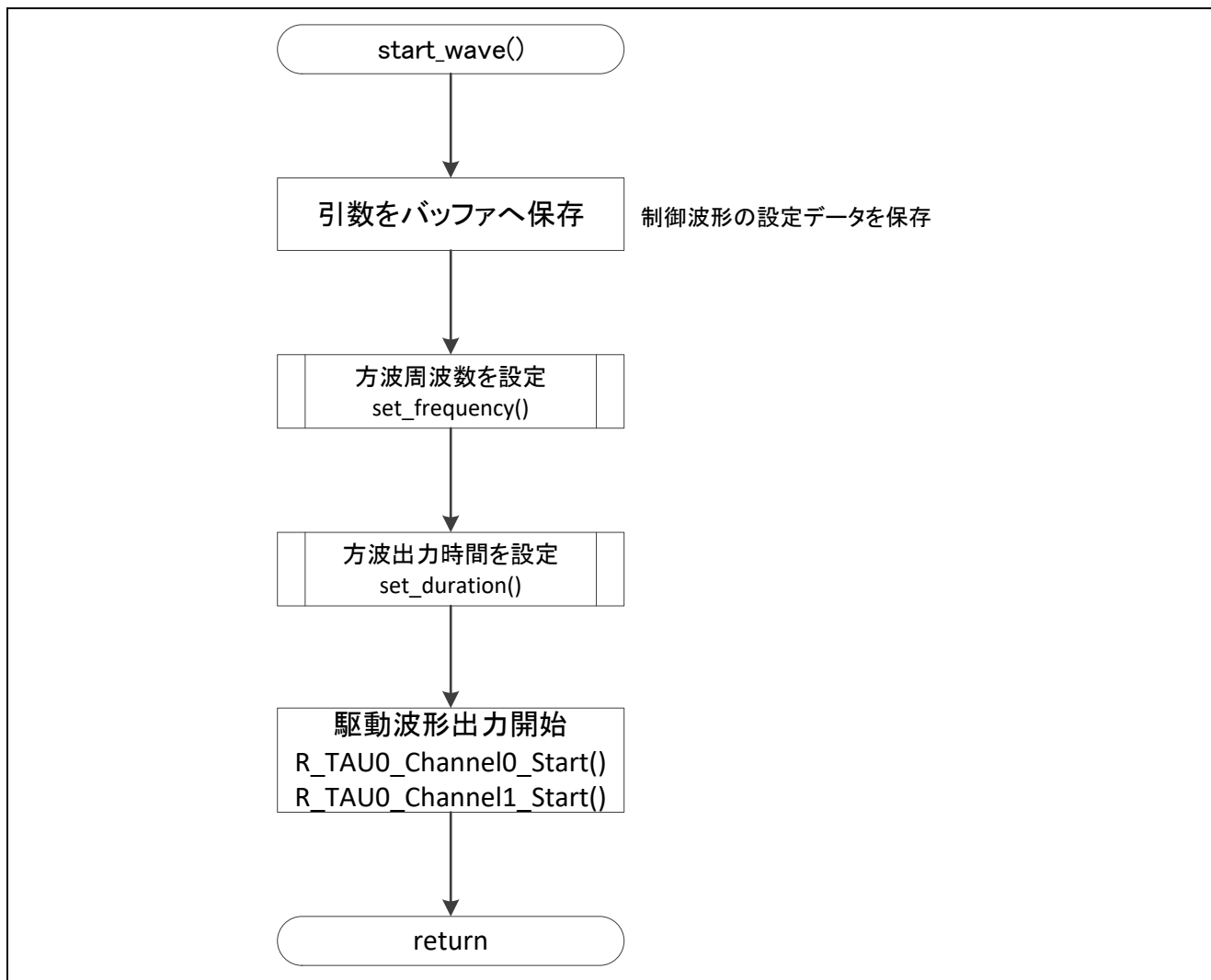


図 4.15 駆動波形出力設定関数

4.7.15 駆動波形周波数設定関数

図 4.16 に駆動波形周波数設定関数のフローチャートを示します。

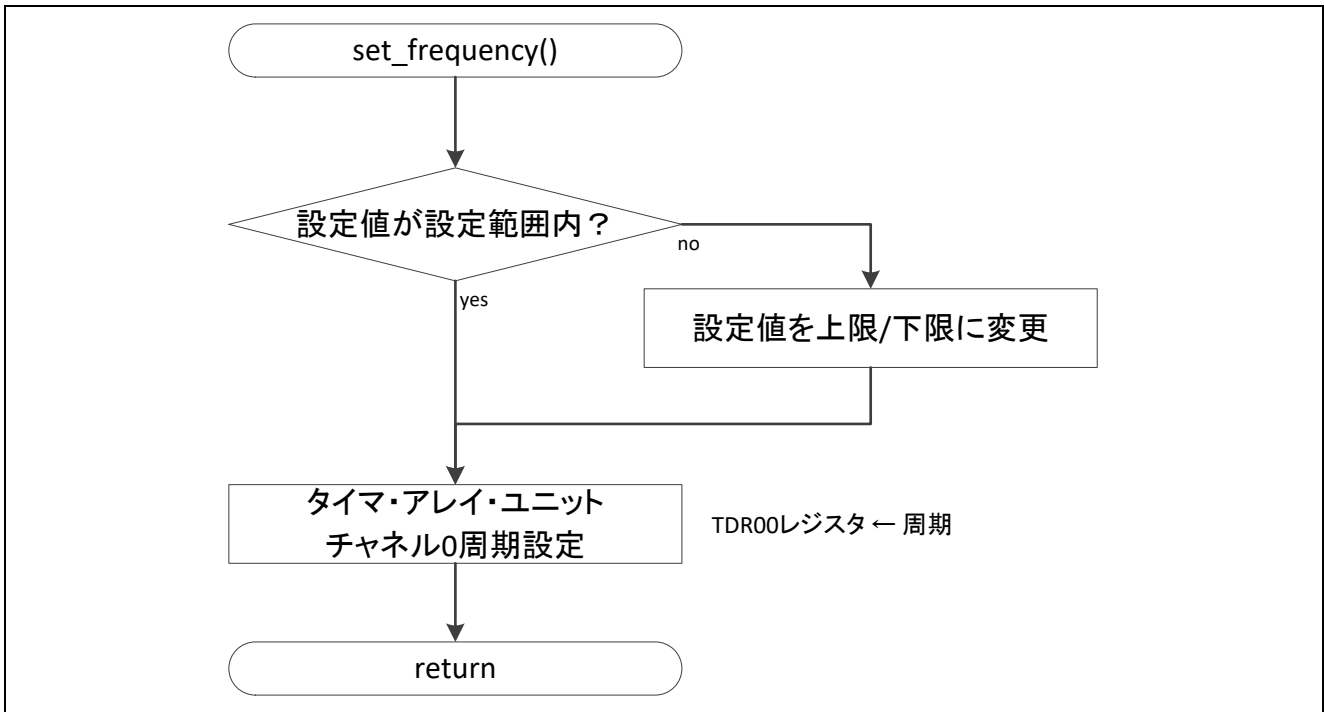


図 4.16 駆動波形周波数設定関数

4.7.16 駆動波形出力時間設定関数

図 4.17 に駆動波形出力時間設定関数のフローチャートを示します。

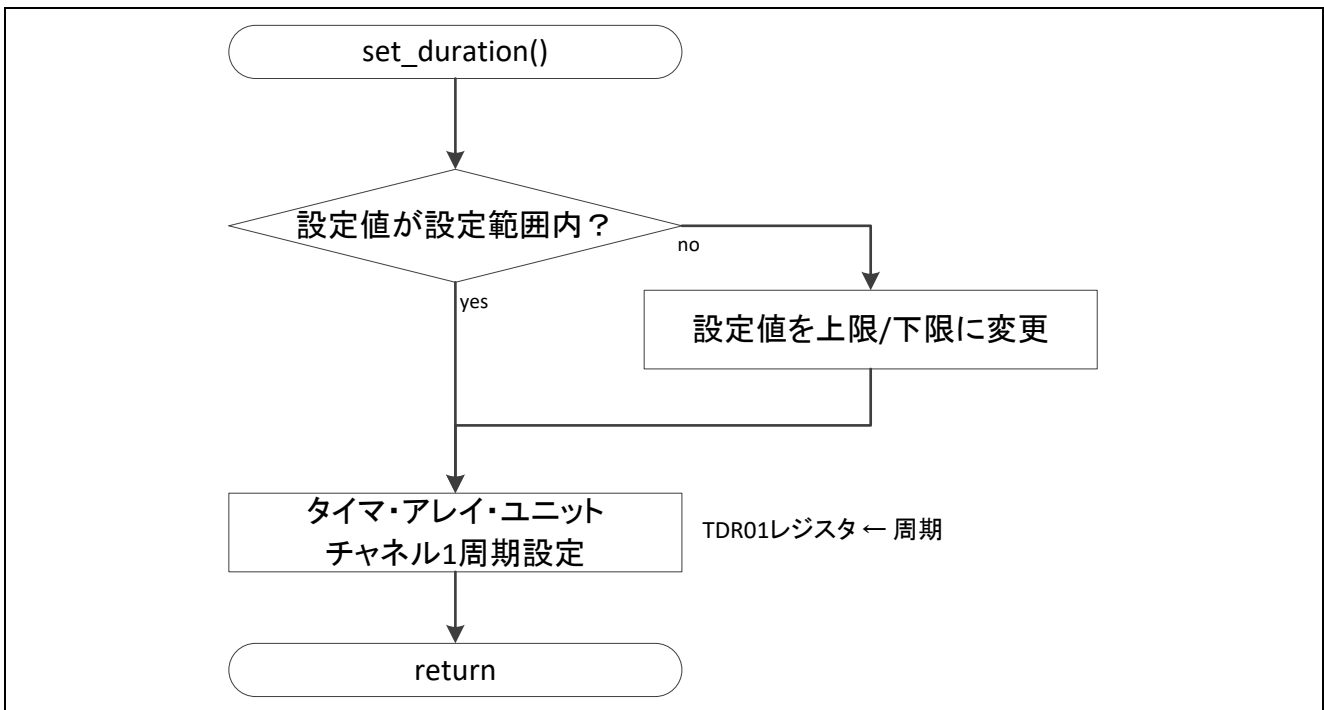


図 4.17 駆動波形出力時間設定関数

4.7.17 TAU00 動作開始関数

図 4.18 に TAU00 動作開始関数のフローチャートを示します。

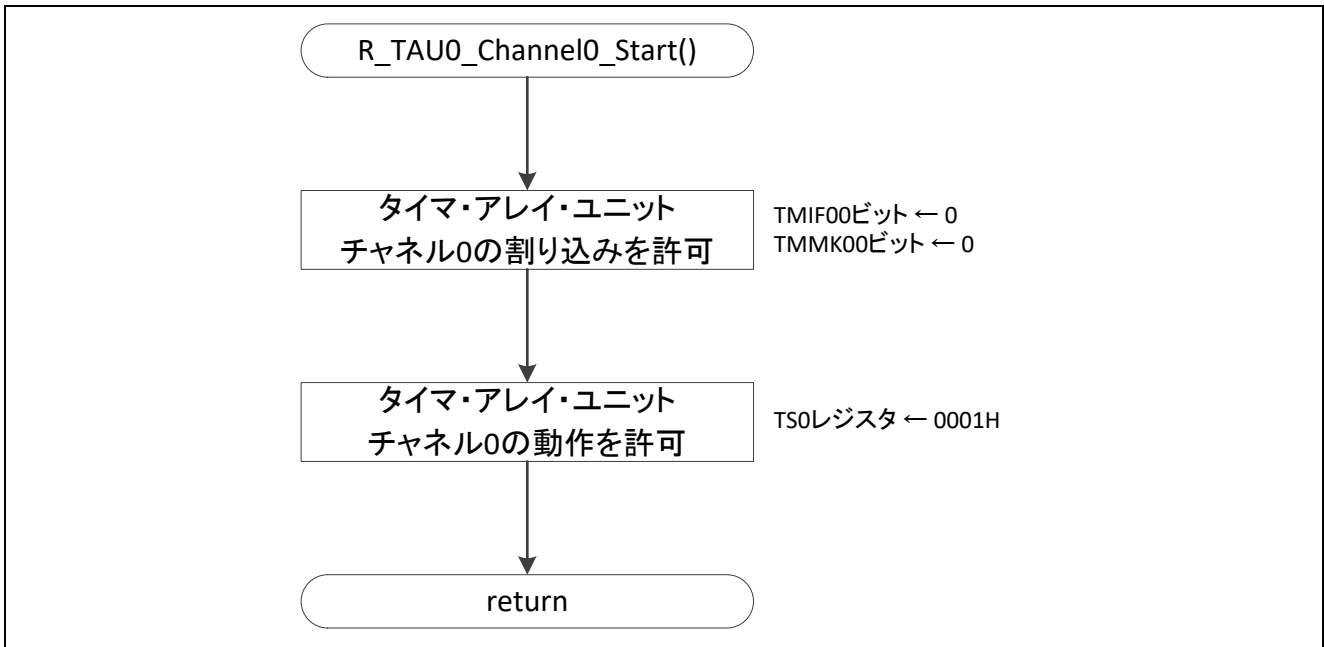


図 4.18 TAU00 動作開始関数

チャンネルの動作許可制御

- ・タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
: チャンネル 0 の動作を開始

略号: TS0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TS H03	0	TS H01	0	0	0	0	0	TS 03	TS 02	TS 01	TS 00
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	1

x: 変更しないビット

ビット 0

TS00	チャンネル 0 の動作許可トリガ
0	トリガ動作しない
1	TE00 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる

注意 レジスタ設定の詳細については、RL78/G14 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。

4.7.18 TAU01 動作開始関数

図 4.19 に TAU01 動作開始関数のフローチャートを示します。

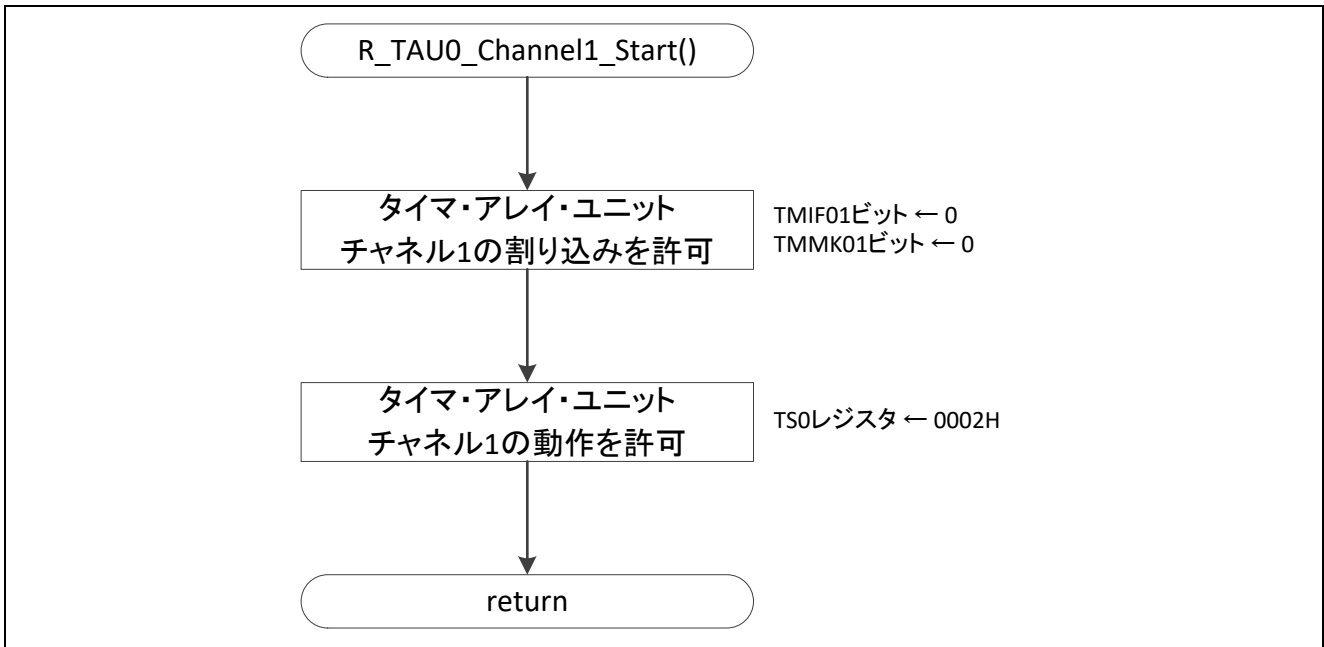


図 4.19 TAU01 動作開始関数

4.7.19 TAU00 割り込み

図 4.20 に TAU00 割り込み関数のフローチャートを示します。

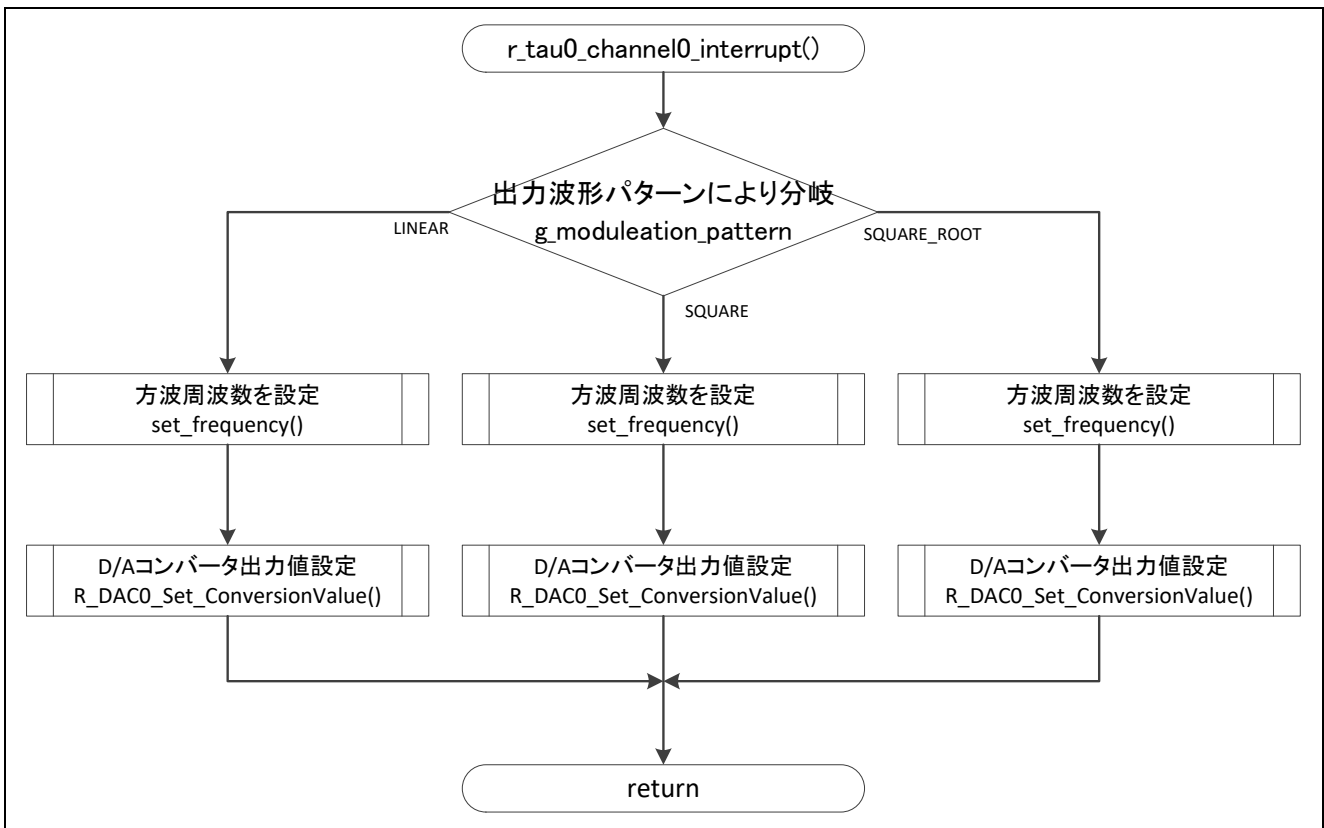


図 4.20 TAU00 割り込み関数

4.7.20 TAU01 割り込み

図 4.21 に TAU01 割り込み関数のフローチャートを示します。

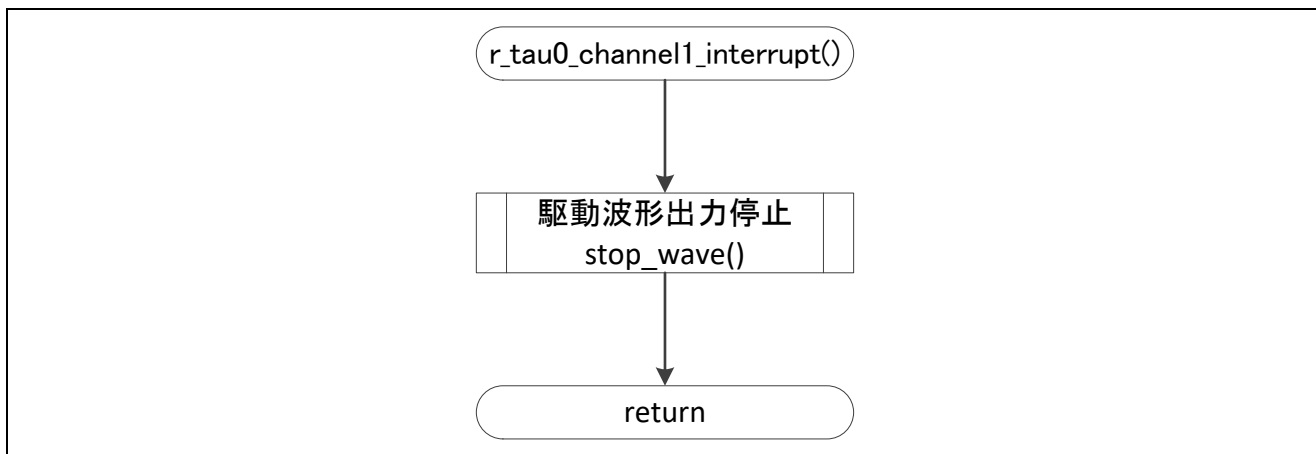


図 4.21 TAU01 割り込み関数

4.7.21 駆動波形出力停止関数

図 4.22 に駆動波形出力停止関数のフローチャートを示します。

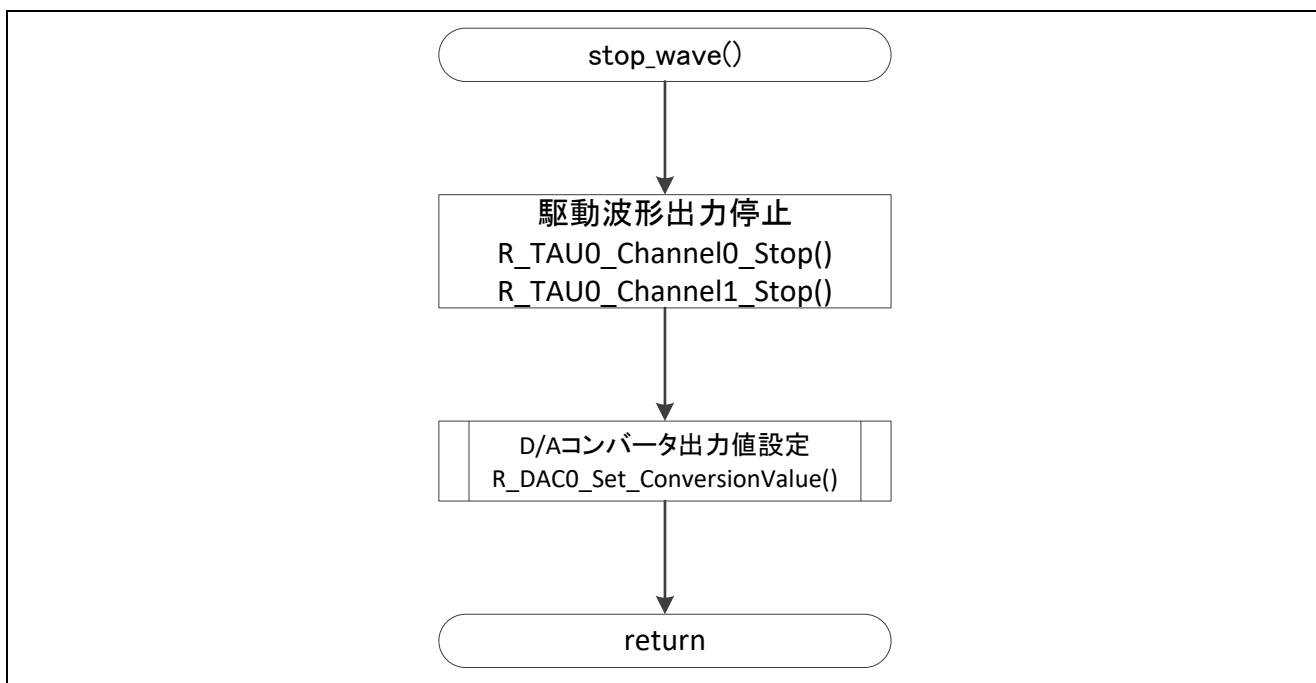


図 4.22 駆動波形出力停止関数

4.7.22 TAU00 動作停止関数

図 4.23 に TAU00 動作停止関数のフローチャートを示します。

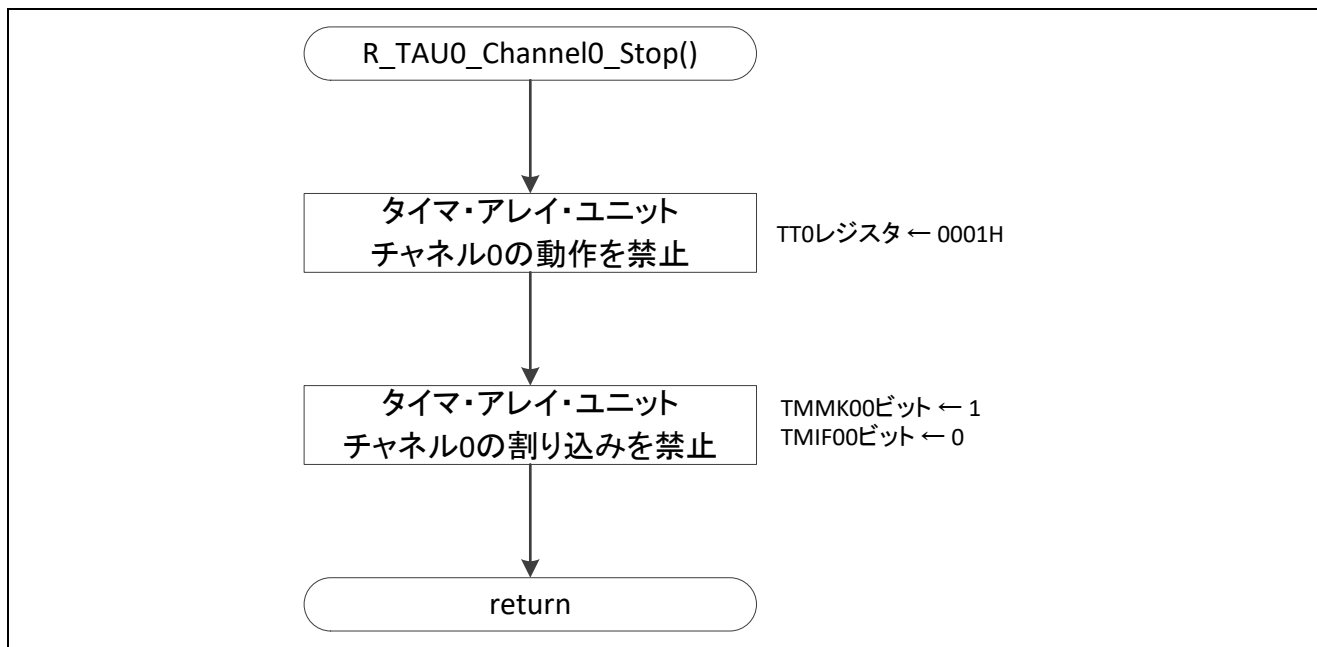


図 4.23 TAU00 動作停止関数

4.7.23 TAU01 動作停止関数

図 4.24 に TAU01 動作停止関数のフローチャートを示します。

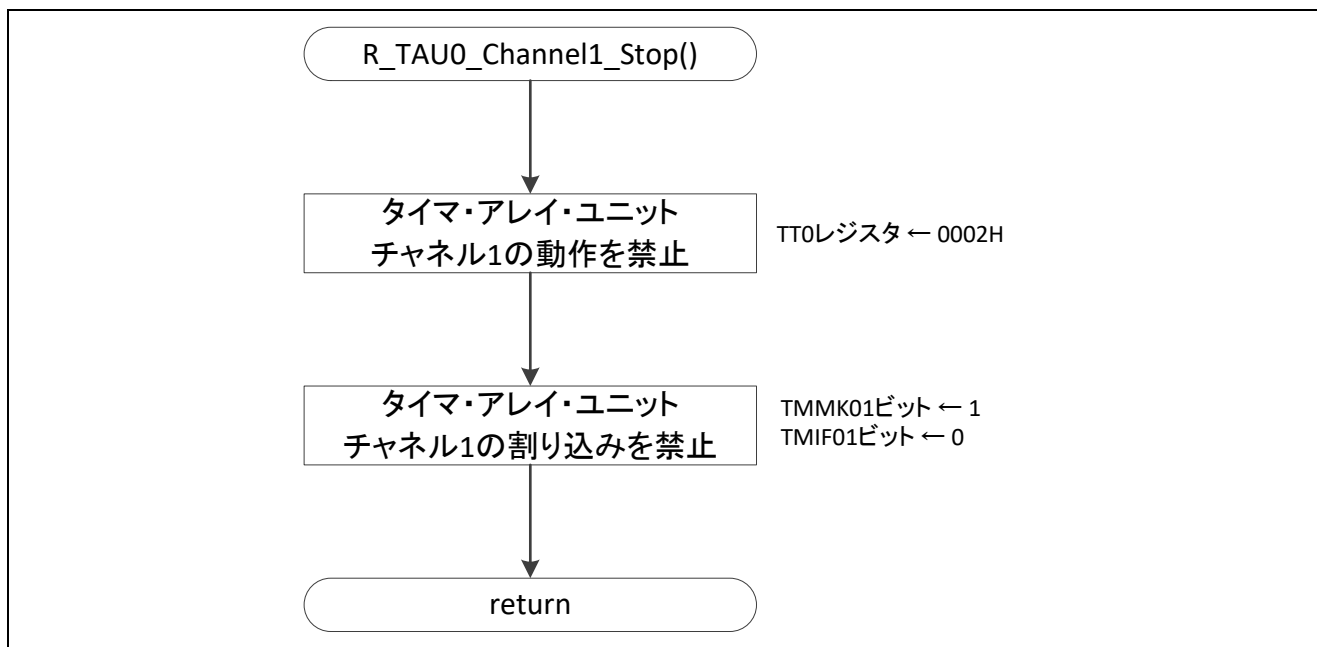


図 4.24 TAU01 動作停止関数

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。

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/>

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	2018.12.17	—	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。

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うと、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。お客様の機器・システムの設計において、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、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、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。
5. 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。

6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 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。
10. 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。
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禁じます。
12. 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.4.0-1 2017.11)



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 エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレシア）

■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：<https://www.renesas.com/contact/>