

RL78/G11

R01AN4465JJ0100

LED シーリングライトの自動明るさ調整

Rev.1.00

2019.01.28

要旨

本アプリケーションノートでは、LED シーリングライトの明るさを自動で調整する方法を説明します。本アプリケーションノートでは、フォトトランジスタを利用して照度を計測し、RL78/G11 のタイマ KB0 を使用して LED の光量を制御します。

動作確認デバイス

RL78/G11

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 フォトトランジスタ	4
2. 動作確認条件.....	5
3. 関連アプリケーションノート	5
4. ハードウェア説明.....	6
4.1 ハードウェア構成	6
4.2 使用端子一覧.....	6
5. ソフトウェア説明.....	7
5.1 動作概要	7
5.2 オプション・バイトの設定一覧.....	9
5.3 定数一覧.....	9
5.4 変数一覧.....	9
5.5 関数一覧.....	10
5.6 関数仕様.....	10
5.7 フローチャート	14
5.7.1 全体フロー	14
5.7.2 初期設定関数.....	14
5.7.3 周辺機能初期設定	15
5.7.4 CPU クロック初期設定.....	16
5.7.5 タイマ KB0 の初期設定.....	17
5.7.6 D/A コンバータの初期設定	18
5.7.7 プログラマブル・ゲイン・アンプの初期設定.....	18
5.7.8 コンパレータ 0 の初期設定.....	19
5.7.9 タイマ・アレイ・ユニットの初期設定.....	20
5.7.10 12 ビット・インターバル・タイマの初期設定.....	21
5.7.11 A/D コンバータの初期設定	22
5.7.12 外部割り込みの初期設定	23
5.7.13 メイン処理	24
5.7.14 メイン初期化処理	25
5.7.15 D/A コンバータ動作開始.....	25
5.7.16 PGA 動作開始	25
5.7.17 コンパレータ 0 動作開始	26
5.7.18 外部割り込み動作開始	26
5.7.19 タイマ・アレイ・ユニット動作開始	27
5.7.20 タイマ KB0 動作開始	27
5.7.21 INTR1 の外部割り込み関数	28
5.7.22 タイマ KB0 動作停止	29
5.7.23 タイマ・アレイ・ユニットの割り込み関数	30
5.7.24 A/D コンバータの動作開始	31
5.7.25 A/D コンバータ変換結果取得.....	31
5.7.26 A/D コンバータ動作停止.....	32

6. サンプルコード33

7. 参考ドキュメント.....33

1. 仕様

本アプリケーションでは、フォトトランジスタを利用して照度を測定し、RL78/G11 のタイマ KB0 を使用して LED の光量を一定に保ちます。

図 1.1 にシステム構成概要を示します。

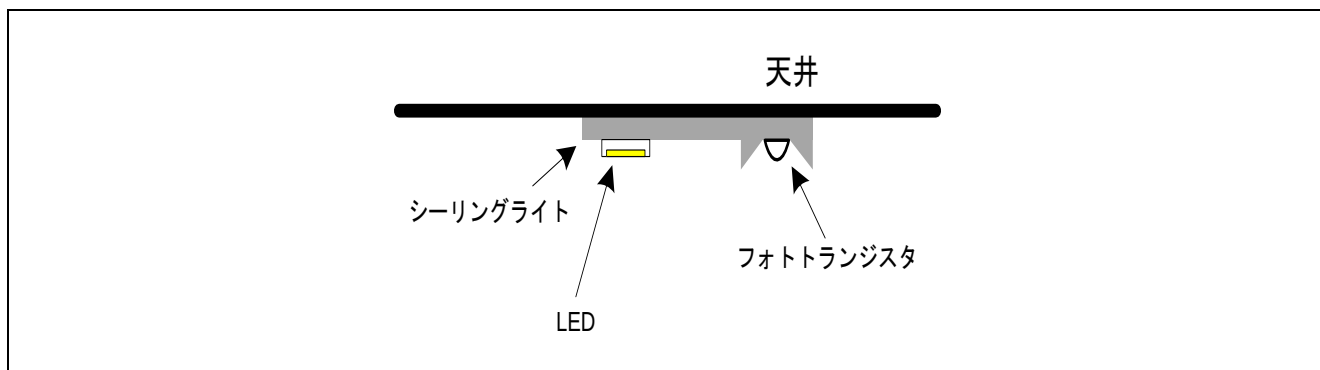


図 1.1 システム構成概要

シーリングライトの電源を入れたら、RL78/G11 の初期設定後、16 ビット・タイマ KB0(以下、タイマ KB0)の PWM 出力によって LED を点灯します。プログラマブル・ゲイン・アンプ(以下、PGA)と A/D コンバータを利用して LED に流れる電流を測定します。同時に、LED シーリングライトに搭載されたフォトトランジスタが検知できる範囲内の明るさを測定します。

本アプリケーションノートでは、会議室で最適な 300lx に明るさを保ちます。タイマ KB0 の PWM 出力のデューティ比を制御して、明るさが 300lx になるように LED に流れる電流を調整します。(フィードバック制御)

なお、本アプリケーションノートでは簡易的に PWM 出力を制御します。実際には、回路や仕様に応じて PI 制御などを行ってください。PI 制御については、「RL78/I1A による LED 制御(R01AN1087JJ)を参照してください。

1.1 フォトトランジスタ

本アプリケーションノートでは、フォトトランジスタを利用しています。実際に回路を作成される場合、フォトトランジスタの電気的特性を満たすように設計を行ってください。

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、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/G11(R5F1058A)
動作周波数	高速オンチップ・オシレータ(HOCO)クロック : 24MHz CPU/周辺ハードウェアクロック : 24MHz / 48MHz
動作電圧	5.0V(2.7V ~ 5.5V で動作可能) LVD 動作(V _{LVD}) : リセット・モード 2.81V (2.76V~2.87V)
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
統合開発環境(e ² studio)	ルネサスエレクトロニクス製 e ² studio V5.4.0.018
C コンパイラ(e ² studio)	ルネサスエレクトロニクス製 CC-RL V1.07.00

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。

RL78/G13 初期設定 CC-RL (R01AN2575J)

RL78/G11 16 ビット・タイマ KB0 による LED 制御 CC-RL (R01AN4109JJ)

RL78/I1A による LED 制御(R01AN1087JJ)

4. ハードウェア説明

4.1 ハードウェア構成

図 4.1 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。

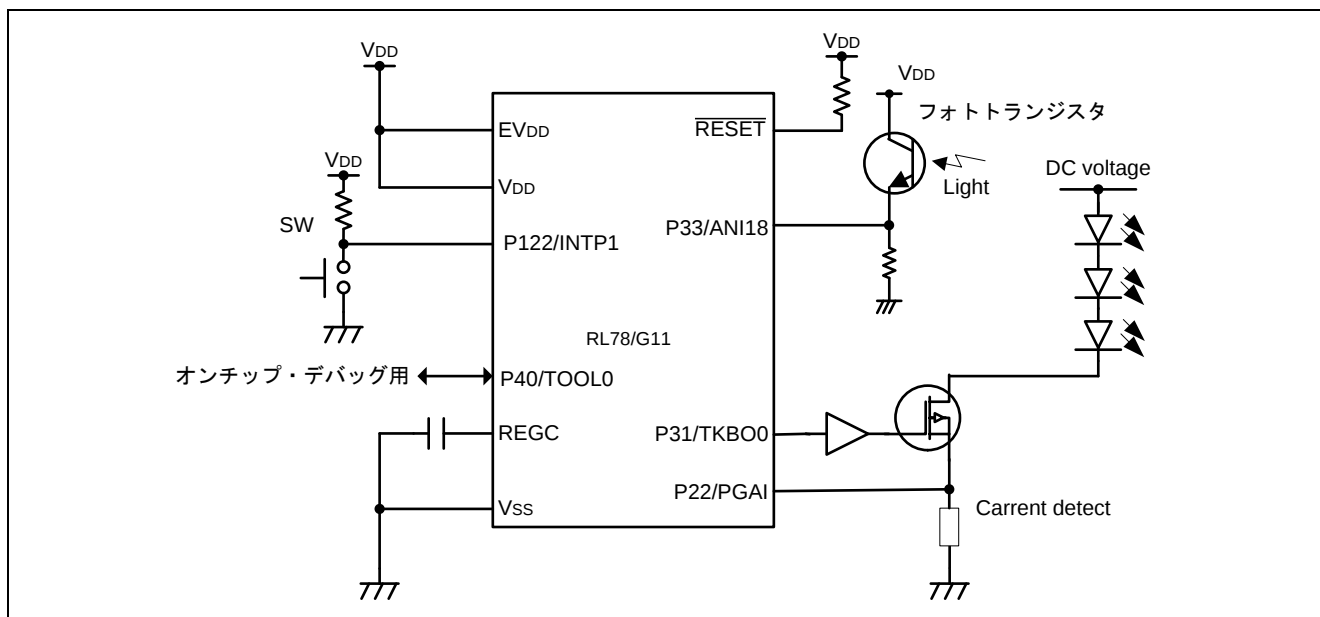


図 4.1 ハードウェア構成例

- 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 LVD 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。

4.2 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P31/TKBO0	出力	タイマ KBO0 の出力ポート
P33/ANI18	入力	フォトトランジスタのアナログ入力ポート
P22/PGAI	入力	LED のフィードバック抵抗のアナログ入力ポート
P122/INTP1	入力	スイッチの入力ポート

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

本アプリケーションノートでは、シーリングライトの電源を入れると、RL78/G11 の初期設定(対象機能：タイマ KB0、A/D コンバータ、D/A コンバータ、PGA、コンパレータ、タイマ・アレイ・ユニット、外部割り込み)を実施します。

サンプルコードの初期設定の詳細を示します。

①タイマ KB0 の初期設定

- ・ タイマ KB0 を単体動作モードに設定します。
- ・ タイマ出力 TKBO0 のアクティブ・レベル設定として「ハイ・レベル」、デフォルト・レベル設定として「ロウ・レベル」を選択します。
- ・ PWM 周期を 4 μ s、デューティ比を 0%に設定します。
- ・ TKBO0 に強制出力停止機能 1 を設定し、ロウ・レベル固定出力を選択します。機能 1 のトリガにコンパレータ 0 を選択します。動作モードにタイプ 1 を選択します。

②A/D コンバータの初期設定

- ・ A/D 電圧コンパレータ動作を許可します。
- ・ 分解能を 10 ビットに設定します。
- ・ VREF(+)に VDD、VREF(-)に VSS を選択します。
- ・ ソフトウェア・トリガ・モード、ワンショット変換モード・セレクトモードに設定します。
- ・ ANI18 をアナログ入力端子に設定し、変換開始チャネルは ANI18 とします。
- ・ 変換時間は標準 1 モード、95/ f_{CLK} (3.9583 μ s)に設定します。
- ・ $ADLL \leq ADCR \leq ADUL$ で割り込み信号(INTAD)が発生を選択し、上限値 ADUL=255、下限値 ADLL=0 を設定します。

③D/A コンバータの初期設定

- ・ D/A コンバータ 0 の変換値に 163 を設定します。
LED の過電流を 400mA、PGA を 8 倍、電流検出抵抗を 1 Ω としたとき、過電流検出の基準電圧は
$$400 \text{ mA} \times 8 \times 1 \Omega = 3.2 \text{ V}$$
となる。
過電流検出の基準電圧を D/A コンバータのアナログ出力で生成するため、
アナログ出力電圧 $VANO_i = VDD \times (DACSi)/256$
 $VANO_i = 3.2\text{V}$ 、 $VDD = 5\text{V}$ なので、 $DACSi = 163$ となる。

④プログラム・ゲイン・アンプ(PGA)の初期設定

- ・ PGA の GND に PGAGND を選択する。
- ・ PGA の増幅率を 8 倍に設定する。

⑤コンパレータの初期設定

- ・ コンパレータ速度に、コンパレータ高速モードを選択する。
- ・ 基本モードを選択します。
- ・ コンパレータ 0 の+端子の入力信号に、プログラマブル・ゲイン・アンプの出力を選択します。
- ・ コンパレータ 0 の-端子の入力信号に、内蔵 D/A コンバータのチャンネル 0 の出力を選択します。
- ・ コンパレータ 0 片エッジ検出での割り込み要求を選択します。
- ・ コンパレータ 0 立ち上がりエッジで割り込み要求を選択します。
- ・ コンパレータ 0 フィルタあり、 f_{CLK} でサンプリングを選択します。 $(f_{CLK} = f_{IH} = 24 \text{ MHz})$
- ・ コンパレータ 0 の割り込みを許可に設定し、優先順位をレベル 3 に設定します。

⑥タイマ・アレイ・ユニット 0(TAU0)の初期設定

- ・ チャンネル 0 をインターバル・タイマに設定します。
- ・ インターバル時間を 300us に設定します。
- ・ TAU0 チャンネル 0 のカウント完了割り込みを許可し、優先順位をレベル 3 に設定します。

⑦12 ビット・インターバル・タイマの初期設定

- ・ インターバル時間は 50ms に設定します。

⑧外部割り込みの初期設定

- ・ P122/INTP1 端子を使用します
- ・ INTP1 端子の有効エッジを立ち下がりエッジに設定します

初期設定完了後、HALT モードに移行します。

RL78/G11 は、各割り込み要因で HALT モードから復帰します。各割り込み要因発生時の動作を示します。

・ TAU0 チャンネル 0 のカウント完了割り込み

LED 電流は、PGA と A/D コンバータを利用して取得します。フォトトランジスタの照度は、A/D コンバータを利用して取得します。取得した値を使用して簡易的なフィードバック制御を行います。フォトトランジスタで取得した LED 照明器の周囲の明るさが 300lx となるように、タイマ KB0 の PWM 出力のアクティブ・レベル幅を変更します。

・ INTP1 割り込み

スイッチの ON、OFF を検出します。スイッチが OFF であることを検出すると、タイマ KB0 の出力を停止します。スイッチの ON を検出すると、タイマ KB0 の出力を開始します。

なお、LED 電流測定時に過電流を検出すると、タイマ KB0 の強制出力停止機能により PWM 出力を停止します。ただし、本アプリケーションノートでは、強制出力停止機能を解除しません。

5.2 オプション・バイトの設定一覧

表 5.1 に設定を示します。

表 5.1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	01101110B	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	01111111B	LVD リセット・モード 2.75V (2.75V ~ 2.81V)
000C2H/010C2H	11110000B	HS モード、 f_{IH} :24MHz、 f_{HOCO} : 48MHz、
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

5.3 定数一覧

表 5.2 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.2 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
OFF	0	フラグの設定値(OFF)
ON	1	フラグの設定値(ON)
TARGET_LUX	0x12C	照明の目標値
TARGET_LED	0x047	LED 電流の目標値

5.4 変数一覧

グローバル変数を表 5.3 に示します。

表 5.3 グローバル変数一覧

型	変数名	内容	使用関数
uint16_t	g_result_buffer	A/D コンバータの変換結果を格納	main, r_tau0_channel0_interrupt
uint16_t	g_pwm_duty	タイマ KB0 のデューティ値を格納	main, r_tau0_channel0_interrupt
uint8_t	g_switch_flag	スイッチのステータスを格納	main, r_tau0_channel0_interrupt
unsigned short int	g_fb_led_value	LED 電流変換結果を格納	main, r_tau0_channel0_interrupt
unsigned short int	g_fb_led_value_old	前回の LED 電流変換結果を格納	main, r_tau0_channel0_interrupt
unsigned short int	g_get_lux	照度の取得結果を格納	main, r_tau0_channel0_interrupt

5.5 関数一覧

表 5.4 に関数を示します。

表 5.4 関数

関数名	概要
main	メイン関数
R_MAIN_UserInit	メイン・ユーザー初期化関数
R_DAC0_Start	DAC0 の動作開始
R_PGA_Start	PGA の動作開始
R_COMP0_Start	コンパレータ 0 の動作開始
R_INTC1_Start	INTP1 の動作開始
R_TAU0_Channel0_Start	タイマ・アレイ・ユニットの動作開始
R_TMR_KB0_Start	16 ビット・タイマ KB0 の動作開始
R_TMR_KB0_Stop	16 ビット・タイマ KB0 の動作停止
r_tau0_channel0_interrupt	タイマ・アレイ・ユニットの割り込み処理
R_ADC_Start	A/D コンバータの動作開始
R_ADC_Get_Result	A/D コンバータ変換結果の取得
R_ADC_Stop	A/D コンバータの動作停止
r_intc1_interrupt	INTP1 の割り込み処理
R_IT_Start	12 ビット・インターバル・タイマの動作開始
R_IT_Stop	12 ビット・インターバル・タイマの動作停止

5.6 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] main

概要	メイン関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_tau.h, r_cg_it.h, r_cg_tmkb.h, r_cg_adc.h, r_cg_dac.h, r_cg_pga.h, r_cg_comp.h, r_cg_intp.h, r_cg_userdefine.h
宣言	-
説明	メイン・ユーザー初期化関数を実行後、割り込みを許可にして HALT モードへ移行し、各割り込みの発生を待ちます。
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・ユーザー初期化関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_cgc.h, r_cg_tau.h, r_cg_it.h, r_cg_tmkb.h, r_cg_adc.h, r_cg_dac.h, r_cg_pga.h, r_cg_comp.h, r_cg_intp.h, r_cg_userdefine.h
宣言	static void R_MAIN_UserInit(void);
説明	EI 命令で割り込みを許可します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_DAC0_Start

概要	DAC0 の動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_dac.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_DAC0_Start(void);
説明	D/A コンバータの動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_PGA_Start

概要	PGA の動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_dac.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_PGA_Start(void);
説明	プログラマブル・ゲイン・アンプの動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_COMP0_Start

概要	コンパレータ 0 の動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_comp.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_COMP0_Start(void);
説明	コンパレータ 0 の動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_INTC1_Start

概要	INTP1 の動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intp.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_INTC1_Start(void);
説明	INTP1 の外部割り込みを許可します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_TAU0_Channel0_Start

概要	タイマ・アレイ・ユニットの動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_tau.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_TAU0_Channel0_Start(void);
説明	タイマ・アレイ・ユニットの動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_TMR_KB0_Start

概要	タイマ KB0 の動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_tmkb.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_TMR_KB0_Start(void);
説明	タイマ KB0 の動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_TMR_KB0_Stop

概要	タイマ KB0 の動作停止
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_tmkb.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_TMR_KB0_Stop(void);
説明	タイマ KB0 の動作を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]r_tau0_channel0_interrupt

概要	タイマ・アレイ・ユニットの割り込み処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_tmkb.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void __near r_tau0_channel0_interrupt(void)
説明	タイマ・アレイ・ユニットの割り込み処理です。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_ADC_Start

概要	A/D コンバータの動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_adc.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_ADC_Start (void);
説明	A/D コンバータの動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_ADC_Get_Result

概要	A/D コンバータ変換結果の取得
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_adc.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_ADC_Get_Result(void);
説明	A/D コンバータの変換結果を取得します。
引数	uint16_t * const buffer
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_ADC_Stop

概要	A/D コンバータの動作停止
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_adc.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_ADC_Stop (void);
説明	A/D コンバータの動作を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]r_intc1_interrupt

概要	INTP1 の割り込み処理
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_intp.h, r_cg_userdefine.h
宣言	static void __near r_intc1_interrupt(void);
説明	INTP1 の割り込み処理です。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_IT_Start

概要	12 ビット・インターバル・タイマの動作開始
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_it.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_IT_Start(void);
説明	12 ビット・インターバル・タイマの動作を開始します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名]R_IT_Stop

概要	12 ビット・インターバル・タイマの動作停止
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h, r_cg_it.h, r_cg_userdefine.h
宣言	void R_IT_Stop(void);
説明	12 ビット・インターバル・タイマの動作を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

5.7 フローチャート

5.7.1 全体フロー

図 5.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

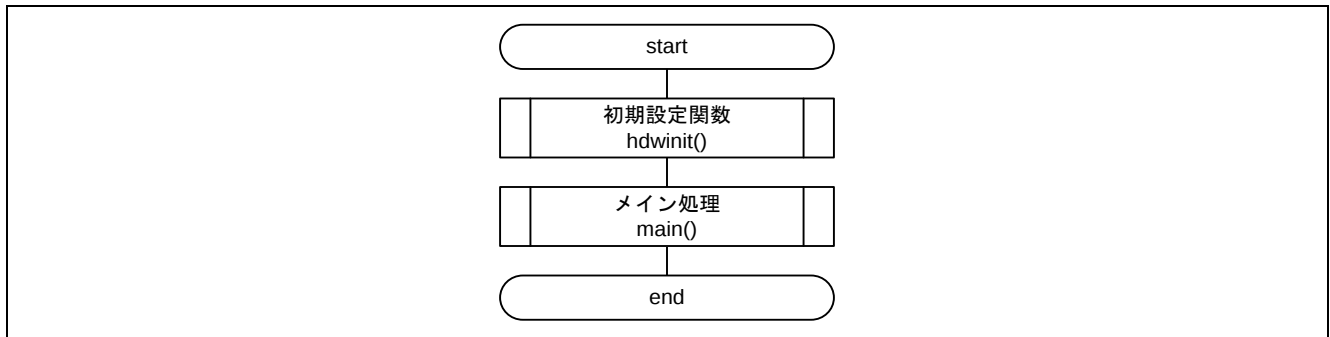


図 5.1 全体フロー

5.7.2 初期設定関数

図 5.2 に初期設定関数のフローチャートを示します。

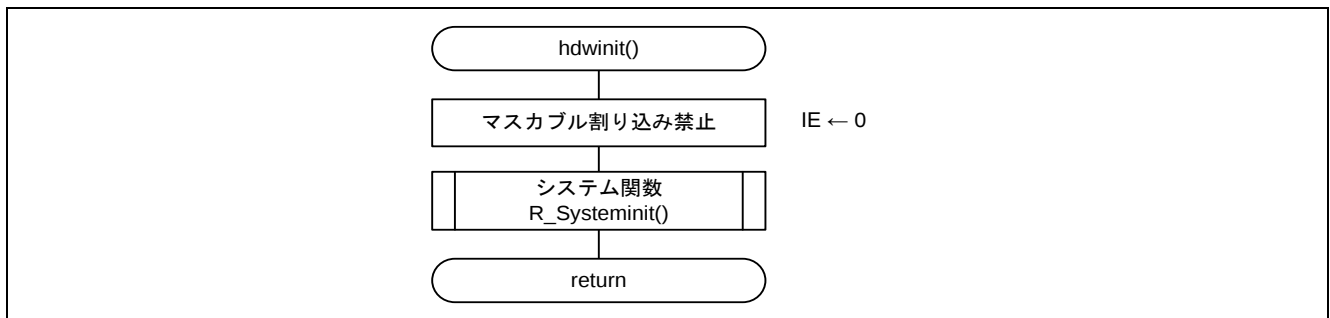


図 5.2 初期設定関数

5.7.3 周辺機能初期設定

図 5.3 に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

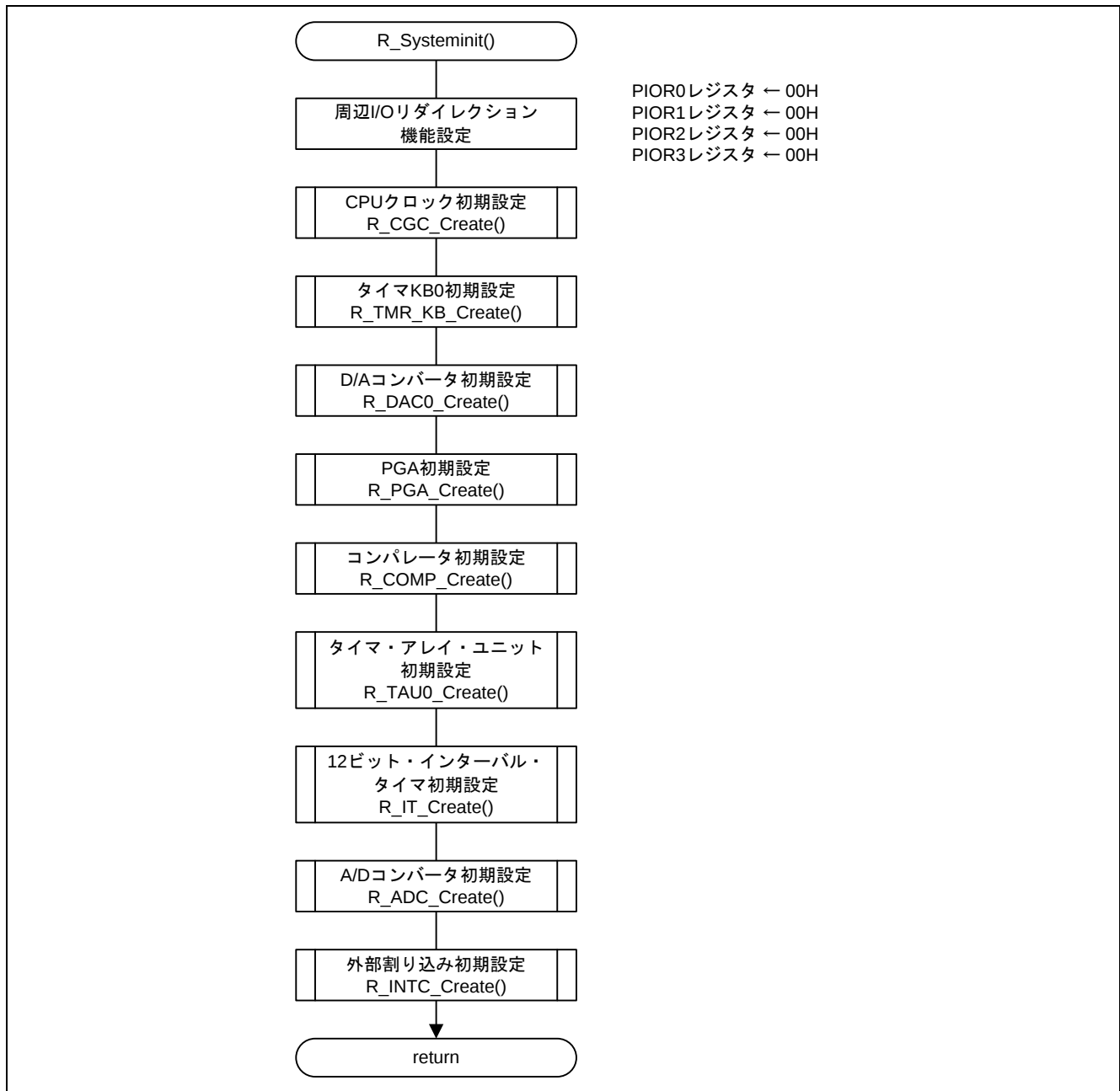


図 5.3 周辺機能初期設定

5.7.4 CPU クロック初期設定

図 5.4 に CPU クロック初期設定のフローチャートを示します。

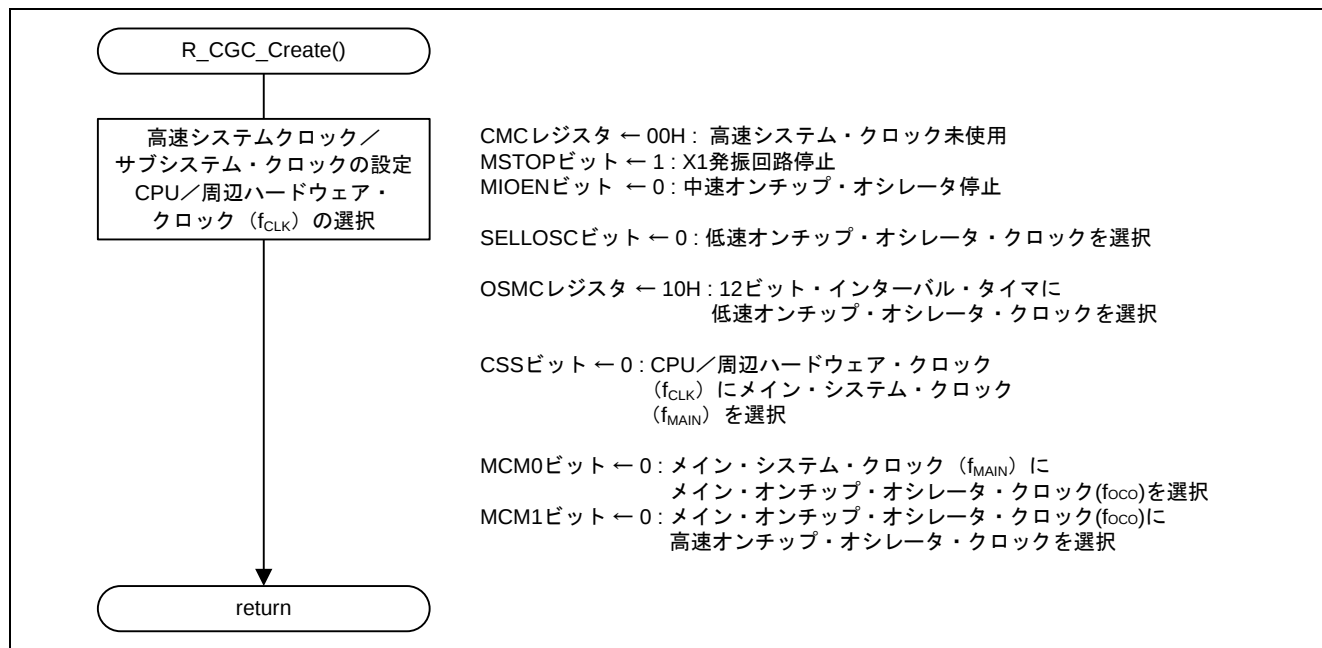


図 5.4 CPU クロック初期設定

注意 CPU クロックの設定 (R_CGC_Create()) については、RL78/G13 初期設定 (R01AN2575) アプリケーションノート“フローチャート”を参照して下さい。

5.7.5 タイマ KB0 の初期設定

図 5.5 にタイマ KB0 初期設定のフローチャートを示します。

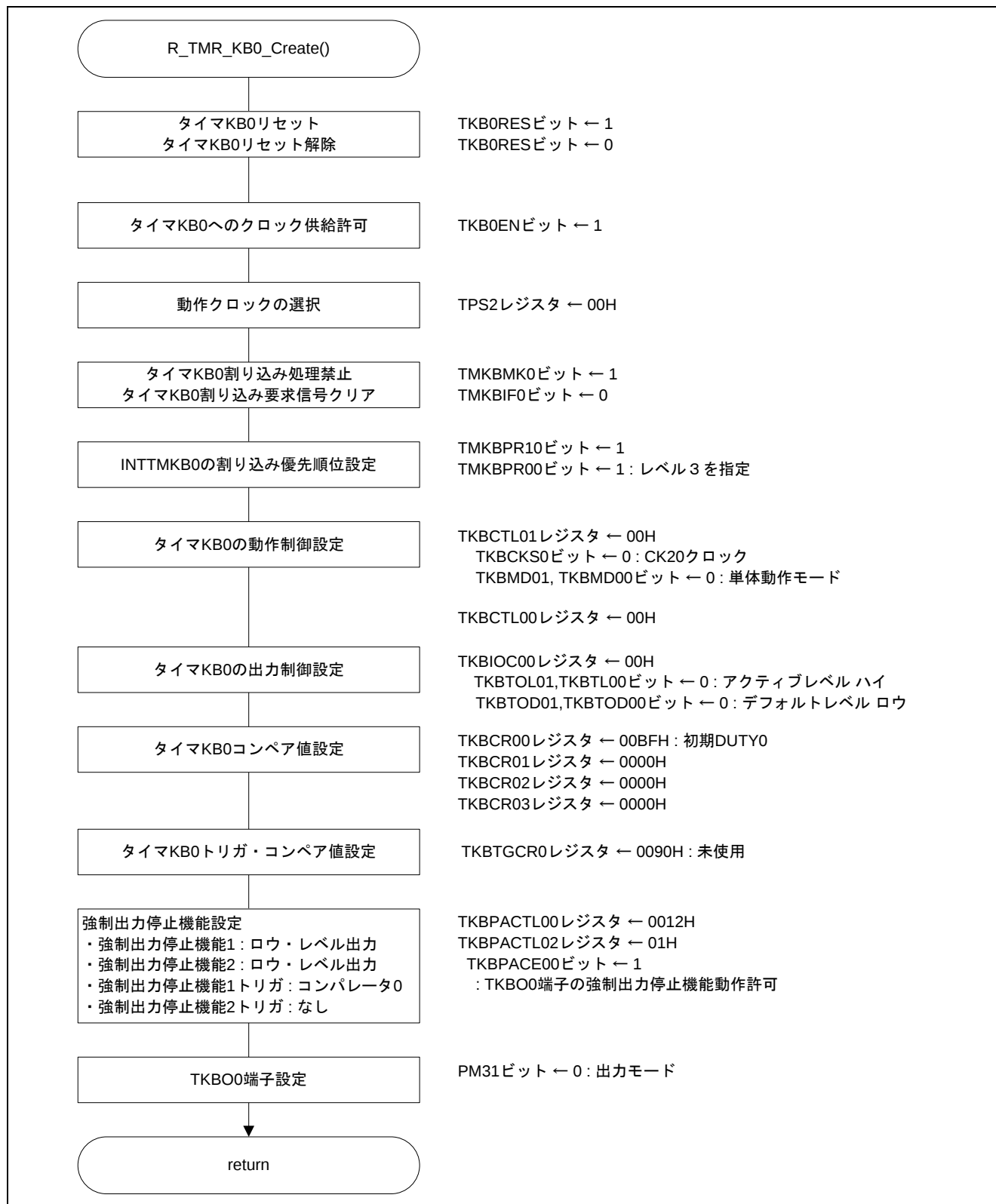


図 5.5 タイマ KB0 の初期設定

5.7.6 D/A コンバータの初期設定

図 5.6 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。

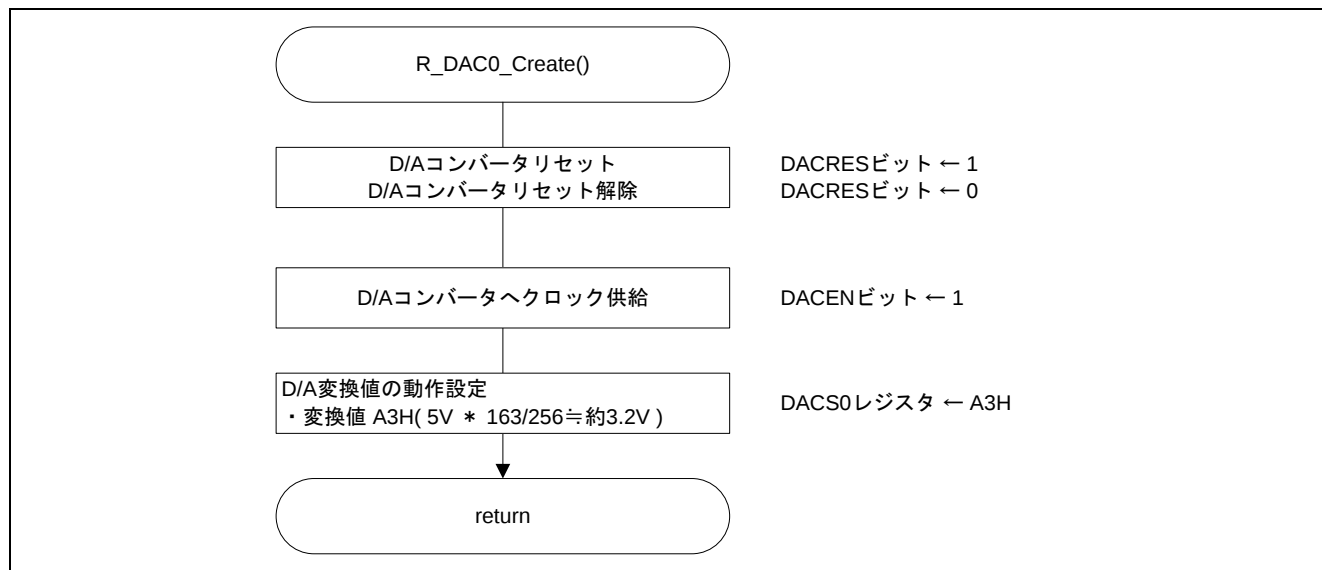


図 5.6 D/A コンバータの初期設定

5.7.7 プログラマブル・ゲイン・アンプの初期設定

図 5.7 にプログラマブル・ゲイン・アンプ(PGA)初期設定のフローチャートを示します。

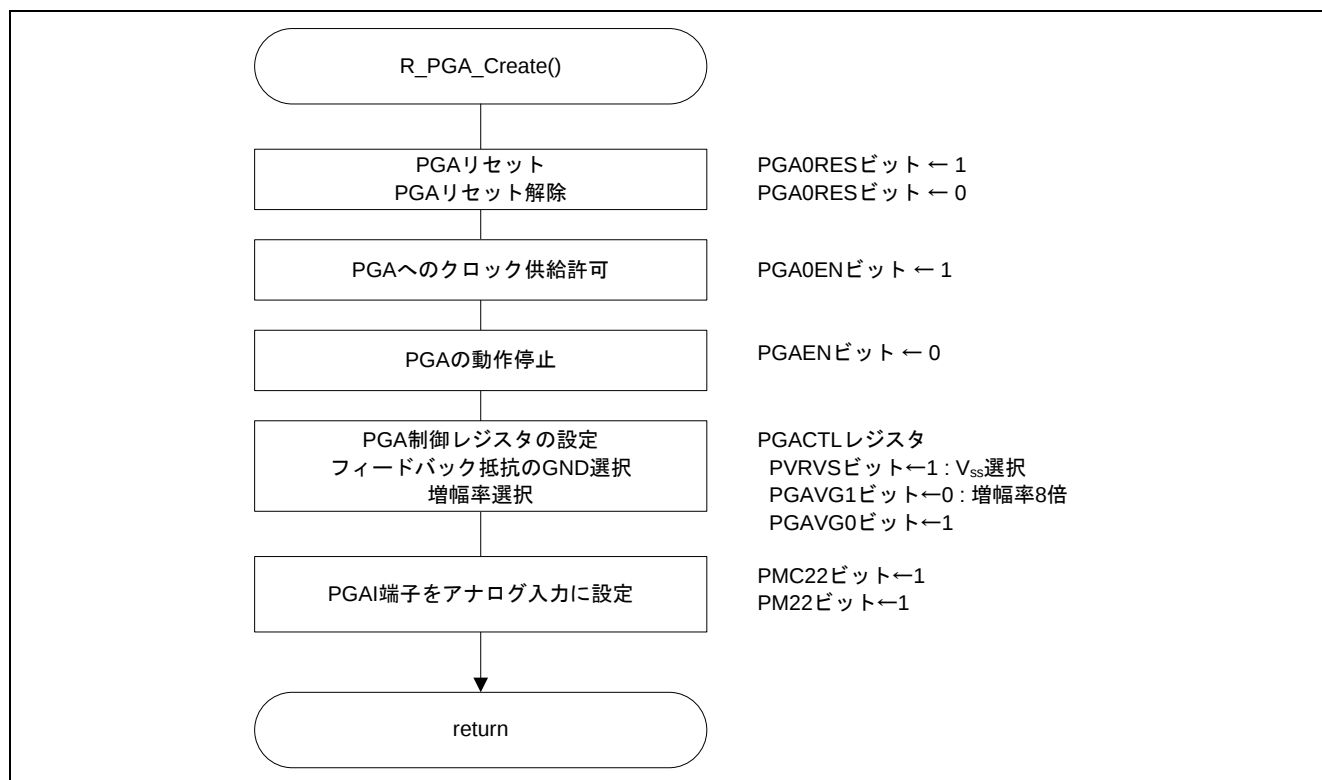


図 5.7 PGA の初期設定

5.7.8 コンパレータ 0 の初期設定

図 5.7 にコンパレータ 0 の初期設定のフローチャートを示します。

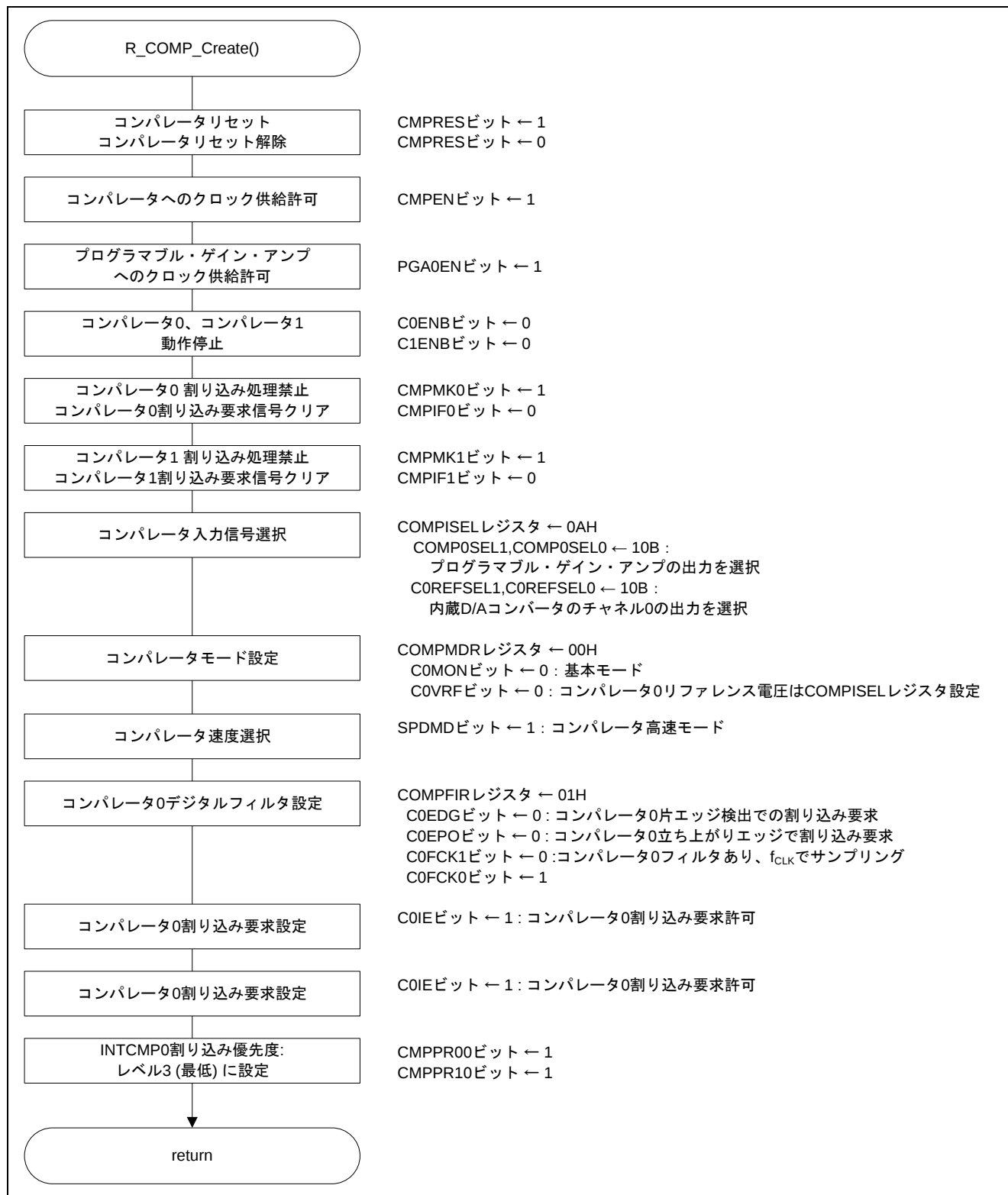


図 5.8 コンパレータ 0 の初期設定

5.7.9 タイマ・アレイ・ユニットの初期設定

図 5.9 にタイマ・アレイ・ユニット(TAU)の初期設定のフローチャートを示します。

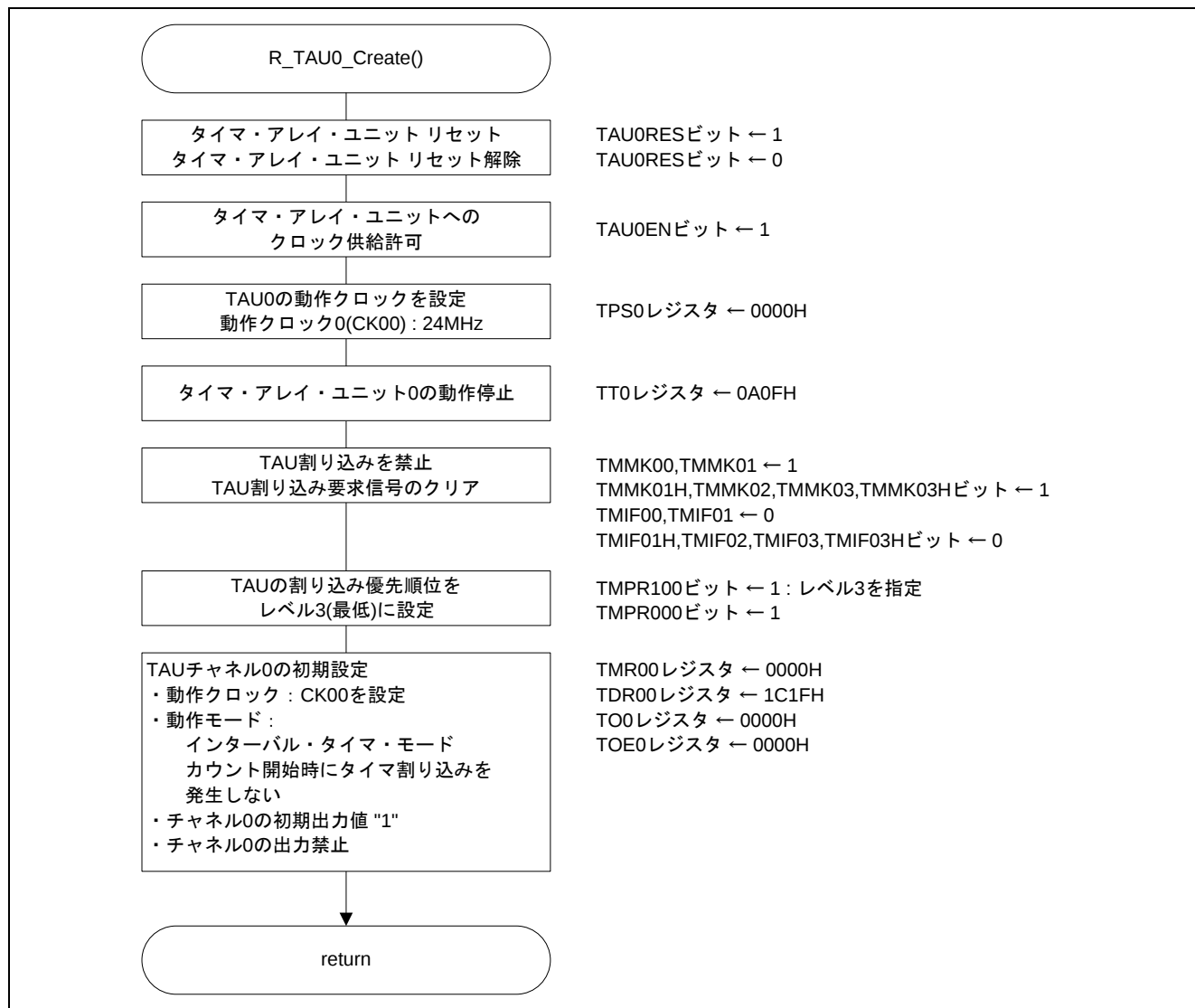


図 5.9 タイマ・アレイ・ユニットの初期設定

5.7.10 12ビット・インターバル・タイマの初期設定

図 5.10 に 12 ビット・インターバル・タイマの初期設定のフローチャートを示します。

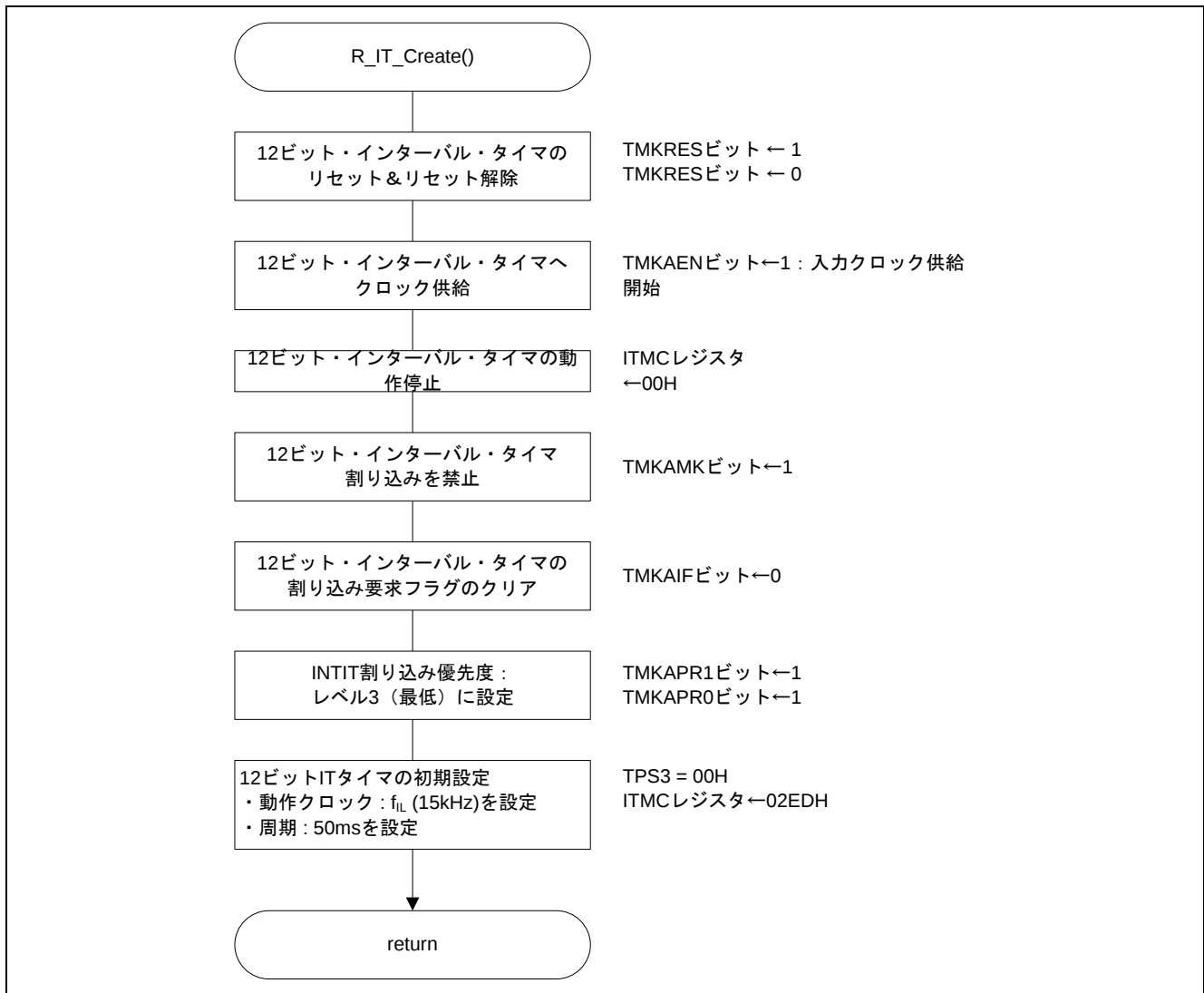


図 5.10 12 ビット・インターバル・タイマの初期設定

5.7.11 A/D コンバータの初期設定

図 5.11 に A/D コンバータの初期設定のフローチャートを示します。

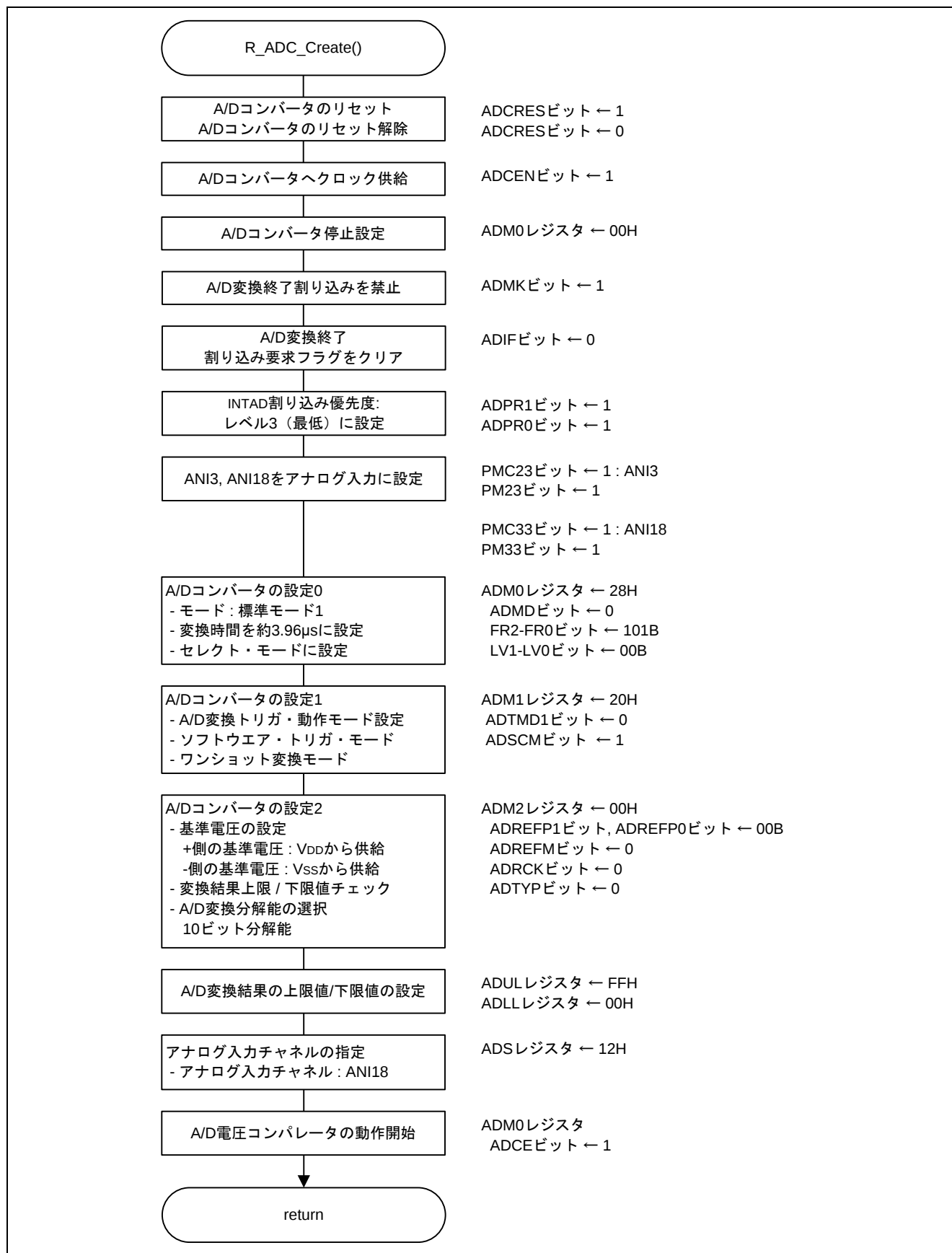


図 5.11 A/D コンバータの初期設定

5.7.12 外部割り込みの初期設定

図 5.12 に外部割り込みの初期設定のフローチャートを示します。

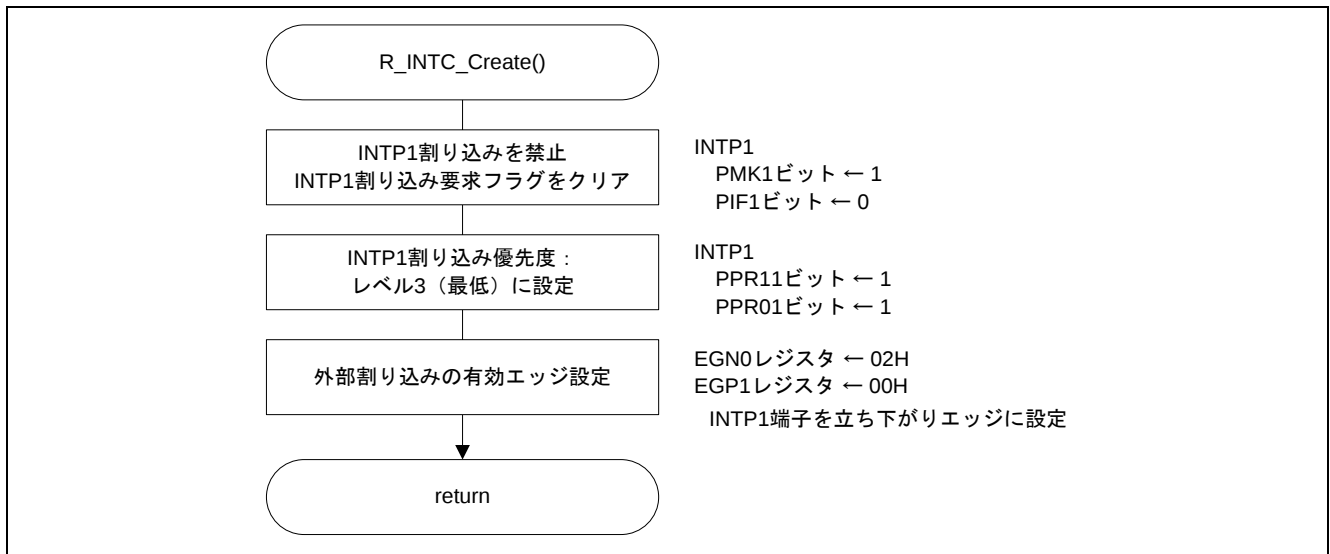


図 5.12 外部割り込みの初期設定

5.7.13 メイン処理

図 5.13 にメイン処理のフローチャートを示します。

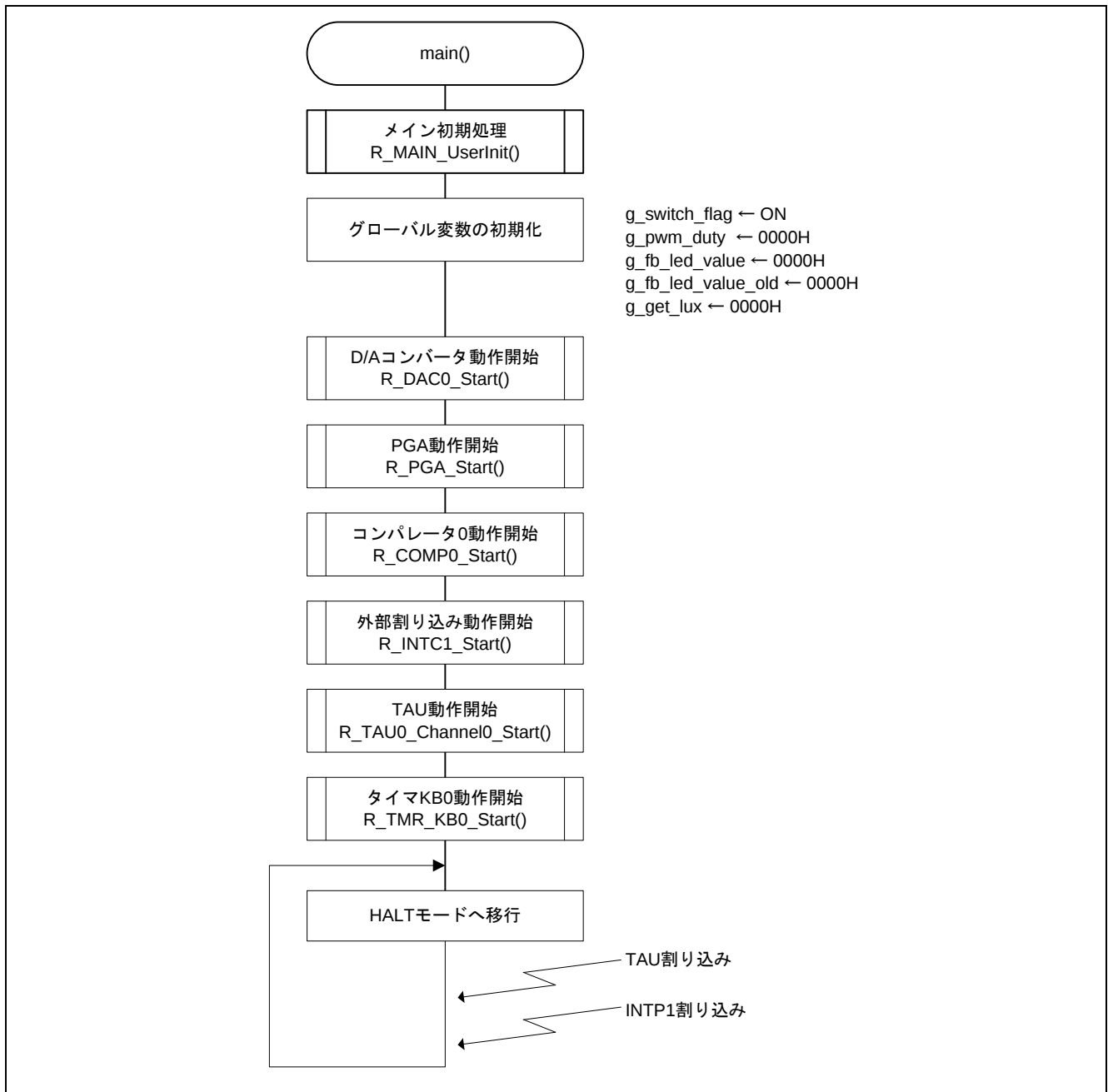


図 5.13 メイン処理

5.7.14 メイン初期化処理

図 5.14 にメイン初期化処理のフローチャートを示します。

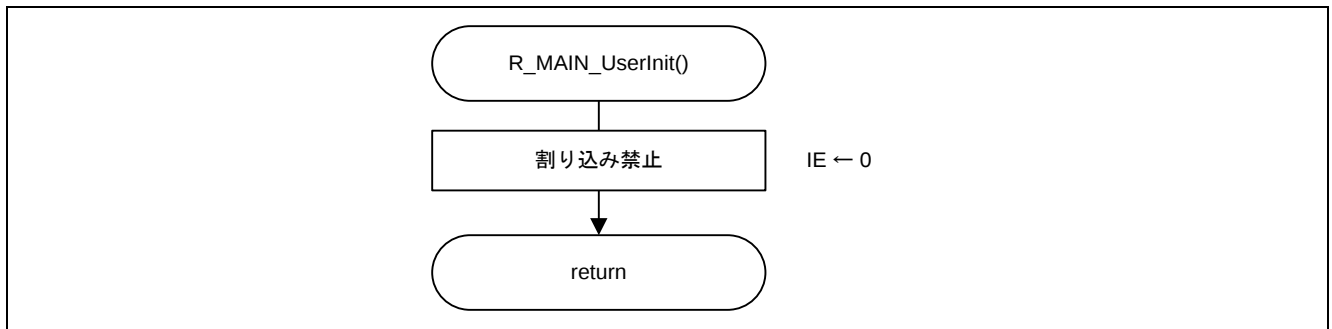


図 5.14 メイン初期化処理

5.7.15 D/A コンバータ 動作開始

図 5.15 に D/A コンバータ動作開始のフローチャートを示します。

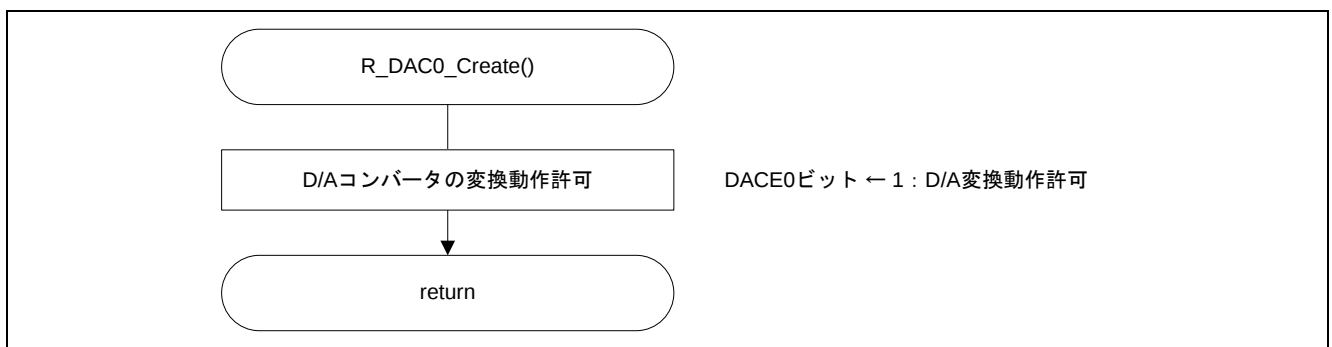


図 5.15 D/A コンバータ 動作開始

5.7.16 PGA 動作開始

図 5.16 に PGA 動作開始のフローチャートを示します。

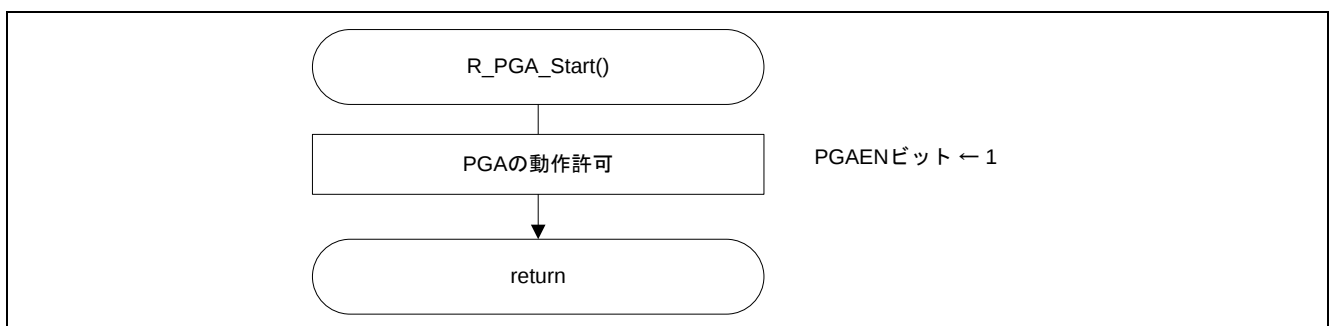


図 5.16 PGA 動作開始

5.7.17 コンパレータ 0 動作開始

図 5.17 にコンパレータ 0 動作開始のフローチャートを示します。

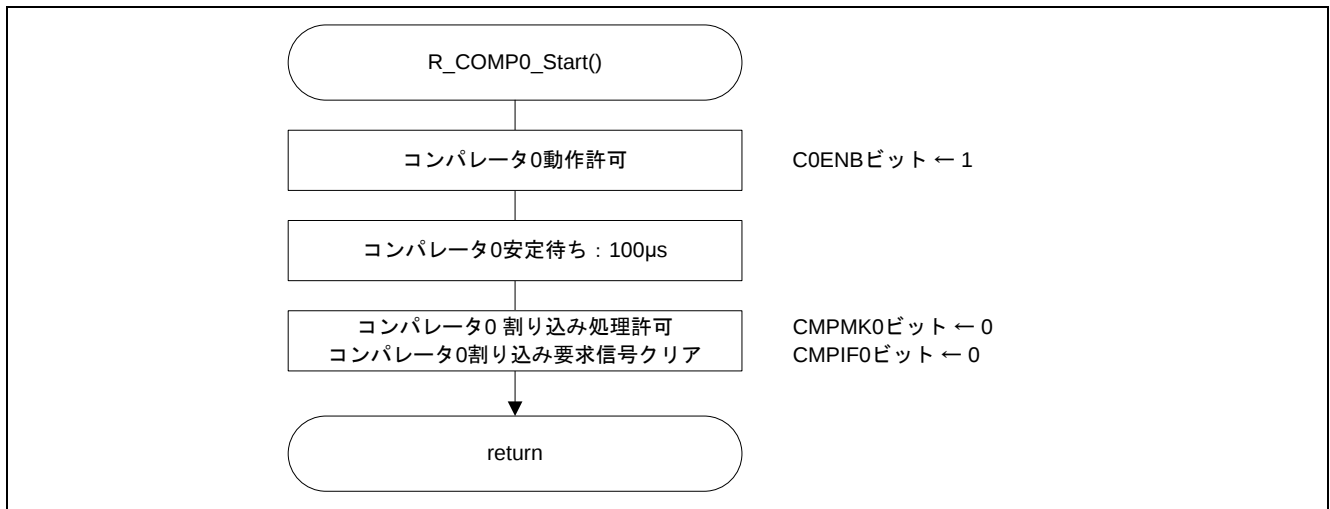


図 5.17 コンパレータ 0 動作開始

5.7.18 外部割り込み動作開始

図 5.18 に外部割り込み動作開始のフローチャートを示します。

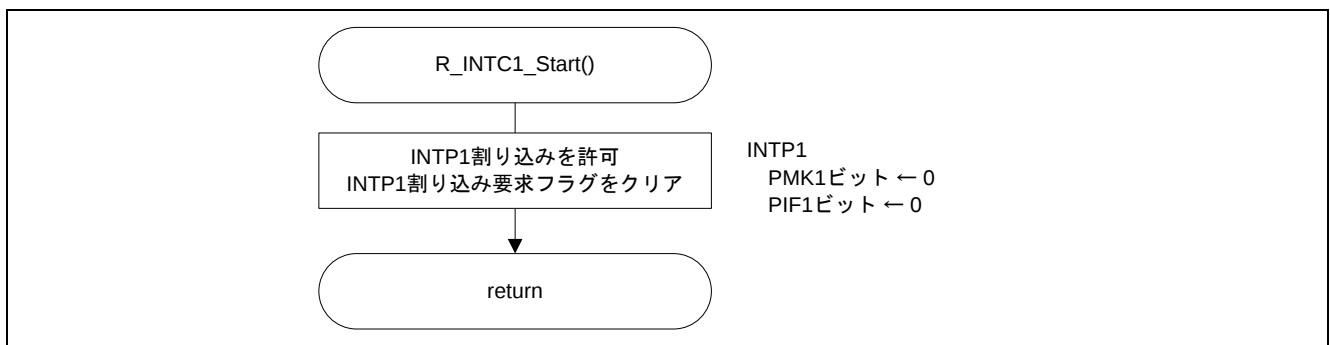


図 5.18 外部割り込み動作開始

5.7.19 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

図 5.19 にタイマ・アレイ・ユニット動作開始のフローチャートを示します。

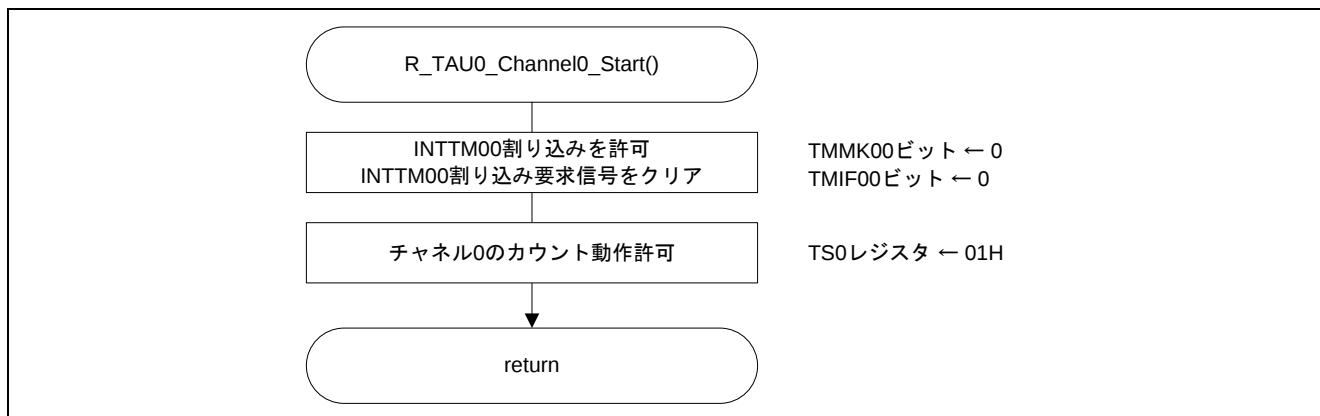


図 5.19 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

5.7.20 タイマ KB0 動作開始

図 5.20 にタイマ KB0 動作開始のフローチャートを示します。

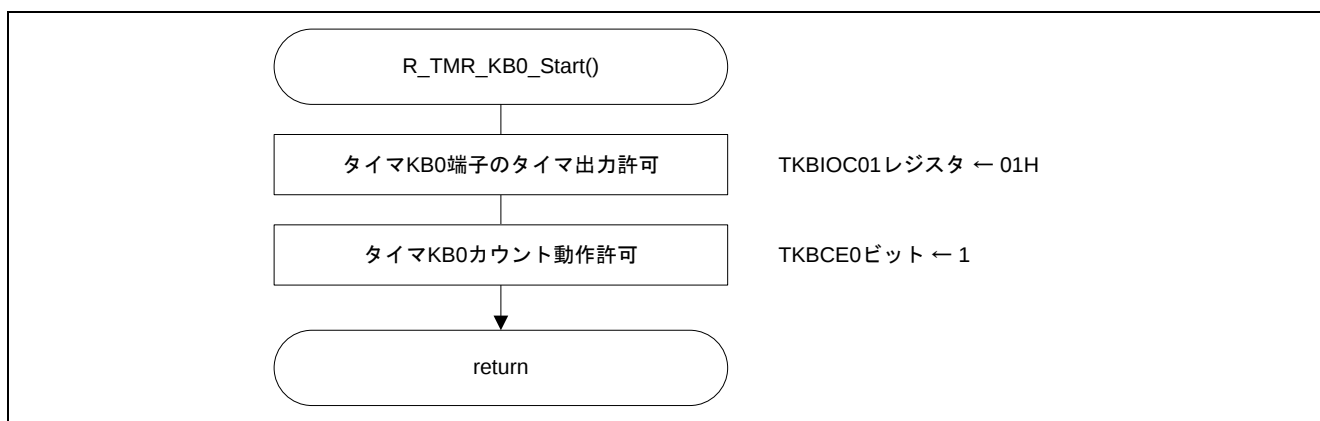


図 5.20 タイマ KB0 動作開始

5.7.21 INTR1 の外部割り込み関数

図 5.21 に INTR1 の外部割り込み関数のフローチャートを示します。

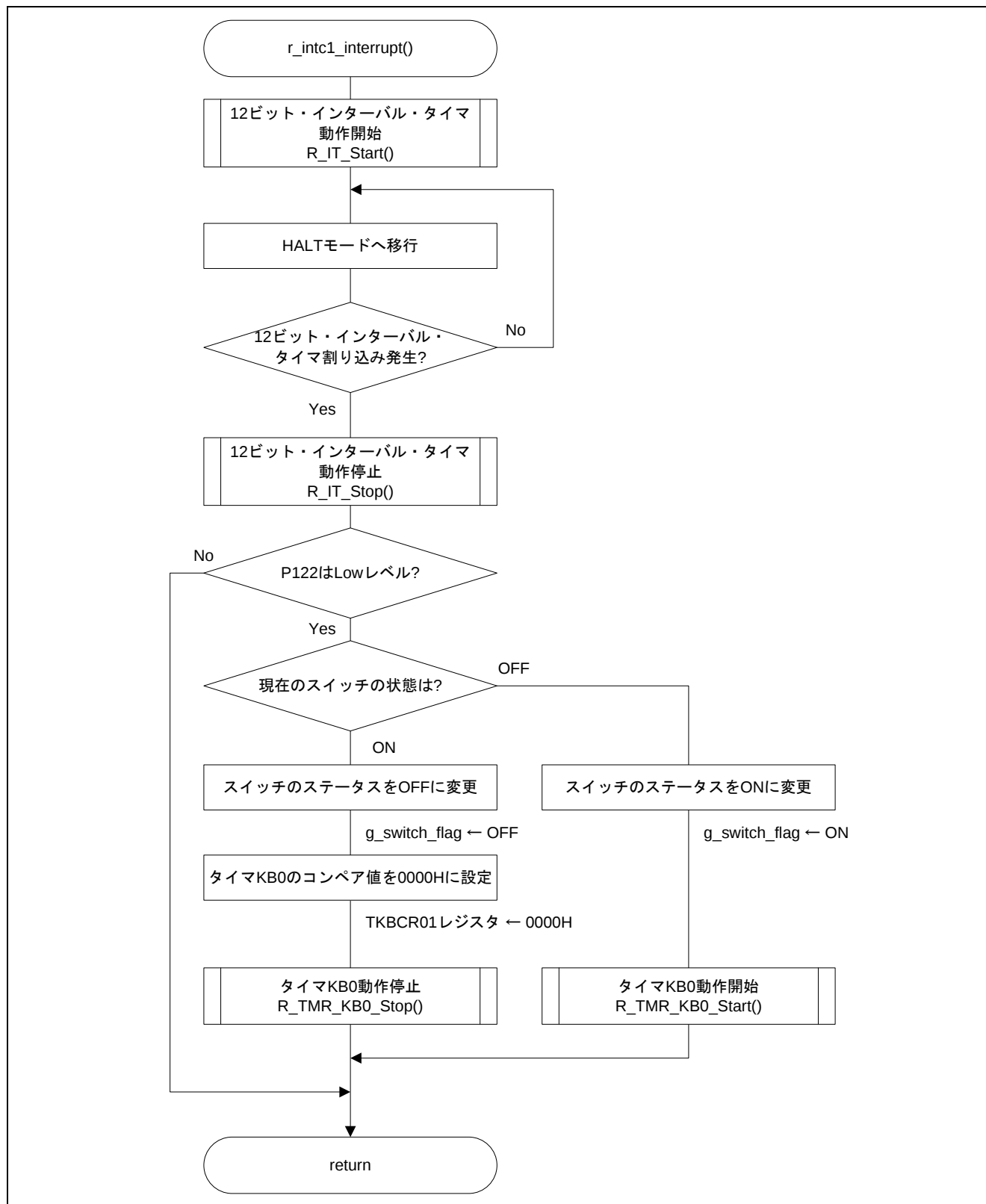


図 5.21 INTR1 の外部割り込み関数

5.7.22 タイマ KB0 動作停止

図 5.22 にタイマ KB0 動作停止のフローチャートを示します。

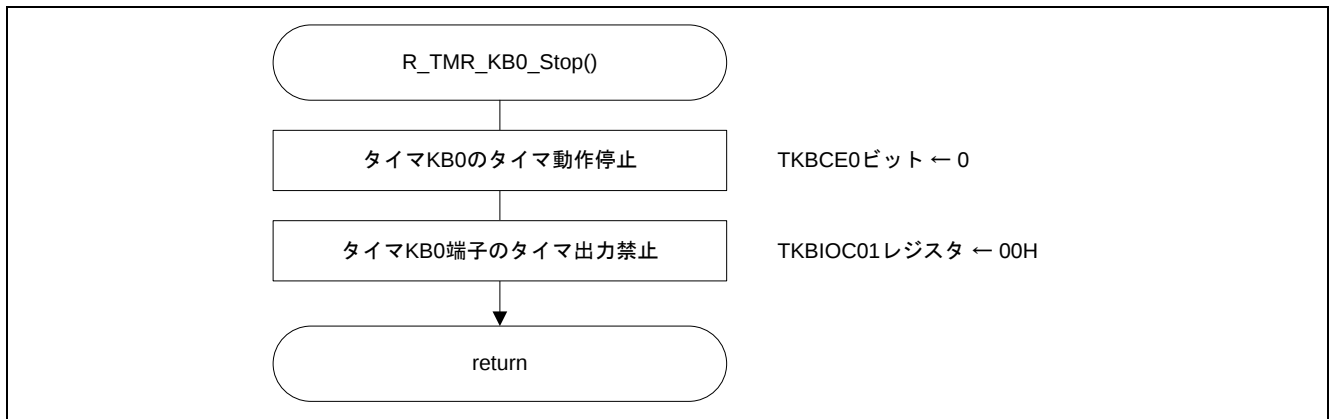


図 5.22 タイマ KB0 動作停止

5.7.23 タイマ・アレイ・ユニットの割り込み関数

図 5.23 にタイマ・アレイ・ユニットの割り込み関数のフローチャートを示します。

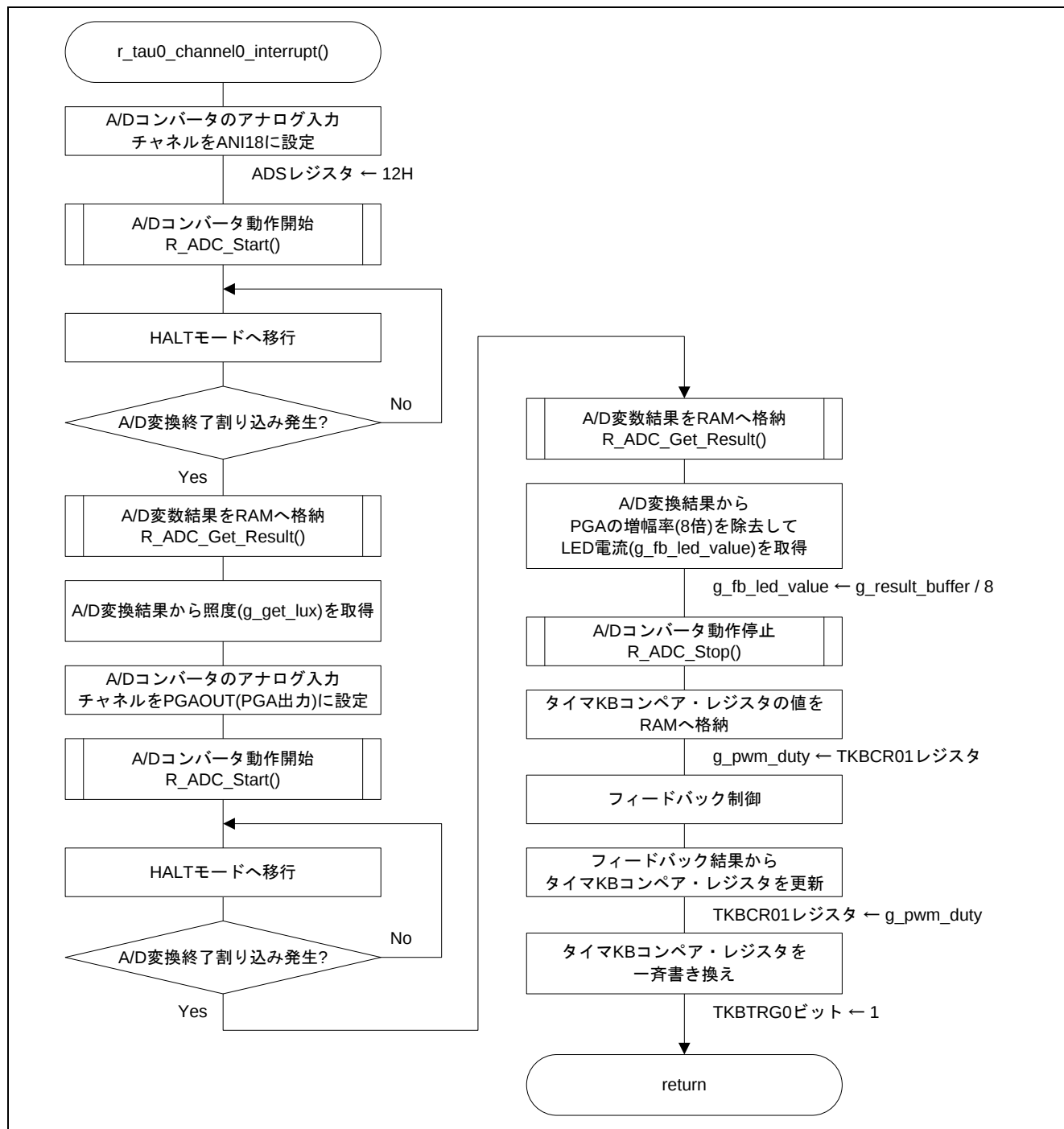


図 5.23 タイマ・アレイ・ユニットの割り込み関数

5.7.24 A/D コンバータの動作開始

図 5.24 に A/D コンバータ動作開始のフローチャートを示します。

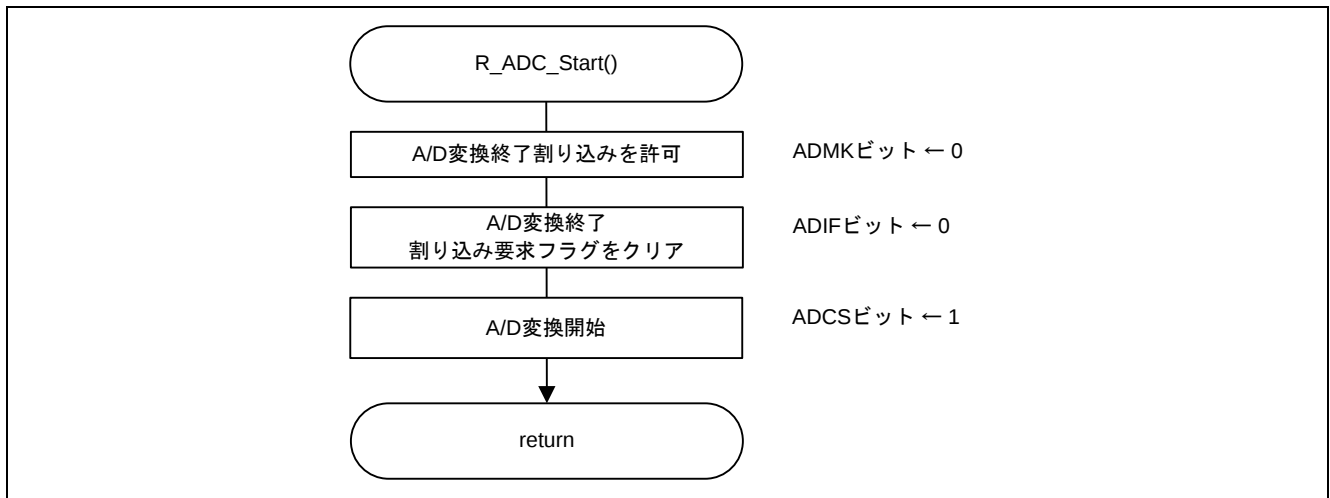


図 5.24 A/D コンバータ動作開始

5.7.25 A/D コンバータ変換結果取得

図 5.25 に A/D コンバータ変換結果取得のフローチャートを示します。

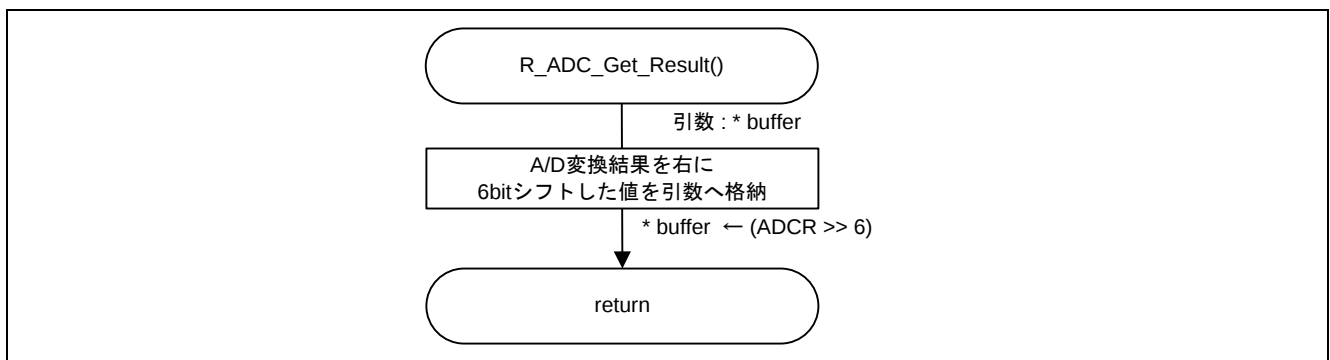


図 5.25 A/D コンバータ変換結果取得

5.7.26 A/D コンバータ動作停止

図 5.26 に A/D コンバータの動作停止のフローチャートを示します。

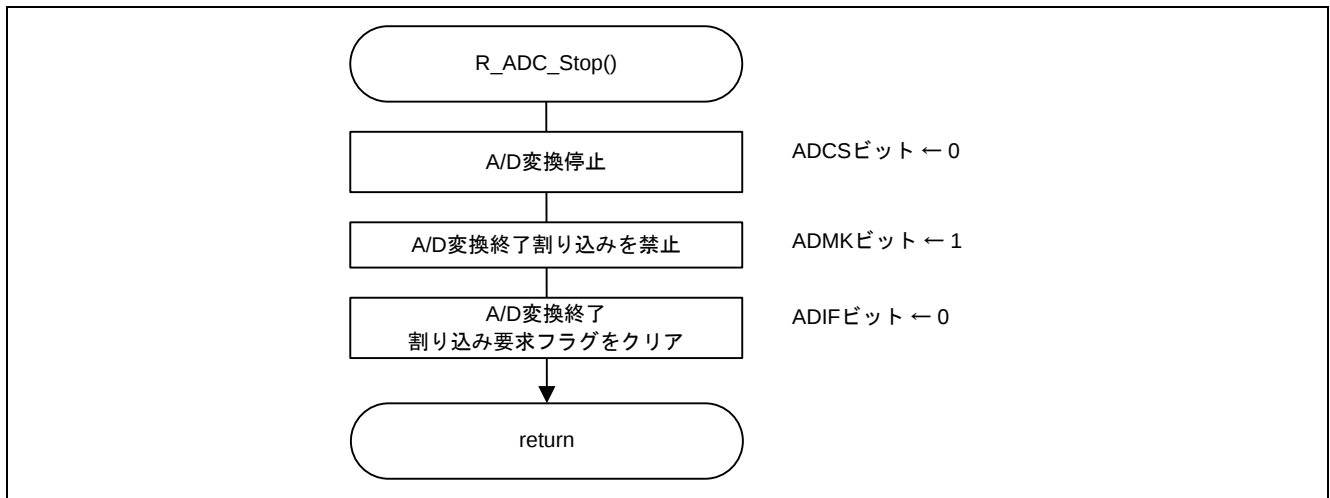


図 5.26 A/D コンバータの動作停止

6. 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。

7. 参考ドキュメント

RL78/G11 ユーザーズマニュアル ハードウェア編(R01UH0637J)

RL78 ファミリ 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。)

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	2019.01.28	-	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. 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、入力信号や入出力ブルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力ブ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くと、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。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、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/>