

## RL78/G24

### タイマ KB3 PWM 出力ゲート機能を用いたバースト調光制御

---

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G24 のタイマ KB3 とタイマ RD2 を用いてバースト調光を実現する方法を説明します。

#### 動作確認デバイス

RL78/G24

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. 仕様概要 .....                             | 3  |
| 2. 動作確認条件 .....                           | 5  |
| 3. ハードウェア説明 .....                         | 6  |
| 3.1 ハードウェア構成例 .....                       | 6  |
| 3.2 使用端子一覧 .....                          | 6  |
| 4. ソフトウェア説明 .....                         | 7  |
| 4.1 スマート・コンフィグレータの設定 .....                | 7  |
| 4.1.1 システム設定 .....                        | 7  |
| 4.1.2 コンポーネントの設定 .....                    | 9  |
| 4.2 フォルダ構成 .....                          | 13 |
| 4.3 オプション・バイトの設定一覧 .....                  | 14 |
| 4.4 定数一覧 .....                            | 14 |
| 4.5 変数一覧 .....                            | 14 |
| 4.6 関数一覧 .....                            | 14 |
| 4.7 関数仕様 .....                            | 15 |
| 4.8 フローチャート .....                         | 16 |
| 4.8.1 メイン処理 .....                         | 16 |
| 4.8.2 r_Config_ADC_ad0_interrupt 関数 ..... | 17 |
| 4.8.3 r_Config_ADC_ad1_interrupt 関数 ..... | 18 |
| 5. サンプルコード .....                          | 19 |
| 6. 参考ドキュメント .....                         | 19 |
| 改訂記録 .....                                | 20 |

## 1. 仕様概要

本アプリケーションノートの仕様を示します。タイマ KB3 とタイマ RD2 を使用し、LED バースト調光を実現します。

PWM 出力ゲート機能は、タイマ KB3 出力をタイマ RD2 出力でゲートする機能です。タイマ RD2 出力 (TRDIOB1、TRDIOC1) が High レベルである期間のみ、タイマ KB3 の TKBO00、TKBO01 出力端子から PWM 波形が出力されます。

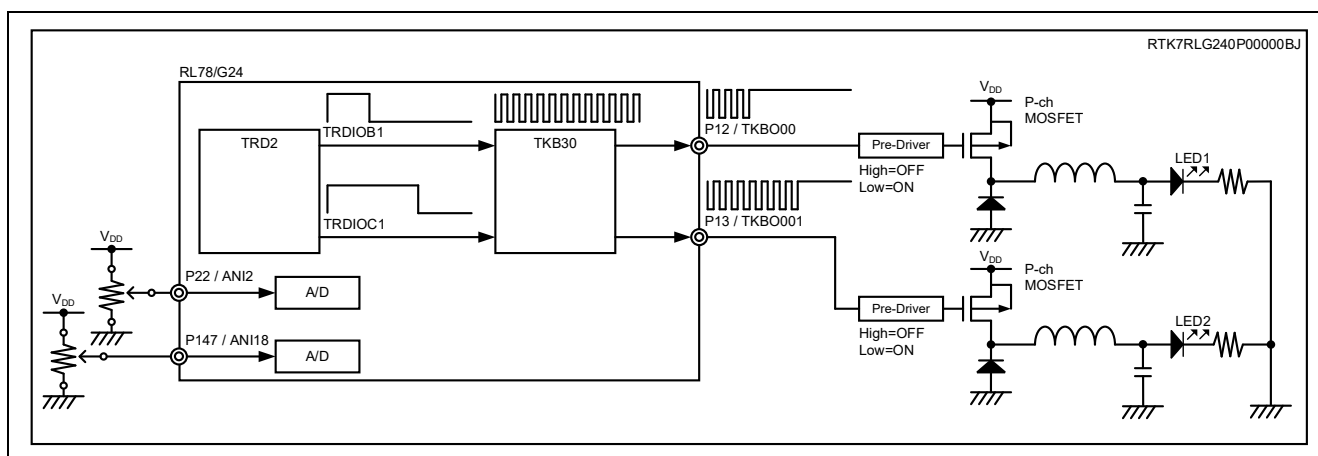
P22 / ANI2 端子、P147 / ANI18 への入力電圧に応じてタイマ RD2 のデューティ比を変更し、TKBO00、TKBO01 の PWM 出力期間を変更します。

表 1-1 に使用する周辺機能と用途を、図 1-1 に PWM 出力ゲート機能を用いたバースト調光のシステム構成を示します。

表 1-1 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能                         | 用途                                               |
|------------------------------|--------------------------------------------------|
| 16 ビット・タイマ KB30 (TKB30)      | TKBO00 端子、TKBO01 端子から PWM 出力する                   |
| タイマ RD2 (TRD0, TRD1)         | タイマ KB3 と連動して、LED 点灯を制御する                        |
| A/D コンバータ<br>(アドバンスド・モード ON) | P22 / ANI2 端子、P147 / ANI18 端子のアナログ入力電圧を A/D 変換する |

図 1-1 PWM 出力ゲート機能を用いたバースト調光のシステム構成

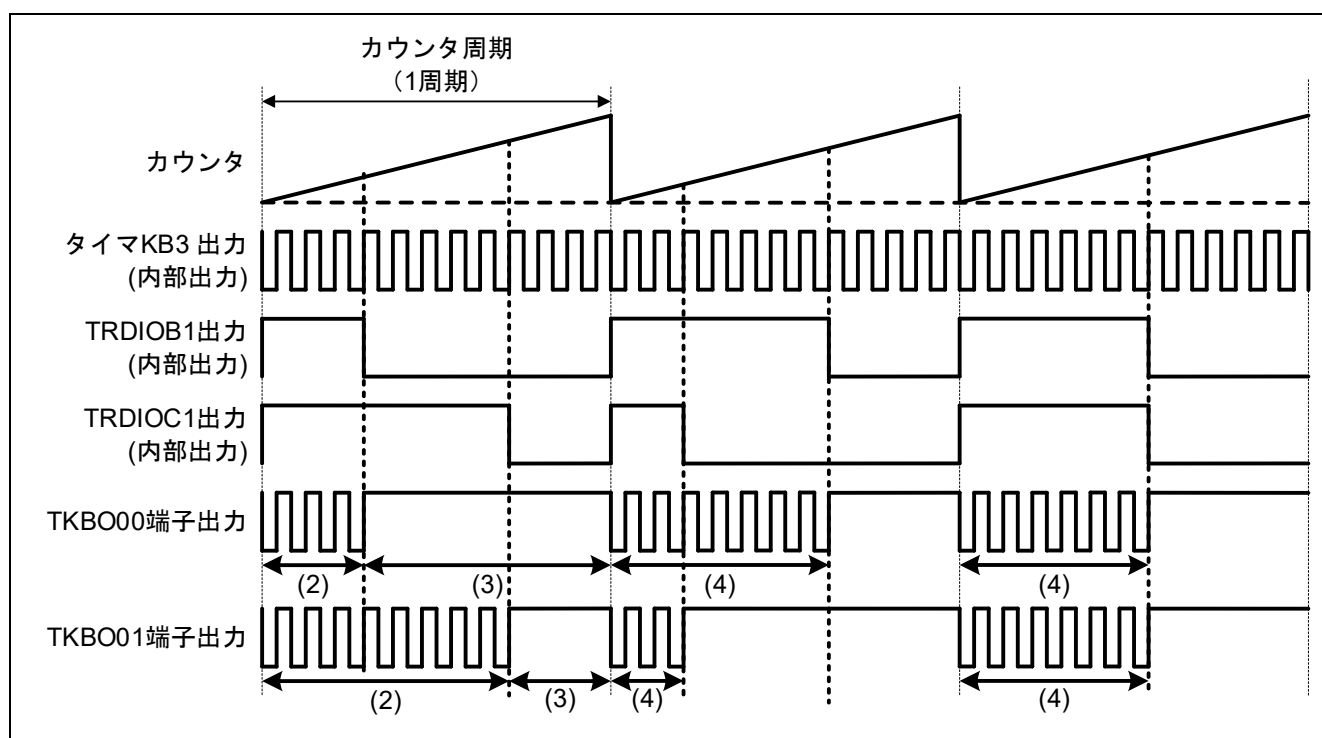


注意 「RL78/G24 DC/DC LED 制御評価ボード」を用いることで回路を組むことなく、評価ボード単体での動作が可能です。詳細については、「RL78 ファミリ RTK7RLG240P00000BJ RL78/G24 DC/DC LED Control Evaluation Board ユーザーズ・マニュアル」を参照してください。

図 1-2 に PWM 出力ゲート機能を用いたバースト調光の出力例を示します。

- (1) タイマ KB3 の TKBO00、TKBO01、タイマ RD2 の TRDIOB1、TRDIOC1 を PWM 出力に設定します。
- (2) TRDIOB1 が High の間は、TKBO00 から PWM 出力が有効になります。同様に TRDIOC1 が High の間は、TKBO01 から PWM 出力が有効になります。
- (3) TRDIOB1 が Low の間は、TKBO00 からの出力はデフォルト・レベルの設定である High に固定されます。同様に TRDIOC1 が Low の間も TKBO01 の出力は High に固定されます。
- (4) 可変抵抗を動かすことによって、TRDIOB1 と TRDIOC1 のデューティ比を変更でき、それぞれゲートされる TKBO00、TKBO01 の PWM 出力の幅を変更できます。

図 1-2 PWM 出力ゲート機能を用いたバースト調光の出力例



## 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

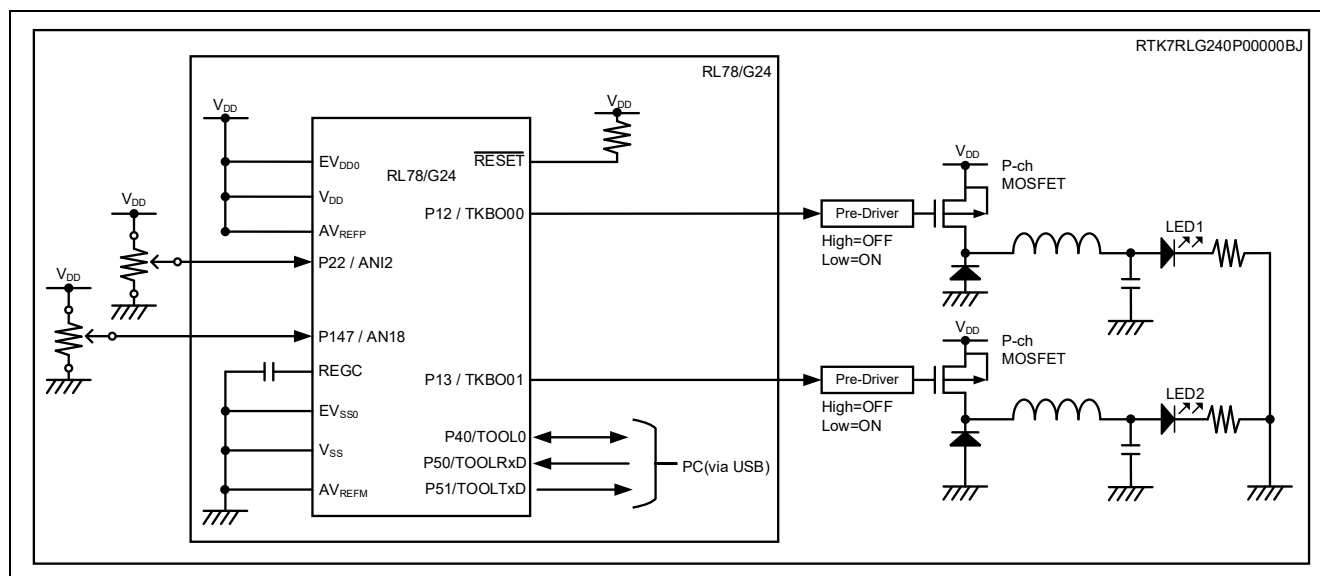
| 項目                              | 内容                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 使用マイコン                          | RL78/G24 (R7F101GLG)                                                                                                                                                                                             |
| 動作周波数                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>高速オンチップ・オシレータ・クロック (<math>f_{HOCO}</math>) : 8MHz</li> <li>PLL 発振回路出力 (<math>f_{PLL}</math>) : 96MHz</li> <li>CPU/周辺ハードウェア・クロック (<math>f_{CLK}</math>) : 48MHz</li> </ul> |
| 動作電圧                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.3V (2.7V~5.5V で動作可能)</li> <li>LVD0 動作 (<math>V_{LVD0}</math>) : リセット・モード<br/>立ち上がり時 TYP. 2.97V<br/>立ち下がり時 TYP. 2.91V</li> </ul>                                         |
| 統合開発環境 (CS+)                    | ルネサスエレクトロニクス製<br>CS+ for CC V8.12.00                                                                                                                                                                             |
| C コンパイラ (CS+)                   | ルネサスエレクトロニクス製<br>CC-RL V1.14.00                                                                                                                                                                                  |
| 統合開発環境 (e <sup>2</sup> studio)  | ルネサスエレクトロニクス製<br>e <sup>2</sup> studio 2024-10 (24.10.0)                                                                                                                                                         |
| C コンパイラ (e <sup>2</sup> studio) | ルネサスエレクトロニクス製<br>CC-RL V1.14.00                                                                                                                                                                                  |
| 統合開発環境 (IAR)                    | IAR システム製                                                                                                                                                                                                        |
| C コンパイラ (IAR)                   | IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V5.10.3                                                                                                                                                                  |
| スマート・コンフィグレータ                   | V.1.11.0                                                                                                                                                                                                         |
| ボードサポートパッケージ<br>(r_bsp)         | V.1.70                                                                                                                                                                                                           |
| エミュレータ                          | CS+、e <sup>2</sup> studio : COM ポート<br>IAR : E2 エミュレータ Lite                                                                                                                                                      |
| 使用ボード                           | RL78/G24 DC/DC LED 制御評価ボード (RTK7RLG240P00000BJ)                                                                                                                                                                  |

### 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のサンプルコード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  $LVD0$  にて設定したリセット解除電圧 ( $V_{LVD0}$ ) 以上にしてください。
- 注意 4. 「RL78/G24 DC/DC LED 制御評価ボード」は P チャネル型 MOSFET を制御するため、汎用出力ポートによる TKBO 端子の Low 出力固定は禁止です。過電流により LED が故障する可能性があります。

#### 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               |
|--------------|-----|------------------|
| P12 / TKBO00 | 出力  | PWM 出力 (LED1 制御) |
| P13 / TKBO01 | 出力  | PWM 出力 (LED2 制御) |
| P22 / ANI2   | 入力  | LED1 輝度制御用ボリューム  |
| P147 / ANI18 | 入力  | LED2 輝度制御用ボリューム  |

注意 本アプリケーションノートは、使用端子のみを端子処理しています。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。

## 4. ソフトウェア説明

### 4.1 スマート・コンフィグレータの設定

本サンプルコードにおけるスマート・コンフィグレータの設定を示します。スマート・コンフィグレータの設定における各表の項目、設定内容は設定画面の表記で記載しています。

#### 4.1.1 システム設定

本サンプルコードで使用しているシステム設定を以下に示します。

なお、本サンプルコードで使用しているシステム設定は、統合開発環境 e<sup>2</sup> studio と CS+は同じですが、IAR は異なります。ご使用の環境に合わせて適切な設定を行ってください。

まず、図 4-1 に本サンプルコード（e<sup>2</sup> studio、CS+）で使用しているシステム設定を示します。

RL78/G24 Fast Prototyping Board (RTK7RLG240C00000BJ) で COM port デバッグを行う場合、統合開発環境（e<sup>2</sup> studio、CS+）内の設定を適切に行う必要があります。詳細は、「RL78/G24 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル (R20UT5091J)」の「7.1 e<sup>2</sup> studio で COM port デバッグを使用する場合」と「7.2 CS+を COM port デバッグ使用する場合」を参照してください。

図 4-1 システム設定（e<sup>2</sup> studio、CS+）

システム設定

▼ オンチップ・デバッグ設定

オンチップ・デバッグ動作設定

☐ 使用しない ☐ エミュレータを使う

エミュレータ設定

☐ E2 ☒ E2 Lite

疑似RRM/DMM機能設定

☐ 使用しない ☒ 使用する

Start/Stop関数機能設定

☒ 使用しない ☐ 使用する

通過ポイント機能設定

☒ 使用しない ☐ 使用する

トレース機能設定

☐ 使用しない ☒ 使用する

セキュリティID設定

☒ セキュリティIDを設定する

セキュリティID

0x000000000000000000000000

セキュリティID認証失敗時の設定

☒ フラッシュ・メモリのデータを消去しない

☐ フラッシュ・メモリのデータを消去する

次に、図 4-2 に本サンプルコード（IAR）で使用しているシステム設定を示します。

図 4-2 システム設定（IAR）

システム設定

▼ オンチップ・デバッグ設定

オンチップ・デバッグ動作設定

☐ 使用しない ☒ エミュレータを使う ☐ COMポート

エミュレータ設定

☐ E2 ☒ E2 Lite

疑似RRM/DMM機能設定

☐ 使用しない ☒ 使用する

Start/Stop関数機能設定

☒ 使用しない ☐ 使用する

通過ポイント機能設定

☒ 使用しない ☐ 使用する

トレース機能設定

☐ 使用しない ☒ 使用する

セキュリティID設定

☒ セキュリティIDを設定する

セキュリティID

セキュリティID認証失敗時の設定

☒ フラッシュ・メモリのデータを消去しない ☐ フラッシュ・メモリのデータを消去する

4.1.2 コンポーネントの設定

本サンプルコードで使用しているコンポーネントの設定を以下に示します。

表 4-1 コンポーネントの設定（タイマ KB3）

| 項目          | 内容                           |
|-------------|------------------------------|
| コンポーネント     | PWM 出力                       |
| コンフィグレーション名 | Config_TKB0                  |
| リソース        | TKB0                         |
| 動作          | 単体動作モード（TKBCRn0 レジスタによる周期制御） |

図 4-3 タイマ KB3 の設定

設定

カウント・ソース設定

動作クロック

CK20

クロック・ソース

fKBKC

(クロック周波数: 96000 kHz,fPLLをfKBKCとして選択します)

PWM出力設定

PWM周期

2

μs

(実際の値 : 2)

デューティ(TKB00出力)

70

(%)

(実際の値 : 50)

デューティ(TKB01出力)

0

(%)

(実際の値 : 69.792)

デレイ(TKB01出力)

0

(%)

(実際の値 : 0)

A/D変換スタート・タイミング信号出力機能設定

TKBTGCR0値

100

出力設定

☒TKBO00出力許可

デフォルト・レベル

Highレベル

Lowレベル

アクティブ・レベル

Highレベル

Lowレベル

☒TKBO01出力許可

デフォルト・レベル

Highレベル

Lowレベル

アクティブ・レベル

Highレベル

Lowレベル

PWM出力ゲート機能設定

TKBO00出力ゲート機能を有効にする

有効

TKBO01出力ゲート機能を有効にする

有効

割り込み設定

☐TKBO00強制出力停止解除時に割り込みを発生させる

優先順位

レベル3(低優先順位)

☐TKBO00強制出力停止発動時に割り込みを発生させる

優先順位

レベル3(低優先順位)

☐TKBO01強制出力停止解除時に割り込みを発生させる

優先順位

レベル3(低優先順位)

☐TKBO01強制出力停止発動時に割り込みを発生させる

優先順位

レベル3(低優先順位)

☒16ビット・タイマKB30エンド・カウントを有効にする

優先順位

レベル3(低優先順位)

備考 TKBO01 出力により制御される LED2（緑）は TKBO00 出力により制御される LED1（赤）より順方向電圧（VF）が高いため、デューティ比を「70%」と高く設定しています。デューティ比を高く設定することにより、LED に印加する電圧を上げています。

表 4-2 コンポーネントの設定（タイマ RD2）

| 項目          | 内容                   |
|-------------|----------------------|
| コンポーネント     | PWM 出力               |
| コンフィグレーション名 | Config_TRD0_TRD1     |
| リソース        | TRD0_TRD1            |
| 動作          | タイマ KB3 PWM 出力ゲートモード |

図 4-4 タイマ RD2 の設定

設定

カウントソース設定

動作クロック CK20

クロック・ソース fKBKC (クロック周波数: 96000 kHz, fPLLをfKBKCとして選択します)

タイマKB3連動動作モードに変更

動作設定

動作モード タイマKB3連動動作モード

出力周期設定 2周期PWM波形2出力/4出力制御

カウンタ設定

TRD0カウンタ動作 TRDGRA0コンパレー一致後もカウント継続

TRD1カウンタ動作 TRDGRA1コンパレー一致後もカウント継続

PWM出力設定

2つまたは6つのPWM周期

100  $\mu$ s (実際の値: 100)

デューティ 50 (%) (実際の値: 50)

出力選択 TRDIOB0 L アクティブ

TRDIOB0/TRDTKBOUT4出力を有効にする

50に変更

50  $\mu$ s (実際の値: 50)

デューティ 50 (%) (実際の値: 50)

出力選択 TRDIOD0 L アクティブ

TRDIOD0/TRDTKBOUT5出力を有効にする

4つのPWM周期

TRDIOB1/TRDTKBOUT0出力を有効にする

TRDIOB1とTRDTKBOUT0に変更

50  $\mu$ s (実際の値: 50)

デューティ 50 (%) (実際の値: 50)

出力選択 TRDIOB1とTRDTKBOUT0 H アクティブ

TRDIOC1/TRDTKBOUT1出力を有効にする

TRDIOC1とTRDTKBOUT1に変更

50  $\mu$ s (実際の値: 50)

デューティ 50 (%) (実際の値: 50)

出力選択 TRDIOC1とTRDTKBOUT1 H アクティブ

TRDIOD1/TRDTKBOUT2出力を有効にする

TRDIOA1/TRDTKBOUT3出力を有効にする

チェックを外す

パルス出力強制遮断設定

☐ INTP0 Lowレベル入力による強制遮断許可

INTP0の強制遮断を選択した場合は、PWMOPA機能ではINTP0を選択しないでください。

☐ ELCイベント入力による強制遮断許可

ELCからの強制遮断を選択した場合は、PWMOPA機能でELCを選択しないでください。

TRDIOB0端子出力 強制遮断禁止

TRDIOD0端子出力 強制遮断禁止

TRDIOA1端子出力 強制遮断禁止

TRDIOB1端子出力 強制遮断禁止

TRDIOC1端子出力 強制遮断禁止

TRDIOD1端子出力 強制遮断禁止

割り込み設定

☐ TRDGRA0コンパレー一致割り込み許可

☐ TRDGRA1コンパレー一致割り込み許可

INTTRD0優先順位 レベル3(低優先順位)

INTTRD1優先順位 レベル3(低優先順位)

チェックを外す

表 4-3 コンポーネントの設定 (A/D コンバータ)

| 項目          | 内容         |
|-------------|------------|
| コンポーネント     | A/D コンバータ  |
| コンフィグレーション名 | Config_ADC |
| リソース        | ADC        |
| 動作モード       | アドバンスド・モード |

図 4-5 A/D コンバータの設定 (1/2)

設定

コンパレータ動作設定

☒ 停止
☐ 許可

分解能設定

☐ 10ビット
☐ 8ビット
☒ 12ビット

チェックをつける

VREF(+)設定

☐ VDD
☒ AVREFP
☐ 内部基準電圧

チェックをつける

VREF(-)設定

☐ VSS
☒ AVREFM

チェックをつける

同時サンプリング機能設定

同時サンプリング

未使用

トリガ要因

INTTM01 信号

1st S&H回路入力ソース

ANI0

2nd S&H回路入力ソース

ANI2

3rd S&H回路入力ソース

ANI3

変換の優先順位

Low

動作モード設定

ワンショット・セレクト・モード

A/Dチャンネル0設定

☒ A/Dチャンネル0の有効(ADS0)

チェックをつける

トリガ要因

ソフトウェア・トリガ

入力ソース

ANI2

変換の優先順位

低

ソフトウェア・トリガに変更

ANI2に変更

A/Dチャンネル1設定

☒ A/Dチャンネル1の有効(ADS1)

チェックをつける

トリガ要因

ソフトウェア・トリガ

入力ソース

ANI18

変換の優先順位

低

ソフトウェア・トリガに変更

ANI18に変更

図 4-6 A/D コンバータの設定 (2/2)

|                                                                                  |                     |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| A/Dチャンネル2設定                                                                      |                     |
| <input type="checkbox"/> A/Dチャンネル2の有効(ADS2)                                      |                     |
| トリガ要因                                                                            | ELCITL0 信号          |
| 入力ソース                                                                            | ANI2                |
| 変換の優先順位                                                                          | 低                   |
| A/Dチャンネル3設定                                                                      |                     |
| <input type="checkbox"/> A/Dチャンネル3の有効(ADS3)                                      |                     |
| トリガ要因                                                                            | ELCからのイベント入力        |
| 入力ソース                                                                            | ANI3                |
| 変換の優先順位                                                                          | 低                   |
| 変換時間設定                                                                           |                     |
| fCLKは48 MHz以下に設定してください。                                                          |                     |
| 変換時間モード                                                                          | 標準1                 |
| サンプリング・クロック・サイクル                                                                 | 27 fAD              |
| 変換時間                                                                             | 50/fCLK (1.0417 μs) |
| 変換結果上限/下限値設定                                                                     |                     |
| <input checked="" type="radio"/> ADLL ≤ ADCRn ≤ ADULで割り込み要求信号(INTAD0からINTAD3)を発生 |                     |
| <input type="radio"/> ADUL < ADCRnまたはADLL > ADCRnで割り込み要求信号(INTAD0からINTAD3)を発生    |                     |
| 上限値(ADUL)                                                                        | 255                 |
| 下限値(ADLL)                                                                        | 0                   |
| 割り込み設定                                                                           |                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> A/D チャンネル 0 割り込み(INTAD0)を使用                  | 優先順位 レベル3(低優先順位)    |
| <input type="checkbox"/> ADS0で指定されたアナログ入力チャンネルの変換状態を保存する                         |                     |
| <input checked="" type="checkbox"/> A/D チャンネル 1 割り込み(INTAD1)を使用                  | 優先順位 レベル3(低優先順位)    |
| <input type="checkbox"/> ADS1で指定されたアナログ入力チャンネルの変換状態を保存する                         |                     |
| <input type="checkbox"/> A/D チャンネル 2 割り込み(INTAD2)を使用                             | 優先順位 レベル3(低優先順位)    |
| <input type="checkbox"/> ADS2で指定されたアナログ入力チャンネルの変換状態を保存する                         |                     |
| <input type="checkbox"/> A/D チャンネル 3 割り込み(INTAD3)を使用                             | 優先順位 レベル3(低優先順位)    |
| <input type="checkbox"/> ADS3で指定されたアナログ入力チャンネルの変換状態を保存する                         |                     |

## 4.2 フォルダ構成

表 4-4 にサンプルコードの使用しているソースファイル／ヘッダファイルの構成を示します。なお、統合開発環境で自動生成されるファイル、bsp 環境のファイルは除きます。

表 4-4 フォルダ構成

| フォルダ、ファイル名                                      | 説明                     | スマート・コンフィグレータを使用 |
|-------------------------------------------------|------------------------|------------------|
| \r01an7256_tkb3_trd2_dimming<DIR> <sup>注2</sup> | サンプルコードのフォルダ           |                  |
| \src<DIR>                                       | プログラム格納用フォルダ           |                  |
| main.c                                          | サンプルコードソースファイル         |                  |
| \smc_gen<DIR>                                   | スマート・コンフィグレータ生成フォルダ    | √                |
| \Config_ADC<DIR>                                | ADC 用プログラム格納フォルダ       | √                |
| Config_ADC.c                                    | ADC 用ソースファイル           | √                |
| Config_ADC.h                                    | ADC 用ヘッダファイル           | √                |
| Config_ADC_user.c                               | ADC 用割り込みソースファイル       | √                |
| \Config_TKB0<DIR>                               | TKB0 用プログラム格納フォルダ      | √                |
| Config_TKB0.c                                   | TKB0 用ソースファイル          | √                |
| Config_TKB0.h                                   | TKB0 用ヘッダファイル          | √                |
| Config_TKB0_user.c                              | TKB0 用割り込みソースファイル      | √ <sup>注1</sup>  |
| \Config_TRD0_TRD1<DIR>                          | TRD0_TRD1 用プログラム格納フォルダ | √                |
| Config_TRD0_TRD1.c                              | TRD0_TRD1 用ソースファイル     | √                |
| Config_TRD0_TRD1.h                              | TRD0_TRD1 用ヘッダファイル     | √                |
| Config_TRD0_TRD1_user.c                         | TRD0_TRD1 用割り込みソースファイル | √ <sup>注1</sup>  |
| ¥general<DIR>                                   | 初期化、共通プログラム格納フォルダ      |                  |
| ¥r_bsp<DIR>                                     | BSP 用プログラム格納フォルダ       |                  |
| ¥r_config<DIR>                                  | プログラム格納フォルダ            |                  |

補足 ” <DIR> ” は、ディレクトリを意味します。

注1. 本サンプルコードでは使用しません。

注2. IAR 版のサンプルコードは r01an7256\_tkb3\_trd2\_dimming.ipcf を格納しています。ipcf ファイルについては、「RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド：IAR 編（R20AN0581）」を確認してください。

### 4.3 オプション・バイトの設定一覧

表 4-5 にオプション・バイト設定を示します。

表 4-5 オプション・バイト設定

| アドレス          | 設定値              | 内容                                            |
|---------------|------------------|-----------------------------------------------|
| 000C0H/040C0H | 1110 1111B (EFH) | ウォッチドッグ・タイマ動作停止<br>(リセット解除後、カウント停止)           |
| 000C1H/040C1H | 1111 1011B (FBH) | LVD0 リセット・モード<br>検出電圧：立ち上がり 2.97V／立下り 2.91V   |
| 000C2H/040C2H | 1110 1010B (EAH) | フラッシュ動作モード：高速メインモード<br>高速オンチップ・オシレータの周波数：8MHz |
| 000C3H/040C3H | 1000 0101B (85H) | オンチップ・デバッグ動作許可                                |

### 4.4 定数一覧

本サンプルコードでは定数は使用しません。

### 4.5 変数一覧

表 4-6 に本サンプルコードで使用する変数一覧を示します。

表 4-6 サンプルコードで使用する変数

| 変数名              | 型        | 内容                   | 使用関数                       |
|------------------|----------|----------------------|----------------------------|
| g_result_buffer0 | uint16_t | チャンネル 0 A/D 変換結果格納   | r_Config_ADC_ad0_interrupt |
| g_result_buffer1 | uint16_t | チャンネル 1 A/D 変換結果格納   | r_Config_ADC_ad1_interrupt |
| g_duty_result0   | uint16_t | チャンネル 0 デューティ比計算結果格納 | r_Config_ADC_ad0_interrupt |
| g_duty_result1   | uint16_t | チャンネル 1 デューティ比計算結果格納 | r_Config_ADC_ad1_interrupt |

### 4.6 関数一覧

表 4-7 にサンプルコードで使用する関数、処理を示します。ただし、スマート・コンフィグレータで生成された関数の内、変更を行っていないものは除きます。

表 4-7 関数一覧

| 関数名                        | 概要                      | ソースファイル           |
|----------------------------|-------------------------|-------------------|
| main                       | メイン処理                   | main.c            |
| r_Config_ADC_ad0_interrupt | A/D コンバータチャンネル 0 割り込み処理 | Config_ADC_user.c |
| r_Config_ADC_ad1_interrupt | A/D コンバータチャンネル 1 割り込み処理 | Config_ADC_user.c |

## 4.7 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    | メイン処理                                                      |
| ヘッダ   | r_smc_entry.h                                              |
| 宣言    | void main (void);                                          |
| 説明    | A/D コンバータ、コンパレータ、D/A コンバータ、TKB30 の初期設定を行い、ソフトウェアトリガを発生します。 |
| 引数    | なし                                                         |
| リターン値 | なし                                                         |
| 備考    | なし                                                         |

### [関数名] r\_Config\_ADC\_ad0\_interrupt

|       |                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | A/D コンバータチャンネル 0 割り込み処理                                                                  |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h、Config_ADC.h                                        |
| 宣言    | static void __near r_Config_ADC_ad0_interrupt(void);                                     |
| 説明    | A/D 変換結果を ADCR0 レジスタから読み出し、内蔵 RAM の変数に格納します。格納した変換結果を元にデューティ比の計算を行い、TKB30 のデューティ比を変更します。 |
| 引数    | なし                                                                                       |
| リターン値 | なし                                                                                       |
| 備考    | なし                                                                                       |

### [関数名] r\_Config\_ADC\_ad1\_interrupt

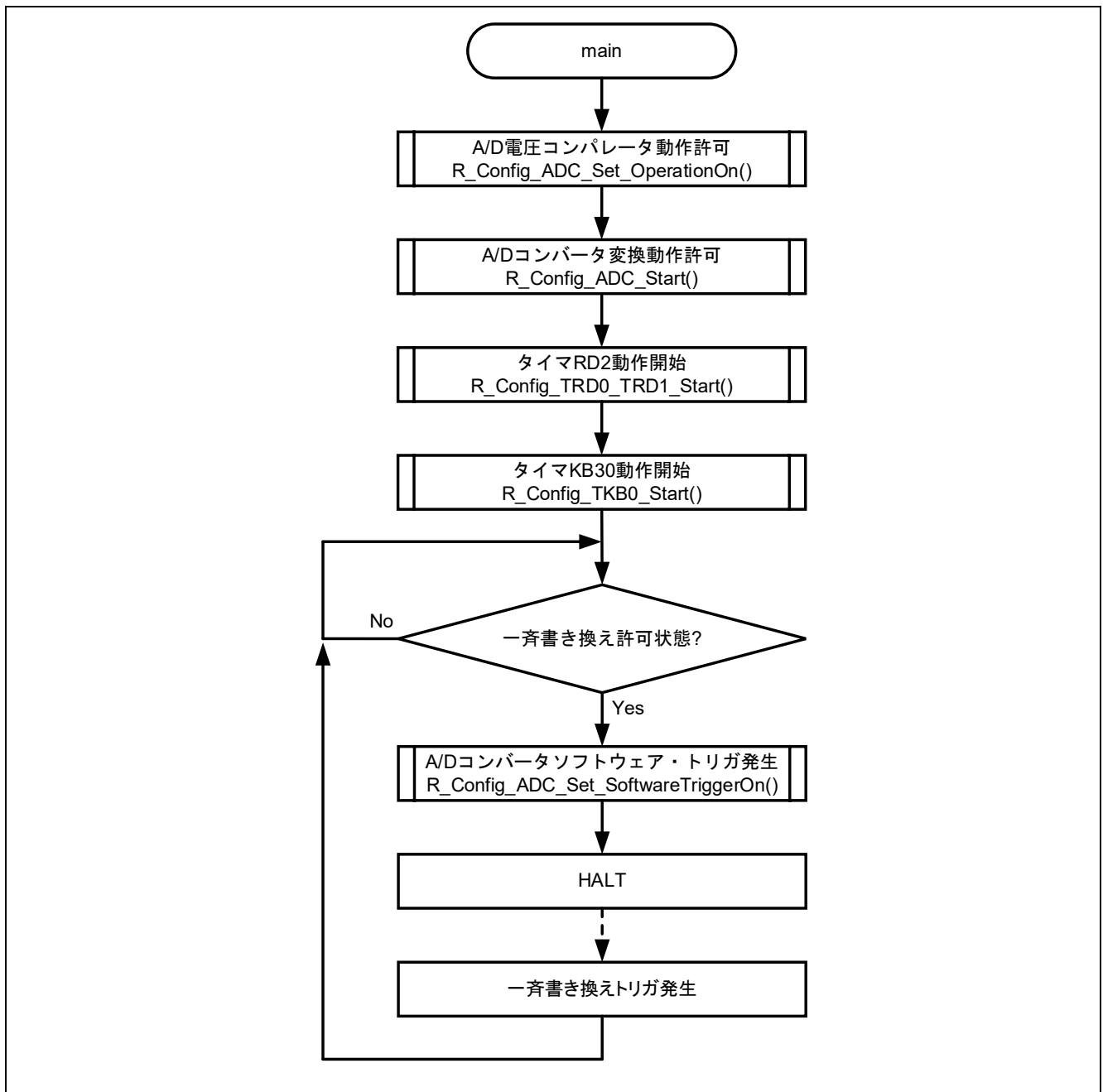
|       |                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 概要    | A/D コンバータチャンネル 1 割り込み処理                                                                  |
| ヘッダ   | r_cg_macrodriver.h、r_cg_userdefine.h、Config_ADC.h                                        |
| 宣言    | static void __near r_Config_TKB0_activated1_interrupt(void);                             |
| 説明    | A/D 変換結果を ADCR0 レジスタから読み出し、内蔵 RAM の変数に格納します。格納した変換結果を元にデューティ比の計算を行い、TKB30 のデューティ比を変更します。 |
| 引数    | なし                                                                                       |
| リターン値 | なし                                                                                       |
| 備考    | なし                                                                                       |

## 4.8 フローチャート

### 4.8.1 メイン処理

図 4-7 にメイン処理のフローチャートを示します。

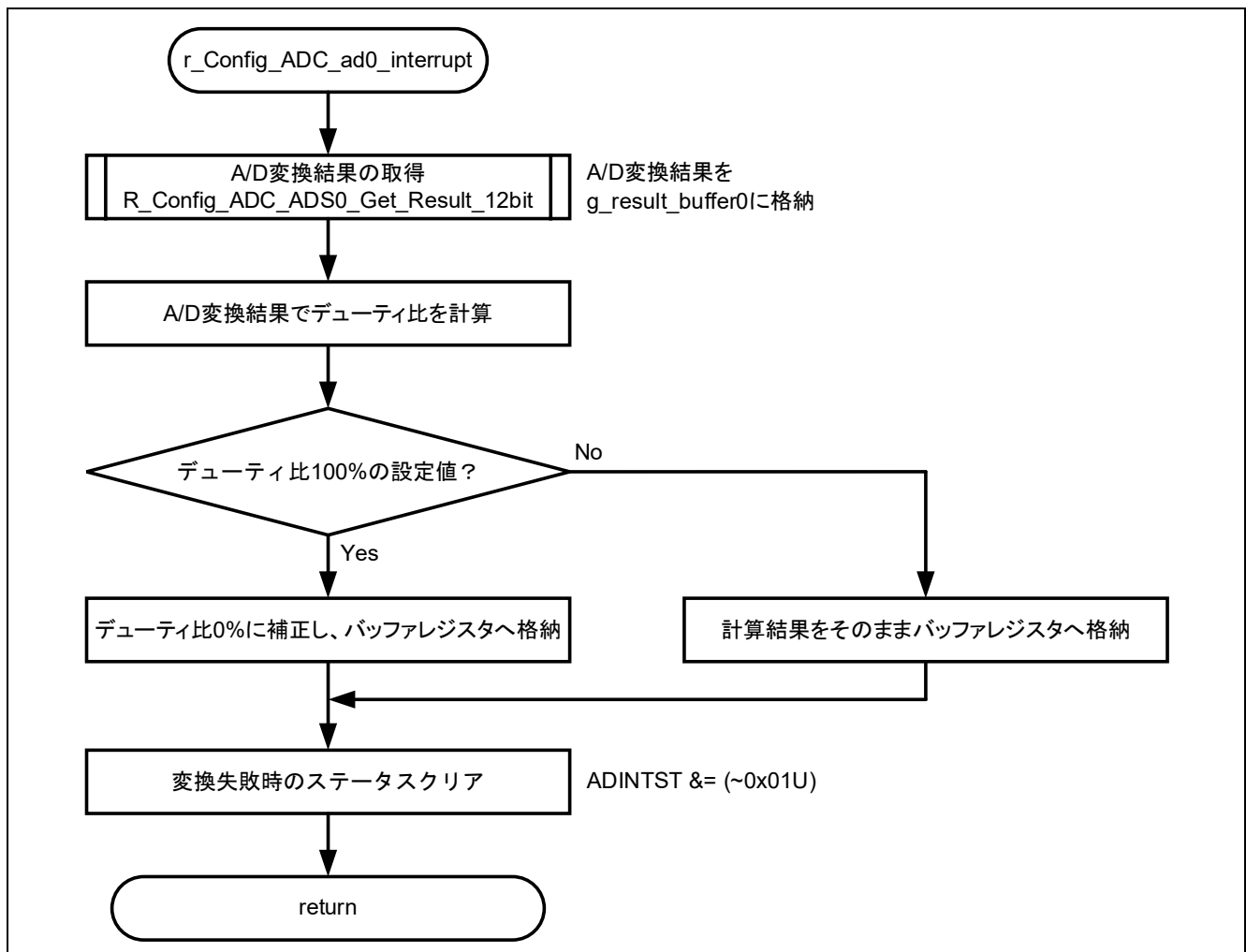
図 4-7 メイン処理



## 4.8.2 r\_Config\_ADC\_ad0\_interrupt 関数

図 4-8 に r\_Config\_ADC\_ad0\_interrupt のフローチャートを示します。

図 4-8 r\_Config\_ADC\_ad0\_interrupt 関数

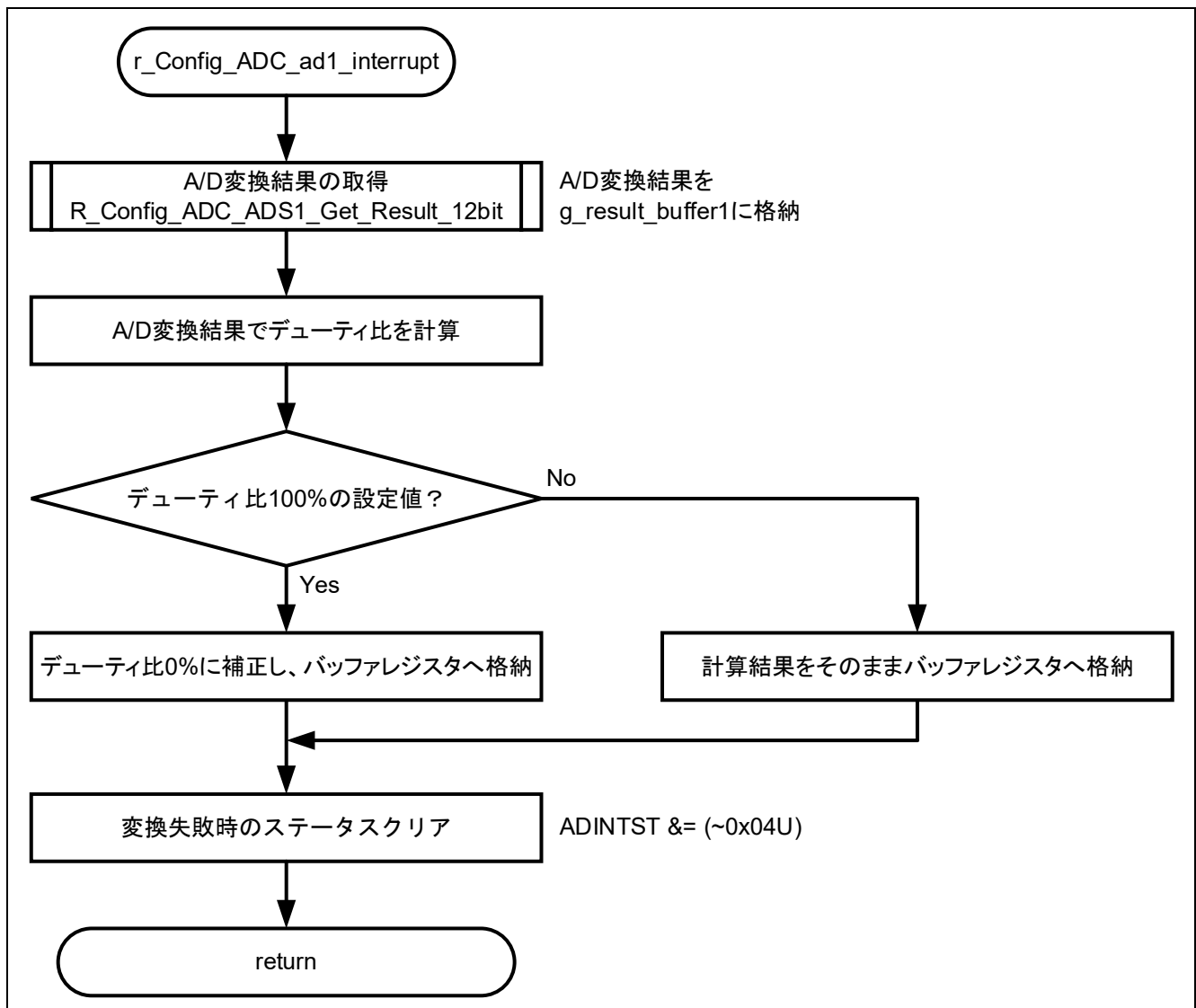


備考 タイマ KB PWM 出力ゲートモードでは、コンペアレジスタに設定した値を有効にする一斉書き換え処理が必要です。一斉書き換えには関連レジスタの設定手順がありますので、詳細は「RL78/G24 ユーザーズマニュアル ハードウェア編」の「12.4.7 コンペアレジスタの一斉書き換え」を参照してください。

## 4.8.3 r\_Config\_ADC\_ad1\_interrupt 関数

図 4-9 に r\_Config\_ADC\_ad1\_interrupt のフローチャートを示します。

図 4-9 r\_Config\_ADC\_ad1\_interrupt 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。

## 6. 参考ドキュメント

RL78/G24 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0961)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015)

RL78/G24 Fast Prototyping Board ユーザーズマニュアル (R20UT5091)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : CS+編 (R20AN0580)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : e<sup>2</sup> studio 編 (R20AN0579)

RL78 スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド : IAR 編 (R20AN0581)

RL78 ファミリ RTK7RLG240P00000BJ RL78/G24 DC/DC LED Control Evaluation Board  
ユーザーズ・マニュアル (R20UT5371)

(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。)

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 | 2024.12.10 | －    | 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。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](http://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/](http://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。