

---

## SH7231グループ

R01AN1183JJ0100

Rev.1.00

2012.06.12

## 光センサ応用例

---

### 要旨

本アプリケーションノートでは、SH7231と光センサを接続した応用例について説明します。

### 対象デバイス

SH7231

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

## 目次

1. 仕様.....	3
2. 動作確認条件 .....	4
3. 関連アプリケーションノート .....	4
4. ハードウェア説明 .....	5
4.1 ハードウェア構成例 .....	5
4.2 使用端子一覧 .....	5
5. ソフトウェア説明 .....	6
5.1 動作概要 .....	6
5.2 定数一覧 .....	7
5.3 変数一覧 .....	7
5.4 関数一覧 .....	8
5.5 関数仕様 .....	9
5.6 フローチャート .....	12
5.6.1 メイン処理 .....	12
5.6.2 ピンファンクションコントローラ初期化処理 .....	13
5.6.3 割り込みコントローラ初期化処理 .....	14
5.6.4 コンペアマッチタイマ初期化処理 .....	15
5.6.5 ソフトウェアウェイト処理 (ms単位) .....	16
5.6.6 ソフトウェアウェイト処理 (us単位) .....	17
5.6.7 光センサデータ取得処理 .....	18
5.6.8 ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理 .....	19
5.6.9 ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理 .....	20
5.6.10 ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理 .....	20
5.6.11 コンペアマッチタイマ割り込み 0 例外処理 .....	21
6. サンプルコード .....	22
7. 参考ドキュメント .....	22

## 1. 仕様

SH7231 に接続した光センサで RGB 各色の光量を測定し、その値に応じて各色に対応する LED の点滅速度を調整します。

また、光センサでの各色の測定値が全てある閾値を下回った場合は、ディープソフトウェアスタンバイモードに遷移します。ディープソフトウェアスタンバイモードからは NMI により復帰します。

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に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
I/O ポート	光センサの測光を制御、RGB 測定データの読み出し
コンペアマッチタイマ (CMT)	LED 点滅制御
割り込みコントローラ (INTC)	CMT の割り込み優先レベル設定
低消費電力モード	ディープソフトウェアスタンバイモード遷移/解除

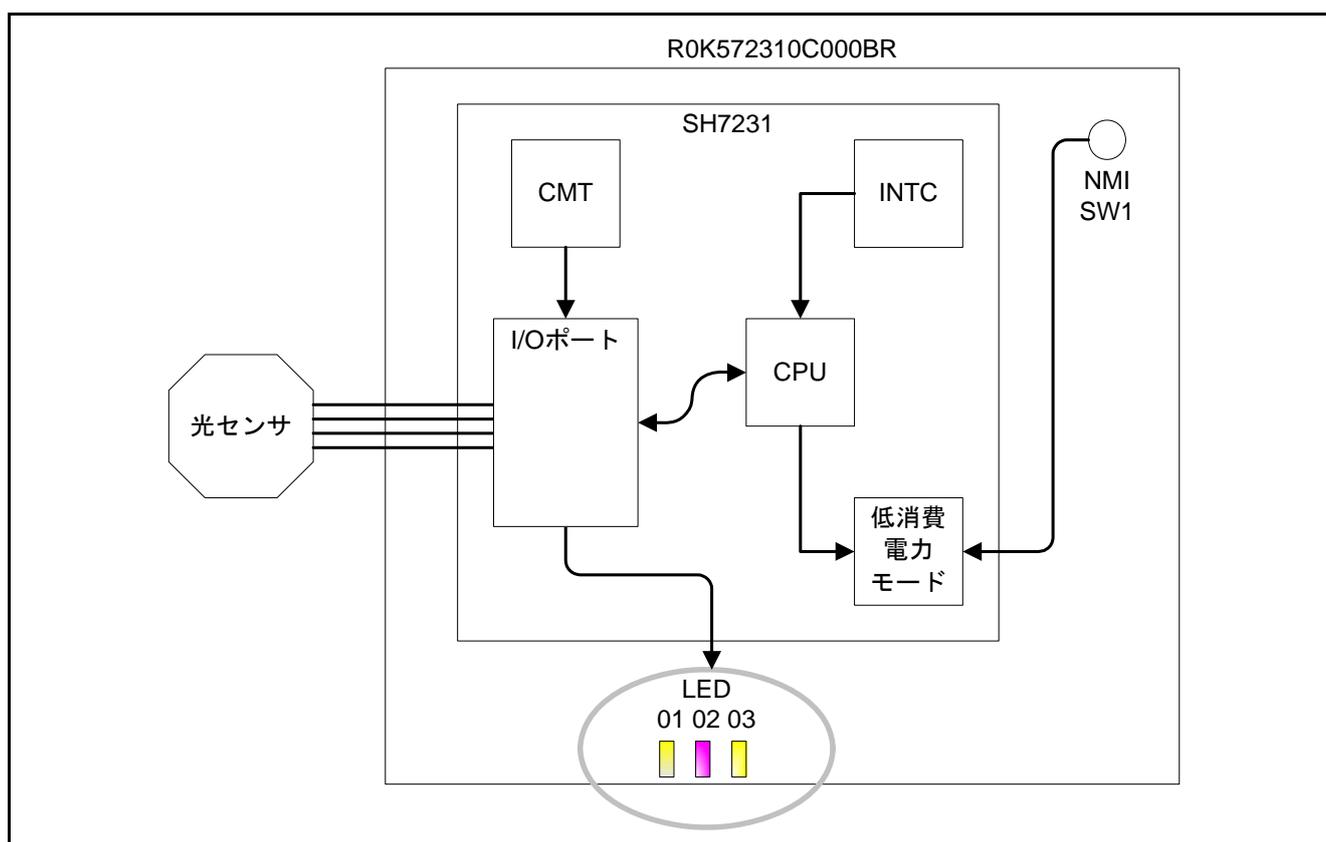


図1.1 システム構成

## 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	SH7231
動作周波数	メインクロック : 100MHz バスクロック : 50MHz 周辺クロック : 50MHz
動作電圧	Vcc: 3.3V
統合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 High performance Embedded Workshop Ver.4.08.00
C コンパイラ	ルネサス エレクトロニクス製 SuperH RISC engine ファミリ C/C++コンパイラパッケージ Ver.9.04 Release 00 コンパイルオプション -cpu=sh2afpu -fpu=single -include="\$\$(WORKSPDIR)¥inc", "\$\$(WORKSPDIR)¥src¥common" -object="\$\$(CONFIGDIR)¥\$(FILELEAF).obj" -debug -gbr=auto -chgincpath -errorpath -global_volatile=0 -opt_range=all -infinite_loop=0 -del_vacant_loop=0 -struct_alloc=1 -nologo
動作モード	シングルチップモード
サンプルコードのバージョン	1.00
使用ボード	R0K572310C000BR
使用デバイス	光センサ*1

【注】\*1 光センサはポートHに接続して使用します。

## 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。

- SH7231 グループ 初期設定例 (R01AN0322JJ)
- SH7231 グループ ディープソフトウェアスタンバイモード使用例 (R01AN0822JJ)

## 4. ハードウェア説明

### 4.1 ハードウェア構成例

本サンプルコードでは照度検知用の光センサに、RGB3色を同時測光できるデジタルカラーセンサを使用しています。

光センサの制御にはPH9～PH6を使用し、図4.1のように接続しています。

また、取得したRGB3色の測定データを基に点滅させるLED3～1を、PG11～9に接続しています。

図4.1にブロック図を示します。

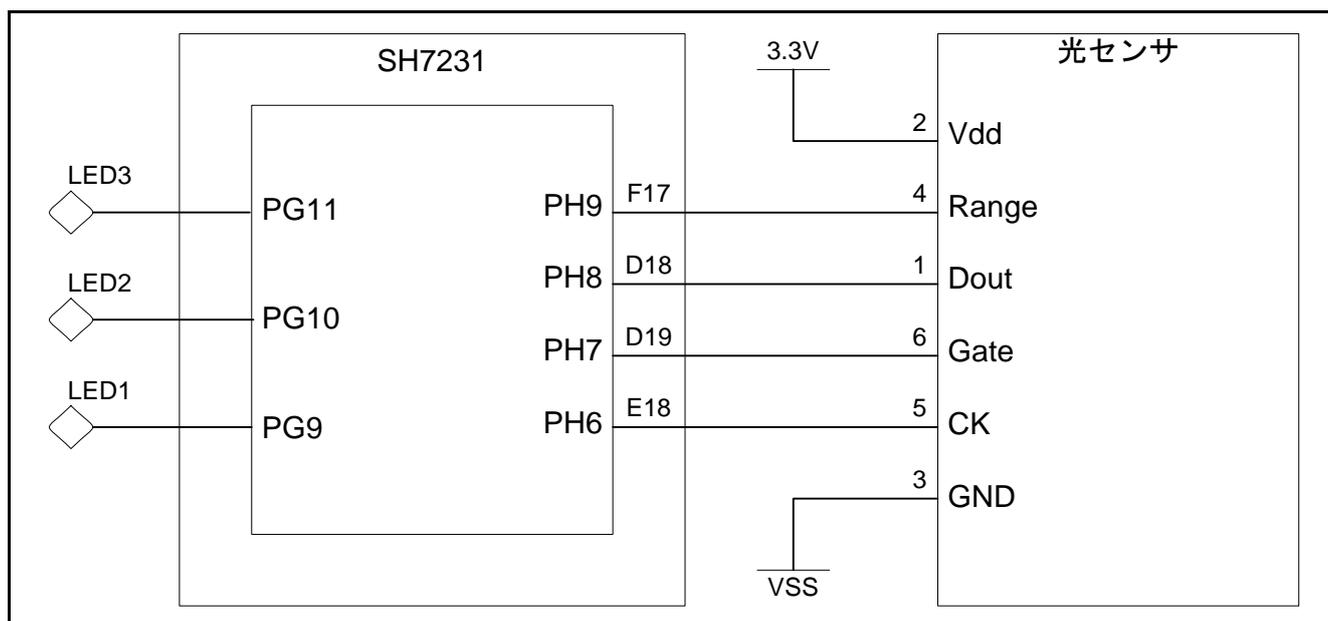


図4.1 ブロック図

### 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
PH9	出力	光センサの感度切り替え (Range)
PH8	入力	光センサの測定データ入力 (Dout)
PH7	出力	光センサの Gate 端子操作
PH6	出力	光センサのデータ読み出し用パルス出力 (CK)
PG11～9	出力	使用ボード上の LED3～1 を点滅

## 5. ソフトウェア説明

### 5.1 動作概要

起動するとディープソフトウェアスタンバイモードからの復帰か否かを判定し、復帰と判定された場合のみディープソフトウェアスタンバイモードの解除処理を行います。その後、各機能の初期化処理を行いメインループに入ります。

50ms周期でCMT0のコンペアマッチ割り込みを発生させ、この例外処理中で光センサの値を読み込みます。

RGB3色の測定データが閾値以上の場合は、測定データと点滅用のカウンタの値によりポートGへの出力を制御し、LEDを点滅させます。

測定データがすべて閾値以下の場合にはディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移します。ディープソフトウェアスタンバイモードからの復帰にはNMIスイッチを使用します。

図5.1に動作概要を示します。

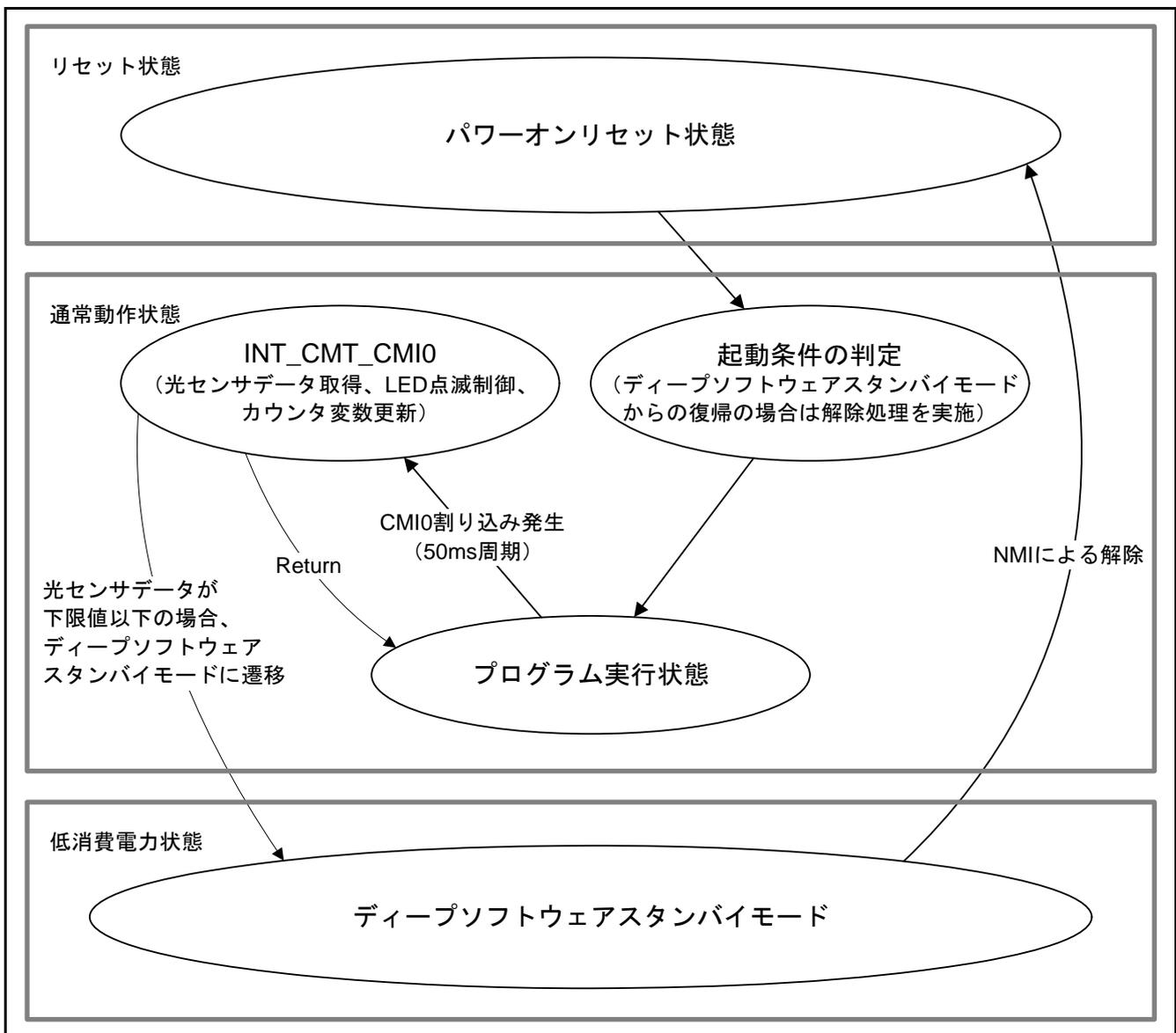


図5.1 動作概要

## 5.2 定数一覧

表 5.1に サンプルコードで使用する定数を示します。

表5.1 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
OPT_DATA_BIT	12	光センサのデータのビット数
OPT_WAIT_TG	20	積算時間 (20ms) * <sup>1</sup>
OPT_WAIT_T1	5	積算終了後パルス出力開始までの待ち時間 (5 $\mu$ s) * <sup>1</sup>
OPT_WAIT_T2	5	RGB 各色のデータ間のパルス発生待ち時間 (5 $\mu$ s) * <sup>1</sup>
OPT_WAIT_T4	2	感度変更後測光開始までの待ち時間 (2ms) * <sup>1</sup>
OPT_WAIT_TW	-1	読み出しパルス幅 (500ns) * <sup>1</sup>
OPT_CARRY_HIGH	H'0800	光センサ受信ビット High
OPT_CARRY_LOW	0	光センサ受信ビット Low
OPT_DATA_MAX	H'0FFF	光センサ受信データ最大値
OPT_DATA_THRESHOLD	H'0040	光センサ受信ディープソフトウェアスタンバイモードへ遷移する閾値 (Range = High の場合)
BLINK_MAX	840	LED 点滅で使用するカウンタ最大値 (1~8 の最小公倍数)

【注】 \*<sup>1</sup> 光センサ測光の各種タイミング用ウェイト時間。

## 5.3 変数一覧

表 5.2に グローバル変数を示します。

表5.2 グローバル変数

型	変数名	内容	使用関数
uint16_t	g_opt_data_R	センサデータ (赤)	get_opt_sensor INT_CMT_CM10
uint16_t	g_opt_data_G	センサデータ (緑)	get_opt_sensor INT_CMT_CM10
uint16_t	g_opt_data_B	センサデータ (青)	get_opt_sensor INT_CMT_CM10
uint16_t	g_blink_mem	LED 点滅用カウンタ	INT_CMT_CM10

## 5.4 関数一覧

表 5.3に 関数を示します。

表5.3 関数

関数名	概要
main	メイン処理
io_init_pfc	ピンファンクションコントローラ初期化処理
io_init_intc	割り込みコントローラ初期化処理
io_init_cmt	コンペアマッチタイマ初期化処理
software_wait_ms	ソフトウェアウェイト処理 (ms 単位)
software_wait_us	ソフトウェアウェイト処理 (μs 単位)
get_opt_sensor	光センサデータ取得処理
goto_deep_standby	ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理
cancel_deep_standby	ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理
judgment_deep_standby	ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理
INT_CMT_CMIO	CMT0 コンペアマッチタイマ割り込み (CMIO) 例外処理

## 5.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

main	
概要	メイン処理
ヘッダ	
宣言	void main(void)
説明	ディープソフトウェアスタンバイモードからの復帰か否かを判定し、復帰の場合はディープソフトウェアスタンバイモード解除処理を実行します。 各機能の初期化処理をし、メインループに入ります。
引数	なし
リターン値	なし
io_init_pfc	
概要	ピンファンクションコントローラ初期化処理
ヘッダ	
宣言	void io_init_pfc(void)
説明	ポート G の 11-9 の端子機能を I/O ポートに設定します。 ポート H の 9-6 の端子機能を外部機器用に設定します。 汎用入力機能をイネーブルにします。 光センサの入カレンジを High に設定します。
引数	なし
リターン値	なし
io_init_intc	
概要	割り込みコントローラ初期化処理
ヘッダ	
宣言	void io_init_intc(void)
説明	CMT0 の割り込み優先レベルを設定します。
引数	なし
リターン値	なし
io_init_cmt	
概要	コンペアマッチタイマ初期化処理
ヘッダ	
宣言	void io_init_cmt(void)
説明	50ms 周期で CM10 の割り込み要求を発生させる設定をします。
引数	なし
リターン値	なし

---

**software\_wait\_ms**

---

概要	ソフトウェアウェイト処理 (ms 単位)	
ヘッダ		
宣言	int32_t software_wait_ms(uint32_t ms)	
説明	引数で指定された時間 (ms 単位) で、NOP 命令実行を繰り返します。	
引数	uint32_t ms	: 待ち時間 (ms 単位)
リターン値	0	: 正常
	-1	: 設定値エラー

---

**software\_wait\_us**

---

概要	ソフトウェアウェイト処理 ( $\mu$ s 単位)	
ヘッダ		
宣言	int32_t software_wait_us(int32_t us)	
説明	引数で指定された時間 ( $\mu$ s 単位) で、NOP 命令実行を繰り返します。 また、引数に-1 が指定されると 500ns の間 NOP 命令実行を繰り返します。	
引数	int32_t us	1 以上 : 待ち時間 ( $\mu$ s 単位)
		-1 : 500ns
リターン値	0	: 正常
	-1	: 設定値エラー

---

**get\_opt\_sensor**

---

概要	光センサデータ取得処理	
ヘッダ		
宣言	void get_opt_sensor(void)	
説明	光センサより RGB 測定データを読み出し、結果をそれぞれの変数に代入します。	
引数	なし	
リターン値	なし	

---

**goto\_deep\_standby**

---

概要	ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理
ヘッダ	
宣言	void goto_deep_standby(void)
説明	ディープソフトウェアスタンバイモードに遷移するため各レジスタの設定をし、sleep 命令を実行して遷移します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**cancel\_deep\_standby**

---

概要	ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理
ヘッダ	
宣言	void cancel_deep_standby(void)
説明	ディープソフトウェアスタンバイモードの設定フラグや解除要因フラグをクリアします。
引数	なし
リターン値	なし

---

**judgment\_deep\_standby**

---

概要	ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理
ヘッダ	
宣言	void cancel_deep_standby(void)
説明	ディープソフトウェアスタンバイモードよりの復帰かどうかを判定し解除処理を実行します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**INT\_CMT\_CMI0**

---

概要	CMT0 コンペアマッチタイマ割り込み (CMI0) 例外処理
ヘッダ	
宣言	void INT_CMT_CMI0(void)
説明	コンペアマッチにより 50ms 周期で呼び出され、光センサのデータを取得します。測定データが、RGB3 色共に閾値以下の場合にはディープソフトウェアスタンバイモードに遷移します。そうでない場合は、カウンタ値とそれぞれの測定データによってポート G の出力を制御し LED を点滅させます。その後、カウンタ変数を更新します。
引数	なし
リターン値	なし

## 5.6 フローチャート

### 5.6.1 メイン処理

図 5.2に メイン処理のフローチャートを示します。

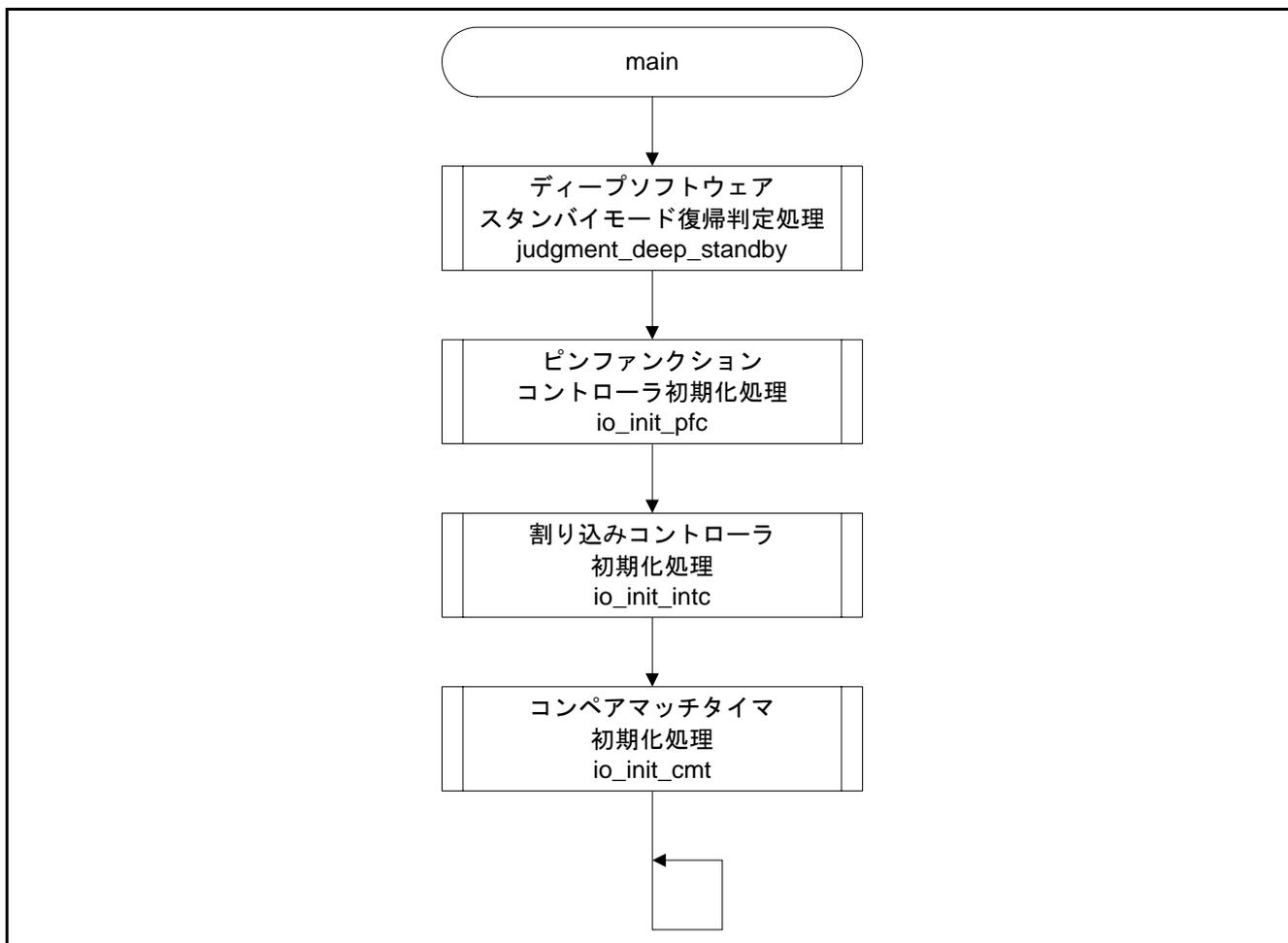


図5.2 メイン処理

## 5.6.2 ピンファンクションコントローラ初期化処理

図 5.3に ピンファンクションコントローラ初期化処理のフローチャートを示します。

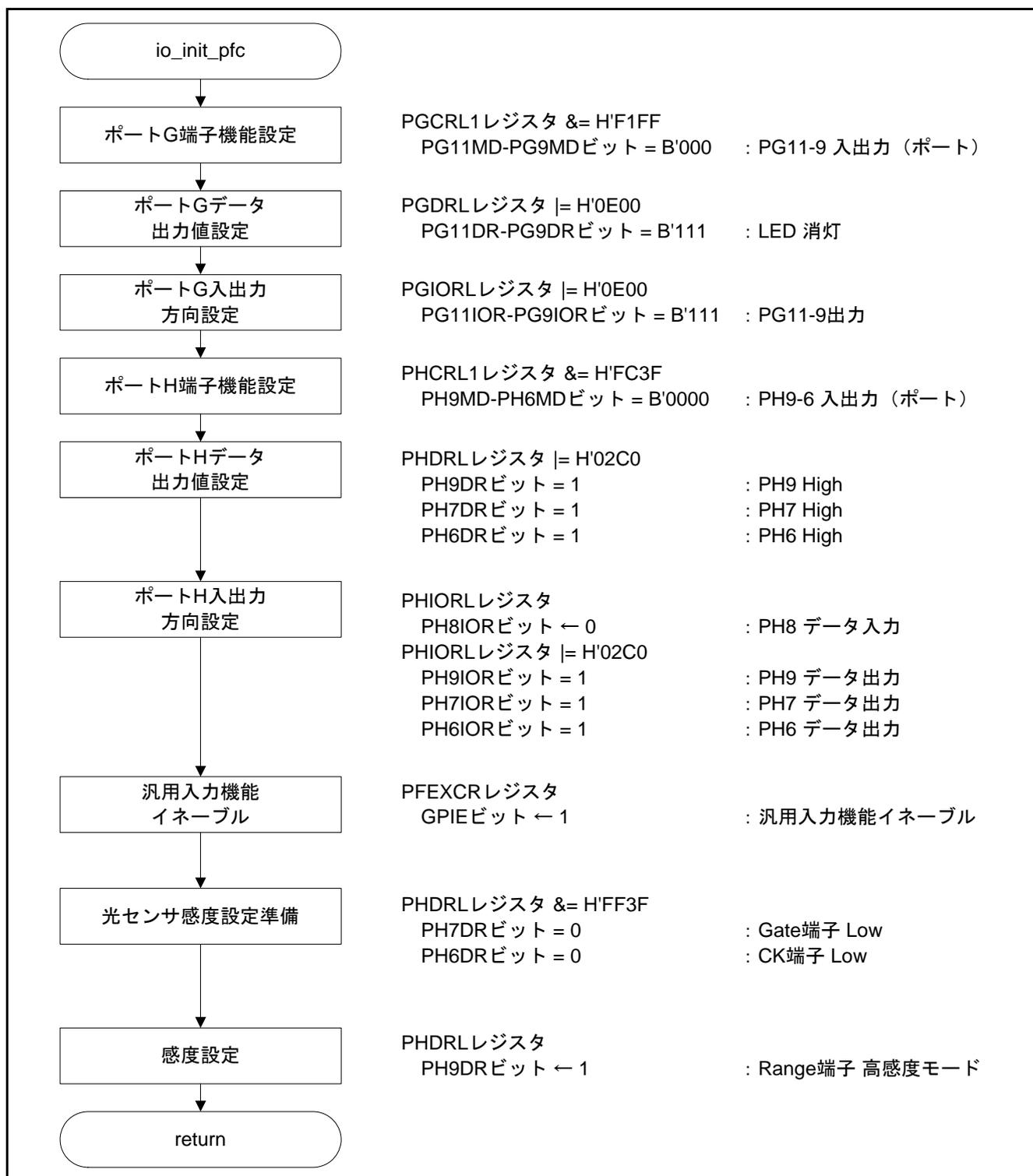


図5.3 ピンファンクションコントローラ初期化処理

## 5.6.3 割り込みコントローラ初期化処理

図 5.4に 割り込みコントローラ初期化処理のフローチャートを示します。

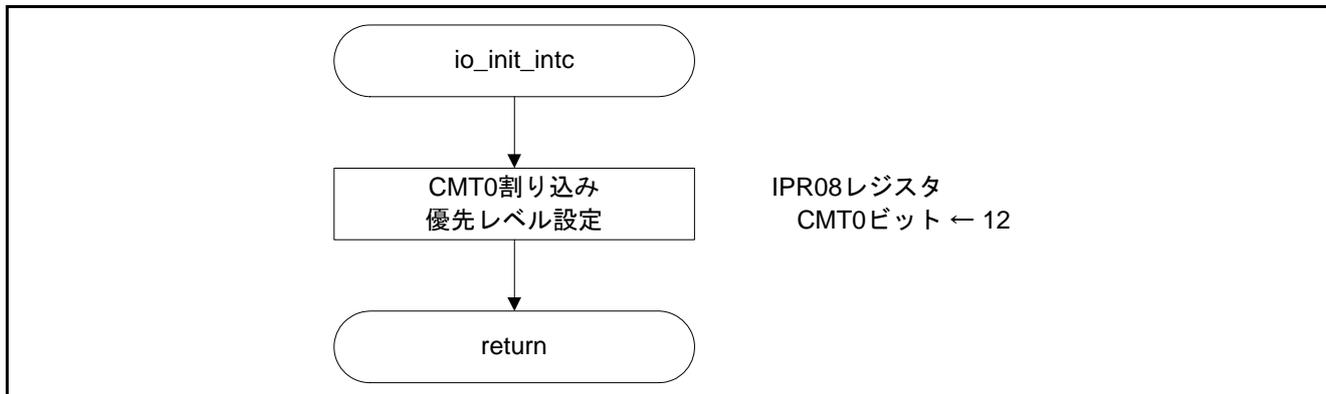


図5.4 割り込みコントローラ初期化処理

## 5.6.4 コンペアマッチタイマ初期化処理

図 5.5に コンペアマッチタイマ初期化処理のフローチャートを示します。

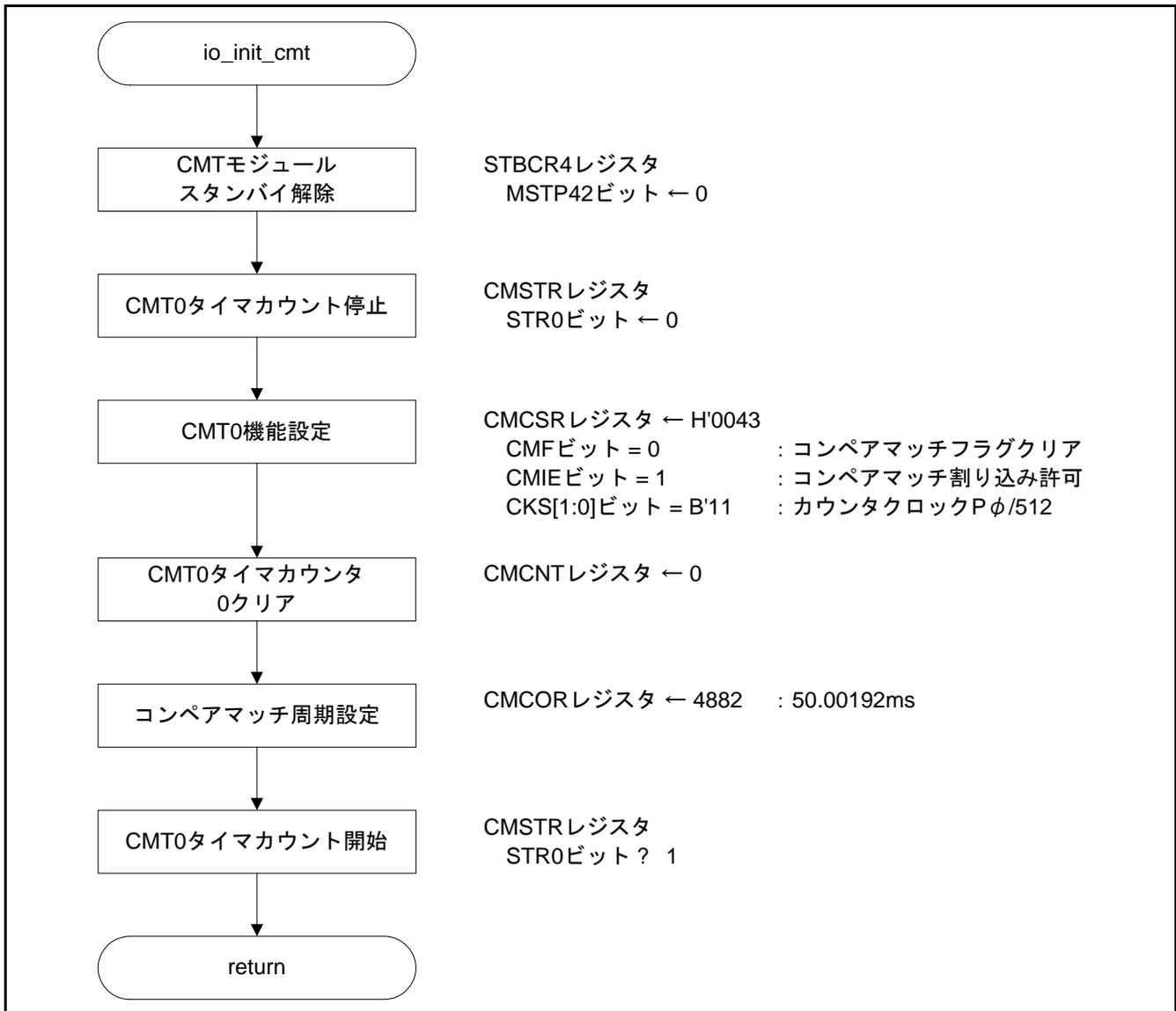


図5.5 コンペアマッチタイマ初期化処理

## 5.6.5 ソフトウェアウェイト処理 (ms 単位)

図 5.6に ソフトウェアウェイト処理 (ms単位) のフローチャートを示します。

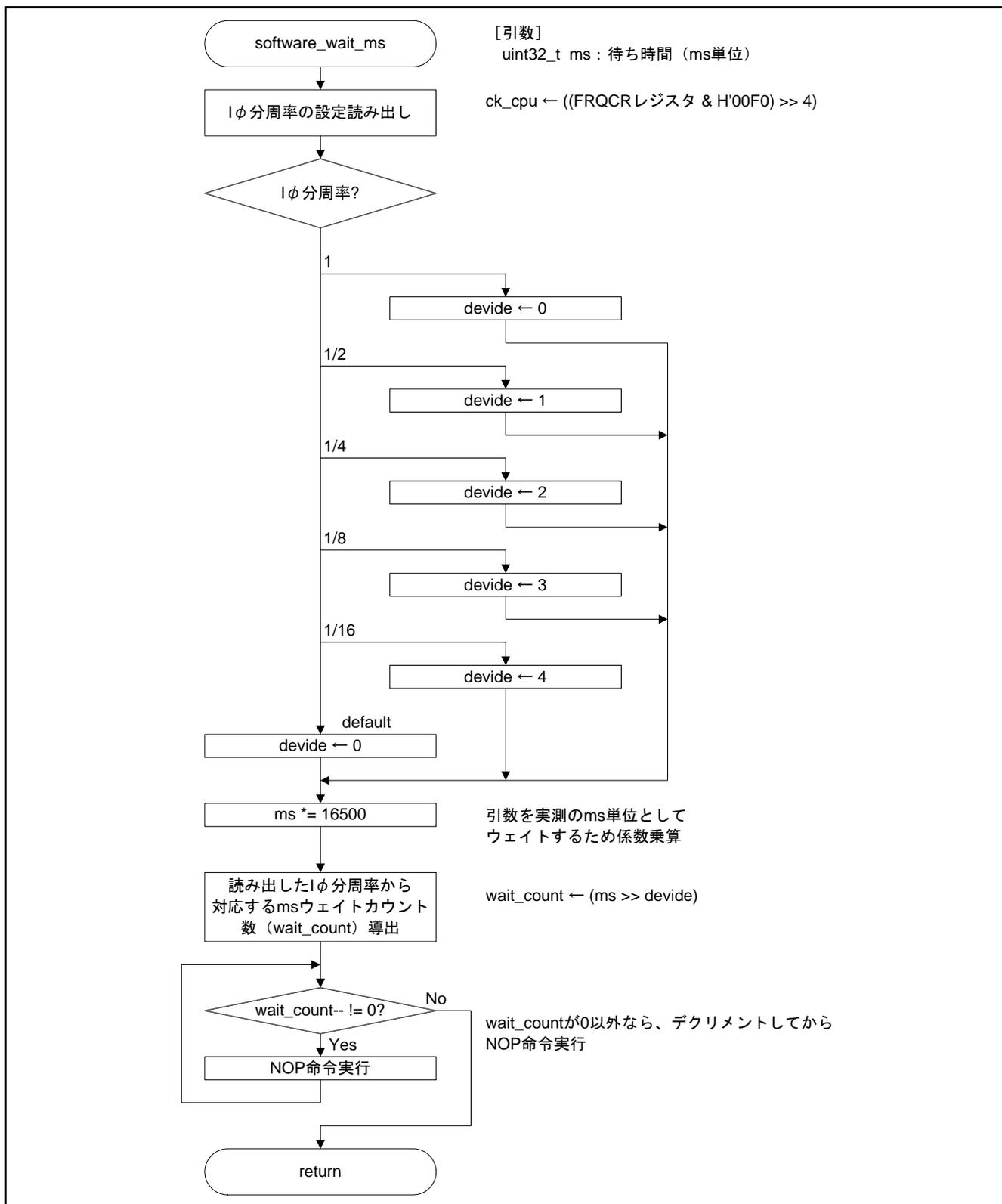


図5.6 ソフトウェアウェイト処理 (ms 単位)

## 5.6.6 ソフトウェアウェイト処理 (us 単位)

図 5.7に ソフトウェアウェイト処理 (μs単位) のフローチャートを示します。

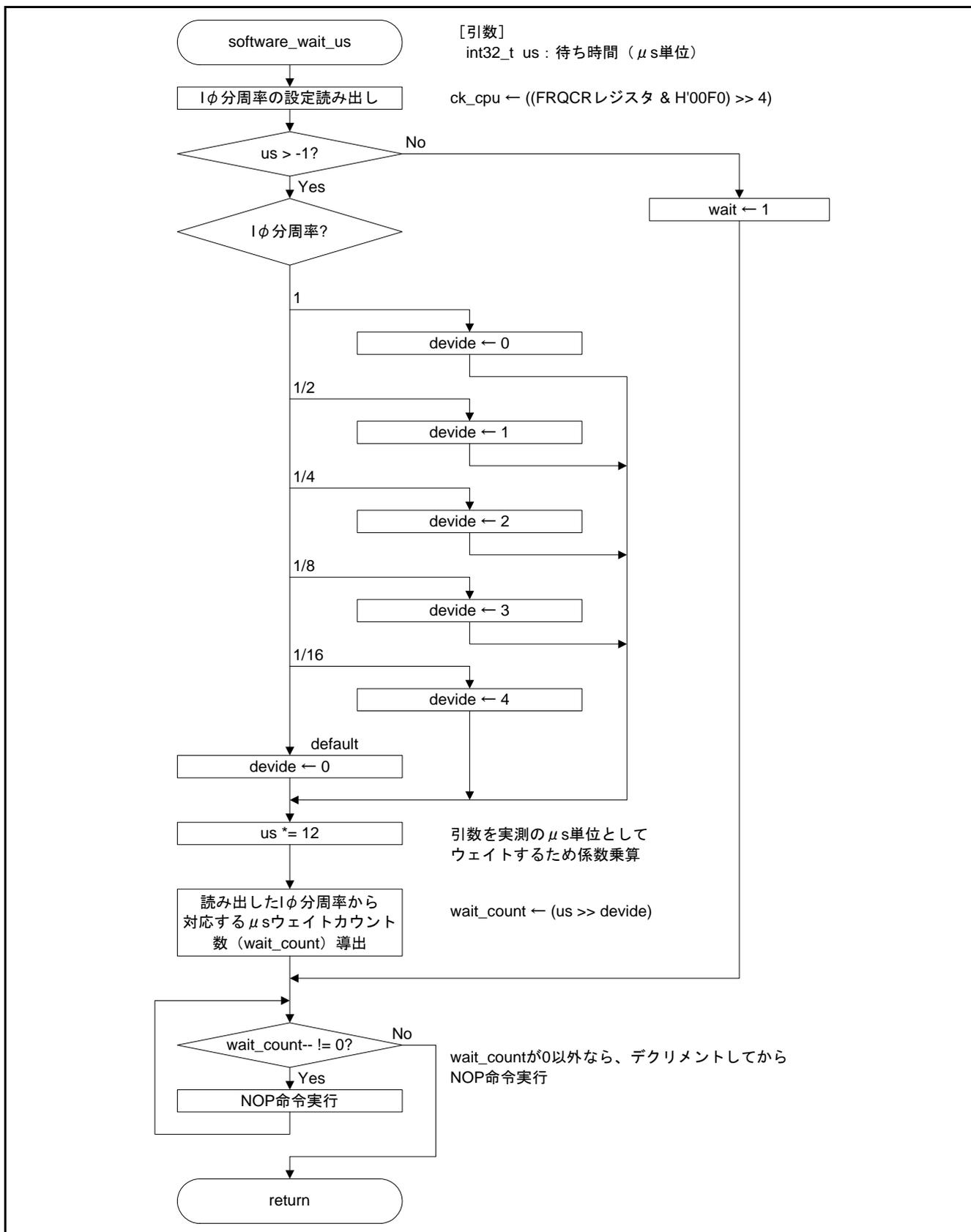


図5.7 ソフトウェアウェイト処理 (μs 単位)

5.6.7 光センサデータ取得処理

図 5.8に 光センサデータ取得処理のフローチャートを示します。

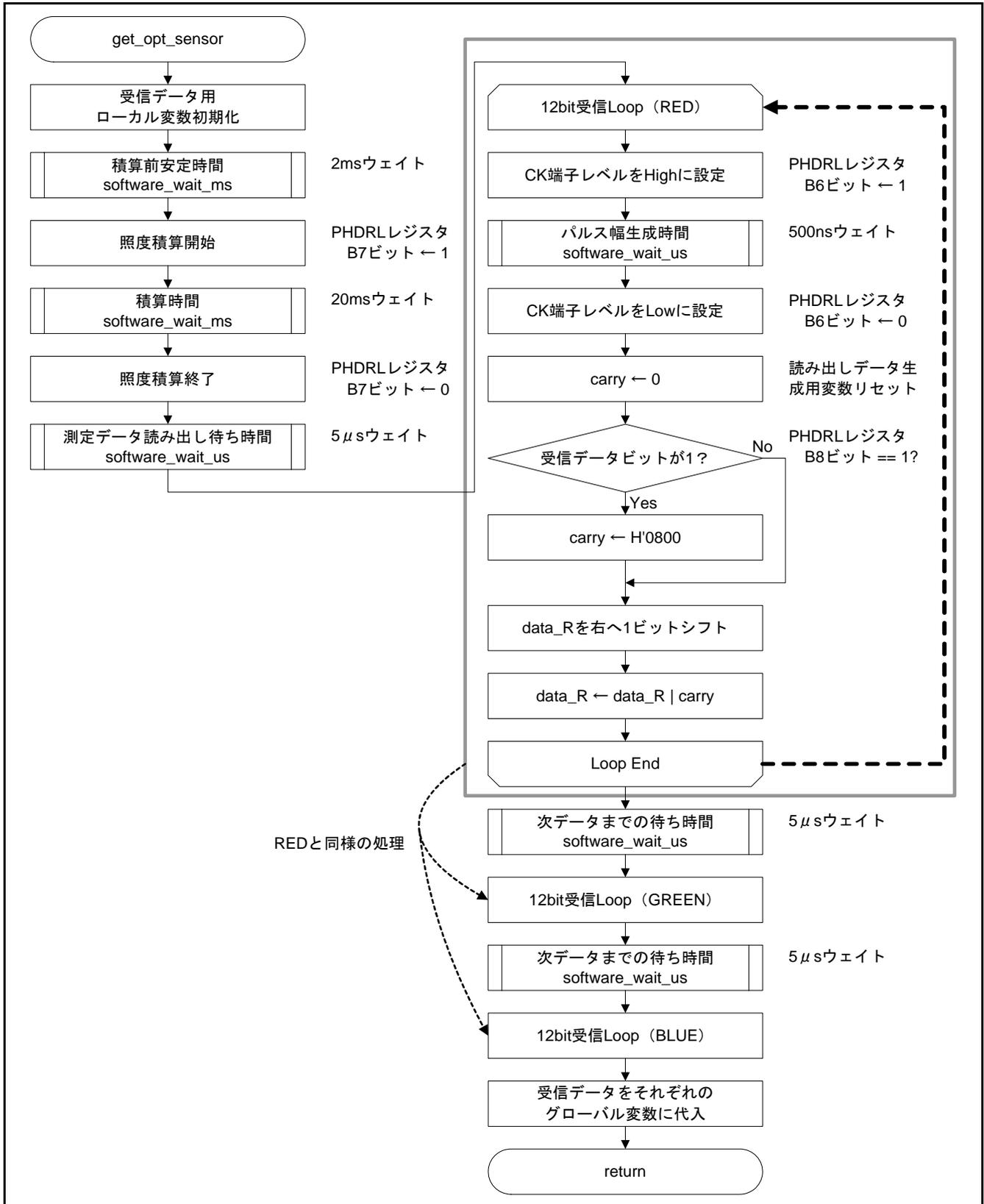


図5.8 光センサデータ取得処理

## 5.6.8 ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理

図 5.9に ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理のフローチャートを示します。

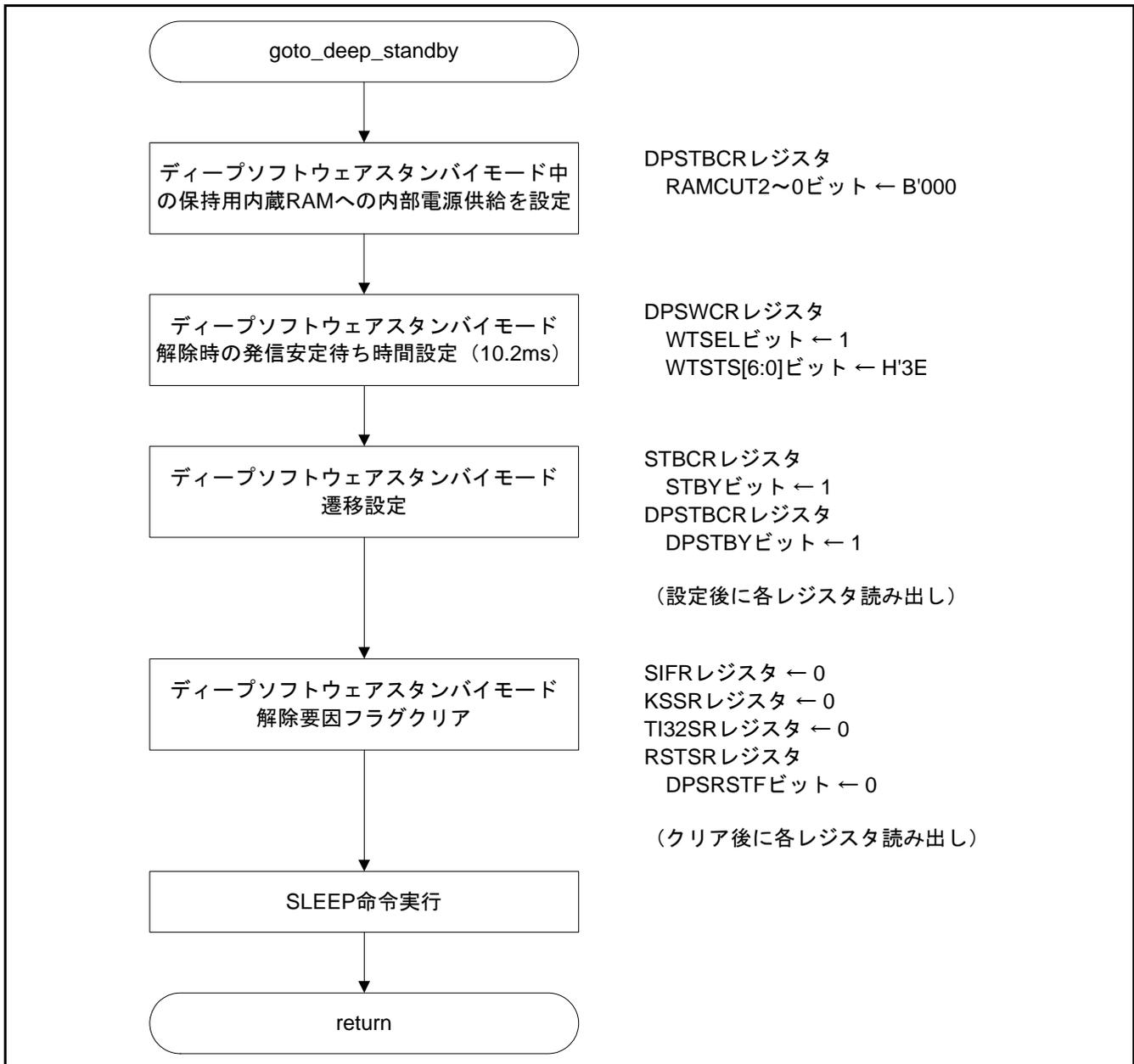


図5.9 ディープソフトウェアスタンバイモード遷移処理

## 5.6.9 ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理

図 5.10に ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理のフローチャートを示します。

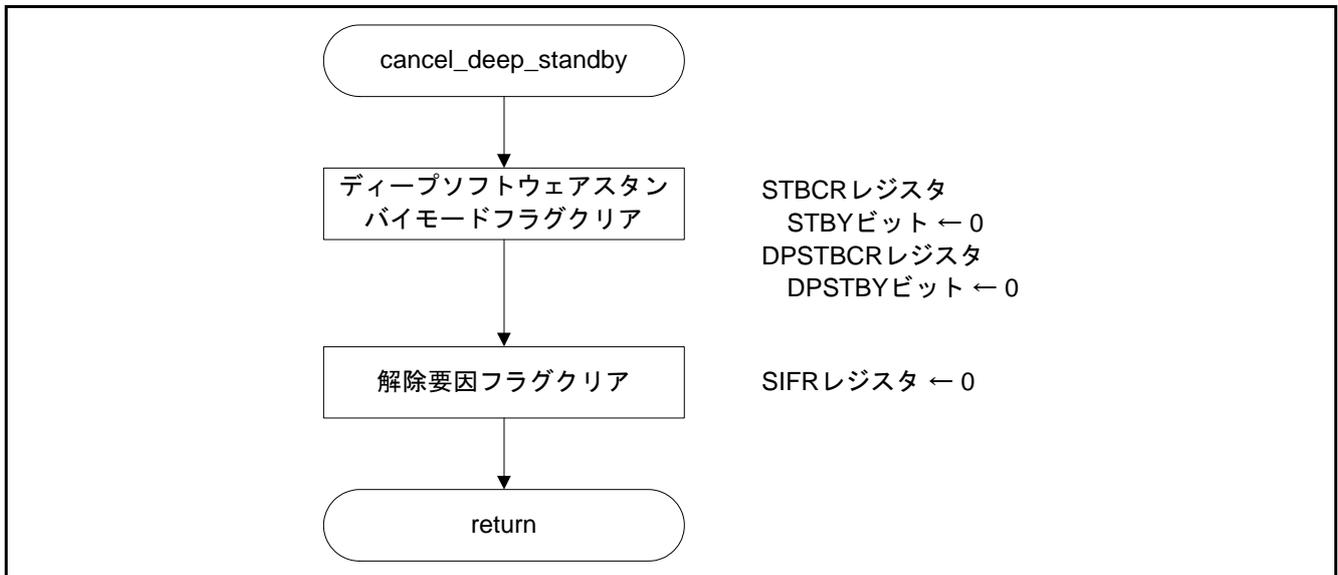


図5.10 ディープソフトウェアスタンバイモード解除処理

## 5.6.10 ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理

図 5.11に ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理のフローチャートを示します。

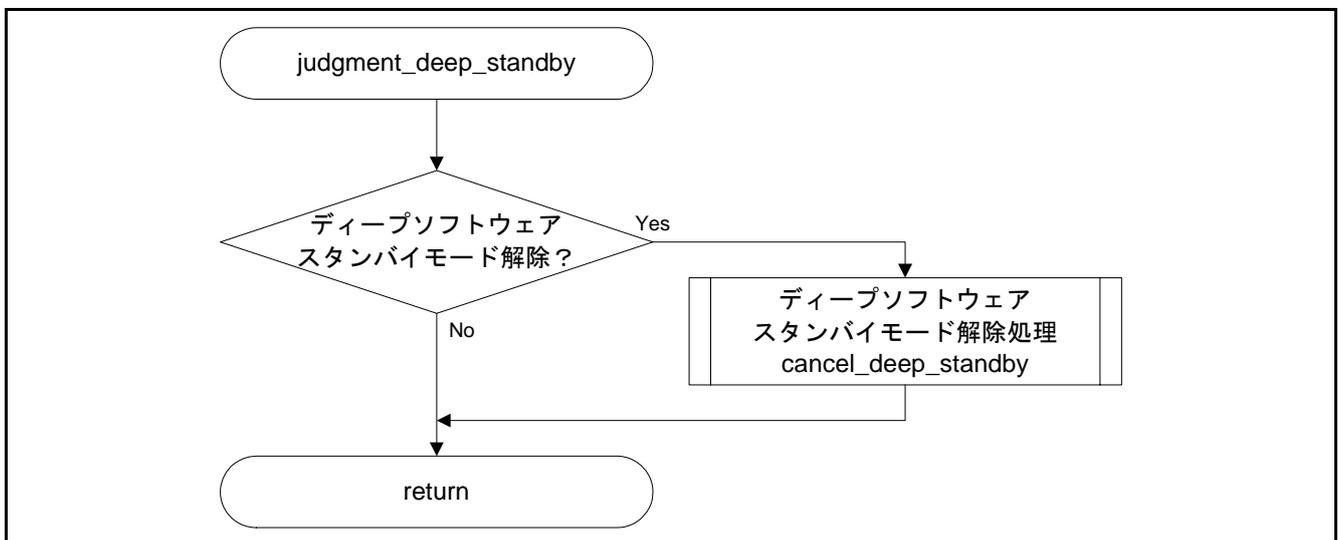


図5.11 ディープソフトウェアスタンバイモード復帰判定処理

## 5.6.11 コンペアマッチタイマ割り込み0例外処理

図 5.12に コンペアマッチタイマ割り込み0 例外処理のフローチャートを示します。

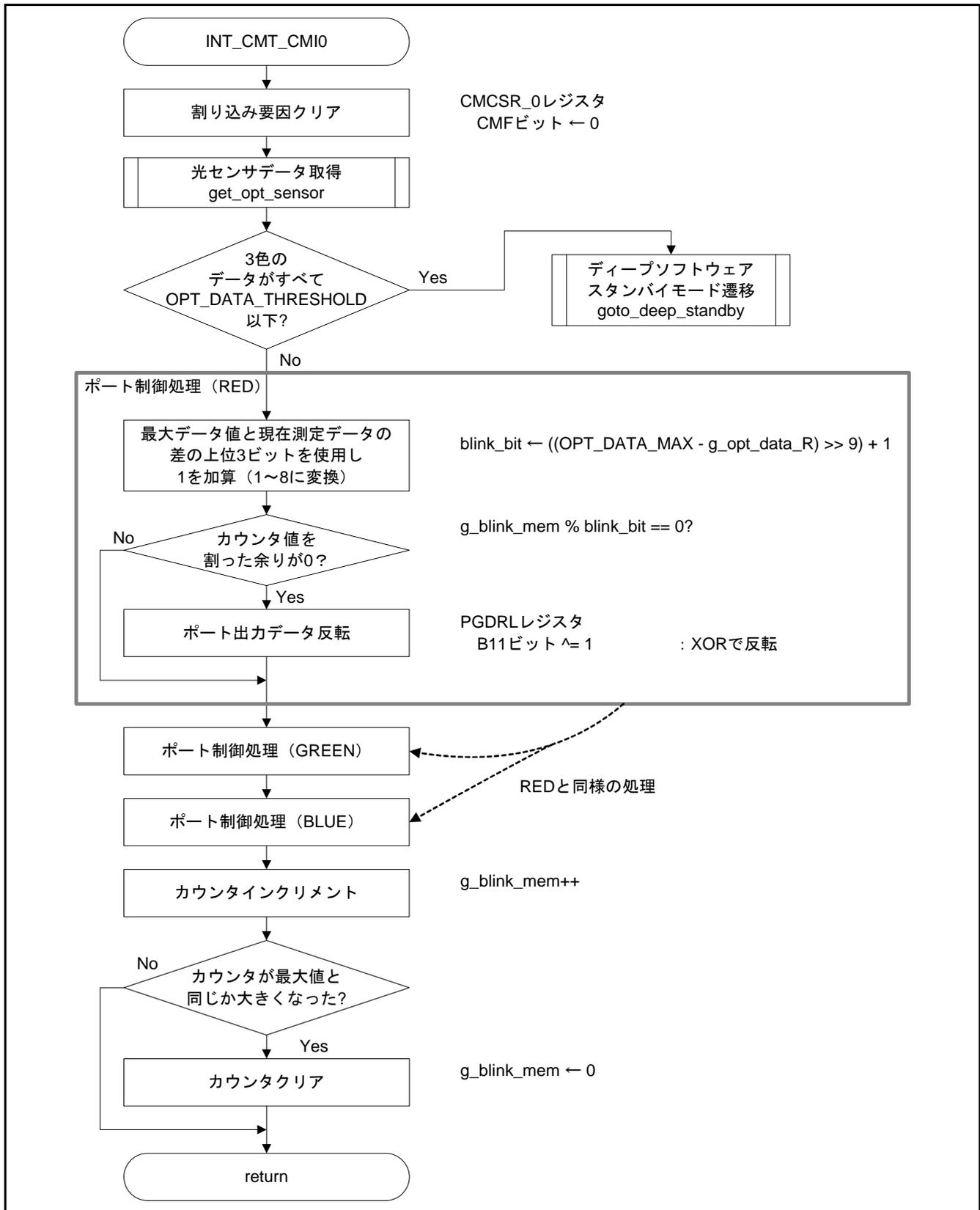


図5.12 コンペアマッチタイマ割り込み0 例外処理

## 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

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

SH7231グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0073JJ)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

(最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

ユーザーズマニュアル：開発環境

SuperH C/C++コンパイラパッケージ V.9.04 ユーザーズマニュアル (R20UT0704JJ)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

## ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com>

お問合せ先

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

改訂記録	SH7231 グループ アプリケーションノート 光センサ応用例
------	---------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2012.06.12	—	初版発行

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。

## 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、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

### 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. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス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、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。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。

## 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、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 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に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。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. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製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）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、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（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障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、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、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。お客様が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. 本資料に記載されている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。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
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。

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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有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。



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・電話番号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 エレクトロニクス販売株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

(03)5201-5307

■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：<http://japan.renesas.com/contact/>