
RL78/G14、R8C/36M グループ

R01AN3709JJ0100

R8C から RL78 への移行ガイド：

Rev.1.00

タイマ RB→タイマ・アレイ・ユニット

2018.01.19

要旨

本アプリケーションノートでは、R8C/36M グループのタイマ RB から、RL78/G14 (64 ピン製品)のタイマ・アレイ・ユニット(TAU)への移行に関して説明します。

対象デバイス

RL78/G14, R8C/36M グループ

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。

Contents

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. R8C ファミリから RL78 ファミリへの移行方法 | 4 |
| 2. RL78/G14 と R8C/36M グループの相違点 | 6 |
| 2.1 機能概要の相違点 | 6 |
| 2.2 タイマモードの相違点 | 7 |
| 2.3 プログラマブル波形発生モードの相違点 | 8 |
| 2.4 プログラマブルワンショット発生モードの相違点 | 9 |
| 2.5 プログラマブルウェイトワンショット発生モードの相違点 | 10 |
| 2.6 入出力端子の割り当て | 12 |
| 2.7 レジスタの対比 | 13 |
| 3. 本サンプルコードでのタイマ RB の移行方法 | 15 |
| 4. タイマモードからの移行例 | 16 |
| 4.1 仕様 | 16 |
| 4.2 動作確認条件 | 17 |
| 4.3 ハードウェア説明 | 17 |
| 4.3.1 ハードウェア構成例 | 17 |
| 4.3.2 使用端子一覧 | 18 |
| 4.4 ソフトウェア説明 | 18 |
| 4.4.1 動作概要 | 18 |
| 4.4.2 オプション・バイトの設定一覧 | 20 |
| 4.4.3 定数一覧 | 20 |
| 4.4.4 変数一覧 | 20 |
| 4.4.5 関数一覧 | 21 |
| 4.4.6 関数仕様 | 21 |
| 4.4.7 フローチャート | 23 |
| 5. プログラマブル波形発生モードからの移行例 | 42 |
| 5.1 仕様 | 42 |
| 5.2 動作確認条件 | 43 |
| 5.3 ハードウェア説明 | 43 |
| 5.3.1 ハードウェア構成例 | 43 |
| 5.3.2 使用端子一覧 | 44 |
| 5.4 ソフトウェア説明 | 44 |
| 5.4.1 動作概要 | 44 |
| 5.4.2 オプション・バイトの設定一覧 | 47 |
| 5.4.3 定数一覧 | 47 |
| 5.4.4 関数一覧 | 47 |
| 5.4.5 関数仕様 | 48 |
| 5.4.6 フローチャート | 48 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 6. プログラマブルワンショット発生モードからの移行例..... | 69 |
| 6.1 仕様..... | 69 |
| 6.2 動作確認条件..... | 70 |
| 6.3 ハードウェア説明..... | 70 |
| 6.3.1 ハードウェア構成例..... | 70 |
| 6.3.2 使用端子一覧..... | 71 |
| 6.4 ソフトウェア説明..... | 71 |
| 6.4.1 動作概要..... | 71 |
| 6.4.2 オプション・バイトの設定一覧..... | 73 |
| 6.4.3 定数一覧..... | 73 |
| 6.4.4 関数一覧..... | 73 |
| 6.4.5 関数仕様..... | 73 |
| 6.4.6 フローチャート..... | 74 |
| 7. プログラマブルウェイトワンショット発生モードからの移行例..... | 92 |
| 7.1 仕様..... | 92 |
| 7.2 動作確認条件..... | 93 |
| 7.3 ハードウェア説明..... | 93 |
| 7.3.1 ハードウェア構成例..... | 93 |
| 7.3.2 使用端子一覧..... | 94 |
| 7.4 ソフトウェア説明..... | 94 |
| 7.4.1 動作概要..... | 94 |
| 7.4.2 オプション・バイトの設定一覧..... | 96 |
| 7.4.3 定数一覧..... | 96 |
| 7.4.4 関数一覧..... | 96 |
| 7.4.5 関数仕様..... | 96 |
| 7.4.6 フローチャート..... | 97 |
| 8. サンプルコード..... | 115 |
| 9. 関連アプリケーションノート..... | 115 |
| 10. 参考ドキュメント..... | 115 |

1. R8C ファミリから RL78 ファミリへの移行方法

本アプリケーションノートでは、R8C/36M グループのタイマ RB に搭載されている各動作モード（タイマモード、プログラマブル波形発生モード、プログラマブルワンショット発生モード、プログラマブルウェイトワンショット発生モード）を RL78/G14 で実現する方法について説明します。

R8C/36M グループのタイマ RB の動作モードを表 1.1 に、RL78/G14 の TAU の動作モードを表 1.2 に示します。

R8C/36M グループでは、タイマ RB は 8 ビットプリスケアラ付き 8 ビットタイマです。プリスケアラとタイマはそれぞれリロードレジスタとカウンタから構成されます。内部または外部カウントソースは、TRBPRES レジスタによってカウントされます。TRBPR レジスタは、TRBPRES レジスタのアンダフローをカウントします(プログラマブル波形発生モードまたはプログラマブルウェイトワンショット発生モードでは、TRBSC レジスタは TRBPRES レジスタのアンダフローをカウントします)。

RL78/G14 では、タイマ・アレイ・ユニットは 4 個の 16 ビット・タイマを搭載しています。各 16 ビット・タイマは「チャンネル」と呼び、それぞれを単独のタイマとして使用することはもちろん、複数のチャンネルを組み合わせることで高度なタイマ機能として使用することもできます。カウントクロックは、TCRmn レジスタによってカウントされます。TDRmn レジスタにカウント値を設定してください。

RL78/G14 の TAU に搭載されているインターバル・タイマ機能を使用することで、R8C/36M のタイマ RB に搭載されているタイマモードと同様の動作を実現することが可能です。RL78/G14 では、一定間隔で割り込み(INTTMmn)を発生する基準タイマとして利用できます。

RL78/G14 の TAU に搭載されている PWM (Pulse Width Modulation)出力機能を使用することで、R8C/36M のタイマ RB に搭載されているプログラマブル波形発生モードと同様の動作を実現することが可能です。RL78/G14 では、2 チャンネルをセットで使用し、周期とデューティを任意に設定できるパルスを生成します。

RL78/G14 の TAU に搭載されているワンショット・パルス出力機能を使用することで、R8C/36M のタイマ RB に搭載されているプログラマブルワンショット発生モードおよびプログラマブルウェイトワンショット発生モードと同様の動作を実現することが可能です。RL78/G14 では、2 チャンネルをセットで使用し、出力タイミングとパルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを生成します。出力タイミングが設定されている場合、RL78/G14 のワンショット・パルス出力は、R8C/36M グループのプログラマブルウェイトワンショット発生モードに対応します。それに対して、出力タイミングが設定されていない場合、RL78/G14 のワンショット・パルス出力は、R8C/36M グループのプログラマブルワンショット発生モードに対応します。

表 1.1 R8C/36M グループのタイマ RB の動作モード

| R8C/36M グループのタイマ RB | |
|------------------------|--|
| 動作モード | 機能 |
| タイマモード | 内部カウントソース(周辺機能クロックまたはタイマ RA のアンダフロー)をカウントするモード |
| プログラマブル波形発生モード | 任意のパルス幅を連続して出力するモード |
| プログラマブルワンショット発生モード | ワンショットパルスを出力するモード |
| プログラマブルウェイトワンショット発生モード | ディレイドワンショットパルスを出力するモード |

表 1.2 RL78/G14 の TAU の動作モード

| RL78/G14 の TAU | |
|-------------------|---|
| 動作モード | 機能 |
| インターバル・タイマ | 一定間隔で INTTMmn (タイマ割り込み) を発生する基準タイマとして利用することができます。 |
| 方形波出力 | TOmn は、INTTMmn 発生と同時にトグル動作を行い、デューティ 50% の方形波を出力します。 |
| 外部イベント・カウンタ | TImn 端子入力の有効エッジ検出(外部イベント)をカウントし、規定カウント数に達したら割り込みを発生するイベント・カウンタとして利用することができます。 |
| 分周器 | タイマ入力端子(TI00)から入力されたクロックを分周して出力端子(TO00)より出力します。 |
| 入力パルス間隔測定 | TImn 有効エッジでカウント値をキャプチャし、TImn 入力パルスの間隔を測定することができます。 |
| 入力信号のハイ/ロウ・レベル幅測定 | TImn 端子入力の片方のエッジでカウントをスタートし、もう片方のエッジでカウント数をキャプチャすることで、TImn の信号幅(ハイ・レベル幅/ロウ・レベル幅)を測定することができます。 |
| ディレイ・カウンタ | TImn 端子入力の有効エッジ検出(外部イベント)でダウン・カウントをスタートし、任意の設定間隔で INTTMmn (タイマ割り込み) を発生することができます。 |
| ワンショット・パルス出力 | 2 チャンネルをセットで使用して、TImn 端子入力により任意のディレイ・パルス幅を持ったワンショット・パルスを生成することができます。 |
| PWM 出力 | 2 チャンネルをセットで使用し、任意の周期およびデューティのパルスを生成することができます。 |
| 多重 PWM 出力 | PWM 機能を拡張しスレーブ・チャンネルを複数使用することで、デューティの異なる多数の PWM 出力を行う機能です。 |

2. RL78/G14 と R8C/36M グループの相違点

2.1 機能概要の相違点

R8C/36M グループのタイマ RB と RL78/G14 の TAU の機能概要の相違点を表 2.1 に示します。

表 2.1 機能概要の相違点

| 項目 | R8C/36M グループのタイマ RB | RL78/G14 の TAU |
|----------------------------------|--|---|
| 構成 | 8 ビットプリスケアラ付き 8 ビットタイマ | 16 ビットタイマ(注 1) |
| カウントソース | f1、f2、f8、タイマ RA のアンダフロー | f _{TCLK} (f _{CLK} ~ f _{CLK} /2 ¹⁵) |
| カウンタ | TRBPRES レジスタ、TRBPR レジスタ TRBSC レジスタ | TCRmn レジスタ |
| カウント設定値 | TRBPRES レジスタ、TRBPR レジスタ TRBSC レジスタ | TDRmn レジスタ |
| モード | <ul style="list-style-type: none"> タイマモード プログラマブル波形発生モード プログラマブルワンショット発生モード プログラマブルウェイトワンショット発生モード | <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ 方形波出力 外部イベント・カウンタ 分周器機能 (ユニット 0 のチャンネル 0 のみ) 入力パルス間隔測定 入力信号のハイ/ロウ・レベル幅測定 ディレイ・カウンタ ワンショット・パルス出力(注 2) PWM 出力(注 2) 多重 PWM 出力(注 2) |
| カウント動作 | ダウンカウント | アップカウント、ダウンカウント(注 3) |
| タイマ入力 | INT0 端子 | <ul style="list-style-type: none"> チャンネル 0 <ul style="list-style-type: none"> - TI00 端子からの入力 - ELC からのイベント入力信号 チャンネル 1 <ul style="list-style-type: none"> - TI01 端子からの入力 - ELC からのイベント入力信号 - 低速オンチップ・オシレータ・クロック (f_L) - サブシステム・クロック (f_{SUB}) チャンネル 2 <ul style="list-style-type: none"> - TI02 端子からの入力 チャンネル 3 <ul style="list-style-type: none"> - TI03 端子からの入力 - RxD0 端子 (シリアル入力端子) |
| 入出力端子の選択 (出力ポート) | あり | なし |
| 複数チャンネル連動 動作機能 | なし | あり(注 2) |
| ELC(Event Link Controller)の連携 | なし | あり |

注 1. チャンネル 1、3 は 8 ビットタイマとしての動作可能。

注 2. マスタ・チャンネルとスレーブ・チャンネルを組み合わせで実現します。

注 3. モードによって異なります。

2.2 タイマモードの相違点

R8C/36M グループのタイマモードに対応する RL78/G14 の機能は、インターバル・タイマです。

R8C/36M グループのタイマモードと RL78/G14 のインターバル・タイマの相違点を表 2.2 に示します。

表 2.2 タイマモードとインターバル・タイマの相違点

| 項目 | R8C/36M グループ(タイマモード) | RL78/G14(インターバル・タイマ) |
|------------|---|--|
| カウントソース | f1、f2、f8、タイマ RA のアンダフロー | f_{TCLK} ($f_{CLK} \sim f_{CLK}/2^{15}$) |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント アンダフロー時リロードレジスタの内容をリロードしてカウントを継続(タイマ RB のアンダフロー時はタイマ RB プライマリリロードレジスタの内容をリロード) | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント - スタート・トリガ検出(TSmn = 1)後, カウント・クロック発生まで何も動作しません。 - 最初のカウント・クロックで TDRmn レジスタの値を TCRmn レジスタにロードし, 以降のカウント・クロックでダウン・カウント動作を行います。 |
| 分周比 | $1/(n+1)(m+1)$ n : TRBPRES レジスタの設定値、 m : TRBPR レジスタの設定値 | INTTMmn (タイマ割り込み)の発生周期 = カウント・クロックの周期 × (TDRmn の設定値 + 1) |
| カウント開始条件 | TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“1” (カウント開始)書き込み | TSm レジスタの TSmn、TSHm1、または TSHm3 ビットに“1”を設定 |
| カウント停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“0” (カウント停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTOP ビットへの“1” (カウント強制停止)書き込み | TTm レジスタの TTmn、TTHm1、または TTHm3 ビットに“1”を設定 |
| カウント値の読み出し | TRBPR レジスタ、TRBPRES レジスタを読み出し | TCRmn レジスタを読み出し |
| カウント値の書き込み | TRBPR レジスタ、TRBPRES レジスタに書き込み | TDRmn レジスタに書き込み |

2.3 プログラマブル波形発生モードの相違点

R8C/36M グループのプログラマブル波形発生モードに対応する RL78/G14 の機能は、PWM 機能です。R8C/36M グループのプログラマブル波形発生モードと RL78/G14 の PWM 機能の相違点を表 2.3 に示します。

表 2.3 プログラマブル波形発生モードと PWM 機能の相違点

| 項目 | R8C/36M グループ (プログラマブル波形発生モード) | RL78/G14 (PWM 機能) |
|---------------|---|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、タイマ RA のアンダフロー | f _{TCLK} (f _{CLK} ~ f _{CLK} /2 ¹⁵) |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント アンダフロー時プライマリリロードレジスタとセカンダリリロードレジスタの内容を交互にリロードしてカウントを継続 | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント 2チャンネルをセットで使用し、任意の周期およびデューティのパルスを生成することができます。マスタ・チャンネルはインターバル・タイマ・モードとして動作させます。スレーブ・チャンネルはワンカウント・モードとして動作させます。 |
| 出力波形の幅、周期 | プライマリ期間：(n+1)(m+1)/f _i セカンダリ期間：(n+1)(p+1)/f _i 周期：(n+1){(m+1)+(p+1)}/f _i f _i ：カウントソースの周波数 n：TRBPRES レジスタの設定値 m：TRBPR レジスタの設定値 p：TRBSC レジスタの設定値 | パルス周期 = {TDRmn (マスタ)の設定値 + 1} × カウント・クロック周期 デューティ [%] = {TDRmp (スレーブ)の設定値} / {TDRmn (マスタ)の設定値 + 1} × 100 |
| カウント開始条件 | TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“1” (カウント開始)書き込み | TSm レジスタの TSmn、TSHm1、または TSHm3 ビットに“1”を設定 |
| カウント停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“0” (カウント停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTOP ビットへの“1” (カウント強制停止)書き込み | TTm レジスタの TTmn、TTHm1、または TTHm3 ビットに“1”を設定 |
| 割り込み要求発生タイミング | セカンダリ期間のタイマ RB のアンダフローからカウントソースの 1/2 サイクル後(TRBO 出力の変化と同時)[タイマ RB 割り込み] | マスタ・チャンネル：タイマ・チャンネル開始レジスタ m(TSm)のチャンネル・スタート・トリガ・ビット(TSmn)に1を設定すると、割り込み(INTTMmn)を出力します。 スレーブ・チャンネル：マスタ・チャンネルからの INTTMmn をスタート・トリガとして、TDRmp レジスタから TCRmp レジスタに値をロードし、0000H になるまでダウン・カウントを行います。カウントが 0000H になったところで INTTMmp を出力します。 |
| カウント値の読み出し | TRBPR レジスタ、TRBPRES レジスタを読み出し | TCRmn レジスタ、TCRmp レジスタを読み出し |
| カウント値の書き込み | TRBPRES レジスタ、TRBSC レジスタ、TRBPR レジスタに書き込み | TDRmn レジスタ、TDRmp レジスタに書き込み |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> アウトプットレベル選択機能 プライマリ期間、セカンダリ期間の出力レベルを TOPL ビットで選択 TRBO 端子出力切り替え機能 TRBIOC レジスタの TOCNT ビットでタイマ RB パルス出力または P3_1 (P1_3)ラッチ出力を選択 | <ul style="list-style-type: none"> カウント開始時のタイマ割り込みの発生有無 パルス出力開始時の出力端子レベル |

2.4 プログラマブルワンショット発生モードの相違点

R8C/36M グループのプログラマブルワンショット発生モードに対応する RL78/G14 の機能は、ワンショット・パルス出力機能です。R8C/36M グループのプログラマブルワンショット発生モードと RL78/G14 のワンショット・パルス出力機能の相違点を表 2.4 に示します。

表 2.4 プログラマブルワンショット発生モードとワンショット・パルス出力機能の相違点

| 項目 | R8C/36M グループ (プログラマブルワンショット発生モード) | RL78/G14 (ワンショット・パルス出力機能) |
|---------------|---|---|
| カウントソース | f1、f2、f8、タイマ RA のアンダフロー | f _{CLK} (f _{CLK} ~ f _{CLK} /2 ¹⁵) |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> TRBPR レジスタの設定値をダウンカウント アンダフロー時プライマリリロードレジスタの内容をリロードしてカウントを終了し、TOSSTF ビットが“0” (ワンショット停止)になる カウント停止時、リロードレジスタの内容をリロードし停止 | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント 2チャンネルをセットで使用して、TImn 端子入力により任意のディレイ・パルス幅を持ったワンショット・パルスを生成することができます。マスタ・チャンネルは、ワンカウント・モードで動作し、ディレイをカウントします。スレーブ・チャンネルは、ワンカウント・モードで動作し、パルス幅をカウントします。 |
| ワンショットパルス出力時間 | $(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBPRE レジスタの設定値 m : TRBPR レジスタの設定値 | パルス幅 = {TDRmp (スレーブ)の設定値} × カウント・クロック周期 |
| カウント開始条件 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタの TSTART ビットが“1” (カウント開始)で、かつ次のトリガが発生 TRBOCR レジスタの TOSST ビットへの“1” (ワンショット開始)書き込み INT0 端子へのトリガ入力 | <p>マスタ・チャンネル: マスタ・チャンネルのタイマ・カウンタ・レジスタ mn (TCRmn) は、スタート・トリガ検出により動作を開始します。</p> <p>スレーブ・チャンネル: スレーブ・チャンネルの TCRmp レジスタは、マスタ・チャンネルの INTTMmn をスタート・トリガとして動作を開始します。</p> |
| カウント停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> タイマ RB プライマリカウント時のカウントの値がアンダフローし、リロードした後 TRBOCR レジスタの TOSSP ビットへの“1” (ワンショット停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“0” (カウント停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTOP ビットへの“1” (カウント強制停止)書き込み | <p>マスタ・チャンネル: TCRmn = 0000H のとき INTTMmn を出力し、次のスタート・トリガ検出があるまで、カウントを停止します。</p> <p>スレーブ・チャンネル: カウンタ値 = 0000H のとき INTTMmp を出力して、次のスタート・トリガ (マスタ・チャンネルの INTTMmn)検出があるまで、カウントを停止します。</p> |
| 割り込み要求発生タイミング | アンダフローからカウントソースの 1/2 サイクル後 (TRBO 端子からの波形出力の終了と同時に) [タイマ RB 割り込み] | <p>マスタ・チャンネル: TCRmn = 0000H のとき INTTMmn を出力します。</p> <p>スレーブ・チャンネル: カウンタ値 = 0000H のとき INTTMmp を出力します。</p> |
| カウント値の読み出し | TRBPR レジスタ、TRBPRE レジスタを読み出し | TCRmn レジスタ、TCRmp レジスタを読み出し |
| カウント値の書き込み | TRBPRE レジスタ、TRBPR レジスタに書き込み | TDRmn レジスタ、TDRmp レジスタに書き込み |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> アウトプットレベル選択機能 ワンショットパルス波形の出力レベルを TOPL ビットで選択 ワンショットトリガ選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> パルス出力開始時の出力端子レベル |

2.5 プログラマブルウェイトワンショット発生モードの相違点

R8C/36M グループのプログラマブルウェイトワンショット発生モードに対応する RL78/G14 の機能は、ワンショット・パルス出力機能です。

R8C/36M グループのプログラマブルウェイトワンショット発生モードと RL78/G14 のワンショット・パルス出力機能の相違点を表 2.5 および表 2.6 に示します。

表 2.5 プログラマブルウェイトワンショット発生モードとワンショット・パルス出力機能の相違点 (1/2)

| 項目 | R8C/36M グループ (プログラマブルウェイトワンショット発生モード) | RL78/G14 (ワンショット・パルス出力機能) |
|---------------|---|--|
| カウントソース | f1、f2、f8、タイマ RA のアンダフロー | f _{TCLK} (f _{CLK} ~ f _{CLK} /2 ¹⁵) |
| カウント動作 | <ul style="list-style-type: none"> タイマ RB プライマリの設定値をダウンカウント タイマ RB プライマリのカウントがアンダフロー時、タイマ RB セカンダリの内容をリロードしてカウントを継続 タイマ RB セカンダリのカウントがアンダフロー時、タイマ RB プライマリの内容をリロードしてカウントを終了し、TOSSTF ビットが“0” (ワンショット停止)になる カウント停止時、リロードレジスタの内容をリロードし停止 | <ul style="list-style-type: none"> ダウンカウント <p>2チャンネルをセットで使用して、T1mn 端子入力により任意のディレイ・パルス幅を持ったワンショット・パルス生成することができます。</p> <p>マスタ・チャンネルは、ワンカウント・モードで動作し、ディレイをカウントします。</p> <p>スレーブ・チャンネルは、ワンカウント・モードで動作し、パルス幅をカウントします。</p> |
| ウェイト時間 | $(n+1)(m+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBPRES レジスタの設定値 m : TRBPR レジスタの設定値 | ディレイ = {TDRmn (マスタ)の設定値 + 2} × カウント・クロック周期 |
| ワンショットパルス出力時間 | $(n+1)(p+1)/f_i$ f_i : カウントソースの周波数 n : TRBPRES レジスタの設定値 p : TRBSC レジスタの設定値 | パルス幅 = {TDRmp (スレーブ)の設定値} × カウント・クロック周期 |
| カウント開始条件 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタの TSTART ビットが“1” (カウント開始)でかつ、次のトリガが発生 TRBOCR レジスタの TOSST ビットへの“1” (ワンショット開始)書き込み INT0 端子へのトリガ入力 | <p>マスタ・チャンネル：マスタ・チャンネルのタイマ・カウンタ・レジスタ mn (TCRmn) は、スタート・トリガ検出により動作を開始します。</p> <p>スレーブ・チャンネル：スレーブ・チャンネルの TCRmp レジスタは、マスタ・チャンネルの INTTMmn をスタート・トリガとして動作を開始します。</p> |
| カウント停止条件 | <ul style="list-style-type: none"> タイマ RB セカンダリカウント時のカウントの値がアンダフローし、リロードした後 TRBOCR レジスタの TOSSP ビットへの“1” (ワンショット停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTART ビットへの“0” (カウント停止)書き込み TRBCR レジスタの TSTOP ビットへの“1” (カウント強制停止)書き込み | <p>マスタ・チャンネル：TCRmn = 0000H のとき INTTMmn を出力し、次のスタート・トリガ検出があるまで、カウントを停止します。</p> <p>スレーブ・チャンネル：カウンタ値 = 0000H のとき INTTMmp を出力して、次のスタート・トリガ(マスタ・チャンネルの INTTMmn)検出があるまで、カウントを停止します。</p> |

表 2.6 プログラマブルウェイトワンショット発生モードとワンショット・パルス出力機能の相違点 (2/2)

| 項目 | R8C/36M グループ (プログラマブルウェイトワンショット発生モード) | RL78/G14 (ワンショット・パルス出力機能) |
|---------------|---|--|
| 割り込み要求発生タイミング | セカンダリ期間のタイマ RB のアンダフローからカウントソースの 1/2 サイクル後(TRBO 端子からの波形出力の終了と同時)[タイマ RB 割り込み] | マスタ・チャンネル：TCRmn = 0000H のとき INTTMmn を出力します。 スレーブ・チャンネル：カウンタ値 = 0000H のとき INTTMmp を出力しません。 |
| カウント値の読み出し | TRBPR レジスタ、TRBPRES レジスタを読み出し | TCRmn レジスタ、TCRmp レジスタを読み出し |
| カウント値の書き込み | TRBPRES レジスタ、TRBSC レジスタ、TRBPR レジスタに書き込み | TDRmn レジスタ、TDRmp レジスタに書き込み |
| 選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> • アウトプットレベル選択機能 ワンショットパルス波形の出力レベルを TOPL ビットで選択 • ワンショットトリガ選択機能 | <ul style="list-style-type: none"> • パルス出力開始時の出力端子レベル |

2.6 入出力端子の割り当て

R8C/36M グループで使用される入出力端子の割り当てを表 2.7 に示します。

表 2.7 R8C/36M グループの入出力端子

| 端子名 | 割り当てる端子 | 入出力 |
|------|---------------|-----|
| TRBO | P1_3 または P3_1 | 出力 |

RL78/G14 で使用される入出力端子の割り当てを表 2.8 に示します。

表 2.8 RL78/G14 の入出力端子

| ユニット名 | 対象チャネル | 端子名 | 割り当てる端子 | 入出力 |
|--------|--------|------|---------|-----|
| ユニット 0 | チャネル 0 | TI00 | P00 | 入力 |
| | | TO00 | P01 | 出力 |
| | チャネル 1 | TI01 | P16 | 入力 |
| | | TO01 | P16 | 出力 |
| | チャネル 2 | TI02 | P17 | 入力 |
| | | TO02 | P17 | 出力 |
| | チャネル 3 | TI03 | P31 | 入力 |
| | | TO03 | P31 | 出力 |

2.7 レジスタの対比

R8C/36M グループのタイマ RB と RL78/G14 の TAU のレジスタ対比表を表 2.9、表 2.10 に示します。

表 2.9 レジスタの対比 (1/2)

| 設定項目 | R8C/36M グループ | RL78/G14 |
|---------------------------------------|--|--|
| カウント開始 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタ TSTART ビット | <ul style="list-style-type: none"> TSm レジスタ TSmn、TSHm1、TSHm3 ビット(注 1) |
| カウントステータスフラグ | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタ TCSTF ビット | <ul style="list-style-type: none"> TEm レジスタ TEmn、TEHm1、TEHm3 ビット(注 2) |
| カウント停止 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタ TSTART ビット | <ul style="list-style-type: none"> TTm レジスタ TTmn、TTHm1、TTHm3 ビット(注 3) |
| カウント強制停止 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCR レジスタ TSTOP ビット | - |
| 端子選択 | <ul style="list-style-type: none"> TRBCSR レジスタ TRBOSELO ビット | <ul style="list-style-type: none"> PMCxx レジスタ PMxx レジスタ Pxx レジスタ |
| ワンショットトリガ制御 | <ul style="list-style-type: none"> TRBIOC レジスタ INOSTG ビット | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ STSmn0~STSmn2 ビット |
| ワンショットトリガ極性選択 | <ul style="list-style-type: none"> TRBIOC レジスタ INOSEG ビット | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ STSmn0~STSmn2 ビット |
| 動作モード選択 | <ul style="list-style-type: none"> TRBMR レジスタ TMOD0、TMOD1 ビット | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ MDmn1~MDmn3 ビット |
| カウントソース選択 | <ul style="list-style-type: none"> TRBMR レジスタ TCK0、TCK1 ビット | <ul style="list-style-type: none"> TPSm レジスタ TMRmn レジスタ CKSmn0、CKSmn1、CCSmn ビット |
| カウントソース遮断 | <ul style="list-style-type: none"> TRBMR レジスタ TCKCUT ビット | - |
| プリスケアラ | <ul style="list-style-type: none"> TRBPRE レジスタ | - |
| タイマ | <ul style="list-style-type: none"> TRBPR レジスタ (プライマリ) TRBSC レジスタ (セカンダリ) | <ul style="list-style-type: none"> Registers TCRmn, TDRmn (TCRmn: read-only, TDRmn: read/write) |
| 単独チャンネル動作/複数チャンネル連動動作(スレーブ/マスタ)の選択 | - | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ MASTERmn、SPLITmn ビット(注 4)(注 5) |
| チャンネル 1、3 の 8 ビット・タイマ/16 ビット・タイマ動作の選択 | - | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ SPLITmn ビット(注 5) |
| カウント・スタートと割り込みの設定 | - | <ul style="list-style-type: none"> TMRmn レジスタ MDmn0 ビット |
| カウンタのオーバフロー状況 | - | <ul style="list-style-type: none"> TSRmn レジスタ OVF ビット |
| チャンネル 1、チャンネル 3 のタイマ入力の選択 | - | <ul style="list-style-type: none"> TIS0 レジスタ TIS00~TIS02、TIS04 ビット |

注 1. チャンネル 1 およびチャンネル 3 が 8 ビット・タイマ・モード時、TSHm1 ビットおよび TSHm3 ビットは上位側 8 ビット・タイマの動作許可(スタート)トリガになります。

注 2. チャンネル 1 およびチャンネル 3 が 8 ビット・タイマ・モード時、TEHm1 ビットおよび TEHm3 ビットは上位側 8 ビット・タイマの動作許可/停止状態を表示します。

注 3. チャンネル 1 およびチャンネル 3 が 8 ビット・タイマ・モード時、TTHm1 ビットおよび TTHm3 ビットは上位側 8 ビット・タイマの動作停止トリガになります。

注 4. MASTERmn ビット：n=2 注 5. SPLITmn ビット：n=1,3

表 2.10 レジスタの対比 (2/2)

| 設定項目 | R8C/36M グループ | RL78/G14 |
|-------------|----------------------------|--------------------------|
| タイマ出力バッファ | - | • TOm レジスタ TOmn ビット |
| タイマ出力許可 | • TRBIOC レジスタ TOCNT ビット | • TOEm レジスタ TOEmn ビット |
| タイマ出力レベルの制御 | • TRBIOC レジスタ TOPL ビット | • TOLm レジスタ TOLmn ビット |
| タイマ出力モードの制御 | - | • TOMm レジスタ TOMmn ビット |

3. 本サンプルコードでのタイマ RB の移行方法

本サンプルプログラムでは表 3.1 に示す方法で、R8C/36M グループのタイマ RB の動作を RL78/G14 で実現します。

サンプルプログラムの詳細な内容については、「4. タイマモードからの移行例」～「7. プログラマブルウェイトワンショット発生モードからの移行例」をご確認ください。

表 3.1 本サンプルプログラムでの R8C/36M グループから RL78/G14 への移行方法

| R8C/36M グループのタイマ RB 動作モード | RL78/G14 の TAU 動作モード |
|------------------------------|-------------------------|
| タイマモード | インターバル・タイマ |
| プログラマブル波形発生モード | PWM 機能 |
| プログラマブルワンショット発生モード | ワンショット・パルス出力機能 |
| プログラマブルウェイトワンショット発生モード | |

4. タイマモードからの移行例

4.1 仕様

R8C/36M でのタイマ RB のタイマモードを RL78/G14 で対応する場合、タイマ・アレイ・ユニット(TAU)のインターバル・タイマを使用します。

タイマ割り込み(INTTMmn)が一定間隔で発生します。

表 4.1 に使用する周辺機能と用途を、図 4.1 に動作概要を示します。

表 4.1 使用する周辺機能と用途（タイマモードからの移行例）

| 周辺機能 | 用途 |
|------------------------------|------------------------------|
| タイマ・アレイ・ユニット (インターバル・タイマ) | タイマ割り込み(INTTMmn)が一定間隔で発生します。 |

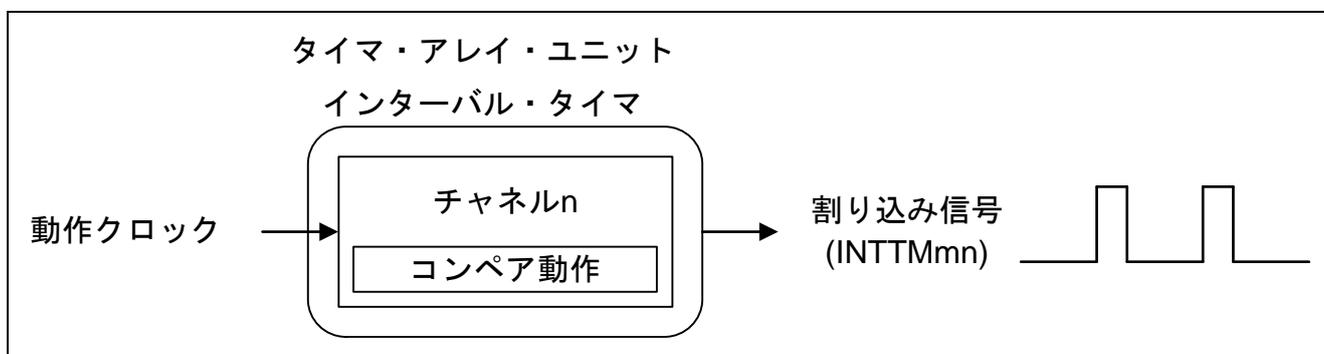


図 4.1 動作概要（タイマモードからの移行例）

4.2 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 4.2 動作確認条件（タイマモードからの移行例）

| 項目 | 内容 |
|---------------------------------|--|
| 使用マイコン | RL78/G14 (R5F104LEAFB) |
| 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}) : 32 MHz CPU/周辺ハードウェア・クロック (f_{CLK}) : 32 MHz |
| 動作電圧 | 5.0 V (2.9 V ~ 5.5 V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVD}) : リセット・モード立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 統合開発環境 (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V4.01.00 |
| C コンパイラ (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |
| 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 V5.2.0.020 |
| C コンパイラ (e ² studio) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |

4.3 ハードウェア説明

4.3.1 ハードウェア構成例

図 4.2 に本アプリケーションで使用するハードウェア構成例を示します。

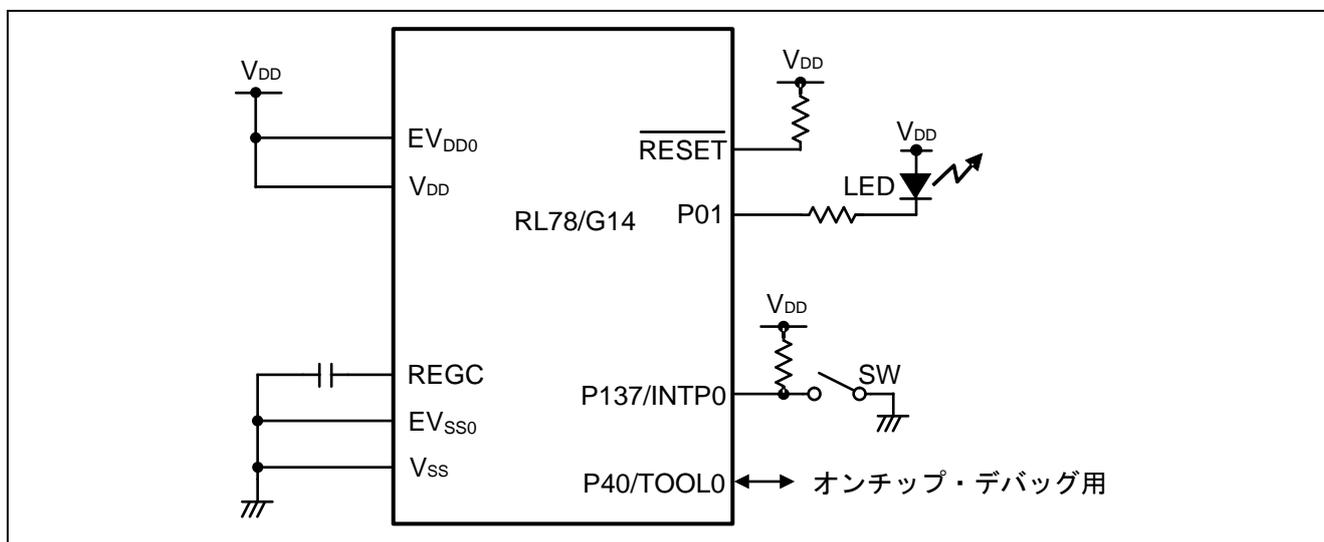


図 4.2 ハードウェア構成（タイマモードからの移行例）

注 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 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 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。

4.3.2 使用端子一覧

表 4.3 に使用端子と機能を示します。

表 4.3 使用端子と機能（タイマモードからの移行例）

| 端子名 | 入出力 | 内容 |
|------------|-----|-----------------------------|
| P01 | 出力 | LED 表示用出力ポート |
| P137/INTP0 | 入力 | スイッチ（SW）用入力端子（外部割り込み要求入力端子） |

4.4 ソフトウェア説明

4.4.1 動作概要

本章では、TAU0 のインターバル・タイマ機能の設定を行います。

設定完了後は、インターバル・タイマのタイマ割り込み（INTTM00）の発生回数をカウントし、カウント回数が 250 回になるごとに LED 表示の反転を行います。また、スイッチを押した回数によってタイマ割り込み（INTTM00）の発生周期が変化します。LED の点灯/消灯周期は、次のように変化します。

500ms → 250ms → 125ms → 62.5ms → 500ms → …

表 4.4 に使用する周辺機能と用途を、図 4.3 に動作概要を示します。

(1) TAU の初期設定を行います。

タイマ動作モードはインターバル・タイマ・モードを使用します。

タイマ・データ・レジスタ 00（TDR00）は初期値 2ms 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。

(2) 外部エッジ検出割り込みの初期設定を行います。

INTP0 の有効エッジを立ち下がりエッジに設定します。

INTP0 割り込みを使用します。

(3) HALT 命令を実行して、タイマ割り込み（INTTM00）を待ちます。

(4) タイマ割り込み（INTTM00）で HALT モードが解除されると、INTTM00 割り込みの発生回数をカウントします。

(5) タイマ割り込み（INTTM00）のカウント回数が 250 回になったとき、LED 表示の反転を行います。また、タイマ・データ・レジスタ用 RAM（g_TDR00_Work）の値をタイマ・データ・レジスタ（TDR00）に設定します。

(6) INTP0 割り込み処理でスイッチ入力回数（INTP0 割り込み発生回数）と g_TDR00_Work の値を書き換えます。

表 4.4 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能 | 用途 |
|------------------------|--------------------------------|
| タイマ・アレイ・ユニット (チャンネル 0) | P01 端子出力(LED 表示)の反転用インターバル時間制御 |

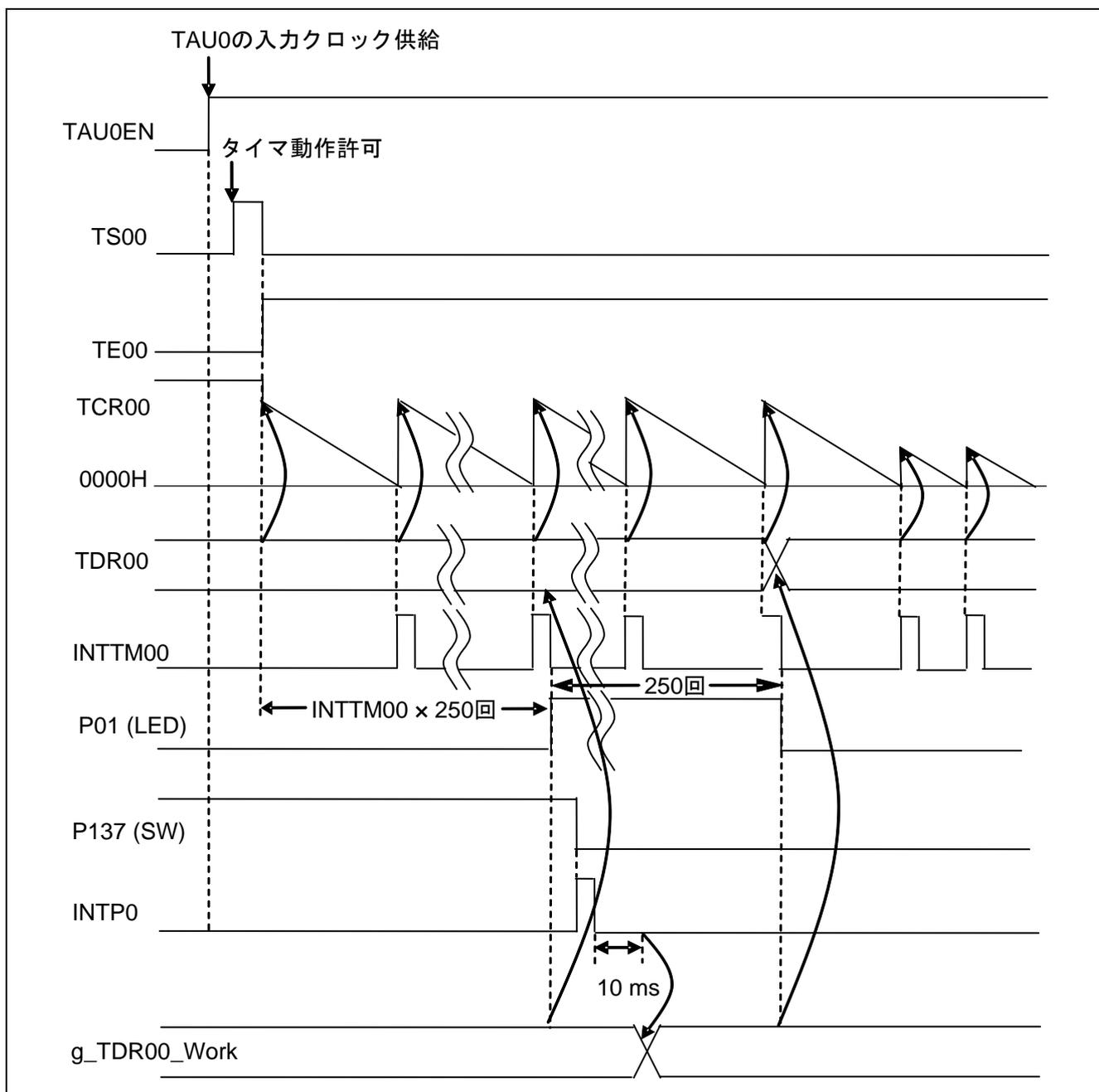


図 4.3 タイマと割り込みの動作概要

4.4.2 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/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 検出電圧：立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 000C2H/010C2H | 11101000B | HS モード 高速オンチップ・オシレータ・クロック 周波数：32 MHz |
| 000C3H/010C3H | 10000100B | オンチップ・デバッグ許可 |

4.4.3 定数一覧

表 4.6 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 4.6 サンプルコードで使用する定数

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|----------------------------|--|----------------------------------|
| _01_INTP0_EDGE_FALLING_SEL | 01h | INTP0 の有効エッジを立ち下がりエッジに設定 |
| g_TDR00_Data[] | (64000-1) (32000-1) (16000-1) (8000-1)} | スイッチ押下回数ごとの TDR00 への設定値 |
| g_10msCount[] | (5+1) (10+1) (20+1) (40+1) | スイッチ押下回数ごとの タイマによる 10ms カウント値 |

4.4.4 変数一覧

表 4.7 にグローバル変数を示します。

表 4.7 グローバル変数

| 型 | 変数名 | 内容 | 使用関数 |
|----------|------------------|-----------------------------------|--|
| uint8_t | g_SW_Counter | スイッチ押下回数 | r_intc0_interrupt() main() R_InvertLED_interrupt() |
| uint16_t | g_TDR00_Work | タイマ割り込み発生 250 回ごとの TDR00 への設定値 | r_intc0_interrupt() main() R_InvertLED_interrupt() |
| uint8_t | g_inttm00counter | タイマ割り込みカウント用変数 | r_intc0_interrupt() main() R_InvertLED_interrupt() |

4.4.5 関数一覧

表 4.8 にサンプルコードで使用する関数を示します。

表 4.8 関数

| 関数名 | 概要 |
|-----------------------------|---|
| R_TAU0_Channel0_Start() | TAU0 チャンネル 0 の動作開始 |
| r_tau0_channel0_interrupt() | TAU0 チャンネル 0 のタイマ割り込み処理 |
| R_InvertLED_interrupt() | INTTM00 の発生回数をカウントし、 カウント値が 250 回に達するごとに LED 表示を反転する処理 |
| R_INTC0_Start() | INTP0 割り込み許可 |
| r_intc0_interrupt() | INTP0 割り込み処理 |

4.4.6 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_TAU0_Channel0_Start()

| | |
|-------|---|
| 概要 | TAU0 チャンネル 0 の動作開始 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h r_cg_timer.h r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | void R_TAU0_Channel0_Start(void) |
| 説明 | TAU0 チャンネル 0 の割り込みマスクを解除して、カウント動作開始します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] r_tau0_channel0_interrupt()

| | |
|-------|---|
| 概要 | TAU0 チャンネル 0 のタイマ割り込み処理 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h r_cg_timer.h r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | static void __near r_tau0_channel0_interrupt(void) |
| 説明 | LED 表示を反転させる関数をコールします。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] R_InvertLED_interrupt()

| | |
|-------|---|
| 概要 | LED 表示の反転処理 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h r_cg_cgc.h r_cg_port.h r_cg_intc.h r_cg_timer.h r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | void R_InvertLED_interrupt(void) |
| 説明 | タイマ割り込み (INTTM00) を 250 回カウントし、LED 表示の反転 (ポート・ラッチ反転) を行います。 また、g_TDR00_Work で指定した値に TDR00 設定値を変更します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] R_INTC0_Start()

| | |
|-------|---|
| 概要 | INTP0 割り込み許可 |
| ヘッダ | r_cg_intc.h |
| 宣言 | void R_INTC0_Start(void) |
| 説明 | 割り込み要求フラグをクリア。 INTP0 割り込みを許可し、スイッチ入力の取り込みを開始します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] r_intc0_interrupt()

| | |
|-------|---|
| 概要 | INTP0 割込み処理 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h r_cg_intc.h r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | static void __near r_intc0_interrupt(void) |
| 説明 | INTP0 割り込み発生時の処理です。 関数にて 10ms ウェイトし、その後 P137 (SW 入力端子) のスキャンを行います。 SW 押下状態であれば、g_TDR00_Work の値を変更します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

4.4.7 フローチャート

4.4.7.1 全体フローチャート

図 4.4 に全体フローチャートを示します。

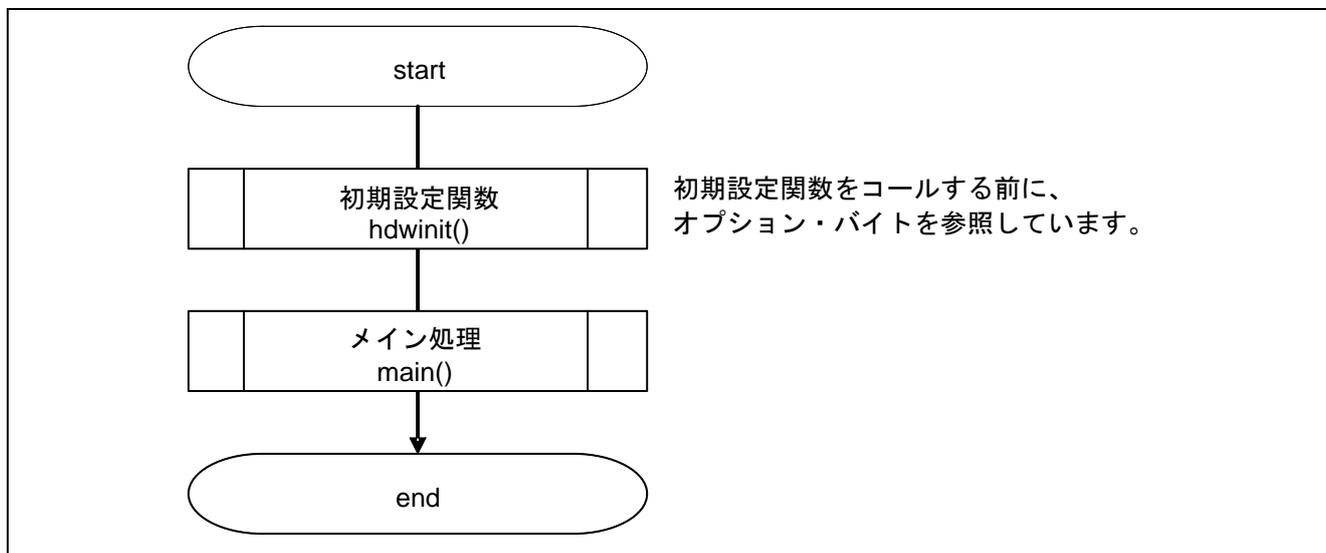


図 4.4 全体フローチャート

4.4.7.2 初期設定

図 4.5 に初期設定のフローチャートを示します。

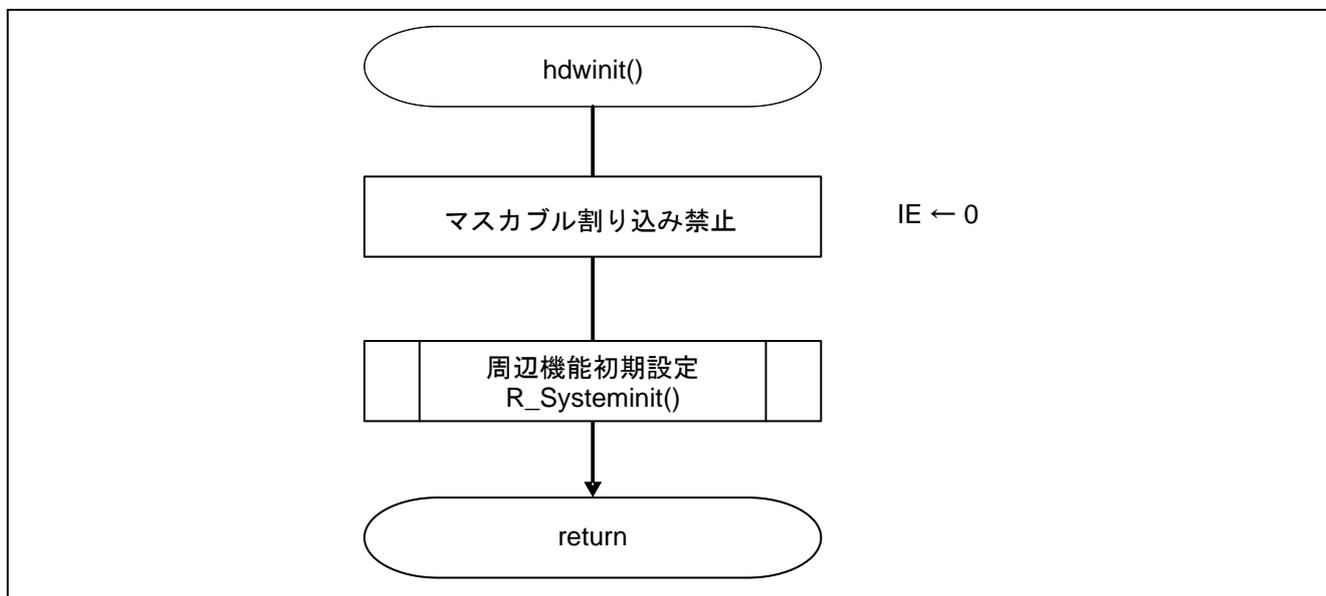


図 4.5 初期設定

4.4.7.3 周辺機能初期設定

図 4.6 に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

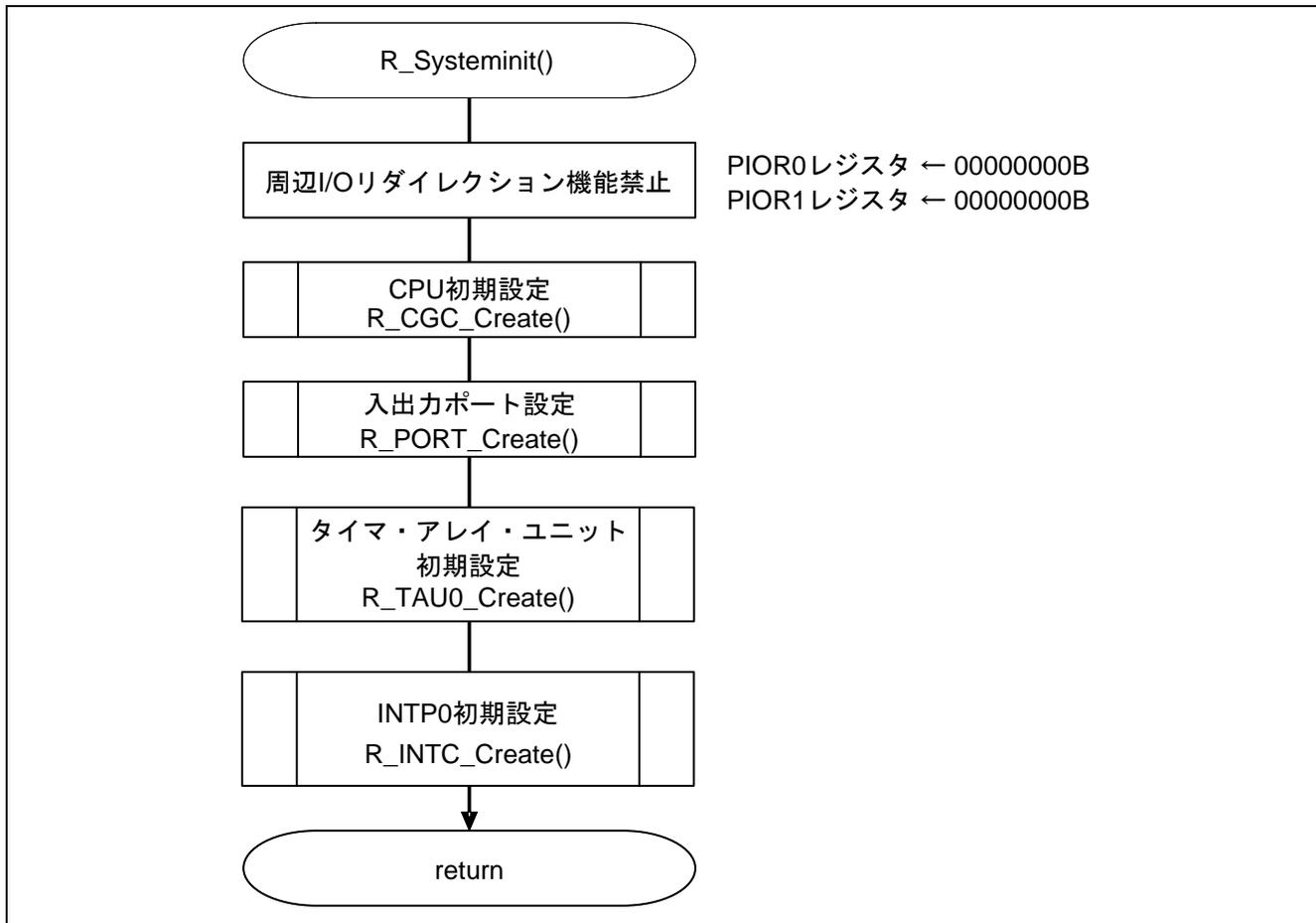


図 4.6 周辺機能初期設定

4.4.7.4 CPU 初期設定

図 4.7 に CPU 初期設定のフローチャートを示します。

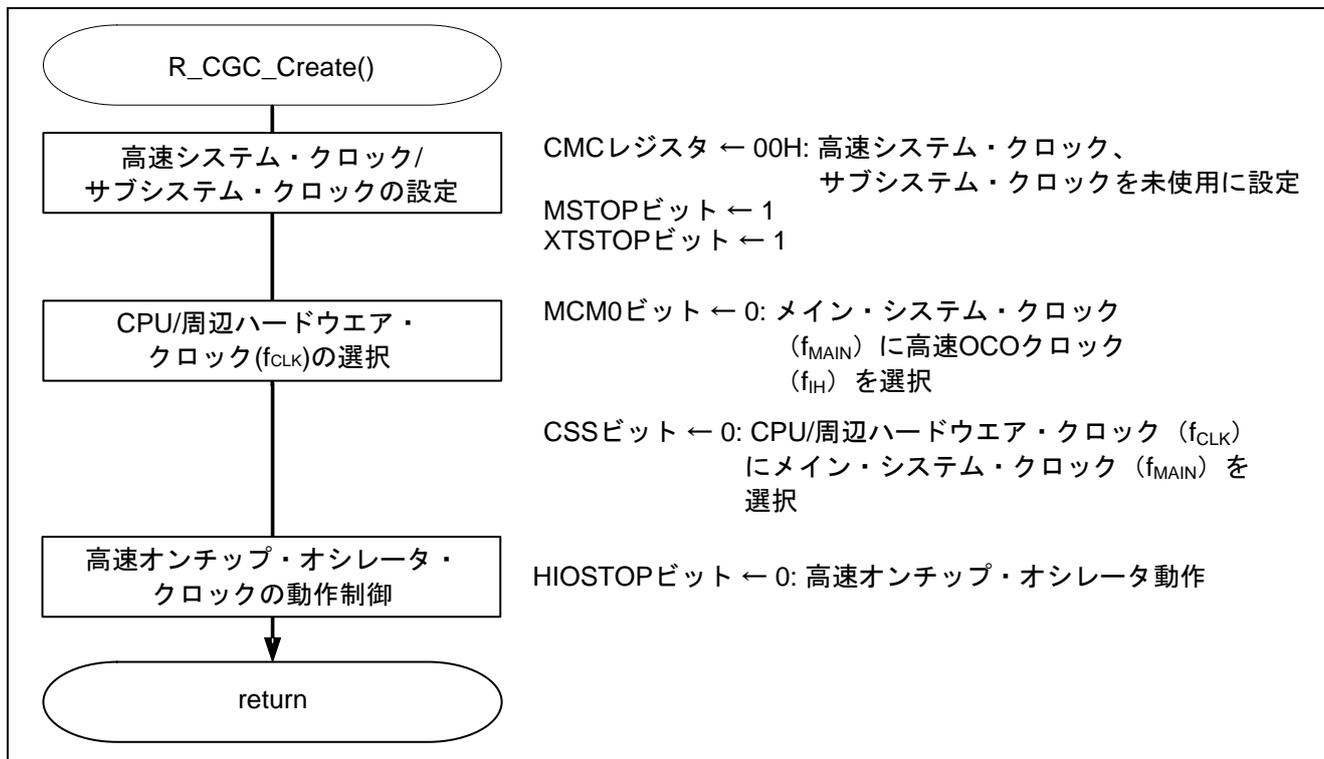


図 4.7 CPU 初期設定

4.4.7.5 入出力ポート設定

図 4.8 に入出力ポート設定のフローチャートを示します。

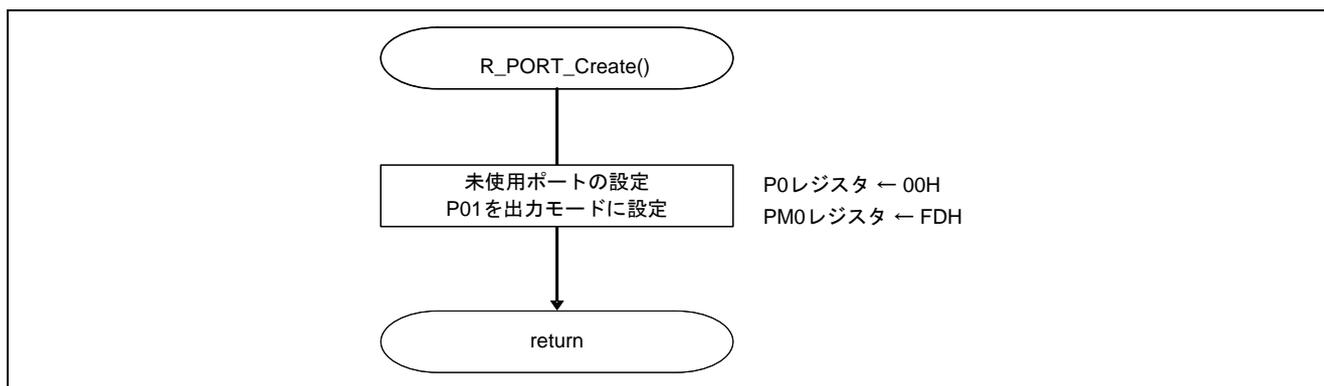


図 4.8 入出力ポート設定

注意 未使用のポートは、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。また、未使用の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。

LED ポートの設定

- ポート・レジスタ 0 (P0)
ポートの出力ラッチの値を設定

略号：P0

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 0 | P06 | P05 | P04 | P03 | P02 | P01 | P00 |
| 0 | x | x | x | x | x | 0 | x |

ビット 1

| P01 | 出力データの制御(出力モード時) |
|----------|------------------|
| 0 | 0 を出力 |
| 1 | 1 を出力 |

- ポート・モード・レジスタ 0 (PM0)
PM01 の入出力モードの選択

略号：PM0

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1 | PM06 | PM05 | PM04 | PM03 | PM02 | PM01 | PM00 |
| 1 | x | x | x | x | x | 0 | x |

ビット 1

| PM01 | P01 端子の入出力モードの選択 |
|----------|-------------------------------------|
| 0 | 出力モード(出力ポートとして機能(出力バッファ・オン)) |
| 1 | 入力モード(入力ポートとして機能(出力バッファ・オフ)) |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

4.4.7.6 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 4.9 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。

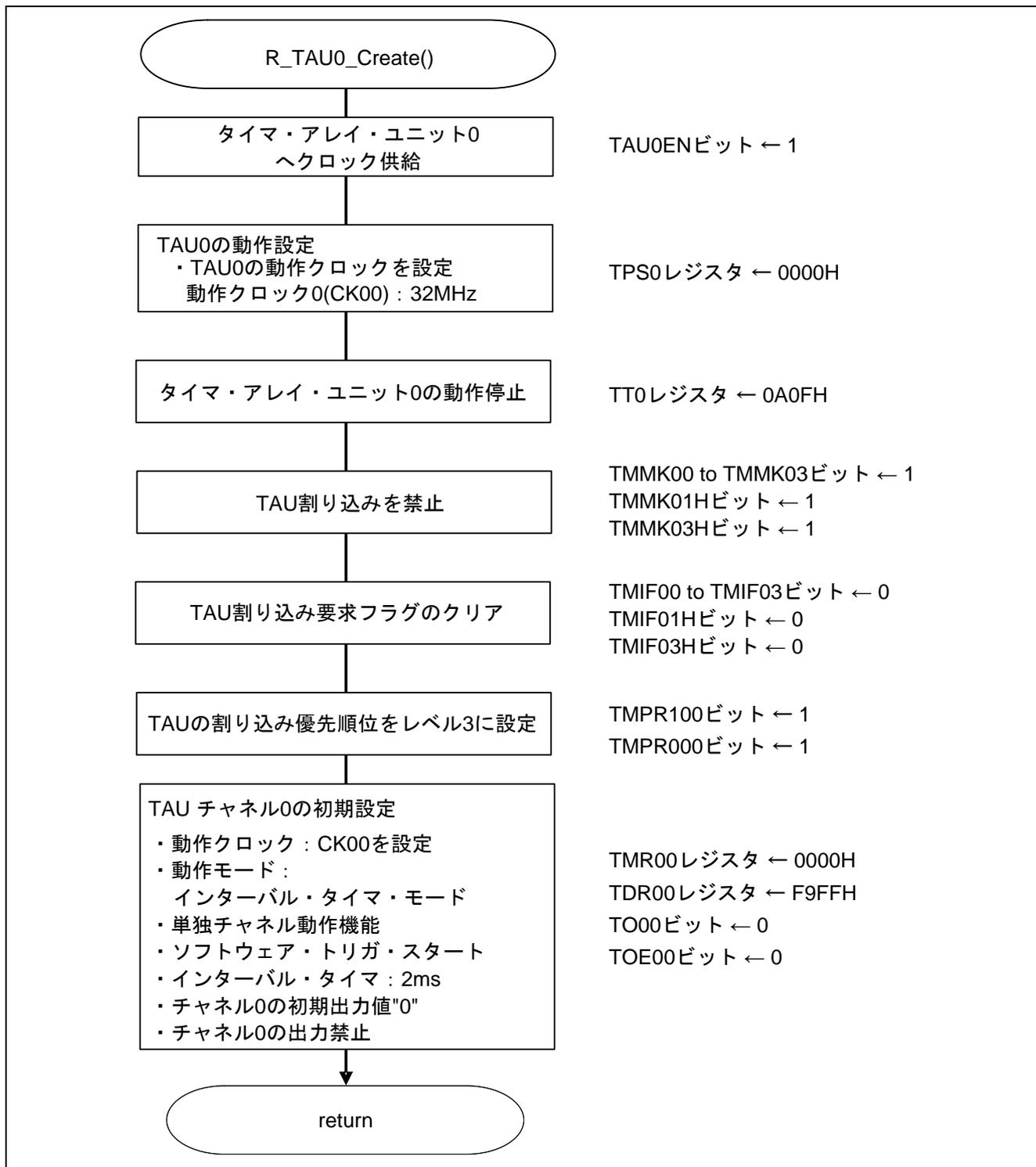


図 4.9 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

タイマ・アレイ・ユニット 0 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 0 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 |

ビット 0

| TAU0EN | タイマ・アレイ・ユニット 0 の入力クロック供給の制御 |
|---------------|------------------------------------|
| 0 | 入力クロック供給停止 |
| 1 | 入力クロック供給 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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・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)
タイマ・アレイ・ユニット 0 の動作クロックを選択

略号：TPS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------------|------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | PRSO 31 | PRSO 30 | 0 | 0 | PRSO 21 | PRSO 20 | PRSO 13 | PRSO 12 | PRSO 11 | PRSO 10 | PRSO 03 | PRSO 02 | PRSO 01 | PRSO 00 |
| 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| PRS 003 | PRS 002 | PRS 001 | PRS 000 | 動作クロック (CK00) の選択 | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | f _{CLK} = 2 MHz | f _{CLK} = 4 MHz | f _{CLK} = 8 MHz | f _{CLK} = 20 MHz | f _{CLK} = 32 MHz |
| 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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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)
 - 動作クロック (f_{MCK})
 - カウント・クロックの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR00

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|----|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS001 | CKS000 | 0 | CCS000 | 0 | STS002 | STS001 | STS000 | CIS001 | CIS000 | 0 | 0 | MD003 | MD002 | MD001 | MD000 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | x | x | 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(f_{MCK})の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) 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(f_{TCLK})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 |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 |
| CKS0 01 | CKS0 00 | 0 | CCS 00 | 0 | STS0 02 | STS0 01 | STS0 00 | CIS 001 | CIS 000 | 0 | 0 | MD0 03 | MD 002 | MD 001 | MD0 00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| MD003 | MD002 | MD001 | MD000 | チャンネル 0 の動作モードの設 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|--------------------------|---|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／ 方形波出力／分周器機能／ PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウン ト |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モ ード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウン ト |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウ ンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウン ト |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・ モード | ディレイ・カウンタ／ ワンショット・パルス出力／ PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウン ト |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワ ンカウント・モ ード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅 測定 | アップ・カウン ト |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD000 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD003-MD001 で 設定(上表参照)) | MD000 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|--|-------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード (0, 1, 1)) ワンカウント・モード (1, 0, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・ モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| | 設定禁止 | |

レジスタ表の設定値 ×：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

インターバル・タイマの周期設定

- タイマ・データ・レジスタ 00 (TDR00)
インターバル・タイマのコンペア値を設定

略号：TDR00

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

タイマ割り込み (INTTM00) の発生 = (TDR00 の設定値 + 1) × カウント・クロック周期

タイマ出力端子の出力値設定

- タイマ出力レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TO03 | TO02 | TO01 | TO00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 0 |

ビット 0

| | |
|-------------|-----------------------|
| TO00 | チャンネル 0 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 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 0 |

ビット 0

| | |
|--------------|--|
| TOE00 | チャンネル 0 のタイマ出力許可／禁止 |
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO00 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO00 ビットへの書き込みが可能となり、TO00 ビットに設定したレベルが TO00 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO00 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO00 ビットへの書き込みは無視されます。 |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

4.4.7.7 INTP0 初期設定

図 4.10 に INTP0 初期設定のフローチャートを示します。

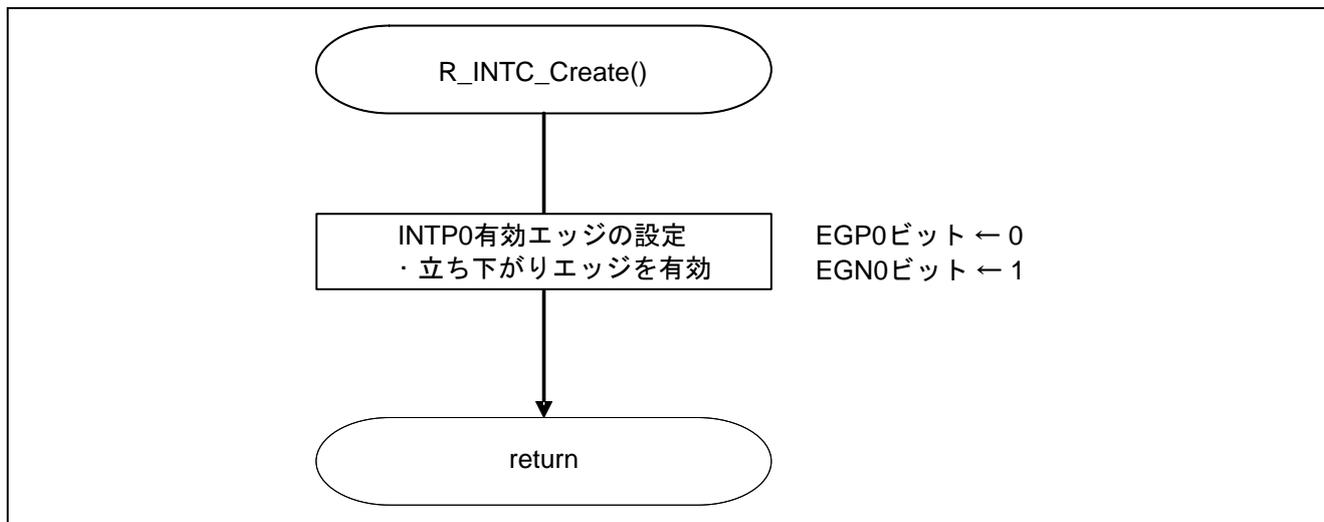


図 4.10 INTP0 初期設定

INTP0 端子のエッジ検出を設定

- 外部割り込み立ち上がり，立ち下りエッジ許可レジスタ(EGP0, EGN0) INTP0 の有効エッジを設定するレジスタです。

略号：EGP0

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

略号：EGN0

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

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

4.4.7.8 メイン処理

図 4.11 にメイン処理のフローチャートを示します。

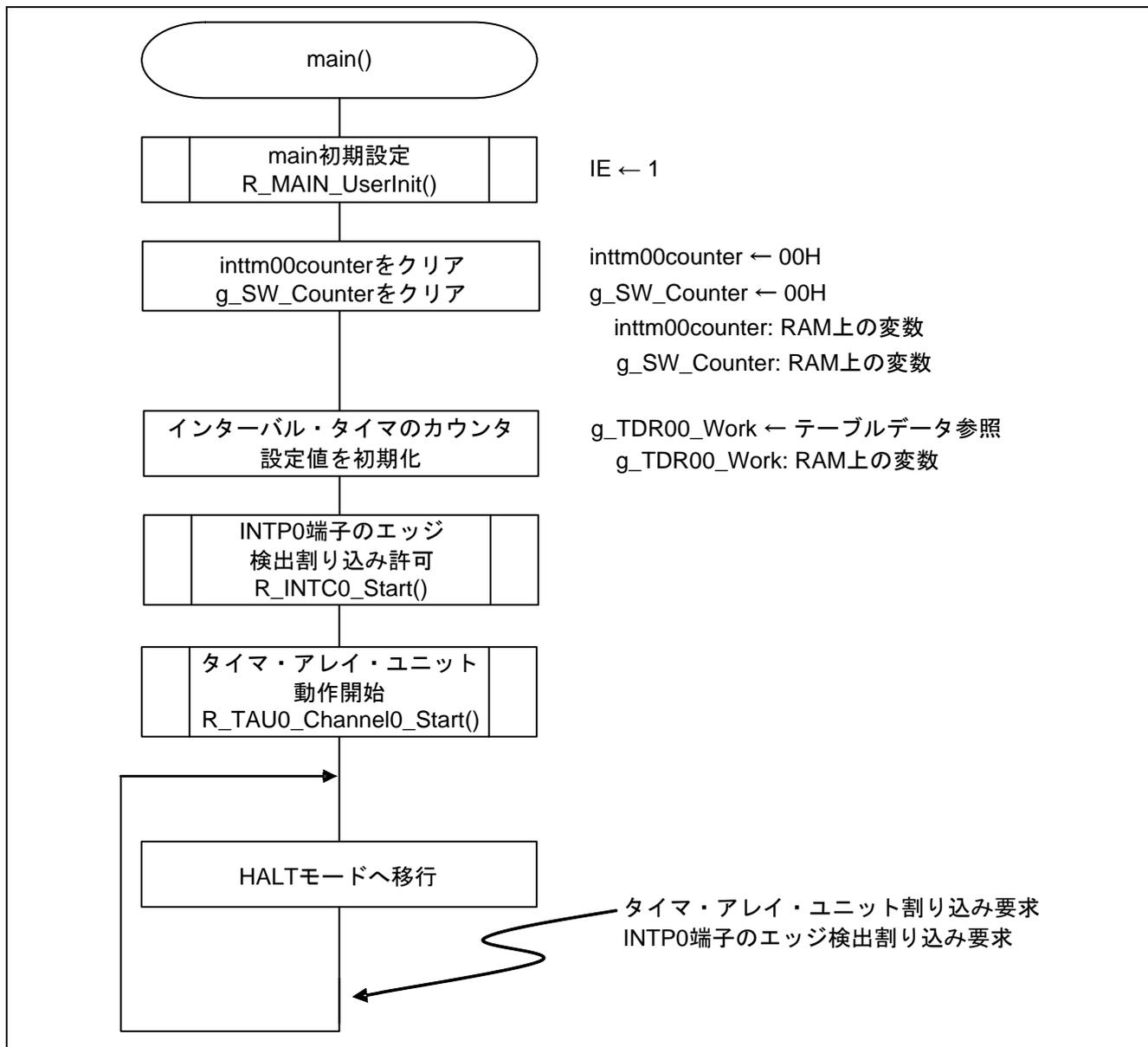


図 4.11 メイン処理

4.4.7.9 INTPO 動作開始

図 4.12 に INTPO 動作開始のフローチャートを示します。

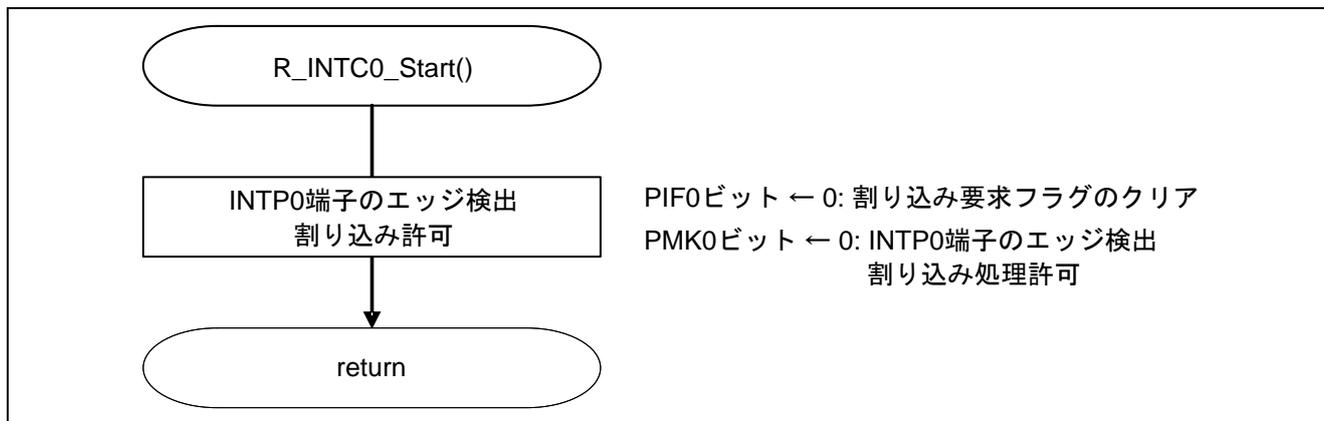


図 4.12 INTPO 動作開始

INTPO 割り込みの設定

- 割り込み要求フラグ・レジスタ (IFOL)
割り込み要求フラグのクリア
- 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MKOL)
割り込みマスクのクリア

略号：IFOL

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| PIF5 | PIF4 | PIF3 | PIF2 | PIF1 | PIF0 | LVIIIF | WDTIIF |
| x | x | x | x | x | 0 | x | x |

ビット 2

| | |
|-------------|-----------------------|
| PIF0 | 割り込み要求フラグ |
| 0 | 割り込み要求信号が発生していない |
| 1 | 割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態 |

略号：MKOL

| | | | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| PMK5 | PMK4 | PMK3 | PMK2 | PMK1 | PMK0 | LVIMK | WDTIMK |
| x | x | x | x | x | 0 | x | x |

ビット 2

| | |
|-------------|------------------|
| PMK0 | 割り込み処理の制御 |
| 0 | 割り込み処理許可 |
| 1 | 割り込み処理禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

4.4.7.10 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

図 4.13 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。

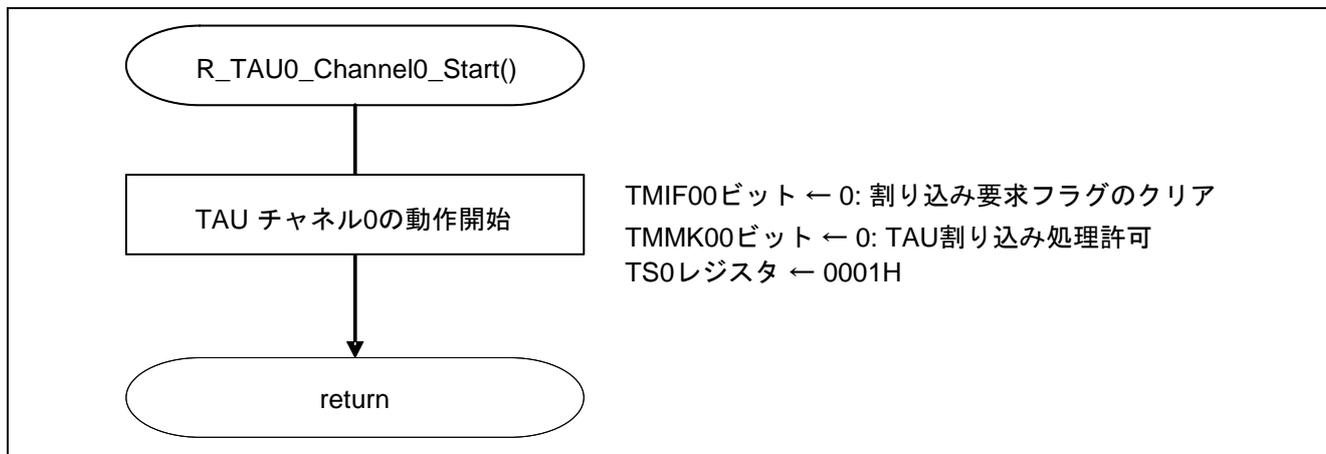


図 4.13 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

タイマ割り込みの設定

- 割り込み要求フラグ・レジスタ (IFIL)
割り込み要求フラグのクリア
- 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK1L)
割り込みマスクの設定

略号：IFIL

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|--------|--------|--------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| TMIF03 | TMIF02 | TMIF01 | TMIF00 | IICAIF0 | SREIF1 TMIF03H | SRIF1 CSIIF11 IICIF11 | STIF1 CSIIF10 IICIF10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMIF00 | 割り込み要求フラグ |
|--------|-----------------------|
| 0 | 割り込み要求信号が発生していない |
| 1 | 割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態 |

略号：MK1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|--------|--------|--------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| TMMK03 | TMMK02 | TMMK01 | TMMK00 | IICAMK0 | SREMK1 TMMK03H | SRMK1 CSIMK11 IICMK11 | STMK1 CSIMK10 IICMK10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMMK00 | 割り込み処理の制御 |
|--------|-----------|
| 0 | 割り込み処理許可 |
| 1 | 割り込み処理禁止 |

タイマ動作許可設定

- タイマ・チャネル開始レジスタ 0 (TS0)
チャネル 0 のカウント動作開始設定

略号：TS0

| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
|----|----|----|----|-------|----|-------|---|---|---|---|---|---|------|------|------|------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | TSH03 | 0 | TSH01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TS03 | TS02 | TS01 | TS00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | x | 1 |

ビット 0

| TS00 | チャネル 0 の動作許可(スタート)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。 カウント動作許可状態における TCR00 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

4.4.7.11 INTTM0 割り込み

図 4.14 に INTTM0 割り込みのフローチャートを示します。

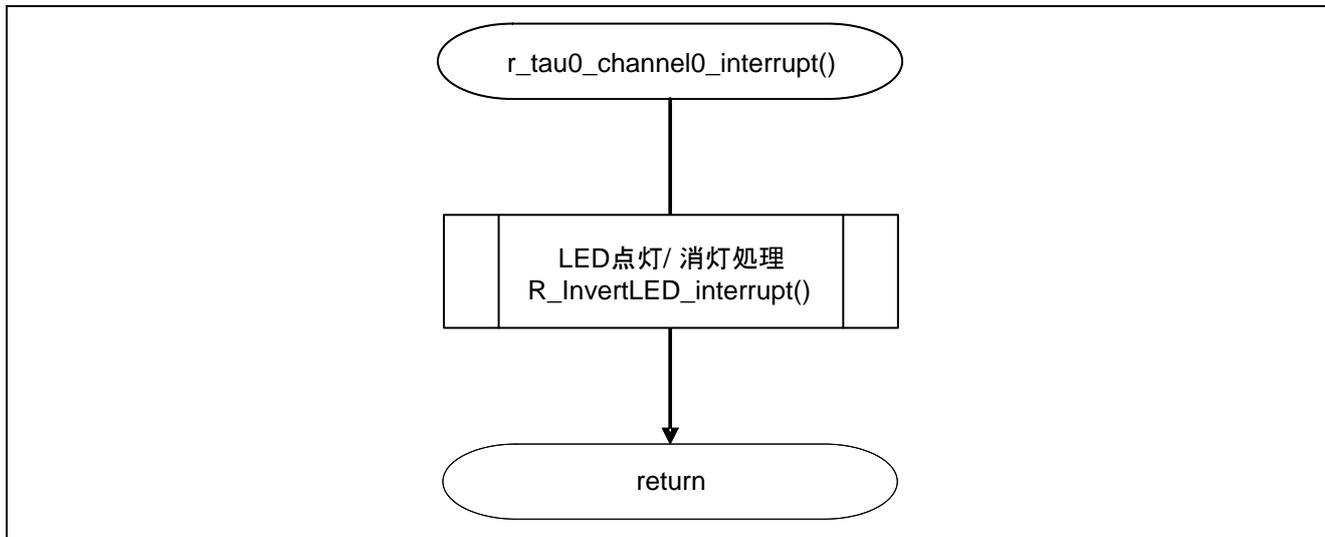


図 4.14 INTTM0 割り込み

4.4.7.12 LED 点灯 / 消灯処理

図 4.15 に LED 点灯 / 消灯処理のフローチャートを示します。

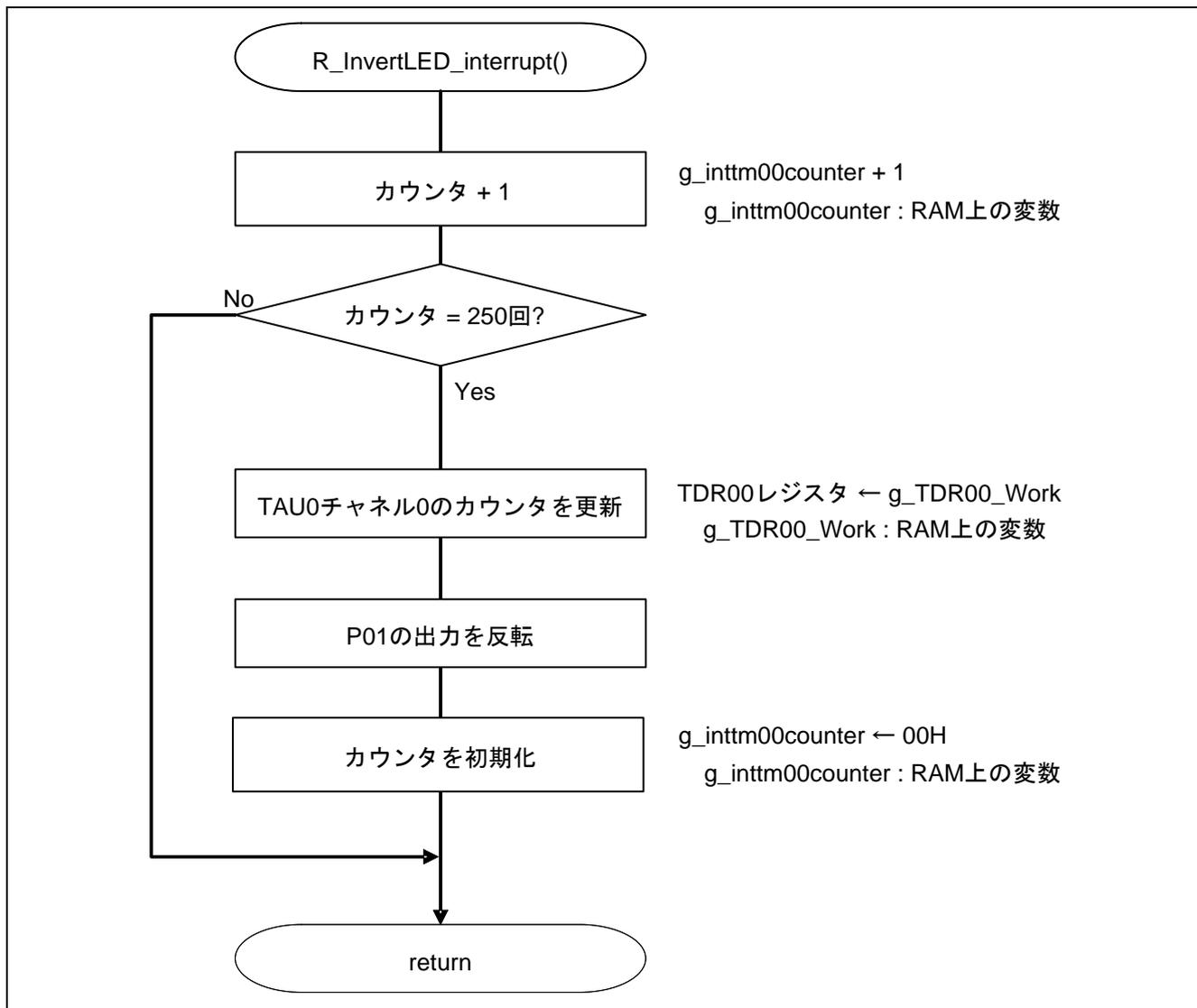


図 4.15 LED 点灯 / 消灯処理

4.4.7.13 INTPO 割り込み処理

図 4.16、図 4.17 に INTPO 割り込み処理のフローチャートを示します。

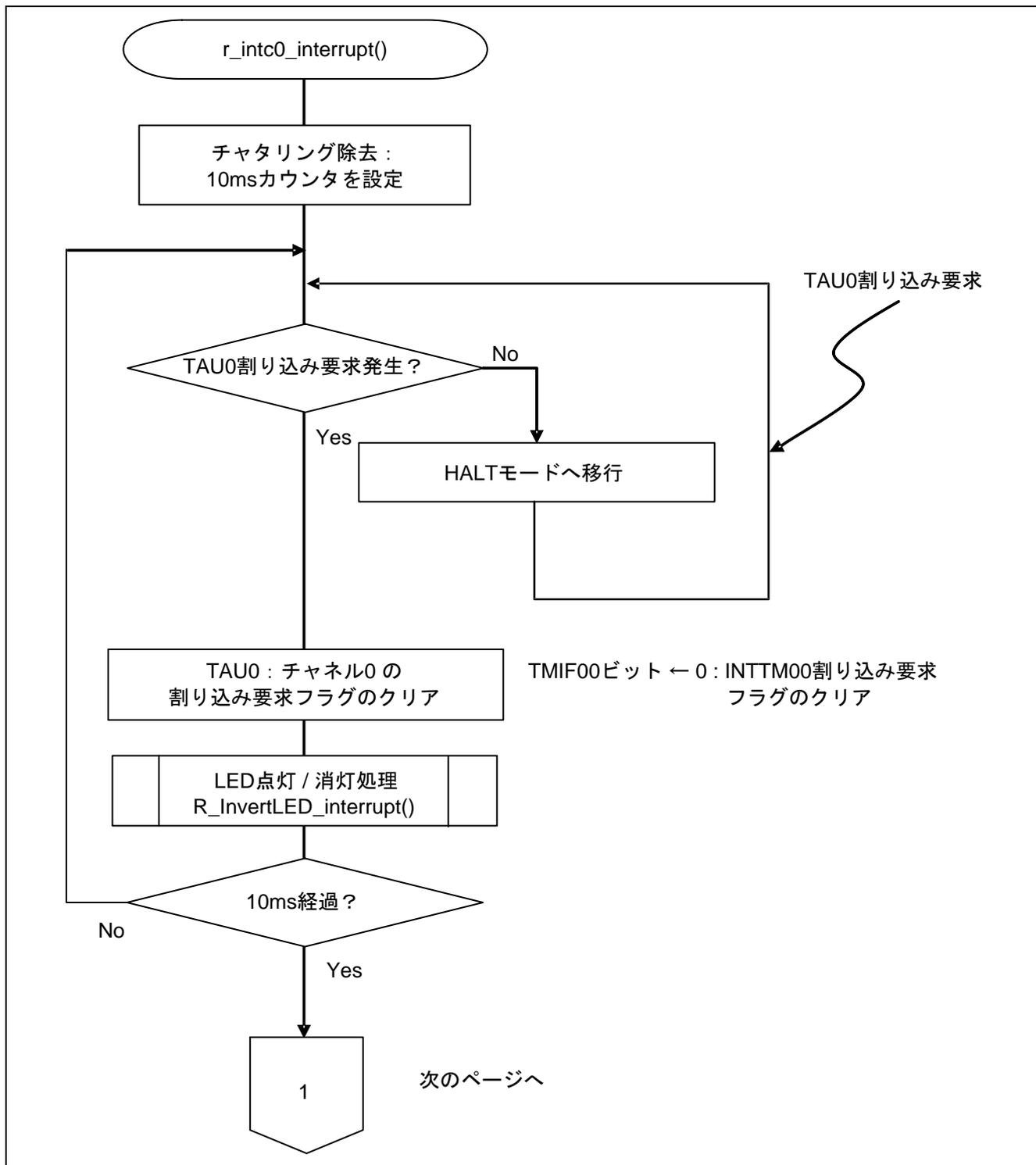


図 4.16 INTPO 割り込み処理 (1/2)

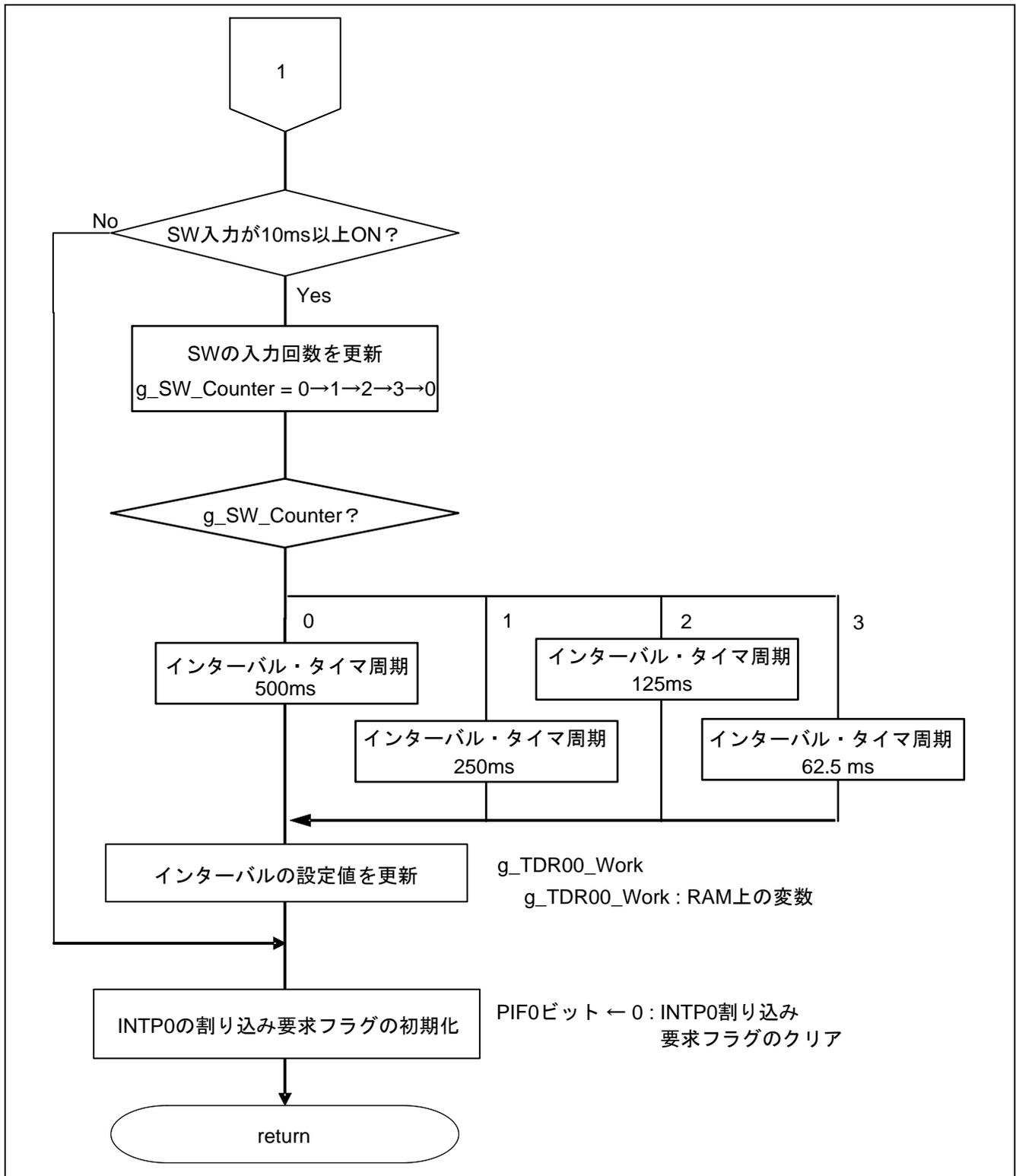


図 4.17 INTPO 割り込み処理 (2/2)

5. プログラマブル波形発生モードからの移行例

5.1 仕様

R8C/36M でのタイマ RB のプログラマブル波形発生モードを RL78/G14 で対応する場合、タイマ・アレイ・ユニット(TAU)の PWM (Pulse Width Modulation)出力を使用します。

2チャンネルをセットで使用し、周期とデューティを任意に設定できるパルスを生成します。

表 5.1 に使用する周辺機能と用途を、図 5.1 に動作概要を示します。

表 5.1 使用する周辺機能と用途（プログラマブル波形発生モードからの移行例）

| 周辺機能 | 用途 |
|--|-----------------------------|
| タイマ・アレイ・ユニット (PWM (Pulse Width Modulation)出力) | 周期とデューティを任意に設定できるパルスを生成します。 |

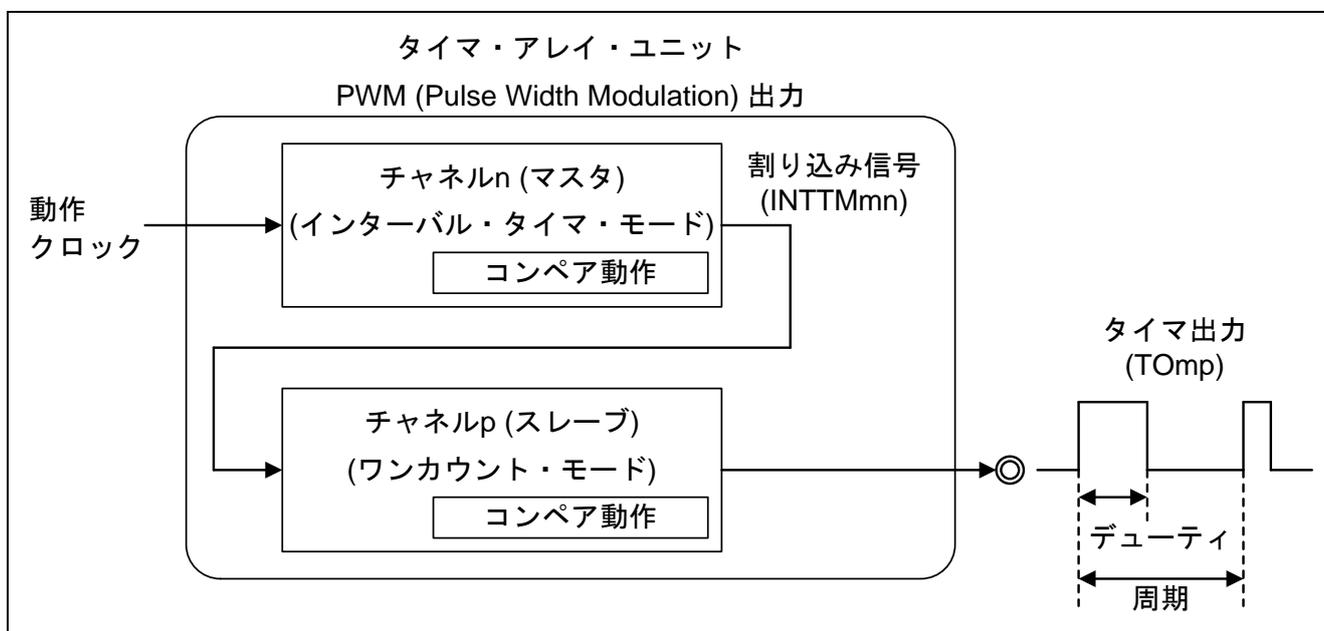


図 5.1 動作概要（プログラマブル波形発生モードからの移行例）

5.2 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 5.2 動作確認条件（プログラマブル波形発生モードからの移行例）

| 項目 | 内容 |
|---------------------------------|--|
| 使用マイコン | RL78/G14 (R5F104LEAFB) |
| 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}) : 32 MHz CPU/周辺ハードウェア・クロック(f_{CLK}) : 32 MHz |
| 動作電圧 | 5.0 V (2.9 V ~ 5.5 V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVD}) : リセット・モード立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 統合開発環境 (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V4.01.00 |
| C コンパイラ (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |
| 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 V5.2.0.020 |
| C コンパイラ (e ² studio) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |

5.3 ハードウェア説明

5.3.1 ハードウェア構成例

図 5.2 に本アプリケーションで使用するハードウェア構成例を示します。

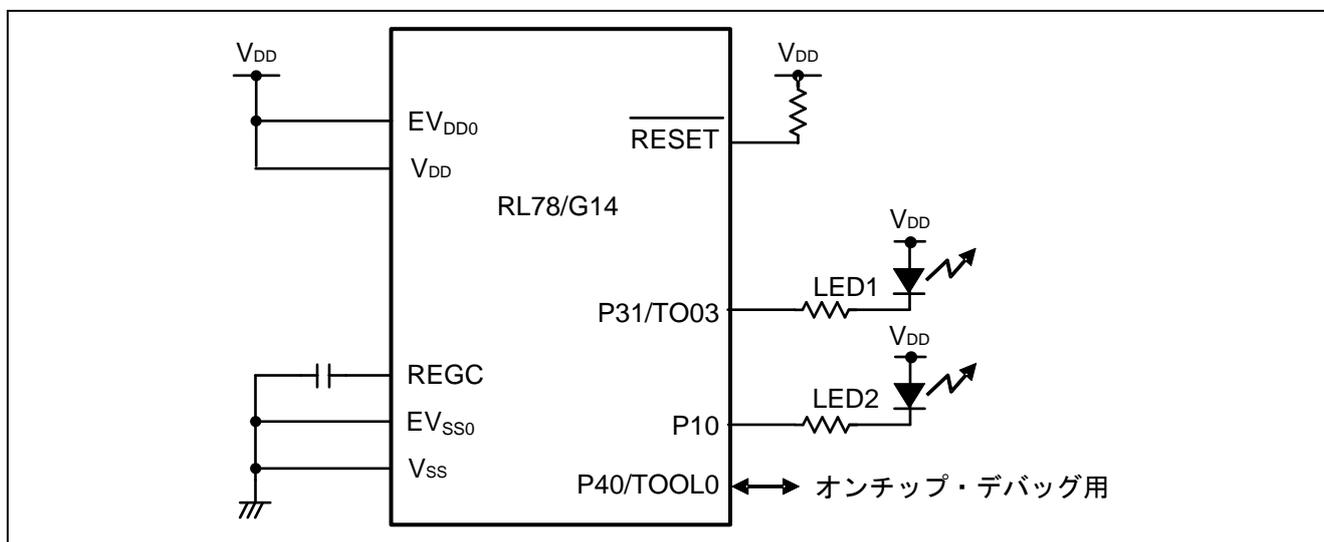


図 5.2 ハードウェア構成（プログラマブル波形発生モードからの移行例）

注 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 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 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。

5.3.2 使用端子一覧

表 5.3 に使用端子と機能を示します。

表 5.3 使用端子と機能（プログラマブル波形発生モードからの移行例）

| 端子名 | 入出力 | 内容 |
|----------|-----|--------------|
| P31/TO03 | 出力 | PWM 出力ポート |
| P10 | 出力 | LED 表示用出力ポート |

5.4 ソフトウェア説明

5.4.1 動作概要

本章では、TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 を連動動作させることで PWM 機能に設定し、P31/TO03 から PWM 出力を行います。

また、チャンネル 0 の 2ms 周期のタイマ割り込み（INTTM00）を 250 回数え、500ms ごとに PWM 出力のデューティ比を変更し、LED 表示を反転させます。

表 5.4 に使用する周辺機能と用途を、図 5.3 に PWM 出力の動作概要を、表 5.5 に PWM 出力のデューティ比と LED 輝度の関係を、図 5.4 に PWM 出力動作概要のタイミングチャートを示します。

(1) TAU の初期設定を行います。

<設定条件>

P31/TO03 端子を PWM 出力に設定します。

TAU0 のチャンネル 0 を 2ms 周期のインターバル・タイマ・モードとして動作させます。

TAU0 のチャンネル 3 をワンカウント・モードとして動作させます。

PWM 出力のデューティ比の初期値は、10%に設定します。

TAU0 チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）を使用します。

(2) TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 の動作許可トリガ・ビットを同時に“1”に設定することで動作を開始します。HALT 命令を実行して、チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）を待ちます。

(3) タイマ動作開始後、2ms ごとにチャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）が発生します。

(4) チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）で HALT モードが解除されると、INTTM00 割り込みの発生回数をカウントします。チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）が 250 回発生（500ms 経過）すると、チャンネル 3 のカウント値を更新してデューティ比を更新します。デューティ比はチャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）が 250 回発生（500ms 経過）するごとに 10%→30%→50%→70%→90%の順に 20%ずつ更新され、デューティ比が 90%の後は再び 10%に設定されます。

(5) チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）処理完了後、再び HALT 命令を実行して、チャンネル 0 のタイマ割り込み（INTTM00）を待ちます。

表 5.4 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能 | 用途 |
|----------------|---|
| タイマ・アレイ・ユニット 0 | チャンネル 0 とチャンネル 3 を連動させて PWM 機能に設定し、TO03 端子から PWM 出力します。 |

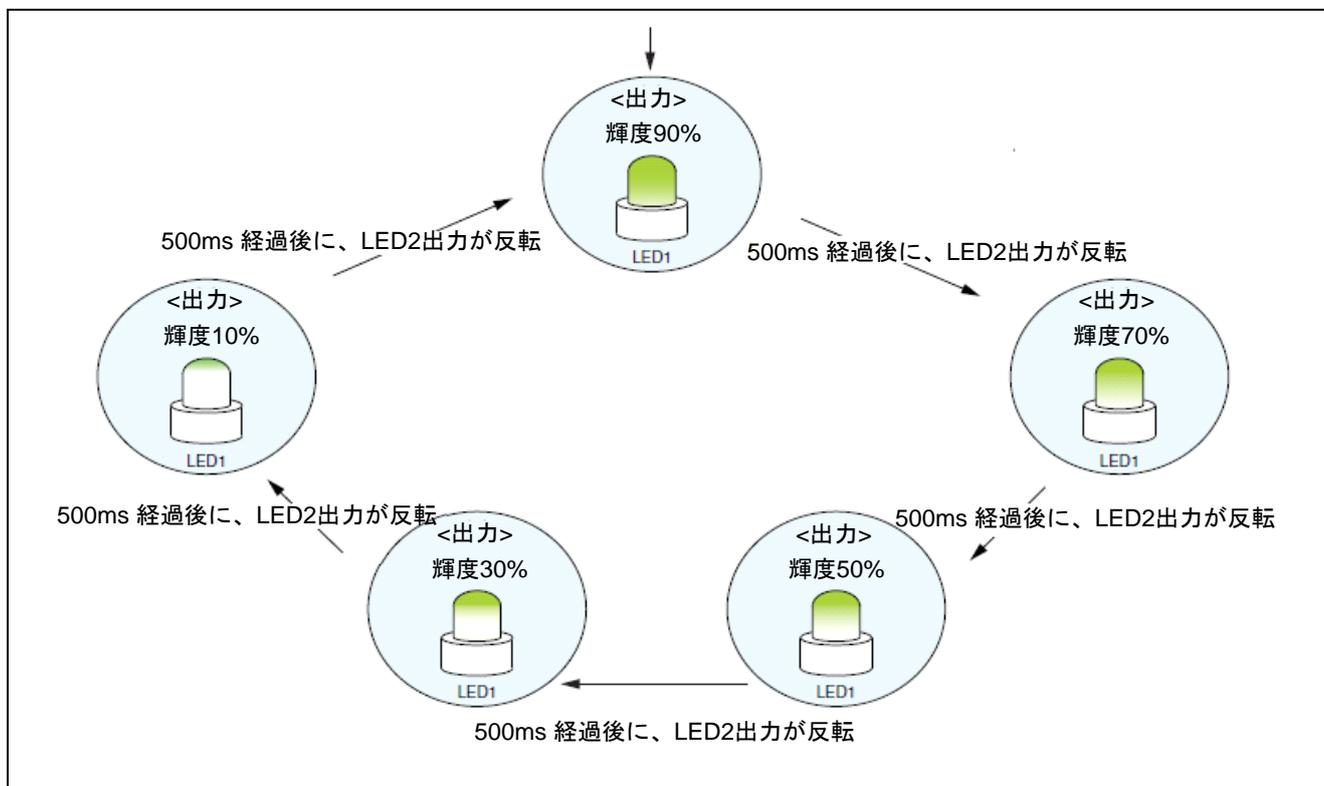


図 5.3 PWM 出力の動作概要

表 5.5 PWM 出力のデューティ比と LED 輝度の関係

| デューティ比 | LED1 の輝度 |
|--------|----------|
| 10% | 90% |
| 30% | 70% |
| 50% | 50% |
| 70% | 30% |
| 90% | 10% |

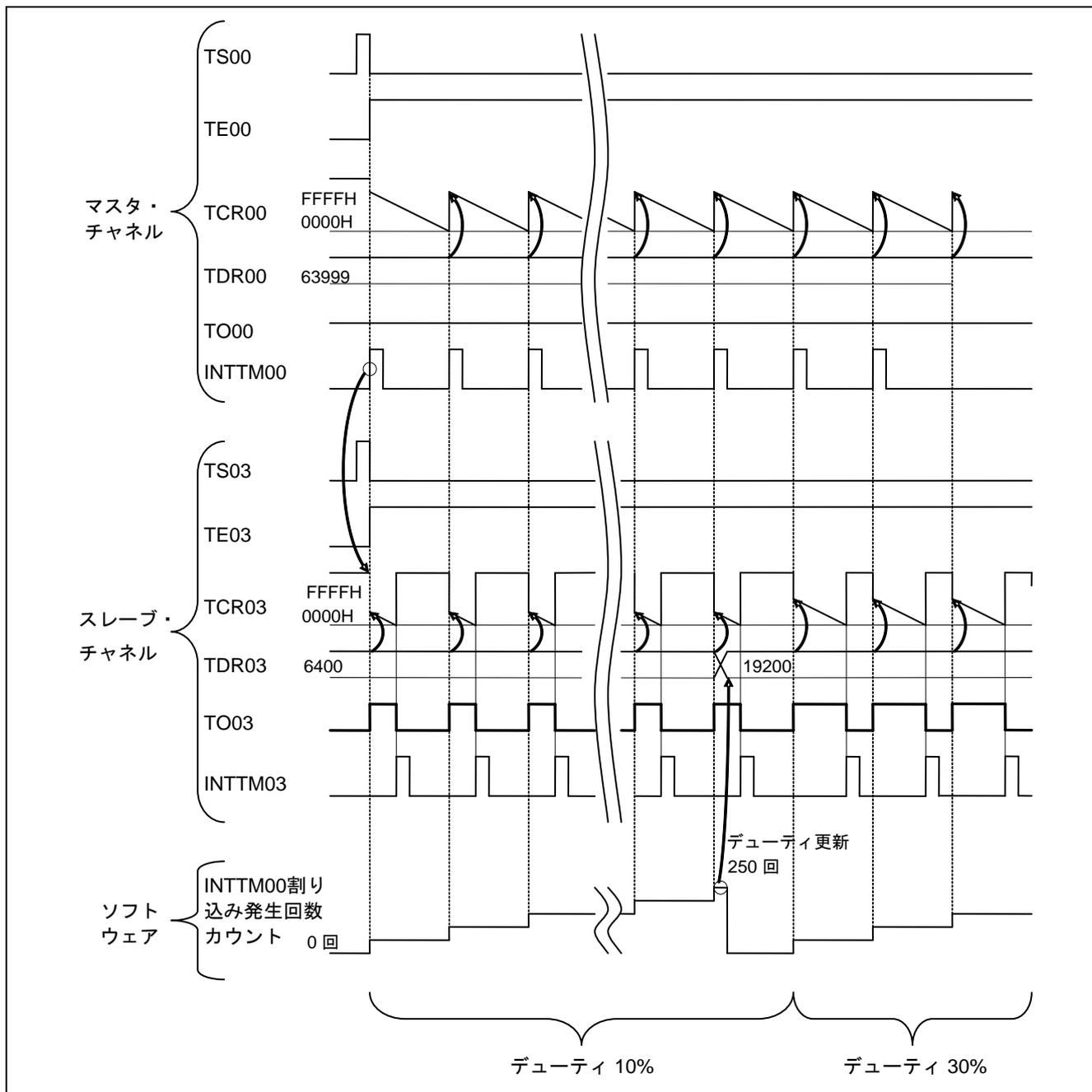


図 5.4 PWM 出力動作概要のタイミングチャート

5.4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 5.6 にオプション・バイト設定を示します。

表 5.6 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 検出電圧：立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 000C2H/010C2H | 11101000B | HS モード 高速オンチップ・オシレータ・クロック、周波数：32 MHz |
| 000C3H/010C3H | 10000100B | オンチップ・デバッグ許可 |

5.4.3 定数一覧

表 5.7 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.7 サンプルコードで使用する定数

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|-----------------------|---------|------------------------|
| _1900_TAU_TDR03_VALUE | 0x1900U | デューティ比 10%の TDR03 の設定値 |

5.4.4 関数一覧

表 5.8 にサンプルコードで使用する関数を示します。

表 5.8 関数

| 関数名 | 概要 |
|---------------------------|------------------|
| R_TAU0_Channel0_Start | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |
| r_tau0_channel0_interrupt | INTTM0 割り込み |

5.4.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] R_TAU0_Channel0_Start

| | |
|-------|---|
| 概要 | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | void R_TAU0_Channel0_Start(void) |
| 説明 | TAU0 チャンネル 0 の割り込みマスクを解除して、カウント動作開始します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] r_tau0_channel0_interrupt

| | |
|-------|--|
| 概要 | INTTM0 割り込み |
| ヘッダ | r_cg_timer.h |
| 宣言 | static void __near r_tau0_channel0_interrupt (void) |
| 説明 | INTTM00 割り込み発生回数をカウントし、割り込みが 250 回発生 (500ms 経過) するごとに PWM 出力のデューティ比を更新します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

5.4.6 フローチャート

5.4.6.1 全体フローチャート

図 5.5 に全体フローチャートを示します。

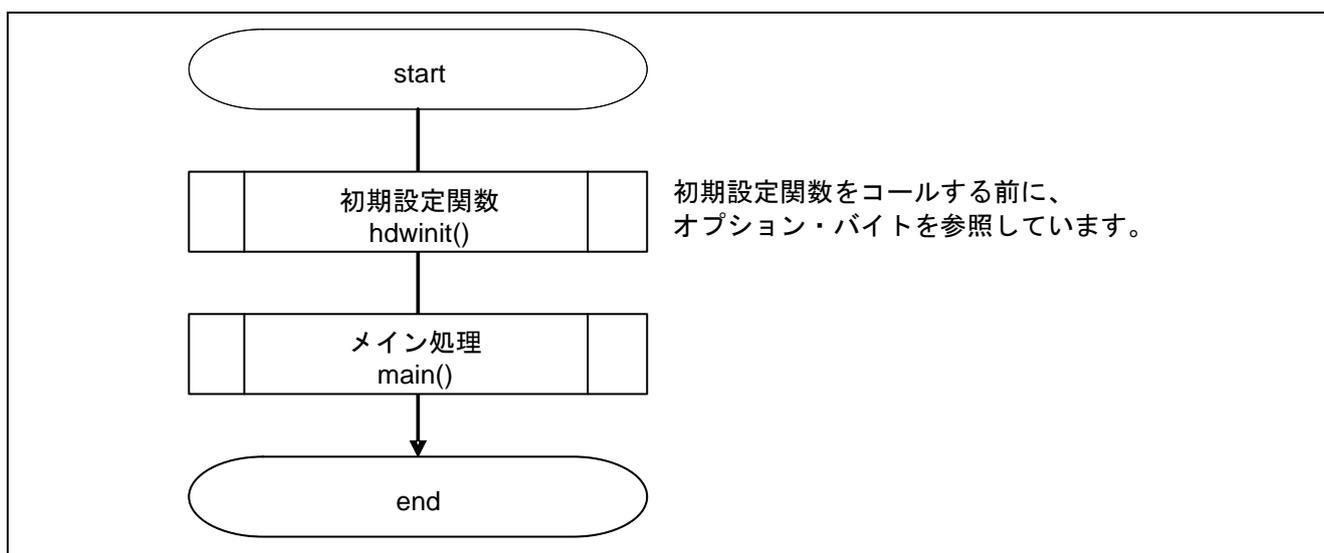


図 5.5 全体フローチャート

5.4.6.2 初期設定

図 5.6 に初期設定のフローチャートを示します。

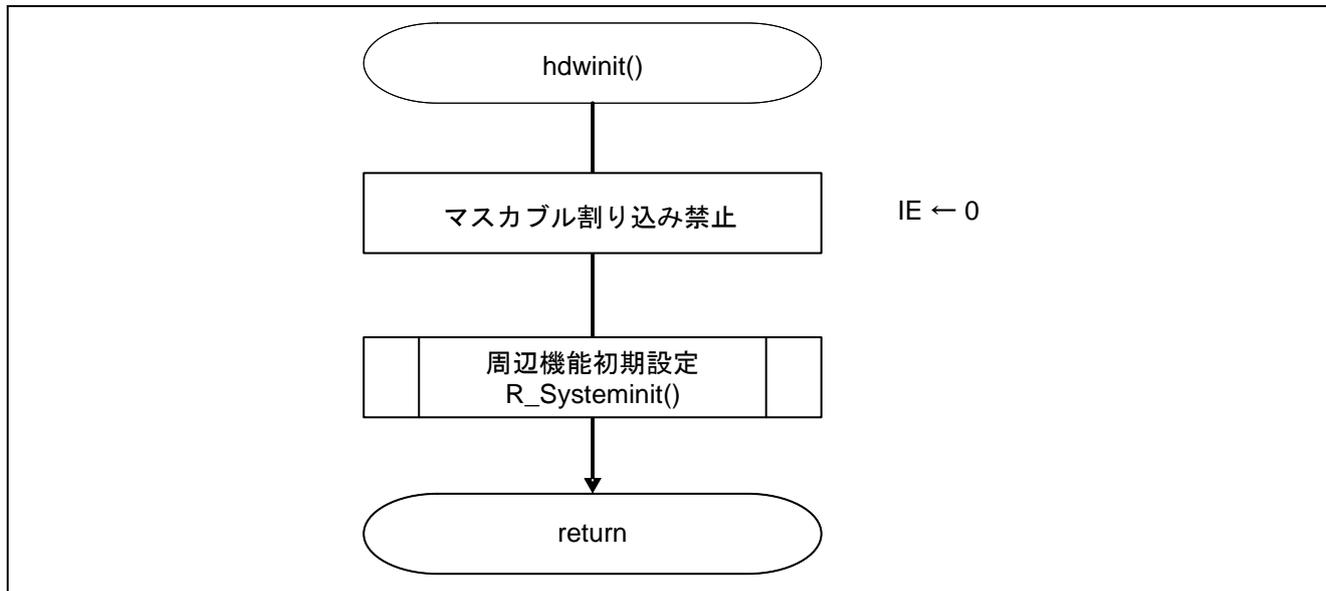


図 5.6 初期設定

5.4.6.3 周辺機能初期設定

図 5.7 に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

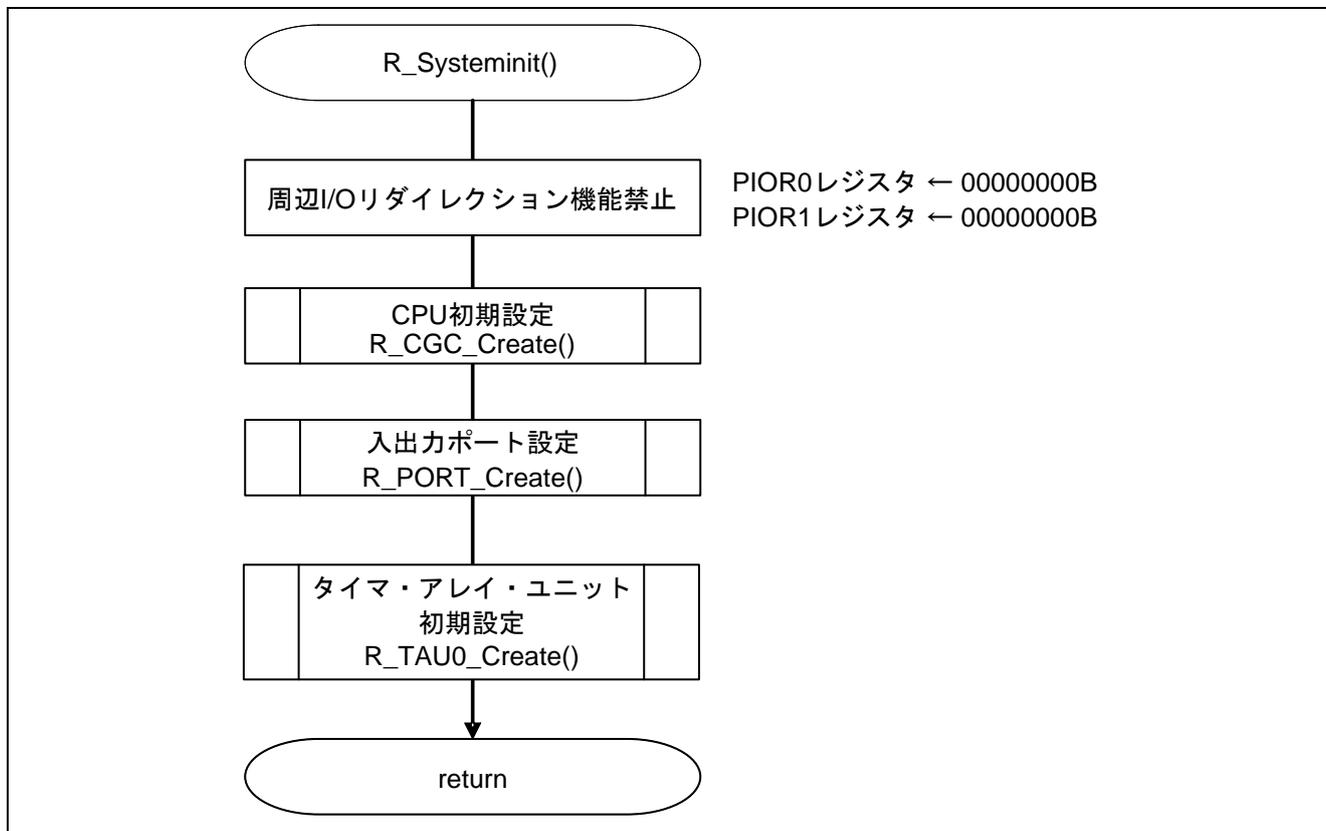


図 5.7 周辺機能初期設定

5.4.6.4 CPU 初期設定

図 5.8 に CPU 初期設定のフローチャートを示します。

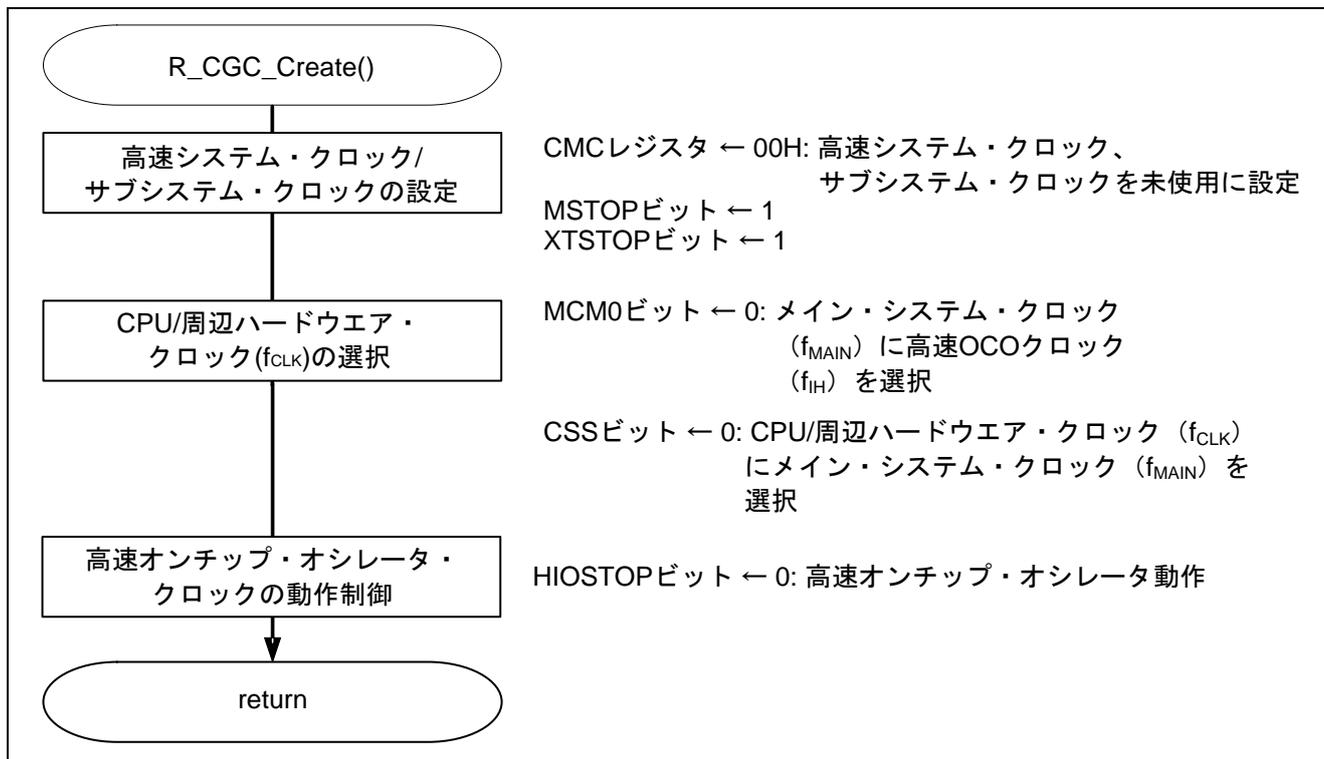


図 5.8 CPU 初期設定

5.4.6.5 入出力ポート設定

図 5.9 に入出力ポート設定のフローチャートを示します。

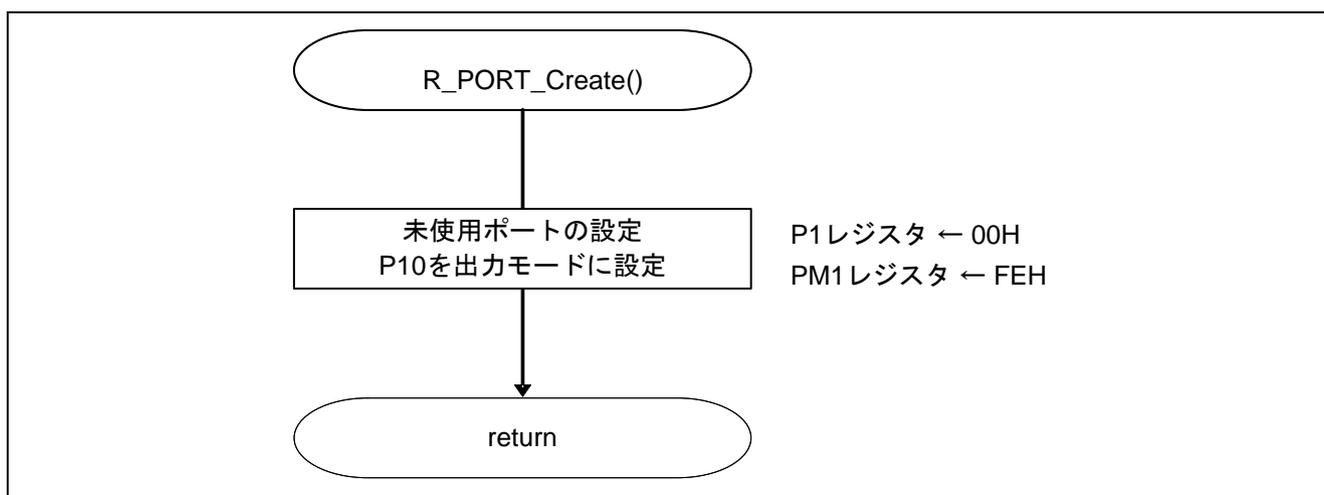


図 5.9 入出力ポート設定

注意 未使用のポートは、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。また、未使用の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。

デューティ更新表示用 LED の端子設定

- ポート・レジスタ (P1)
ポートの出力ラッチの値を設定

略号：P1

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| P17 | P16 | P15 | P14 | P13 | P12 | P11 | P10 |
| x | x | x | x | x | x | x | 0 |

ビット 0

| P10 | 出力データの制御(出力モード時) |
|------------|------------------|
| 0 | 0 を出力 |
| 1 | 1 を出力 |

- ポート・モード・レジスタ (PM1)
PM10 の入出力モードの選択

略号：PM1

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| PM17 | PM16 | PM15 | PM14 | PM13 | PM12 | PM11 | PM10 |
| x | x | x | x | x | x | x | 0 |

ビット 0

| PM10 | P10 端子の入出力モードの選択 |
|-------------|------------------------------|
| 0 | 出力モード(出力ポートとして機能(出力バッファ・オン)) |
| 1 | 入力モード(入力ポートとして機能(出力バッファ・オフ)) |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

5.4.6.6 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 5.10、図 5.11 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。

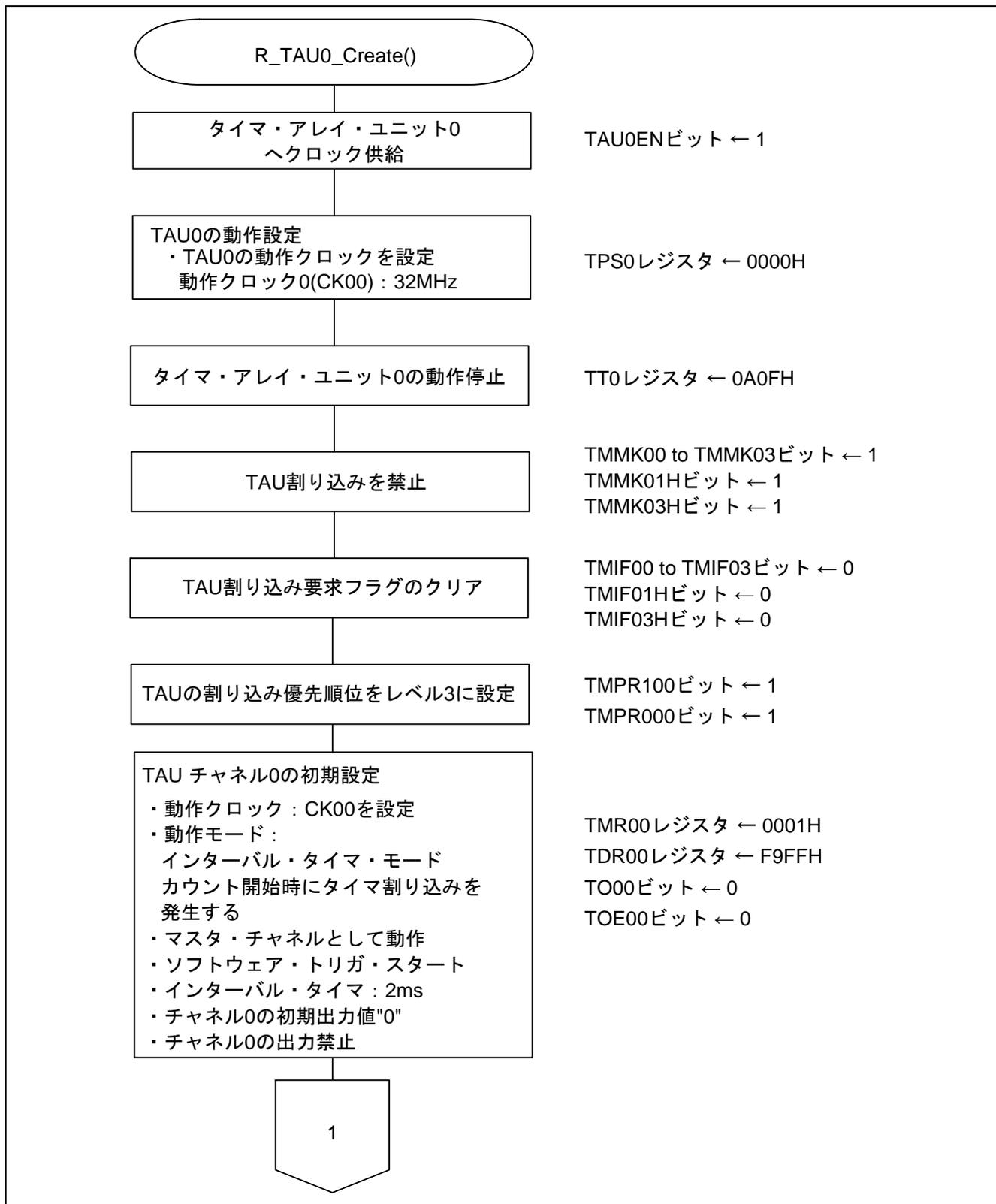


図 5.10 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (1/2)

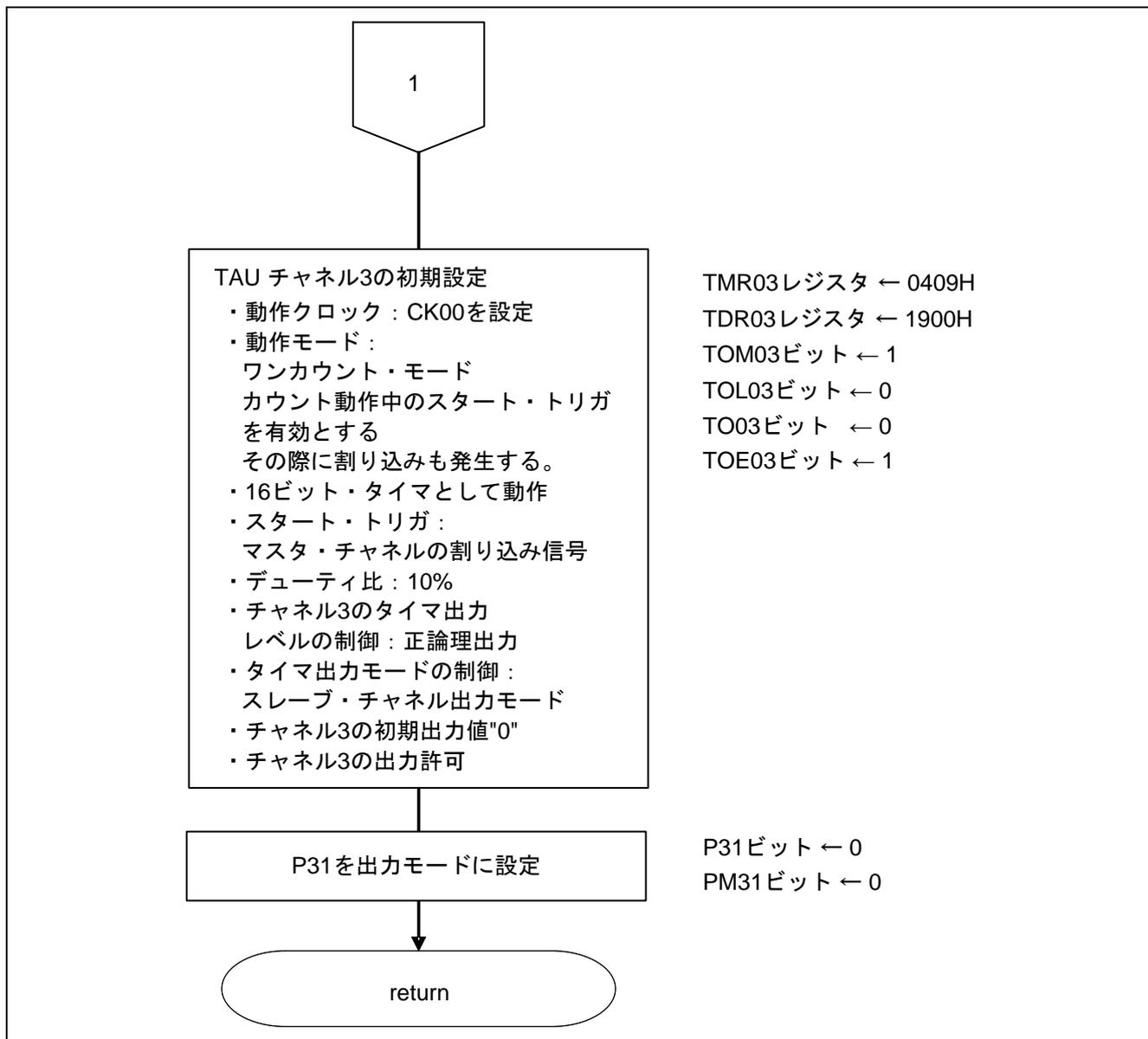


図 5.11 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (2/2)

タイマ・アレイ・ユニット 0 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 0 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 |

ビット 0

| TAU0EN | タイマ・アレイ・ユニット 0 の入力クロック供給の制御 |
|---------------|------------------------------------|
| 0 | 入力クロック供給停止 |
| 1 | 入力クロック供給 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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・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)
タイマ・アレイ・ユニット 0 の動作クロックを選択

略号：TPS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------------|------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | PRSO 31 | PRSO 30 | 0 | 0 | PRSO 21 | PRSO 20 | PRSO 13 | PRSO 12 | PRSO 11 | PRSO 10 | PRSO 03 | PRSO 02 | PRSO 01 | PRSO 00 |
| 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| PRSO 003 | PRSO 002 | PRSO 001 | PRSO 000 | 動作クロック (CK00) の選択 | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | f _{CLK} = 2 MHz | f _{CLK} = 4 MHz | f _{CLK} = 8 MHz | f _{CLK} = 20 MHz | f _{CLK} = 32 MHz |
| 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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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)
 - 動作クロック (f_{MCK})
 - カウント・クロックの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR00

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|----|-------|----|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS001 | CKS000 | 0 | CCS00 | 0 | STS002 | STS001 | STS000 | CIS001 | CIS000 | 0 | 0 | MD003 | MD002 | MD001 | MD000 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

ビット 15 - 14

| CKS001 | CKS000 | チャンネル 0 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) 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 (f_{TCLK}) の選択 |
|-------|---|
| 0 | CKS000, CKS001 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK}) |
| 1 | T100 端子からの入力信号の有効エッジ |

ビット 10 - 8

| STS002 | STS001 | STS000 | 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 | T100 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 | T100 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 |
| CKS0 01 | CKS0 00 | 0 | CCS0 0 | 0 | STS0 02 | STS0 01 | STS0 00 | CIS00 1 | CIS00 0 | 0 | 0 | MD00 3 | MD00 2 | MD00 1 | MD00 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

ビット 3-0

| MD003 | MD002 | MD001 | MD000 | チャンネル 0 の動作モードの設 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|--------------------------|---|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／ 方形波出力／分周器機能／ PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウン ト |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モ ード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウン ト |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウ ンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウン ト |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・ モード | ディレイ・カウンタ／ ワンショット・パルス出力／ PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウン ト |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワ ンカウント・モ ード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅 測定 | アップ・カウン ト |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD000 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD003-MD001 で 設定(上表参照)) | MD000 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|--|-------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード (0, 1, 1)) ワンカウント・モード (1, 0, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・ モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| 上記以外 | | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 3 の動作モードの設定

- タイマ・モード・レジスタ 03 (TMR03)
 - 動作クロック (f_{MCK}) の選択
 - カウント・クロックの選択
 - 16 ビット/8 ビット・タイマの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 | CKS0 | 0 | CCS0 | SPLIT | STS0 | STS0 | STS0 | CIS0 | CIS0 | 0 | 0 | MD03 | MD03 | MD03 | MD03 |
| 31 | 30 | 0 | 3 | 03 | 32 | 31 | 30 | 31 | 30 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

ビット 15 - 14

| CKS031 | CKS030 | チャンネル 3 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03 |

ビット 12

| CCS03 | チャンネル 3 のカウント・クロック (f_{TCLK}) の選択 |
|-------|---|
| 0 | CKS030, CKS031 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK}) |
| 1 | TI03 端子からの入力信号の有効エッジ |

ビット 11

| SPLIT03 | チャンネル 3 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 (単独チャンネル動作機能, または複数チャンネル連動動作機能でスレーブ・チャンネルとして動作) |
| 1 | 8 ビット・タイマとして動作 |

ビット 10 - 8

| STS032 | STS031 | STS030 | Setting of start trigger or capture trigger of channel 3 |
|--------|--------|--------|--|
| 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 | TI03 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 | TI03 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|----|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 31 | CKS0 30 | 0 | CCS0 3 | SPLIT 03 | STS0 32 | STS0 31 | STS0 30 | CIS 031 | CIS 030 | 0 | 0 | MD03 3 | MD03 2 | MD03 1 | MD03 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |

ビット 3-0

| MD033 | MD032 | MD031 | MD030 | チャンネル 3 の動作モードの設定 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／方形波出力／分周器機能／PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウント |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウント |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウント |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・モード | ディレイ・カウンタ／ワンショット・パルス出力／PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウント |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワンカウント・モード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅測定 | アップ・カウント |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD030 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD033-MD031 で設定(上表参照)) | MD030 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|---|-------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する(タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード(0, 1, 1) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ワンカウント・モード(1, 0, 0) | 0 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| 上記以外 | | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

PWM 出力のパルス周期設定

- タイマ・データ・レジスタ 00 (TDR00)
PWM 出力のパルス周期を設定

略号：TDR00

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

パルス周期 = (TDR00 の設定値 + 1) × カウント・クロック周期

$$2 \text{ [ms]} = (1 / 32\text{[MHz]}) \times (\text{TDR00 の設定値} + 1)$$

⇒ TDR00 の設定値 = 63999

PWM 出力のデューティ設定

- タイマ・データ・レジスタ 03 (TDR03)
PWM 出力のデューティを設定

略号：TDR03

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

デューティ = (TDR03 の設定値) / (TDR00 の設定値 + 1) × 100

$$10 \text{ [%]} = (\text{TDR03 の設定値}) / (63999 + 1) \times 100$$

⇒ TDR03 の設定値 = 6400

タイマ出力モードの設定

- タイマ出力モード・レジスタ 0 (TOM0)
各チャンネルのタイマ出力モードの設定

略号：TOM0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOM03 | TOM02 | TOM01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOM03 | チャンネル 3 のタイマ出力モードの制御 |
|-------|--|
| 0 | マスタ・チャンネル出力モード(タイマ割り込み要求信号(INTTM03)によりトグル出力を行う) |
| 1 | スレーブ・チャンネル出力モード (マスタ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM03)で出力がセット, スレーブ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM0p)で出力がリセットされる) |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力端子の出力レベル設定

- タイマ出力レベル・レジスタ 0 (TOL0)
各チャンネルのタイマ出力端子の出力レベル設定

略号：TOL0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOL03 | TOL02 | TOL01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TOL03 | チャンネル 3 のタイマ出力レベルの制御 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 正論理出力(アクティブ・ハイ) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 反転出力(アクティブ・ロウ) | | | | | | | | | | | | | | |

タイマ出力端子の出力値設定

- タイマ出力レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TO03 | TO02 | TO01 | TO00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO03 | チャンネル 3 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

ビット 0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO00 | チャンネル 0 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

ビット 0

| TOE00 | チャンネル 0 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO00 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO00 ビットへの書き込みが可能となり、TO00 ビットに設定したレベルが TO00 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO00 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO00 ビットへの書き込みは無視されます。 |

レジスタ表の設定値 ×：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

PWM 出力する端子の設定

- ポート・レジスタ (P3)
ポートの出力ラッチの値を設定

略号：P3

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|-----|-----|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | P31 | P30 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x |

ビット 1

| P31 | 出力データの制御(出力モード時) |
|-----|------------------|
| 0 | 0 を出力 |
| 1 | 1 を出力 |

- ポート・モード・レジスタ (PM3)
PM31 の入出力モードの選択

略号：PM3

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------|------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | PM31 | PM30 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x |

ビット 1

| PM31 | P31 端子の入出力モードの選択 |
|------|------------------------------|
| 0 | 出力モード(出力ポートとして機能(出力バッファ・オン)) |
| 1 | 入力モード(入力ポートとして機能(出力バッファ・オフ)) |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

5.4.6.7 メイン処理

図 5.12 にメイン処理のフローチャートを示します。

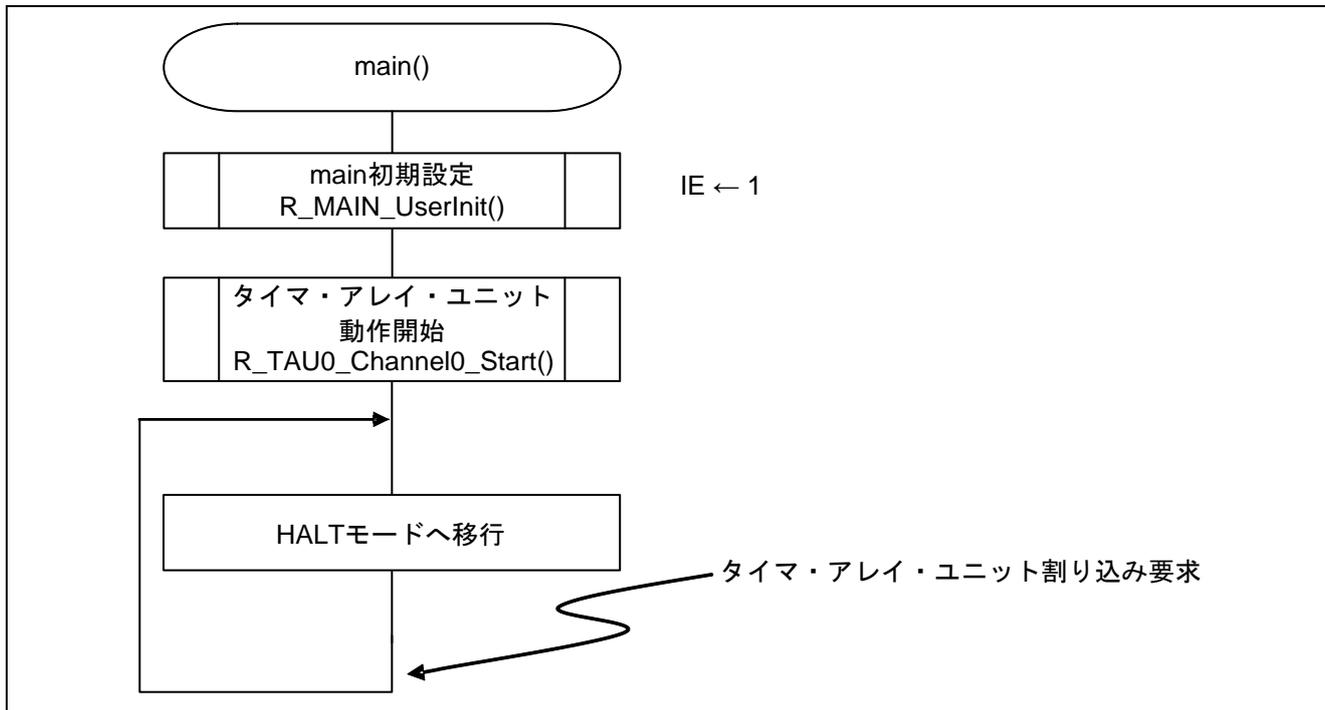


図 5.12 メイン処理

5.4.6.8 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

図 5.13 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。

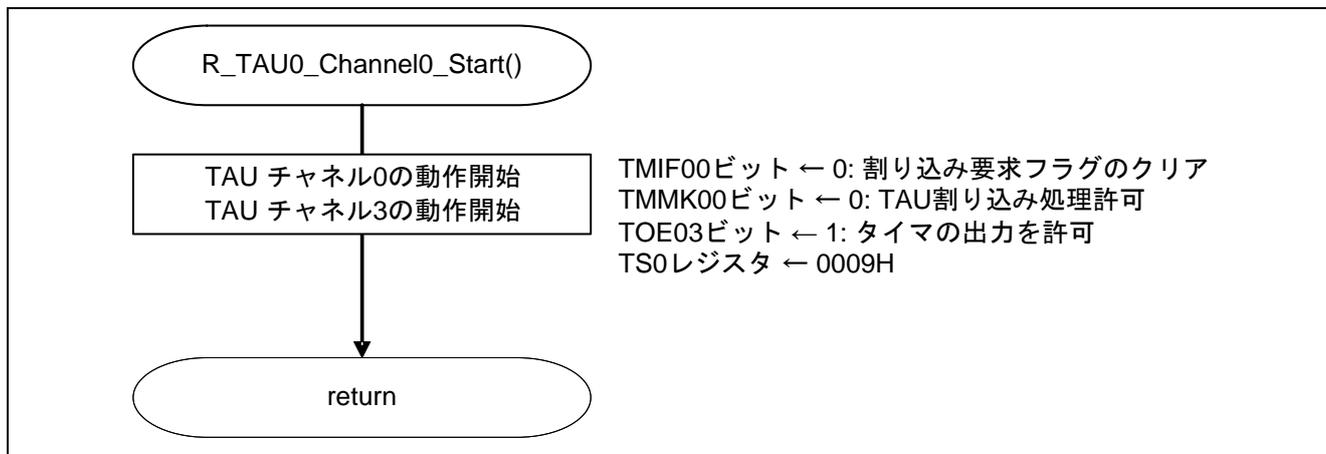


図 5.13 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

タイマ割り込みの設定

- 割り込み要求フラグ・レジスタ (IFIL)
割り込み要求フラグのクリア
- 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK1L)
割り込みマスクの設定

略号：IFIL

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|--------|--------|--------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| TMIF03 | TMIF02 | TMIF01 | TMIF00 | IICAIF0 | SREIF1 TMIF03H | SRIF1 CSIIF11 IICIF11 | STIF1 CSIIF10 IICIF10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMIF00 | 割り込み要求フラグ |
|--------|-----------------------|
| 0 | 割り込み要求信号が発生していない |
| 1 | 割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態 |

略号：MK1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|--------|--------|--------|--------|---------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| TMMK03 | TMMK02 | TMMK01 | TMMK00 | IICAMK0 | SREMK1 TMMK03H | SRMK1 CSIMK11 IICMK11 | STMK1 CSIMK10 IICMK10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMMK00 | 割り込み処理の制御 |
|--------|-----------|
| 0 | 割り込み処理許可 |
| 1 | 割り込み処理禁止 |

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ動作許可設定

- タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
チャンネル 0、チャンネル 3 のカウント動作開始設定

略号：TS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-------|----|-------|---|---|---|---|---|------|------|------|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | TSH03 | 0 | TSH01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TS03 | TS02 | TS01 | TS00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 1 |

ビット 3

| TS03 | チャンネル 3 の動作許可(スタート)トリガ |
|------|---|
| 0 | トリガ動作しない |
| 1 | TE03 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる。 カウント動作許可状態における TCR03 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

ビット 0

| TS00 | チャンネル 0 の動作許可(スタート)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。 カウント動作許可状態における TCR00 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

5.4.6.9 INTTM0 割り込み

図 5.14 に INTTM0 割り込みのフローチャートを示します。

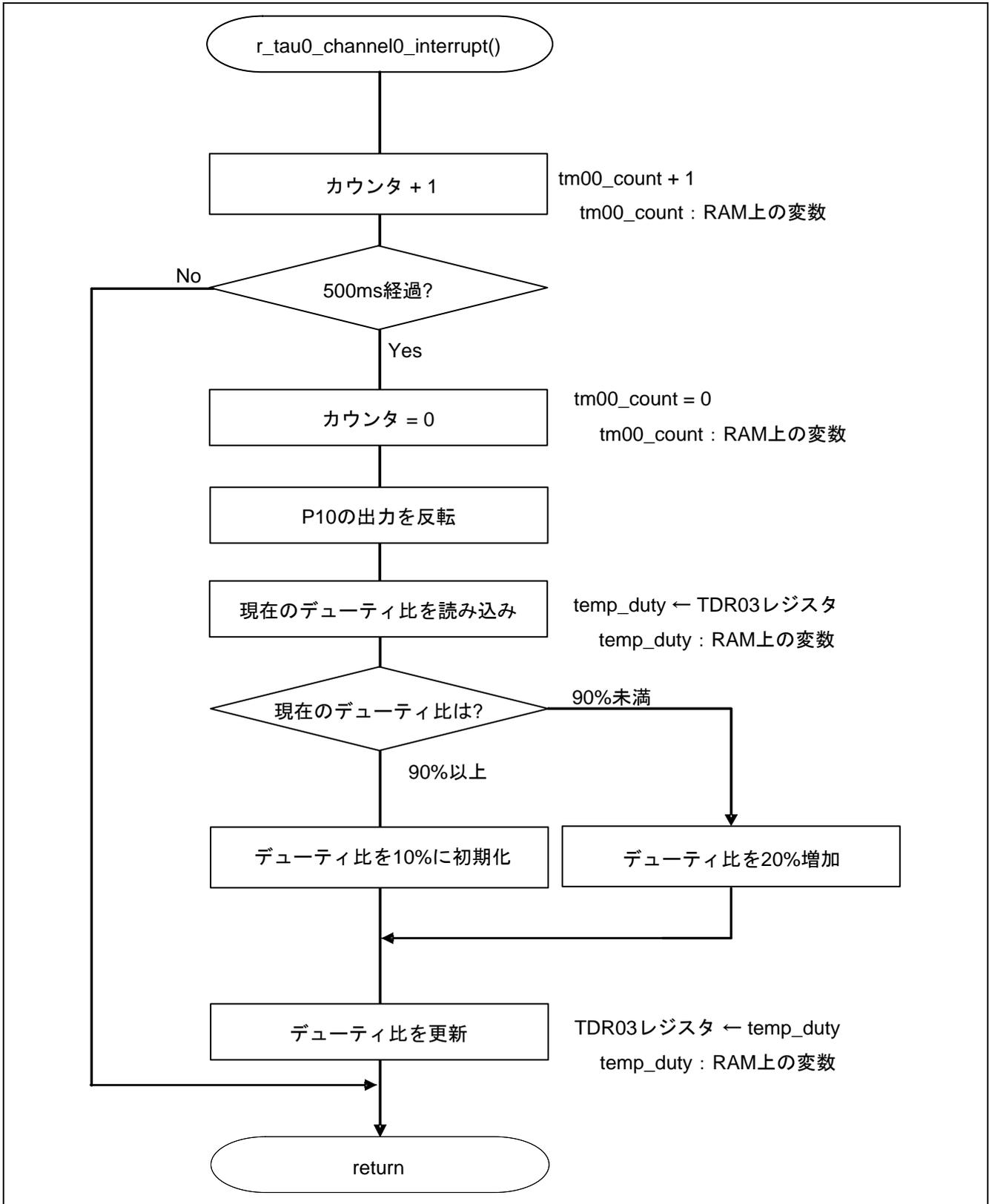


図 5.14 INTTM0 割り込み

6. プログラマブルワンショット発生モードからの移行例

6.1 仕様

R8C/36M でのタイマ RB のプログラマブルワンショット発生モードを RL78/G14 で対応する場合、タイマ・アレイ・ユニット(TAU)のワンショット・パルス出力を使用します。

2チャンネルをセットで使用し、出力タイミングとパルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを生成します。

R8C/36M でのタイマ RB のプログラマブルワンショット発生モードを RL78/G14 で TAU のワンショット・パルス出力を使用して置き換える場合は、出力タイミングを 0 に設定してください。

表 6.1 に使用する周辺機能と用途を、図 6.1 に動作概要を示します。

表 6.1 使用する周辺機能と用途 (プログラマブルワンショット発生モードからの移行例)

| 周辺機能 | 用途 |
|--------------------------------|--|
| タイマ・アレイ・ユニット (ワンショット・パルス出力) | 出力タイミングとパルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを生成します。 |

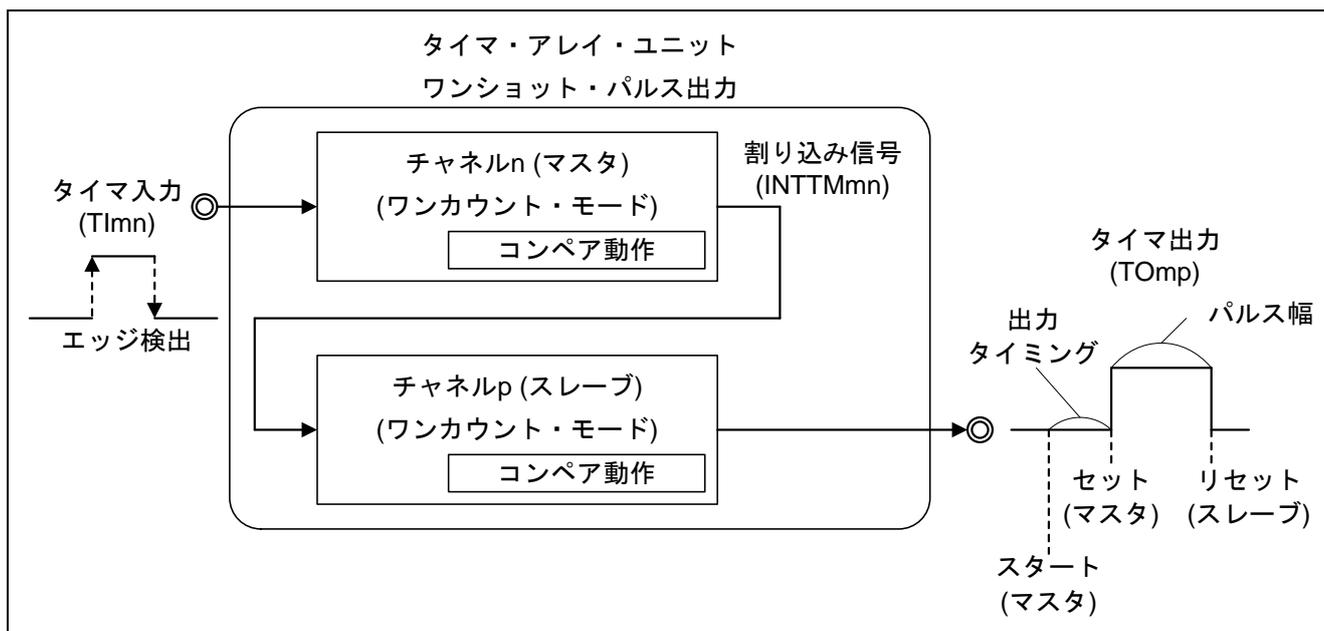


図 6.1 動作概要 (プログラマブルワンショット発生モードからの移行例)

6.2 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 6.2 動作確認条件

| 項目 | 内容 |
|---------------------------------|--|
| 使用マイコン | RL78/G14 (R5F104LEAFB) |
| 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}) : 32 MHz CPU/周辺ハードウェア・クロック(f_{CLK}) : 32 MHz |
| 動作電圧 | 5.0 V (2.9 V ~ 5.5 V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVD}) : リセット・モード立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 統合開発環境 (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V4.01.00 |
| C コンパイラ (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |
| 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 V5.2.0.020 |
| C コンパイラ (e ² studio) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |

6.3 ハードウェア説明

6.3.1 ハードウェア構成例

図 6.2 に本アプリケーションで使用するハードウェア構成例を示します。

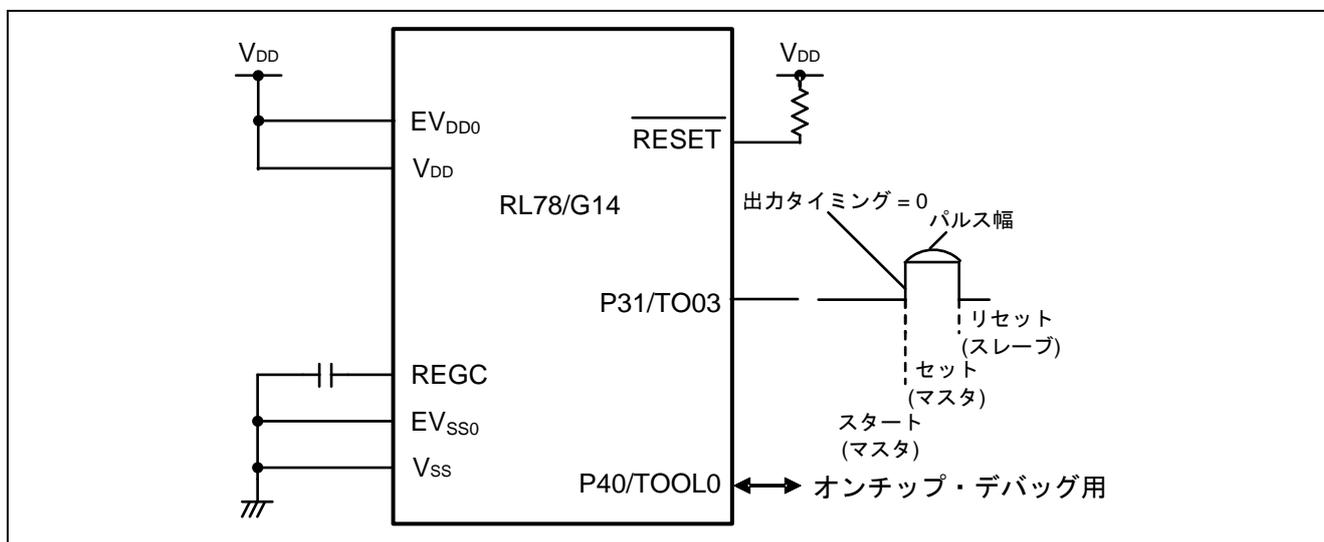


図 6.2 ハードウェア構成

注 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 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 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。

6.3.2 使用端子一覧

表 6.3 に使用端子と機能を示します。

表 6.3 使用端子と機能

| 端子名 | 入出力 | 内容 |
|----------|-----|-----------------|
| P31/TO03 | 出力 | ワンショット・パルス出力ポート |

6.4 ソフトウェア説明

6.4.1 動作概要

本章では、TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 を連動動作させることでワンショット・パルス出力機能に設定し、P31/TO03 からワンショット・パルス出力を行います。

表 6.4 に使用する周辺機能と用途を、図 6.3 にワンショット・パルス出力動作概要のタイミングチャート(出力タイミング = 0)を示します。

(1) TAU の初期設定を行います。

<設定条件>

P31/TO03 端子をワンショット・パルス出力に設定します。

TAU0 のチャンネル 0 をディレイなしのワンカウント・モードとして動作させます。

TAU0 のチャンネル 3 を 0.2ms のパルス幅をカウントするワンカウント・モードとして動作させます。

(2) TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 の動作許可トリガ・ビットを同時に “1” に設定することで動作を開始します。HALT 命令を実行して、チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) を待ちます。

(3) タイマ動作開始と同時にチャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) が発生します(ディレイなし)。

(4) チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) で HALT モードが解除されると、チャンネル 0 は次のスタート・トリガが検出されるまでカウントを停止します。

(5) チャンネル 3 は、チャンネル 0 の INTTM00 をスタート・トリガとして動作を開始し、TO03 の出力レベルがアクティブ・レベル(H レベル)になります。

(6) タイマ動作開始後、チャンネル 3 は 0.2ms のパルス幅でタイマ割り込み (INTTM03) を出力し、次のスタート・トリガ(チャンネル 0 の INTTM00)が検出されるまで、TO03 の出力レベルはインアクティブ・レベル(L レベル)になります。

表 6.4 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能 | 用途 |
|----------------|--|
| タイマ・アレィ・ユニット 0 | チャンネル 0 とチャンネル 3 を連動させてワンショット・パルス出力機能に設定し、TO03 端子からワンショット・パルスを出力します(このサンプルコードでは、出力タイミングを指定していません)。 |

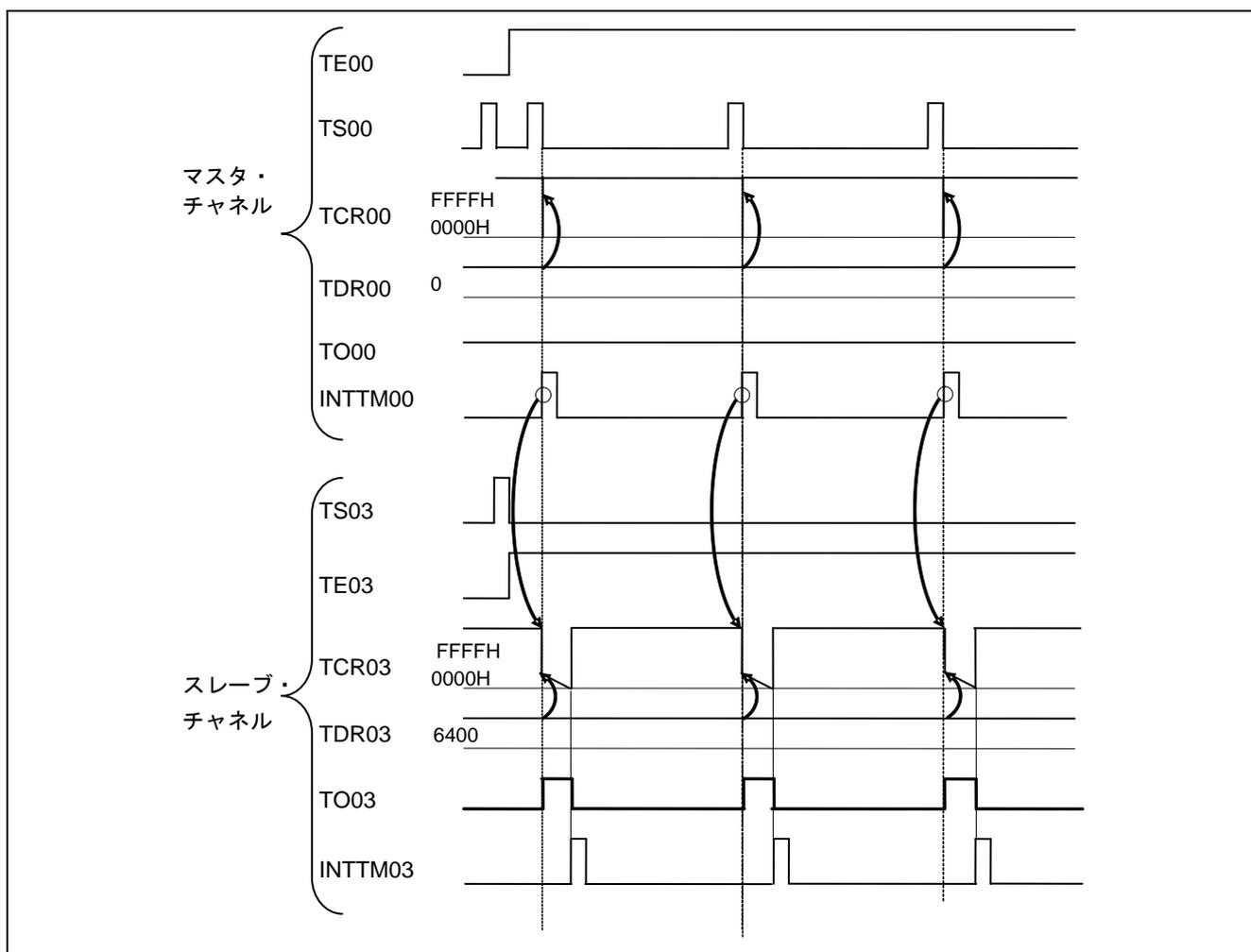


図 6.3 ワンショット・パルス出力動作概要のタイミングチャート (出力タイミング = 0)

6.4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 6.5 にオプション・バイト設定を示します。

表 6.5 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 検出電圧：立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 000C2H/010C2H | 11101000B | HS モード 高速オンチップ・オシレータ・クロック、周波数：32 MHz |
| 000C3H/010C3H | 10000100B | オンチップ・デバッグ許可 |

6.4.3 定数一覧

表 6.6 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 6.6 サンプルコードで使用する定数

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|-----------------------|---------|------------------|
| _1900_TAU_TDR03_VALUE | 0x1900U | パルス幅の TDR03 の設定値 |

6.4.4 関数一覧

表 6.7 にサンプルコードで使用する関数を示します。

表 6.7 関数

| 関数名 | 概要 |
|-----------------------|------------------|
| R_TAU0_Channel0_Start | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |

6.4.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] R_TAU0_Channel0_Start

| | |
|-------|---|
| 概要 | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | void R_TAU0_Channel0_Start(void) |
| 説明 | TAU0 チャンネル 0 の割り込みマスクを解除して、カウント動作開始します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] r_tau0_channel0_interrupt()

| | |
|-------|--|
| 概要 | INTTMO 割り込み |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | static void __near r_tau0_channel0_interrupt(void) |
| 説明 | 本サンプルプログラムでは処理を何もせずに終了します。 処理を行う場合は、プログラムを追加してください。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

6.4.6 フローチャート

6.4.6.1 全体フローチャート

図 6.4 に全体フローチャートを示します。

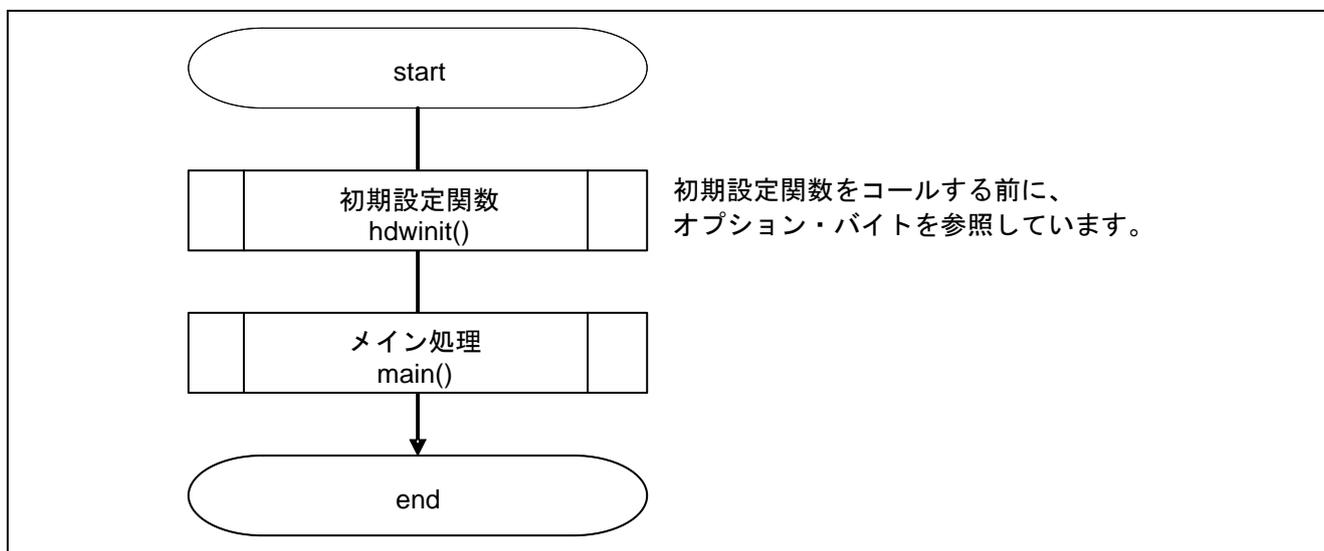


図 6.4 全体フローチャート

6.4.6.2 初期設定

図 6.5 に初期設定のフローチャートを示します。

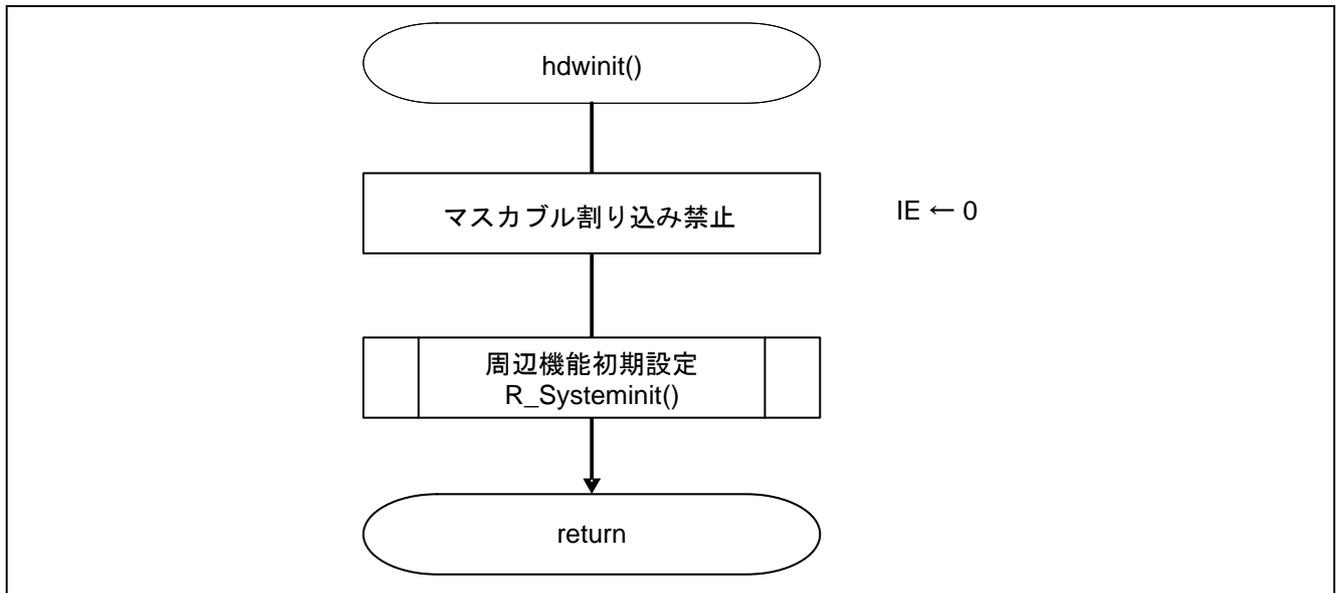


図 6.5 初期設定

6.4.6.3 周辺機能初期設定

図 6.6 に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

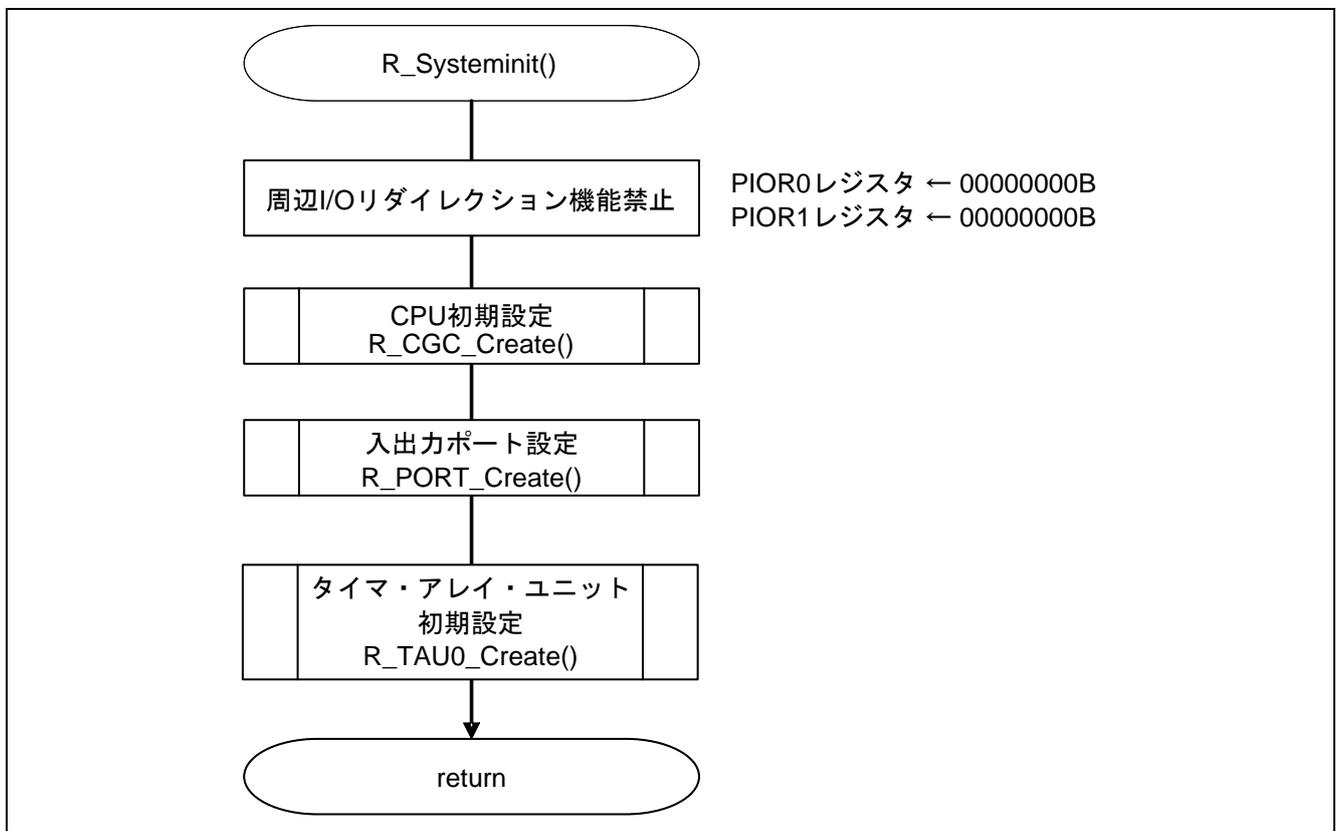


図 6.6 周辺機能初期設定

6.4.6.4 CPU 初期設定

図 6.7 に CPU 初期設定のフローチャートを示します。

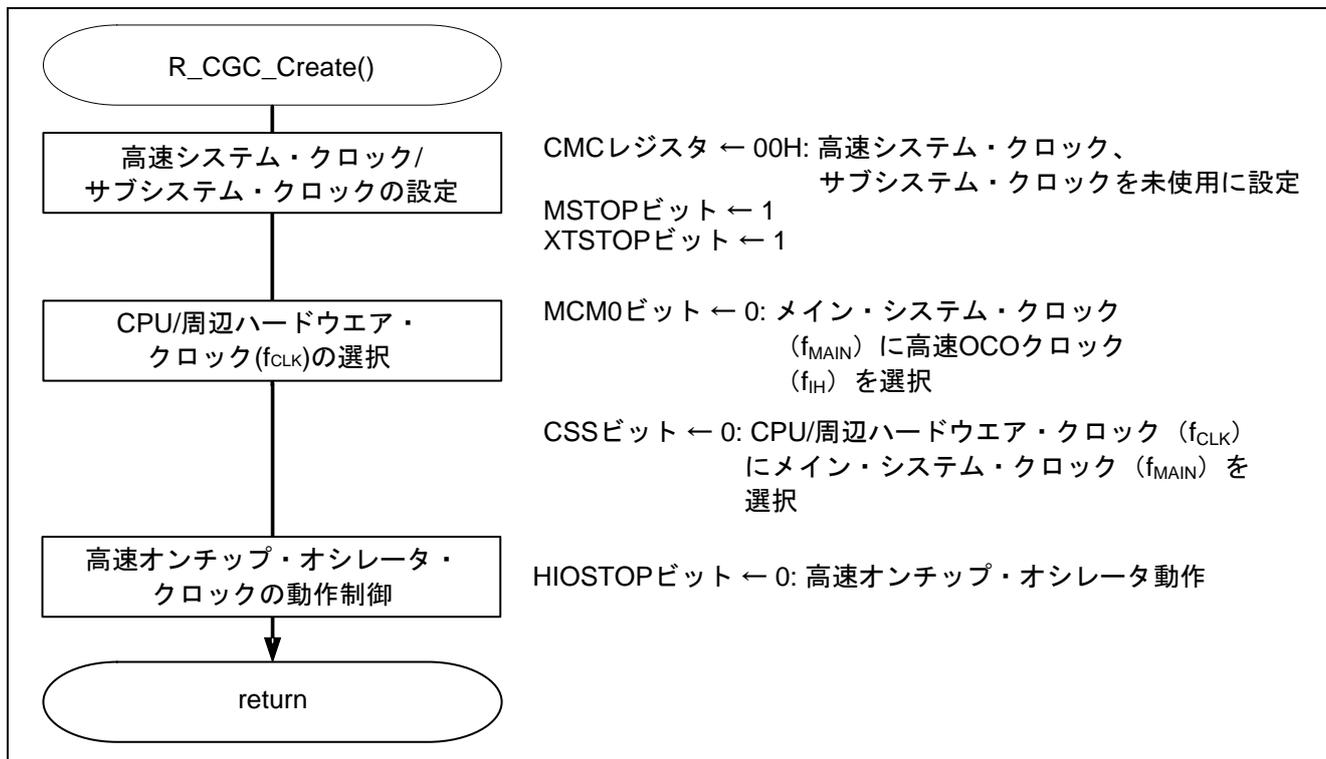


図 6.7 CPU 初期設定

6.4.6.5 入出力ポート設定

図 6.8 に入出力ポート設定のフローチャートを示します。

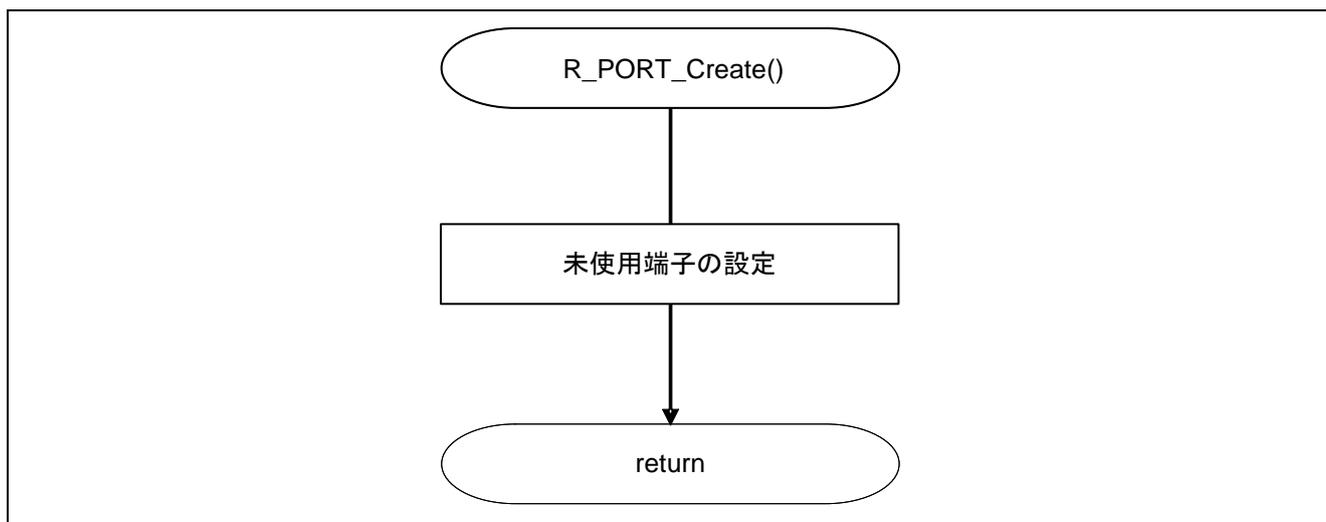


図 6.8 入出力ポート設定

注意 未使用のポートは、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。また、未使用の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。

6.4.6.6 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 6.9、図 6.10 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。

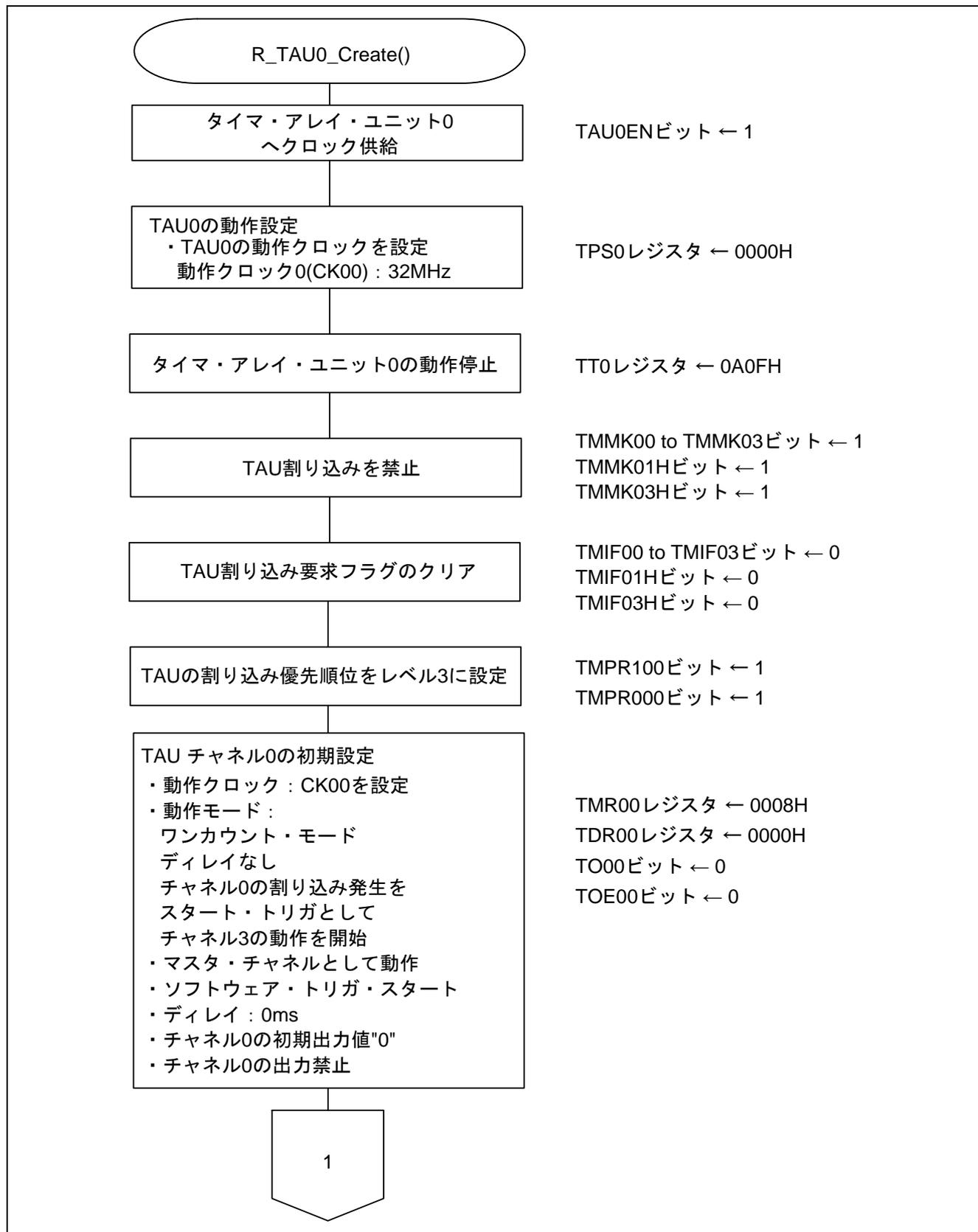


図 6.9 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (1/2)

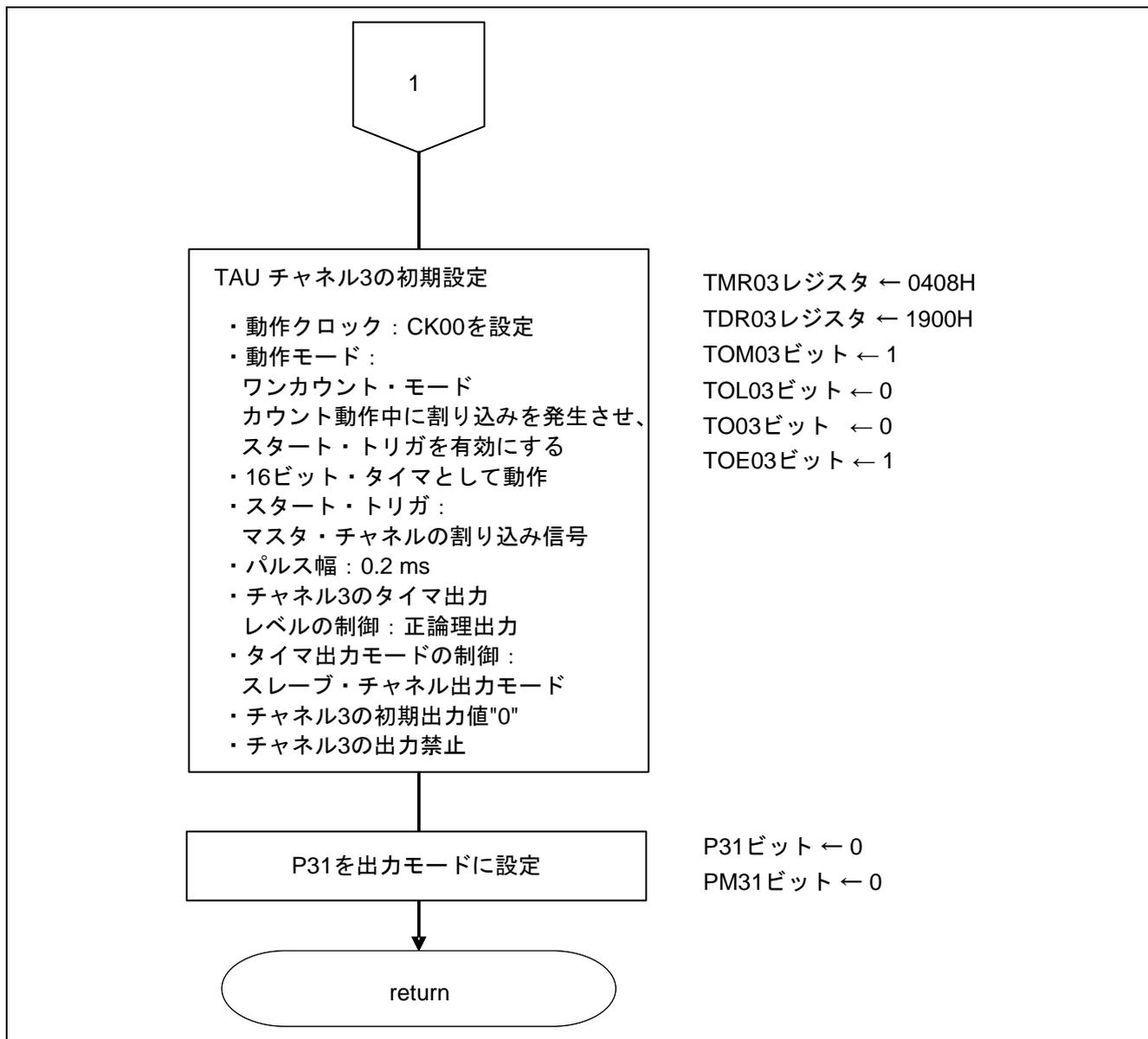


図 6.10 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (2/2)

タイマ・アレイ・ユニット 0 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 0 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 |

ビット 0

| TAU0EN | タイマ・アレイ・ユニット 0 の入力クロック供給の制御 |
|---------------|------------------------------------|
| 0 | 入力クロック供給停止 |
| 1 | 入力クロック供給 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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・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)
タイマ・アレイ・ユニット 0 の動作クロックを選択

略号：TPS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------------|------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | PRSO 31 | PRSO 30 | 0 | 0 | PRSO 21 | PRSO 20 | PRSO 13 | PRSO 12 | PRSO 11 | PRSO 10 | PRSO 03 | PRSO 02 | PRSO 01 | PRSO 00 |
| 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| PRS 003 | PRS 002 | PRS 001 | PRS 000 | 動作クロック (CK00) の選択 | | | | | |
|------------|------------|------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | f _{CLK} = 2 MHz | f _{CLK} = 4 MHz | f _{CLK} = 8 MHz | f _{CLK} = 20 MHz | f _{CLK} = 32 MHz |
| 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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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)
 - 動作クロック (f_{MCK})
 - カウント・クロックの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR00

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|----|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS001 | CKS000 | 0 | CCS000 | 0 | STS002 | STS001 | STS000 | CIS001 | CIS000 | 0 | 0 | MD003 | MD002 | MD001 | MD000 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 15 - 14

| CKS001 | CKS000 | チャンネル 0 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03 |

ビット 12

| CCS000 | チャンネル 0 のカウント・クロック (f_{TCLK}) 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

| STS002 | STS001 | STS000 | 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 |
| CKS0 01 | CKS0 00 | 0 | CCS0 0 | 0 | STS0 02 | STS0 01 | STS0 00 | CIS0 01 | CIS0 00 | 0 | 0 | MD00 3 | MD00 2 | MD00 1 | MD00 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| MD003 | MD002 | MD001 | MD000 | チャンネル 0 の動作モードの設 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|--------------------------|---|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／ 方形波出力／分周器機能／ PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウン ト |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モ ード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウン ト |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウ ンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウン ト |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・ モード | ディレイ・カウンタ／ ワンショット・パルス出力／ PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウン ト |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワ ンカウント・モ ード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅 測定 | アップ・カウン ト |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD000 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD003-MD001 で 設定(上表参照)) | MD000 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|---|-------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード (0, 1, 1)) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ワンカウント・モード (1, 0, 0) | 0 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・ モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| 上記以外 | | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 3 の動作モードの設定

- タイマ・モード・レジスタ 03 (TMR03)
 - 動作クロック (f_{MCK}) の選択
 - カウント・クロックの選択
 - 16 ビット/8 ビット・タイマの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 | CKS0 | 0 | CCS0 | SPLIT | STS0 | STS0 | STS0 | CIS0 | CIS0 | 0 | 0 | MD03 | MD03 | MD03 | MD03 |
| 31 | 30 | 0 | 3 | 03 | 32 | 31 | 30 | 31 | 30 | 0 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 15 - 14

| CKS031 | CKS030 | チャンネル 3 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03 |

ビット 12

| CCS03 | チャンネル 3 のカウント・クロック (f_{TCLK}) の選択 |
|-------|---|
| 0 | CKS030, CKS031 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK}) |
| 1 | TI03 端子からの入力信号の有効エッジ |

ビット 11

| SPLIT03 | チャンネル 3 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 (単独チャンネル動作機能, または複数チャンネル連動動作機能でスレーブ・チャンネルとして動作) |
| 1 | 8 ビット・タイマとして動作 |

ビット 10 - 8

| STS032 | STS031 | STS030 | Setting of start trigger or capture trigger of channel 3 |
|--------|--------|--------|--|
| 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 | TI03 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 | TI03 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|----|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 31 | CKS0 30 | 0 | CCS0 3 | SPLIT 03 | STS0 32 | STS0 31 | STS0 30 | CIS0 31 | CIS0 30 | 0 | 0 | MD03 3 | MD03 2 | MD03 1 | MD03 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| MD033 | MD032 | MD031 | MD030 | チャンネル 3 の動作モードの設定 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／方形波出力／分周器機能／PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウント |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウント |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウント |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・モード | ディレイ・カウンタ／ワンショット・パルス出力／PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウント |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワンカウント・モード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅測定 | アップ・カウント |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD030 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD033-MD031 で設定(上表参照)) | MD030 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|---|-------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する(タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード(0, 1, 1) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ワンカウント・モード(1, 0, 0) | 0 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| | 上記以外 | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

ディレイ時間の設定

- タイマ・データ・レジスタ 00 (TDR00)
ディレイなしに設定

略号：TDR00

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

ディレイ時間 = (TDR00 の設定値 + 2) × カウント・クロック周期

$$0 \text{ [ms]} = (1/32[\text{MHz}]) \times (\text{TDR00 の設定値} + 2)$$

⇒ TDR00 の設定値 = 0

パルス幅の設定

- タイマ・データ・レジスタ 03 (TDR03)
パルス幅を設定

略号：TDR03

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

パルス幅 = (TDR03 の設定) × カウント・クロック周期

$$0.2 \text{ [ms]} = (1/32[\text{MHz}]) \times (\text{TDR03 の設定})$$

⇒ TDR03 の設定 = 6400

タイマ出力モードの設定

- タイマ出力モード・レジスタ 0 (TOM0)
各チャンネルのタイマ出力モードの設定

略号：TOM0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOM03 | TOM02 | TOM01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOM03 | チャンネル 3 のタイマ出力モードの制御 |
|-------|--|
| 0 | マスタ・チャンネル出力モード(タイマ割り込み要求信号(INTTM03)によりトグル出力を行う) |
| 1 | スレーブ・チャンネル出力モード (マスタ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM03)で出力がセット, スレーブ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM0p)で出力がリセットされる) |

レジスタ表の設定値 x : 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力端子の出力レベル設定

- タイマ出力レベル・レジスタ 0 (TOL0)
各チャンネルのタイマ出力端子の出力レベル設定

略号：TOL0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOL03 | TOL02 | TOL01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TOL03 | チャンネル 3 のタイマ出力レベルの制御 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 正論理出力(アクティブ・ハイ) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 反転出力(アクティブ・ロウ) | | | | | | | | | | | | | | |

タイマ出力端子の出力値設定

- タイマ出力レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TO03 | TO02 | TO01 | TO00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO03 | チャンネル 3 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

ビット 0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO00 | チャンネル 0 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (TOE0)
各チャ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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可/禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

ビット 0

| TOE00 | チャンネル 0 のタイマ出力許可/禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO00 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO00 ビットへの書き込みが可能となり、TO00 ビットに設定したレベルが TO00 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO00 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO00 ビットへの書き込みは無視されます。 |

ワンショット・パルス出力する端子の設定

- ポート・モード・レジスタ (PM3)
PM31 の入出力モードの選択

略号：PM3

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------|------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | PM31 | PM30 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x |

ビット 1

| PM31 | P31 端子の入出力モードの選択 |
|------|------------------------------|
| 0 | 出力モード(出力ポートとして機能(出力バッファ・オン)) |
| 1 | 入力モード(入力ポートとして機能(出力バッファ・オフ)) |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

6.4.6.7 メイン処理

図 6.11 にメイン処理のフローチャートを示します。

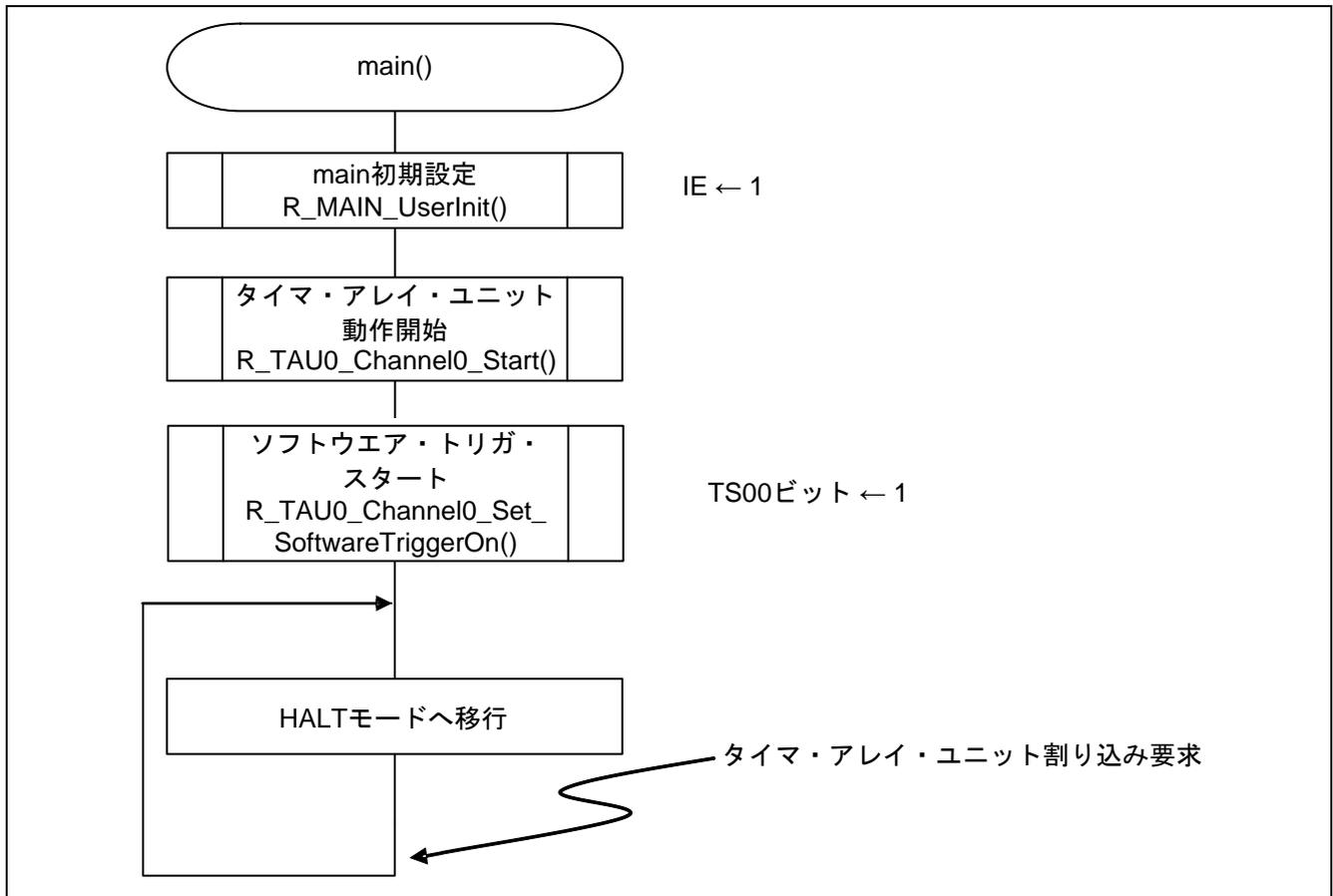


図 6.11 メイン処理

6.4.6.8 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

図 6.12 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。

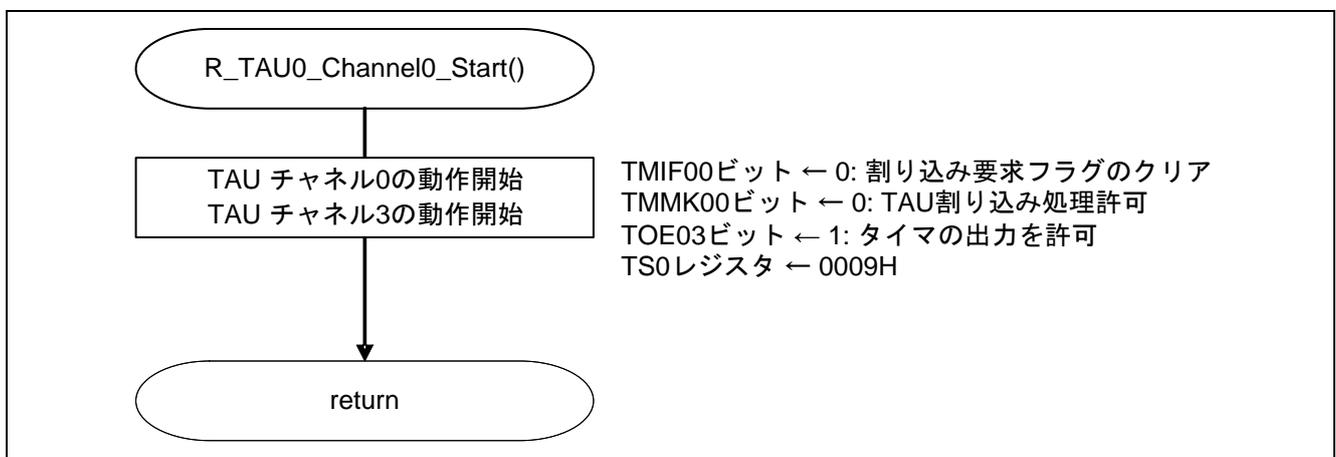


図 6.12 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

タイマ割り込みの設定

- 割り込み要求フラグ・レジスタ (IF1L)
割り込み要求フラグのクリア
- 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK1L)
割り込みマスクの設定.

略号：IF1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| TMIF03 | TMIF02 | TMIF01 | TMIF00 | IICAIF0 | SREIF1 TMIF03H | SRIF1 CSIF11 IICIF11 | STIF1 CSIF10 IICIF10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMIF00 | 割り込み要求フラグ |
|---------------|-----------------------|
| 0 | 割り込み要求信号が発生していない |
| 1 | 割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態 |

略号：MK1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| TMMK03 | TMMK02 | TMMK01 | TMMK00 | IICAMK0 | SREMK1 TMMK03H | SRMK1 CSIMK11 IICMK11 | STMK1 CSIMK10 IICMK10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMMK00 | 割り込み処理の制御 |
|---------------|------------------|
| 0 | 割り込み処理許可 |
| 1 | 割り込み処理禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (TOE0)
チャンネル 3 のタイマ出力許可

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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

タイマ動作許可設定

- タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
チャンネル 0、チャンネル 3 のカウント動作開始設定

略号：TS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-------|----|-------|---|---|---|---|---|------|------|------|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | TSH03 | 0 | TSH01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TS03 | TS02 | TS01 | TS00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 1 |

ビット 3

| TS03 | チャンネル 3 の動作許可(スタート)トリガ |
|------|---|
| 0 | トリガ動作しない |
| 1 | TE03 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる。 カウント動作許可状態における TCR03 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

ビット 0

| TS00 | チャンネル 0 の動作許可(スタート)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。 カウント動作許可状態における TCR00 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

レジスタ表の設定値 ×：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

6.4.6.9 INTTM0 割り込み

図 6.13 に INTTM0 割り込みのフローチャートを示します。

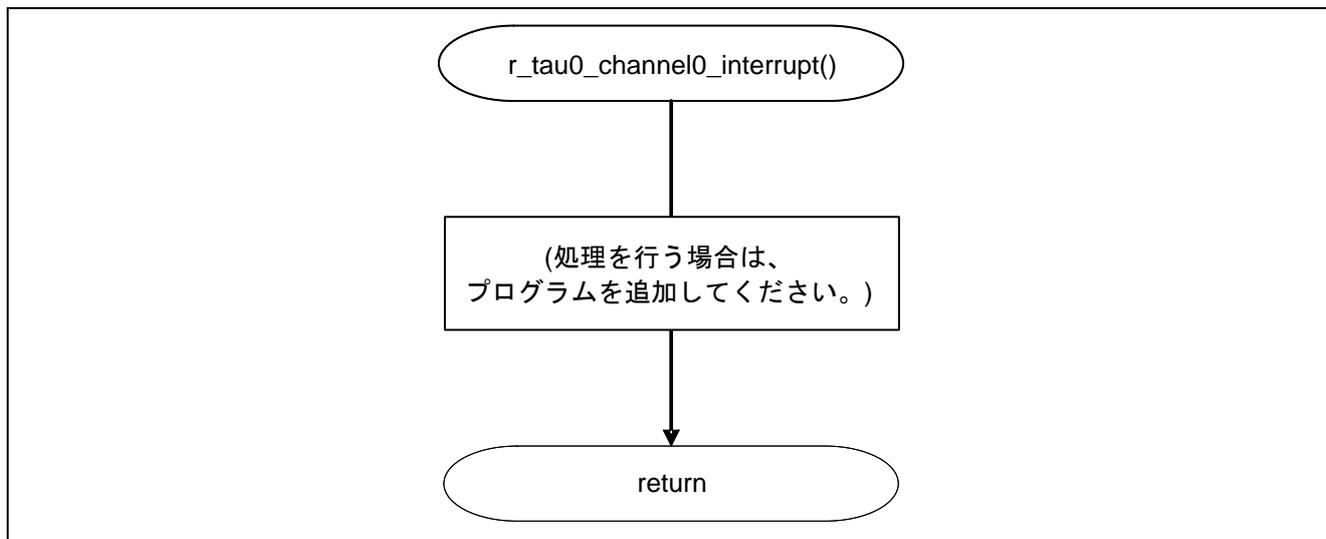


図 6.13 INTTM0 割り込み

7. プログラマブルウェイトワンショット発生モードからの移行例

7.1 仕様

R8C/36M でのタイマ RB のプログラマブルウェイトワンショット発生モードを RL78/G14 で対応する場合、タイマ・アレイ・ユニット(TAU)のワンショット・パルス出力を使用します。

2チャンネルをセットで使用し、出力タイミングとパルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを生成します。

表 7.1 に使用する周辺機能と用途を、図 7.1 に動作概要を示します。

表 7.1 使用する周辺機能と用途 (プログラマブルウェイトワンショット発生モードからの移行例)

| 周辺機能 | 用途 |
|--------------------------------|--|
| タイマ・アレイ・ユニット (ワンショット・パルス出力) | 出力タイミングとパルス幅を任意に設定できるワンショット・パルスを生成します。 |

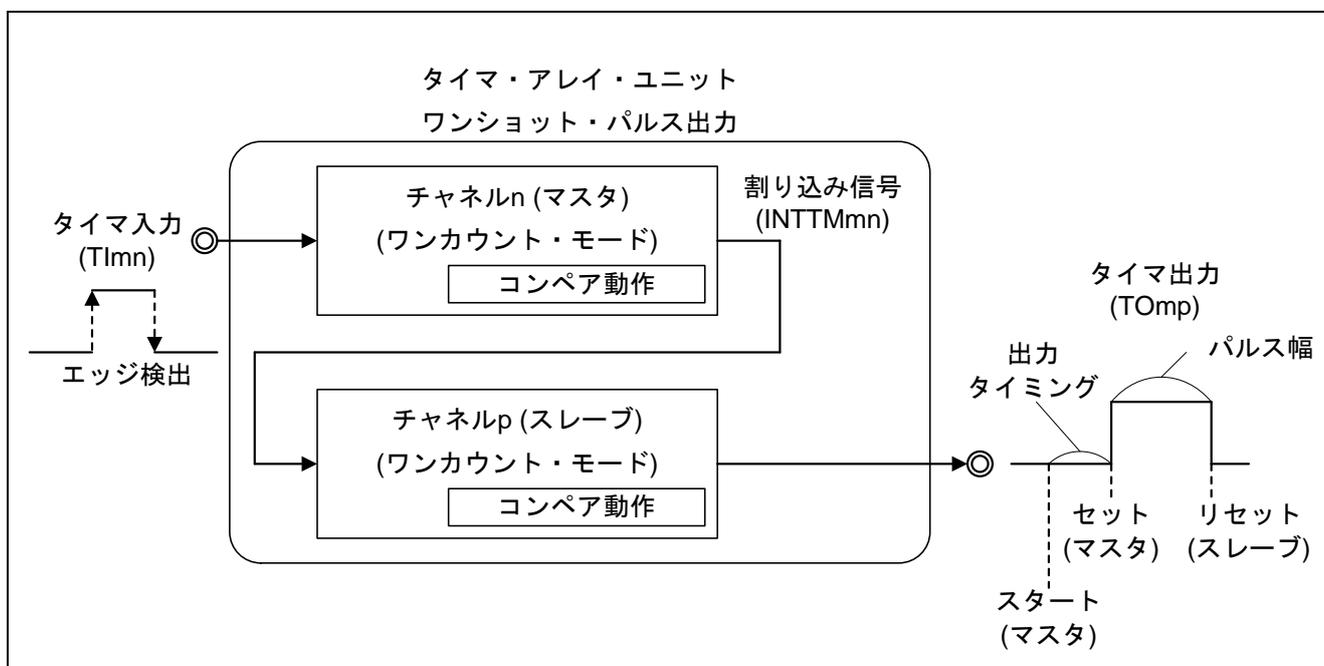


図 7.1 動作概要 (プログラマブルウェイトワンショット発生モードからの移行例)

7.2 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 7.2 動作確認条件

| 項目 | 内容 |
|---------------------------------|--|
| 使用マイコン | RL78/G14 (R5F104LEAFB) |
| 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}) : 32 MHz CPU/周辺ハードウェア・クロック (f_{CLK}) : 32 MHz |
| 動作電圧 | 5.0 V (2.9 V ~ 5.5 V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVD}) : リセット・モード立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 統合開発環境 (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CS+ for CC V4.01.00 |
| C コンパイラ (CS+) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |
| 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 V5.2.0.020 |
| C コンパイラ (e ² studio) | ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.03.00 |

7.3 ハードウェア説明

7.3.1 ハードウェア構成例

図 7.2 に本アプリケーションで使用するハードウェア構成例を示します。

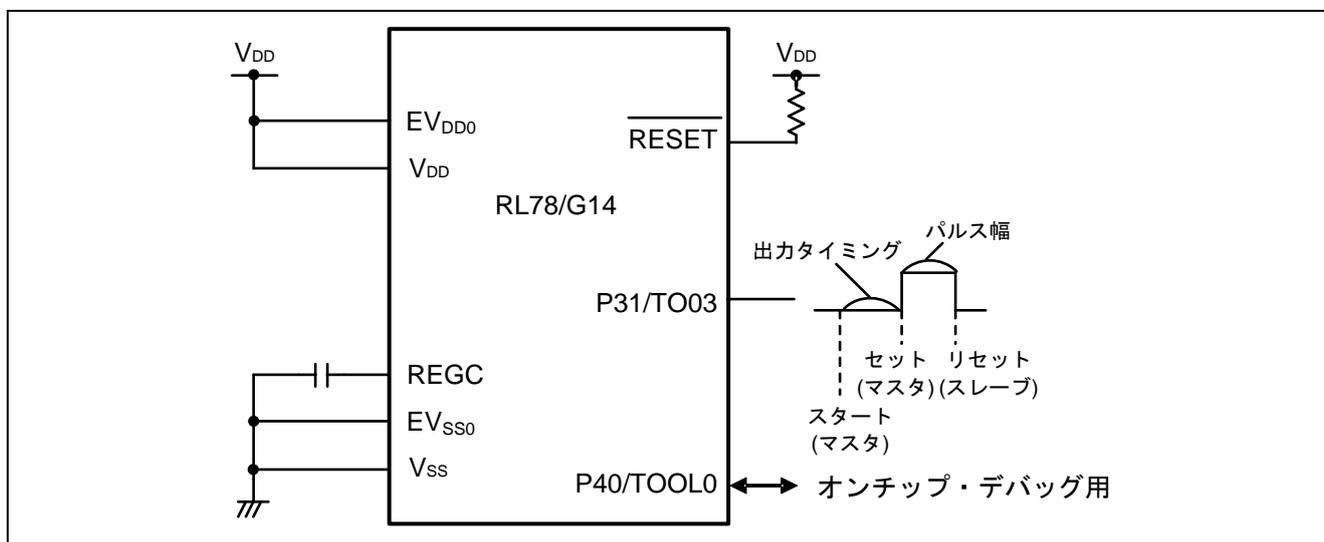


図 7.2 ハードウェア構成

注 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 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 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。

7.3.2 使用端子一覧

表 7.3 に使用端子と機能を示します。

表 7.3 使用端子と機能

| 端子名 | 入出力 | 内容 |
|----------|-----|-----------------|
| P31/TO03 | 出力 | ワンショット・パルス出力ポート |

7.4 ソフトウェア説明

7.4.1 動作概要

本章では、TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 を連動動作させることでワンショット・パルス出力機能に設定し、P31/TO03 からワンショット・パルス出力を行います。

表 7.4 に使用する周辺機能と用途を、図 7.3 にワンショット・パルス出力動作概要のタイミングチャートを示します。

(1) TAU の初期設定を行います。

<設定条件>

P31/TO03 端子をワンショット・パルス出力に設定します。

TAU0 のチャンネル 0 を 2ms のディレイをカウントするワンカウント・モードとして動作させます。

TAU0 のチャンネル 3 を 0.2ms のパルス幅をカウントするワンカウント・モードとして動作させます。

(2) TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 3 の動作許可トリガ・ビットを同時に “1” に設定することで動作を開始します。HALT 命令を実行して、チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) を待ちます。

(3) タイマ動作開始後、2ms のディレイでチャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) が発生します。

(4) チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) で HALT モードが解除されると、チャンネル 0 は次のスタート・トリガが検出されるまでカウントを停止します。

(5) チャンネル 3 は、チャンネル 0 の INTTM00 をスタート・トリガとして動作を開始し、TO03 の出力レベルがアクティブ・レベル(H レベル)になります。

(6) タイマ動作開始後、チャンネル 3 は 0.2ms のパルス幅でタイマ割り込み (INTTM03) を出力し、次のスタート・トリガ(チャンネル 0 の INTTM00)が検出されるまで、TO03 の出力レベルはインアクティブ・レベル(L レベル)になります。

表 7.4 使用する周辺機能と用途

| 周辺機能 | 用途 |
|----------------|--|
| タイマ・アレイ・ユニット 0 | チャンネル 0 とチャンネル 3 を連動させてワンショット・パルス出力機能に設定し、TO03 端子からワンショット・パルスを出力します。 |

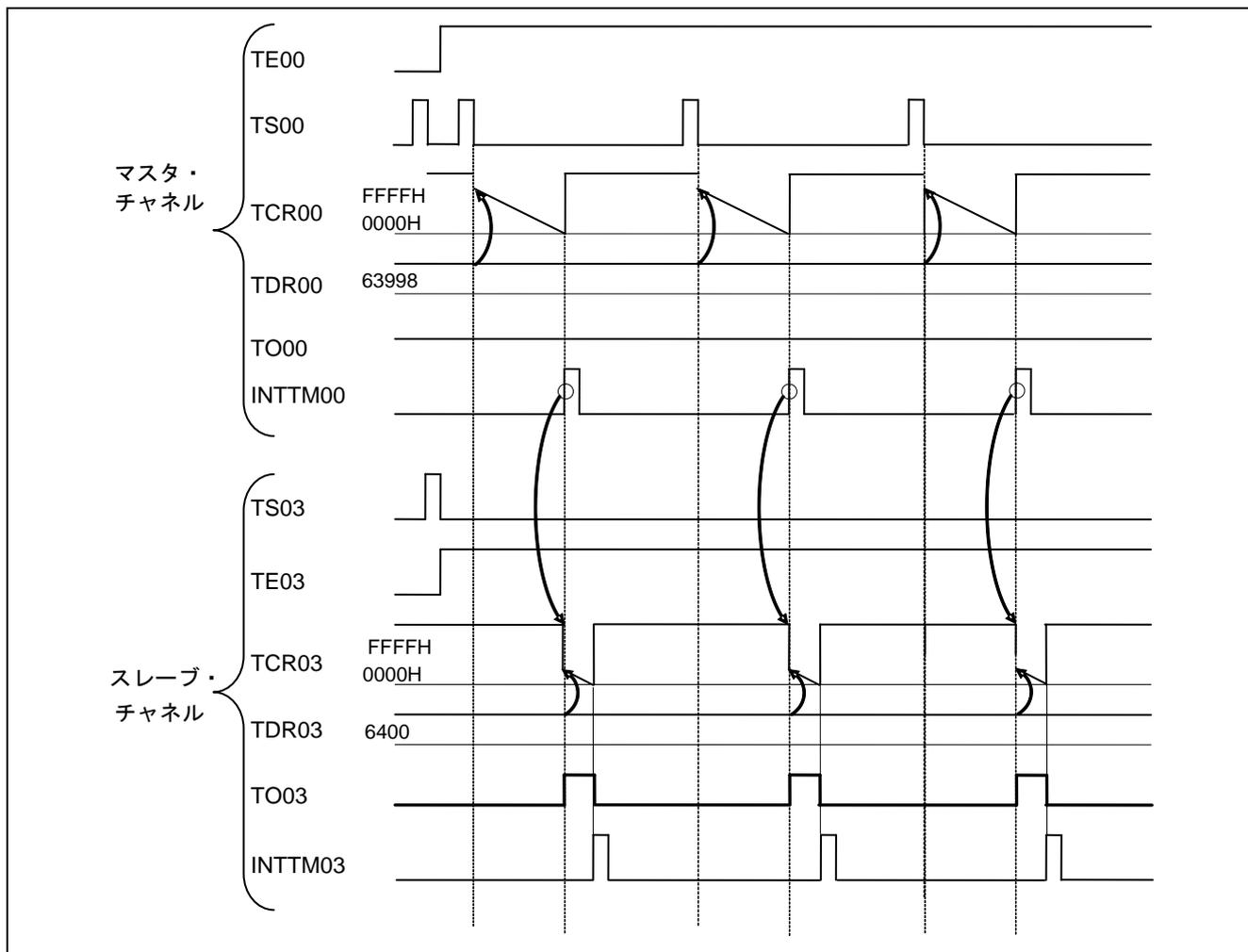


図 7.3 ワンショット・パルス出力動作概要のタイミングチャート

7.4.2 オプション・バイトの設定一覧

表 7.5 にオプション・バイト設定を示します。

表 7.5 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 検出電圧：立ち上がり 2.81 V/立下がり 2.75 V |
| 000C2H/010C2H | 11101000B | HS モード 高速オンチップ・オシレータ・クロック、周波数：32 MHz |
| 000C3H/010C3H | 10000100B | オンチップ・デバッグ許可 |

7.4.3 定数一覧

表 7.6 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 7.6 サンプルコードで使用する定数

| 定数名 | 設定値 | 内容 |
|-----------------------|---------|------------------|
| _1900_TAU_TDR03_VALUE | 0x1900U | パルス幅の TDR03 の設定値 |

7.4.4 関数一覧

表 7.7 にサンプルコードで使用する関数を示します。

表 7.7 関数

| 関数名 | 概要 |
|-----------------------|------------------|
| R_TAU0_Channel0_Start | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |

7.4.5 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

[関数名] R_TAU0_Channel0_Start

| | |
|-------|---|
| 概要 | タイマ・アレイ・ユニット動作開始 |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | void R_TAU0_Channel0_Start(void) |
| 説明 | TAU0 チャンネル 0 の割り込みマスクを解除して、カウント動作開始します。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

[関数名] r_tau0_channel0_interrupt()

| | |
|-------|--|
| 概要 | INTTM0 割り込み |
| ヘッダ | r_cg_macrodriver.h, r_cg_timer.h, r_cg_userdefine.h |
| 宣言 | static void __near r_tau0_channel0_interrupt(void) |
| 説明 | 本サンプルプログラムでは処理を何もせずに終了します。 処理を行う場合は、プログラムを追加してください。 |
| 引数 | なし |
| リターン値 | なし |
| 備考 | なし |

7.4.6 フローチャート

7.4.6.1 全体フローチャート

図 7.4 に全体フローチャートを示します。

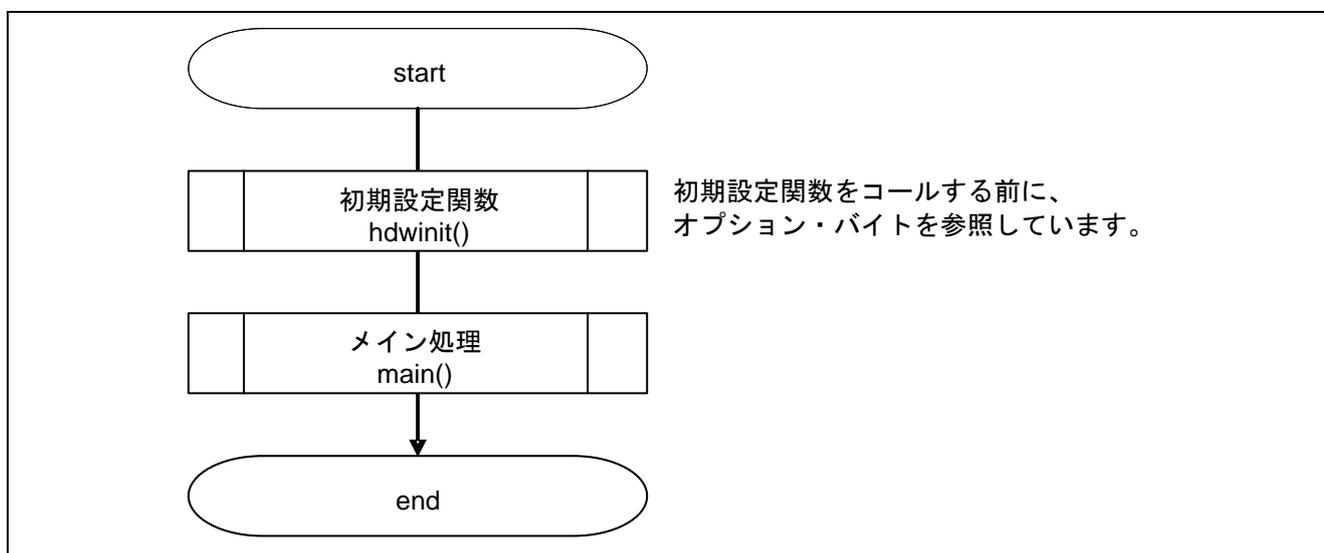


図 7.4 全体フローチャート

7.4.6.2 初期設定

図 7.5 に初期設定のフローチャートを示します。

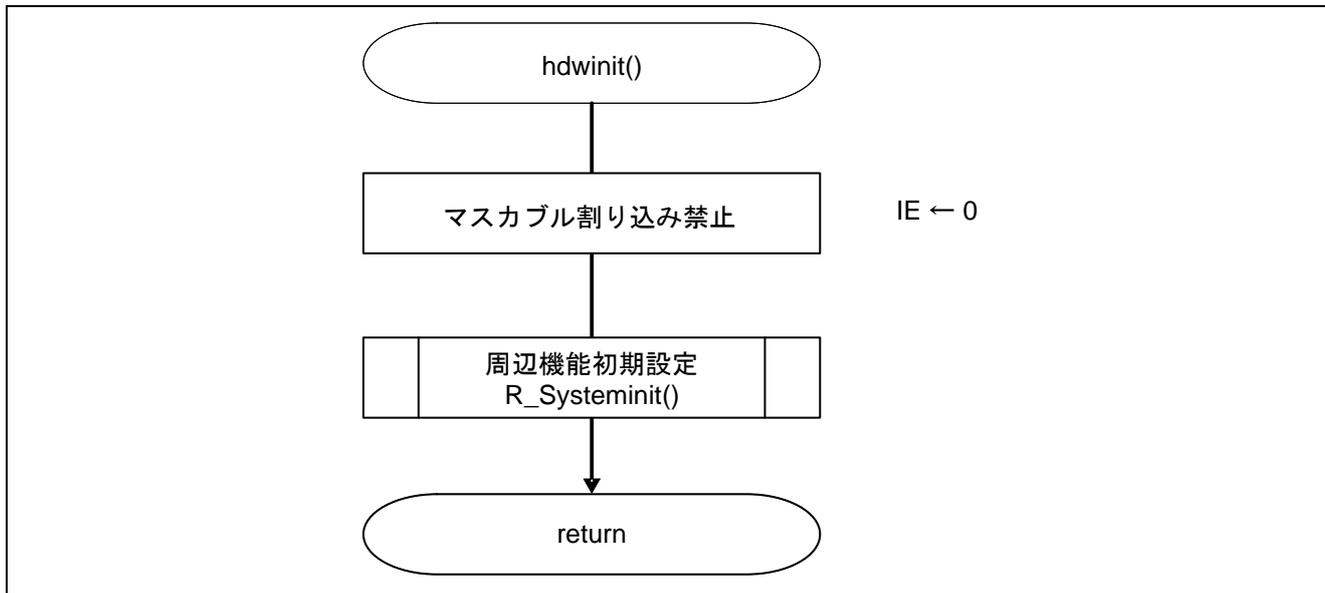


図 7.5 初期設定

7.4.6.3 周辺機能初期設定

図 7.6 に周辺機能初期設定のフローチャートを示します。

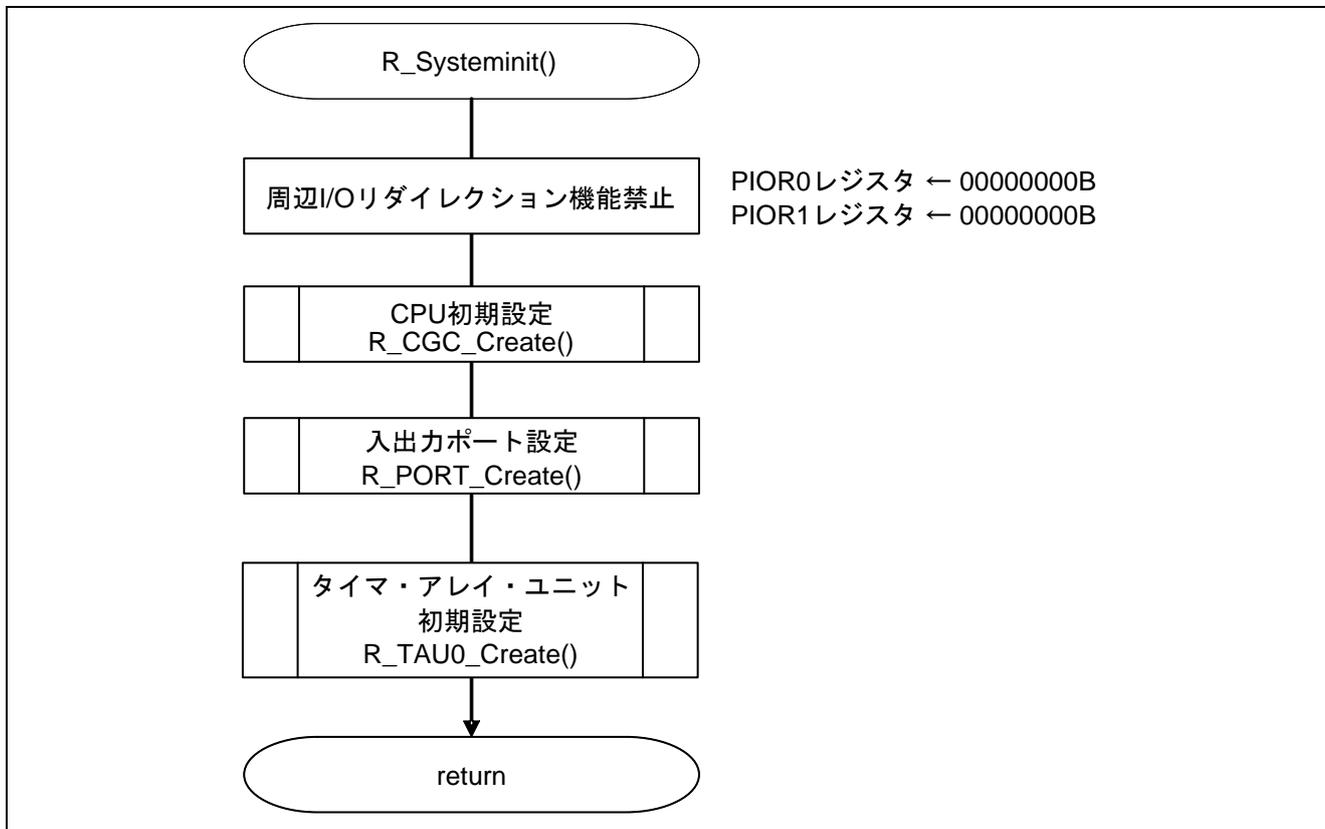


図 7.6 周辺機能初期設定

7.4.6.4 CPU 初期設定

図 7.7 に CPU 初期設定のフローチャートを示します。

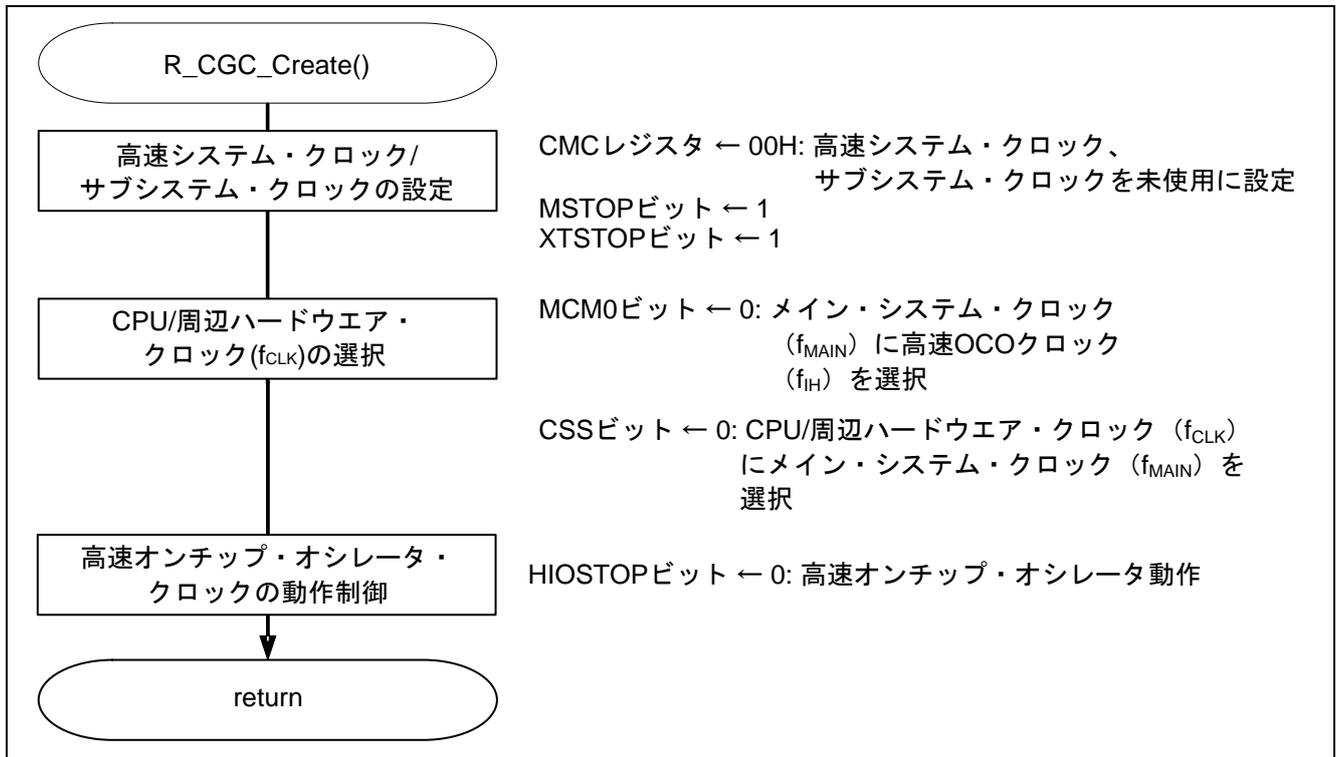


図 7.7 CPU 初期設定

7.4.6.5 入出力ポート設定

図 7.8 に入出力ポート設定のフローチャートを示します。

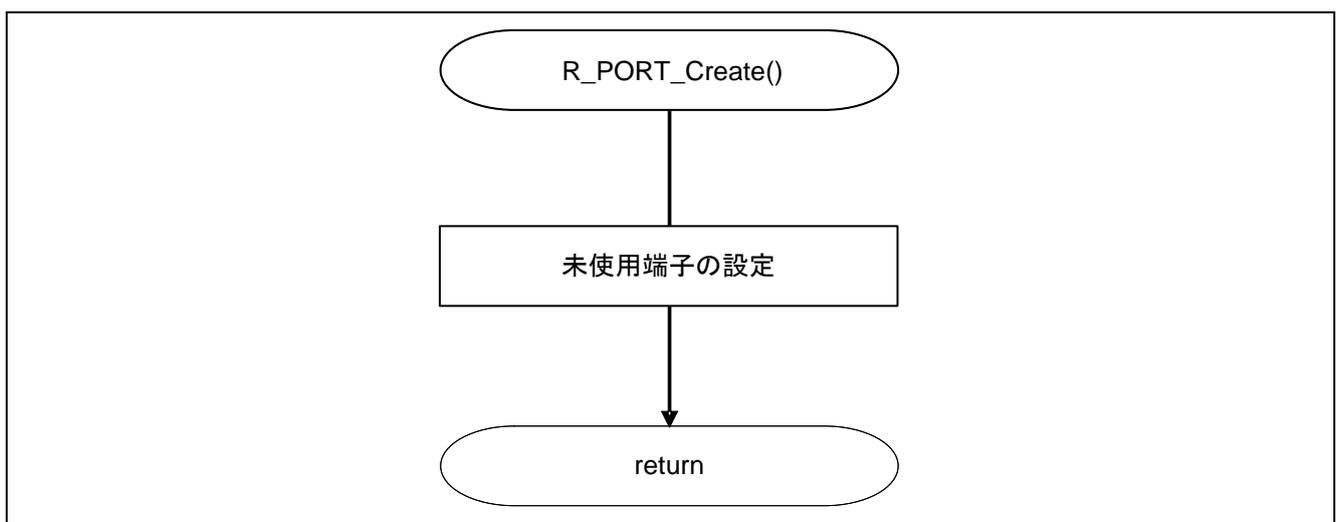


図 7.8 入出力ポート設定

注意 未使用のポートは、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。また、未使用の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。

7.4.6.6 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 7.9、図 7.10 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。

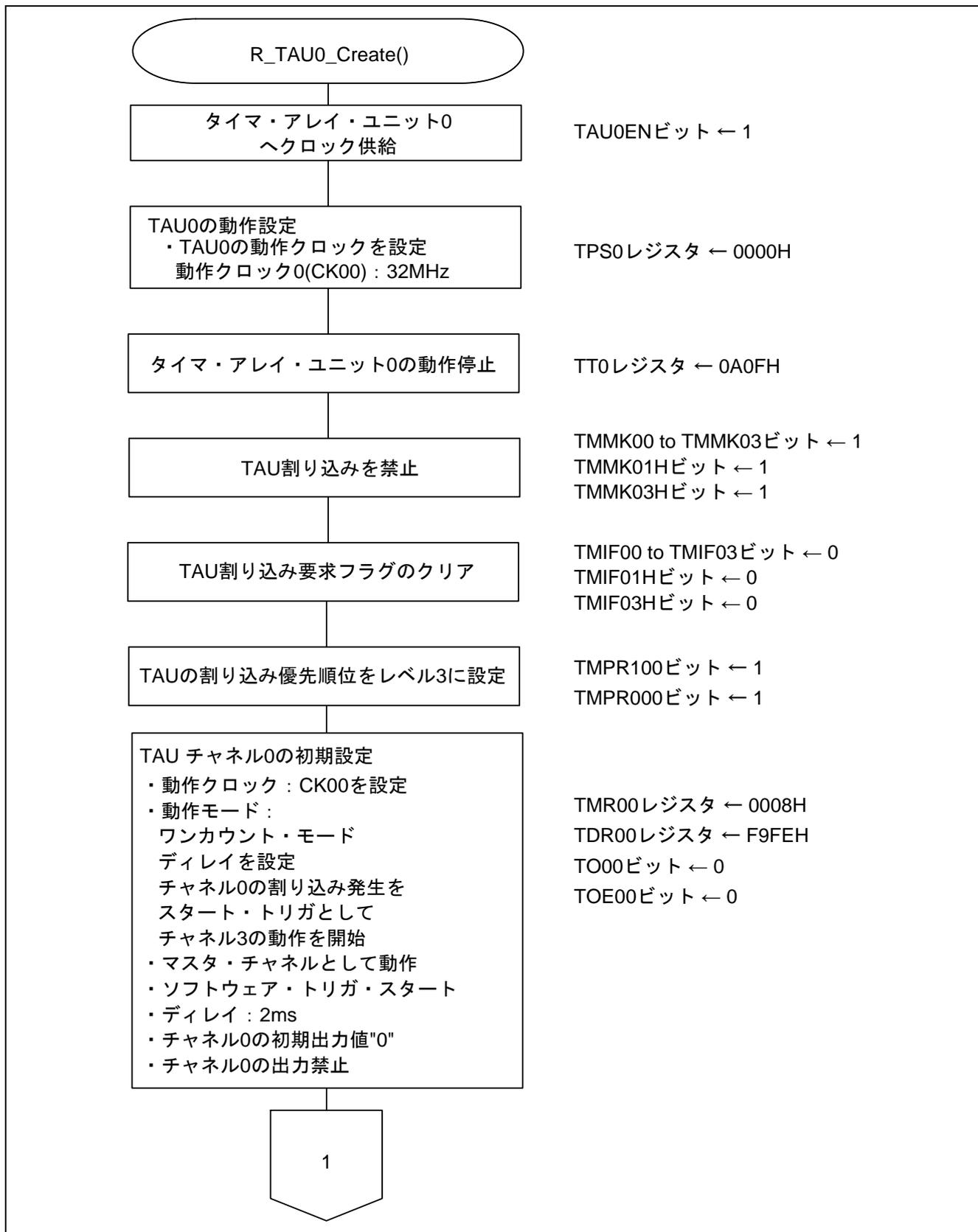


図 7.9 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (1/2)

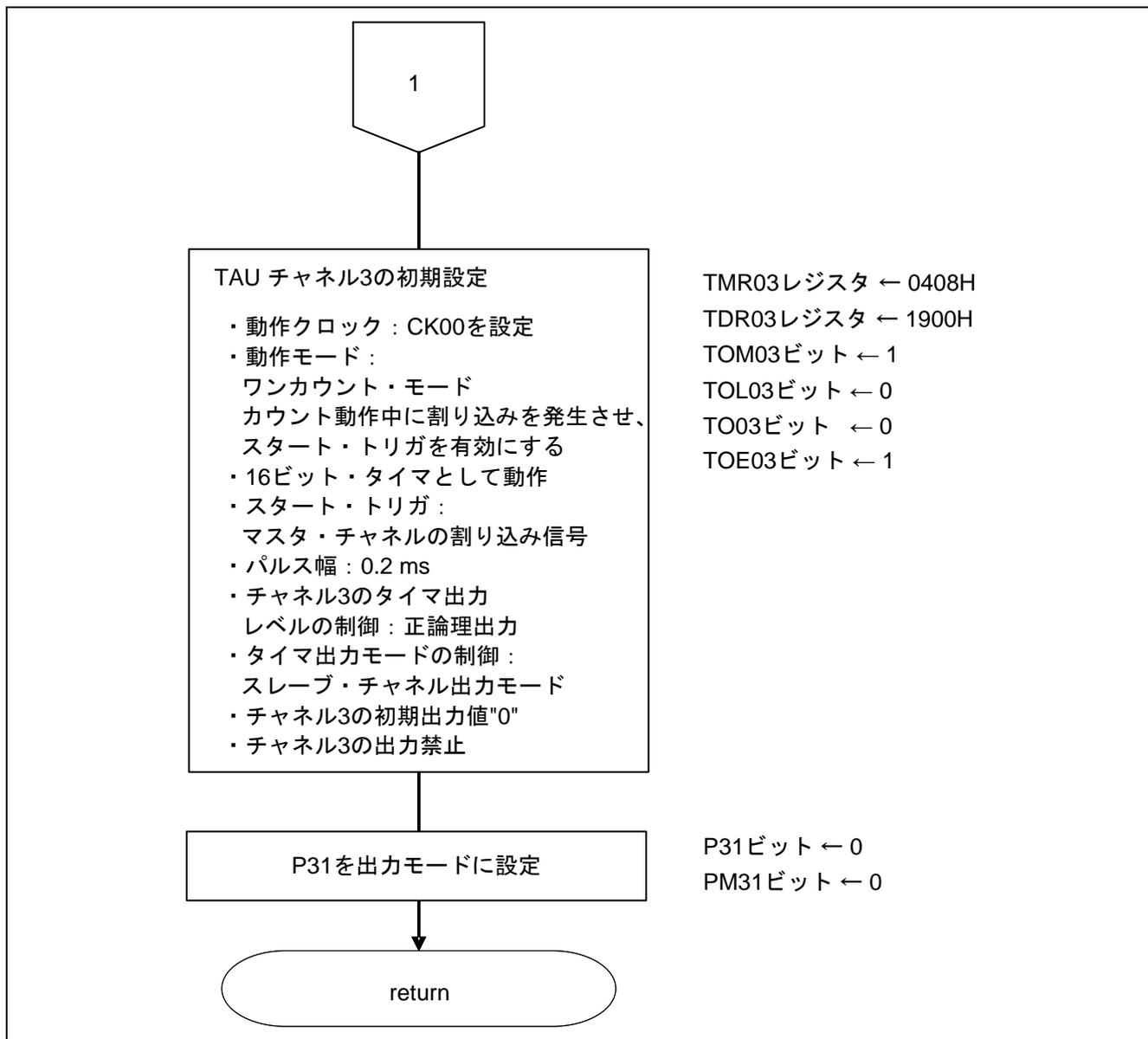


図 7.10 タイマ・アレイ・ユニット初期設定 (2/2)

タイマ・アレイ・ユニット 0 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 0 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 |

ビット 0

| TAU0EN | タイマ・アレイ・ユニット 0 の入力クロック供給の制御 |
|---------------|------------------------------------|
| 0 | 入力クロック供給停止 |
| 1 | 入力クロック供給 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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・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)
タイマ・アレイ・ユニット 0 の動作クロックを選択

略号：TPS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|------------|------------|----|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | PRSO 31 | PRSO 30 | 0 | 0 | PRSO 21 | PRSO 20 | PRSO 13 | PRSO 12 | PRSO 11 | PRSO 10 | PRSO 03 | PRSO 02 | PRSO 01 | PRSO 00 |
| 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | x | x | x | x | x | x | 0 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| PRSO 003 | PRSO 002 | PRSO 001 | PRSO 000 | 動作クロック (CK00) の選択 | | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | | | | f _{CLK} = 2 MHz | f _{CLK} = 4 MHz | f _{CLK} = 8 MHz | f _{CLK} = 20 MHz | f _{CLK} = 32 MHz |
| 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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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)
 - 動作クロック (f_{MCK})
 - カウント・クロックの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR00

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------|----|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|---|---|-------|-------|-------|-------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS001 | CKS000 | 0 | CCS000 | 0 | STS002 | STS001 | STS000 | CIS001 | CIS000 | 0 | 0 | MD003 | MD002 | MD001 | MD000 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 15 - 14

| CKS001 | CKS000 | チャンネル 0 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03 |

ビット 12

| CCS000 | チャンネル 0 のカウント・クロック (f_{TCLK}) 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

| STS002 | STS001 | STS000 | 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 |
| CKS0 01 | CKS0 00 | 0 | CCS0 0 | 0 | STS0 02 | STS0 01 | STS0 00 | CIS0 01 | CIS0 00 | 0 | 0 | MD00 3 | MD00 2 | MD00 1 | MD00 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| MD003 | MD002 | MD001 | MD000 | チャンネル 0 の動作モードの設 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|--------------------------|---|--------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／ 方形波出力／分周器機能／ PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウン ト |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モ ード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウン ト |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウ ンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウン ト |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・ モード | ディレイ・カウンタ／ ワンショット・パルス出力／ PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウン ト |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワ ンカウント・モ ード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅 測定 | アップ・カウン ト |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD000 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD003-MD001 で 設定(上表参照)) | MD000 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|---|-------|--|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード (0, 1, 1)) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ワンカウント・モード (1, 0, 0) | 0 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・ モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 |
| | | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みは発生しない。 |
| 上記以外 | | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 ×：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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 3 の動作モードの設定

- タイマ・モード・レジスタ 03 (TMR03)
 - 動作クロック (f_{MCK}) の選択
 - カウント・クロックの選択
 - 16 ビット/8 ビット・タイマの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|----------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 | CKS0 | 0 | CCS0 | SPLIT | STS0 | STS0 | STS0 | CIS0 | CIS0 | 0 | 0 | MD03 | MD03 | MD03 | MD03 |
| 31 | 30 | | 3 | 03 | 32 | 31 | 30 | 31 | 30 | | | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 15 - 14

| CKS031 | CKS030 | チャンネル 3 の動作クロック (f_{MCK}) の選択 |
|--------|--------|--|
| 0 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00 |
| 0 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02 |
| 1 | 0 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01 |
| 1 | 1 | タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03 |

ビット 12

| CCS03 | チャンネル 3 のカウント・クロック (f_{TCLK}) の選択 |
|-------|---|
| 0 | CKS030, CKS031 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK}) |
| 1 | TI03 端子からの入力信号の有効エッジ |

ビット 11

| SPLIT03 | チャンネル 3 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 (単独チャンネル動作機能, または複数チャンネル連動動作機能でスレーブ・チャンネルとして動作) |
| 1 | 8 ビット・タイマとして動作 |

ビット 10 - 8

| STS032 | STS031 | STS030 | Setting of start trigger or capture trigger of channel 3 |
|--------|--------|--------|--|
| 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 | TI03 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 | TI03 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 (複数チャンネル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 |

レジスタ表の設定値 x: 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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：TMR03

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|------------|----|-----------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| CKS0 31 | CKS0 30 | 0 | CCS0 3 | SPLIT 03 | STS0 32 | STS0 31 | STS0 30 | CIS0 31 | CIS0 30 | 0 | 0 | MD03 3 | MD03 2 | MD03 1 | MD03 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | x | x | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

ビット 3-0

| MD033 | MD032 | MD031 | MD030 | チャンネル 3 の動作モードの設定 | 対応する機能 | TCR のカウント動作 |
|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------------------------------|-------------|
| 0 | 0 | 0 | 1/0 | インターバル・タイマ・モード | インターバル・タイマ／方形波出力／分周器機能／PWM 出力(マスタ) | ダウン・カウント |
| 0 | 1 | 0 | 1/0 | キャプチャ・モード | 入力パルス間隔測定 | アップ・カウント |
| 0 | 1 | 1 | 0 | イベント・カウンタ・モード | 外部イベント・カウンタ | ダウン・カウント |
| 1 | 0 | 0 | 1/0 | ワンカウント・モード | ディレイ・カウンタ／ワンショット・パルス出力／PWM 出力(スレーブ) | ダウン・カウント |
| 1 | 1 | 0 | 0 | キャプチャ&ワンカウント・モード | 入力信号のハイ／ロウ・レベル幅測定 | アップ・カウント |
| 上記以外 | | | | 設定禁止 | | |

各モードの動作は、MD030 ビットによって変わります(下表を参照)。

| 動作モード(MD033-MD031 で設定(上表参照)) | MD030 | カウント・スタートと割り込みの設定 |
|---|-------|---|
| <ul style="list-style-type: none"> インターバル・タイマ・モード(0, 0, 0) キャプチャ・モード(0, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| | 1 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生する(タイマ出力も変化させる)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> イベント・カウンタ・モード(0, 1, 1) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。 |
| <ul style="list-style-type: none"> ワンカウント・モード(1, 0, 0) | 0 | カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| | 1 | カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| <ul style="list-style-type: none"> キャプチャ&ワンカウント・モード(1, 1, 0) | 0 | カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない(タイマ出力も変化しない)。カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。その際に割り込みは発生しない。 |
| 上記以外 | | 設定禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

ディレイ時間の設定

- タイマ・データ・レジスタ 00 (TDR00)
ディレイを設定

略号：TDR00

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

ディレイ時間 = (TDR00 の設定値 + 2) × カウント・クロック周期

$$2 \text{ [ms]} = (1/32[\text{MHz}]) \times (\text{TDR00 の設定値} + 2)$$

⇒ TDR00 の設定値 = 63998

パルス幅の設定

- タイマ・データ・レジスタ 03 (TDR03)
パルス幅を設定

略号：TDR03

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

パルス幅 = (TDR03 の設定) × カウント・クロック周期

$$0.2 \text{ [ms]} = (1/32[\text{MHz}]) \times (\text{TDR03 の設定})$$

⇒ TDR03 の設定 = 6400

タイマ出力モードの設定

- タイマ出力モード・レジスタ 0 (TOM0)
各チャンネルのタイマ出力モードの設定

略号：TOM0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOM03 | TOM02 | TOM01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOM03 | チャンネル 3 のタイマ出力モードの制御 |
|-------|--|
| 0 | マスタ・チャンネル出力モード(タイマ割り込み要求信号(INTTM03)によりトグル出力を行う) |
| 1 | スレーブ・チャンネル出力モード (マスタ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM03)で出力がセット, スレーブ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号(INTTM0p)で出力がリセットされる) |

レジスタ表の設定値 x : 本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力端子の出力レベル設定

- タイマ出力レベル・レジスタ 0 (TOL0)
各チャンネルのタイマ出力端子の出力レベル設定

略号：TOL0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|---|-------|-------|-------|---|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOL03 | TOL02 | TOL01 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TOL03 | チャンネル 3 のタイマ出力レベルの制御 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 正論理出力(アクティブ・ハイ) | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 反転出力(アクティブ・ロウ) | | | | | | | | | | | | | | |

タイマ出力端子の出力値設定

- タイマ出力レジスタ 0 (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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TO03 | TO02 | TO01 | TO00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | x | x | 0 |

ビット 3

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO03 | チャンネル 3 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

ビット 0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| TO00 | チャンネル 0 のタイマ出力 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | タイマ出力値が “0” | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | タイマ出力値が “1” | | | | | | | | | | | | | | |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (TOE0)
各チャ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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 0 |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

ビット 0

| TOE00 | チャンネル 0 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO00 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO00 ビットへの書き込みが可能となり、TO00 ビットに設定したレベルが TO00 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO00 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO00 ビットへの書き込みは無視されます。 |

ワンショット・パルス出力する端子の設定

- ポート・モード・レジスタ (PM3)
PM31 の入出力モードの選択

略号：PM3

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|------|------|
| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | PM31 | PM30 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | x |

ビット 1

| PM31 | P31 端子の入出力モードの選択 |
|------|------------------------------|
| 0 | 出力モード(出力ポートとして機能(出力バッファ・オン)) |
| 1 | 入力モード(入力ポートとして機能(出力バッファ・オフ)) |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

7.4.6.7 メイン処理

図 7.11 にメイン処理のフローチャートを示します。

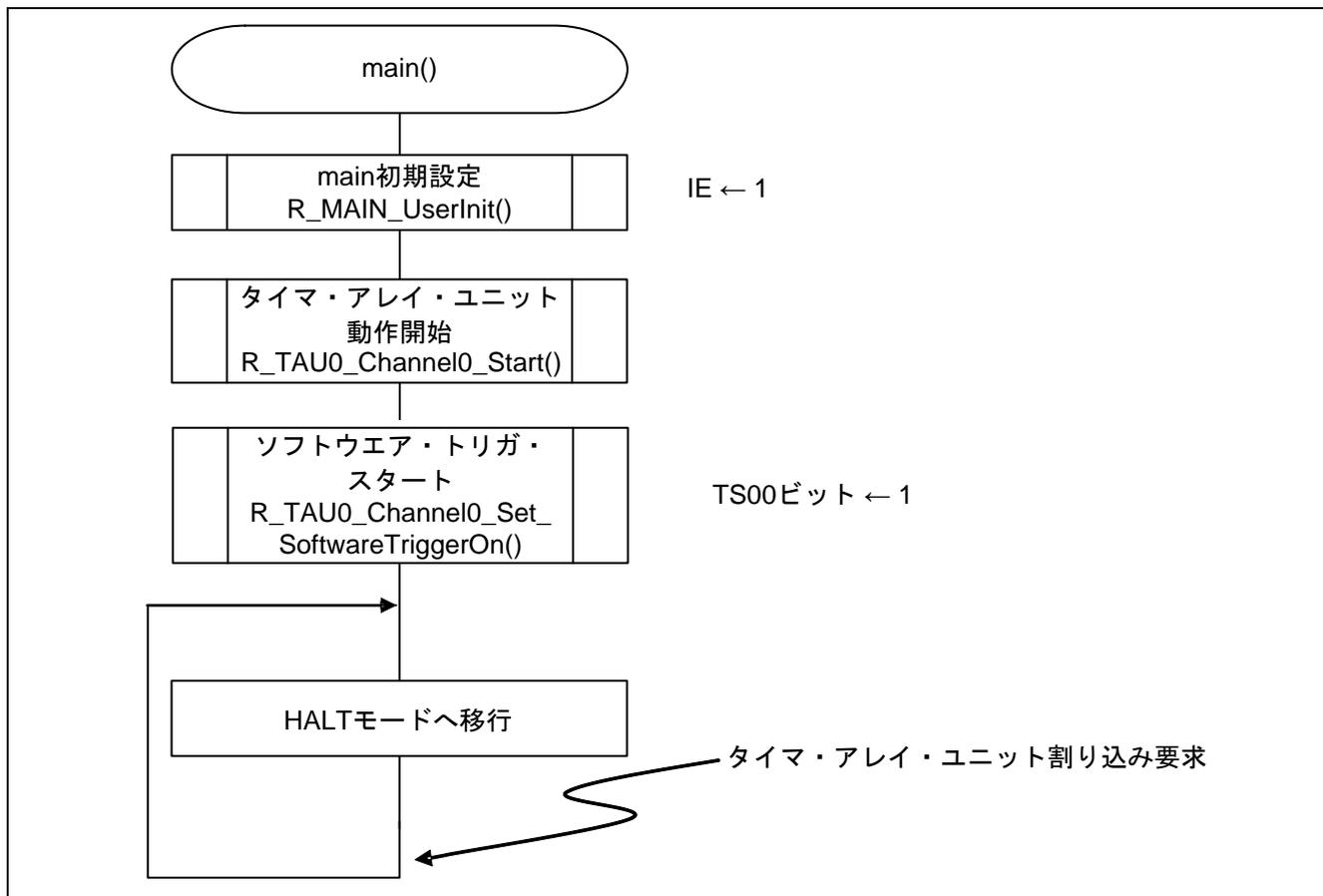


図 7.11 メイン処理

7.4.6.8 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

図 7.12 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。

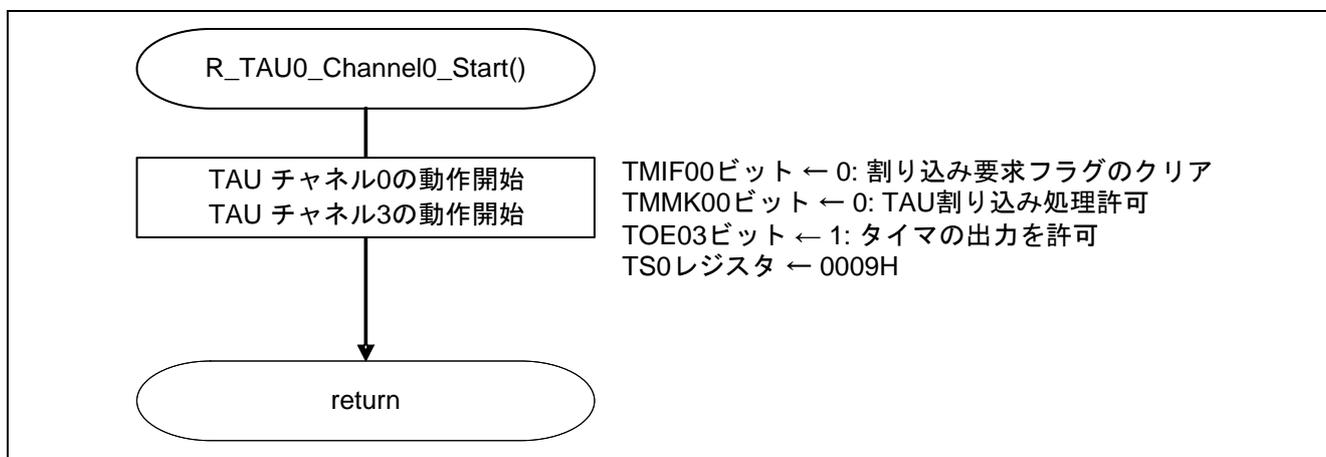


図 7.12 タイマ・アレイ・ユニット動作開始

タイマ割り込みの設定

- 割り込み要求フラグ・レジスタ (IF1L)
割り込み要求フラグのクリア
- 割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK1L)
割り込みマスクの設定.

略号：IF1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| TMIF03 | TMIF02 | TMIF01 | TMIF00 | IICAIF0 | SREIF1 TMIF03H | SRIF1 CSIF11 IICIF11 | STIF1 CSIF10 IICIF10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMIF00 | 割り込み要求フラグ |
|---------------|-----------------------|
| 0 | 割り込み要求信号が発生していない |
| 1 | 割り込み要求信号が発生し、割り込み要求状態 |

略号：MK1L

| 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| TMMK03 | TMMK02 | TMMK01 | TMMK00 | IICAMK0 | SREMK1 TMMK03H | SRMK1 CSIMK11 IICMK11 | STMK1 CSIMK10 IICMK10 |
| x | x | x | 0 | x | x | x | x |

ビット 4

| TMMK00 | 割り込み処理の制御 |
|---------------|------------------|
| 0 | 割り込み処理許可 |
| 1 | 割り込み処理禁止 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

タイマ出力許可設定

- タイマ出力許可レジスタ 0 (TOE0)
チャンネル 3 のタイマ出力許可

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 | 0 | 0 | 0 | 0 | TOE03 | TOE02 | TOE01 | TOE00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | x |

ビット 3

| TOE03 | チャンネル 3 のタイマ出力許可／禁止 |
|-------|--|
| 0 | タイマの出力を禁止 タイマ動作を TO03 ビットに反映せず、出力を固定します。 TO03 ビットへの書き込みが可能となり、TO03 ビットに設定したレベルが TO03 端子から出力されます。 |
| 1 | タイマの出力を許可 タイマ動作を TO03 ビットに反映し、出力波形を生成します。 TO03 ビットへの書き込みは無視されます。 |

タイマ動作許可設定

- タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0)
チャンネル 0、チャンネル 3 のカウント動作開始設定

略号：TS0

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|-------|----|-------|---|---|---|---|---|------|------|------|------|
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | TSH03 | 0 | TSH01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | TS03 | TS02 | TS01 | TS00 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | x | 0 | x | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | x | 1 |

ビット 3

| TS03 | チャンネル 3 の動作許可(スタート)トリガ |
|------|---|
| 0 | トリガ動作しない |
| 1 | TE03 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる。 カウント動作許可状態における TCR03 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

ビット 0

| TS00 | チャンネル 0 の動作許可(スタート)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。 カウント動作許可状態における TCR00 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。 |

レジスタ表の設定値 x：本項目で使用しないビット

注意 レジスタ設定方法の詳細については、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。

7.4.6.9 INTTM0 割り込み

図 7.13 に INTTM0 割り込みのフローチャートを示します。

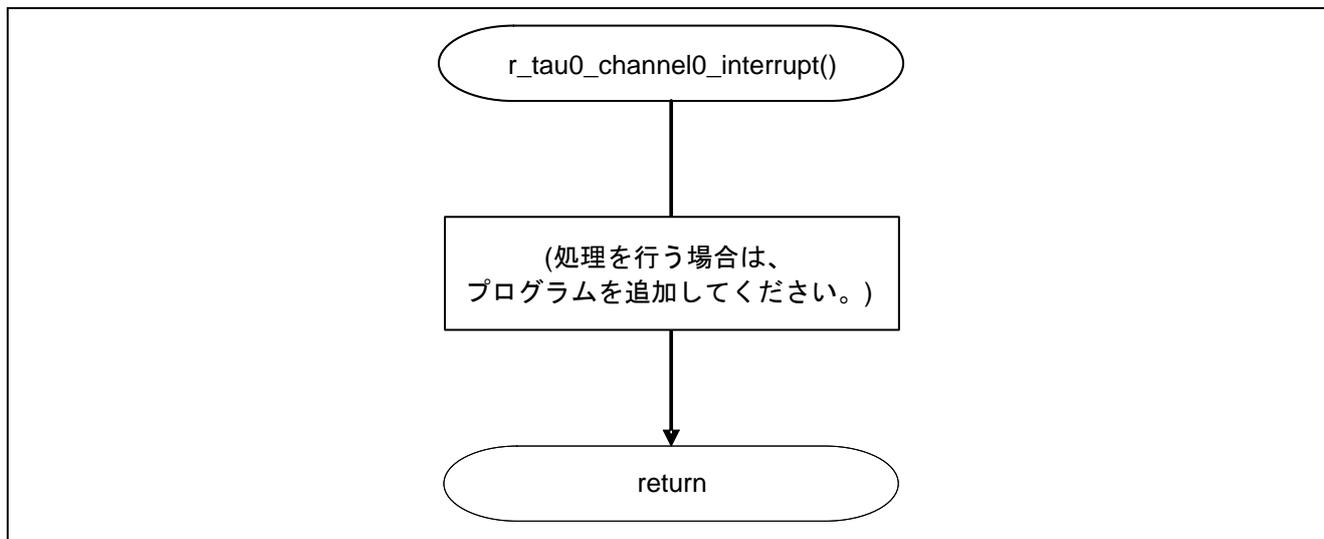


図 7.13 INTTM0 割り込み

8. 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。

9. 関連アプリケーションノート

- RL78/G13 タイマ・アレイ・ユニット（インターバル・タイマ） CC-RL (R01AN2576)
（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。）
- RL78/G13 タイマ・アレイ・ユニット（PWM 出力） CC-RL (R01AN2589)
（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。）

10. 参考ドキュメント

- ユーザーズマニュアル
RL78/G14 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0186)
（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。）

R8C/36M グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0259)
（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
（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。）

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/>

お問い合わせ先

<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 | 2018.01.19 | — | 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、電气的特性の範囲で、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も、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、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どうぞ。
総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>