

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
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  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

## SH7137 グループ

### MTU2 三相の相補 PWM 出力機能 (相補 PWM モード)

---

#### 要旨

本アプリケーションノートは、マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) を用いた正相と逆相がノンオーバーラップの関係にある三相の相補 PWM (Pulse Width Modulation) 出力の設定例を掲載しています。

#### 動作確認デバイス

SH7137

#### 目次

1. はじめに.....	2
2. 応用例の説明.....	3
3. 参考ドキュメント.....	21

## 1. はじめに

### 1.1 仕様

本応用例では、マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の相補 PWM モードの機能を用いて、三相の相補 PWM 波形を出力します。図 1 に、構成を示します。

- MTU2 のチャンネル 3, チャンネル 4 を相補 PWM モード (相補 PWM モード 3) に設定します。
- PWM の正相の出力端子は、TIOC3B 端子, TIOC4A 端子, TIOC4B 端子です。正相に対応する逆相の出力端子は、TIOC3D 端子, TIOC4C 端子, TIOC4D 端子です。
- PWM 出力信号のアクティブレベルは、ローアクティブに設定します。
- 相補 PWM モードでは、正相と逆相とがノンオーバーラップの関係にある短絡防止期間 (デッドタイム) をもつ PWM 波形出力となります。短絡防止期間は、4  $\mu$ s に設定します。
- PWM のキャリア周期は、400  $\mu$ s に設定します。
- PWM デューティ設定値は、PWM キャリア周期ごとに発生する割り込み処理で更新します。
- TIOC3A 端子から PWM のキャリアの半周期に同期したトグル波形を出力します。

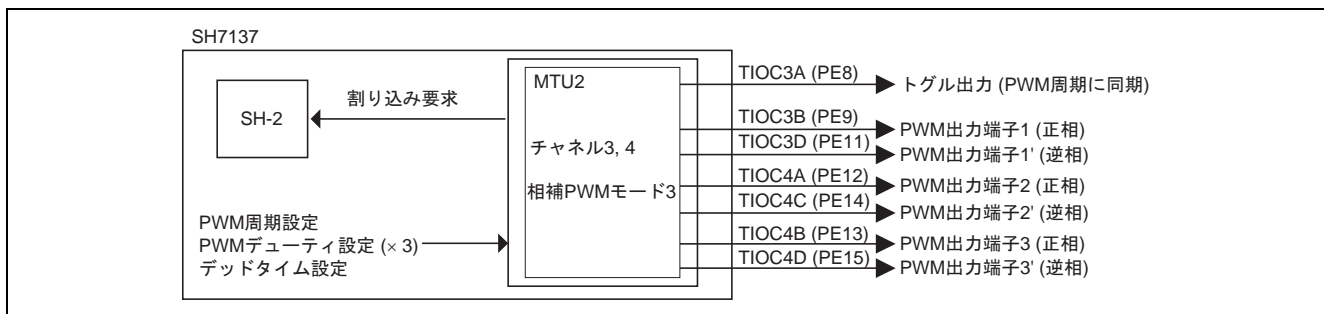


図 1 三相の相補 PWM 出力 (相補 PWM モード 3)

### 1.2 使用機能

マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) のチャンネル 3, チャンネル 4

### 1.3 適用条件

表 1 適用条件

項目	内容
マイコン	SH7137 [R5F7137]
動作周波数	内部クロック: $I\phi = 80$ MHz バスクロック: $B\phi = 40$ MHz 周辺クロック: $P\phi = 40$ MHz MTU2 クロック: $MP\phi = 40$ MHz MTU2S クロック: $MI\phi = 80$ MHz
MCU 動作モード	シングルチップモード
コンパイラ	ルネサス テクノロジ製 SuperH RISC engine C/C++ Compiler Ver.9.02.00
C コンパイラのオプション	C コンパイラのデフォルト設定

## 2. 応用例の説明

本応用例では、マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の相補 PWM モードの機能を使用します。

### 2.1 使用機能の動作概要

#### 2.1.1 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)

マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) は、6 チャンネルの 16 ビットタイマにより構成されている多機能なタイマユニットです。チャンネルごとに、コンペアマッチ機能やインプットキャプチャ機能などの設定が可能です。チャンネル 3 とチャンネル 4 は、相補 PWM モードやリセット同期モードに設定することで、6 本の PWM 出力制御が可能です。

MTU2 の詳細は、「SH7137 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0392) マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)」の章を参照ください。

表 2 にマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の概要を示します。また、図 2 に MTU2 のブロック図を示します。

表 2 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の概要

項目	概要
チャンネル数	16 ビットタイマ × 6 チャンネル (チャンネル 0 から 5)
カウンタクロック	チャンネルごとに 8 種類のカウント入力クロックを選択可能 (チャンネル 5 は 4 種類)
チャンネル 0~5 の動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>コンペアマッチによる波形出力、インプットキャプチャ機能、カウンタクリア動作、複数のタイマカウンタ (TCNT) への同時書き込み、コンペアマッチ/インプットキャプチャによる同時クリア</li> <li>カウンタの同期動作による各レジスタの同期入出力、同期動作と組み合わせることによる最大 12 相の PWM 出力</li> </ul>
A/D コンバータトリガ	<ul style="list-style-type: none"> <li>A/D コンバータの変換スタートトリガを生成可能</li> <li>相補 PWM モード時、カウンタの山/谷での割り込み、および A/D コンバータの変換スタートトリガを間引くことが可能</li> </ul>
バッファ動作	<ul style="list-style-type: none"> <li>チャンネル 0, 3, 4 はレジスタのバッファ動作が設定可能</li> </ul>
動作モード	<ul style="list-style-type: none"> <li>チャンネル 0 から 4 は、PWM モードの設定可能</li> <li>チャンネル 1, 2 はそれぞれ独立に位相計数モードを設定可能</li> <li>チャンネル 3, 4 の連動動作により、相補 PWM モード、リセット同期 PWM モードによる三相のポジ、ネガ計 6 本の PWM 波形出力が設定可能</li> </ul>
割り込み要求	<ul style="list-style-type: none"> <li>28 種類の割り込み要因 (コンペアマッチ、インプットキャプチャ割り込みなど)</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>カスケード接続動作</li> <li>内部 16 ビットバスによる高速アクセス</li> <li>レジスタデータの自動転送が可能</li> <li>モジュールスタンバイモードの設定可能</li> <li>チャンネル 5 により、デッドタイム補償用カウンタ機能が可能</li> </ul>

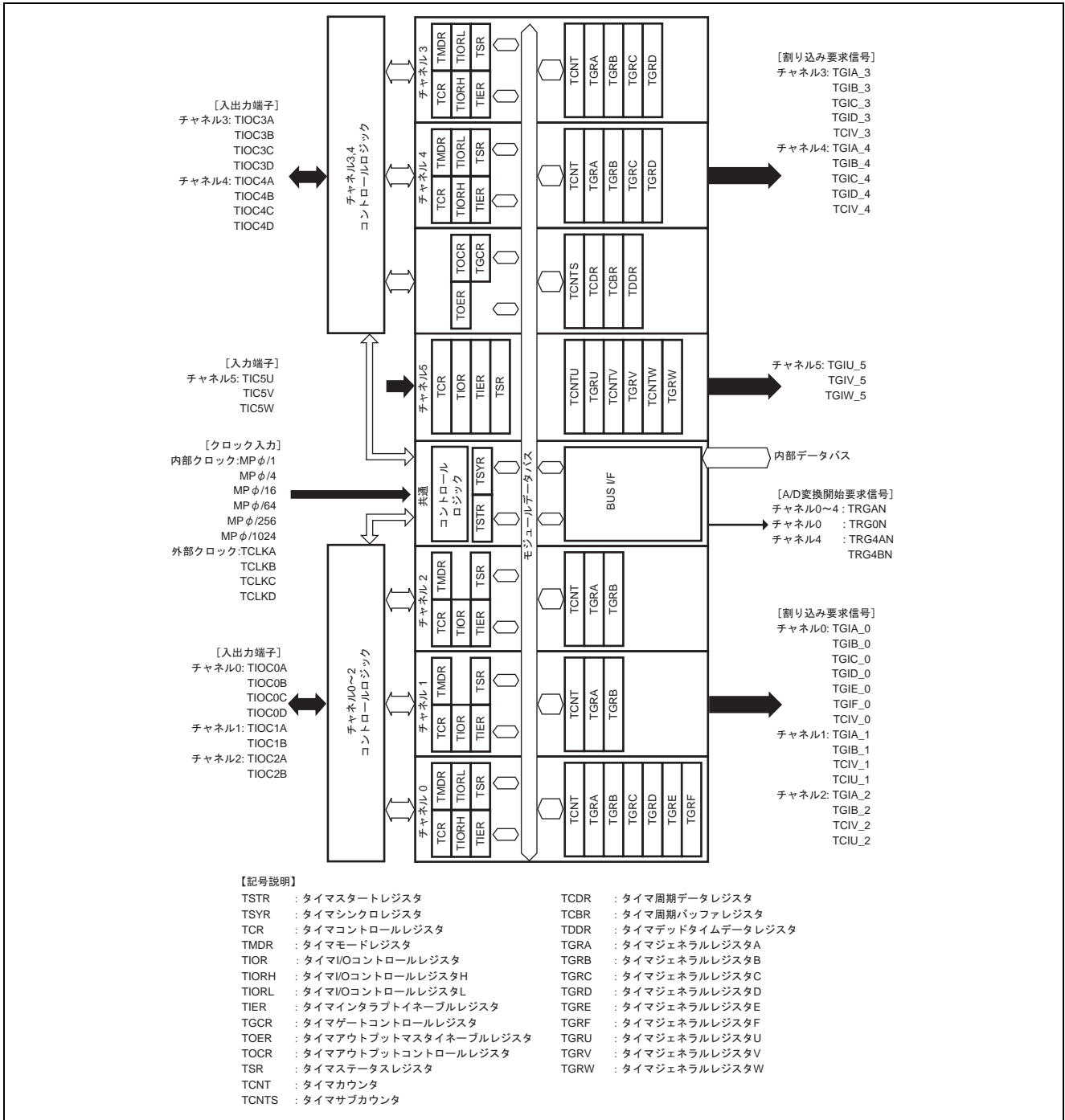
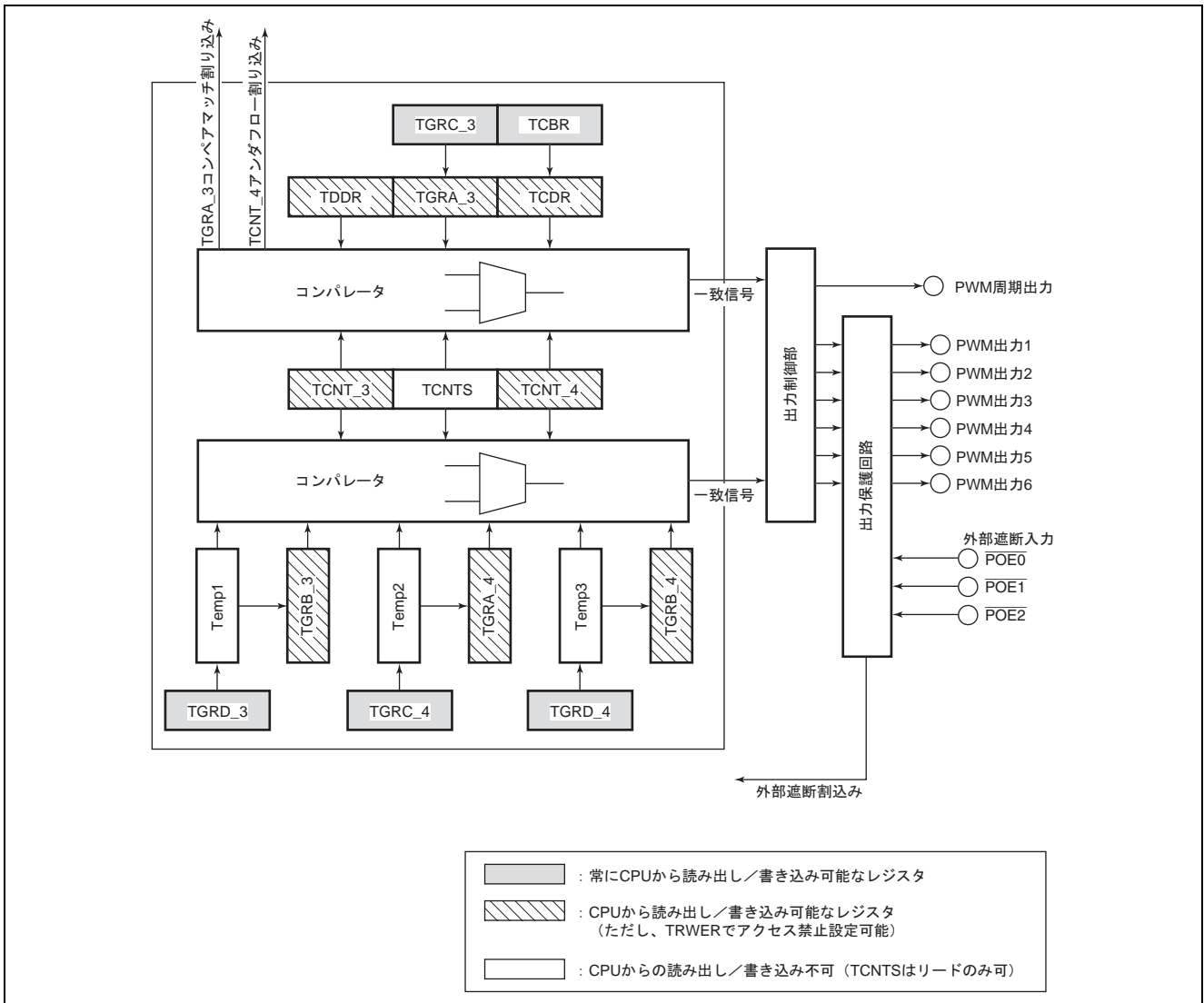


図2 MTU2のブロック図

2.1.2 相補 PWM モード

マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) は、チャンネル 3、チャンネル 4 を組み合わせて使用することで、相補 PWM モードの設定が可能です。相補 PWM モードでは、正相と逆相がノンオーバーラップの関係にある PWM 波形を三相出力します。ノンオーバーラップ時間 (短絡防止期間) を持たない PWM 波形出力の設定も可能です。相補 PWM モードの PWM 出力端子は、TIOC3B, TIOC3D, TIOC4A, TIOC4B, TIOC4C, TIOC4D 端子です。また TIOC3A 端子は PWM 周期に同期したトグル出力として使用することが可能です。

図 3 に、相補 PWM モード設定時のマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) のチャンネル 3, 4 の構成を示します。



相補 PWM モード設定時のチャンネル 3, チャンネル 4 のレジスタ機能を示します。

- タイマジェネラルレジスタ A<sub>3</sub> (TGRA<sub>3</sub>) は, コンペアレジスタとして動作します。TGRA<sub>3</sub> には, TCNT<sub>3</sub> の上限値を設定 (キャリア周期の 1/2 + デッドタイム) します。また, タイマ動作中に本レジスタ値を変更する場合は, タイマジェネラルレジスタ C<sub>3</sub> (TGRC<sub>3</sub>) に変更値を設定します。
- タイマジェネラルレジスタ B<sub>3</sub> (TGRB<sub>3</sub>) は, コンペアレジスタとして動作します。TGRB<sub>3</sub> には, TIOC3B, TIOC3D 端子から出力する PWM 波形のデューティを設定します。また, タイマ動作中に本レジスタ値を変更する場合は, タイマジェネラルレジスタ D<sub>3</sub> (TGRD<sub>3</sub>) に変更値を設定します。
- タイマジェネラルレジスタ C<sub>3</sub> (TGRC<sub>3</sub>) は, TGRA<sub>3</sub> のバッファレジスタとして動作します。タイマ動作中は, TGRC<sub>3</sub> の設定値が TGRA<sub>3</sub> に反映されます。
- タイマジェネラルレジスタ D<sub>3</sub> (TGRD<sub>3</sub>) は, TGRB<sub>3</sub> のバッファレジスタとして動作します。タイマ動作中は, TGRD<sub>3</sub> の設定値が TGRB<sub>3</sub> に反映されます。
- タイマジェネラルレジスタ A<sub>4</sub> (TGRA<sub>4</sub>) は, コンペアレジスタとして動作します。TGRA<sub>4</sub> には, TIOC4A, TIOC4C 端子から出力する PWM 波形のデューティを設定します。また, タイマ動作中に本レジスタ値を変更する場合は, タイマジェネラルレジスタ C<sub>4</sub> (TGRC<sub>4</sub>) に変更値を設定します。
- タイマジェネラルレジスタ B<sub>4</sub> (TGRB<sub>4</sub>) は, コンペアレジスタとして動作します。TGRB<sub>4</sub> には, TIOC4B, TIOC4D 端子から出力する PWM 波形のデューティを設定します。また, タイマ動作中にレジスタ値を変更する場合は, タイマジェネラルレジスタ D<sub>4</sub> (TGRD<sub>4</sub>) に変更値を設定します。
- タイマジェネラルレジスタ C<sub>4</sub> (TGRC<sub>4</sub>) は, TGRA<sub>4</sub> のバッファレジスタとして動作します。タイマ動作中は, TGRC<sub>4</sub> の設定値が TGRA<sub>4</sub> に反映されます。
- タイマジェネラルレジスタ D<sub>4</sub> (TGRD<sub>4</sub>) は, TGRB<sub>4</sub> のバッファレジスタとして動作します。タイマ動作中は, TGRD<sub>4</sub> の設定値が TGRB<sub>4</sub> に反映されます。
- テンポラリレジスタ 1, 2, 3 (Temp1, 2, 3) は, バッファレジスタとコンペアレジスタの間にあります。バッファレジスタに書き込んだデータは, テンポラリレジスタに転送され, コンペアレジスタへと転送されます。テンポラリレジスタは, CPU からアクセスできません。
- タイマカウンタ<sub>3</sub> (TCNT<sub>3</sub>) は, 16 ビットのカウンタです。TCNT<sub>3</sub> は, TGRA<sub>3</sub> とのコンペアマッチでダウンカウントとなり, タイマデッドタイムデータレジスタ (TDDR) とのコンペアマッチでアップカウントとなります。
- タイマカウンタ<sub>4</sub> (TCNT<sub>4</sub>) は, 16 ビットのカウンタです。TCNT<sub>4</sub> は, タイマ周期データレジスタ (TCDR) とのコンペアマッチでダウンカウントとなり, H'0000 になるとアップカウントとなります。
- タイマデッドタイムデータレジスタ (TDDR) は, 16 ビットのリード/ライト可能なレジスタです。TDDR には, PWM 波形のデッドタイムを設定します。
- タイマ周期データレジスタ (TCDR) は, 16 ビットのレジスタです。TCDR には, PWM キャリア周期の 1/2 の値を設定します。
- タイマ周期バッファレジスタ (TCBR) は, TCDR のバッファレジスタとして動作します。タイマ動作中は, TCBR の設定値が TCDR に反映されます。



## 2.2 参考プログラムの動作

### 2.2.1 参考プログラムの動作設定

本応用例では、マルチファンクションタイムパルスユニット 2 (MTU2) のチャンネル 3、およびチャンネル 4 を相補 PWM モード 3 に設定し、三相の相補 PWM 波形の出力を行います。また、PWM キャリア周期に同期したトグル出力を行います。表 3 に、本応用例の相補 PWM モード動作の設定条件を示します。また、図 4 に相補 PWM モード時の出力波形例を示します。

表 3 相補 PWM モード動作の設定

項目	内容
使用チャンネル	チャンネル 3, チャンネル 4
動作モード	相補 PWM モード 3 (カウンタの山/谷でデータ転送)
端子機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TIOC3A 端子: PWM 周期に同期したトグル出力</li> <li>• TIOC3B 端子: PWM 出力 1 (正相波形)</li> <li>• TIOC3D 端子: PWM 出力 1' (PWM 出力 1 の逆相波形)</li> <li>• TIOC4A 端子: PWM 出力 2 (正相波形)</li> <li>• TIOC4C 端子: PWM 出力 2' (PWM 出力 2 の逆相波形)</li> <li>• TIOC4B 端子: PWM 出力 3 (正相波形)</li> <li>• TIOC4D 端子: PWM 出力 3' (PWM 出力 3 の逆相波形)</li> </ul>
アクティブレベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 正相出力: アクティブロー出力</li> <li>• 逆相出力: アクティブロー出力</li> </ul>
カウンタクロック	10 MHz (Pφクロックを 4 分周)
PWM キャリア周期	400 μs (キャリア周波数: 2.5 kHz)
短絡防止期間	4 μs
PWM デューティ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PWM 出力 1, 2, 3 の初期出力は、PWM デューティ 50%</li> <li>• TGRA_3 の割り込み発生ごとに PWM デューティを更新 (設定値のインクリメント、またはデクリメント) します。</li> </ul>
割り込み	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TGRA_3 のコンペアマッチ割り込み TGRA_3 のコンペアマッチは PWM キャリア周期ごとに発生します。</li> </ul>

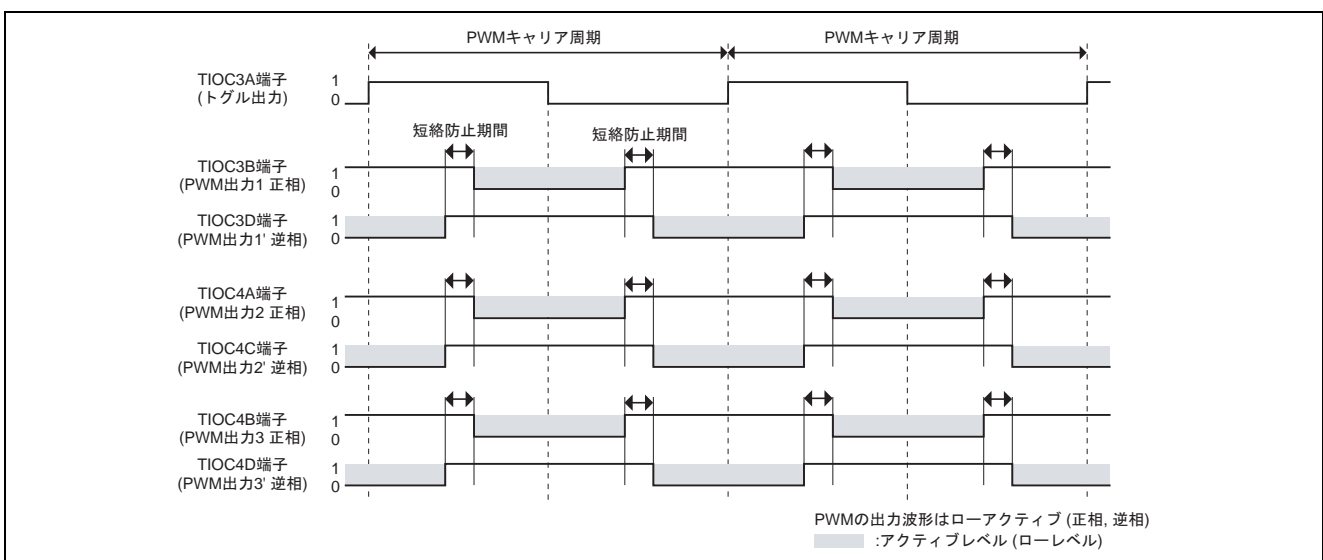


図 4 相補 PWM モード動作時の出力波形

2.2.2 参考プログラムの動作説明

(1) タイマカウンタの動作

図 5 に相補 PWM モード設定時のタイマカウンタの動作を示します。チャンネル 3, チャンネル 4 の TCNT\_3, TCNT\_4 カウンタは、アップダウンのカウンタ動作を行います。TCNT\_3 カウンタの初期値は、TDDR レジスタと同じ値を設定します。また、TCNT\_4 の初期値は H'0000 を設定します。タイマカウンタの動作開始は、チャンネル 3, 4 を同時に行います。

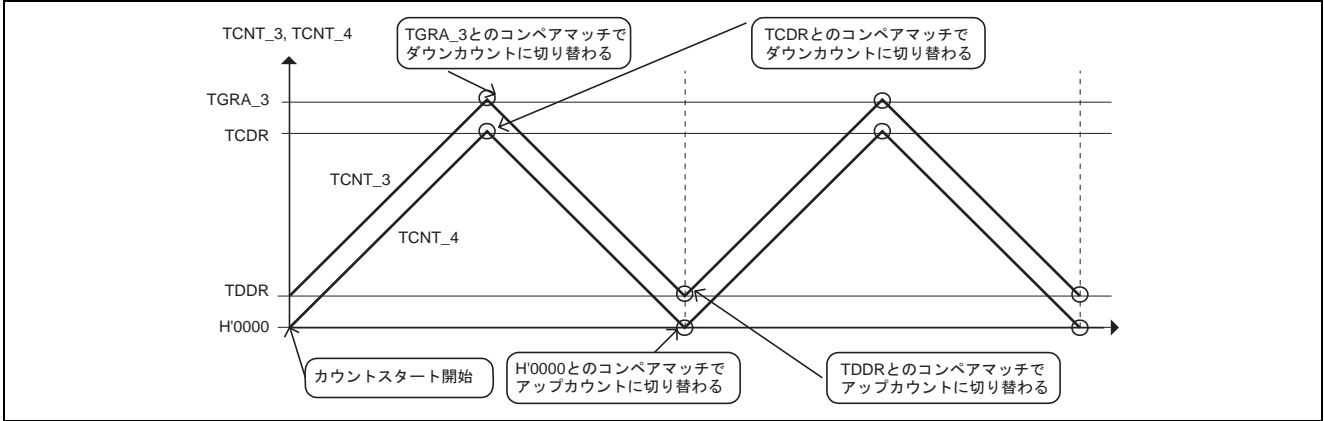


図 5 タイマカウンタの動作

(2) PWM 出力波形

3 相の相補 PWM 出力波形は、タイマカウンタ (TCNT\_3, TCNT\_4) とコンペアレジスタ (TGRB\_3, TGRA\_4, TGRB\_4) とのコンペアマッチで制御します。これらのレジスタとカウンタが一致するとタイマアウトコントロールレジスタ (TOCR) の OLSN, OLSP ビットで設定した値が、正相出力および逆相出力から出力されます。

図 6 に相補 PWM の 1 相 (正相, 逆相) 分の出力波形を示しています。正相および逆相の出力信号は、タイマカウンタ (TCNT\_3, TCNT\_4) とコンペアレジスタ (TGRB\_3) とのコンペアマッチで制御します。

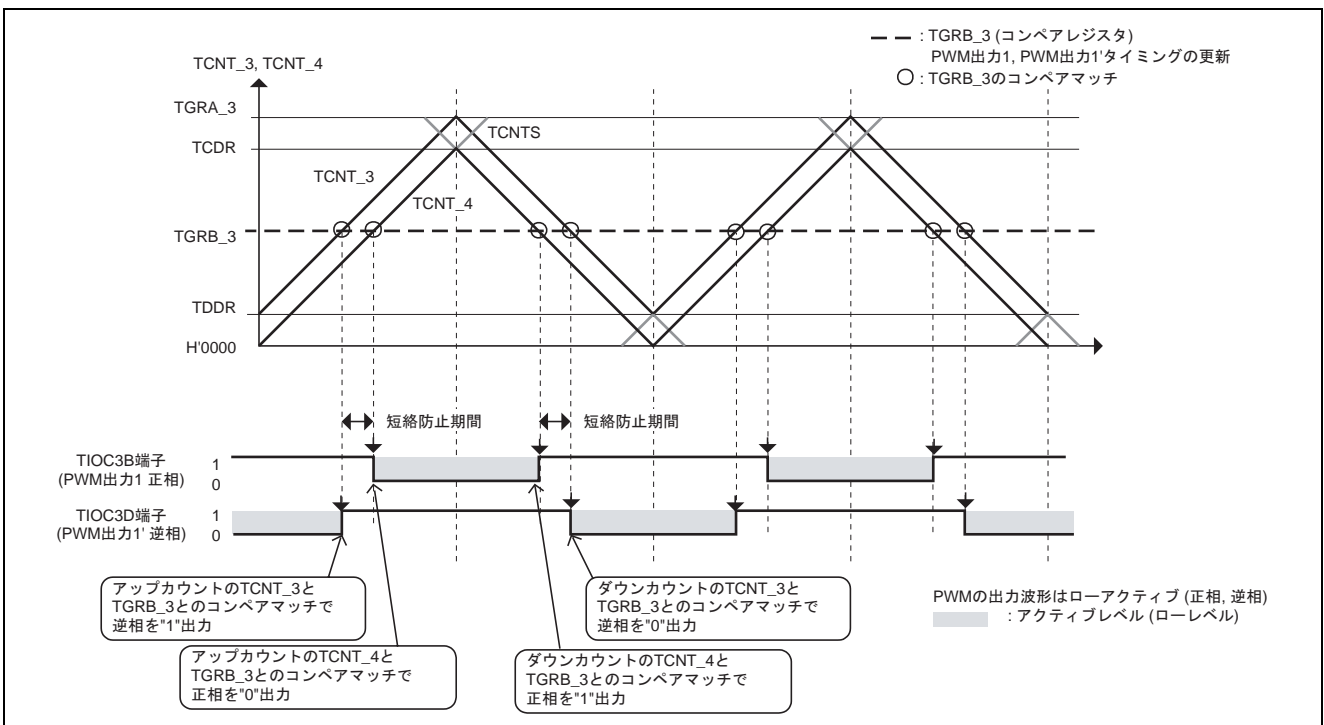


図 6 相補 PWM の出力波形

(3) PWM デューティの変更

図7にPWMデューティの更新タイミングを示します。参考プログラムでは、TGRA\_3のコンペアマッチ割り込み処理(カウンタの山側の割り込み)でPWMデューティ設定値をインクリメントまたはデクリメントしてからレジスタ設定を行います。PWMデューティの更新は、3本のバッファレジスタTGRD\_3、TGRD\_4、TGRD\_4を使用します。

なお、デューティを変更するときは、必ずTGRD\_4を最後に設定してください。TGRD\_4のデータを更新しない場合も、更新するレジスタのデータを書き込んだ後、必ずTGRD\_4に書き込み動作を行ってください。

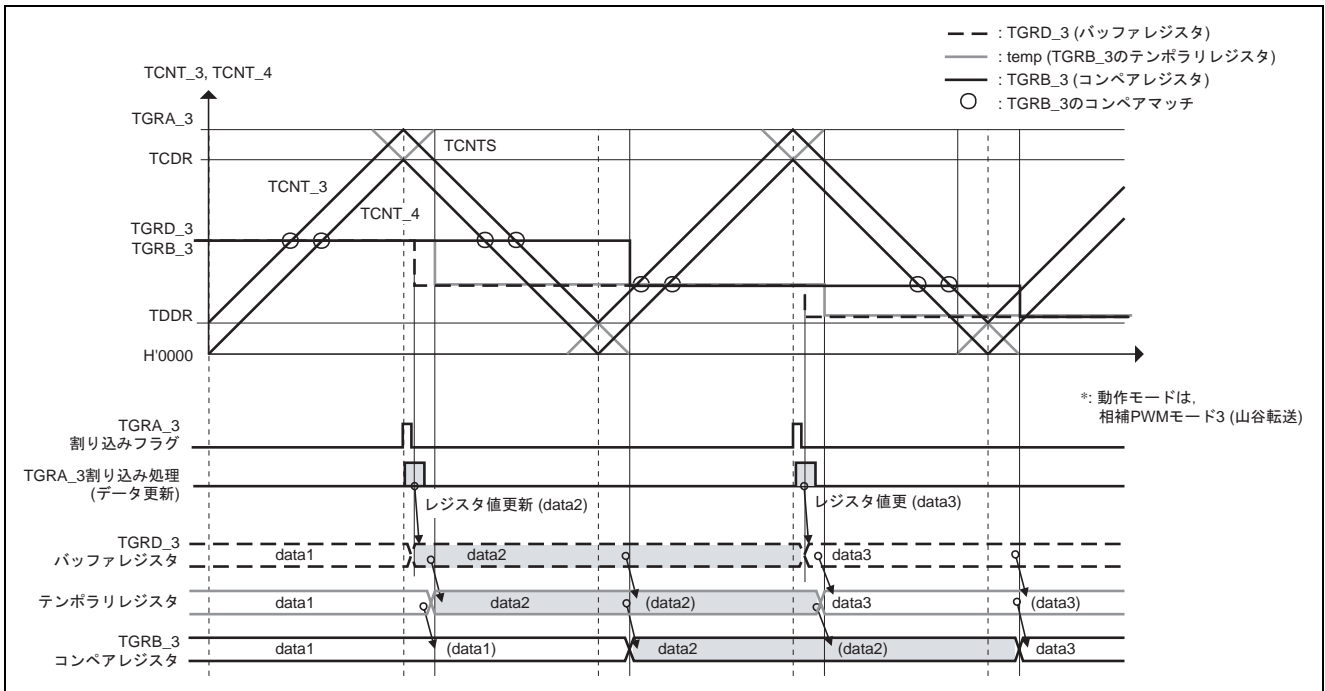


図7 PWM デューティの更新タイミング

(4) PWM 周期に同期したトグル出力

図8にPWM周期に同期したトグル出力の動作を示します。タイマアウトプットコントロールレジスタ(TOCR)のPSYEビットを1にセットして、PWMキャリア周期に同期したトグル出力を行います。トグル出力端子は、TIOC3A端子です。初期出力は1出力です。

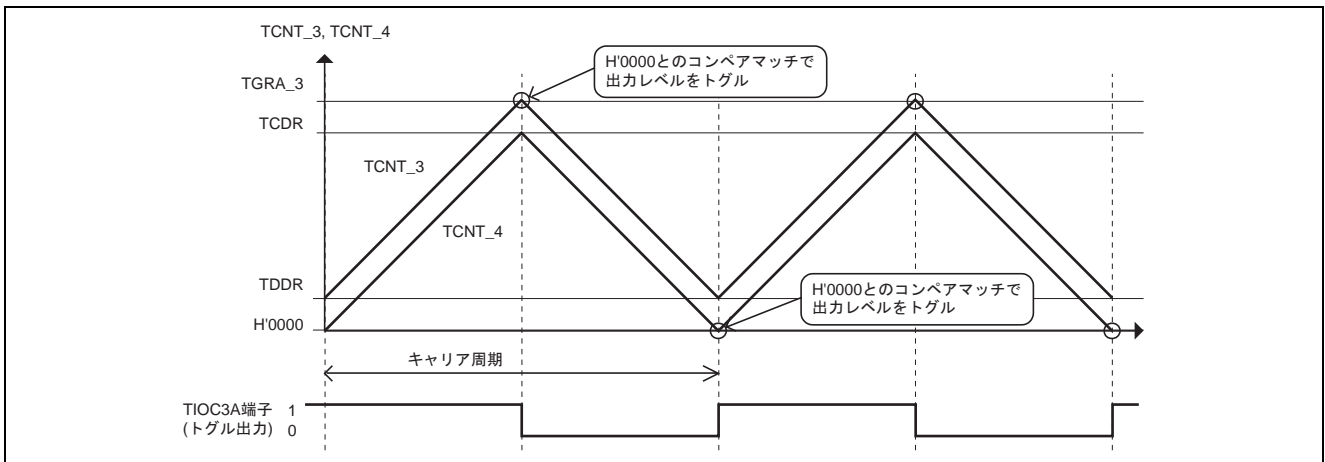


図8 PWM 周期に同期したトグル出力動作

### 2.2.3 任意の PWM デューティの出力例

表 4 に PWM デューティの設定値と、そのときの正相出力、および逆相出力の波形の関係について、一相分の正相と逆相の出力動作を示します。

相補 PWM モードでは、コンペアレジスタ (TGRB\_3) の値が、H'0000 のとき、正相出力はベタ ON 状態、逆相出力はベタ OFF 状態になり出力レベルが固定されます。また、コンペアレジスタ (TGRB\_3) の値が、TGRA\_3 レジスタの設定値と同等かそれ以上の値のとき、正相出力はベタ OFF 状態、逆相出力はベタ ON 状態になり、出力レベルが固定されます。図 9、図 10 に正相、逆相の出力波形例を示します。

なお、PWM デューティを変更する際は、設定値をコンペアレジスタに直接設定せずに、必ず設定値はバッファレジスタに設定して、バッファレジスタ経由でコンペアレジスタを更新してください。

表 4 PWM デューティ設定と出力波形例

TGRB_3 レジスタの値	出力波形 <sup>*1</sup>		波形図
	正相出力 (TIOC3B 端子)	逆相出力 (TIOC3D 端子)	
$TGRB_3 \geq TGRA_3$	ベタ OFF 状態 (High)	ベタ ON 状態 (Low)	図 9 (a)
TGRA_3 ~ TCDR の間	ベタ OFF 状態 (High)	OFF 波形が出力されず。 (パルス状)	—
$TGRB_3 = TCDR$	ベタ OFF 状態 (High)	OFF 波形を出力 (短絡防止期間の 2 倍の幅)	図 9 (b)
(TCDR - Td) ~ TCDR の間	ON 波形が出力されず。 (パルス状)	OFF 波形を出力	—
$TGRB_3 = (TCDR - Td)$	ON 波形を出力 (短絡防止期間の 2 倍の幅)	OFF 波形を出力 (短絡防止期間の 4 倍の幅)	図 9 (c)
(TDDR × 2) ~ (TCDR - Td) の間	相補 PWM 波形出力		—
$TGRB_3 = (TDDR \times 2)$	OFF 波形を出力 (短絡防止期間の 4 倍の幅)	ON 波形を出力 (短絡防止期間の 2 倍の幅)	図 10 (a)
TDDR ~ (TDDR × 2) の間	OFF 波形を出力	ON 波形が出力されず。 (パルス状)	—
$TGRB_3 = TDDR$	OFF 波形を出力 (短絡防止期間の 2 倍の幅)	ベタ OFF 状態 (High)	図 10 (b)
H'0000 ~ TDDR の間	OFF 波形が出力されず。 (パルス状)	ベタ OFF 状態 (High)	—
$TGRB_3 = H'0000$	ベタ ON 状態 (Low)	ベタ OFF 状態 (High)	図 10 (c)

【注】 1. PWM 出力のアクティブレベルはローレベルの設定です。相補 PWM 出力の一相分 (正相、逆相) の例です。

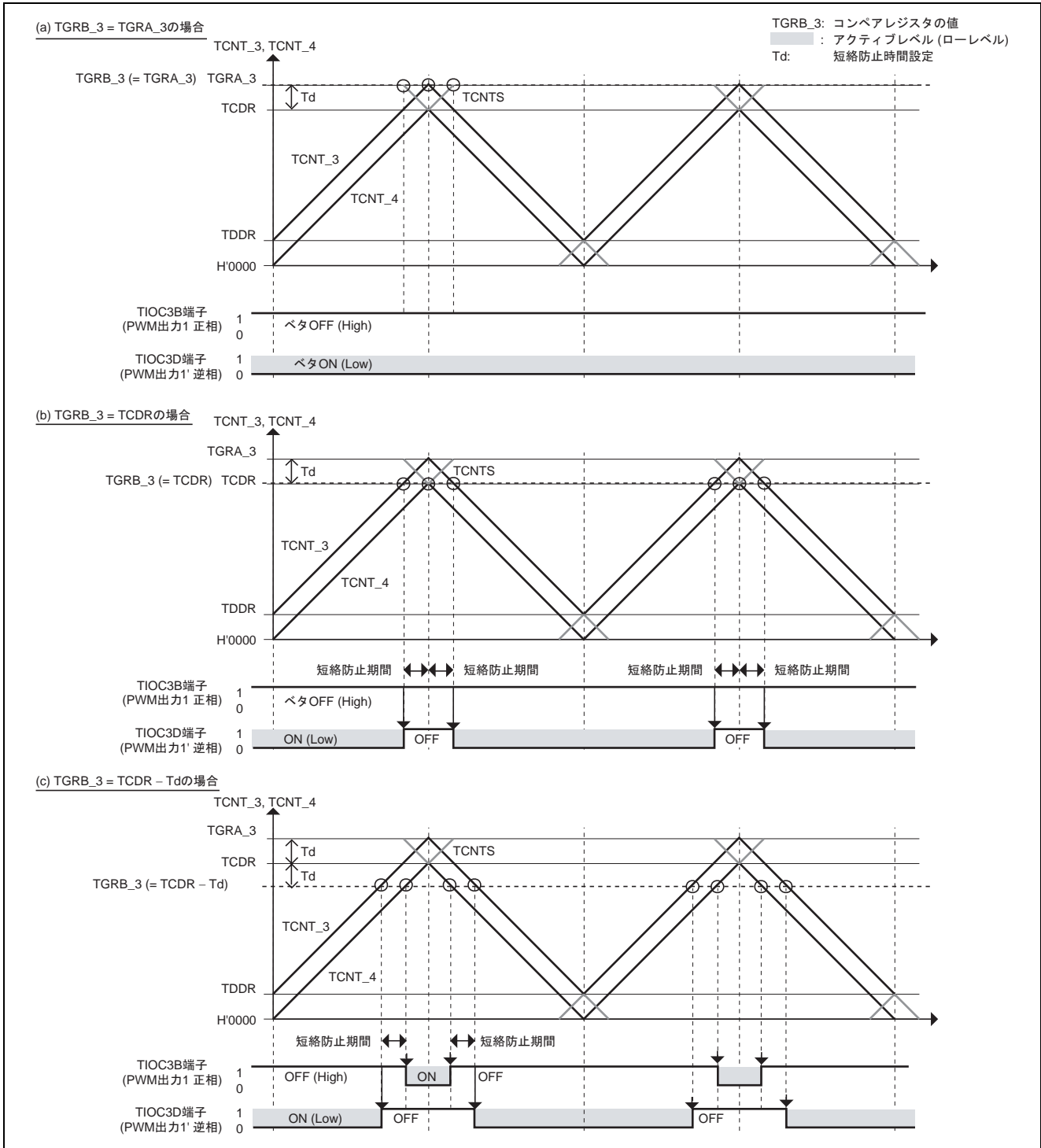


図 9 PWM 波形の出力例 (1)

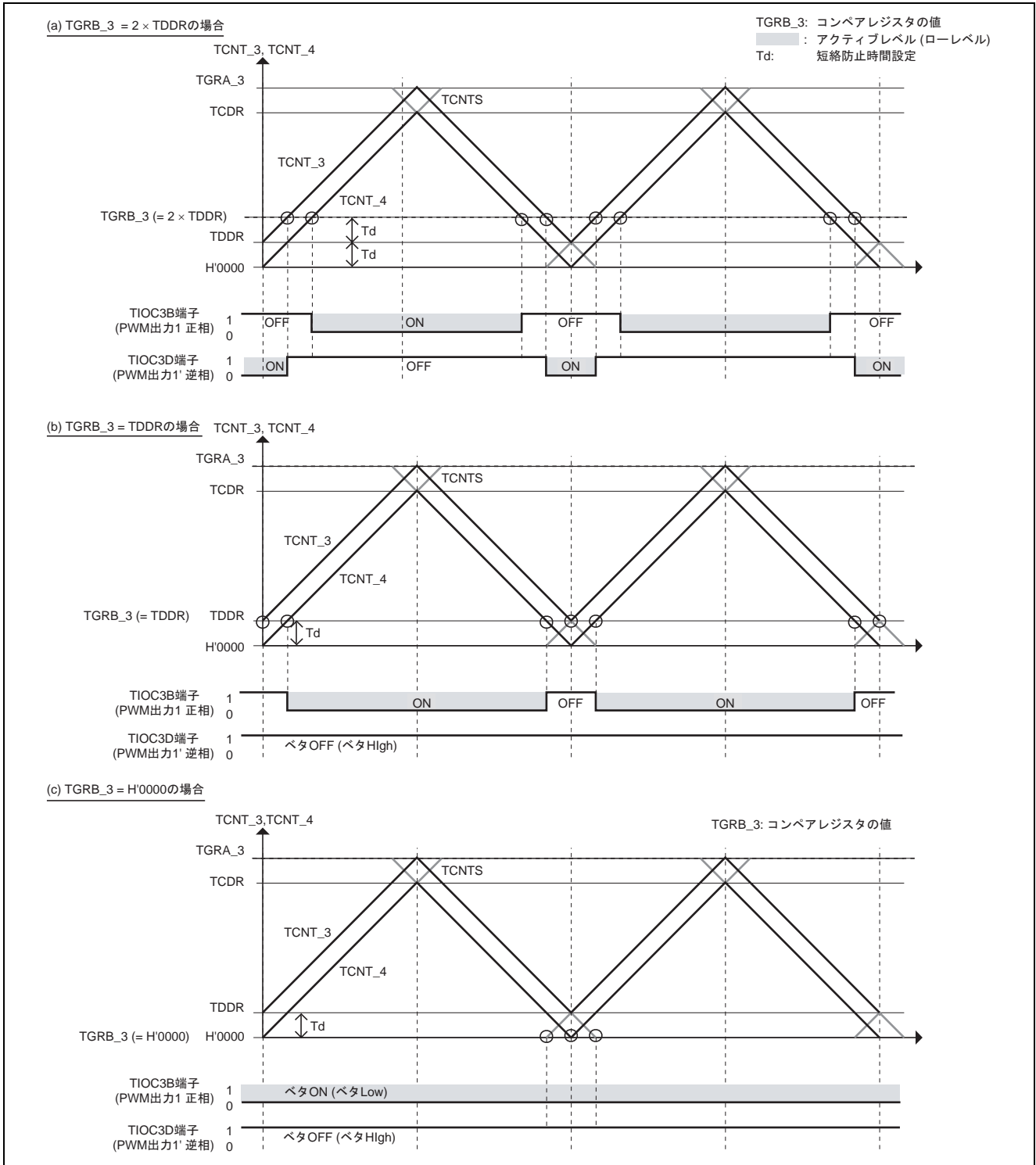


図 10 PWM 波形の出力例 (2)

## 2.3 参考プログラム構成

### 2.3.1 使用関数

表 5 に参考プログラムで使用するモジュールを示します。

表 5 使用モジュール

モジュール名	ラベル	機能
メイン関数	main ()	各モジュールの初期設定の実行, およびマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) のタイマのスタートを設定。
スタンバイ設定関数	stbcr_init ()	MTU2 のモジュールスタンバイの解除設定。
MTU2 初期設定関数	mtu2_init ()	MTU2 (チャンネル 3, 4) の初期設定。 チャンネル 3, 4 を相補 PWM モード 3 に設定。
PFC 初期設定関数	pfc_init ()	ピンファンクションコントローラ (PFC) の初期設定。 MTU2 関連の端子をタイマ端子機能に設定。
TGRA_3 割り込み関数	int_mtu2_tgia3 ()	MTU2 (チャンネル 3) の TGRA_3 コンペアマッチ割り込み処理。三相の PWM デューティの設定値を更新。 割り込みは PWM のキャリア周期 (400 $\mu$ s) ごとに発生します。

### 2.3.2 使用変数

表 6 に参考プログラムで使用する変数を示します。

表 6 使用変数

ラベル名	機能	使用モジュール
Dead_time	デッドタイムの設定値 (TDDR レジスタの設定値)	mtu2_init ()
C_cycle	PWM キャリア周期の 1/2 の値 (TCBR レジスタの設定値)	
Pul_cycle	PWM キャリア周期の 1/2 + デッドタイムの値 (TGRC_3 レジスタの設定値)	
Pul_pwm_duty1	PWM1 出力 (TIOC3B 端子, TIOC3D 端子) の PWM デューティ設定値 (TGRD_3 レジスタの設定値)	mtu2_init () int_mtu2_tgia3 ()
Pul_pwm_duty2	PWM2 出力 (TIOC4A 端子, TIOC4C 端子) の PWM デューティ設定値 (TGRC_4 レジスタの設定値)	
Pul_pwm_duty3	PWM3 出力 (TIOC4B 端子, TIOC4D 端子) の PWM デューティ設定値 (TGRD_4 レジスタの設定値)	

## 2.4 使用機能の設定手順

参考プログラムの処理フローを示します。

### 2.4.1 メイン関数

図 11 にメイン関数の処理フローを示します。

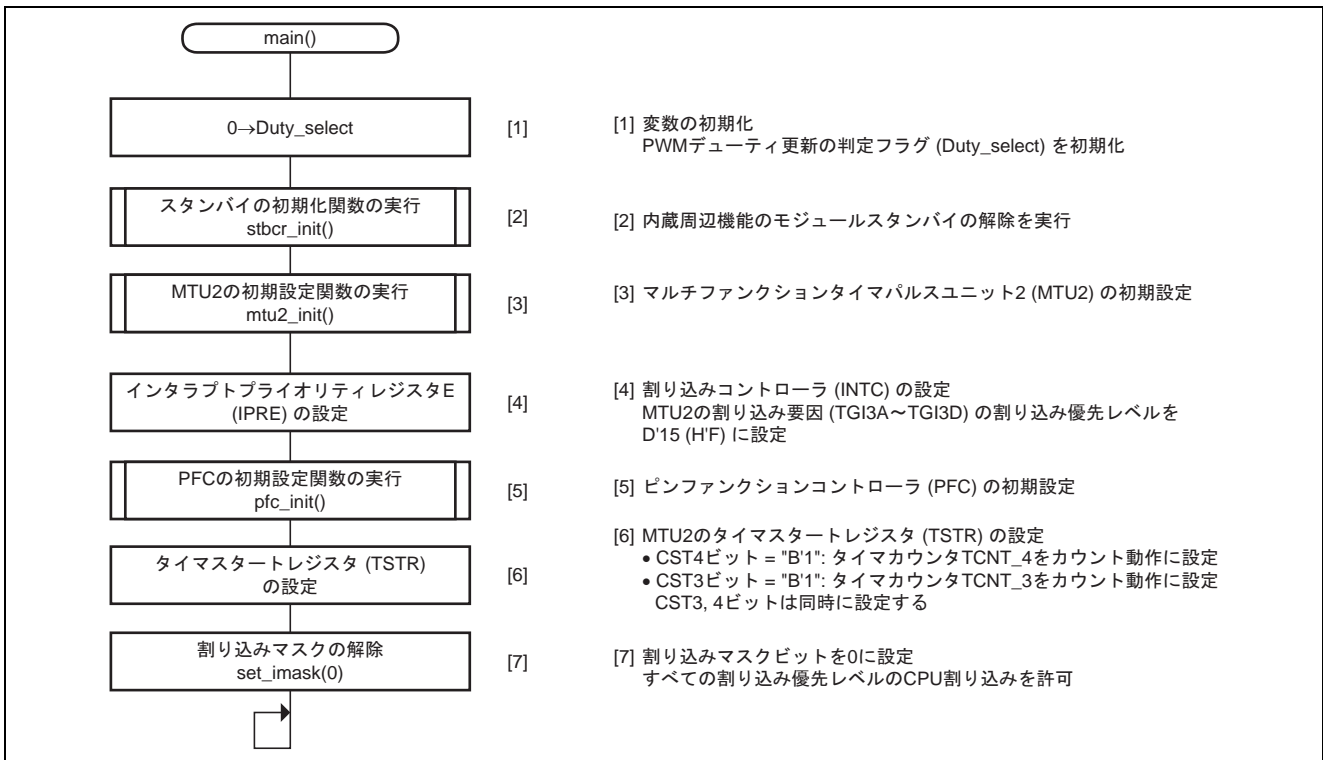


図 11 メイン関数の処理

### 2.4.2 スタンバイの初期設定

図 12 にスタンバイの初期設定の処理フローを示します。

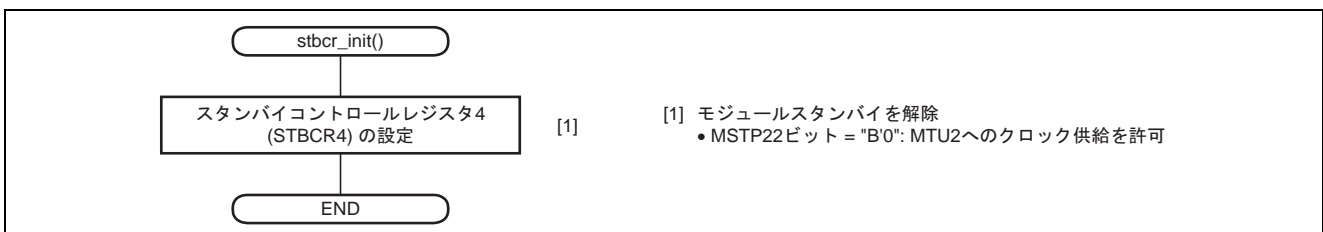


図 12 スタンバイの初期設定



2.4.3 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の初期設定

図 13 にマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の初期設定の処理フローを示します。チャンネル 3, チャンネル 4 を相補 PWM モード 3 に設定します。



図 13 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) の初期設定

2.4.4 ピンファンクションコントローラ (PFC) の初期設定

図 14 にピンファンクションコントローラ (PFC) の初期設定の処理フローを示します。

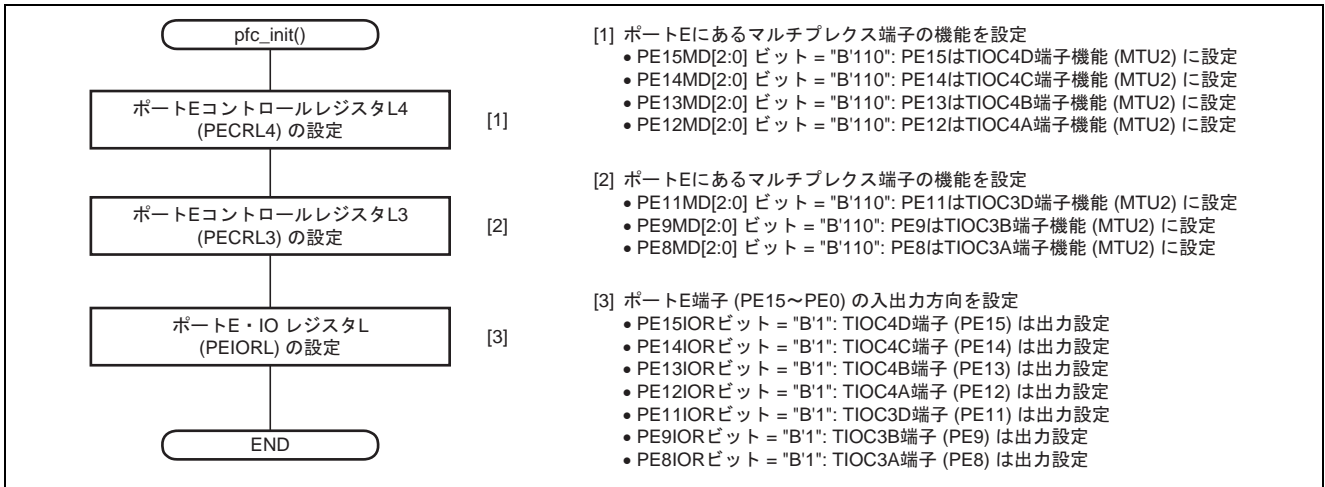


図 14 ピンファンクションコントローラ (PFC) の初期設定

2.4.5 コンペアマッチ割り込み処理

図 15 に MTU2 のコンペアマッチ割り込み (TGRA\_3) の処理フローを示します。

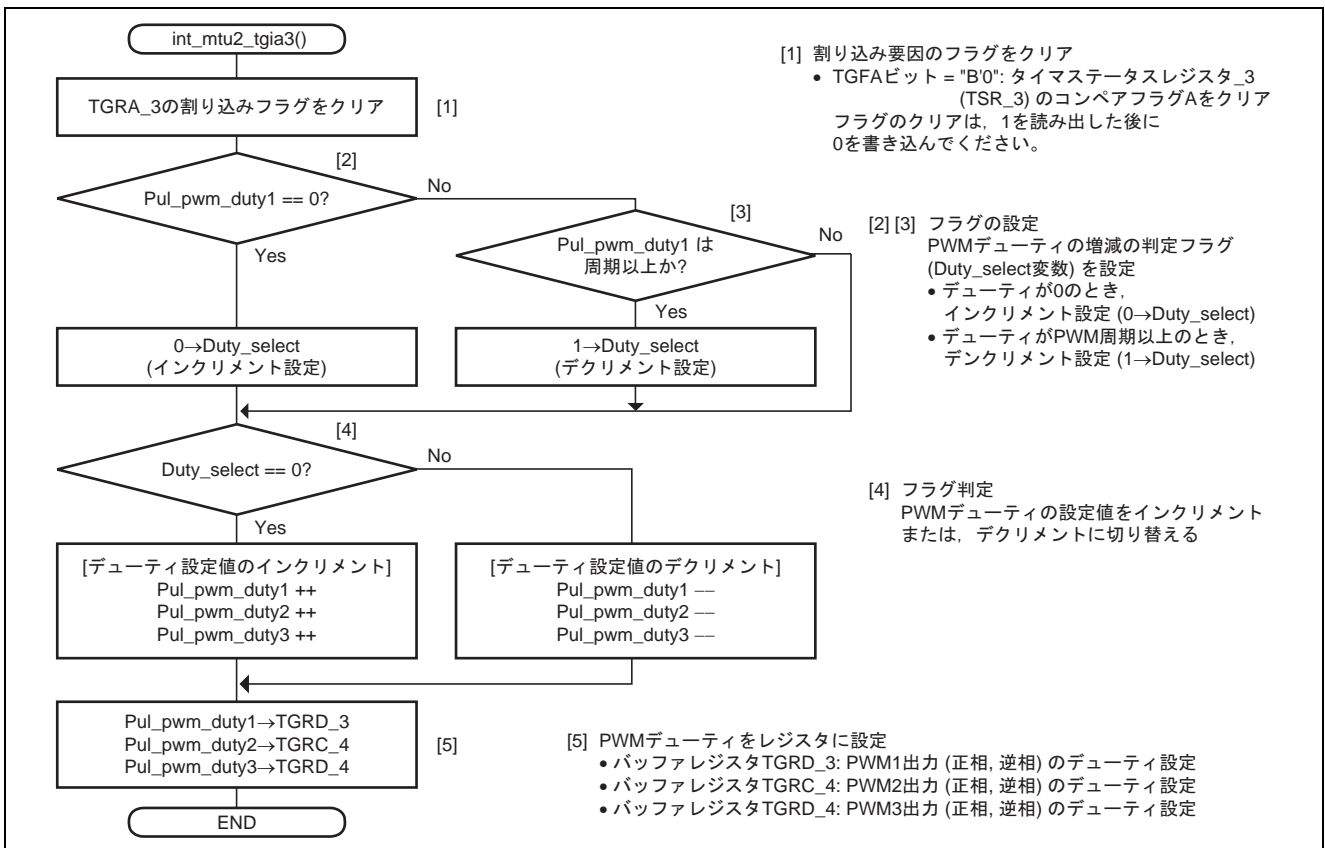


図 15 割り込み処理

## 2.5 参考プログラムのレジスタ設定

参考プログラムで使用するレジスタの設定値を示します。

### 2.5.1 クロックパルス発振器 (CPG)

表 7 にクロックパルス発振器 (CPG) のレジスタ設定を示します。

表 7 クロックパルス発振器 (CPG)

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
周波数制御レジスタ (FRQCR)	H'FFFFE800	H'0241	動作周波数の分周率を指定 <ul style="list-style-type: none"> <li>● IFC[2:0] = "B'000": × 1, 内部クロック (Iφ)</li> <li>● BFC[2:0] = "B'001": × 1/2, バスクロック (Bφ)</li> <li>● PFC[2:0] = "B'001": × 1/2, 周辺クロック (Pφ)</li> <li>● MIFC[2:0] = "B'000": × 1, MTU2S クロック (MIφ)</li> <li>● MPFC[2:0] = "B'001": × 1/2, MTU2 クロック (MPφ)</li> </ul>

### 2.5.2 低消費電力モード

表 8 に低消費電力モードのレジスタ設定を示します。

表 8 低消費電力モード

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
スタンバイコントロールレジスタ 4 (STBCR4)	H'FFFFE808	H'BF	各モジュールの動作を設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>● MSTP23 = "B'1": MTU2S へのクロック供給を停止</li> <li>● MSTP22 = "B'0": MTU2 は動作</li> <li>● MSTP21 = "B'1": CMT へのクロック供給を停止</li> <li>● MSTP20 = "B'1": A/D_1 へのクロック供給を停止</li> <li>● MSTP19 = "B'1": A/D_0 へのクロック供給を停止</li> </ul>

## 2.5.3 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)

表 9 にマルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2) のレジスタ設定を示します。

表 9 マルチファンクションタイマパルスユニット 2 (MTU2)

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
タイマコントロール レジスタ_3 (TCR_3)	H'FFFC200	H'01	TCNT の制御内容を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● CCLR[2:0] = "B'000": TCNT のクリア禁止</li> <li>● CKEG[1:0] = "B'00": 立ち上がりエッジでカウント</li> <li>● TPSC[2:0] = "B'001": TCNT は内部クロック Pφ/4 でカウント</li> </ul>
タイマコントロール レジスタ_4 (TCR_4)	H'FFFC201	H'01	TCNT の制御内容を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● CCLR[2:0] = "B'000": TCNT のクリア禁止</li> <li>● CKEG[1:0] = "B'00": 立ち上がりエッジでカウント</li> <li>● TPSC[2:0] = "B'001": TCNT は内部クロック Pφ/4 でカウント</li> </ul>
タイマカウンタ_3 (TCNT_3)	H'FFFC210	D'40	16 ビットのカウンタ。 相補 PWM モードでは、タイマデッドタイムデータレジスタ (TDDR) の設定値と同じ値を初期値として設定する。
タイマカウンタ_4 (TCNT_4)	H'FFFC212	H'0000	16 ビットのカウンタ。 初期値は"H'0000"に設定する。
タイマジェネラル レジスタ A_3 (TGRA_3)	H'FFFC218	D'2040	相補 PWM モードでは、TCNT_3 の上限値 (キャリア周期の 1/2 + デッドタイム) を設定。
タイマジェネラル レジスタ C_3 (TGRC_3)	H'FFFC224		相補 PWM モードでは、TGRA_3 のバッファレジスタ。 初期設定では TGRA_3 レジスタと同じ値を設定。
タイマジェネラル レジスタ B_3 (TGRB_3)	H'FFFC21A	D'1020	相補 PWM モードでは、PWM 出力 1 のコンペアレジスタ。 PWM デューティを設定 (初期出力値)。
タイマジェネラル レジスタ D_3 (TGRD_3)	H'FFFC226		相補 PWM モードでは、TGRB_3 のバッファレジスタ。 初期設定では TGRB_3 レジスタと同じ値を設定。 PWM デューティの更新値は本レジスタに設定。
タイマジェネラル レジスタ A_4 (TGRA_4)	H'FFFC21C	D'1020	相補 PWM モードでは PWM 出力 2 のコンペアレジスタ。 PWM デューティを設定 (初期出力値)。
タイマジェネラル レジスタ C_4 (TGRC_4)	H'FFFC228		相補 PWM モードでは TGRA_4 のバッファレジスタ。 初期設定では TGRA_4 レジスタと同じ値を設定。 PWM デューティの更新値は本レジスタに設定。
タイマジェネラル レジスタ B_4 (TGRB_4)	H'FFFC21E	D'1020	相補 PWM モードでは PWM 出力 3 のコンペアレジスタ。 PWM デューティを設定 (初期出力値)。
タイマジェネラル レジスタ D_4 (TGRD_4)	H'FFFC22A		相補 PWM モードでは TGRB_4 のバッファレジスタ。 初期設定では TGRB_4 レジスタと同じ値を設定。 PWM デューティの更新値は本レジスタに設定。
タイマデッドタイムデータ レジスタ (TDDR)	H'FFFC216	D'40	相補 PWM モード時のみ使用される 16 ビットのレジスタ。 TCNT_4 と TCNT_3 のオフセット値 (デッドタイムの値) を設定。

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
タイマ周期データ レジスタ (TCDR)	H'FFFC214	D'2000	相補 PWM モード時のみ使用されるレジスタ。 TCNT_4 の上限値 (キャリア周期の 1/2) を設定。
タイマ周期バッファ レジスタ (TCBR)	H'FFFC222		相補 PWM モード時のみ使用されるレジスタ。 TCDR レジスタのバッファレジスタ。 TCDR レジスタと同じ値を設定。
タイマアウトプット コントロールレジスタ 1 (TOCR1)	H'FFFC20E	H'40	相補 PWM モード時の出力動作の設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● PSYE = "B'1": PWM 周期に同期したトグル出力の許可</li> <li>● TOCL = "B'0": TOCS ビット, OLSN ビット, OLSP ビットへの書き込みを許可</li> <li>● TOCS = "B'0": TOCR1 の設定を有効にする</li> <li>● OLSN = "B'0": 相補 PWM モード時, 逆相の出力レベルを選択 初期出力 = High, アクティブレベル = Low</li> <li>● OLSP = "B'0": 相補 PWM モード時, 正相の出力レベルを選択 初期出力 = High, アクティブレベル = Low</li> </ul>
タイマモード レジスタ_3 (TMDR_3)	H'FFFC202	H'3F	動作モードを設定 (チャンネル 3)。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● BFB = "B'1": TGRB と TGRD はバッファ動作</li> <li>● BFA = "B'1": TGRA と TGRC はバッファ動作</li> <li>● MD[3:0] = "B'1111": 相補 PWM モード 3 (山/谷で転送)</li> </ul>
タイマモード レジスタ_4 (TMDR_4)	H'FFFC203	—	動作モードを設定 (チャンネル 4)。 【注】 チャンネル 3 を相補 PWM モードに設定した場合, チャンネル 4 の設定は無効となり自動的にチャンネル 3 の設定に従います。設定は行わず, 初期値のままにしてください。
タイマアウトプット マスタイネーブル レジスタ (TOER)	H'FFFC20A	H'FF	MTU2 出力端子の出力設定の許可/禁止を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● OE4D = "B'1": TIOC4D 端子の MTU2 出力を許可</li> <li>● OE4C = "B'1": TIOC4C 端子の MTU2 出力を許可</li> <li>● OE3D = "B'1": TIOC3D 端子の MTU2 出力を許可</li> <li>● OE4B = "B'1": TIOC4B 端子の MTU2 出力を許可</li> <li>● OE4A = "B'1": TIOC4A 端子の MTU2 出力を許可</li> <li>● OE3B = "B'1": TIOC3B 端子の MTU2 出力を許可</li> </ul>
タイマインタラプト イネーブルレジスタ_3 (TIER_3)	H'FFFC208	H'01	割り込み要求の許可, 禁止を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● TGIEA = "B'1": TGFA ビットによる割り込み要求 (TGIA) を許可</li> </ul>
タイマスタート レジスタ (TSTR)	H'FFFC280	H'C0	チャンネル 0 ~ 4 の TCNT の動作/停止を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● CST4 = "B'1": TCNT_4 はカウント動作</li> <li>● CST3 = "B'1": TCNT_3 はカウント動作</li> </ul> TCNT_2, TCNT_1, TCNT_0 はカウント停止 TCNT_4 と TCNT_3 のカウンタ動作のビット設定は同時に行ってください。

### 2.5.4 割り込みコントローラ (INTC)

表 10 に割り込みコントローラ (INTC) のレジスタ設定を示します。

表 10 割り込みコントローラ (INTC)

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
インタラプトプライオリティレジスタ E (IPRE)	H'FFFFE984	H'00F0	割り込みの優先順位 (レベル 0 ~ 15) を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bit 15-12 = "B'0000": MTU2 (TGIA_2, TGIB_2) 割り込みレベル = 0</li> <li>• Bit 11-8 = "B'0000": MTU2 (TCIV_2, TCIU_2) 割り込みレベル = 0</li> <li>• Bit 7-4 = "B'1111": MTU3 (TGIA_3 ~ TGID_3) 割り込みレベル = 15</li> <li>• Bit 3-0 = "B'0000": MTU3 (TCIV_3) 割り込みレベル = 0 本応用例では、TGIA_3 の割り込みを使用します。</li> </ul>

### 2.5.5 ピンファンクションコントローラ (PFC)

表 11 にピンファンクションコントローラ (PFC) のレジスタ設定を示します。

表 11 ピンファンクションコントローラ (PFC)

レジスタ名	アドレス	設定値	機能
ポート E コントロールレジスタ L4 (PECRL4)	H'FFFFD310	H'1111	ポート E のマルチプレクス端子の機能を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• PE15MD[2:0] = "B'001": PE15 は、TIOC4D 入出力 (MTU2)</li> <li>• PE14MD[2:0] = "B'001": PE14 は、TIOC4C 入出力 (MTU2)</li> <li>• PE13MD[1:0] = "B'01": PE13 は、TIOC4B 入出力 (MTU2)</li> <li>• PE12MD[2:0] = "B'001": PE12 は、TIOC4A 入出力 (MTU2)</li> </ul>
ポート E コントロールレジスタ L3 (PECRL3)	H'FFFFD312	H'1011	ポート E のマルチプレクス端子の機能を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• PE11MD[2:0] = "B'001": PE11 は、TIOC3D 入出力 (MTU2)</li> <li>• PE10MD[2:0] = "B'000": PE10 は、PE10 入出力 (ポート)</li> <li>• PE9MD[2:0] = "B'001": PE9 は、TIOC3B 入出力 (MTU2)</li> <li>• PE8MD[2:0] = "B'001": PE8 は、TIOC3A 入出力 (MTU2)</li> </ul>
ポート E・IO レジスタ L (PEIORL)	H'FFFFD306	H'FB00	ポート E の端子の入出力方向を設定。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• PE15IOR = "B'1": PE15 (TIOC4D) は、出力端子</li> <li>• PE14IOR = "B'1": PE14 (TIOC4C) は、出力端子</li> <li>• PE13IOR = "B'1": PE13 (TIOC4B) は、出力端子</li> <li>• PE12IOR = "B'1": PE12 (TIOC4A) は、出力端子</li> <li>• PE11IOR = "B'1": PE11 (TIOC3D) は、出力端子</li> <li>• PE10IOR = "B'0": PE10 (ポート) は、入力端子</li> <li>• PE9IOR = "B'1": PE9 (TIOC3B) は、出力端子</li> <li>• PE8IOR = "B'1": PE8 (TIOC3A) は、出力端子</li> <li>• PE7IOR から PE0IOR は、すべて "B'0" に設定: PE7 から PE0 は、すべて入力端子</li> </ul>

### 3. 参考ドキュメント

- ソフトウェアマニュアル  
SH-1/SH-2/SH-DSP ソフトウェアマニュアル (RJJ09B0228)  
(最新版はルネサス テクノロジのホームページから入手してください)
- ハードウェアマニュアル  
SH7137 グループ ハードウェアマニュアル (RJJ09B0392)  
(最新版はルネサス テクノロジの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 テクノロジホームページ

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

お問合せ先

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

[csc@renesas.com](mailto:csc@renesas.com)

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2009.06.03	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。



## 本資料ご利用に際しての留意事項

1. 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
2. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
3. 本資料に記載の製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替および外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続を行ってください。
4. 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、弊社ホームページ (<http://www.renesas.com>) などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
5. 本資料に記載した情報は、正確を期すため慎重に制作したのですが、万一本資料の記述の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、弊社はその責任を負いません。
6. 本資料に記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を流用する場合は、流用する情報を単独で評価するだけでなく、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
7. 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かしあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご照会ください。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
8. 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないでください。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
  - 1) 生命維持装置。
  - 2) 人体に埋め込み使用するもの。
  - 3) 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行うもの。
  - 4) その他、直接人命に影響を与えるもの。
9. 本資料に記載された製品のご使用につき、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
10. 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に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。弊社製品の故障または誤動作が生じた場合も人身事故、火災事故、社会的損害など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、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
11. 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
12. 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断りいたします。
13. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせ、その他お気付きの点等がございましたら弊社営業窓口までご照会ください。

D039444