

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、誤りが無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。

### SH7147 レゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータ制御

#### 1. 要約

本アプリケーションノートは、SH7147 に内蔵されている ADC\_0、MTU2S\_3,4、CMT\_0,1 を使用したレゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータ制御例で構成されており、ユーザにてソフトウェア設計、及びハードウェア設計の際、ご参考として役立てて頂けるようにまとめたものです。

尚、本アプリケーションノートに掲載されているプログラムは、動作確認を行っておりますが、実際にご使用になる場合は、必ず動作確認の上、ご使用くださいますようお願い致します。

#### 2. はじめに

##### 2.1 仕様

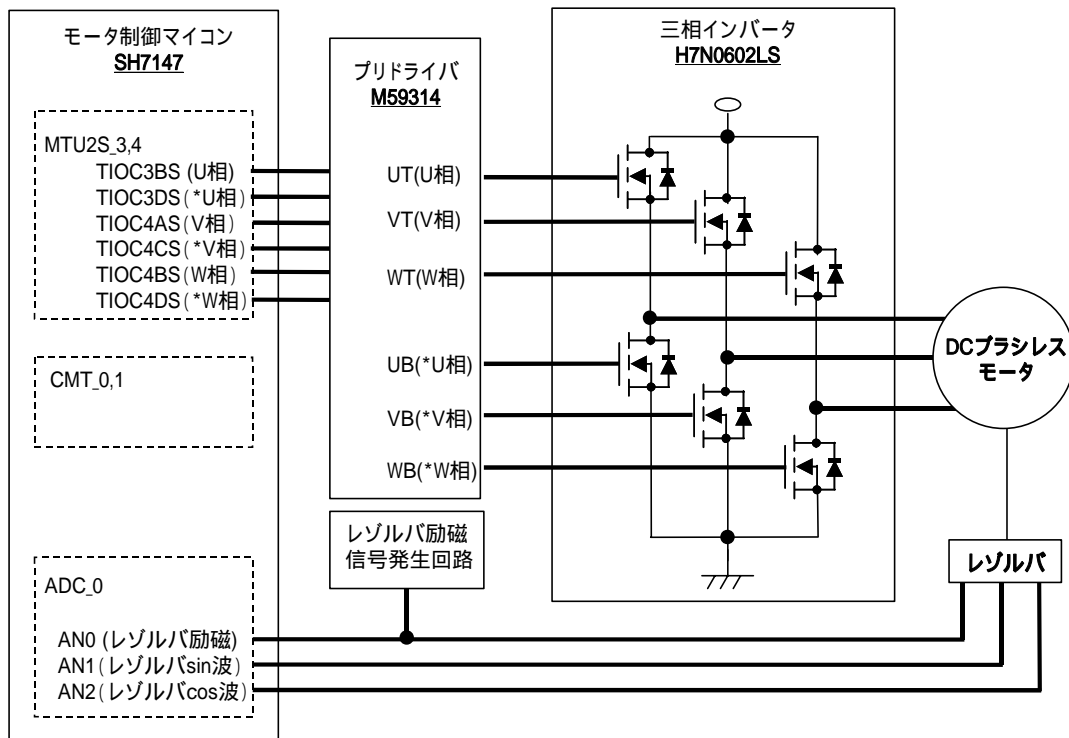
###### (1) システム構成仕様

図 1 に本制御例のシステム構成図を示します。

- ・モータ制御マイコンとして、SH7147 を使用します。
- ・インバータドライブ用昇圧プリドライバとして、M59314 を使用します。
- ・三相インバータとして、H7N0602LS (パワーMOS FET) を 6 個使用します。

###### (2) モータ制御仕様

- ・レゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータを 120° 通電駆動方式で制御します。
- ・レゾルバの出力信号を ADC\_0 でデジタル値に変換し、モータ位置を 30° 刻みで検出します。
- ・モータ位置に最適なモータ駆動波形を MTU2S から出力します (正相側レベル出力、逆相側 PWM 出力)。
- ・4[sec]毎にモータ回転方向を逆転させます。



注: \*U相、\*V相、\*W相は各相の逆相を示します。

図1 レゾルバ内蔵DCブラシレスモータ制御システム概要

## 2.2 使用機能

- ・ マルチファンクションタイマパルスユニット 2S チャンネル 3,4 (MTU2S\_3,4)
- ・ A/D 変換器 0 (ADC\_0)
- ・ コンペアマッチタイマ チャンネル 0,1 (CMT\_0,1)

## 2.3 適用条件

- ・ マイコン : SH7147(R5F71474AK64FPV)
- ・ 動作周波数 : 内部クロック 64MHz  
: バスクロック 32MHz  
: 周辺クロック 32MHz  
: MTU2S クロック 64MHz  
: MTU2 クロック 32MHz
- ・ C コンパイラ : ルネサステクノロジ製  
SuperH RISC engine ファミリ C/C++ コンパイラパッケージ  
Ver.9.00
- ・ コンパイルオプション : HEW でのデフォルト設定

## 2.4 関連アプリケーションノート

- ・ パワー-MOS FET アプリケーションノート

### 3. 制御例の説明

本制御例では、DC ブラシレスモータに内蔵されたレゾルバの出力信号を A/D 変換し、モータ位置を特定します。特定したモータ位置に最適なモータ駆動波形を MTU2S から出力し、DC ブラシレスモータを制御します。

#### 3.1 全体動作概要

レゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータを制御するため、SH7147 で使用する機能を示します (図 2)。

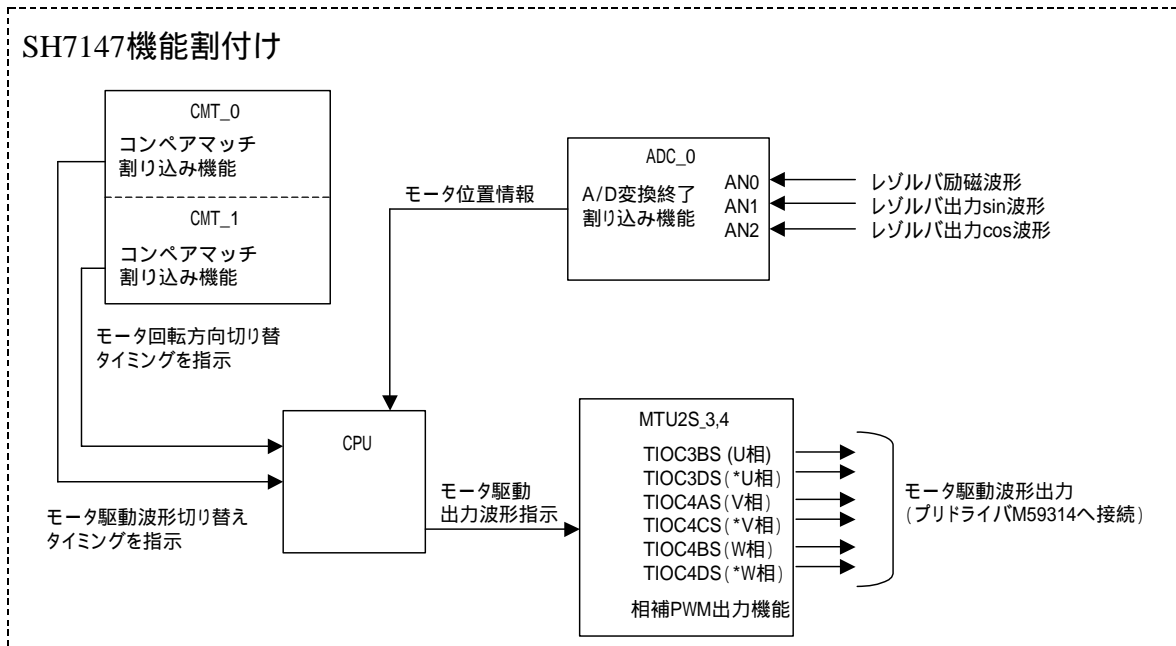


図2 SH7147制御ブロック図

各機能について以下に説明します。

- ・ A/D 変換終了割り込み機能：レゾルバ入力励磁信号、レゾルバ出力 Sin 波形信号、レゾルバ出力 Cos 波形信号をデジタル値に変換終了後、CPU に割り込みを要求します。割り込み処理では、A/D 変換結果を RAM へ格納します。
- ・ コンペアマッチ割り込み機能 (CMT\_0)：50  $\mu$  [sec]毎に、CPU に割り込みを要求します。割り込み処理では、モータ位置を特定し、モータ駆動波形を出力します。
- ・ コンペアマッチ割り込み機能 (CMT\_1)：0.8[sec]毎に、CPU に割り込みを要求します。割り込み処理では、割り込み回数をカウントし、5 回割り込み処理を行う毎に、モータ回転方向を逆転させます。(0.8[sec]  $\times$  5=4[sec]毎にモータ回転方向を逆転。)
- ・ 相補 PWM 出力機能：正相側にレベル出力、逆相側にチョッピング波形を出力します。

## 3.2 使用機能説明

### [1] A/D 変換器

#### (a) A/D 変換器 (ADC) 動作概要

ADC\_0 を使用して、レゾルバ入力励磁信号をアナログ入力端子 0 (AN0)、レゾルバ出力 Sin 波形信号をアナログ入力端子 1 (AN1)、レゾルバ出力 Cos 波形信号をアナログ入力端子 2 (AN2) に入力し、AN0 ~ 2 の入力電圧をアナログマルチプレクサ前段のサンプル&ホールド回路で同時にサンプリングし、順次 A/D 変換を行います。動作モードは、連続スキャンモードです。

図 3 に ADC\_0 のブロック図を示します。

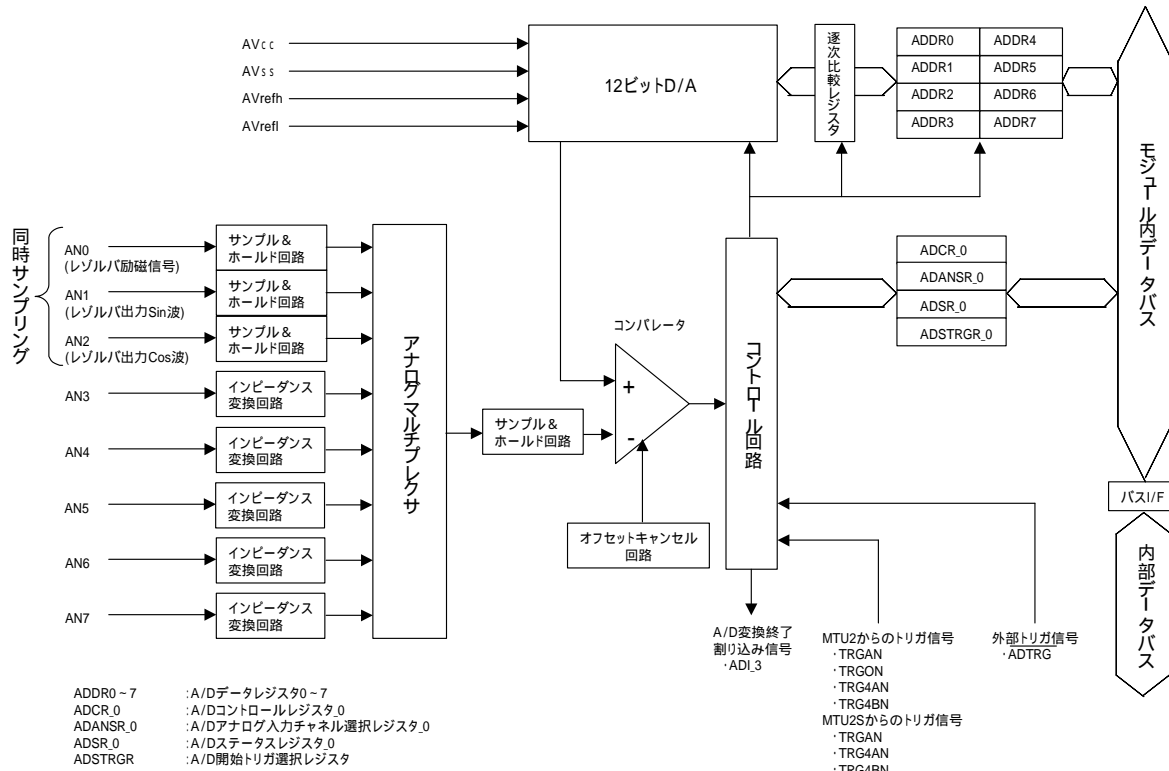


図 3 ADC\_0 ブロック図

(b)レゾルバ概要

本システムで採用しているモータ位置検出センサのレゾルバについて説明します(図4)。回転子には、コイルが取り付けられています。また、固定子には、互いの角度差が90°あるコイルが2つ取り付けられています。レゾルバ入力励磁信号(V<sub>r</sub>)を入力すると、二つのコイルを通して、位相差が90°あるレゾルバ出力 Sin 波形(V<sub>sin</sub>)、レゾルバ出力 Cos 波形(V<sub>cos</sub>)を出力します。

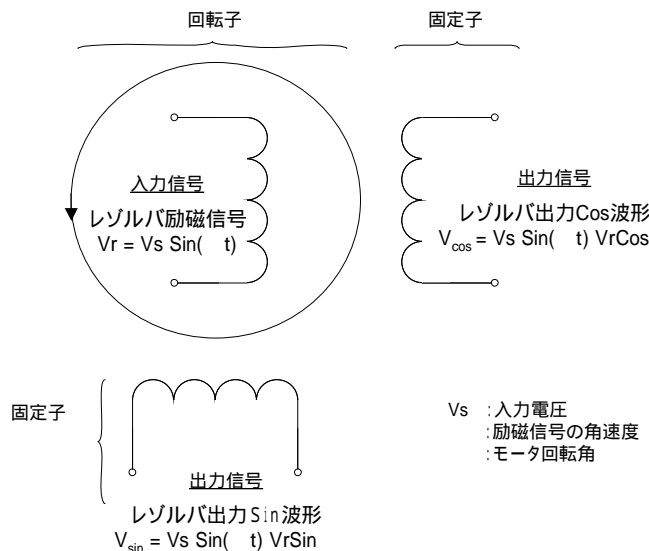


図4 レゾルバ原理図

(c)レゾルバ入出力信号とモータ回転位置

図5にモータ1回転分のレゾルバ入力励磁信号、レゾルバ出力 Sin 波形、レゾルバ出力 Cos 波形を示します。モータ1回転はレゾルバ出力 Sin 波形、レゾルバ出力 Cos 波形から取り込んだ Sin 波形、Cos 波形1周期分に当たります。

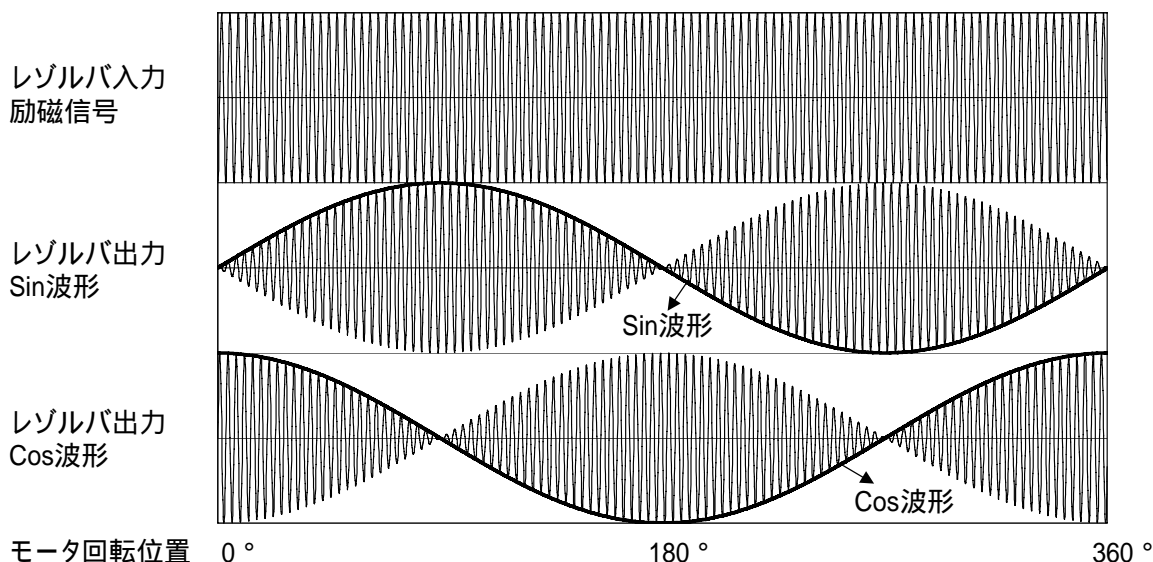


図5 レゾルバ入出力信号とSin波形・Cos波形(モータ1回転分)

(d)各レゾルバ出力波形からの Sin 波形・Cos 波形の求め方

図 4のレゾルバ動作原理図で示しましたが、レゾルバ出力 Sin 波形信号、レゾルバ出力 Cos 波形信号は次のように表されます。

$$\begin{aligned} \text{レゾルバ出力 Sin 波形信号} &: V_{\sin} = V_s \sin(\theta) V_r \sin \\ \text{レゾルバ出力 Cos 波形信号} &: V_{\cos} = V_s \sin(\theta) V_r \cos \end{aligned}$$

ここで、レゾルバ入力励磁信号 ( $V_s \sin(\theta)$ ) を定数とすることで、

$$\begin{aligned} \text{レゾルバ出力 Sin 波形信号} &: V_{\sin} = A \sin \\ \text{レゾルバ出力 Cos 波形信号} &: V_{\cos} = A \cos \end{aligned}$$

$$A: V_s V_r \sin(\theta)$$

となり、Sin 波形と Cos 波形を得ることができます。

以下に、レゾルバ入力励磁信号を定数とし、レゾルバ出力 Sin 波形信号、レゾルバ出力 Cos 波形信号から、それぞれ Sin、Cos を求め方について説明します。

本制御例では、上記の A を定数とするため、レゾルバ入力励磁信号 ( $V_s \sin(\theta)$ ) の電圧を一定にします。また、A はレゾルバ出力信号の振幅として考えることができます。この振幅を最大にするため、あらかじめ、レゾルバ入出力信号の波形を比較し、出力信号の振幅が最大になるレゾルバ入力信号の電圧を調べ、基準として定義します。

レゾルバ入力励磁信号、レゾルバ出力 Sin 波形信号、レゾルバ出力 Cos 波形信号の電圧を同時にサンプリングし、連続変換モードで A/D 変換を行います。

レゾルバ入力励磁信号の A/D 変換結果を で定義した電圧と比較し、一致した時、つまり、レゾルバ出力信号の振幅が最大になる時、二つの出力信号  $A \sin$ 、 $A \cos$  の A/D 変換結果を RAM へ格納します。

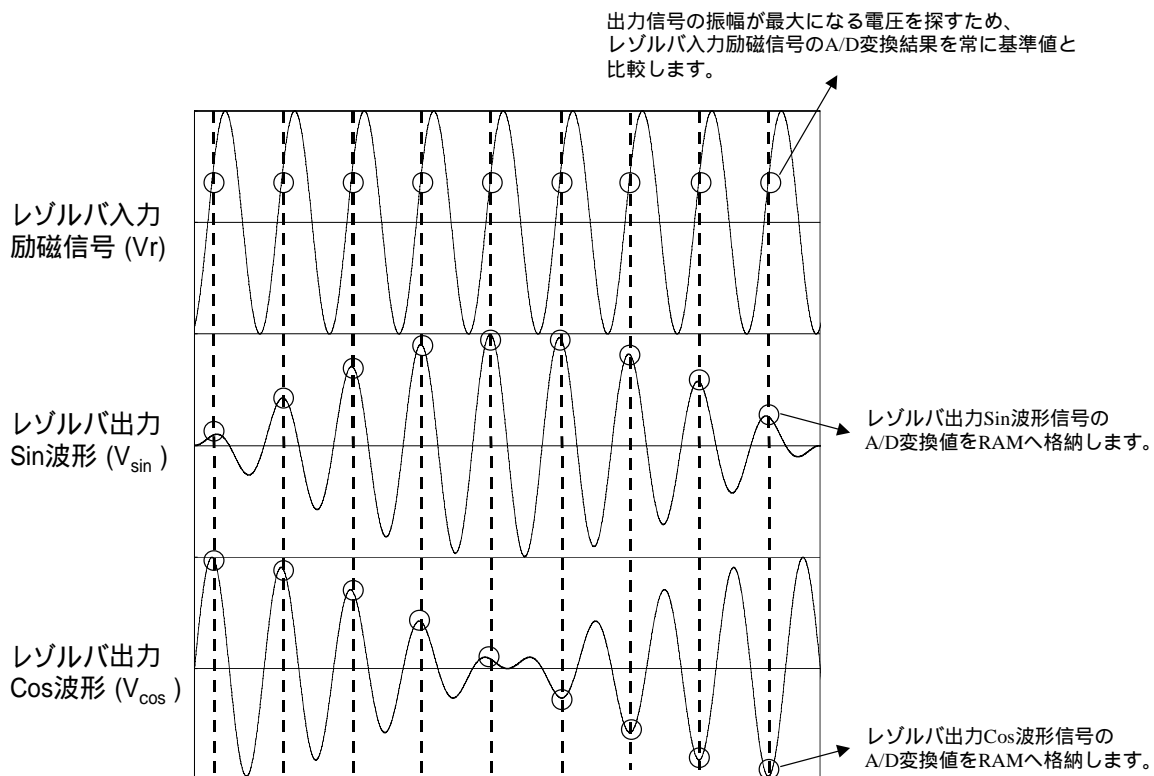


図6 レゾルバ出力信号のRAM格納タイミング



本制御例では、レゾルバ入力励磁信号の周期を  $900 \mu[\text{sec}]$ 、モータ回転速度を  $300[\text{rpm}]$  ( $200\text{m}[\text{sec}] / \text{回転}$ ) としています。

モータ 1 回転にレゾルバ入力励磁信号は約 222 周期あります。図 6 でも示しましたが、レゾルバ入力励磁信号 1 周期に対して、Sin、Cos を 1 回得ることが出来ます。そのため、モータ 1 回転当たり、Sin、Cos を 222 回取得することができ、モータ位置を約  $1.6^\circ$  ( $360^\circ / 222$ ) 刻みで検出できます。(ただし、A/D 変換誤差を考慮していません。) 本制御例では、 $30^\circ$  刻みのモータ位置情報を必要としているので、約  $1.6^\circ$  精度のモータ位置で制御が可能です。

(e)モータ位置特定方法

レゾルバ入出力信号から得られた Sin 波形・Cos 波形から角度を求める方法を説明します。本制御例では 120° 通電方式にてモータを制御しているため、30° 毎のモータ位置情報を取得します。図 7 にモータ位置と Sin 波形・Cos 波形の関係を示します。

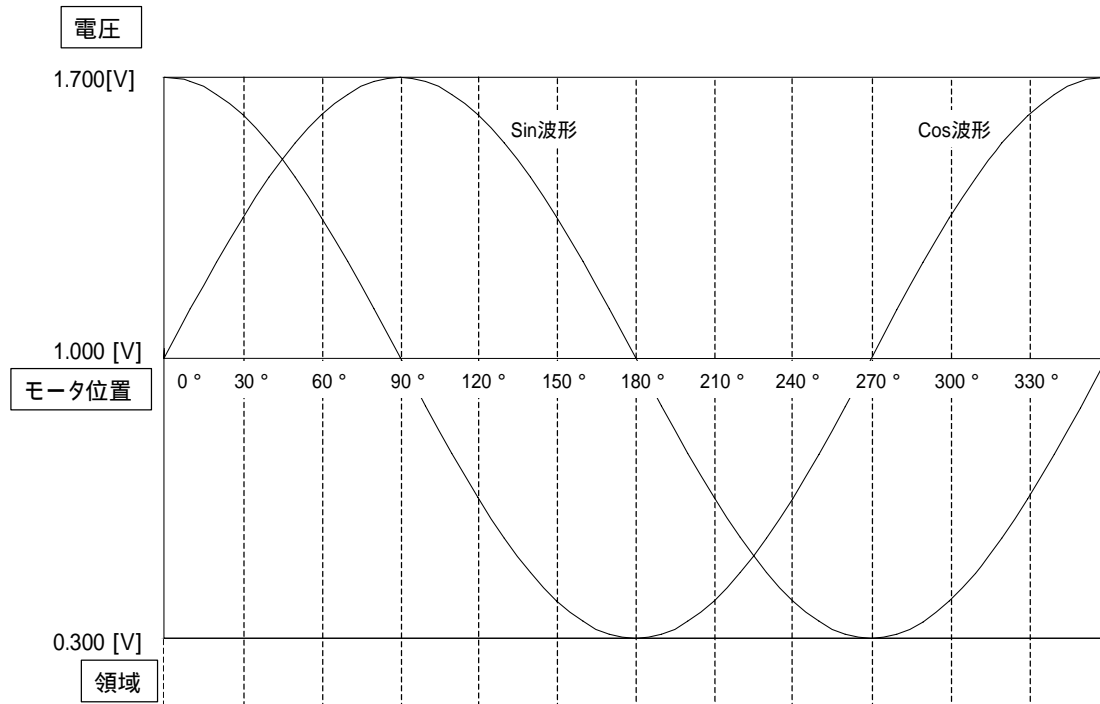


図7 モータ位置とSin波形・Cos波形

また、Sin 波形・Cos 波形からモータ位置を特定するためには、下記のように条件を定め、モータ位置を特定します（領域を特定します）。

領域 : Cos > Cos30°	& Sin > 0	領域 : Cos > Cos150°	& Sin < 0
領域 : Sin60° > Sin > Sin30°	& Cos > 0	領域 : Sin210° > Sin > Sin240°	& Cos < 0
領域 : Sin > Sin60°	& Cos > 0	領域 : Sin < Sin240°	& Cos < 0
領域 : Sin > Sin60°	& Cos < 0	領域 : Sin < Sin240°	& Cos > 0
領域 : Sin60° > Sin > Sin30°	& Cos < 0	領域 : Sin210° > Sin > Sin240°	& Cos > 0
領域 : Cos > Cos150°	& Sin > 0	領域 : Cos > 330°	& Sin < 0

そこで、Sin 波形・Cos 波形を比較するデータについて説明します。

本制御例では、アナログ入力電圧の最大値は 1.7[V]、最小値は 0.3[V]、中間値は 1.0[V]としています。また、AVref は 5.0[V]に設定しています。

モータ位置を 30° 刻みで求めるために、Sin 波形、Cos 波形と比較するための電圧と比較値を表 1 のように定義します。

表1 Sin 波形、Cos 波形の電圧と比較値

	Sin270°, Cos180°	Sin240°, Sin300°, Cos150°, Cos210°	Sin210°, Sin330°, Cos120°, Cos240°
電圧値 [V]	0.3	0.395	0.65
比較値	H'0F5	H'142	H'213
	Sin60°, Sin120°, Cos30°, Cos330°	Sin30°, Sin150°, Cos60°, Cos300°	Sin0°, Cos90°, Sin180°, Cos270°
電圧値 [V]	1.0	1.35	1.605
比較値	H'332	H'451	H'522
	Sin90°, Cos0°		
電圧値 [V]	1.7		
比較値	H'570		

実際に本制御例でモータ位置を特定するためのフローを図 8 に示します。

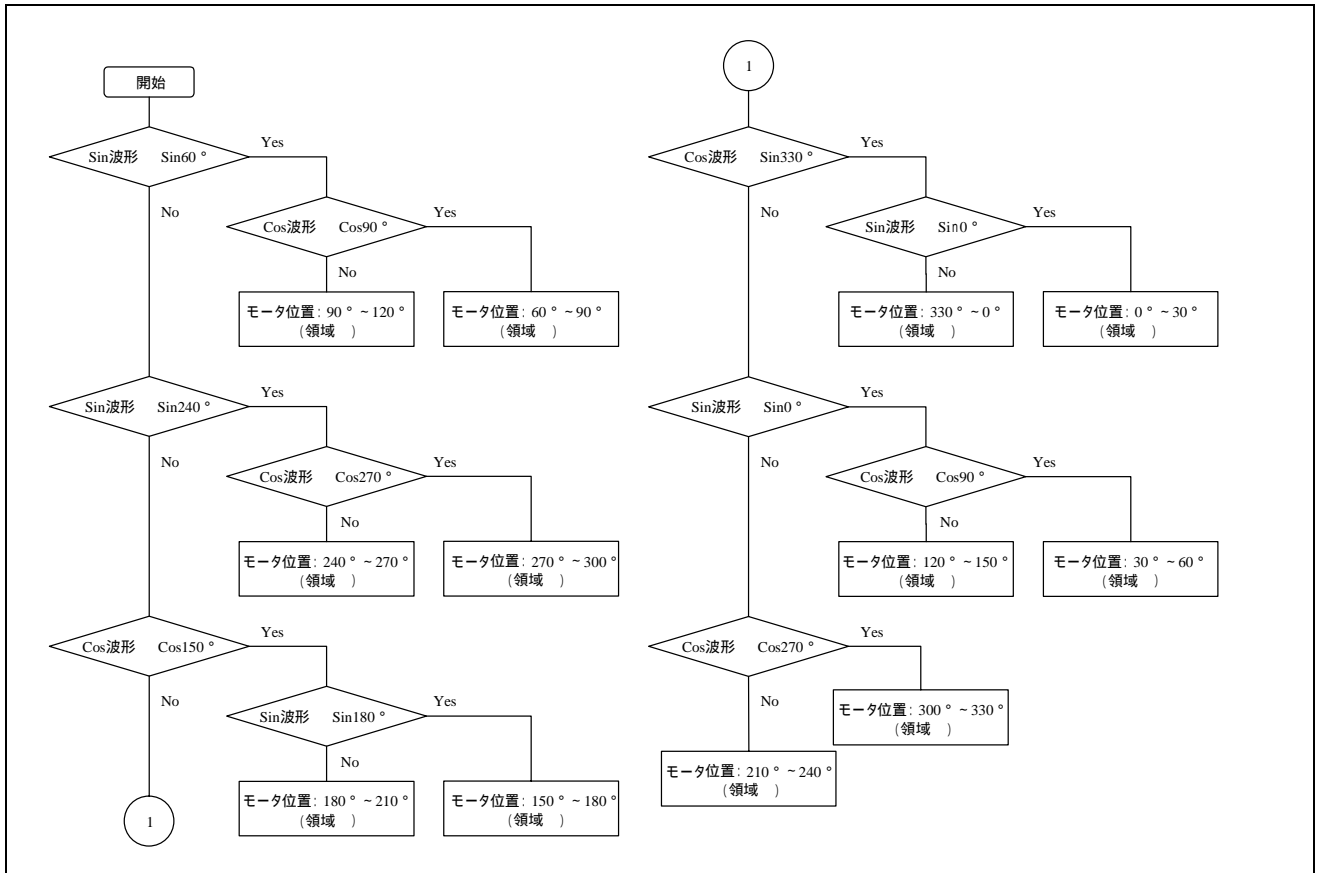


図8 モータ位置特定方法フロー

(f) A/D 変換動作原理

図 9 に A/D 変換動作原理を示します。表 2 にソフトウェア処理、及びハードウェア処理内容を示します。ソフトウェアによって、ADST ビットを 1 にセットし、連続スキャンモードで A/D 変換を実施します。A/D 変換終了割り込みで、以下の処理を行います。

- ・レゾルバ入力励磁信号の A/D 変換値が、図 6 に示す条件を満たすと、レゾルバ出力 Sin 波形信号、レゾルバ出力 Cos 波形信号の A/D 変換結果を RAM へ格納します。
- ・最初に図 6 の条件を満たした (Sin、Cos を最初に特定した) 時、コンペアマッチタイマ\_0 のコンペアマッチ割り込みを許可します。  
(モータ位置を特定してから、コンペアマッチタイマ\_0 (CMT\_0) の割り込み処理 (モータ駆動波形出力) を行います。)

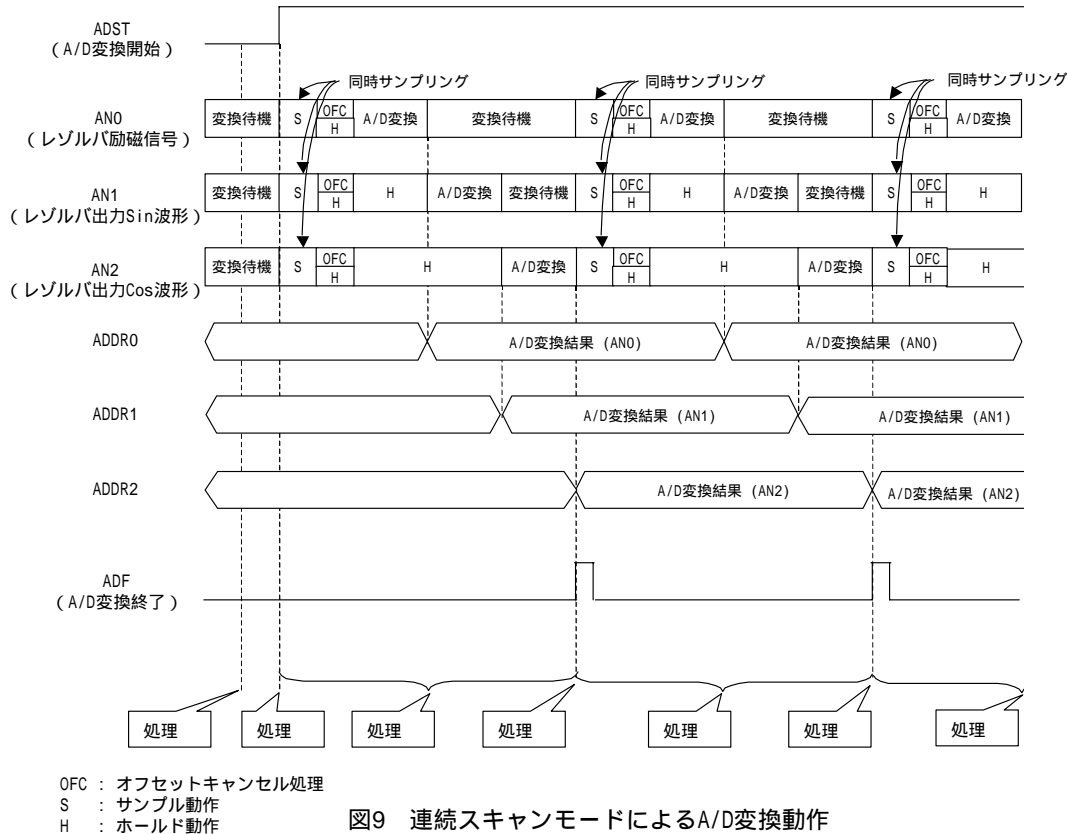


表2 A/D 変換時のソフトウェア処理・ハードウェア処理内容

	ソフトウェア処理	ハードウェア処理
処理	AD_0 のモジュールストップ解除後、以下を設定。 ・ADCS ビットを 1 にセットし、連続スキャンモードに設定。 ・ANS0 ~ 2 を 1 にセットし、AN0 ~ 2 を入力チャネルに選択。 ・ADIE ビットを 1 にセットし、A/D 変換終了割り込み (ADI_3) の発生を許可。	・なし
処理	・ADST ビットを 1 にセットし、A/D 変換開始設定。	・A/D 変換開始。
処理	・なし	・AN0 ~ 2 の同時サンプリングを行い、A/D 変換を実行。 ・A/D 変換結果を順次、ADDR0 ~ 2 へ格納。
処理	・AN0 (レゾルバ入力励磁信号) の A/D 変換結果を RAM へ転送。 ・AN0 の A/D 変換結果が条件 (図 6 を参照して下さい) を満たせば下記を実行。 (1) AN1 (レゾルバ出力 Sin 波)、AN2 (レゾルバ出力 Cos 波) の A/D 変換結果を RAM へ格納。 (2) 初めて条件を満たした時、CMT_0 のコンペアマッチ割り込みを許可。 ・ADF を 0 にクリア。	・ADF を 1 にセット。 ・A/D 変換終了割り込み発生 (ADI_3)。

## [2] MTU2S

### (g) MTU2S 動作概要

MTU2S のチャンネル 3、チャンネル 4 を使用して、正相 3 相、逆相 3 相の相補 PWM 波形を出力します。動作モードは、相補 PWM モードです。また、タイマゲートコントロールレジスタ S (TGCRS) の UF ビット、VF ビット、WF ビットと出力レベルの関係を表 3 に示します。(本制御例では、アクティブレベルを Low に設定しています。) モータ回転方向とモータ位置に合わせて、ソフトウェアで UF ビット、VF ビット、WF ビットを切り換え、モータ駆動波形を出力します (図 10)。

表3 TGCRS (UF、VF、WFビット) と出力レベル

ビット 2 WF	ビット 1 VF	ビット 0 UF	機能						
			TIOC3BS U相	TIOC4AS V相	TIOC4BS W相	TIOC3DS *U相	TIOC4CS *V相	TIOC4D *W相	
0	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
0	1	0	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
0	1	1	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
1	0	0	OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF
1	0	1	ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
1	1	0	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
1	1	1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

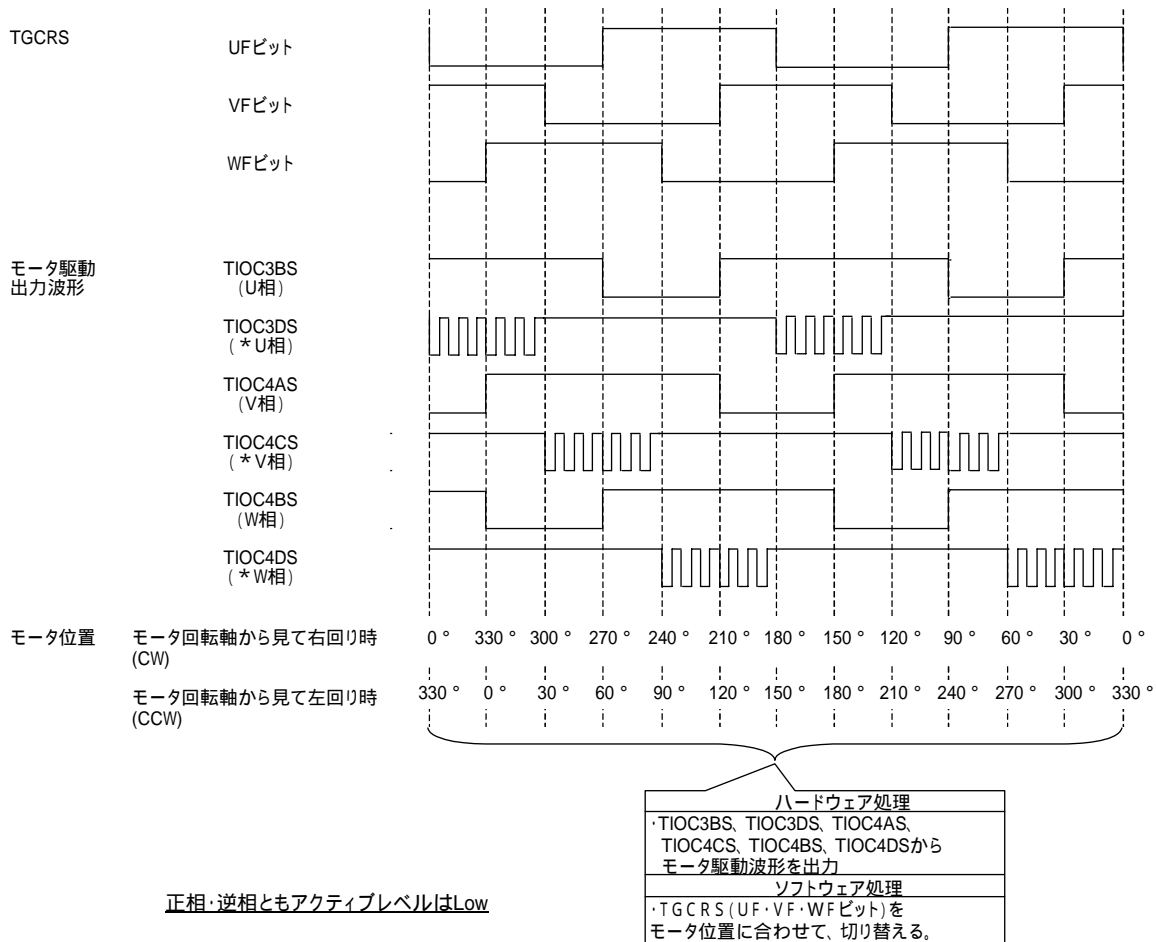


図10 TGCRS (UF、VF、WFビット) 切り換えによるモータ駆動波形

(h) デューティ設定

図 11 に相補 PWM モード時の MTU2S ( ch3、 ch4 ) のブロック図を示し、以下にデューティ設定方法を説明します。

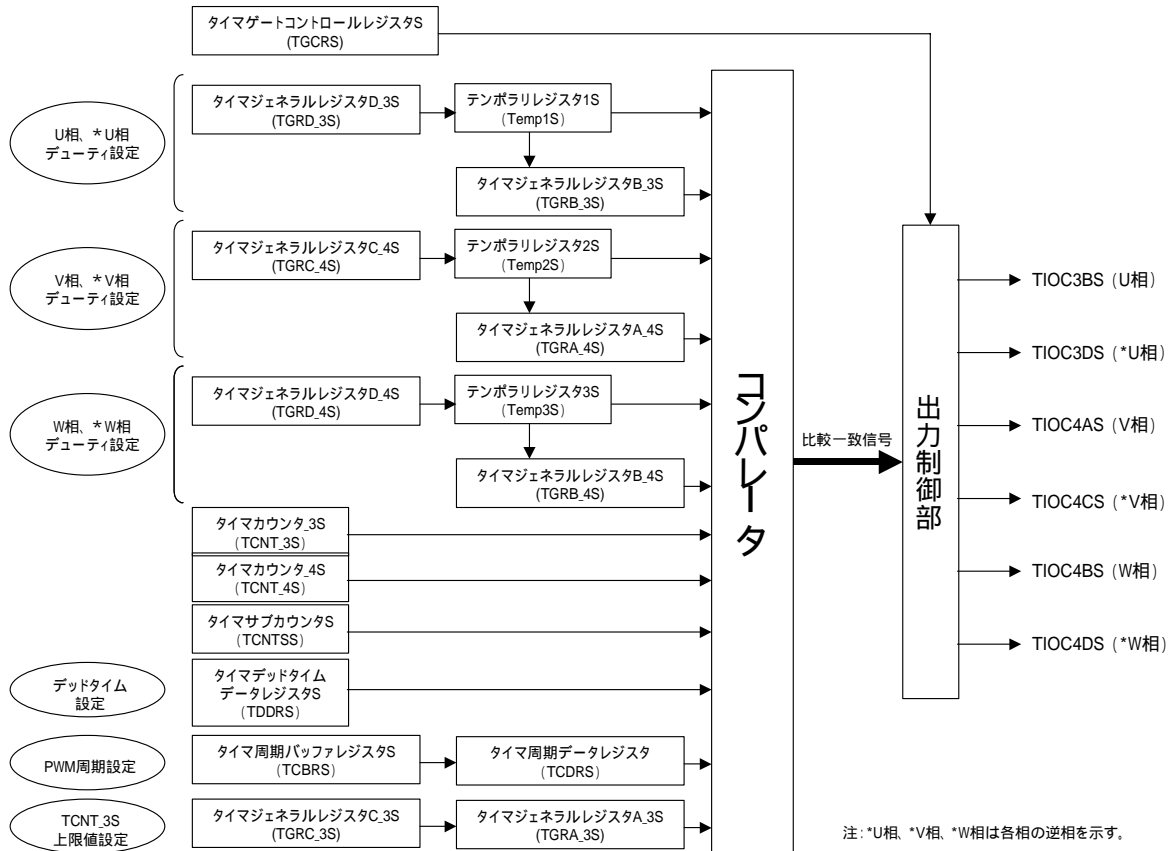


図11 相補PWMモード時のブロック図 (チャンネル3 / 4)

- 【注意事項】**
- ・ テンポラリレジスタ(Temp1S、2S、3S)へは、CPU で直接アクセスできません。
  - ・ タイマ動作中は、TGRB\_3S、TGRA\_4S、TGRB\_4S、TGRA\_3S、TCDRS へ書き込みをしないで下さい。
  - ・ タイマ動作中に上記レジスタへ書き込みを行う場合は、それぞれのバッファレジスタである TGRD\_3S、TGRC\_4S、TGRD\_4S、TGRC\_3S、TCBRS へ書き込みを行って下さい。

デューティの設定方法を説明します。本制御例では、逆相のみ PWM 出力を行います。正相はレベル出力を行います。TGRB\_3S、TGRA\_4S、TGRB\_4S の設定値がデューティを決めます。デューティの設定値を変更することで、モータ駆動電流を変化させることができ、モータのトルク、速度を変化させることができます。図 12 に動作原理図を示し、表 4 にソフトウェア処理、及びハードウェア処理内容を示します。

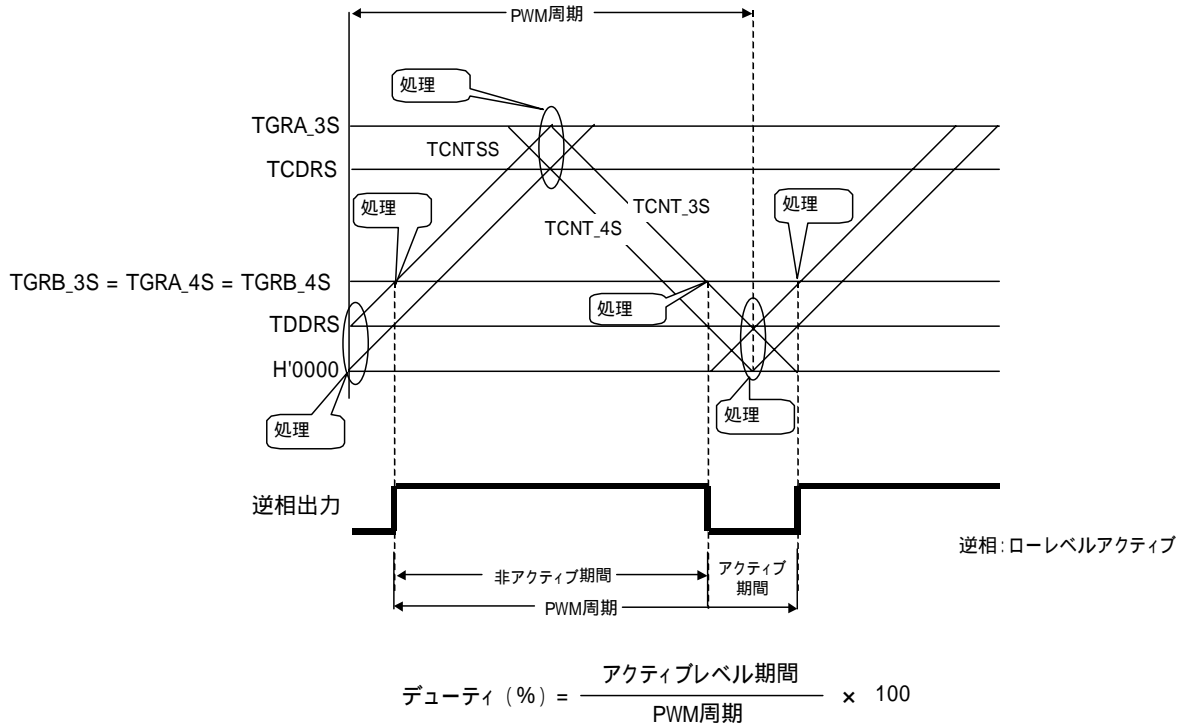


図12 カウンタ動作とデューティ / PWM周期

表4 デューティ設定時のソフトウェア処理・ハードウェア処理内容

	ソフトウェア処理	ハードウェア処理
処理	AD_0 のモジュールストップ解除、PFC 設定後、以下を設定。 ・タイマカウントスタート。 ・L レベルを端子から出力。	・TCNT_3S、TCNT_4S はアップカウントアップスタート
処理	・なし	・TCNT_3S と TGRB_3S、TGRA_4S、TGRB_4S のコンペアマッチで、H レベルを端子から出力
処理	・なし	・TCNT_3S と TGRA_3S がコンペアマッチで、TCNT_3S はダウンカウントスタート ・TCNT_4S と TCDRS がコンペアマッチで、TCNT_4S はダウンカウントスタート
処理	・なし	・TCNT_3S と TGRB_3S、TGRA_4S、TGRB_4S のコンペアマッチで、L レベルを端子から出力
処理	・なし	・TCNT_3S と TGRA_3S がコンペアマッチで、TCNT_3S はアップカウントスタート ・TCNT_4S と TCDRS がコンペアマッチで、TCNT_4S はアップカウントスタート
処理	・なし	・TCNT_3S と TGRB_3S、TGRA_4S、TGRB_4S のコンペアマッチで、L レベルを端子から出力

## [3]CMT

### (i)CMT 動作概要

コンペアマッチタイマチャンネル 0 (CMT\_0) を使用して、50  $\mu$ [sec]毎に割り込み処理を実行します。割り込み処理では、モータ位置に最適な PWM 波形を出力するため、MTU2S のタイマゲートコントロールレジスタ S (TGCRS) を切り換えます。

また、コンペアマッチタイマチャンネル 1 (CMT\_1) を使用して、0.8[sec]毎に割り込み処理を実行します。割り込み処理では、割り込み処理回数をカウントし、5 回割り込み処理を行う毎 (4[sec]毎) に、モータの回転方向を逆転させます (時計回り 反時計回り)。図 13 に CMT のブロック図を示します。

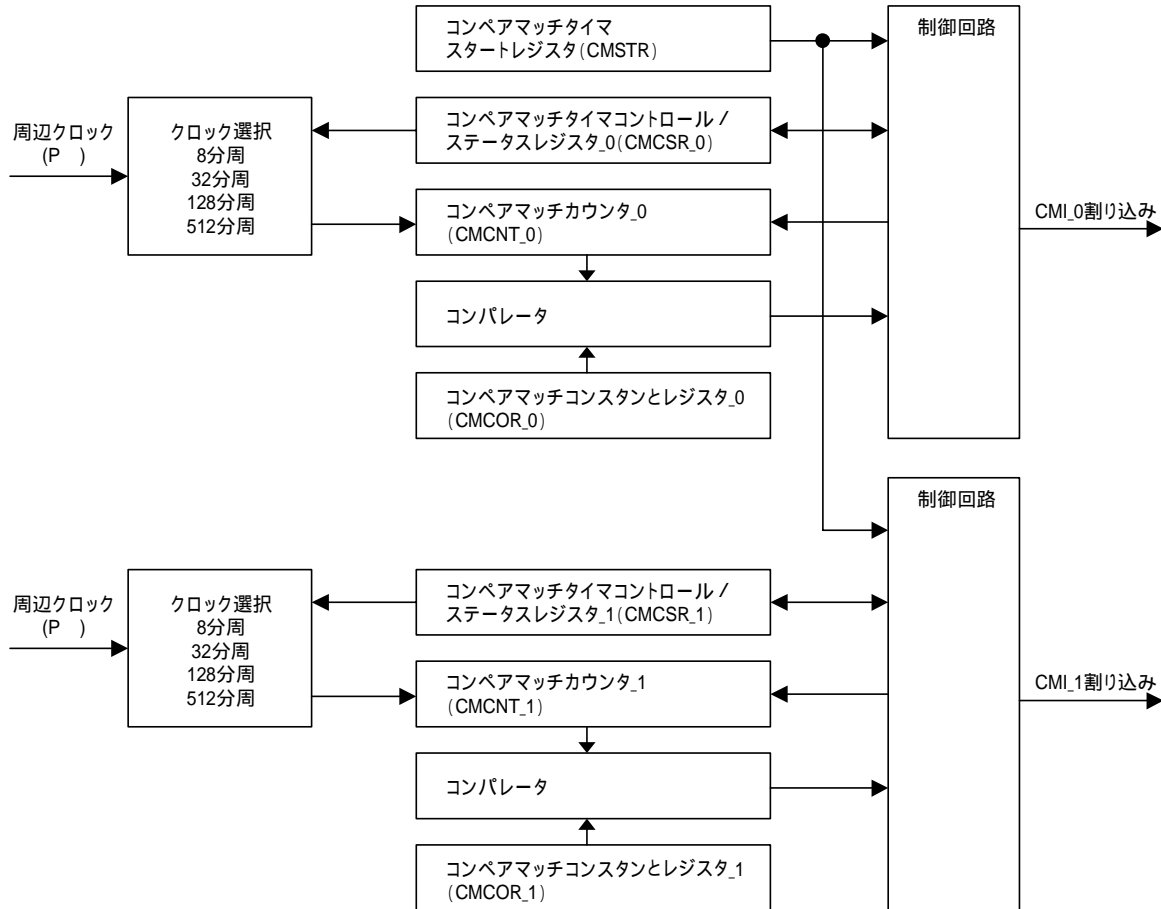


図13 CMTブロック図



(j) CMT 動作原理

図 14、図 15に CMT\_0、CMT\_1 動作原理を示します。

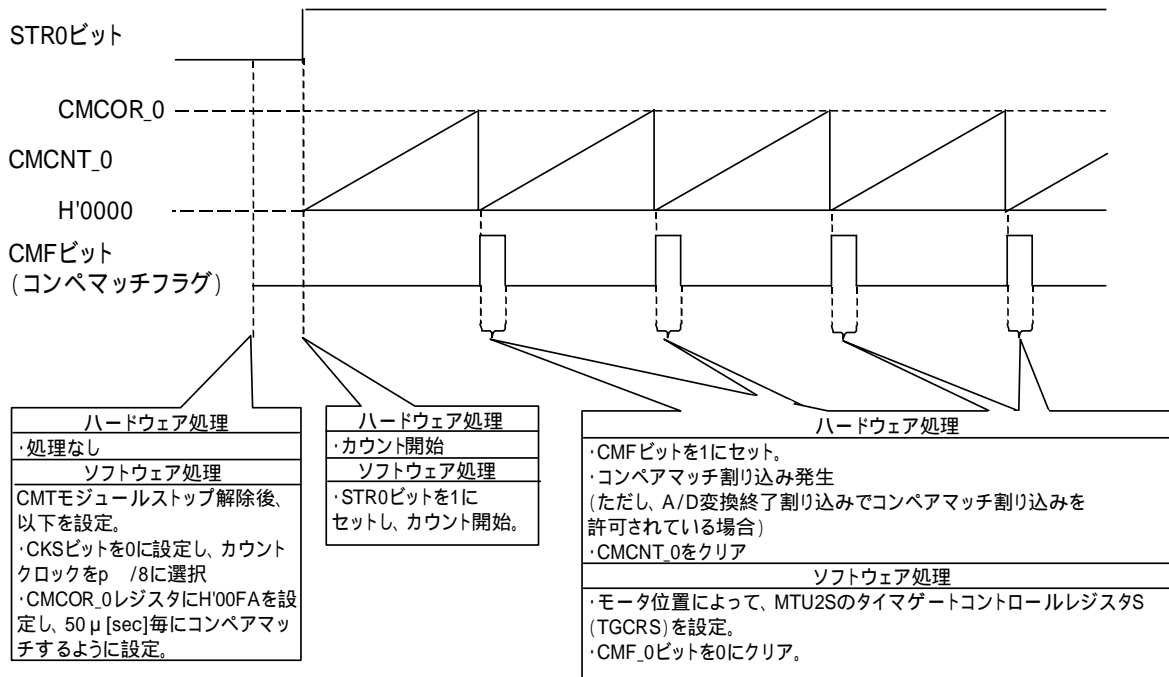


図14 CMT\_0の動作原理 (TGCRS設定タイミング指示)

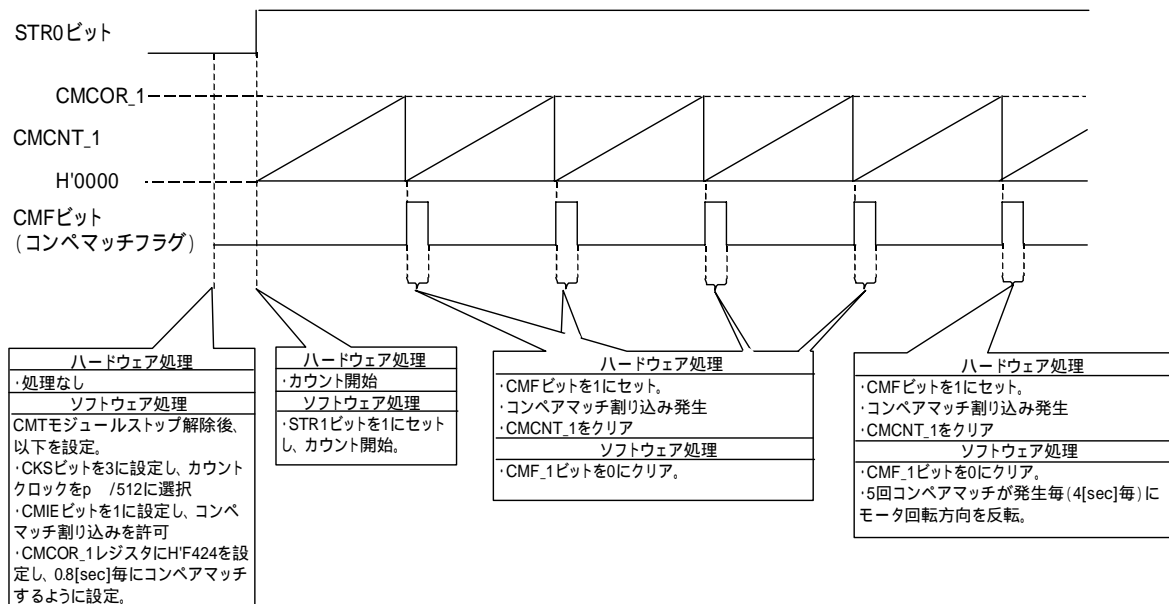


図15 CMT\_1の動作原理 (モータ回転方向の逆転タイミング指示)

### 3.3 参考プログラムの処理手順

各レジスタ設定の説明をします。

表5 ADC\_0の設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
A/D コントロールレジスタ (ADCR_0)	ADST	7	0: A/D 変換開始	0
			1: A/D 変換中止	1
	ADSC	6	0: 1 サイクルスキャン 1: 連続スキャン	1
	ACE	5	0: ADDR リード後、自動クリア禁止 1: ADDR リード後、自動クリア許可	0
	ADIE	4	0: A/D 変換終了割り込み禁止 1: A/D 変換終了割り込み許可	1
	リザーブ	3-2		0
	TRGE	1	0: 外部・MTU2/2S の A/D 変換開始トリガによる A/D 変換禁止 1: 外部・MTU2/2S の A/D 変換開始トリガによる A/D 変換許可	0
A/D ステータスレジスタ_0 (ADSR_0)	リザーブ	7-1		0
	ADF	0	A/D 変換終了を示すステータスフラグ 1 セット: 選択された全てのチャンネルの A/D 変換が終了 (ハードウェア処理でのみセット可) 0 クリア: ・「1」リード後、「0」をライト ・ A/D 変換終了割り込みで、DTC が起動し、 ADDR をリード	0 注 1
A/D アナログ入力チャンネル 選択レジスタ_0 (ADANSR_0)	ANS7	7	0: AN7 を入力チャンネルとして未選択 1: AN7 を入力チャンネルとして選択	0
	ANS6	6	0: AN6 を入力チャンネルとして未選択 1: AN6 を入力チャンネルとして選択	0
	ANS5	5	0: AN5 を入力チャンネルとして未選択 1: AN5 を入力チャンネルとして選択	0
	ANS4	4	0: AN4 を入力チャンネルとして未選択 1: AN4 を入力チャンネルとして選択	0
	ANS3	3	0: AN3 を入力チャンネルとして未選択 1: AN3 を入力チャンネルとして選択	0
	ANS2	2	0: AN2 を入力チャンネルとして未選択 1: AN2 を入力チャンネルとして選択	1
	ANS1	1	0: AN1 を入力チャンネルとして未選択 1: AN1 を入力チャンネルとして選択	1
	ANS0	0	0: AN0 を入力チャンネルとして未選択 1: AN0 を入力チャンネルとして選択	1
A/D データレジスタ 0 (ADDR0)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 0(AN0)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 1 (ADDR1)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 1(AN1)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 2 (ADDR2)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 2(AN2)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 3 (ADDR3)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 3(AN3)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 4 (ADDR4)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 4(AN4)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 5 (ADDR5)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 5(AN5)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 6 (ADDR6)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 6(AN6)の A/D 変換結果 (12 ビット)	
A/D データレジスタ 7 (ADDR7)	リザーブ	15-12		R
	ADD[11:0]	11-0	アナログ入力端子 7(AN7)の A/D 変換結果 (12 ビット)	

注 1: ADF は自動的に 1 にセットされます。

R: リードのみ可能なビットです。

表6 MTU2Sの設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
タイマコントロール レジスタ_3S (TCR_3S)	CCLR[2:0]	7-5	タイマカウンタ_3S(TCNT_3S)のカウントクリア要因選択 000 : クリア禁止 001 : TGRA_3S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 010 : TGRB_3S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 011 : 同期クリア/同期動作している他チャンネルの カウントクリアでクリア 100 : クリア禁止 101 : TGRC_3S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 110 : TGRD_3S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 111 : 同期クリア/同期動作している他チャンネルの カウントクリアでクリア	H'000
	CKEG[1:0]	4-3	入力クロックエッジを選択 ただし、入力クロックが MI /4 より遅い場合有効です。 MI /4 以上の入力クロックを選択した場合、立ち上がりエッジ でのみカウントします。 00 : 立ち上がりエッジでカウント 01 : 立ち下がりエッジでカウント 10 : 立ち上がり・立ち下がり両エッジでカウント 11 : 立ち上がり・立ち下がり両エッジでカウント	H'00
	TPSC[2:0]	2-0	タイマカウンタ_3S(TCNT_3S)のカウントクロック選択 000 : MI /1 001 : MI /4 010 : MI /16 011 : MI /64 100 : MI /256 101 : MI /1024 110 : 外部クロック (TCLKA) 111 : 外部クロック (TCKLB)	H'000
タイマコントロール レジスタ_4S (TCR_4S)	CCLR[2:0]	7-5	タイマカウンタ_4S(TCNT_4S)のカウントクリア要因選択 000 : クリア禁止 001 : TGRA_4S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 010 : TGRB_4S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 011 : 同期クリア/同期動作している他チャンネルの カウントクリアでクリア 100 : クリア禁止 101 : TGRC_4S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 110 : TGRD_4S のコンペアマッチ/インプットキャプチャでクリア 111 : 同期クリア/同期動作している他チャンネルの カウントクリアでクリア	H'000
	CKEG[1:0]	4-3	入力クロックエッジを選択 ただし、入力クロックが MI /4 より遅い場合有効です。 MI /4 以上の入力クロックを選択した場合、立ち上がりエッジ でのみカウントします。 00 : 立ち上がりエッジでカウント 01 : 立ち下がりエッジでカウント 10 : 立ち上がり・立ち下がり両エッジでカウント 11 : 立ち上がり・立ち下がり両エッジでカウント	H'00
	TPSC[2:0]	2-0	タイマカウンタ_4S(TCNT_4S)のカウントクロック選択 000 : MI /1 001 : MI /4 010 : MI /16 011 : MI /64 100 : MI /256 101 : MI /1024 110 : 外部クロック (TCLKA) 111 : 外部クロック (TCKLB)	H'000

タイマモードレジスタ_3S (TMDR_3S)	リザーブ	7		0
	リザーブ	6		0
	BFB	5	0 : TGRB_3S と TGRD_3S は通常動作 1 : TGRB_3S と TGRD_3S はバッファ動作	1
	BFA	4	0 : TGRA_3S と TGRC_3S は通常動作 1 : TGRA_3S と TGRC_3S はバッファ動作	1
	MD[3:0]		0000 : 通常動作 0001 : 設定禁止 0010 : PWM モード 1 0011 : 設定禁止 0100 : 設定禁止 0101 : 設定禁止 0110 : 設定禁止 0111 : 設定禁止 1000 : リセット同期 PWM モード 1001 : 設定禁止 1010 : 設定禁止 1011 : 設定禁止 1100 : 設定禁止 1101 : 相補 PWM モード 1(山で転送) 1110 : 相補 PWM モード 2(谷で転送) 1111 : 相補 PWM モード 3(山・谷で転送)	H'1101
タイマモードレジスタ_4S (TMDR_4S)	リザーブ	7		0
	リザーブ	6		0
	BFB	5	0 : TGRB_4S と TGRD_4S は通常動作 1 : TGRB_4S と TGRD_4S はバッファ動作	1
	BFA	4	0 : TGRA_4S と TGRC_4S は通常動作 1 : TGRA_4S と TGRC_4S はバッファ動作	1
	MD[3:0]	3-0	0000 : 通常動作 0001 : 設定禁止 0010 : PWM モード 1 0011 : 設定禁止 0100 : 設定禁止 0101 : 設定禁止 0110 : 設定禁止 0111 : 設定禁止 1000 : 設定禁止 1001 : 設定禁止 1010 : 設定禁止 1011 : 設定禁止 1100 : 設定禁止 1101 : 設定禁止 1110 : は設定禁止 1111 : 設定禁止	H'0000 注 2

タイマアウトプット マスタインーブルレジスタ S (TOERS)	リザーブ	7-6		3
	OE4D	5	0 : T1OC4DS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC4DS 端子(*W 相)の MTU2S 出力を許可	1
	OE4C	4	0 : T1OC4CS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC4CS 端子の MTU2S 出力を許可	1
	OE3D	3	0 : T1OC3DS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC3DS 端子の MTU2S 出力を許可	1
	OE4B	2	0 : T1OC4BS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC4BS 端子の MTU2S 出力を許可	1
	OE4A	1	0 : T1OC4AS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC4AS 端子の MTU2S 出力を許可	1
	OE3B	0	0 : T1OC3BS 端子の MTU2S 出力を禁止 (非アクティブレベル) 注2 1 : T1OC3BS 端子の MTU2S 出力を許可	1
タイマゲートコントロール レジスタ S (TGCRS)	リザーブ	7		1
	BDC	6	0 : TGCRS レジスタ (本レジスタ) 設定を無効 1 : TGCRS レジスタ (本レジスタ) 設定を有効	1
	N	5	逆相出力端子(T1OC3DS (*U 相) T1OC4CS (*V 相) T1OC4DS(*W 相))の出力状態を選択 注3 0 : レベル出力 1 : リセット同期 PWM/相補 PWM	1
	P	4	正相出力端子(T1OC3BS (U 相) T1OC4AS (V 相) T1OC4BS(W 相))の出力状態を選択 注3 0 : レベル出力 1 : リセット同期 PWM/相補 PWM	0
	FB	3	0 : 出力相の切り換えを外部入力 1 : 出力相の切り換えをソフトウェア (TGCRS の UF、VF、 WF ビットの設定値)	1
	WF	2	WF、VF、UF ビットを切り換えて出力相を設定 表7を参照して下さい。	H'000 注4
	VF	1		
UF	0			

タイマアウトプット コントロールレジスタ 1S (TOCR1S)	リザーブ	7		0
	PSYE	6	0 : PWM 周期に同期したトグル出力を禁止 1 : PWM 周期に同期したトグル出力を許可	0
	リザーブ	5-4		0
	TOCL	3	0 : TOCS、OLSN、OLSP ビットへの書き込みを許可 1 : TOCS、OLSN、OLSP ビットへの書き込みを禁止	0
	TOCS	2	相補 PWM モード/リセット同期 PWM モードの出力レベルの設定 0 : TOCR1 の設定を有効 1 : TOCR2 の設定を有効	0
	OLSN	1	リセット同期 / 相補 PWM モード時の逆相出力レベル選択 0 : 初期出力 H、アクティブレベル L、 アップカウント時にコンペアマッチ H、 ダウンカウント時にコンペアマッチ L 1 : 初期出力 L、アクティブレベル H、 アップカウント時にコンペアマッチ L、 ダウンカウント時にコンペアマッチ H	0
OLSP	0	リセット同期 / 相補 PWM モード時の正相出力レベル選択 0 : 初期出力 H、アクティブレベル L、 アップカウント時にコンペアマッチ L、 ダウンカウント時にコンペアマッチ H 1 : 初期出力 L、アクティブレベル H、 アップカウント時にコンペアマッチ H、 ダウンカウント時にコンペアマッチ L	0	
タイマカウンタ_3S (TCNT_3S)		15-0	チャンネル3のカウンタ	H'0000 注5
タイマカウンタ_4S (TCNT_4S)		15-0	チャンネル4のカウンタ	H'0000 注5
タイマ周期データレジスタ S (TCDRS)		15-0	相補 PWM モード時にのみに使用されるレジスタ PWM キャリア周期の 1/2 に設定	H'0640
タイマデッドタイム データレジスタ S (TDDRS)		15-0	相補 PWM モード時にのみに使用されるレジスタ デッドタイムを設定	H'0001
タイマジェネラル レジスタ A_3S (TGRA_3S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 (PWM キャリア周期の 1/2 + デッドタイム) を設定	H'0641
タイマジェネラル レジスタ B_3S (TGRB_3S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TI0C3BS(U 相)、TI0C3DS(*U 相)端子出力のコンペアレジスタ	H'00A0
タイマジェネラル レジスタ A_4S (TGRA_4S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TI0C3AS(V 相)、TI0C4CS(*V 相)端子出力のコンペアレジスタ	H'00A0
タイマジェネラル レジスタ B_4S (TGRB_4S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TI0C4BS(W 相)、TI0C4DS(*W 相)端子出力のコンペアレジスタ	H'00A0

タイマ周期バッファレジスタ S (TCBRS)		15-0	相補 PWM モード時にのみに使用されるレジスタ TCDRS のバッファレジスタ	H'0640
タイマジェネラル レジスタ C_3S (TGRC_3S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TGRA_3S のバッファレジスタ タイマ動作中に TGRA_3S を変更する時は TGRC_3S を設定	H'0641
タイマジェネラル レジスタ D_3S (TGRD_3S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TGRB_3S のバッファレジスタ タイマ動作中に TGRB_3S を変更する時は TGRD_3S を設定	H'00A0
タイマジェネラル レジスタ C_4S (TGRC_4S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TGRA_4S のバッファレジスタ タイマ動作中に TGRA_4S を変更する時は TGRC_4S を設定	H'00A0
タイマジェネラル レジスタ D_4S (TGRD_4S)		15-0	相補 PWM モード設定時は、 TGRB_4S のバッファレジスタ タイマ動作中に TGRB_4S を変更する時は TGRD_4S を設定	H'00A0
タイマデッドタイム イネーブルレジスタ S (TDEIS)	リザーブ	7-1		
	TDER	0	0: デッドタイムを生成しない 1: デッドタイムを生成する	1
タイマスタートレジスタ S (TSTRS)	CST4	7	0: タイマカウンタ_4S (TCNT_4S) のカウント停止 1: タイマカウンタ_4S (TCNT_4S) のカウント開始	0 1
		6	0: タイマカウンタ_3S (TCNT_3S) のカウント停止 1: タイマカウンタ_3S (TCNT_3S) のカウント開始	0 1
	リザーブ	5-3		0
	リザーブ	2		0
	リザーブ	1		0
	リザーブ	0		0

注2 非アクティブレベルは TOCR1S/2S の設定に従います。

注3 U相、V相、W相は各正相を示します。  
\*U相、\*V相、\*W相は各逆相を示します。

注4 初期設定です。本制御例では、モータ位置によって、  
WF、VF、UF ビットを切り換えます。

注5 初期設定値です。  
タイマ動作中は、変化します。

表7 出力レベルセレクト機能

ビット2	ビット1	ビット0	機能					
			T10C3BS	T10C4AS	T10C4BS	T10C3DS	T10C4CS	T10C4D
WF	VF	UF	U相	V相	W相	*U相	*V相	*W相
0	0	0	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
0	0	1	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
0	1	0	OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF
0	1	1	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON
1	0	0	OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF
1	0	1	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
1	1	0	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF
1	1	1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

表8 CMT\_0,1の設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
コンペアマッチタイマ スタートレジスタ (CMSTR)	リザーブ	15-2		0
	STR1	1	0 : コンペアマッチカウンタ_1のカウントを停止 1 : コンペアマッチカウンタ_1のカウントを開始	0 1
	STR0	0	0 : コンペアマッチカウンタ_0のカウントを停止 1 : コンペアマッチカウンタ_0のカウントを開始	0 1
	リザーブ	15-8		0
コンペアマッチタイマ コントロールレジスタ_0 (CMCSR_0)	CMF	7	コンペアマッチコンスタントレジスタ_0 (CMCOR_0) と コンペアマッチタイマカウンタ_0 (CMCNT_0) の値が一致 したことを示すフラグ 1 セット : CMCOR_0 と CMCNT_0 が一致 (ハードウェアにより自動的にセット) 0 クリア : ・「0」をライト ・ CMI_0 割り込みで DTC モジュールが起動され、 かつ、DTC の MRB/DISEL ビットが「0」の時、 CMT レジスタがアクセスされた時	0 *注 6
	CMIE	6	0 : コンペアマッチ割り込み (CMI_0) を禁止 1 : コンペアマッチ割り込み (CMI_0) を許可	1
	リザーブ	5-2		0
	CKS[1:0]	1-0	CMCNT_0 をカウントする周波数を選択 00 : P /8 01 : P /32 10 : P /128 11 : P /512	H'00
コンペアマッチカウンタ_0 (CMCNT_0)		15-0	アップカウント用カウンタ	H'0000
コンペアマッチコンスタント レジスタ_0 (CMCOR_0)		15-0	CMCNT_0 と一致するまでの期間を設定	H'00C8
コンペアマッチタイマ コントロールレジスタ_1 (CMCSR_1)	リザーブ	15-8		0
	CMF	7	コンペアマッチコンスタントレジスタ_1 (CMCOR_1) と コンペアマッチタイマカウンタ_1 (CMCNT_1) の値が一致 したことを示すフラグ 1 セット : CMCOR_1 と CMCNT_1 が一致 (ハードウェアにより自動的にセット) 0 クリア : ・「0」をライト ・ CMI_1 割り込みで DTC モジュールが起動され、 かつ、DTC の MRB/DISEL ビットが「0」の時、 CMT レジスタがアクセスされた時	0 *注 6
	CMIE	6	0 : コンペアマッチ割り込み (CMI_1) を禁止 1 : コンペアマッチ割り込み (CMI_1) を許可	1
	リザーブ	5-2		0
CKS[1:0]	1-0	CMCNT_1 をカウントする周波数を選択 00 : P /8 01 : P /32 10 : P /128 11 : P /512	H'11	
コンペアマッチカウンタ_1 (CMCNT_1)		15-0	アップカウント用カウンタ	H'0000
コンペアマッチコンスタント レジスタ_1 (CMCOR_1)		15-0	CMCNT_1 と一致するまでの期間を設定	H'C350

注 6: CMF は自動的に 1 にセットされます。



表9 PFCの設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
ポートE・IOレジスタH (PEIORH)	リザーブ	15-6		0
	PE21	5	0: PE21 端子(2pin)は入力 1: PE21 端子(2pin)は出力	1
	PE20	4	0: PE20 端子(4pin)は入力 1: PE20 端子(4pin)は出力	1
	PE19	3	0: PE19 端子(5pin)は入力 1: PE19 端子(5pin)は出力	1
	PE18	2	0: PE18 端子(6pin)は入力 1: PE18 端子(6pin)は出力	1
	PE17	1	0: PE17 端子(7pin)は入力 1: PE17 端子(7pin)は出力	1
	PE16	0	0: PE16 端子(8pin)は入力 1: PE16 端子(8pin)は出力	1
ポートEコントロール レジスタH2 (PECRH2)	リザーブ	15-6		0
	PE21MD1 PE21MD0	5 4	00: PE21 入出力 (ポート) 01: T10C4DS 入出力 (MTU2S) 10: WRL 出力 (BSC) 11: 設定禁止	H'01
	リザーブ	3-2		0
	PE20MD1 PE20MD0	1 0	00: PE20 入出力 (ポート) 01: T10C4CS 入出力 (MTU2S) 10: 設定禁止 11: 設定禁止	H'01
ポートEコントロール レジスタH1 (PECRH1)	リザーブ	15-14		0
	PE19MD1 PE19MD0	13 12	00: PE19 入出力 (ポート) 01: T10C4BS 入出力 (MTU2S) 10: RD 出力 (BSC) 11: 設定禁止	H'01
	リザーブ	11-10		0
	PE18MD1 PE18MD0	9 8	00: PE18 入出力 (ポート) 01: T10C4AS 入出力 (MTU2S) 10: CS1 出力 (BSC) 11: 設定禁止	H'01
	リザーブ	7-6		0
	PE17MD1 PE17MD0	5 4	00: PE17 入出力 (ポート) 01: T10C3DS 入出力 (MTU2S) 10: CS0 出力 (BSC) 11: 設定禁止	H'01
	リザーブ	3		0
	PE16MD2 PE16MD1 PE16MD0	2 1 0	000: PE16 入出力 (ポート) 001: T10C3BS 入出力 (MTU2S) 010: WAIT 出力 (BSC) 上記以外: 設定禁止	H'01

表10 STBYCRの設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
スタンバイコントロール レジスタ (STBCR4)	MSTP23	7	0: MTU2S は動作 1: MTU2S へのクロック供給停止 (MTU2S は動作しない)	0
	MSTP22	6	0: MTU2 は動作 1: MTU2 へのクロック供給停止 (MTU2 は動作しない)	1
	MSTP21	5	0: CMT は動作 1: CMT へのクロック供給停止 (CMT は動作しない)	0
	MSTP20	4	0: A/D_1 は動作 1: A/D_1 へのクロック供給停止 (A/D_1 は動作しない)	1
	MSTP19	3	0: A/D_0 は動作 1: A/D_0 へのクロック供給停止 (A/D_0 は動作しない)	0
	リザーブ	2-0		1

表11 INTCの設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
インタラプトプライオリティ レジスタ J (IPRJ)	IPR[15:12]	15-12	CMT_0 の割り込み要因の優先順位を設定します。 優先レベルを 0~15 で設定 0000: 優先レベル 0(最低)      11111: 優先レベル 15(最高)	H'0010
	IPR[11:8]	11-8	CMT_1 の割り込み要因の優先順位を設定します。 優先レベルを 0~15 で設定 0000: 優先レベル 0(最低)      11111: 優先レベル 15(最高)	H'0011
インタラプトプライオリティ レジスタ K (IPRK)	IPR[7:4]	7-4	AD_0 の割り込み要因の優先順位を設定します。 優先レベルを 0~15 で設定 0000: 優先レベル 0(最低)      11111: 優先レベル 15(最高)	H'0001

表12 CPG の設定

レジスタ名	ビット名	ビット	機能	設定値
周波数制御レジスタ (FRQCR)	リザーブ	15		0
	IFC[2:0]	14-12	内部クロック(I )周波数の分周率 0: ×1 倍、入力クロック 8MHz の時    I : 64MHz	0
	BFC[2:0]	11-9	バスクロック(B )周波数の分周率 1: ×1/2 倍、入力クロック 8MHz の時    B : 32MHz	1
	PFC[2:0]	8-6	周辺クロック(P )周波数の分周率 1: ×1/2 倍、入力クロック 8MHz の時    P : 32MHz	1
	MIFC[2:0]	5-3	MTU2S クロック(MI )周波数の分周率 0: ×1 倍、入力クロック 8MHz の時    MI : 64MHz	0
	MPFC[2:0]	2-0	MTU2S クロック(I )周波数の分周率 1: ×1/2 倍、入力クロック 8MHz の時    MP : 32MHz	1

### 3.4 使用機能設定手順

参考プログラムの処理フローを示します。各レジスタの設定は表 1~7、または、「SH7147 ハードウェアマニュアル」を参照して下さい。

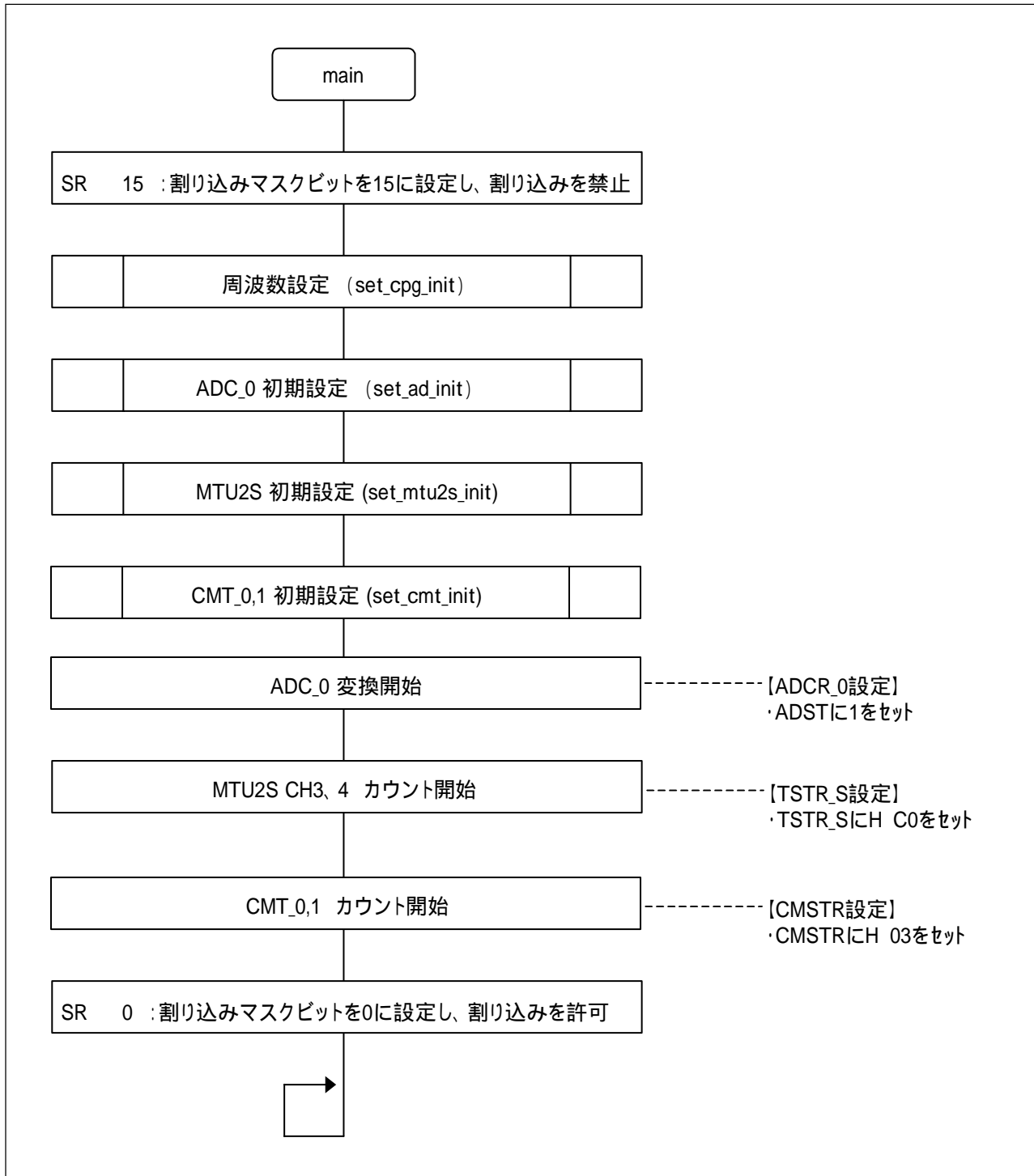


図16 メイン関数処理フロー

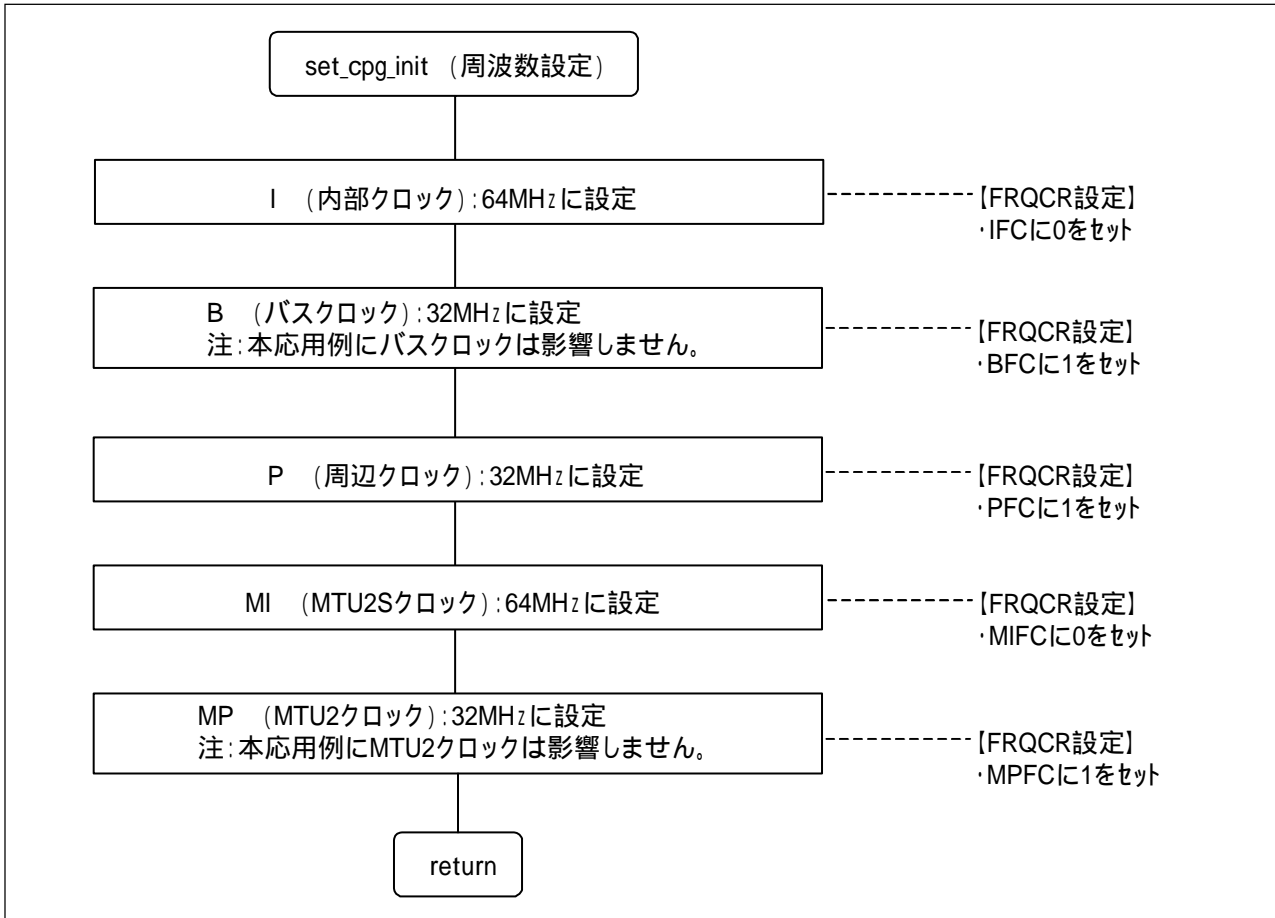


図17 周波数設定処理フロー

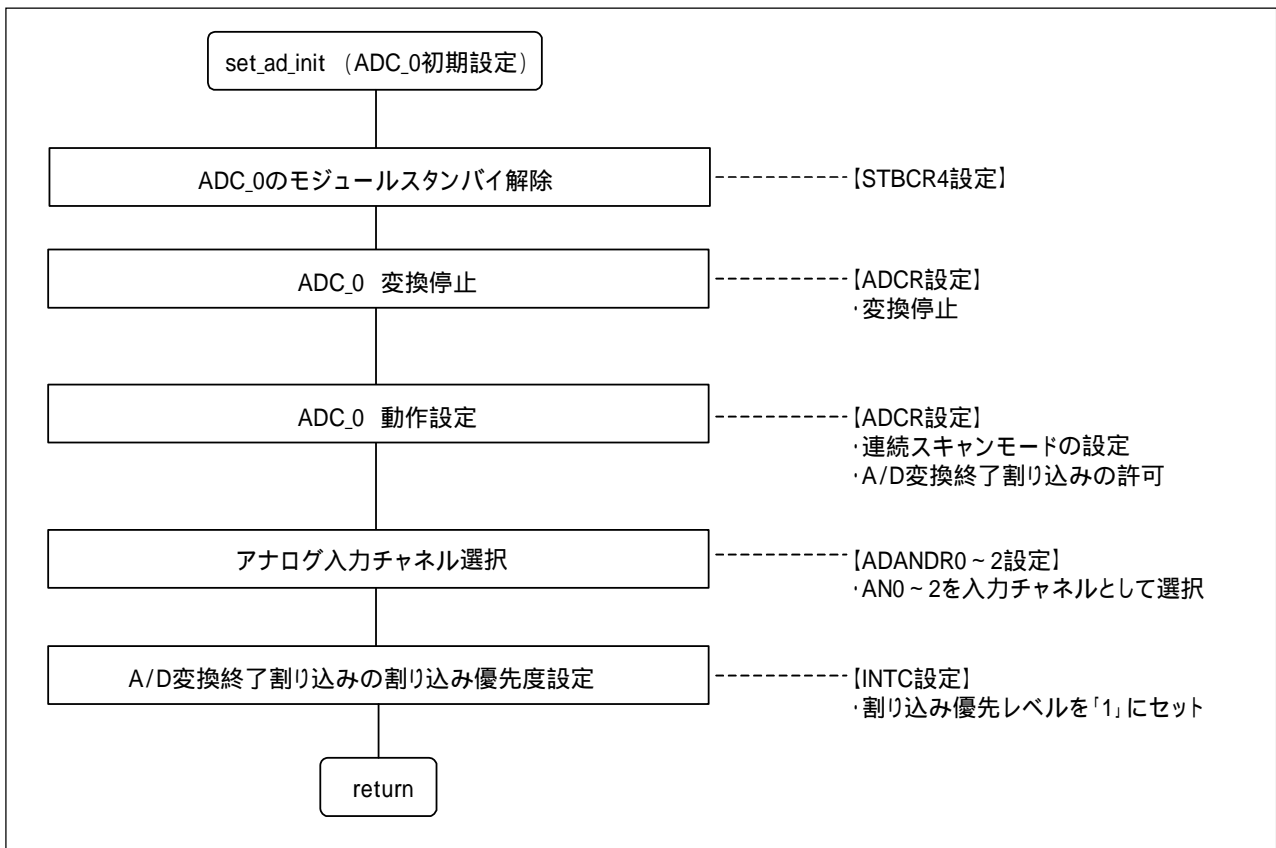


図18 ADC\_0初期設定フロー



図19 MTU2S初期設定フロー

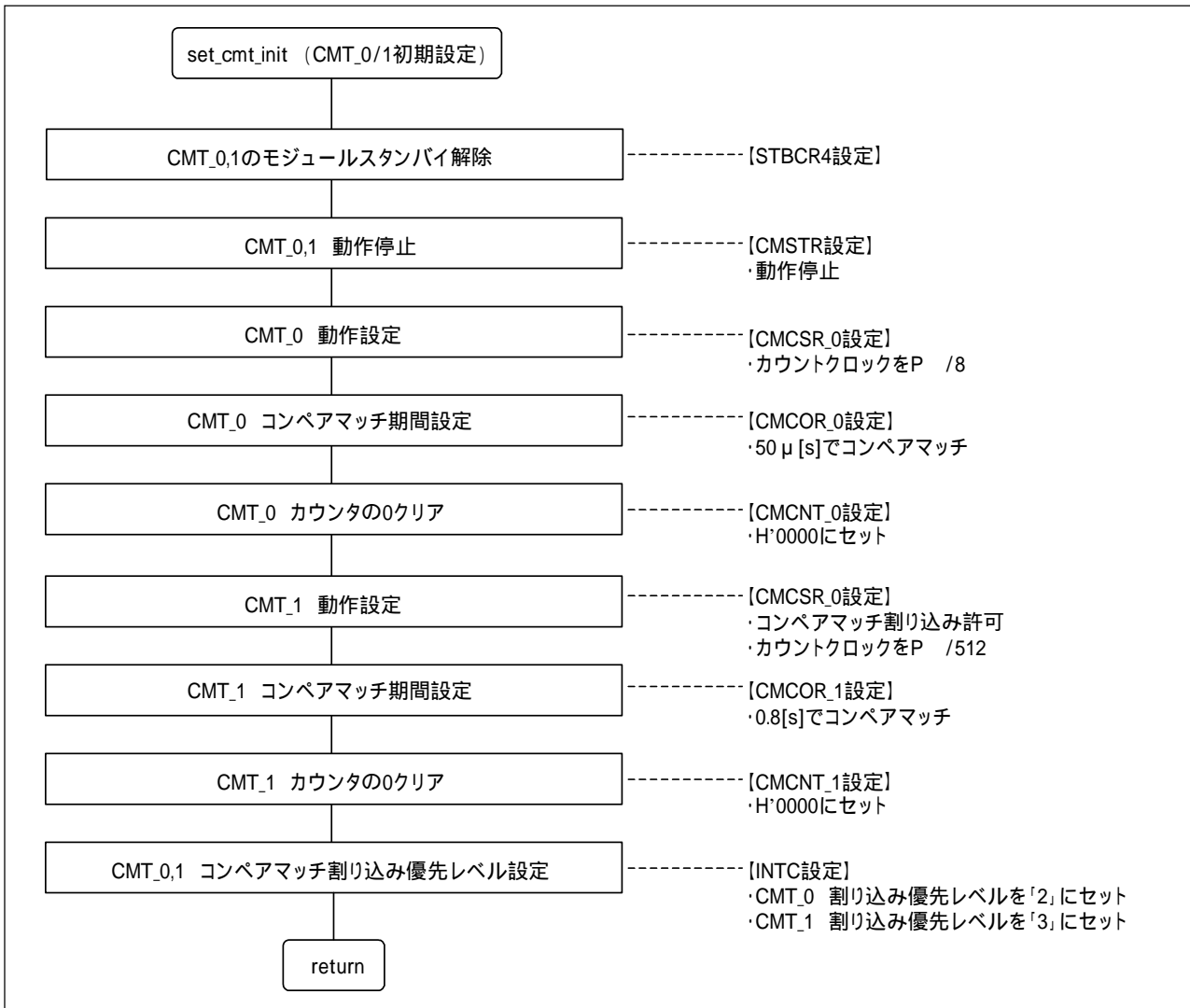


図20 CMT初期設定フロー

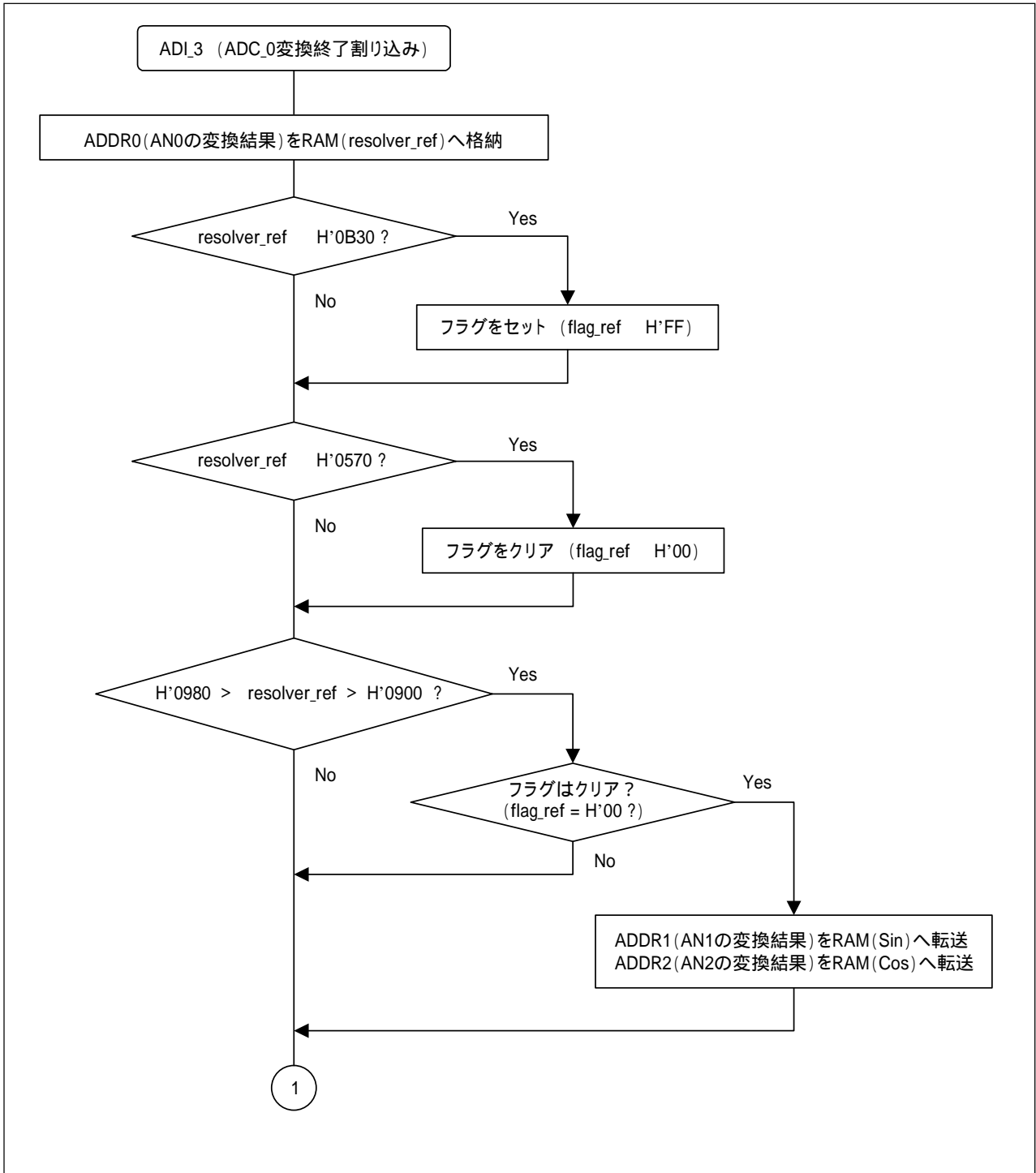


図21 ADC\_0割り込み処理フロー



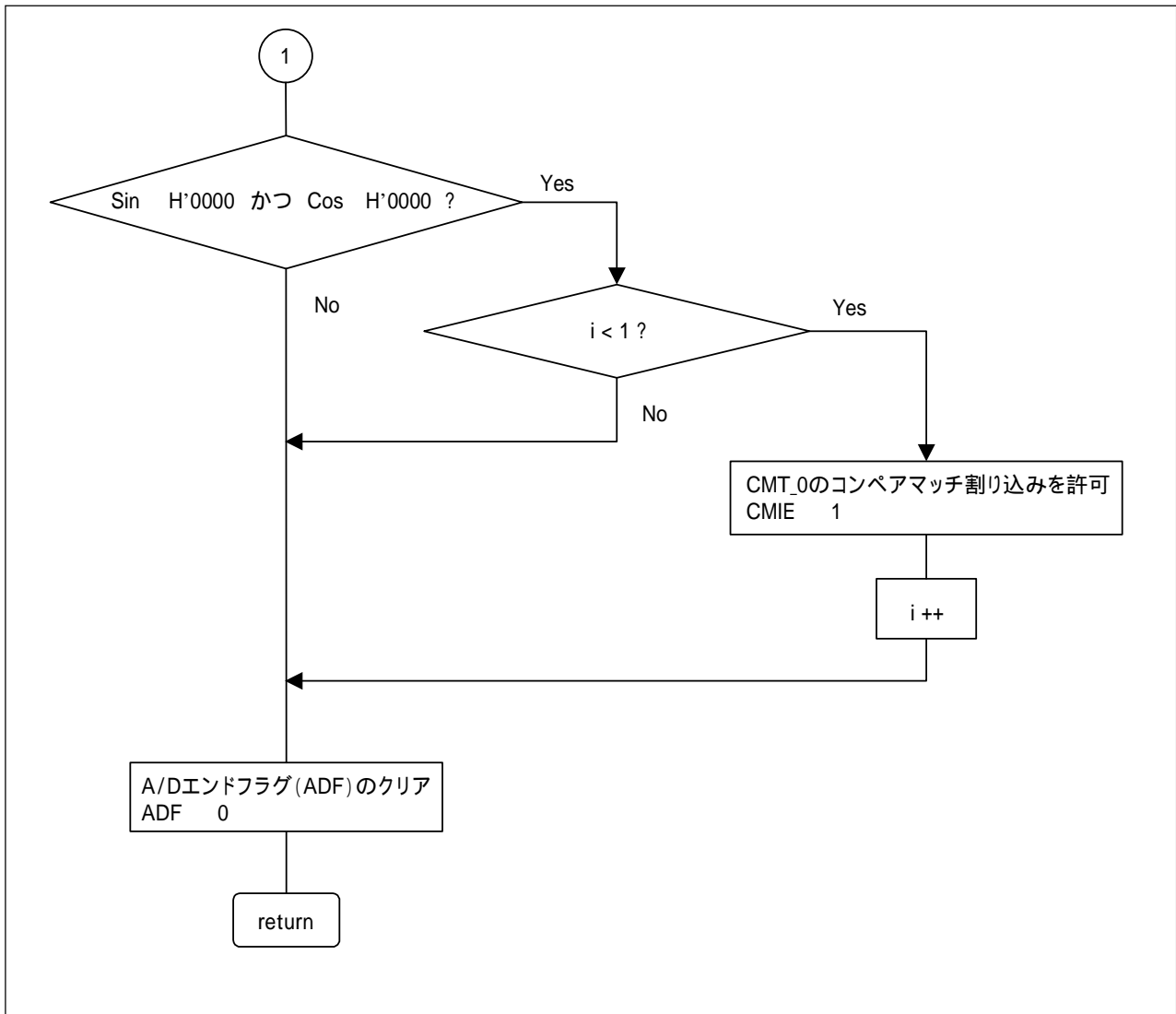


図22 ADC\_0割り込み処理フロー

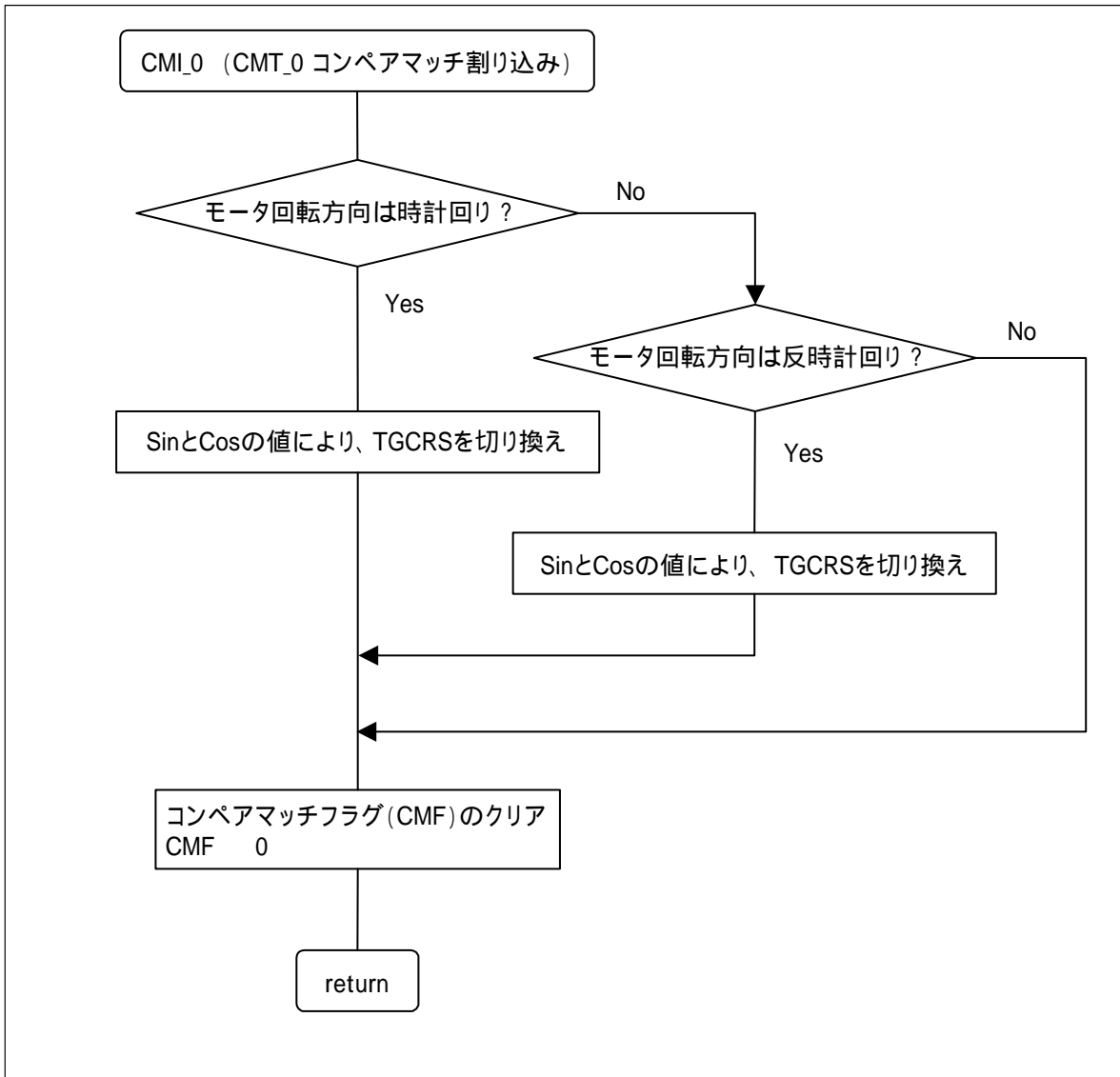


図23 CMT\_0割り込み処理フロー

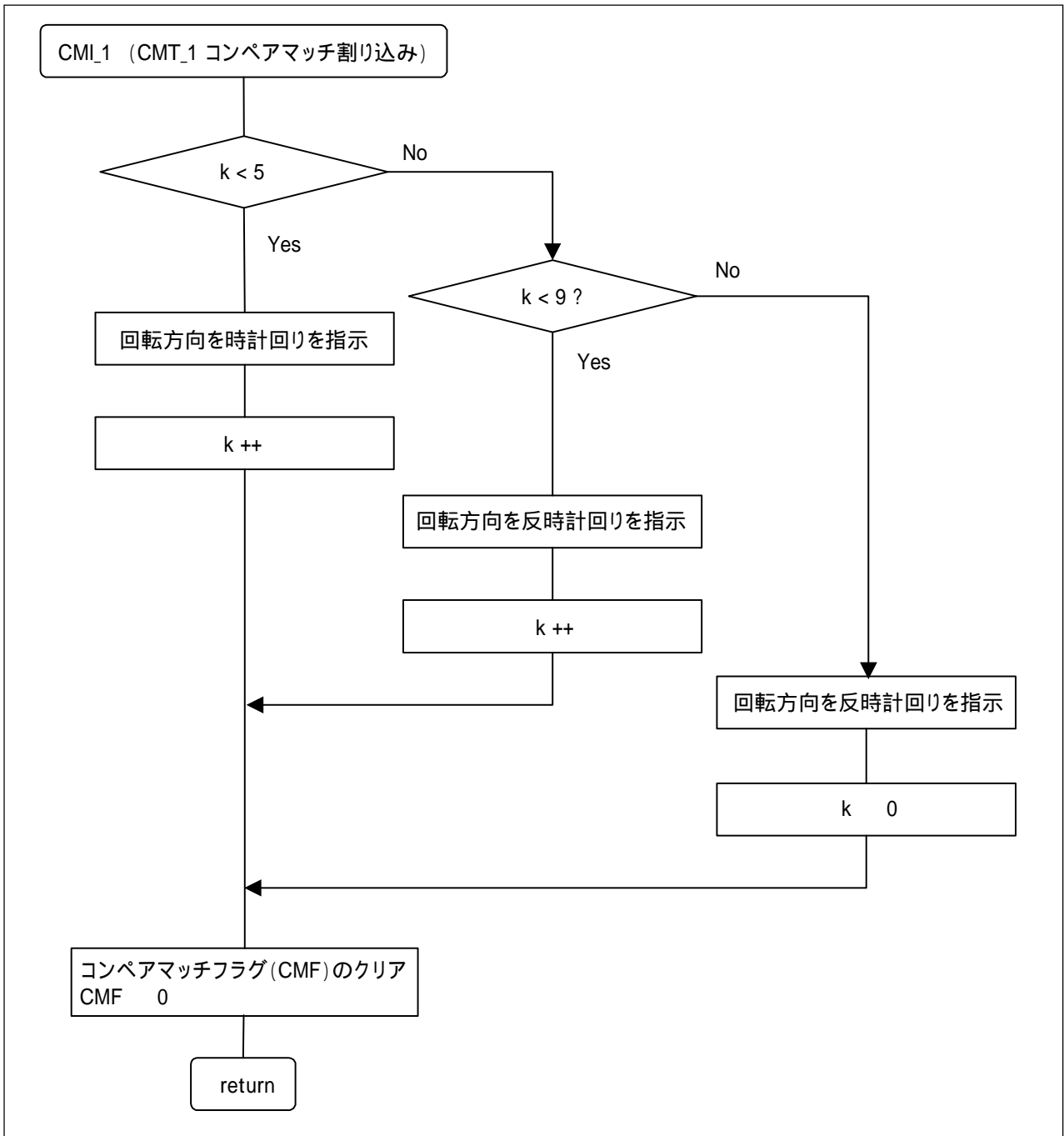


図24 CMT\_1割り込み処理フロー

#### 4. 参考プログラム

```

/*****
/* SH7147 モータ制御 */
/* - レゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータ - */
/* 使用モジュール: */
/* ADC/MTU2S/CMT: */
/*****/

/*----- Include File-----*/
#include <machine.h>
#include "iodefine.h"

/*****/
/* 関数宣言 */
/*****/
void main(void); /* メイン関数 */
void set_cpg_init(void); /* 各割込み設定 */
void initial_value(void); /* 変数初期化 */
void set_ad_init(void); /* ADC 初期設定 */
void set_cmt_init(void); /* CMT 初期設定 */
void set_mtu2s_init(void); /* MTU2S 初期設定 */

/*****/
/* 変数定義 */
/*****/
/* ADC 割り込みルーチンで使用 */
unsigned char flag_resolver; /* レゾルバ 励磁信号の傾き判定フラグ */
unsigned short resolver_ref; /* レゾルバ 励磁信号の A/D 変換結果 */
unsigned short Sin; /* レゾルバ 出力 Sin 波形の A/D 変換結果 */
unsigned short Cos; /* レゾルバ 出力 Cos 波形の A/D 変換結果 */
unsigned char i; /* CMT_0 割り込み許可フラグ */

/* CMT_0 割り込みルーチンで使用 */
unsigned char flag_rot; /* モータ回転方向指示フラグ */

/* CMT_1 割り込みルーチンで使用 */
unsigned char k; /* CMT_1 割り込み回数カウンタフラグ */

/*****/
/* シンボル定義 */
/*****/
/* レゾルバ出力 Sin 波の角度と A/D 変換結果 */
#define Sin_0 0x0332 /* Sin0 ° の A/D 変換結果 */
#define Sin_60 0x0522 /* Sin60 ° の A/D 変換結果 */
#define Sin_180 0x0332 /* Sin180 ° の A/D 変換結果 */
#define Sin_240 0x0142 /* Sin240 ° の A/D 変換結果 */
/* レゾルバ出力 Cos 波の角度と A/D 変換結果 */
#define Cos_90 0x0332 /* Cos90 ° の A/D 変換結果 */
#define Cos_150 0x0142 /* Cos150 ° の A/D 変換結果 */
#define Cos_270 0x0332 /* Cos270 ° の A/D 変換結果 */
#define Cos_330 0x0522 /* Cos330 ° の A/D 変換結果 */
/* 回転方向 */
#define CW 1 /* モータから見て時計回り */
#define CCW 2 /* モータから見て反時計回り */

/* PWM キャリア周期/デッドタイム */
#define CARRIER 0x0c80 /* PWM キャリア周期: 50[μs] */
#define HALF_CARRIER 0x0640 /* PWM キャリア周期の 1/2: 25[μs] */
#define DEAD_TIME 0x0001 /* デッドタイム: 15.625[ns] */
#define TCNT3_COMP (DEAD_TIME + HALF_CARRIER) /* デッドタイム + PWM キャリア周期の 1/2 */
    
```

```

/*****
/*      メイン関数      */
/*****
void main(void){

    set_imask(15);          /* 割り込み禁止 */

    initial_value();       /* 変数初期化 */
    set_cpg_init();        /* 各クロック設定 */
    set_ad_init();         /* ADC 初期設定 */
    set_mtu2s_init();      /* MTU2S 初期設定 */
    set_cmt_init();        /* CMT 初期設定 */
    ADO.ADCR.BIT.ADST = 1; /* ADC_0 変換開始 */
    MTU2S.TSTR.BYTE |= 0xC0; /* MTU2S ch3,4 カウントスタート */
    CMT.CMSTR.WORD |= 0x03; /* CMT ch0,1 カウントスタート */

    set_imask(0);         /* 割り込み許可 */

    while(1);
}

/*****
/*      変数初期化      */
/*****
void initial_value(void){

    /* ADC 割り込みルーチンで使用 */
    flag_ref = 0;         /* レゾルバ 励磁信号の傾きフラグ */
    i = 0;                /* CMT_0 割り込み許可フラグ */
    resolver_ref = 0x00; /* レゾルバ 励磁信号の A/D 変換結果 */
    Sin = 0x0000;        /* レゾルバ 出力 Sin 波形の A/D 変換結果 */
    Cos = 0x0000;        /* レゾルバ 出力 Cos 波形の A/D 変換結果 */

    /* CMT_0 割り込みルーチンで使用 */
    flag_rot = 0;        /* モータ回転方向指示フラグ */

    /* CMT_1 割り込みルーチンで使用 */
    k = 0;               /* CMT_1 割り込み回数カウントフラグ */
}

/*****
/*      各クロック設定      */
/*      I :B :P :MI :MP      = 64MHz:32MHz:32MHz:64MHz:32MHz      */
/*****
void set_cpg_init(void){

    CPG.FRQCR.BIT.IFC = 0; /* I =64MHz */
    CPG.FRQCR.BIT.BFC = 1; /* B =32MHz */
    CPG.FRQCR.BIT._PFC = 1; /* P =32MHz */
    CPG.FRQCR.BIT.MIFC = 0; /* MI =64MHz */
    CPG.FRQCR.BIT.MPFC = 1; /* MP =32MHz */
}

/*****
/*      ADC 初期設定      */
/*****
void set_ad_init(void){

    STB.CR4.BIT._AD0 = 0; /* 0:AD_0 は動作 1:AD_0 は停止 */

    ADO.ADCR.BIT.ADST = 0; /* 0:変換停止 1:変換開始 */
    ADO.ADCR.BIT.ADSC = 1; /* 0:1 サイクル変換 1:連続変換 */
    ADO.ADCR.BIT.ADIE = 1; /* 0:割り込み禁止 1:割り込み禁止 */
}

```

```

/* AN0~2 を選択 */
ADO.ADANSR.BIT.ANS2 = 1; /* 0:非選択      1:選択 */
ADO.ADANSR.BIT.ANS1 = 1; /* 0:非選択      1:選択 */
ADO.ADANSR.BIT.ANS0 = 1; /* 0:非選択      1:選択 */

INTC.IPRK.BIT._AD0 = 1; /* 割り込み優先レベル設定 */
}

/*****
/*      MTU2S 初期設定
*****/
void set_mtu2s_init(void){

    STB.CR4.BIT._MTU2S = 0; /* 0:MTU2S は動作      1:MTU2S は停止 */

    MTU2S.TSTR.BIT.CST3 = 0; /* 0:CH3 カウント停止  1:CH3 カウント開始 */
    MTU2S.TSTR.BIT.CST4 = 0; /* 0:CH4 カウント停止  1:CH4 カウント開始 */

    MTU2S3.TCR.BIT.CCLR = 0; /* 0,4: クリア禁止 */
    /* 1 : TGRA によってクリア */
    /* 2 : TGRB によってクリア */
    /* 5 : TGRC によってクリア */
    /* 6 : TGRD によってクリア */
    /* 3,7: 他の同期しているチャネルによってクリア */

    MTU2S3.TCR.BIT.CKEG = 0; /* 0: , 1: , 2,3: */
    MTU2S3.TCR.BIT.TPSC = 0; /* 0:MP /1, 1:MP /4, 2:MP /16, 3:MP /64, */
    /* 4:MP /256, 5:MP /1024,6:TCLKA, 7:TCLKB */

    MTU2S4.TCR.BIT.CCLR = 0; /* 0,4: クリア禁止 */
    /* 1 : TGRA によってクリア */
    /* 2 : TGRB によってクリア */
    /* 5 : TGRC によってクリア */
    /* 6 : TGRD によってクリア */
    /* 3,7: 他の同期しているチャネルによってクリア */

    MTU2S4.TCR.BIT.CKEG = 0; /* 0: , 1: , 2,3: */
    MTU2S4.TCR.BIT.TPSC = 0; /* 0:MP /1, 1:MP /4, 2:MP /16, 3:MP /64, */
    /* 4:MP /256, 5:MP /1024,/* 6:TCLKA, 7:TCLKB */

    MTU2S.TGCR.BIT.BDC = 1; /* レジスタ設定 0:無効(通常出力)  1:有効 */
    MTU2S.TGCR.BIT.N = 1; /* 逆相出力 0:level      1:PWM */
    MTU2S.TGCR.BIT.P = 0; /* 正相出力 0:level      1:PWM */
    MTU2S.TGCR.BIT.FB = 1; /* 出力切り換え設定 */
    /* 0:TGRA0,TGRB0,TGRC0 のインデットキャプチャ */
    /* 1:UF,VF,WFビットをソフトウェア制御 */

    MTU2S.TGCR.BIT.WF = 0; /* 0 0 0 0 1 1 1 1 */
    MTU2S.TGCR.BIT.VF = 0; /* 0 0 1 1 0 0 1 1 */
    MTU2S.TGCR.BIT.UF = 0; /* 0 1 0 1 0 1 0 1 */
    /*T10C3B(U相) OFF ON OFF OFF OFF ON OFF OFF */
    /*T10C4A(V相) OFF OFF ON ON OFF OFF OFF OFF */
    /*T10C4B(W相) OFF OFF OFF OFF ON OFF ON OFF */
    /*T10C3D(U相) OFF OFF ON OFF OFF OFF ON OFF */
    /*T10C4C(V相) OFF OFF OFF OFF ON ON OFF OFF */
    /*T10C4D(W相) OFF ON OFF ON OFF OFF OFF OFF */

    MTU2S3.TCNT = DEAD_TIME; /* デットタイム設定 */
    MTU2S4.TCNT = 0x0000; /* 0クリア */

    MTU2S3.TGRB = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット */
    MTU2S4.TGRA = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット */
    MTU2S4.TGRB = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット */

    MTU2S3.TGRD = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット(ハーフブリッジスタ) */
    MTU2S4.TGRC = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット(ハーフブリッジスタ) */
    MTU2S4.TGRD = 0x00A0; /* PWM デューティを 10%にセット(ハーフブリッジスタ) */

```

```

MTU2S.TDER.BIT.TDER = 1; /* 0:デッドタイム生成禁止 1:デッドタイム生成 */
MTU2S.TDDR = DEAD_TIME; /* デッドタイム設定 */

MTU2S.TCDR = HALF_CARRIER; /* キャリア周期の 1/2 */
MTU2S.TCBR = HALF_CARRIER; /* キャリア周期の 1/2 */

MTU2S3.TGRA = TCNT3_COMP; /* キャリア周期の 1/2 + デッドタイム */
MTU2S3.TGRC = TCNT3_COMP; /* キャリア周期の 1/2 + デッドタイム */

MTU2S.TOCR1.BIT.PSYE = 0; /* 0:トル出力禁止 1:トル出力許可 */
MTU2S.TOCR1.BIT.TOCL = 0; /* 0:TOCS,OLSN,OLSPビットへ書込みを許可 */
/* 1:TOCS,OLSN,OLSPビットへ書込みを禁止 */

MTU2S.TOCR1.BIT.TOCS = 0; /* 0:TOCR1 を有効 1:TOCR2 を有効 */
MTU2S.TOCR1.BIT.OLSN = 0; /*
/* 初期出力 H L */
/* アクティブレベル L H */
/* コンパッチ出力(アップカウント時) H L */
/* コンパッチ出力(ダウンカウント時) L H */

MTU2S.TOCR1.BIT.OLSP = 0; /*
/* 初期出力 H L */
/* アクティブレベル L H */
/* コンパッチ出力(アップカウント時) L H */
/* コンパッチ出力(アップカウント時) H L */

MTU2S3.TMDR.BIT.BFB = 1; /* 0:TGRB_3S は通常動作, 1:TGRB_3S はハフファ動作 */
MTU2S3.TMDR.BIT.BFA = 1; /* 0:TGRA_3S は通常動作, 1:TGRA_3S はハフファ動作 */
MTU2S3.TMDR.BIT.MD = 13; /* 0:通常動作, 1:設定禁止, */
/* 2:PWM モード 1, 3:設定禁止, */
/* 4:設定禁止, 5:設定禁止, */
/* 6:設定禁止, 7:設定禁止, */
/* 8:リセット同期 PWM, 9:設定禁止, */
/* 10:設定禁止, 11:設定禁止, */
/* 12:設定禁止, 13:相補 PWM(山で転送) */
/* 14:相補 PWM(谷で転送) 15:相補 PWM(両転送) */

MTU2S4.TMDR.BIT.BFB = 1; /* 0:TGRB_4S は通常動作, 1:TGRB_4S はハフファ動作 */
MTU2S4.TMDR.BIT.BFA = 1; /* 0:TGRA_4S は通常動作, 1:TGRA_4S はハフファ動作 */
MTU2S4.TMDR.BIT.MD = 0; /* 0:通常動作, 1:設定禁止, */
/* 2:PWM モード 1, 3:設定禁止, */
/* 4:設定禁止, 5:設定禁止, */
/* 6:設定禁止, 7:設定禁止, */
/* 8:リセット同期 PWM 9:設定禁止, */
/* 10:設定禁止, 11:設定禁止, */
/* 12:設定禁止, 13:相補 PWM(山で転送) */
/* 14:相補 PWM(谷で転送) 15:相補 PWM(両転送) */

MTU2S.TOER.BIT.OE4D = 1; /* 0:T1OC4DS 出力禁止 1:T1OC4DS 出力許可 */
MTU2S.TOER.BIT.OE4C = 1; /* 0:T1OC4CS 出力禁止 1:T1OC4CS 出力許可 */
MTU2S.TOER.BIT.OE3D = 1; /* 0:T1OC3DS 出力禁止 1:T1OC3DS 出力許可 */
MTU2S.TOER.BIT.OE4B = 1; /* 0:T1OC4BS 出力禁止 1:T1OC4BS 出力許可 */
MTU2S.TOER.BIT.OE4A = 1; /* 0:T1OC4AS 出力禁止 1:T1OC4AS 出力許可 */
MTU2S.TOER.BIT.OE3B = 1; /* 0:T1OC3BS 出力禁止 1:T1OC3BS 出力許可 */

PFC.PE1ORH.WORD = 0x003f; /* PE21 ~ PE16 => 出力設定 */
PFC.PECRH2.WORD = 0x0011; /* P21 => T1OC4DS, P20 => T1OC4CS */
PFC.PECRH1.WORD = 0x1111; /* P19 => T1OC4BS, P18 => T1OC4AS */
/* P17 => T1OC3DS, P16 => T1OC3BS */

```

}

```

/*****/
/*      CMT 初期設定      */
/*****/
void set_cmt_init(void){

    STB.CR4.BIT._CMT = 0;      /* 0:CMT は動作      1:CMT は停止 */

    CMT.CMSTR.BIT.STRO = 0;    /* 0:CH0 カウント停止  1:CH0 カウント開始 */
    CMT.CMSTR.BIT.STR1 = 0;    /* 0:CH1 カウント停止  1:CH1 カウント開始 */

    CMT0.CMCSR.BIT.CKS = 0;    /* 0:P   /8 1:P   /32 2:P   /128 3:P   /512 */
    CMT0.CMCOR = 0x00c8;      /* 50[μs]周期でコンパ°マッチ */
    CMT0.CMCNT = 0x0000;      /* カウント0クリア */

    CMT1.CMCSR.BIT.CKS = 3;    /* 0:P   /8 1:P   /32 2:P   /128 3:P   /512 */
    CMT1.CMCSR.BIT.CMIE = 1;   /* 0:CMT_1 割り込み禁止  1:CMT_1 割り込み許可 */
    CMT1.CMCOR = 0xc350;      /* 0.8[s]周期でコンパ°マッチ */
    CMT1.CMCNT = 0x0000;      /* カウント0クリア */

    INTC.IPRJ.BIT._CMT0 = 2;   /* 割り込み優先レベル設定 */
    INTC.IPRJ.BIT._CMT1 = 3;   /* 割り込み優先レベル設定 */

}

/*****/
/*      AD_0 割り込みルーチン      */
/*****/
#pragma interrupt(ADI_3)
void ADI_3(void){

    /* AD 変換値を RAM へ格納 */
    resolver_ref = ADO.ADDR0;    /* AN0(レゾルバ 励磁信号)の AD 変換値を代入 */

    if(resolver_ref >= 0x0b30){
        flag_ref = 0xff;
    }else if(resolver_ref <= 0x0570){
        flag_ref = 0x00;
    }else if((resolver_ref > 0x0900) && (resolver_ref < 0x0980)){
        if(flag_ref == 0x00){
            Sin = ADO.ADDR1;      /* AN1(レゾルバ 出力 Sin 波)の AD 変換値を代入 */
            Cos = ADO.ADDR2;      /* AN2(レゾルバ 出力 Cos 波)の AD 変換値を代入 */
        }
    }

    /* CMT_0 割り込み許可 */
    if(Sin != 0x000 && Cos != 0x000){
        if(i < 1){
            CMT0.CMCSR.BIT.CMIE = 1;    /* 0:CMT_0 割り込み禁止  1:CMT_0 割り込み許可 */
            i++;
        }
    }

    ADO.ADSR.BIT.ADF = 0;        /* AD 変換終了フラグのクリア */

}

/*****/
/*      CMT_0 割り込み処理ルーチン      */
/*****/
#pragma interrupt(CMI_0,CMI_1)
void CMI_0(void){

```



/\* レゾルバの信号からモータ位置を 30 °刻みで確認し、  
モータ位置に連動させて TGCR を切り換え \*/

```

if(flag_rot == CW){          /* モータから見て時計回り */
    if(Sin >= Sin_60){
        if(Cos >= Cos_90){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xeb;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xea;
        }
    }

    }else if(Sin <= Sin_240){
        if(Cos >= Cos_270){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xea;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xeb;
        }
    }

    }else if(Cos <= Cos_150){
        if(Sin >= Sin_180){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xec;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xed;
        }
    }

    }else if(Cos >= Cos_330){
        if(Sin >= Sin_0){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xed;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xec;
        }
    }

    }else if(Sin >= Sin_0){
        if(Cos >= Cos_90){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xe9;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xee;
        }
    }

    }else{
        if(Cos >= Cos_270){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xee;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xe9;
        }
    }
}
}

else if(flag_rot== CCW){    /* モータから見て反時計回り */
    if(Sin >= Sin_60){
        if(Cos >= Cos_90){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xee;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xec;
        }
    }

    }else if(Sin <= Sin_240){
        if(Cos >= Cos_270){
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xec;
        }else{
            MTU2S.TGCR.BYTE = 0xee;
        }
    }
}

```

```

}else if(Cos <= Cos_150){
    if(Sin >= Sin_180){
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xe9;
    }else{
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xeb;
    }
}

}else if(Cos >= Cos_330){
    if(Sin >= Sin_0){
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xeb;
    }else{
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xe9;
    }
}

}else if(Sin >= Sin_0){
    if(Cos >= Cos_90){
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xea;
    }else{
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xed;
    }
}

}else{
    if(Cos >= Cos_90){
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xed;
    }else{
        MTU2S.TGCR.BYTE = 0xea;
    }
}
}

}

CMT0.CMCSR.BIT.CMF = 0;    /* コンパアッチフラグのクリア */
}

/*****
/*      CMT_1 割込み処理ルーチン      */
/*****
void CMI_1(void){

    /* モータ回転方向を 4[s]毎に反転 */
    if(k < 5){
        flag_rot = CW;        /* モータから見て時計回り */
        k++;
    }
    else if(k < 9){
        flag_rot = CCW;       /* モータから見て反時計回り */
        k++;
    }
    else{
        flag_rot = CCW;       /* モータから見て反時計回り */
        k=0;
    }

    CMT1.CMCSR.BIT.CMF = 0;    /* コンパアッチフラグのクリア */
}
}

```

## 5. 参考ドキュメント

ハードウェアマニュアル

**SH7147 グループハードウェアマニュアル Rev.1.00**

(最新版をルネサス テクノロジホームページから入手してください。)

## 6. 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://www.renesas.com/>

改訂記録	レゾルバ内蔵 DC ブラシレスモータ制御
------	----------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2006.10.12	-	初版発行

### 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、あるいはその他軍事情報の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」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頂きますとともに、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下さい。
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下さい。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下さい。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下さい。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）を行なうもの。
  - 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致します。
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致します。
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下さい。