

永久磁石同期モータのセンサレス初期位置検出

R01AN3596JJ0110

Rev.1.10

RL78/G1F

2017.10.02

要旨

本アプリケーションノートは RL78/G1F マイクロコントローラを使用し、永久磁石同期モータの回転子初期位置を検出するサンプルプログラム及びモータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」の使用方法について説明することを目的としています。

サンプルプログラムはあくまで参考用途であり、弊社がこの動作を保証するものではありません。サンプルプログラムを使用する場合、適切な環境で十分な評価をした上で御使用下さい。

本アプリケーションノート対象のプログラムを動作させるには、Renesas Solution Starter Kit 24V Motor Control Evaluation System for RX23T の回路修正が必要となります。回路修正を行った場合は、通常の Renesas Solution Starter Kit 24V Motor Control Evaluation System for RX23T 向けのその他のプログラムは、動作できなくなります。また、回路修正については、弊社が修正後の本プログラムの動作を保証するものではありません。

動作確認デバイス

本制御プログラムの動作確認は下記のデバイスで行っております。

- RL78/G1F(R5F11BLEAFB)

対象プログラム

本アプリケーションノートの対象プログラムを下記に示します。

RL78G1F_MRSSK_SPM_DETECT_INIT_POSI_CSP_CA_V110 (IDE : CS+ CA ツールチェーン)

RL78G1F_MRSSK_SPM_DETECT_INIT_POSI_CSP_CC_V110 (IDE : CS+ CC-RL ツールチェーン)

RL78G1F_MRSSK_SPM_DETECT_INIT_POSI_E2S_CC_V110 (IDE : e²studio)

24V Motor Control Evaluation System & RL78/G1F CPU カード向け

RL78/G1F 回転子初期位置検出サンプルプログラム

参考資料

- RL78/G1F グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0516JJ0110)
- Renesas Solution Starter Kit 24V Motor Control Evaluation System for RX23T (Motor RSSK) 取扱説明書 (R20UT3697JJ0110)
- RL78/G1F CPU カード 取扱説明書 (R12UZ0014JJ0100)
- Renesas Motor Workbench V.1.00 ユーザーズマニュアル (R21UZ0004JJ0100)

目次

1. 概説	3
2. システム概要	8
3. 制御プログラム説明	14
4. モータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」	32

1. 概説

本アプリケーションノートでは、RL78/G1F マイクロコントローラを使用した永久磁石同期モータ(PMSM)のセンサレス初期位置検出サンプルプログラムの実装方法、及びモータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」の使用方法について説明します。

1.1 開発環境

本アプリケーションノート対象プログラムの開発環境を表 1-1、及び 表 1-2 に示します。

表 1-1 開発環境(H/W)

マイコン	評価ボード	モータ
RL78/G1F (R5F11BLEAFB)	24V 系インバータボード ^{注1} & RL78/G1F CPU カード ^{注2}	TSUKASA ^{注3} TG-55L

表 1-2 開発環境(S/W)

CS+バージョン	ツールチェーン
V4.00.01	CA78K0R V1.72
V6.00.00	CC-RL V1.05.00

e ² studio バージョン	ツールチェーン
5.4.0.018	CC-RL V1.05.00

【注】1. 24V 系インバータボード(RTK0EM0001B00012BJ)は、ルネサスエレクトロニクス株式会社の製品です。

2. RL78/G1F CPU カードは、以下の二種類を使用可能です。

RTK0ELML240C03000BJ : ルネサスエレクトロニクス株式会社製

T5103 : 株式会社デスクトップラボ (<http://desktoplab.co.jp/>)製

3. TG-55L は、ツカサ電工株式会社の製品です。

ツカサ電工株式会社 (<http://www.tsukasa-d.co.jp/>)

1.2 評価ボード修正方法

本アプリケーションノートのサンプルプログラムに対応するために、以下の修正を 24V 系インバータボード、及び RL78/G1F CPU カードに行ってください。

(1) 24V 系インバータボードの修正

(a) RL78/G1F では電流検出を 1 つのポートで行うため、3 シャントを 1 シャントに修正します。

- ① R72/R97 を取り外します。
- ② TH1/TH2/TH3 を接続します

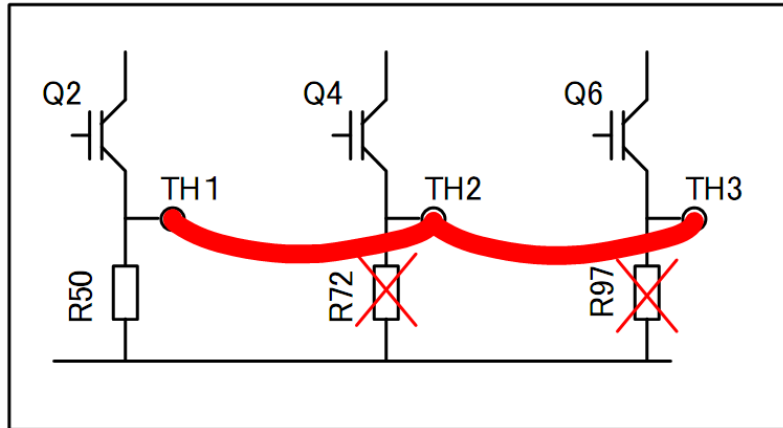
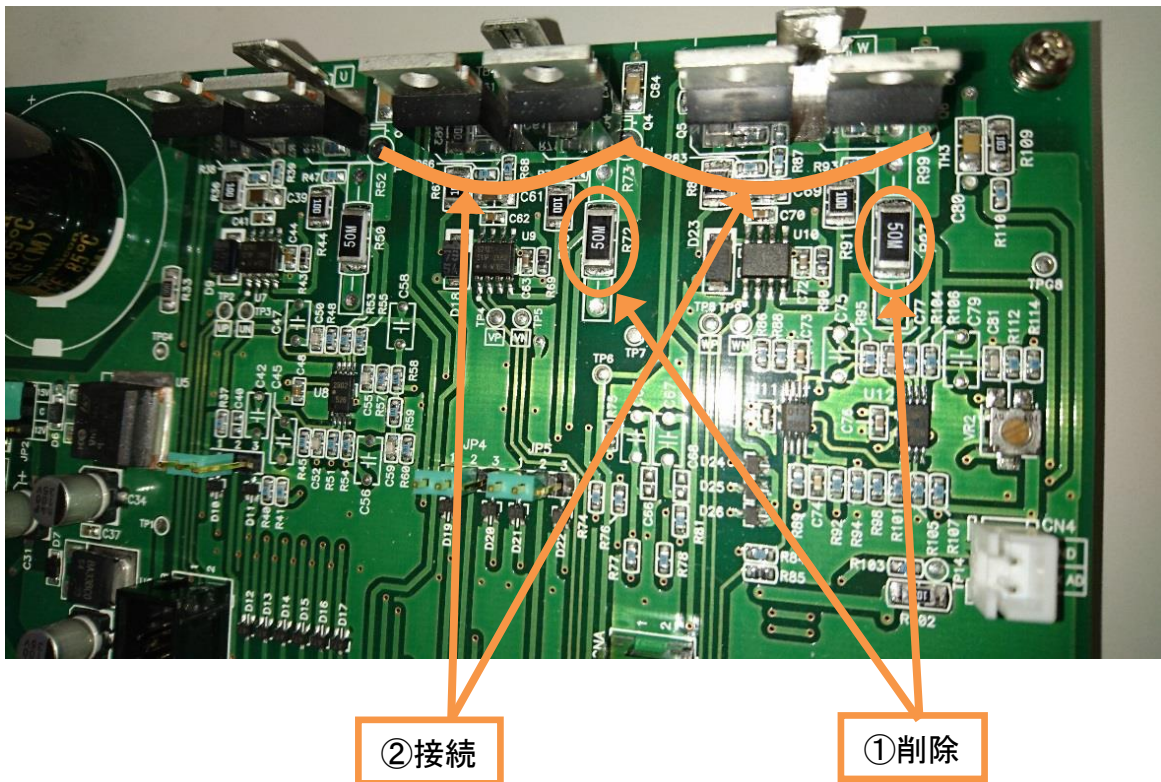


図 1-1 3 シャントから 1 シャントへの修正



(b)現状のフィルタ定数では時定数が大き過ぎるため、各相電圧検出部のフィルタ回路を修正します。

- ① R34/R61/R79 に 10kΩ をマウントします。
- ② R67 に 510Ω をマウントします。
- ③ R42/R46/R49 の抵抗値を 470Ω から 1.5kΩ に変更します。
- ④ C60 に 0.33μF をマウントします。
- ⑤ C49/C51/C53 を削除します。

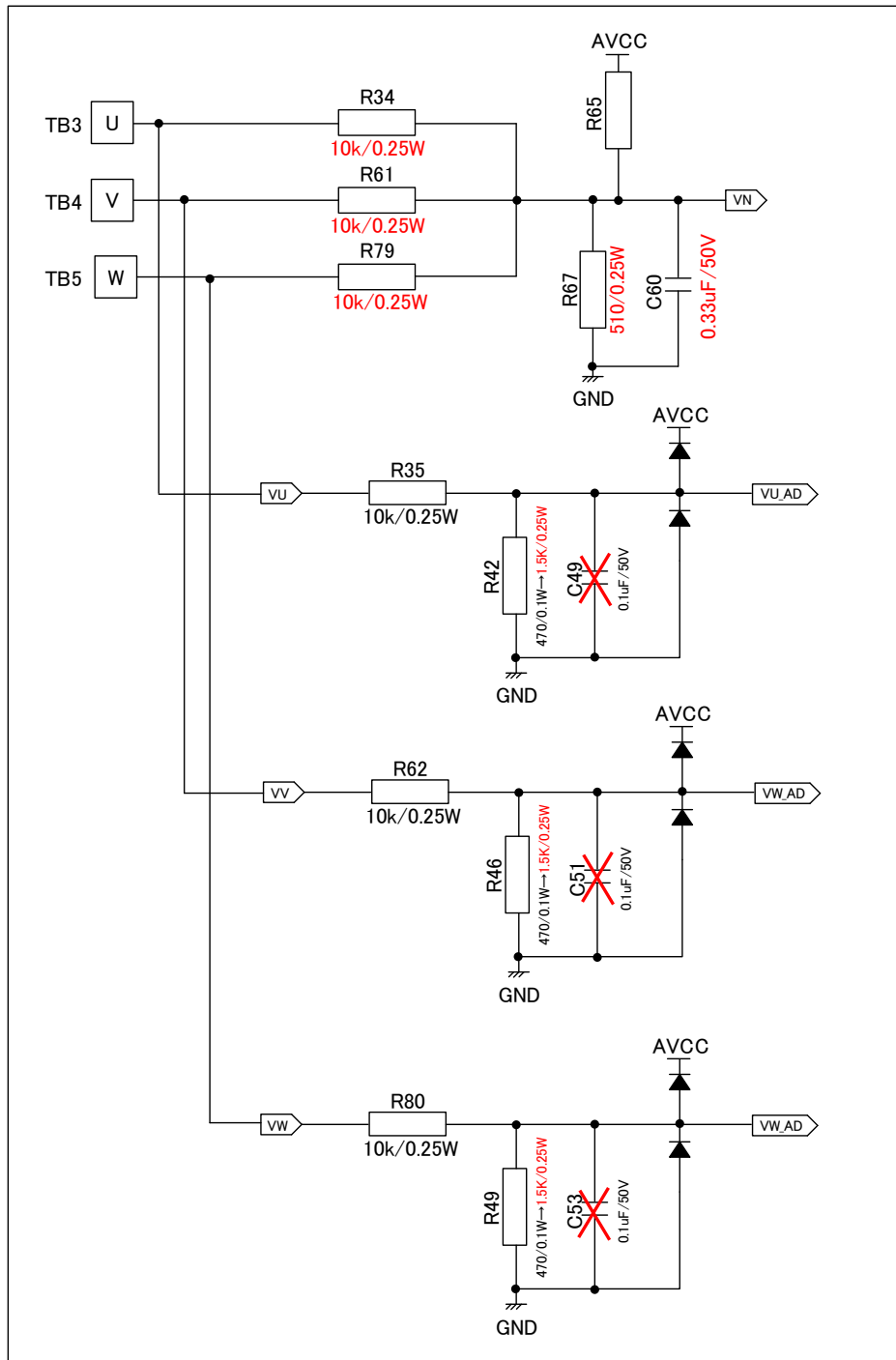
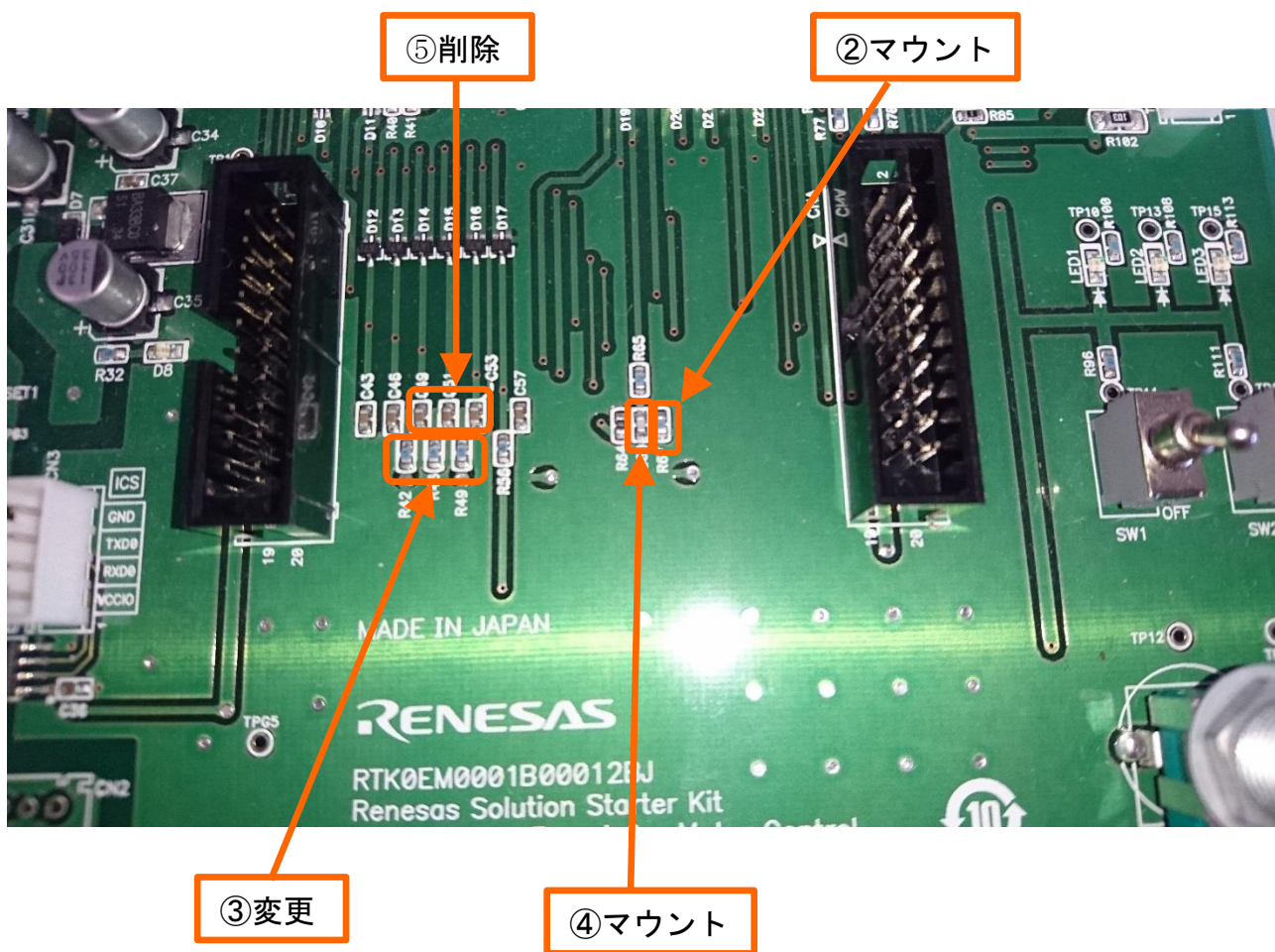
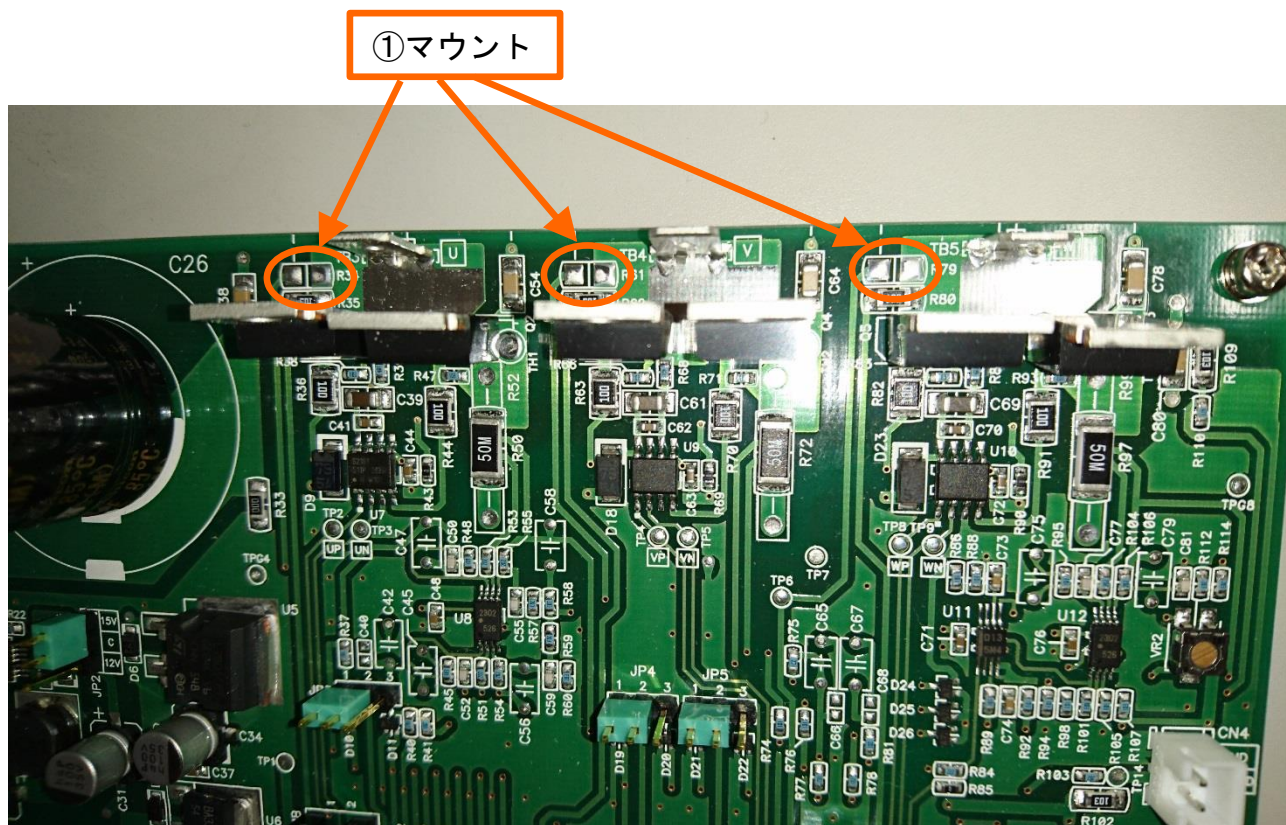


図 1-2 各相電圧検出部の修正



(2) RL78/G1F CPU カード(T5103)の修正

本修正は Renesas 製 CPU カード RTK0ELML240C03000BJ には不要です。

- ① C3/C5/C6/C7/C8/C13/C14/C18/C19/C22 を削除します。
- ② C4 1000pF を 0.1uF に変更します。
- ③ 下図の赤枠・赤線の回路を追加します。

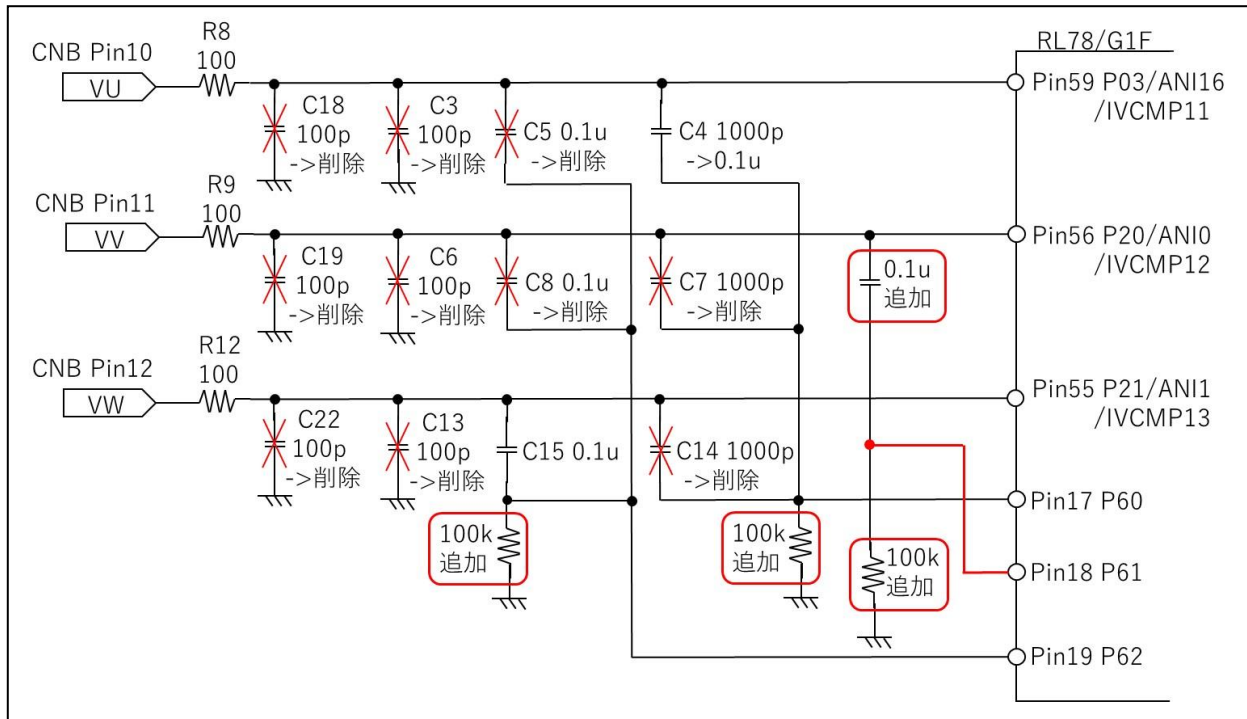


図 1-3 CPU カード(T5103)の修正

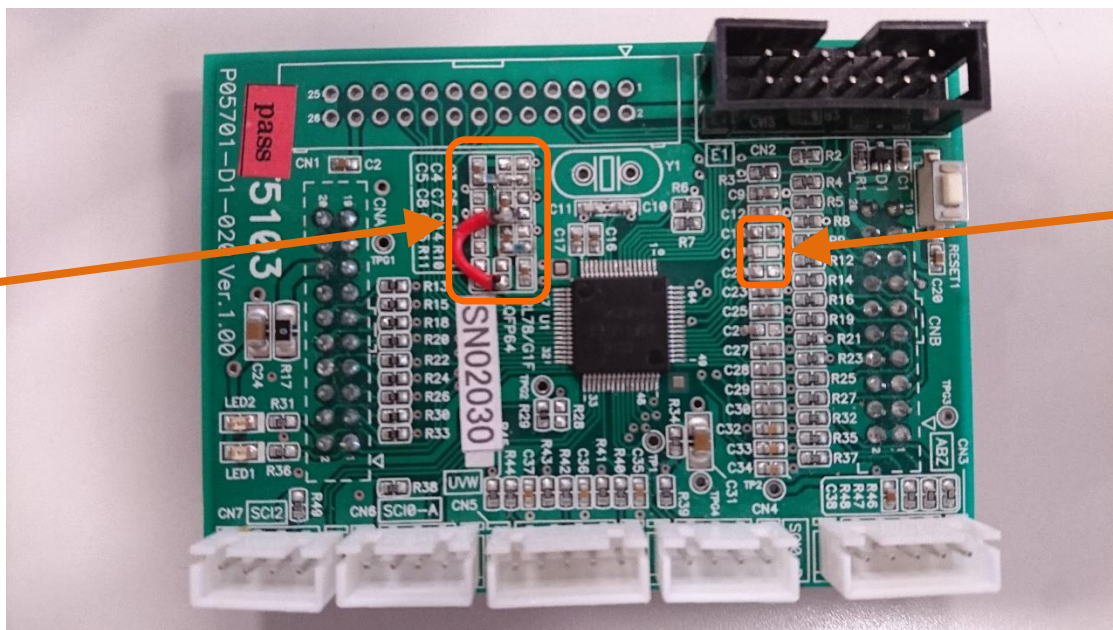


図 1-4 回路修正例

2. システム概要

本システムの概要を以下に説明します。

2.1 ハードウェア構成

ハードウェア構成を次に示します。

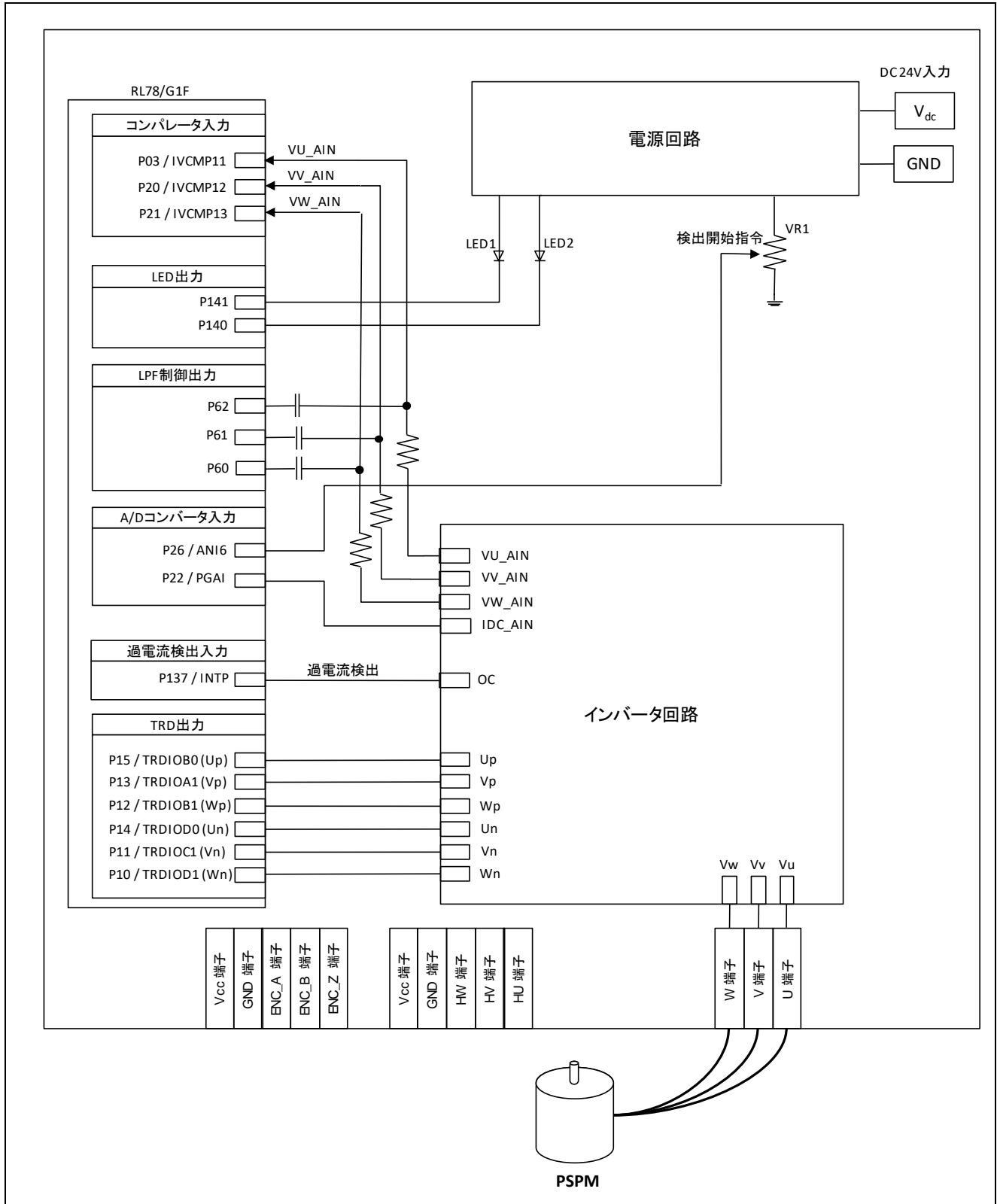


図 2-1 ハードウェア構成図

2.2 ハードウェア仕様

2.2.1 ユーザインタフェース

本システムのユーザインタフェース一覧を表 2-1 に示します。

表 2-1 ユーザインタフェース

項目	インタフェース部品	機能
検出開始	可変抵抗(VR1)	初期位置検出シーケンス起動
検出完了	黄緑色 LED1	・初期位置検出エラー非発生時：点灯 ・その他：消灯
異常終了	黄緑色 LED2	・初期位置検出エラー及び検出閾値未到達時：点灯 ・その他：消灯
RESET	プッシュスイッチ(RESET1)	システムリセット

本システムの RL78/G1F マイクロコントローラ端子のインタフェース一覧を表 2-2 に示します。

表 2-2 端子インタフェース

R5F11BLEAFB 端子名	機能
P26 / ANI6	検出開始用(アナログ値)
P141	LED1 点灯/消灯制御
P140	LED2 点灯/消灯制御
P03 / IVCMP11	U 相電圧測定(コンパレータ使用)
P20 / IVCMP12	V 相電圧測定(コンパレータ使用)
P21 / IVCMP13	W 相電圧測定(コンパレータ使用)
P22 / PGAI	シャント電流入力
P60~P62	相電圧入力フィルタ回路制御
P15 / TRDIOB0	ポート出力/PWM 出力(U_p)
P13 / TRDIOA1	ポート出力/PWM 出力(V_p)
P12 / TRDIOB1	ポート出力/PWM 出力(W_p)
P14 / TRDIOD0	ポート出力/PWM 出力(U_n)
P11 / TRDIOC1	ポート出力/PWM 出力(V_n)
P10 / TRDIOD1	ポート出力/PWM 出力(W_n)
P137 / INTP0	過電流検出時の PWM 緊急停止入力(外部検出回路使用)

2.2.2 周辺機能

本システムに使用する周辺機能一覧を以下に示します。

表 2-3 周辺機能対応表

周辺機能	用途
10bit A/D コンバータ	・ 検出開始指令入力 ・ シャント電流測定
タイマ・アレイ・ユニット(TAU)	角度推定処理用ディレイタイマ
タイマ RD(TRD)	相補 PWM モード使用の PWM 出力 (計測用パルス出力のみ)
タイマ RX(TRX)	コンパレータ検出時間測定用フリーランカウンタ
インターバルタイマ	1[ms]周期タイマ
コンパレータ CMP1	相電圧到達検出処理
プログラマブル・ゲイン・アンプ(PGA)	シャント電流値増幅
外部割り込み (INTP0)	過電流検出

(1) 10bitA/D コンバータ

可変抵抗 VR1 の入力値を測定し、検出を開始するトリガとします。

また、回転子磁極方向判別時にシャント抵抗に流れる電流値を測定します。

A/D 変換はチャンネル選択モードを「セレクトモード」に、変換動作モードを「ワンショット変換モード」に設定します。(ソフトウェアトリガを使用)。

(2) タイマ・アレイ・ユニット(TAU)

チャンネル 3 をディレイタイマとして用い、割り込み発生時に角度推定のためのコンパレータ検出時間測定処理を実施します。

(3) タイマ RD(TRD)

相補 PWM モードを使用した出力(“ High” アクティブ)を行います。出力ポートは一般出力ポートとしても使用します。

(4) タイマ RX(TRX)

回転子角度推定時に相電圧が一定電圧値に到達するまでの時間を計測するタイマとして使用します。

カウント開始トリガとしてタイマ RD0 のカウント開始を用います。

コンパレータ CMP1 の割り込みにより、カウント値をバッファに転送します。

(5) インターバルタイマ

1[ms]の周期タイマとして使用します。

(6) コンパレータ CMP1

回転子角度推定時に相電圧が一定電圧値に到達したことを判別するために使用します。

割り込み処理は使用しません。

(7) プログラマブル・ゲイン・アンプ(PGA)

回転子磁極方向判別時にシャント電流値を入力し、増幅して A/D コンバータへ入力します。

(8) 外部割り込み (INTP0)

外部回路による過電流検出を行います。

2.3 ソフトウェア構成

2.3.1 ソフトウェア・ファイル構成

プログラムのフォルダとファイル構成を表 2-4 に記します。

表 2-4 フォルダとファイル構成

プロジェクト	フォルダ	ファイル	内容
RL78G1F_MRSSK_SPM_DETE CT_INIT_POSI_CSP_CA_V110	inc	main.h	メイン関数、ユーザインタフェース制御関連定義
		mtr_common.h	共通定義
		mtr_ctrl_mrssk.h	ボード依存処理関連定義
		mtr_ctrl_rl78g1f.h	RL78/G1F依存処理関連定義
		mtr_ctrl_rl78g1f_mrssk.h	ボード&RL78/G1F依存処理関連定義
		mtr_spm_detect_init_posi.h	初期位置検出処理関連定義
RL78G1F_MRSSK_SPM_DETE CT_INIT_POSI_CSP_CC_V110	ics	ics_RL78G1F.obj	ICSライブラリ
		ics_RL78G1F_Lx.h	ICS用関連定義
		RL78G1F_vector.c	ICS用割り込み処理
RL78G1F_MRSSK_SPM_DETE CT_INIT_POSI_E2S_CC_V110	prj	RL78G1F_MRSSK_SPM_DETECT T_INIT_POSI_CSP_CA_V110.dr	リンクディレクティブファイル ^注
	src	main.c	メイン関数、ユーザインタフェース制御
		mtr_ctrl_mrssk.c	ボード依存処理
		mtr_ctrl_rl78g1f.c	RL78/G1F依存処理
		mtr_ctrl_rl78g1f_mrssk.c	ボード&RL78/G1F依存処理
		mtr_interrupt.c	割り込みハンドラ
		mtr_spm_detect_init_posi.c	初期位置検出処理

【注】 リンクディレクティブファイルは RL78G1F_MRSSK_SPM_DETECT_INIT_POSI_CSP_CA_V110 のみに含まれます。

2.3.2 モジュール構成

本制御プログラムのモジュール構成を図 2-2 プログラムのモジュール構成、表 2-5 に示します。

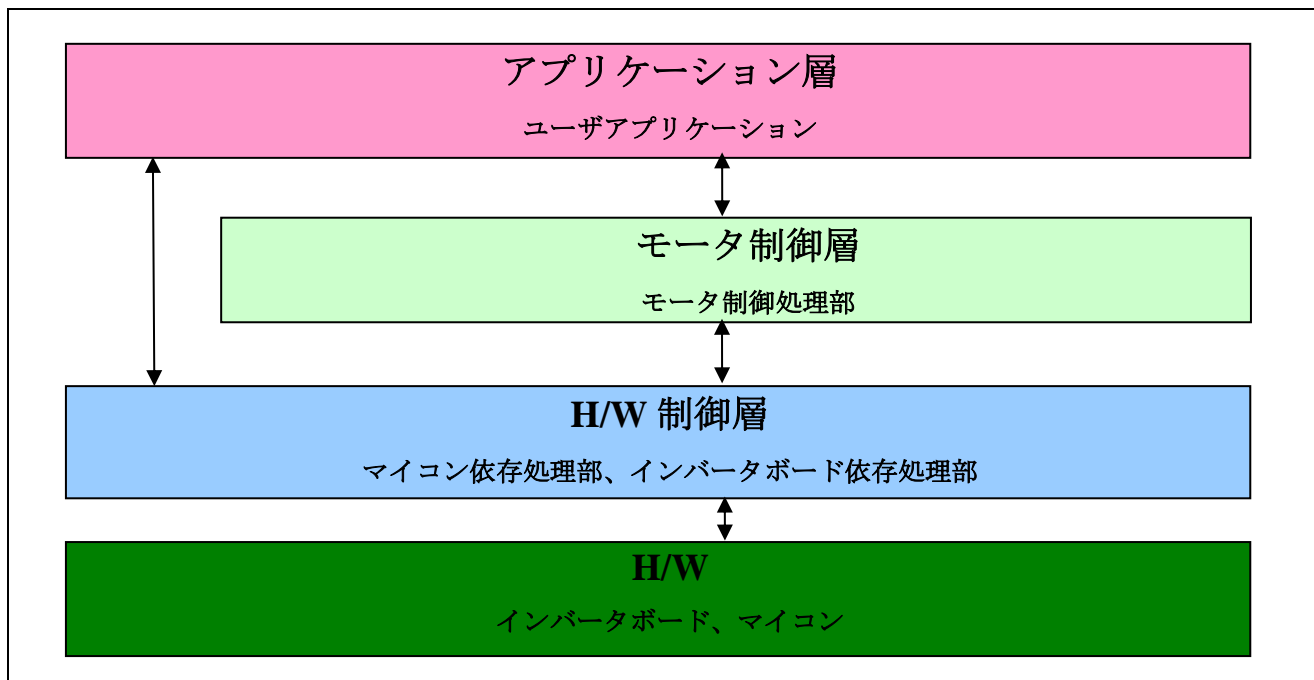


図 2-2 プログラムのモジュール構成

表 2-5 プログラムのモジュール構成

階層	ファイル名
アプリケーション層	main.c
モータ制御層	mtr_spm_detect_init_posi.c mtr_interrupt.c ^注
H/W 制御層	mtr_ctrl_mrsk.c mtr_ctrl_rl78g1f.c mtr_ctrl_rl78g1f_mrsk.c mtr_interrupt.c ^注

【注】“mtr_interrupt.c”は、モータ制御層、H/W 層に関わる処理を行っています。

2.4 ソフトウェア仕様

本システムのソフトウェア基本仕様を下記に示します。

表 2-6 回転子初期位置検出ソフトウェア基本仕様

項目	内容
検出手段	・ RL78/G1F のタイマとコンパレータの連動機能を用いた角度推定 ・ 磁気飽和を用いた磁極方向判別
入力電圧	DC24[V]
メインクロック周波数	CPU クロック : f_{CLK} 32[MHz] TRX クロック : f_{HOCO} 64[MHz]
制御周期	検出処理は 1 [ms]周期タイマにて実装
コンパイラ最適化設定	デフォルト設定

3. 制御プログラム説明

本アプリケーションノートの対象制御プログラムについて説明します。

3.1 制御内容

3.1.1 検出開始

初期位置検出の開始はモータ制御開発支援ツールによる開始、もしくは半固定抵抗 VR1 を中点位置に戻してから 60 度以上右回転させた際に開始するものとします。
電源投入 1 回目(リセット後)は自動的に検出を行います。

3.1.2 タイマ RX とコンパレータの連動機能による角度推定

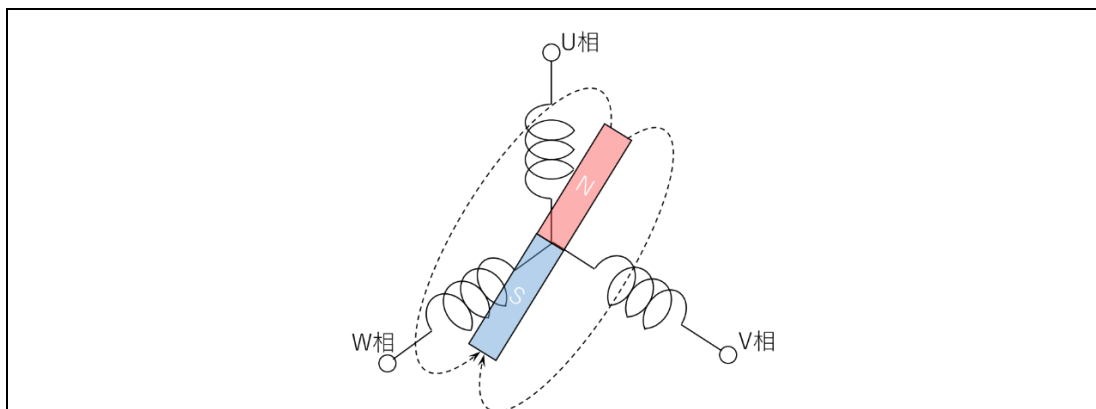


図 3-1 回転子位置と各層の関係

図 3-1 に示すように回転子の位置により各相に対して印加される磁力は異なります。ここで例えば U→V、V→W、W→U の方向に電流が流れる様に電圧を印加した場合、各々の下側の相 (U→V の場合 V 相) の相電圧が、印加された電圧値に達するまでの時間は、回転子磁力による影響を受けるため各々で異なることとなります。例えば図 3-1 の場合、W→U の方向に電圧を印加した際に一番時間が掛かるものと思われる。

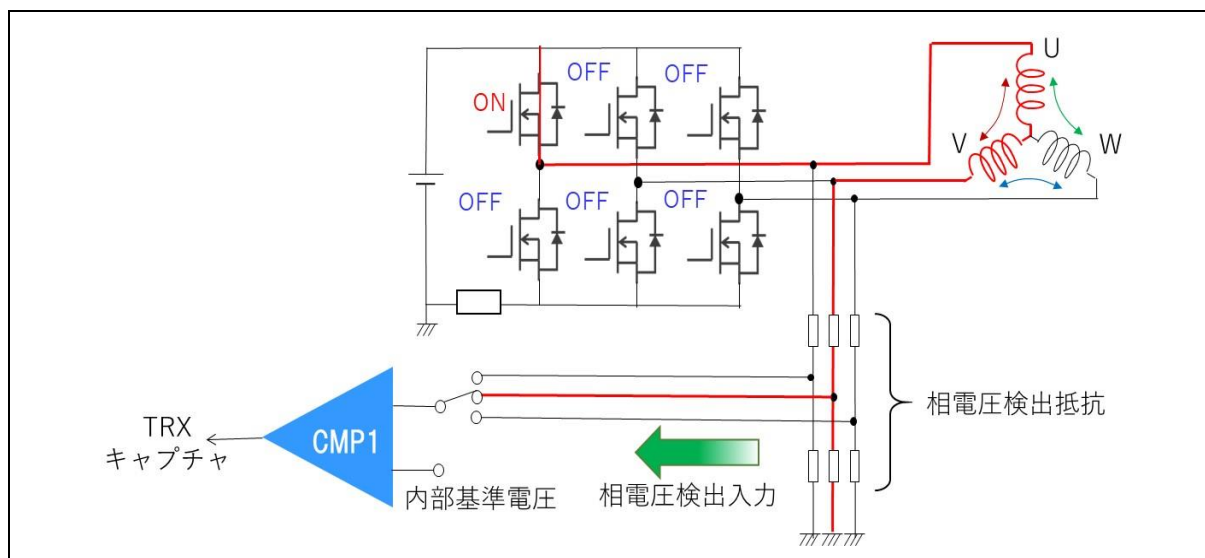


図 3-2 角度推定模式図

図 3-2 に本システムで用いる角度推定の模式図を示します。

判別は U→V、V→W、W→U の順にパルス状の電圧 V_i を印加し、上記相電圧検出抵抗に発生する電圧がある一定値 (V_i でも構わないが、相関的にもう少し低い値でも問題は無い) に達するまでの時間を内部タイマにより計測、これを比較することで回転子が電気角 180 度内で 60 度毎のいずれの方向を向いているのかを検出します。

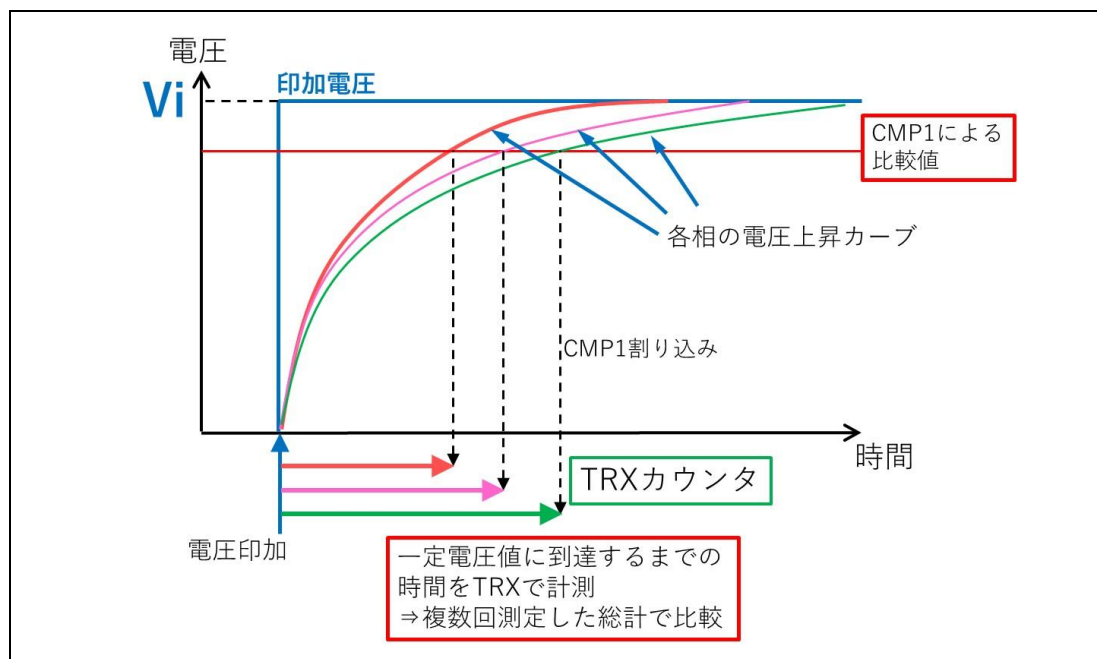


図 3-3 各相の電圧検出抵抗に発生する電圧値の時間差測定

本アプリケーションノートで用いるアルゴリズムでは、これをRL78/G1FのタイマRX(TRX)による時間差分として検出するものとしています。

TRDの相補PWMモードを用い、各相にパルス状の電圧を印加します。この時、TRXをTRDの立ち上がりエッジ同期でカウントを開始し、CMP1により相電圧が指定値に到達した際にTRX入力キャプチャ機能を用いて電圧増加時間を計測します。

各相での計測測定値の総計の比較をもって電気角180度内の60度毎の角度推定を行います。測定終了は最大値計測相とその次に大きな値の相の計測総計値の差分が閾値以上になった時に計測終了としています。但し、閾値に到達しなかった場合、及び最大測定回数分の測定を行っても差分が閾値の30%に達しなかった場合はエラーとして次の処理は行いません。

最大回数分の測定を行って閾値の30%以上100%未満の差分しか得られなかった場合は、それを示す変数 `g_ul_induct_effect_reach_max_cnts` に1を設定しその状態を表示します。

測定終了判別閾値、計測最大回数、CMP1での比較値、及びエラー判別の閾値のパーセンテージはユーザ設定可能値としています。

以下に角度推定処理のフローチャートを示します。

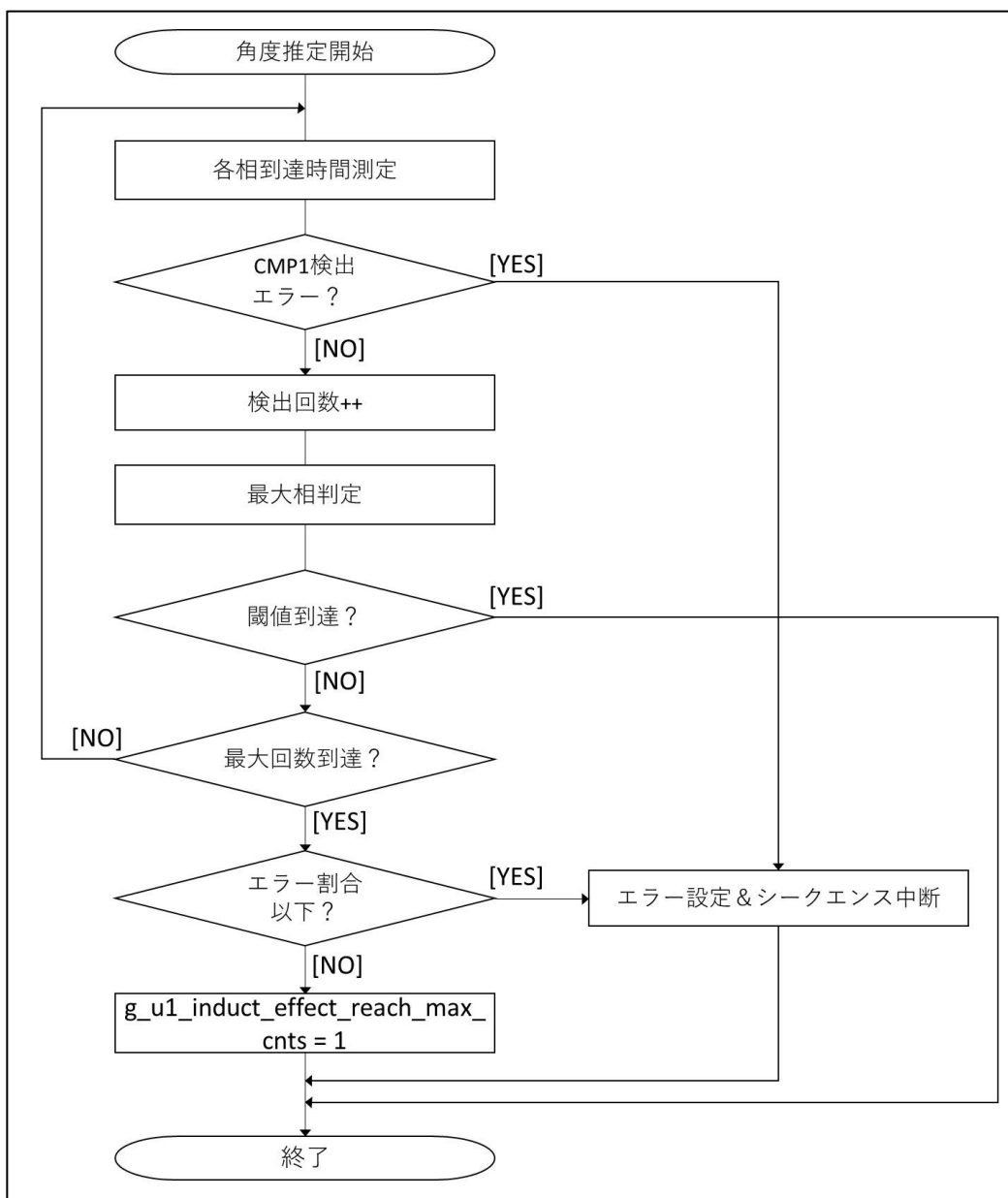


図 3-4 角度推定フローチャート

3.1.3 A/D コンバータを用いた磁気飽和差異の計測による磁極方向判別

上記 3.1.2 「タイマ RX とコンパレータの連動機能による角度推定」では回転子の磁極方向性を検出できない（磁力の強さに方向性は無いため、N/S 極の方向はどちらを向いているか分からない）ため、電気角 180 度内の 60 度毎分解能しか得られません。

そこで、磁気飽和を利用することで回転子の磁極方向を判別します。

モータ内の磁束方向と電流の方向の相違によって電流の流れ易さが異なるという性質を利用し、磁極の極性を判定します。

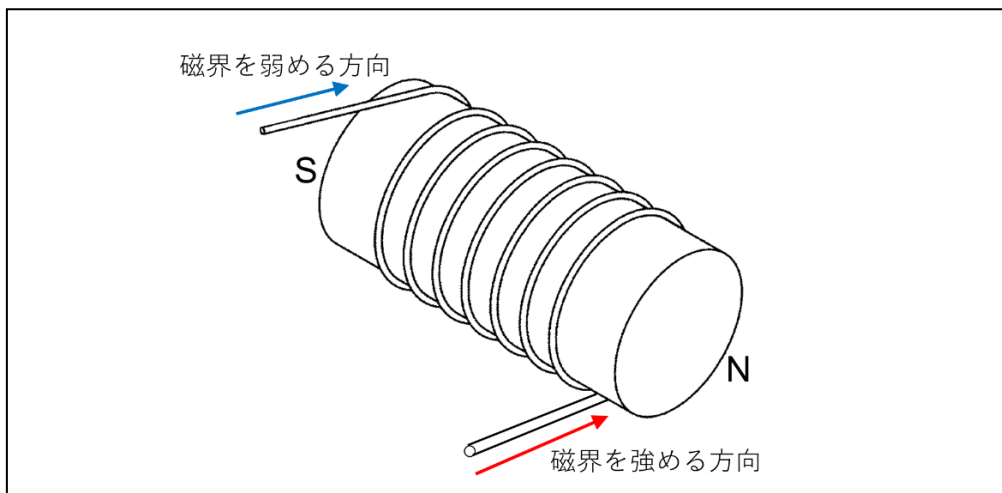


図 3-5 コイルを巻かれた磁極の例

永久磁石同期モータの様にコイルと磁石とが近接した場所に存在する場合、磁石による磁束とコイルによる磁束とが重なってコイルのコアを透過します。

図 3-5 のように磁石にコイルが巻かれているような場合にコイルに電流を流すと、図 3-6 のように印加する電流の方向によって実際に流れる電流値に差異が生じます。モータでは磁石に直接コイルが巻かれているわけではありませんが、同等の効果が得られるためこの現象を利用して磁極の方向を判別することが可能となります。

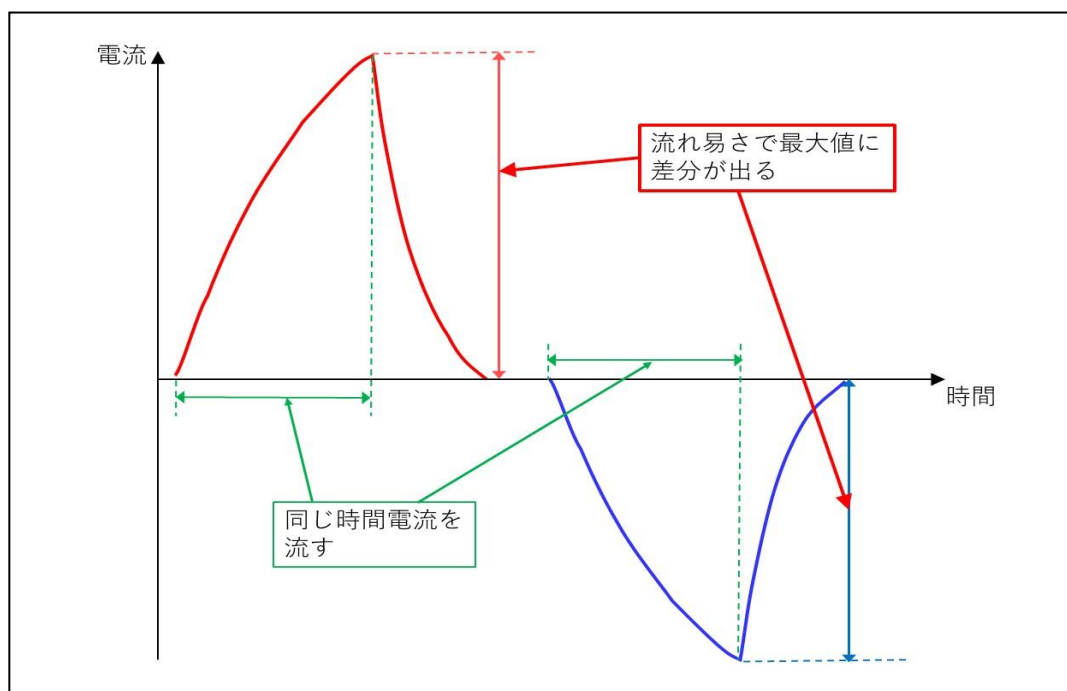


図 3-6 電流印加方向による電流差異

具体的には、60度毎の回転子角度推定は終了しているので、これに基づき磁気飽和を発生させるためのパターンで電流をパルスの的に印加します。

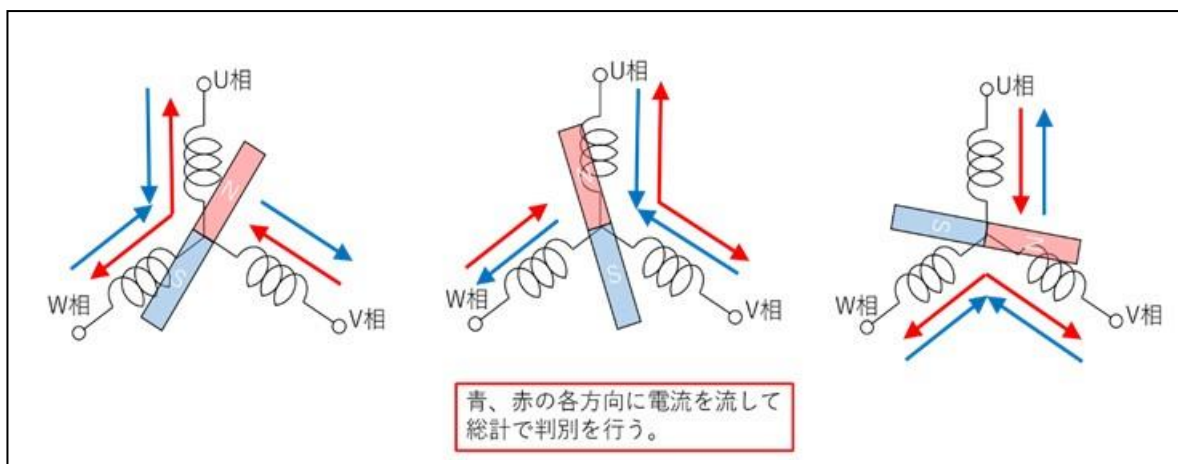


図 3-7 磁気飽和発生のための電流印加パターン(例)

この時のシャント抵抗に流れる電流値を A/D コンバータで読み取り、これを複数回繰り返すことで印加方向での差分を明確化し、回転子の磁極方向を決定します。

駆動ポートを一般ポートとしてパルス駆動し、上記の測定を行います。

各方向での測定値の総計の比較をもって磁極方向の判別を行います。測定終了は各方向での総計値の差分が閾値を超えた時点で終了とします。但し、最大測定回数分の測定を行っても差分が閾値の 30% に達しなかった場合はエラーとして終了します。

最大回数分の測定を行って閾値の 30% 以上 100% 未満の差分しか得られなかった場合は、それを示す変数 `g_u1_saturation_effect_reach_max_cnts` に 1 を設定しその状態を表示します。

測定終了判別閾値、計測最大回数、及びエラー判別の閾値のパーセンテージはユーザ設定可能値としています。また、印加パルスの幅(内部カウンタ値)もユーザ設定可能値としています。

以下に極性判定処理フローチャートを示します。

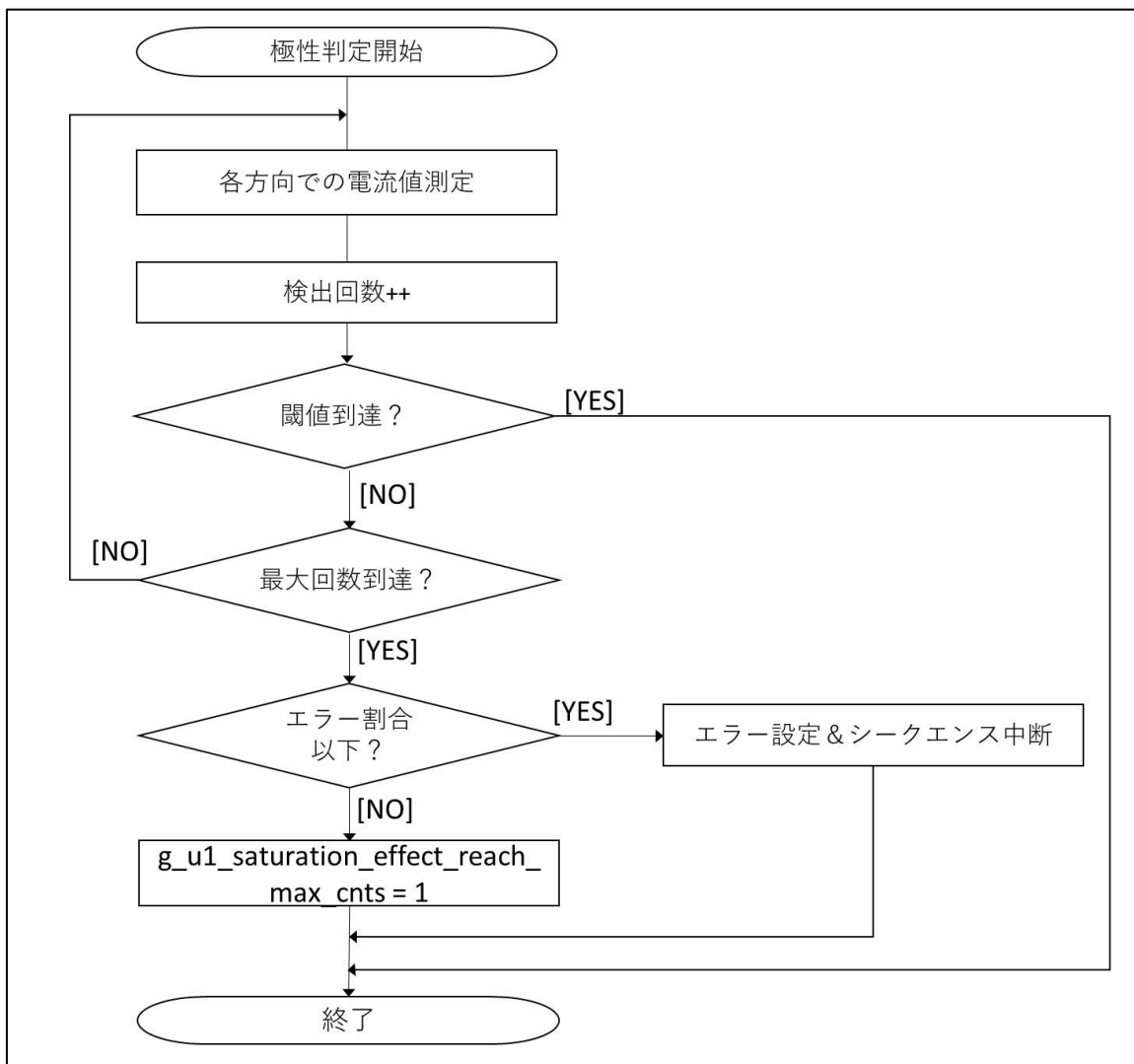


図 3-8 極性判定フローチャート

3.1.4 ユーザ設定可能変数とその初期値

上記の通り、初期位置検出の為にいくつかの値(変数)はユーザ設定可能値としてあります。設定可能値とその初期値を以下に示します。

表 3-1 ユーザ設定可能変数とその初期値

変 数	範 囲	初期値	備 考
com_u1_cmp1_vol_ref	0~255	120	CMP1 電圧比較値
com_u1_measure_induct_effect_max_cnt	0~255	8	角度推定測定最大回数
com_u1_inductance_effect_thsld	0~255	30	角度推定判別閾値
com_u1_inductance_effect_percentage	0~100	30	最大回数時閾値非到達パーセンテージ
com_u2_measure_induct_effect_intvl	0~65535	150	角度推定測定時自然放電間隔
com_u2_pulse_width	0~65535	1600	磁気飽和測定時印加パルス幅
com_u1_saturation_effect_thsld	0~255	10	極性判別閾値
com_u1_saturation_effect_max_cnt	0~255	16	磁気飽和測定最大回数
com_u1_saturation_effect_percentage	0~100	30	最大回数時閾値非到達パーセンテージ

それぞれの値の初期値は TG-55L を用いた測定の上で決定してあります。

3.2 関数一覧

関数一覧を以下に示します。本システムで使用していない関数は記載していません。

表 3-2 “main.c”関数一覧

ファイル名	関数名	処理概要
main.c	main 入力：なし 出力：なし	<ul style="list-style-type: none"> ・ハードウェア初期化関数呼び出し ・ユーザインタフェース初期化関数呼び出し ・main 処理内変数初期化関数呼び出し ・global 変数初期化関数呼び出し ・GUI 通信初期化関数呼び出し ・while ループ <ul style="list-style-type: none"> ⇒VR1 による検出開始処理 ⇒LED 点灯／消灯処理 ⇒ユーザ設定可能変数設定処理呼び出し ⇒ウォッチドッグタイマクリア処理呼び出し
	ics_ui 入力：なし 出力：なし	<ul style="list-style-type: none"> ・GUI による検出再開処理 ・ユーザ設定可能変数設定処理
	software_init 入力：なし 出力：なし	main 処理内変数初期化関数

表 3-3 “mtr_ctrl_mrsk.c”関数一覧

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_ctrl_mrsk.c	get_vr1 入力：なし 出力：(uint16) u2_ad_data / A/D 変換結果	VR1 の A/D コンバータ値を取得
	led1_on 入力：なし 出力：なし	LED1 の点灯
	led2_on 入力：なし 出力：なし	LED2 の点灯
	led1_off 入力：なし 出力：なし	LED1 の消灯
	led2_off 入力：なし 出力：なし	LED2 の消灯

表 3-4 “mtr_ctrl_rl78g1f.c”関数一覧[1/2]

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_ctrl_rl78g1f.c	R_MTR_InitHardware 入力：なし 出力：なし	クロックと周辺機能の初期化
	clear_wdt 入力：なし 出力：なし	ウォッチドッグタイマ(WDT)のクリア
	mtr_clear_oc_flag 入力：なし 出力：なし	パルス出力強制遮断状態の解除
	mtr_set_delay_timer 入力：(uint16) u2_count / デレイカウント値 (VOID_FUNC_POINTER) ptr_func / デレイ割り込み予約関数ポインタ 出力：なし	デレイタイムカウント値、及び割り込み 予約関数設定処理
	mtr_start_delay_timer 入力：なし 出力：なし	デレイタイム開始
	mtr_stop_delay_timer 入力：なし 出力：なし	デレイタイム停止
	mtr_dummy_for_delay_timer 入力：なし 出力：なし	デレイタイム予約関数無効化用ダミー関数
	mtr_start_trx 入力：なし 出力：なし	タイマ RX(TRX)カウント開始
	mtr_stop_trx 入力：なし 出力：なし	タイマ RX(TRX)カウント停止
	mtr_disble_cmp1_intr 入力：なし 出力：なし	コンパレータ 1 割り込み禁止
	mtr_set_cmp1_input 入力：(uint8) u1_input / コンパレータ正相入力信号 (uint8) u1_edge / 判別エッジ (立上がり/立下り) 出力：なし	コンパレータ 1 判別信号設定
	mtr_prepare_measure_ie 入力：なし 出力：なし	インダクタンス影響測定準備設定処理
	mtr_init_clock 入力：なし 出力：なし	クロックの初期化
	mtr_init_interval_timer 入力：なし 出力：なし	インターバルタイマ(1[ms]周期処理)の初期化
mtr_init_tau 入力：なし 出力：なし	タイマアレユニット(TAU)の初期化	

表 3-5 “mtr_ctrl_rl78g1f.c”関数一覧[2/2]

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_ctrl_rl78g1f.c	mtr_init_trx 入力：なし 出力：なし	タイマ RX(TRX)の初期化
	mtr_init_cmp1 入力：なし 出力：なし	コンパレータ 1(CMP1)の初期化

表 3-6 “mtr_ctrl_rl78g1f_mrssh.c”関数一覧

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_ctrl_rl78g1f_mrssh.c	mtr_init_trd 入力：なし 出力：なし	タイマ RD(TRD)の初期化
	mtr_init_ad_converter 入力：なし 出力：なし	A/D コンバータの初期化
	init_ui 入力：なし 出力：なし	ユーザインタフェースの初期化
	mtr_get_adc 入力：(uint8) u1_ad_ch / 取得対象 A/D チャンネル 出力：(int16) s2_temp / A/D 変換値	A/D 変換値取得処理
	mtr_output_UP 入力：なし 出力：なし	角度推定時 Up→Vn 電圧印加設定
	mtr_output_VP 入力：なし 出力：なし	角度推定時 Vp→Wn 電圧印加設定
	mtr_output_WP 入力：なし 出力：なし	角度推定時 Wp→Un 電圧印加設定
	mtr_output_stop 入力：なし 出力：なし	PWM ポート全 Off
mtr_output_low_on 入力：なし 出力：なし	下側ポート全 On	

表 3-7 “mtr_interrupt.c”関数一覧

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_interrupt.c	mtr_over_current_interrupt 入力：なし 出力：なし	過電流検出処理（ハード検出: INTP0 で割込み） ・ INTP0 割込み禁止 ・ シークエンス中断 ・ エラーステータス変更(過電流エラーフラグセット)
	mtr_1ms_interrupt 入力：なし 出力：なし	1[ms]毎に呼び出し ・ GUI 通信処理呼び出し ・ ユーザ設定可能変数反映処理の呼び出し ・ 初期位置判別シーケンス処理の呼び出し ・ インターバルタイマ割り込みフラグクリア処理の呼び出し
	mtr_delay_interrupt 入力：なし 出力：なし	ディレイタイマ割り込み時実行処理 ・ ディレイタイマ停止 ・ 予約関数実行

表 3-8 “mtr_spm_detect_init_posi.c”関数一覧

ファイル名	関数名	処理概要
mtr_spm_detect_init_posi.c	mtr_measure_inductance_effect 入力：u1_crt_pattern/電流パターン 出力：u2_trx_buf /TRX カウント数	電流の立ち上がり時間測定(インダクタンス差)
	mtr_detect_magnetic_pole 入力：なし 出力：なし	180 度内検出
	mtr_measure_saturation_effect 入力：u1_direction/電流の方向 出力：なし	電流の立ち上がり時間測定(磁気飽和)
	mtr_seq_judge_polarity 入力：なし 出力：なし	極性判定
	mtr_start_detect_sequence 入力：なし 出力：なし	初期位置検出シーケンス開始処理 ・ 開始状態設定 ・ エラー情報クリア ・ パルス強制遮断解除処理呼び出し
	mtr_start_init 入力：なし 出力：なし	global 変数初期化処理
	R_MTR_IcsInput 入力：(MTR_ICS_INPUT*) ics_input / ICS 用構造体 出力：なし	GUI から入力された変数値をバッファに格納
	mtr_set_variables 入力：なし 出力：なし	制御層への制御パラメータの反映

3.3 変数一覧

変数一覧を次に示します。ただし、ローカル変数は記載していません。

表 3-9 変数一覧

変数名	型	内容	備考
g_u1_restart_detection	uint8	検出開始フラグ管理用変数	
g_s2_enable_write	int16	ユーザ入力受付管理フラグ	
st_ics_input	MTR_ICS_INPUT	GUI 入力変数構造体	
g_u1_flg_req_restart	uint8	検出開始リクエストフラグ	
g_u1_chtring_cnt	uint8	チャタリング除去用カウンタ	
g_u1_trig_enable_write	uint8	変数書き換え許可管理用変数	
st_ics_input_buff	MTR_ICS_INPUT	GUI 入力変数構造体バッファ	
g_u1_initial_position	uint8	検出初期位置データ	0~5 で 60 度毎を表示
g_u1_max_phase	uint8	インダクタンス測定による 180 度内判定位置	
g_u2_state_judge_polarity	uint16	磁気飽和を用いた極性方向判別ステート管理変数	
g_u2_state_detection	uint16	初期位置検出シーケンスステート変数	
g_u2_sum_trx_u2v	uint16	インダクタンス測定による電圧上昇までのカウンタ値総計 U→V 相通電時	
g_u2_sum_trx_v2w	uint16	インダクタンス測定による電圧上昇までのカウンタ値総計 V→W 相通電時	
g_u2_sum_trx_w2u	uint16	インダクタンス測定による電圧上昇までのカウンタ値総計 W→U 相通電時	
g_u1_cmp1_vol_ref	uint8	電圧上昇の判定値	(この値) / 255 * 5.0[V]
g_u1_measure_induct_effect_max_cnt	uint8	インダクタンス測定による電圧上昇の計測回数最大値	デフォルト : 8
g_u1_inductance_effect_thsld	uint8	インダクタンス測定の計測終了判定閾値	デフォルト : 30
g_u2_measure_induct_effect_intvl	uint16	インダクタンス測定時の寄生容量放電待ち時間	デフォルト : 120
g_u1_measure_induct_effect_cnt	uint8	インダクタンス測定による電圧上昇の計測回数カウンタ	
g_u2_inductance_effect_percentage	uint16	インダクタンス測定エラー判別閾値	
g_u1_induct_effect_reach_max_cnts	uint8	インダクタンス測定回数最大到達フラグ	
g_u1_flg_cmp1_error	uint8	CMP1 判別非到達フラグ	
g_u2_sum_adc_p	uint16	磁気飽和時シャント電流計測値総和 (positive 方向)	
g_u2_sum_adc_n	uint16	磁気飽和時シャント電流計測値総和 (negative 方向)	
g_u1_saturation_effect_max_cnt	uint8	磁気飽和による極性方向判別シャント電流計測回数最大値	デフォルト : 16
g_u1_saturation_effect_thsld	uint8	磁気飽和による極性方向判別終了判定閾値	デフォルト : 10
g_u2_pulse_width	uint16	極性方向判別時印加パルス幅	デフォルト : 1600
g_u1_saturation_effect_cnt	uint8	磁気飽和による極性方向判別シャント電流計測回数カウンタ	
g_u2_saturation_effect_percentage	uint16	インダクタンス測定エラー判別閾値	
g_u1_saturation_effect_reach_max_cnts	uint8	磁気飽和計測回数最大到達フラグ	
g_u2_error_status	uint16	エラーステータス	
g_ptr_delay_func	VOID_FUNC_POI NTER	ディレイタイマ割り込み予約処理用関数 ポインタ	

3.4 構造体一覧

構造体一覧を次に示します。

表 3-10 構造体一覧

構造体	メンバ名	型	内容	備考
MTR_ICS_INPUT	u1_cmp1_vol_ref	uint8	CMP1 判定電圧設定	(この値)/255 * 5.0[V]
	u1_measure_induct_effect_max_cnt	uint8	インダクタンス測定最大回数	
	u1_inductance_effect_thsld	uint8	インダクタンス測定終了判定閾値	
	u2_measure_induct_effect_intvll	uint16	インダクタンス測定時の寄生容量放電待ち時間	
	u1_inductance_effect_percentage	uint8	インダクタンス測定エラー判定閾値パーセンテージ	
	u2_pulse_width	uint16	極性方向判別時印加パルス幅	
	u1_saturation_effect_thsld	uint8	磁気飽和による極性方向判別終了判定閾値	
	u1_saturation_effect_max_cnt	uint8	磁気飽和による極性方向判別時シャント電流計測最大回数	
	u1_saturation_effect_percentage	uint8	極性方向判別エラー判定閾値パーセンテージ	

3.5 マクロ定義一覧

マクロ定義一覧を次に示します。

表 3-11 “main.h”マクロ定義一覧

ファイル名	マクロ名	定義値	備考
main.h	SW_ON	0	“Low” アクティブ
	SW_OFF	1	
	CHATTERING_CNT	10	チャタリング除去回数
	MTR_RESTART_THRSLD	0x03FF * 2/3	検出開始 VR1 判定値定義
	ICS_ADDR	0xFE00	ICS 用アドレス設定
	ICS_INT_LEVEL	2	ICS 用割り込みレベル設定
	ICS_NUM	CA : 0x50 CC-RL : 0x40	ICS 通信データサイズ
	ICS_BRR	15	ICS ビットレートレジスタ選択(CC-RL のみ)
	ICS_INT_MODE	0	ICS 割り込みモード設定(CC-RL のみ)

表 3-12 “mtr_ctrl_mrsk.h”マクロ定義一覧

ファイル名	マクロ名	定義値				備考
mtr_ctrl_mrsk.h	MTR_PORT_SW1	CA	P0.5	CC-RL	P0_bit.no5	SW1 入力ポート
	MTR_PORT_SW2		P0.6		P0_bit.no6	SW2 入力ポート
	MTR_PORT_LED1		P14.1		P14_bit.no1	LED1 出力ポート
	MTR_PORT_LED2		P14.0		P14_bit.no0	LED2 出力ポート
	MTR_PORT_LED3		P0.4		P0_bit.no4	LED3 出力ポート
	MTR_LED_ON	0			LED 点灯/消灯	
	MTR_LED_OFF	1			(Low アクティブ)	
	MTR_ADCCH_VR1	6			A/D コンバータチャンネル : VR1	
	MTR_ADDCH_IDC	25			A/D コンバータチャンネル : シャント電流	

表 3-13 “mtr_ctrl_rl78g1f.h”マクロ定義一覧

ファイル名	マクロ名	定義値	備考
mtr_ctrl_rl78g1f.h	PARITYCTL_BIT	CA : RPECTL.7 CC-RL : RPECTL_bit.no7	RAM パリティエラー判別許可ビット設定
	mtr_clear_interval_timer_intflag()	ITIF = 0	インターバルタイマ割り込みフラグクリア
	MTR_INPUT_SELECT_VN	0	CMP1 入力中点電圧選択
	MTR_INPUT_SELECT_VU	1	CMP1 入力 U 相電圧選択
	MTR_INPUT_SELECT_VV	2	CMP1 入力 V 相電圧選択
	MTR_INPUT_SELECT_VW	3	CMP1 入力 W 相電圧選択
	MTR_INPUT_SELECT_UP_EDGE	0	CMP1 判別立ち上がりエッジ選択
	MTR_INPUT_SELECT_DOWN_EDGE	1	CMP1 判別立ち下がりエッジ選択
	mtr_check_cmp1_detection()	1 == C1MON	CMP1 判別状況確認
	mtr_check_trx_overflow()	1 == TRXOVF	TRX オーバーフロー確認

表 3-14 “mtr_ctrl_rl78g1f_mrssk.h”マクロ定義一覧

ファイル名	マクロ名	定義値				備考
mtr_ctrl_rl78g1f_mrssk.h	MTR_PWM_TIMER_FREQ	64.0f				PWM タイマカウンタ周波数 [MHz]
	MTR_TRD_INIT_VALUE	0xFFFF				TRD カウンタ初期化値
	MTR_PORT_UP	CA	P1.5	CC-RL	P1_bit.no5	U 相(正相)出力ポート
	MTR_PORT_UN		P1.4		P1_bit.no4	U 相(逆相)出力ポート
	MTR_PORT_VP		P1.3		P1_bit.no3	V 相(正相)出力ポート
	MTR_PORT_VN		P1.1		P1_bit.no1	V 相(逆相)出力ポート
	MTR_PORT_WP		P1.2		P1_bit.no2	W 相(正相)出力ポート
	MTR_PORT_WN		P1.0		P1_bit.no0	W 相(逆相)出力ポート
	MTR_TRX_CNT		TRX			
	MTR_TRXBUF_CNT	TRXBUF				TRXBUF タイマカウンタレジスタ
	mtr_start_trd()	TRDSTR = 0x0F				TRD カウンタスタート
	mtr_stop_trd()	TRDSTR = 0x00				TRD カウンタストップ
	MTR_OC_HW_FLG	TRDSHUTS				PWM 強制遮断フラグビット
	MTR_OC_INTR_MASK	PMK0				INTP0 割込みマスクフラグ
	MTR_DISABLE_OC_INTR	1				INTP0 割込み禁止
	MTR_ENABLE_OC_INTR	0				INTP0 割込み許可

表 3-15 “mtr_spm_detect_init_posi.h”マクロ定義一覧

ファイル名	マクロ名	定義値	備考	
mtr_spm_detect_init_posi.h	MTR_FLG_CLR	0	フラグ管理	
	MTR_FLG_SET	1		
	MTR_ICS_DECIMATION	2	GUI 通信用間引き定数	
	MTR_MEASURE_RX_U2V	1	インダクタンス測定時の電圧印加パターン	
	MTR_MEASURE_RX_V2W	2		
	MTR_MEASURE_RX_W2U	3		
	MTR_PHASE_UNDETECT	0	インダクタンス測定による 60 度毎位置判定値 0 は未測定	
	MTR_PHASE_U2V	1		
	MTR_PHASE_V2W	2		
	MTR_PHASE_W2U	3		
	MTR_TRX_OVER_COUNTS	3000	電圧上昇計測時の TRX カウンタ制限値	
	MTR_CMP1_VOL_REF	120	電圧上昇判定設定値(CMP1 リファレンス) デフォルト値	
	MTR_MEASURE_IE_THSLD	30	インダクタンス測定終了判定閾値デフォルト値	
	MTR_MEASURE_IE_INTERVAL	150	インダクタンス測定時の寄生容量放電待ち時間 デフォルト値	
	MTR_MEASURE_IE_MAX_COUNTS	8	インダクタンス測定回数最大値デフォルト値	
	MTR_MEASURE_IE_PERCENTAGE	30	インダクタンス測定エラー判定閾値 パーセンテージデフォルト値	
	MTR_MEASURE_SATURATION_POSITIVE	1	磁気飽和を用いた極性方向判別時の電圧印加 パターン	
	MTR_MEASURE_SATURATION_NEGATIVE	0		
	MTR_MEASURE_SAT_PULSE_WIDTH	1600	極性方向判別時印加パルス幅デフォルト値	
	MTR_MEASURE_SAT_THSLD	10	磁気飽和による極性方向判別終了判定閾値 デフォルト値	
	MTR_MEASURE_SAT_MAX_COUNTS	16	極性方向判別計測回数最大値デフォルト値	
	MTR_MEASURE_SAT_PERCENTAGE	30	極性方向判別エラー判定閾値パーセンテージ デフォルト値	
	MTR_CORRECT_POSITION	3	極性方向判別による判定ポジション補正值	
	MTR_ERROR_POSITION	10	極性方向判別による判定ポジションエラー設定 値	
	MTR_STATE_NONE	0	初期位置検出シーケンス ステート定義	
	MTR_STATE_START_DETECTION	1		0: 非動作
	MTR_STATE_WAIT_DETECT_MAGNETIC_POLE	2		1: 検出開始 2: 角度推定待ち
	MTR_STATE_START_JUDGE_POLARITY	3		3: 極性判別開始
	MTR_STATE_JUDGE_POLARITY	4		4: 極性判別中
	MTR_STATE_DETECTION_FINISH	5		5: 検出終了
	MTR_STATE_JUDGE_POLARITY_NONE	0	極性判別シーケンス ステート定義	
	MTR_STATE_JUDGE_POLARITY_POSITIVE	1		0: 非動作
	MTR_STATE_JUDGE_POLARITY_NEGATIVE	2		1: 正方向測定 2: 負方向測定&結果判別
MTR_ERROR_NONE	0x00	エラー状態定義		
MTR_ERROR_CMP1_NOT_REACH_REF	0x01	0x00: エラー無し		
MTR_ERROR_DETECT_MAGNETIC_POLE	0x02	0x01: CMP1 判別値非到達エラー		
MTR_ERROR_JUDGE_POLARITY	0x04	0x02: 角度推定エラー		
MTR_ERROR_OVER_CURRENT	0x08	0x04: 極性判別エラー 0x08: 過電流エラー		

3.6 制御フロー（フローチャート）

3.6.1 メイン処理

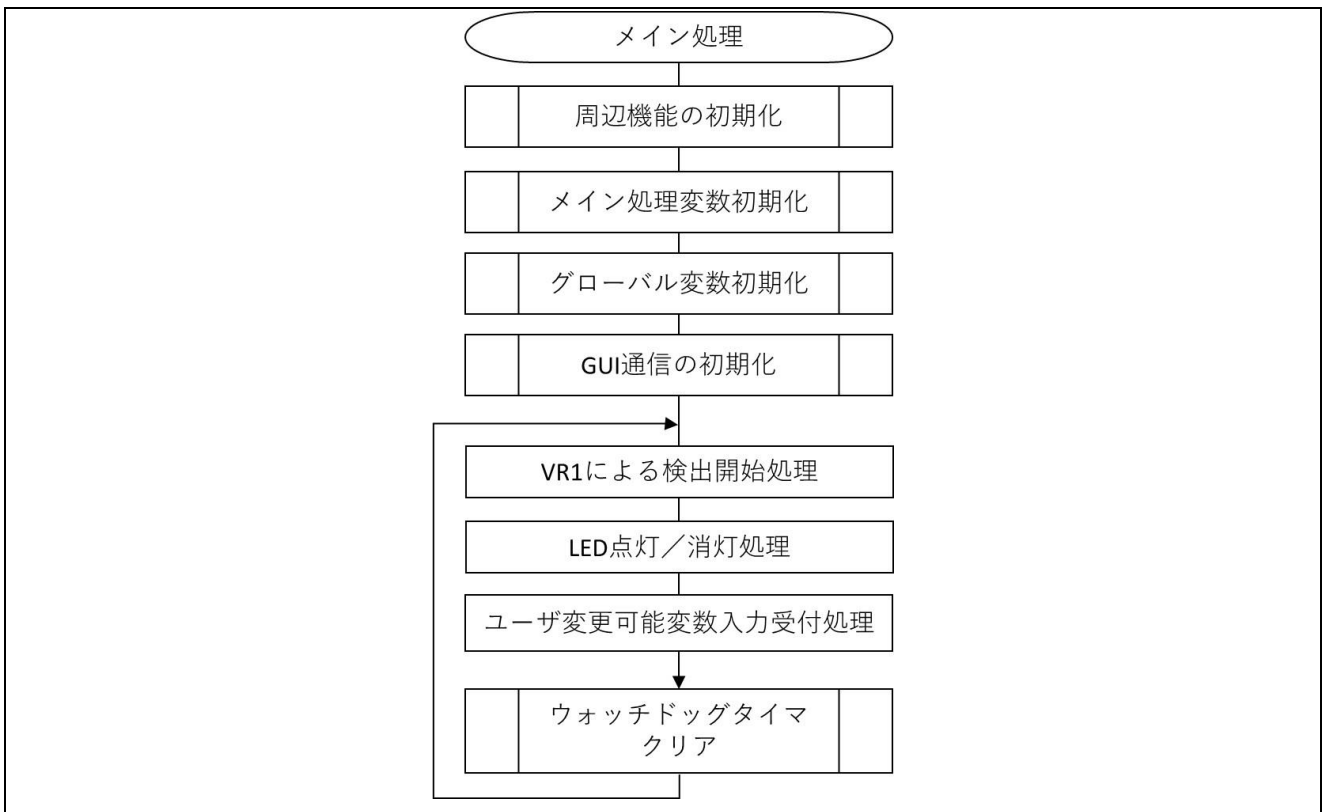


図 3-9 メイン処理フローチャート

3.6.2 1 [ms]割り込み処理



図 3-10 1 [ms]割り込み処理フローチャート

3.6.3 デレイタイマ割り込み処理

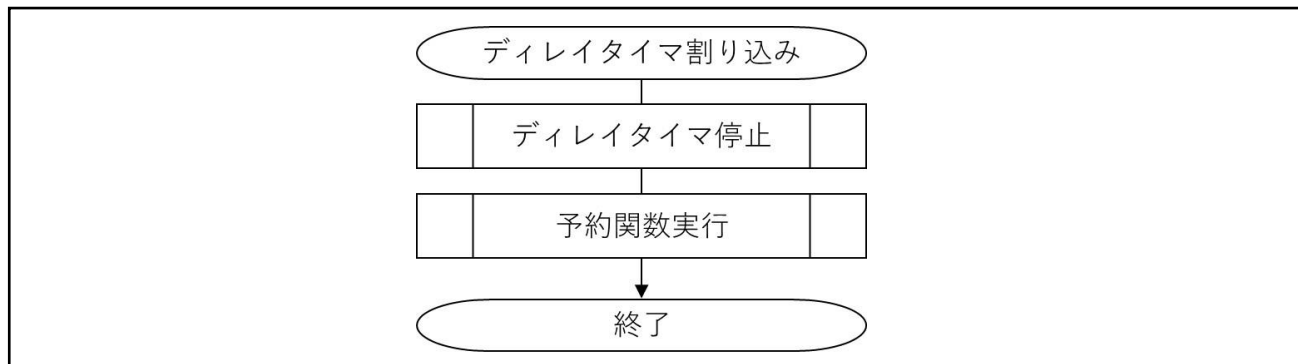


図 3-11 デレイタイマ割り込み処理フローチャート

3.6.4 過電流割り込み処理

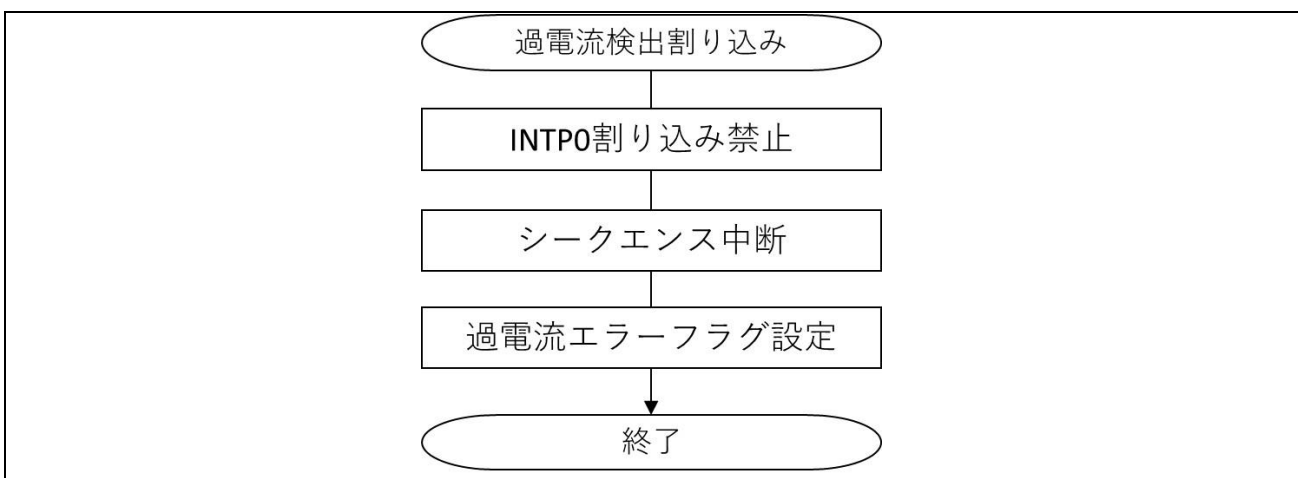


図 3-12 過電流検出割り込み処理フローチャート

4. モータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」

4.1 概要

本アプリケーションノート対象サンプルプログラムでは、モータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」をユーザインタフェース(検出開始、パラメータ設定)として使用します。使用方法などの詳細は「Renesas Motor Workbench V.1.00 ユーザーズマニュアル」を参照してください。

モータ制御開発支援ツール「Renesas Motor Workbench」は弊社 WEB サイトより入手してください。

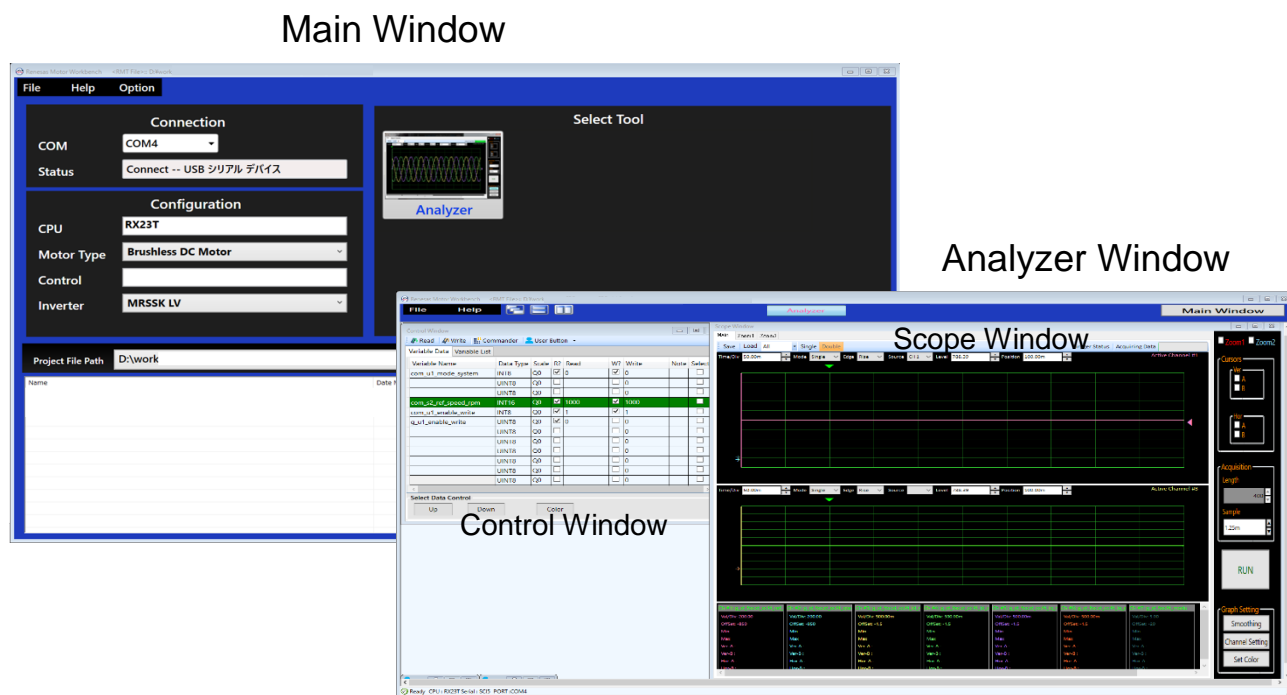



図 4-1 Renesas Motor Workbench 外観

モータ制御開発支援ツールの使い方



- ① ツールアイコン  をクリックしツールを起動する。
- ② Main Window の MENU バーから、[File] → [Open RMT File(O)]を選択。
サンプルソフトフォルダの”ics”フォルダ内にある RMT ファイルを読み込む。
- ③ ”Connection”の[COM]で接続されたキットの COM を選択する。
- ④ 右側の Select Tool の Analyzer ボタンをクリックし、Analyzer 機能を起動する。
(起動すると Analyzer Window 画面に切り替わります。)
- ⑤ ”4.3 Analyzer 操作例”を元に初期位置検出を開始させる。

4.2 Analyzer 機能用変数一覧

Analyzer ユーザーインターフェース使用時の入力用変数一覧を表 4-1 に示します。

なお、これらの変数の値は com_u1_restart_detection を除き com_s2_enable_write に g_s2_enable_write と同じ値を書き込んだ場合に反映先変数へ反映されます。

表 4-1 Analyzer 機能入力用変数一覧

変数名	型	内容	備考 (【 】:反映先変数)
com_u1_cmp1_vol_ref	uint8	CMP1 比較電圧リファレンス	【g_u1_cmp1_vol_ref】
com_u1_measure_induct_effect_max_cnt	uint8	角度推定測定最大回数	【g_u1_measure_induct_effect_max_cnt】
com_u1_inductance_effect_thsld	uint8	角度推定判別閾値	【g_u1_inductance_effect_thsld】
com_u1_inductance_effect_percentage	uint8	最大回数時間値非到達パーセンテージ	【g_u2_inductance_effect_percentage】
com_u2_measure_induct_effect_intvl	uint16	角度推定測定時自然放電間隔	【g_u2_measure_induct_effect_intvl】
com_u2_pulse_width	uint16	磁気飽和測定時印加パルス幅	【g_u2_pulse_width】
com_u1_saturation_effect_thsld	uint8	極性判別閾値	【g_u1_saturation_effect_thsld】
com_u1_saturation_effect_max_cnt	uint8	磁気飽和測定最大回数	【g_u1_saturation_effect_max_cnt】
com_u1_saturation_effect_percentage	uint8	最大回数時間値非到達パーセンテージ	【g_u2_saturation_effect_percentage】
com_u1_restart_detection	uint8	初期位置検出開始	【g_u1_restart_detection】
com_s2_enable_write	int16	変数書き換え許可	

4.3 Analyzer 操作例

Analyzer 機能を使用し初期位置検出を開始する例を以下に示します。操作は、図 4-1 で示す ”Control Window” で行います。”Control Window” の詳細は、「Renesas Motor Workbench V.1.00 ユーザーズマニュアル」を参照して下さい。

- 初期位置検出を開始する
 - ① “com_u1_restart_detection” の [W?] 欄に “チェック” が入っていることを確認する。
 - ② “com_u1_restart_detection” の [Write] 欄に “g_u1_restart_detection” と同じ値を入力する。
 - ③ “Write” ボタンを押す。

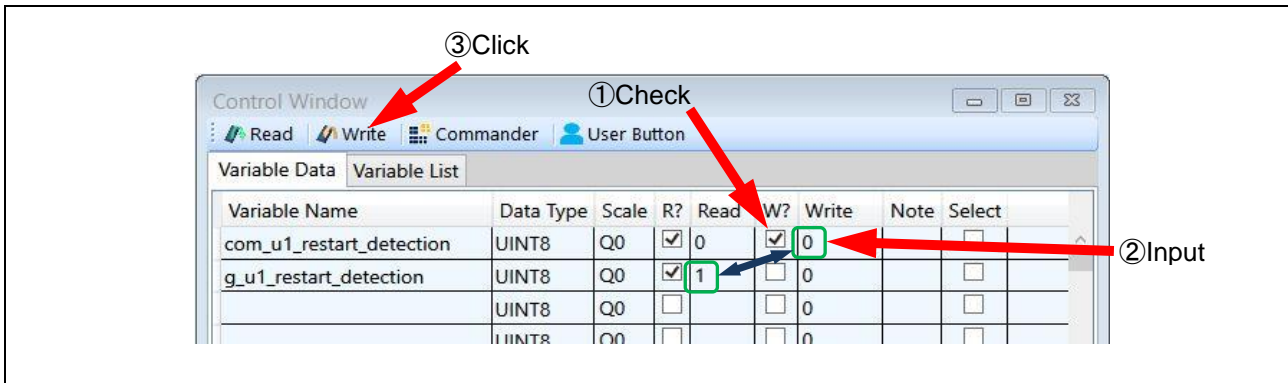


図 4-2 初期位置検出開始の手順

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	2017.01.13	－	新規発行
1.10	2017.10.02	－	<ul style="list-style-type: none">・表紙に注意書きを追加・ソースコード公開による記述の変更

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くと、内部ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

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



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所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（豊洲フォレスト）

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。

総合お問合せ窓口：<https://www.renesas.com/contact/>