

RL78/G12

タイマ・アレイ・ユニット (PWM 出力)

R01AN1373JJ0110

Rev. 1.10

2013.03.01

要旨

本アプリケーションノートでは、タイマ・アレイ・ユニット (TAU) による PWM 出力機能の使用方法を説明します。一定周期 (500ms) ごとに、PWM 出力のデューティ比変更と LED 表示の反転を行います。

対象デバイス

RL78/G12

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

目次

1. 仕様	3
2. 動作確認条件	5
3. 関連アプリケーションノート	5
4. ハードウェア説明	6
4.1 ハードウェア構成例	6
4.2 使用端子一覧	6
5. ソフトウェア説明	7
5.1 動作概要	7
5.2 オプション・バイトの設定一覧	8
5.3 定数一覧	8
5.4 関数一覧	8
5.5 関数仕様	9
5.6 フローチャート	10
5.6.1 初期設定関数	11
5.6.2 システム関数	12
5.6.3 入出力ポートの設定	13
5.6.4 CPU クロックの設定	14
5.6.5 タイマ・アレイ・ユニットの設定	17
5.6.6 メイン処理	27
5.6.7 タイマ・アレイ・ユニットの動作開始	28
5.6.8 INTTM0 割り込みの処理	31
6. サンプルコード	32
7. 参考ドキュメント	32

1. 仕様

本アプリケーションノートでは、チャンネル 0 をマスタ、チャンネル 1 をスレーブとして、連動動作させることで PWM 出力を行う使用方法を説明します。PWM 出力は LED2 (PWM 出力用) に接続することで、LED の輝度を制御します。また、チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) の発生回数をカウントして一定周期 (500ms) のタイミングを作り、PWM 出力のデューティ比変更と LED1 (更新用) の出力反転を行います。

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に PWM 出力の動作概要を、表 1.2 に PWM 出力のデューティ比と LED 輝度の関係を、図 1.2 に PWM 出力動作概要のタイミングチャートを示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
タイマ・アレイ・ユニット 0	チャンネル 0 とチャンネル 1 を連動させて PWM 機能に設定し、TO01 端子から PWM 出力する

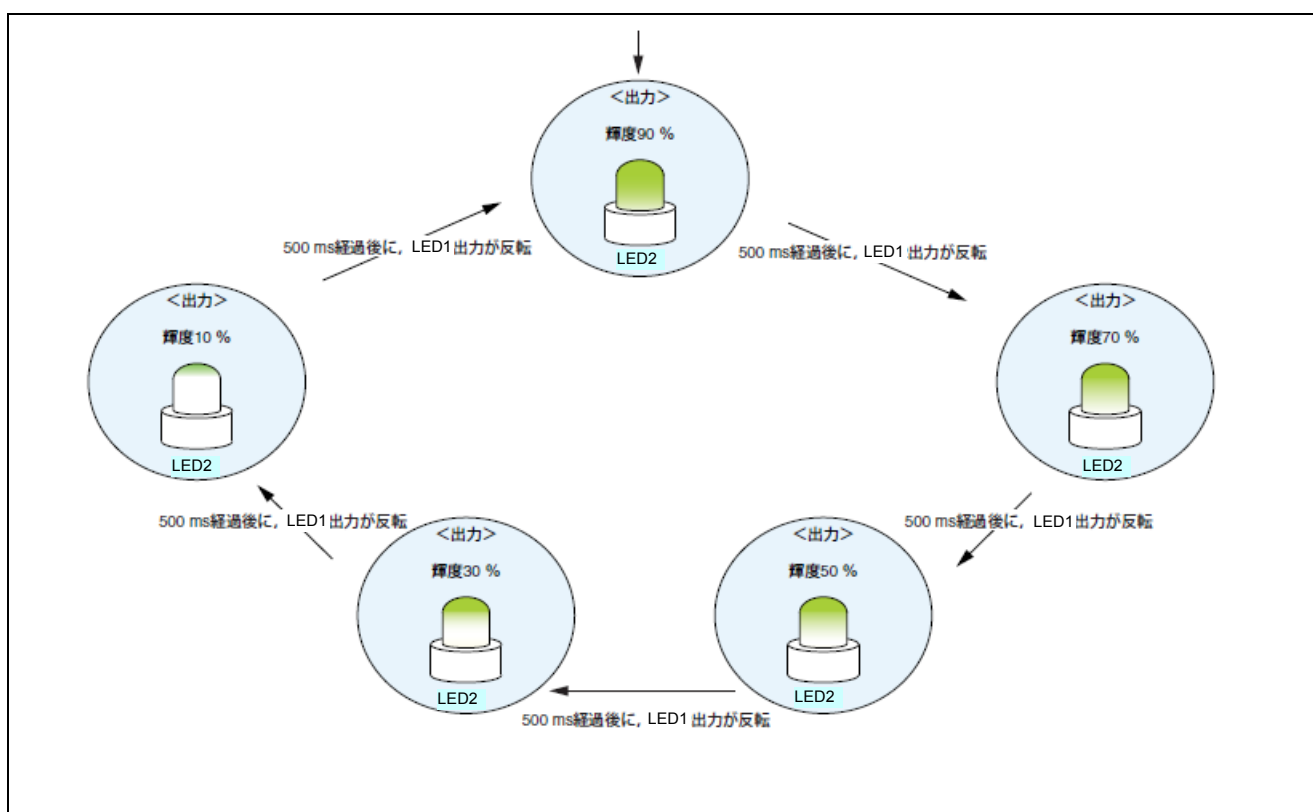


図 1.1 PWM 出力の動作概要

表 1.2 PWM 出力のデューティ比と LED 輝度の関係

デューティ比	LED2 の輝度
10%	90%
30%	70%
50%	50%
70%	30%
90%	10%

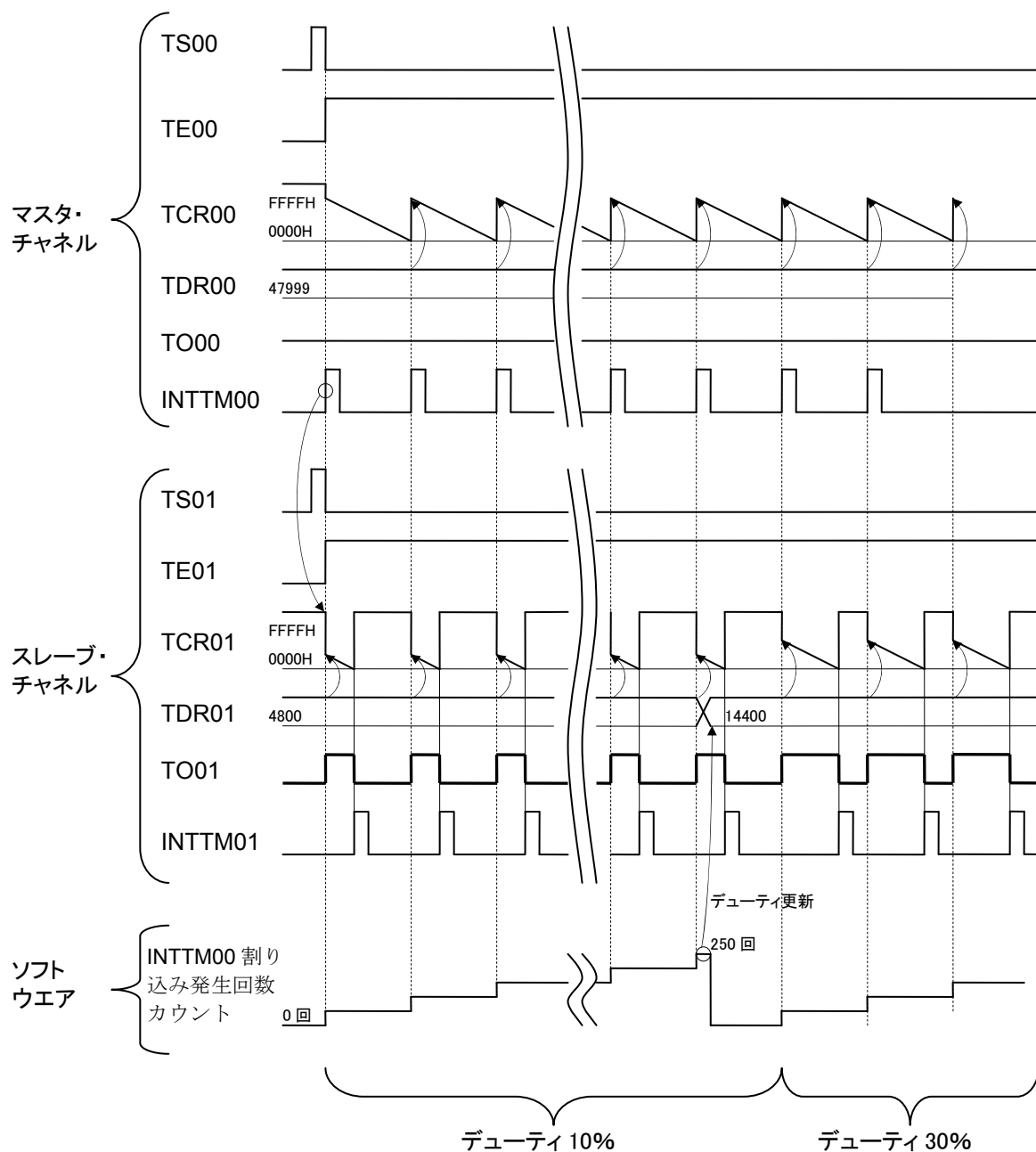


図 1.2 PWM 出力動作概要のタイミングチャート

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2.1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G12 (R5F1026A)
動作周波数	● 高速オンチップオシレータ (HOCO) クロック : 24MHz ● CPU/周辺ハードウェア・クロック : 24MHz
動作電圧	5.0V (2.9V~5.5V で動作可能) LVD 動作 (V_{LVI}) : リセット・モード 2.81V (2.76V~2.87V)
統合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 CubeSuite+ V1.01.00
アセンブラ	ルネサス エレクトロニクス製 RA78K0R V1.50
使用ボード	RL78/G12 ターゲット・ボード (QB-R5F1026A-TB)

3. 関連アプリケーションノート

本アプリケーションノートに関連するアプリケーションノートを以下に示します。併せて参照してください。

RL78/G12 初期設定 (R01AN1030J) アプリケーションノート

4. ハードウェア説明

4.1 ハードウェア構成例

図 4.1 に本アプリケーションノートで使用するハードウェア構成例を示します。

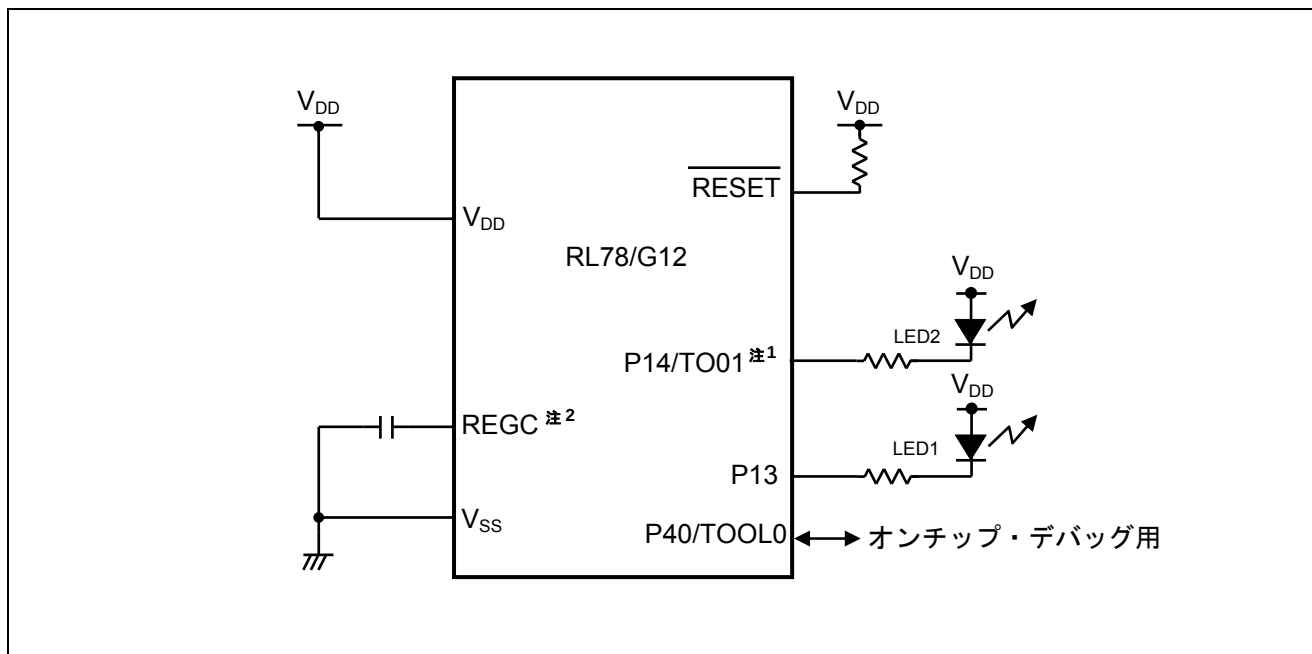


図 4.1 ハードウェア構成

注 1 20, 24 ピン製品の場合。30 ピン製品の場合は P16/TO01 となります。

2 30 ピン製品のみ

注意 1 この回路イメージは接続の概要を示す為に簡略化しています。実際に回路を作成される場合は、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください（入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい）。

2 VDD は LVD にて設定したリセット解除電圧 (V_{LVI}) 以上にしてください。

4.2 使用端子一覧

表 4.1 に使用端子と機能を示します。

表 4.1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P14/TO01 注	出力	PWM 出力 (LED2) ポート
P13	出力	LED1 表示用出力ポート

注 20, 24 ピン製品の場合。30 ピン製品の場合は P16/TO01 となります。

注意 以下、特に断らない限りは 20 ピン製品を例として示します。

5. ソフトウェア説明

5.1 動作概要

本アプリケーションノートでは、TAU0 のチャンネル 0 とチャンネル 1 の連動動作させることで PWM 機能に設定し、P14/TO01 から PWM 出力を行います。

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

(1) TAU の初期設定を行います。

＜設定条件＞

- P14/TO01 端子を PWM 出力に設定します。
- TAU0 のチャンネル 0 を 2ms^{注1}周期のインターバル・タイマ・モードとして動作させます。
- TAU0 のチャンネル 1 をワンカウント・モードとして動作させます。
- PWM 出力のデューティ比の初期値は、10%^{注2}に設定します。
- タイマ・チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) を使用します。

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

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

(4) チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) で HALT モードが解除されると、INTTM00 割り込みの発生回数をカウントします。チャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) が 250 回発生 (500ms 経過) すると、チャンネル 1 のカウント値を更新してデューティ比を更新します。デューティ比はチャンネル 0 のタイマ割り込み (INTTM00) が 250 回発生 (500ms 経過) するごとに 10%→30%→50%→70%→90%の順に 20%^{注3}ずつ更新され、次に設定するデューティ比が 100%を超えるときには再び 10%^{注2}に設定されます。

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

注 1. 初期設定 (r_init.asm) で、定数 INTERVAL として 2 (ms) を定義しています。

注 2. 初期設定 (r_init.asm) で、定数 INITIAL として 10 (%) を定義しています。

注 3. 初期設定 (r_init.asm) で、定数 INCREMENT として 20 (%) を定義しています。

5.2 オプション・バイトの設定一覧

表 5.11 にオプション・バイト設定を示します。

表 5.1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H	01101110B	ウォッチドッグ・タイマ 動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H	01111111B	LVD リセット・モード 2.81V (2.76V~2.87V)
000C2H	11100000B	HS モード、HOCO : 24MHz
000C3H	10000101B	オンチップ・デバッグ許可

5.3 定数一覧

表 5.2 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.2 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
INTERVAL	2	PWM 出力の周期を ms 単位で表したもの
INITIAL	10	PWM のデューティを%単位で表したもの
INCREMENT	20	PWM デューティの増分を%単位で表したもの
PERIOD	$24000 * \text{INTERVAL}$	PWM 周期に対応したクロックの数
INCDATA	$(\text{PERIOD}/100) * \text{INCREMENT}$	PWM デューティ増分に対応したクロック数
INITDATA	$(\text{PERIOD}/100) * \text{INITIAL}$	デューティ比 10%の TDR01 の設定値

5.4 変数一覧

表 5.3 にサンプルコードで使用する変数一覧を示します。

表 5.3 サンプルコードで使用する変数

変数名	概要
RTMCNT	2ms ごとの INTTM00 をカウントして 500ms を検出するために使用

5.5 関数（サブルーチン）一覧

表 5.4 に関数（サブルーチン）を示します。

表 5.4 関数（サブルーチン）

関数名	概要
SSTARTPWM	タイマ・アレイ・ユニットの動作開始処理
INTTM00	TAU0 チャンネル 0 のタイマ割り込み処理

5.6 関数 (サブルーチン)仕様

サンプルコードの関数 (サブルーチン)仕様を示します。

[関数名] SSTARTPWM

概要	タイマ・アレイ・ユニットの動作開始処理
説明	チャンネル 0,チャンネル 1 のカウント動作を開始し, TAU0 チャンネル 0 の割り込みマスクを解除します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] INTTM00

概要	チャンネル 0 のタイマ割り込み処理
説明	INTTM00 割り込み発生回数をカウントし、割り込みが 250 回発生 (500ms 経過) するごとに PWM 出力のデューティ比を更新します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

5.7 フローチャート

図 5.1 に本アプリケーションノートの全体フローを示します。

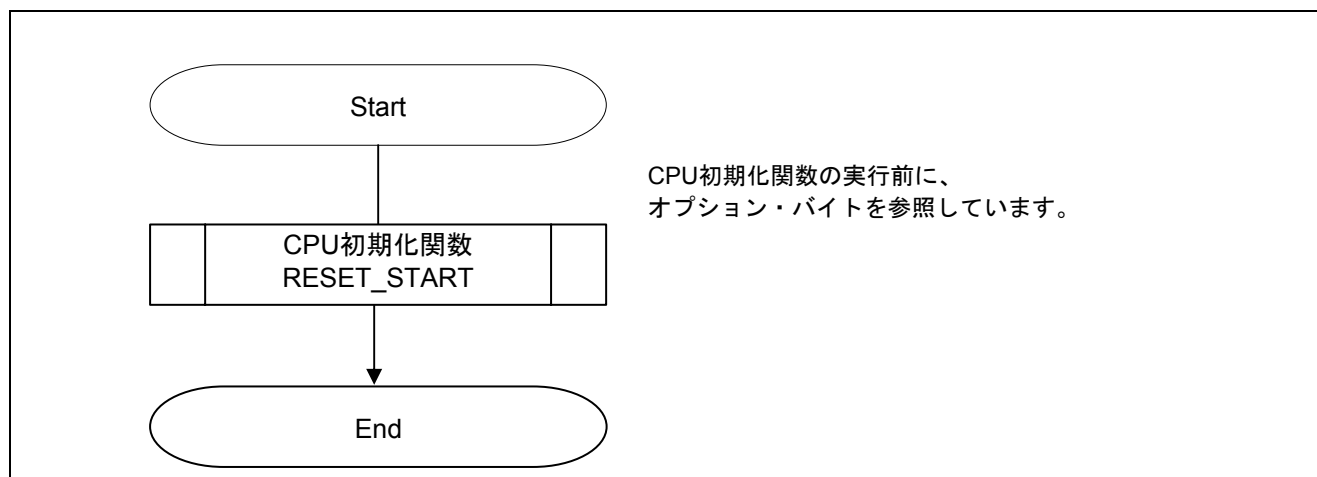


図 5.1 全体フロー

5.7.1 CPU 初期化関数

図 5.2 に CPU 初期化関数のフローチャートを示します。

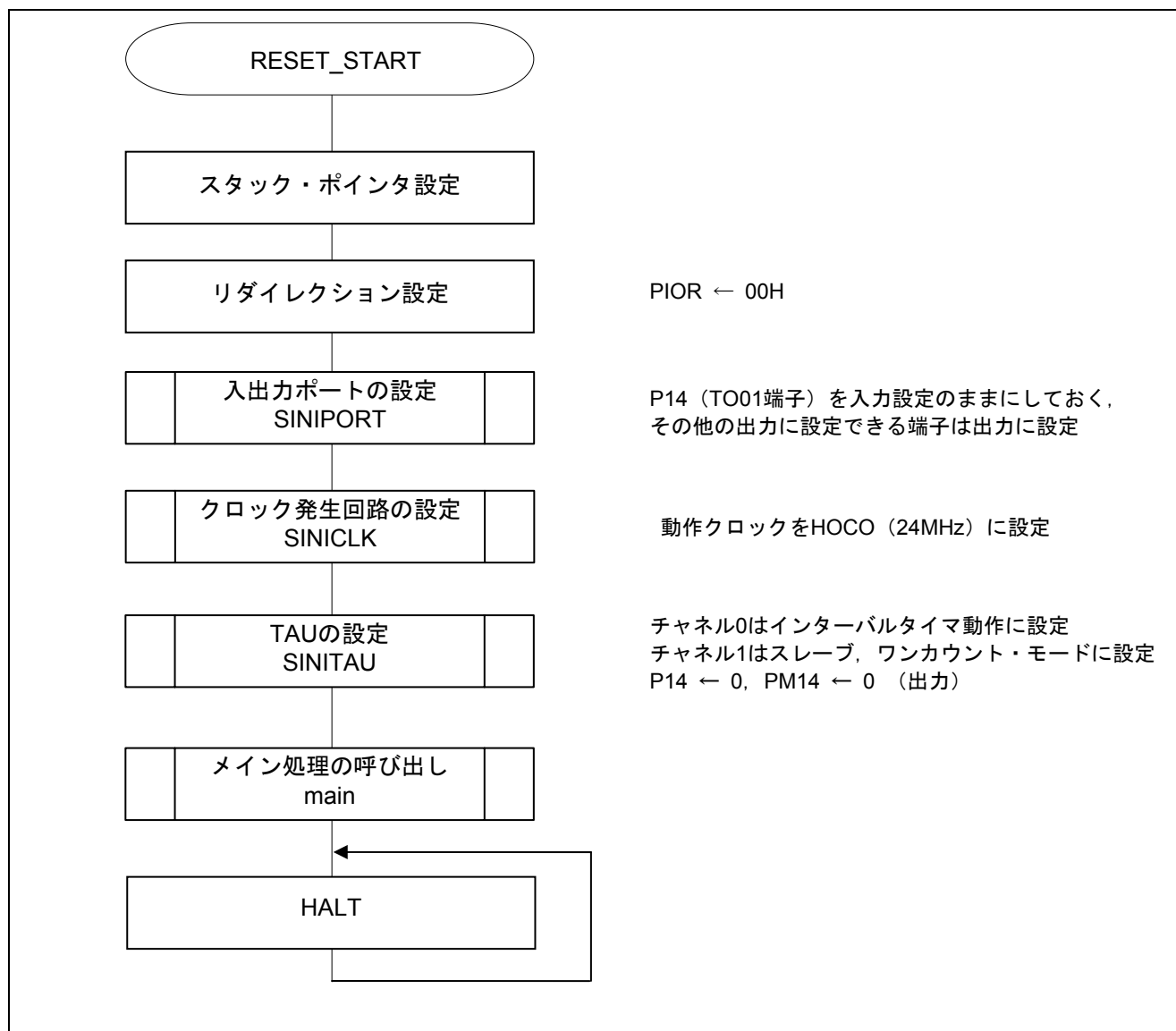


図 5.2 CPU 初期化関数

5.7.2 入出力ポート設定

図 5.3 に入出力ポート設定のフローチャートを示します。

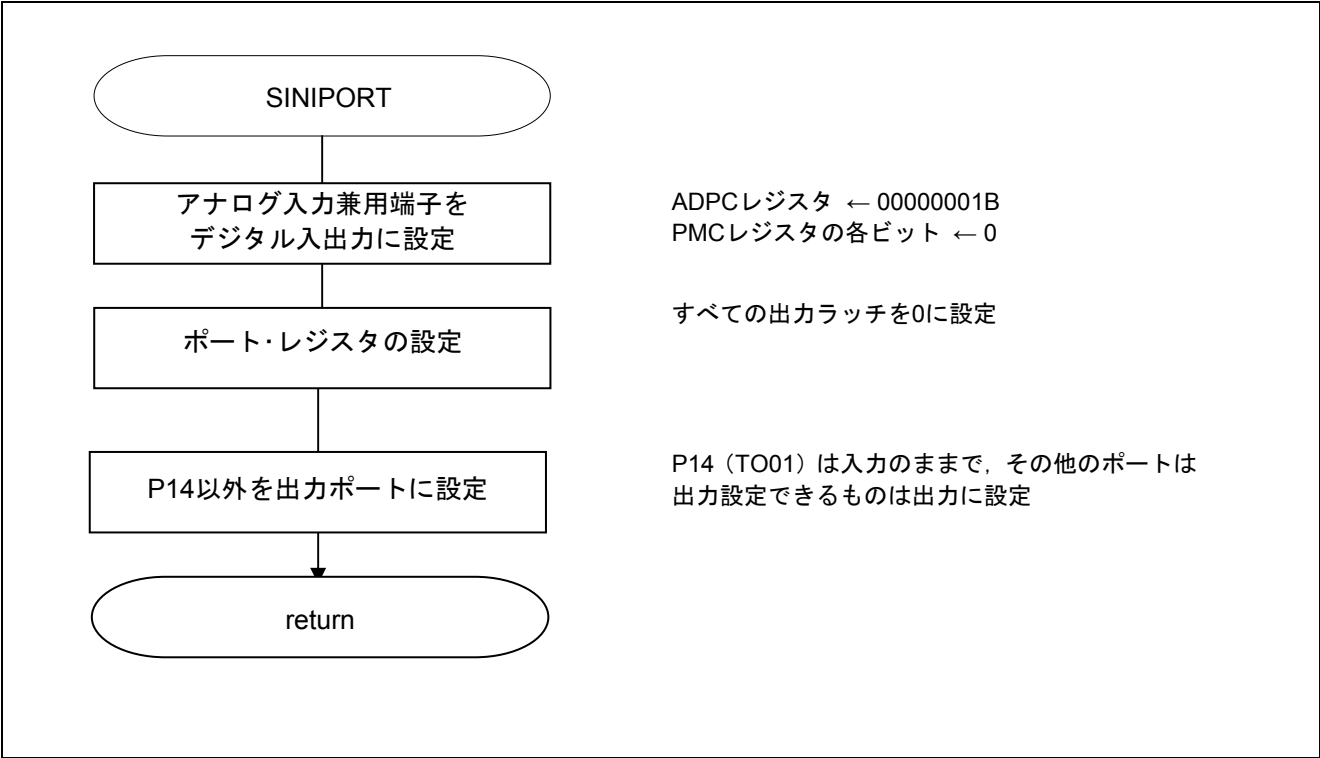


図 5.3 入出力ポート設定

注 未使用ポートの設定については、RL78/G12 初期設定 (R01AN1030J) アプリケーションノート“フローチャート”を参照して下さい。

注意 未使用のポートは、端子処理などを適切に行い、電気的特性を満たすように設計してください。また、未使用の入力専用ポートは個別に抵抗を介して VDD 又は VSS に接続して下さい。

デューティ更新表示用 LED の端子設定

- ・ポート・モード・レジスタ (PM1)
PM10 の入出力モードの選択

略号 : PM1

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

ビット 0

PM10	PM10 の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.3 クロック発生回路の設定

図 5.4 にクロック発生回路のフローチャートを示します。

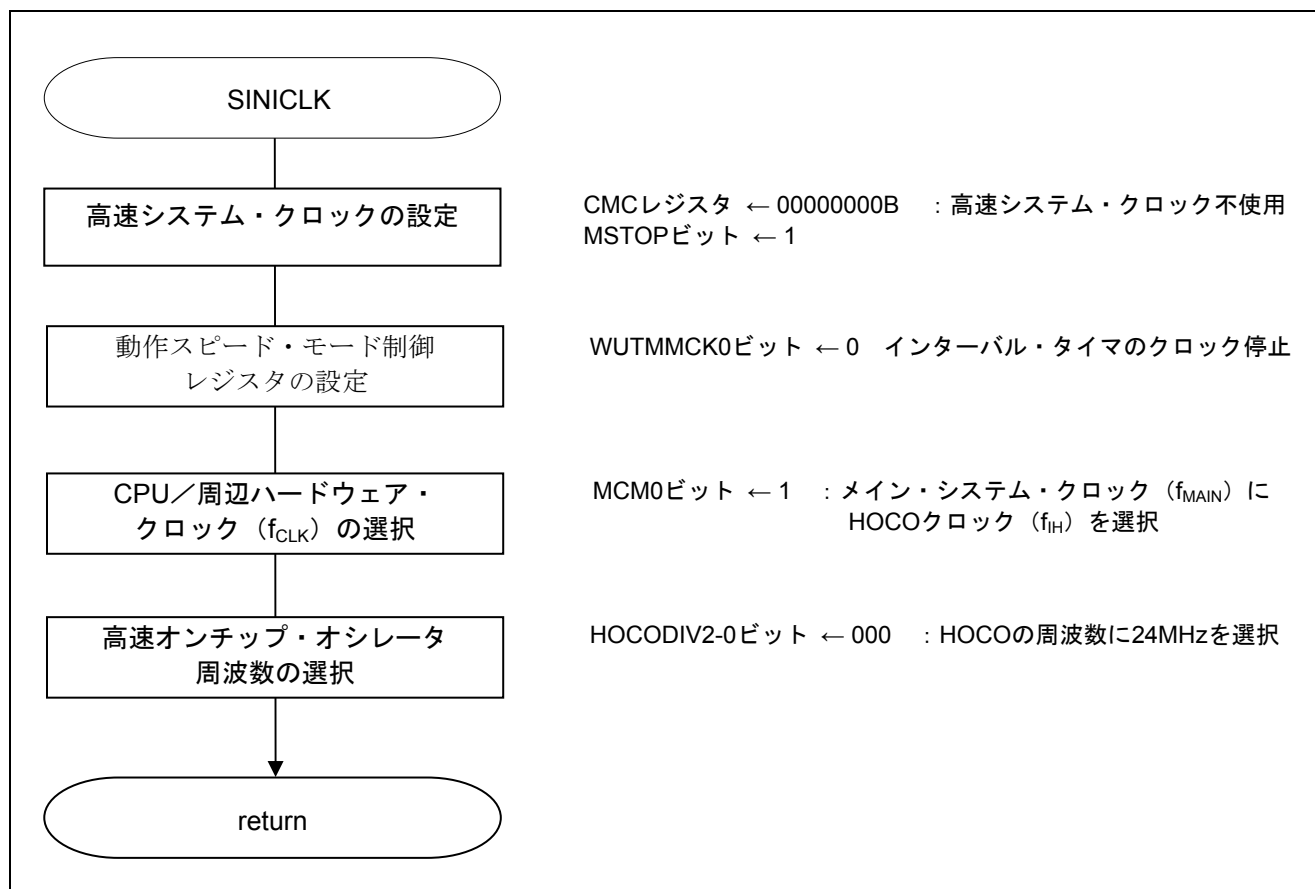


図 5.4 クロック発生回路の設定

注意 CPU クロックの設定 (SINICK) については、RL78/G12 初期設定 (R01AN1030J) アプリケーションノート“フローチャート”を参照して下さい。

5.7.4 タイマ・アレイ・ユニットの設定

図 5.5 にタイマ・アレイ・ユニットの設定のフローチャートを示します。

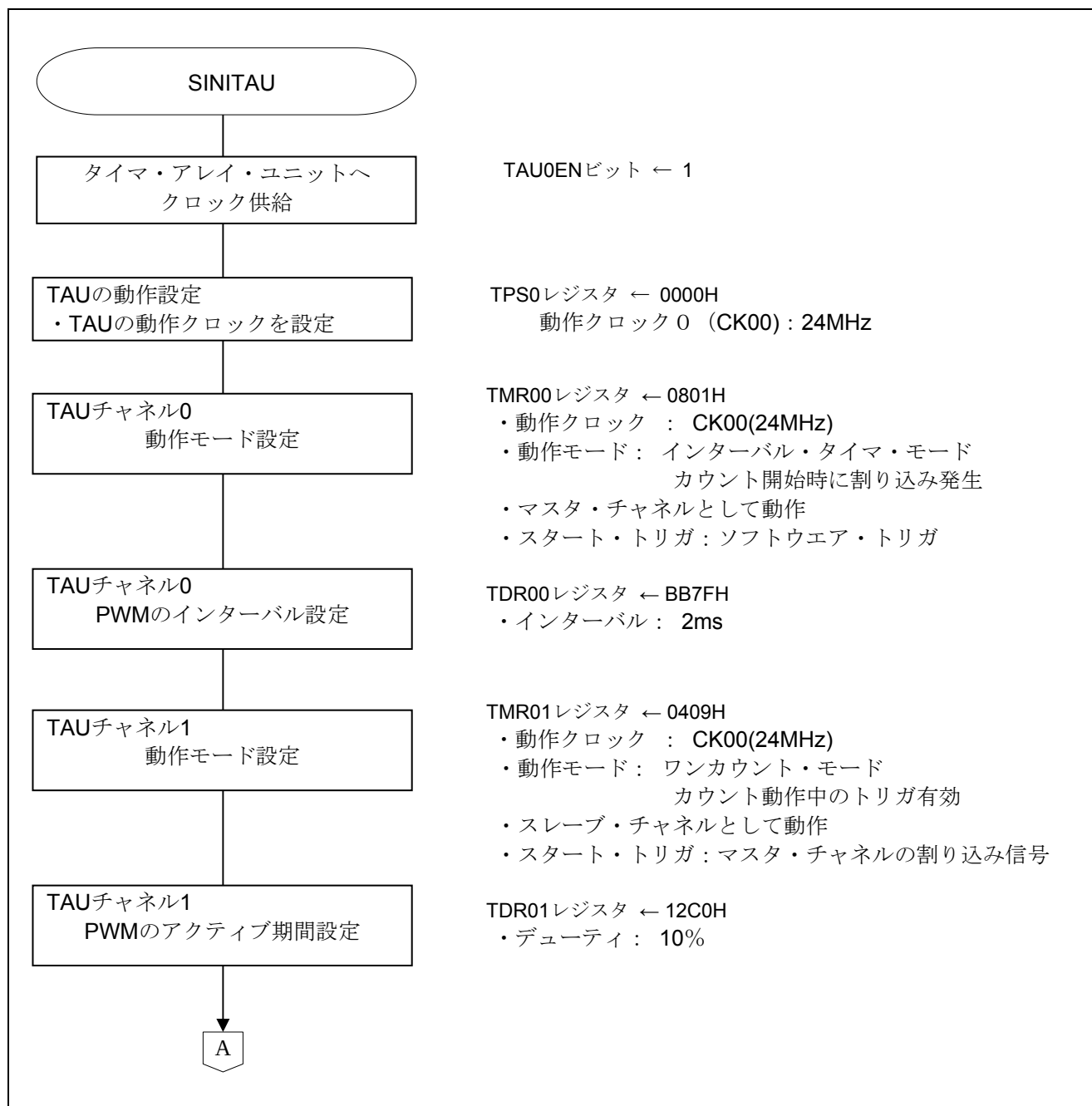


図 5.5 タイマ・アレイ・ユニットの設定 (1 / 2)

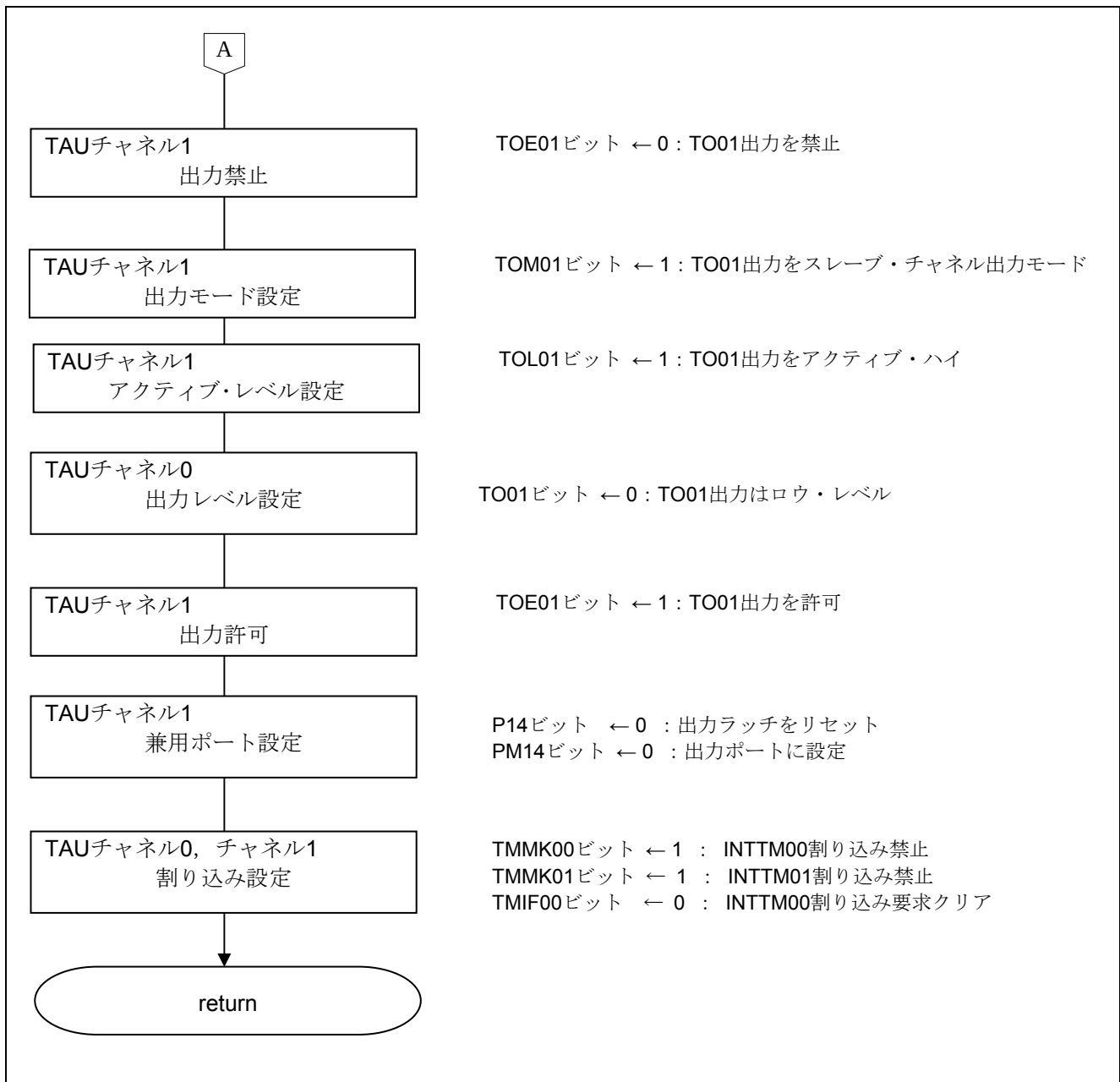


図 5.5 タイマ・アレイ・ユニットの設定 (2 / 2)

タイマ・アレイ・ユニット 0 へのクロック供給開始

- ・周辺イネーブル・レジスタ 0 (PER0)
タイマ・アレイ・ユニット 0 へのクロック供給を開始します

略号 : PER0

7	6	5	4	3	2	1	0
TMKAE	0	ADCEN	IICA0EN	SAU1EN	SAU0EN	0	TAU0EN
x	0	x	x	x	x	0	1

ビット 0

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

タイマ・クロック周波数の設定

- ・タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0)
タイマ・アレイ・ユニット 0 の動作クロックを選択

略号 : TPS0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	PRS 031	PRS 030	0	0	PRS 021	PRS 020	PRS 013	PRS 012	PRS 011	PRS 010	PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0	0	0	0

ビット 3 - 0

PRS 003	PRS 002	PRS 001	PRS 000	動作クロック（CK00）の選択					
				$f_{\text{CLK}}=$ 2MHz	$f_{\text{CLK}}=$ 5MHz	$f_{\text{CLK}}=$ 10MHz	$f_{\text{CLK}}=$ 20MHz	$f_{\text{CLK}}=$ 24MHz	
0	0	0	0	f_{CLK}	2 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz	24 MHz
0	0	0	1	$f_{\text{CLK}}/2$	1 MHz	2.5 MHz	5 MHz	10 MHz	12 MHz
0	0	1	0	$f_{\text{CLK}}/2^2$	500 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	5 MHz	6MHz
0	0	1	1	$f_{\text{CLK}}/2^3$	250 kHz	625 kHz	1.25 MHz	2.5 MHz	3 MHz
0	1	0	0	$f_{\text{CLK}}/2^4$	125 kHz	312.5 kHz	625 kHz	1.25 MHz	1.5 MHz
0	1	0	1	$f_{\text{CLK}}/2^5$	62.5 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	625 kHz	0.75MHz
0	1	1	0	$f_{\text{CLK}}/2^6$	31.25 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	312.5 kHz	375kHz
0	1	1	1	$f_{\text{CLK}}/2^7$	15.62 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	156.2 kHz	187.5kHz
1	0	0	0	$f_{\text{CLK}}/2^8$	7.81 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	78.1 kHz	93.75kHz
1	0	0	1	$f_{\text{CLK}}/2^9$	3.91 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	39.1 kHz	46.88 kHz
1	0	1	0	$f_{\text{CLK}}/2^{10}$	1.95 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	19.5 kHz	23.44kHz
1	0	1	1	$f_{\text{CLK}}/2^{11}$	976 Hz	2.44 kHz	4.88 kHz	9.76 kHz	11.72 kHz
1	1	0	0	$f_{\text{CLK}}/2^{12}$	488 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	4.88 kHz	5.86kHz
1	1	0	1	$f_{\text{CLK}}/2^{13}$	244 Hz	610 Hz	1.22 kHz	2.44 kHz	2.93kHz
1	1	1	0	$f_{\text{CLK}}/2^{14}$	122 Hz	305 Hz	610 Hz	1.22 kHz	1.47 kHz
1	1	1	1	$f_{\text{CLK}}/2^{15}$	61 Hz	153 Hz	305 Hz	610 Hz	732Hz

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

チャンネル 0 の動作モードの設定

- ・タイマ・モード・レジスタ 00 (TMR00)
 - 動作クロック (f_{MCK}) の選択
 - カウント・クロックの選択
 - スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定
 - タイマ入力の有効エッジ選択
 - 動作モード設定

略号 : TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS001	CKS000	0	CCS00	MAS TER00	STS002	STS001	STS000	CIS001	CIS000	0	0	MD003	MD002	MD001	MD000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット 15 – 14

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

ビット 12

CCS00	チャンネル 0 のカウント・クロック (f_{CLK}) の選択
0	CKS000、CKS001 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK})
1	TI00 端子からの入力信号の有効エッジ

ビット 11

MASTER00	チャンネル 0 の単独チャンネル動作／複数チャンネル連動動作 (スレーブ／マスタ) の選択
0	単独チャンネル動作機能、または複数チャンネル連動動作機能でスレーブ・チャンネルとして動作
1	複数チャンネル連動動作機能でマスタ・チャンネルとして動作

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

略号 : TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 001	CKS 000	0	CCS 00	MAS TER0 0	STS 002	STS 001	STS 000	CIS 001	CIS 000	0	0	MD 003	MD 002	MD 001	MD 000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット 10－8

STS002	STS001	STS000	チャンネル 0 のスタート・トリガ、キャプチャ・トリガの設定
0	0	0	ソフトウェア・トリガ・スタートのみ有効（他のトリガ要因を非選択にする）
0	0	1	TI00 端子入力の有効エッジを、スタート・トリガ、キャプチャ・トリガの両方に使用
0	1	0	TI00 端子入力の両エッジを、スタート・トリガとキャプチャ・トリガに分けて使用
1	0	0	マスタ・チャンネルの割り込み信号を使用（複数チャンネル連動動作機能のスレーブ・チャンネル時）
上記以外			設定禁止

ビット 7－6

CIS001	CIS000	TI00 端子の有効エッジ選択
0	0	立ち下がリエッジ
0	1	立ち上がリエッジ
1	0	両エッジ（ロウ・レベル幅測定時） スタート・トリガ：立ち下がリエッジ、キャプチャ・トリガ：立ち上がリエッジ
1	1	両エッジ（ハイ・レベル幅測定時） スタート・トリガ：立ち上がリエッジ、キャプチャ・トリガ：立ち下がリエッジ

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

略号 : TMR00

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 001	CKS 000	0	CCS 00	MAS TER0 0	STS 002	STS 001	STS 000	CIS 001	CIS 000	0	0	MD 003	MD 002	MD 001	MD 000
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ビット 3-0

MD 003	MD 002	MD 001	MD 000	チャンネル 0 の動作 モードの設定	対応する機能	TCR のカウント動作
0	0	0	1/0	インターバル・タイ マ・モード	インターバル・タイマ/方形波出力/ 分周器機能/PWM 出力 (マスタ)	ダウン・カウント
0	1	0	1/0	キャプチャ・モード	入力パルス間隔測定	アップ・カウント
0	1	1	0	イベント・カウン タ・モード	外部イベント・カウンタ	ダウン・カウント
1	0	0	1/0	ワンカウント・モー ド	ディレイ・カウンタ/ワンショット・ パルス出力/PWM 出力 (スレーブ)	ダウン・カウント
1	1	0	0	キャプチャ&ワン カウント・モード	入力信号のハイ/ロウ・レベル幅測定	アップ・カウント
上記以外				設定禁止		

MD000 ビットの動作は、各動作モードによって変わります (下表を参照)。

動作モード (MD003-MD001 で設定 (上表参照))	MD000	TCR のカウント動作
・インターバル・タイマ・モード (0、0、0)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。
・キャプチャ・モード (0、1、0)	1	カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。
・イベント・カウンタ・モード (0、1、1)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。
・ワンカウント・モード (1、0、0)	0	カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みも発生しない。
	1	カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。 その際に割り込みも発生する。
・キャプチャ&ワンカウント・モード (1、1、0)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みも発生しない。
上記以外		設定禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

PWM 出力のパルス周期設定

・タイマ・データ・レジスタ 00 (TDR00)

PWM 出力のパルス周期を設定

略号 : TDR00

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

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

2[ms] = (1 / 24[MHz]) × (TDR00 の設定値 + 1)

⇒ TDR00 の設定値 = 47999

チャンネル 1 の動作モードの設定

・タイマ・モード・レジスタ 01 (TMR01)

動作クロック (f_{MCK}) の選択

カウント・クロックの選択

16 ビット / 8 ビット・タイマの選択

スタート・トリガとキャプチャ・トリガの設定

タイマ入力の有効エッジ選択

動作モード設定

略号 : TMR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS011	CKS010	0	CCS01	SPLIT01	STS012	STS011	STS010	CIS011	CIS010	0	0	MD013	MD012	MD011	MD010
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

ビット 15 - 14

CKS011	CKS010	チャンネル 1 の動作クロック (f_{MCK}) の選択
0	0	タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK00
0	1	タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK02
1	0	タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK01
1	1	タイマ・クロック選択レジスタ 0 (TPS0) で設定した動作クロック CK03

ビット 12

CCS01	チャンネル 1 のカウント・クロック (f_{CLK}) の選択
0	CKS010、CKS011 ビットで指定した動作クロック (f_{MCK})
1	TI01 端子からの入力信号の有効エッジ

ビット 11

SPLIT01	チャンネル 1 の 8 ビット・タイマ / 16 ビット・タイマ動作の選択
0	16 ビット・タイマとして動作 (単独チャンネル動作機能、または複数チャンネル連動動作機能でスレーブ・チャンネルとして動作)
1	8 ビット・タイマとして動作

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

略号 : TMR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 011	CKS 010	0	CCS 01	SPLI T01	STS 012	STS 011	STS 010	CIS 011	CIS 010	0	0	MD 013	MD 012	MD 011	MD 010
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

ビット 10 - 8

STS012	STS011	STS010	チャンネル 1 のスタート・トリガ、キャプチャ・トリガの設定
0	0	0	ソフトウェア・トリガ・スタートのみ有効 (他のトリガ要因を非選択にする)
0	0	1	TI01 端子入力の有効エッジを、スタート・トリガ、キャプチャ・トリガの両方に使用
0	1	0	TI01 端子入力の両エッジを、スタート・トリガとキャプチャ・トリガに分けて使用
1	0	0	マスタ・チャンネルの割り込み信号を使用 (複数チャンネル連動動作機能のスレーブ・チャンネル時)
上記以外			設定禁止

ビット 7 - 6

CIS011	CIS010	TI01 端子の有効エッジ選択
0	0	立ち下がリエッジ
0	1	立ち上がリエッジ
1	0	両エッジ (ロウ・レベル幅測定時) スタート・トリガ : 立ち下がリエッジ、キャプチャ・トリガ : 立ち上がリエッジ
1	1	両エッジ (ハイ・レベル幅測定時) スタート・トリガ : 立ち上がリエッジ、キャプチャ・トリガ : 立ち下がリエッジ

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

略号 : TMR01

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
CKS 011	CKS0 10	0	CCS 01	SPLI T01	STS 012	STS0 11	STS 010	CIS 011	CIS 010	0	0	MD 013	MD 012	MD 011	MD 010
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

ビット 3-0

MD 013	MD 012	MD 011	MD 010	チャンネル 1 の動作 モードの設定	対応する機能	TCR のカウント動作
0	0	0	1/0	インターバル・タイ マ・モード	インターバル・タイマ／方形波出力／ 分周器機能／PWM 出力（マスタ）	ダウン・カウント
0	1	0	1/0	キャプチャ・モード	入力パルス間隔測定	アップ・カウント
0	1	1	0	イベント・カウン タ・モード	外部イベント・カウンタ	ダウン・カウント
1	0	0	1/0	ワンカウント・モー ド	ディレイ・カウンタ／ワンショット・ パルス出力／PWM 出力（スレーブ）	ダウン・カウント
1	1	0	0	キャプチャ&ワン カウント・モード	入力信号のハイ／ロウ・レベル幅測定	アップ・カウント
上記以外				設定禁止		

MD010 ビットの動作は、各動作モードによって変わります（下表を参照）。

動作モード (MD013-MD011 で設定（上表参照）)	MD010	TCR のカウント動作
・ インターバル・タイマ・モード (0、 0、 0) ・ キャプチャ・モード (0、 1、 0)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。
	1	カウント開始時にタイマ割り込みを発生する (タイマ出力も変化させる)。
・ イベント・カウンタ・モード (0、 1、 1)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。
・ ワンカウント・モード (1、 0、 0)	0	カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みも発生しない。
	1	カウント動作中のスタート・トリガを有効とする。 その際に割り込みも発生する。
・ キャプチャ&ワンカウント・モード (1、 1、 0)	0	カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない (タイマ出力も変化しない)。 カウント動作中のスタート・トリガは無効とする。 その際に割り込みも発生しない。
上記以外		設定禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

PWM 出力のデューティ設定

- ・タイマ・データ・レジスタ 01 (TDR01)
PWM 出力のデューティを設定

略号 : TDR01

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

デューティ = (TDR01 の設定値) / (TDR00 の設定値 + 1) × 100

10[%] = (TDR01 の設定値) / (63999 + 1) × 100

⇒ TDR01 の設定値 = 6400

タイマ出力モードの設定

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

略号 : TOM0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOM 07	TOM 06	TOM 05	TOM 04	TOM 03	TOM 02	TOM 01	0
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	1	0

ビット 1

TOM01	チャンネル 1 のタイマ出力モードの制御
0	マスタ・チャンネル出力モード (タイマ割り込み要求信号 (INTTM01) によりトグル出力を行う)
1	スレーブ・チャンネル出力モード (マスタ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号 (INTTM01) で出力がセット、スレーブ・チャンネルのタイマ割り込み要求信号 (INTTM0p) で出力がリセットされる)

タイマ出力端子の出力レベル設定

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

略号 : TOL0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOL0 7	TOL0 6	TOL0 5	TOL0 4	TOL0 3	TOL0 2	TOL0 1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	0	0

ビット 1

TOL01	チャンネル 1 のタイマ出力レベルの制御
0	正論理出力 (アクティブ・ハイ)
1	負論理出力 (アクティブ・ロウ)

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

タイマ出力端子の出力値設定

- ・タイマ出力レジスタ 0 (TO0)
- 各チャネルのタイマ出力端子の出力値設定

略号 : TO0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TO07	TO06	TO05	TO04	TO03	TO02	TO01	TO00
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	0	x

ビット 1

TO01	チャンネル 1 のタイマ出力
0	タイマ出力値が “0”
1	タイマ出力値が “1”

タイマ出力許可設定

- ・タイマ出力許可レジスタ 0 (TOE0)
- 各チャネルのタイマ出力許可／禁止の値設定

略号 : TOE0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	TOE07	TOE06	TOE05	TOE04	TOE03	TOE02	TOE01	TOE00
0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	1	0

ビット 1

TOE01	チャンネル 1 のタイマ出力許可／禁止
0	カウント動作による TO01 (タイマ・チャンネル出力ビット) の動作停止。 TO01 ビットへの書き込みが可能。 TO01 端子がデータ出力機能となり、TO01 ビットに設定したレベルが TO01 端子から出力される。 TO01 端子の出力レベルをソフトウェアで操作することができる。
1	カウント動作による TO01 (タイマ・チャンネル出力ビット) の動作許可。 TO01 ビットへの書き込み不可 (書き込みが無視される)。 TO01 端子がタイマ出力機能となり、タイマの動作によりセット／リセットされる。 TO01 端子からタイマ動作に合わせた方形波出力や PWM 出力ができる。

ビット 0

TOE00	チャンネル 0 のタイマ出力許可／禁止
0	カウント動作による TO00 (タイマ・チャンネル出力ビット) の動作停止。 TO00 ビットへの書き込みが可能。 TO00 端子がデータ出力機能となり、TO00 ビットに設定したレベルが TO00 端子から出力される。 TO00 端子の出力レベルをソフトウェアで操作することができる。
1	カウント動作による TO00 (タイマ・チャンネル出力ビット) の動作許可。 TO00 ビットへの書き込み不可 (書き込みが無視される)。 TO00 端子がタイマ出力機能となり、タイマの動作によりセット／リセットされる。 TO00 端子からタイマ動作に合わせた方形波出力や PWM 出力ができる。

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

PWM 出力する端子の設定

- ・ポート・モード・レジスタ (P1)
P14 の出力ラッチの設定
- ・ポート・モード・レジスタ (PM1)
PM14 の入出力モードの選択

略号 : P1

7	6	5	4	3	2	1	0
P17 ^{注1}	P16 ^{注1}	P15 ^{注1}	P14 ^{注2}	P13	P12	P11	P10
x	x	x	0	x	x	x	x

ビット 4

P14 ^{注2}	P14 ^{注2} の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

略号 : PM1

7	6	5	4	3	2	1	0
PM17 ^{注1}	PM16 ^{注1}	PM15 ^{注1}	PM14 ^{注2}	PM13	PM12	PM11	PM10
x	x	x	0	x	x	x	x

ビット 4

PM14 ^{注2}	PM14 ^{注2} の入出力モードの選択
0	出力モード (出力バッファ・オン)
1	入力モード (出力バッファ・オフ)

注 1. 30 ピン製品のみ

注 2. 20, 24 ピン製品時。30 ピン製品では P16, PM16

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

タイマのカウント完了割り込みの設定

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ (IF0H)
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK0H)
割り込みマスクの設定

略号 : IF0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAIF0	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	0	x	x	x	x	x	x

ビット 6

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

略号 : MK0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
1	1	x	x	x	x	x	x

ビット 7, 6

TMMK01, 00	割り込み処理の制御
0	割り込み処理許可
1	割り込み処理禁止

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.5 メイン処理

図 5.6 にメイン処理のフローチャートを示します。

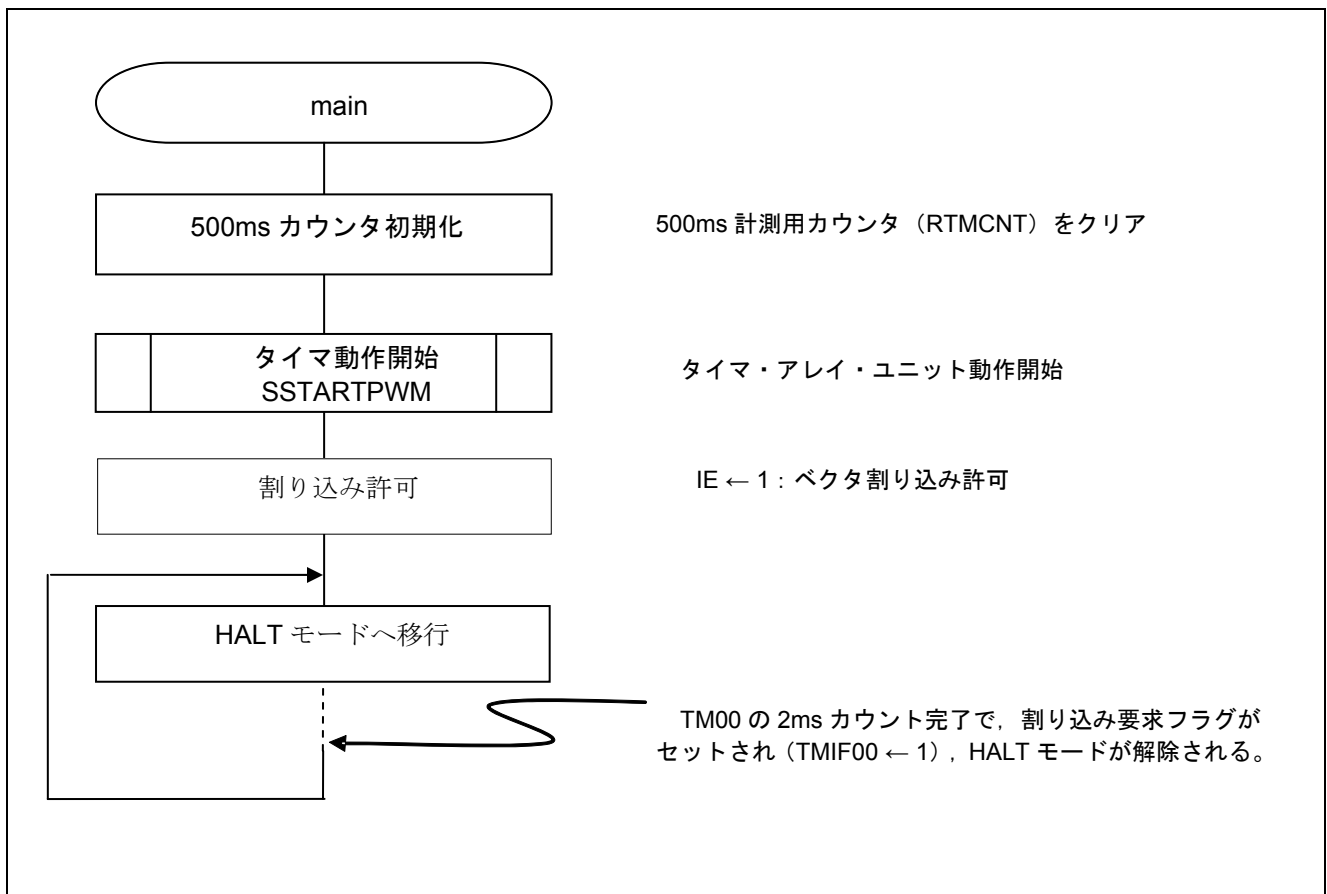


図 5.6 メイン処理

5.7.6 タイマ・アレイ・ユニットの動作開始

図 5.7 にタイマ・アレイ・ユニットの動作開始のフローチャートを示します。

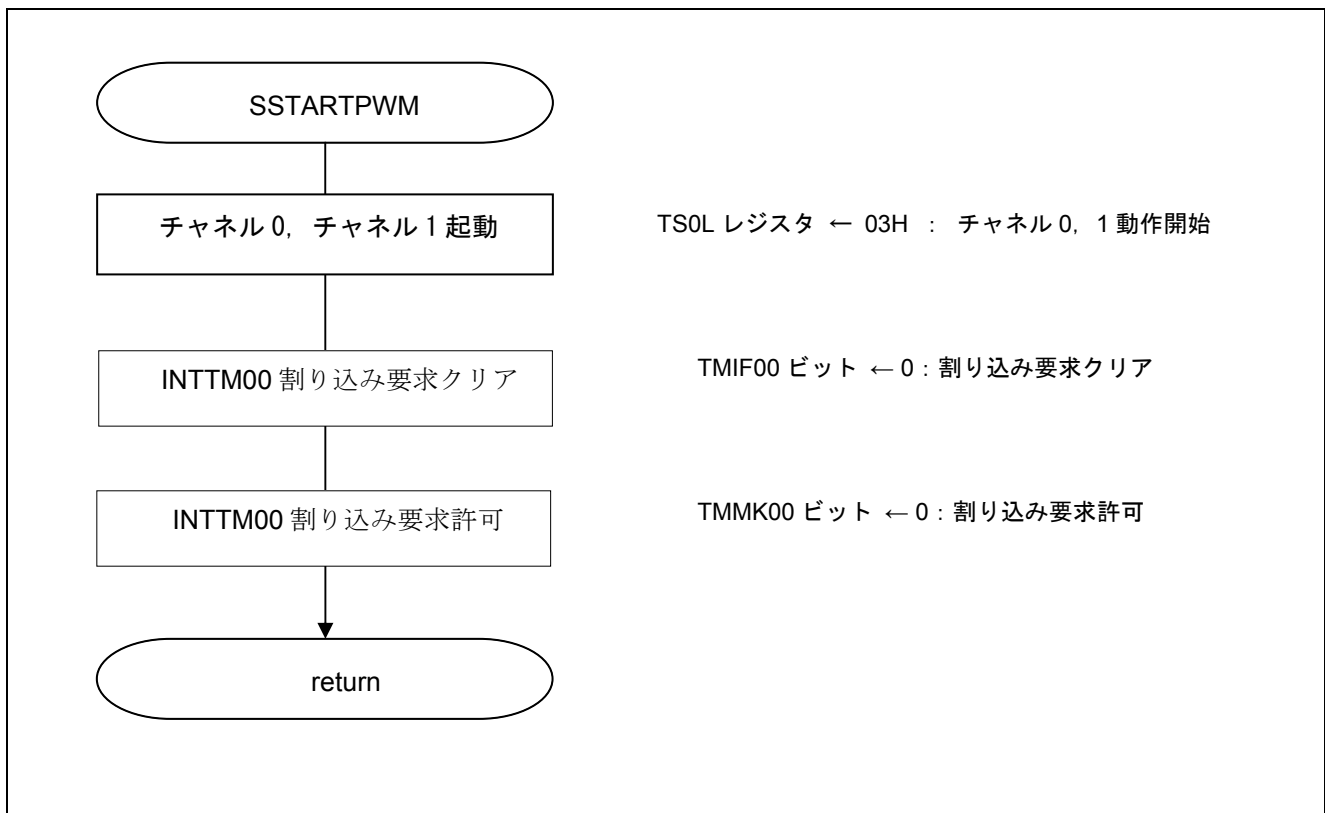


図 5.7 タイマ・アレイ・ユニットの動作開始

タイマ動作許可設定

- ・タイマ・チャンネル開始レジスタ 0 (TS0/TS0L)
チャンネル 0、チャンネル 1 のカウント動作開始設定

略号 : TS0

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	TS H03	0	TS H01	0	TS07	TS06	TS05	TS04	TS03	TS02	TS01	TS00
0	0	0	0	x	0	x	0	x	x	x	x	x	x	1	1

ビット 1

TS01	チャンネル 1 の動作許可 (スタート) トリガ
0	トリガ動作しない
1	TE01 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる。 カウント動作許可状態における TCR01 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。

ビット 0

TS00	チャンネル 0 の動作許可 (スタート) トリガ
0	トリガ動作しない
1	TE00 ビットを 1 にセットし、カウント動作許可状態になる。 カウント動作許可状態における TCR00 レジスタのカウント動作開始は、各動作モードにより異なります。

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

タイマのカウンタ完了割り込みの設定

- ・割り込み要求フラグ・レジスタ (IF0H)
割り込み要求フラグのクリア
- ・割り込みマスク・フラグ・レジスタ (MK0H)
割り込みマスクの設定

略号 : IF0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMIF01	TMIF00	IICAIF0	TMIF03H	TMIF01H	SREIF0	SRIF0 CSIF01 IICIF01	STIF0 CSIF00 IICIF00
x	0	x	x	x	x	x	x

ビット 6

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

略号 : MK0H

7	6	5	4	3	2	1	0
TMMK01	TMMK00	IICAMK0	TMMK03H	TMMK01H	SREMK0	SRMK0 CSIMK01 IICMK01	STMK0 CSIMK00 IICMK00
x	0	x	x	x	x	x	x

ビット 6

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

注意 レジスタ設定方法の詳細については、RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

5.7.7 INTTM00 割り込みの処理

図 5.8 に INTTM00 割り込みの処理のフローチャートを示します。

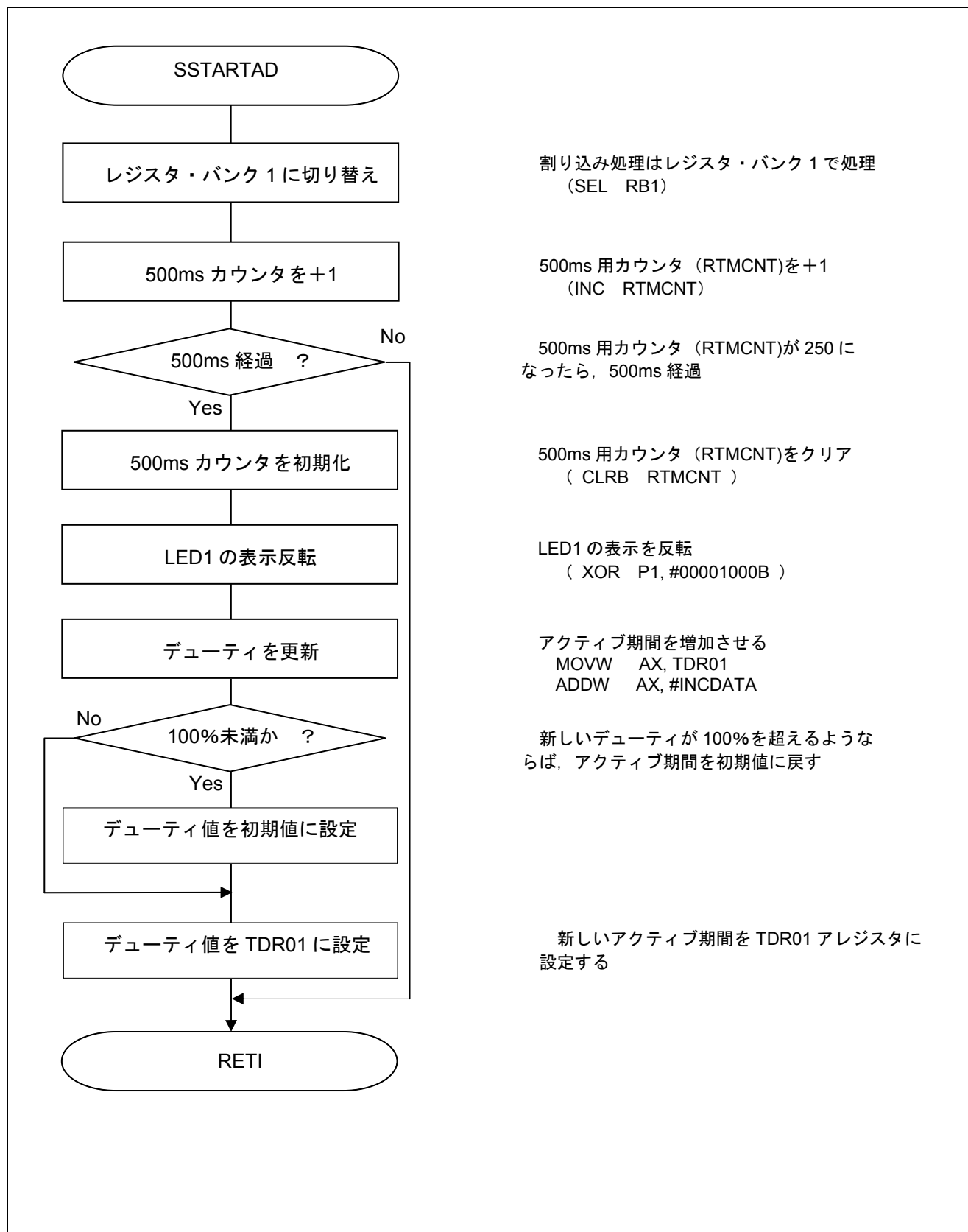


図 5.8 INTTM00 割り込み処理

6. サンプルコード

サンプルコードは、ルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。

7. 参考ドキュメント

RL78/G12 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 Rev.1.00 (R01UH0200J)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 Rev.1.00 (R01US0015J)

(最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください。)

テクニカルアップデート/テクニカルニュース

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

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

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

お問合せ先

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

改訂記録	RL78/G12 タイマ・アレイ・ユニット（PWM 出力）
------	----------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2012.09.30	—	初版発行
1.10	2013.03.01	2,8,13,29	参考アプリケーションノートの文章番号の追記、他

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違うと、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、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い合わせください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

- 注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社がその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。
- 注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

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

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>