

## RL78/I1D

R01AN2326JJ0100

Rev.1.00

2015.01.22

### 中速オンチップ・オシレータでの UART 通信の実現

#### 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/I1D の中速オンチップ・オシレータを利用した UART 通信方法を説明します。UART 通信で求められる周波数精度を有する高速オンチップ・オシレータを用いて、中速オンチップ・オシレータの発振周期を定期的に測定します。その測定結果に基づいて UART 通信のボーレートを補正することで、中速オンチップ・オシレータを利用した UART 通信を行います。

#### 対象デバイス

RL78/I1D

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.....	4
3. 関連アプリケーションノート.....	4
4. ハードウェア説明.....	5
4.1 ハードウェア構成例.....	5
4.2 使用端子一覧.....	5
5. ソフトウェア説明.....	6
5.1 動作概要.....	6
5.2 補正処理の考え方.....	8
5.3 オプション・バイトの設定一覧.....	10
5.4 定数一覧.....	10
5.5 変数一覧.....	11
5.6 関数一覧.....	11
5.7 関数仕様.....	12
5.8 フローチャート.....	15
5.8.1 初期設定.....	15
5.8.2 周辺機能初期設定.....	16
5.8.3 CPU クロック初期設定.....	16
5.8.4 タイマ・アレイ・ユニット初期設定.....	17
5.8.5 8ビット・インターバル・タイマ初期設定関数.....	18
5.8.6 シリアル・アレイ・ユニット初期設定.....	19
5.8.7 UART0 初期設定.....	20
5.8.8 メイン関数.....	21
5.8.9 メイン・ユーザー初期設定.....	23
5.8.10 UART0 受信ステータス初期化.....	24
5.8.11 UART0 動作開始関数.....	25
5.8.12 UART0 データ送信.....	26
5.8.13 UART0 動作停止.....	27
5.8.14 UART0 受信完了割り込み.....	28
5.8.15 UART0 受信エラー割り込み.....	29
5.8.16 UART0 送信完了割り込み.....	29
5.8.17 8ビット・インターバル・タイマ割り込み.....	30
5.8.18 TAU チャンネル 02 カウント完了割り込み.....	32
6. サンプルコード.....	33
7. 参考ドキュメント.....	33

1. 仕様

[仕様の説明]

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 に本アプリケーションの概要を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
シリアル・アレイ・ユニット	UART 通信
タイマ・アレイ・ユニット	中速オンチップ・オシレータ周波数の分周
8 ビット・インターバル・タイマ	中速オンチップ・オシレータ周波数の測定

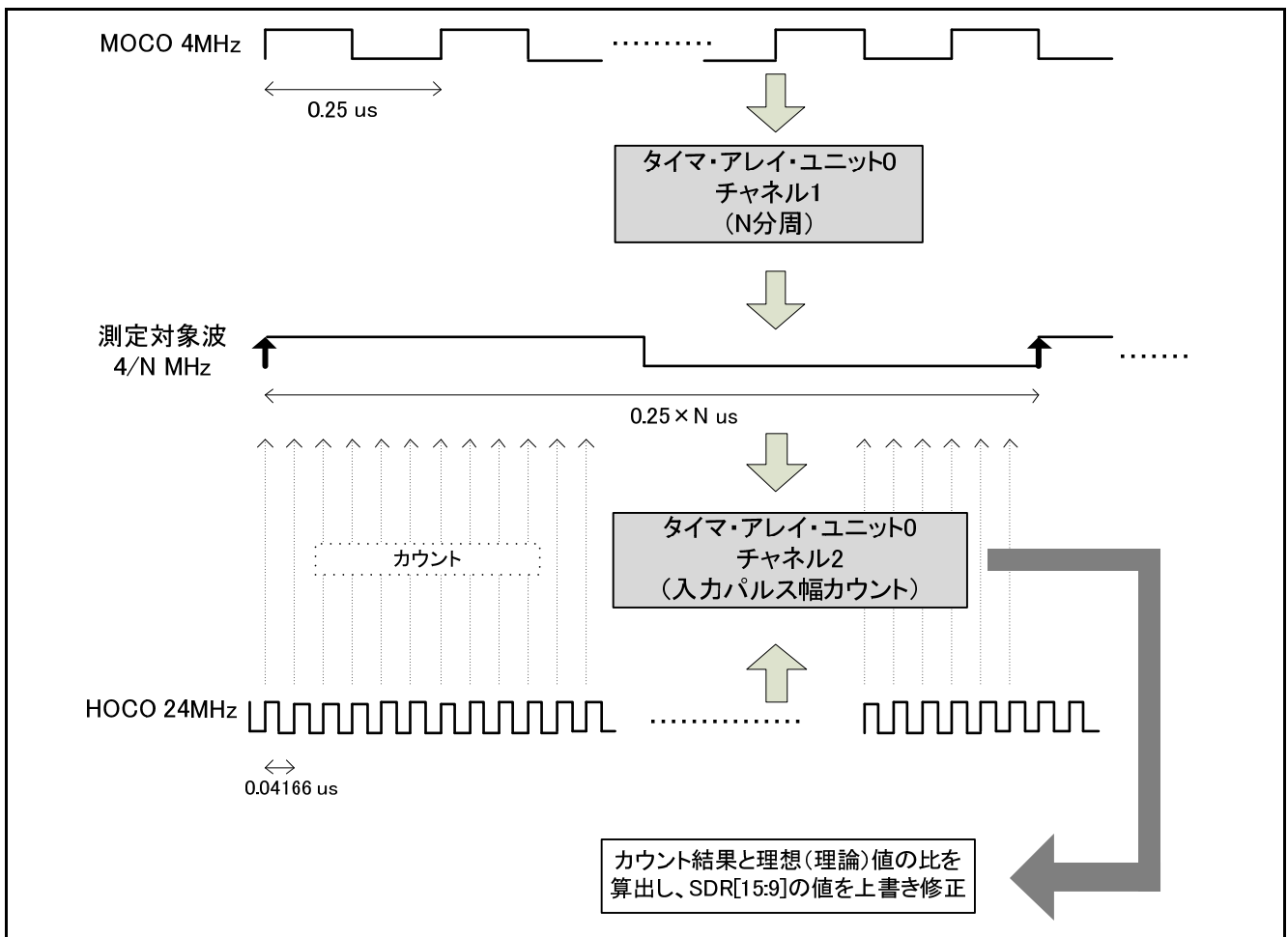


図 1.1 本アプリケーションの概要

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートサンプルコードは、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/I1D (R5F117GC)
動作周波数	・ 中速内蔵発振クロック( $f_{IM}$ ) : 4MHz (UART 通信時) ・ 高速内蔵発振クロック( $f_{IH}$ ) : 24MHz (MOCO 周波数測定時)
動作電圧	3.3V (1.6V~3.6V で動作可能) LVD 動作( $V_{LVI}$ ) : LVD オフ
統合開発環境	ルネサス エレクトロニクス製 CS+ V2.02.01
C コンパイラ	ルネサス エレクトロニクス製 CA78K0R V1.70

## 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/G13 初期設定 (R01AN0451JJ)

RL78/G13 シリアル・アレイ・ユニット (UART 通信) (R01AN0459JJ)

## 4. ハードウェア説明

### 4.1 ハードウェア構成例

図 4.1 に接続例を示します。

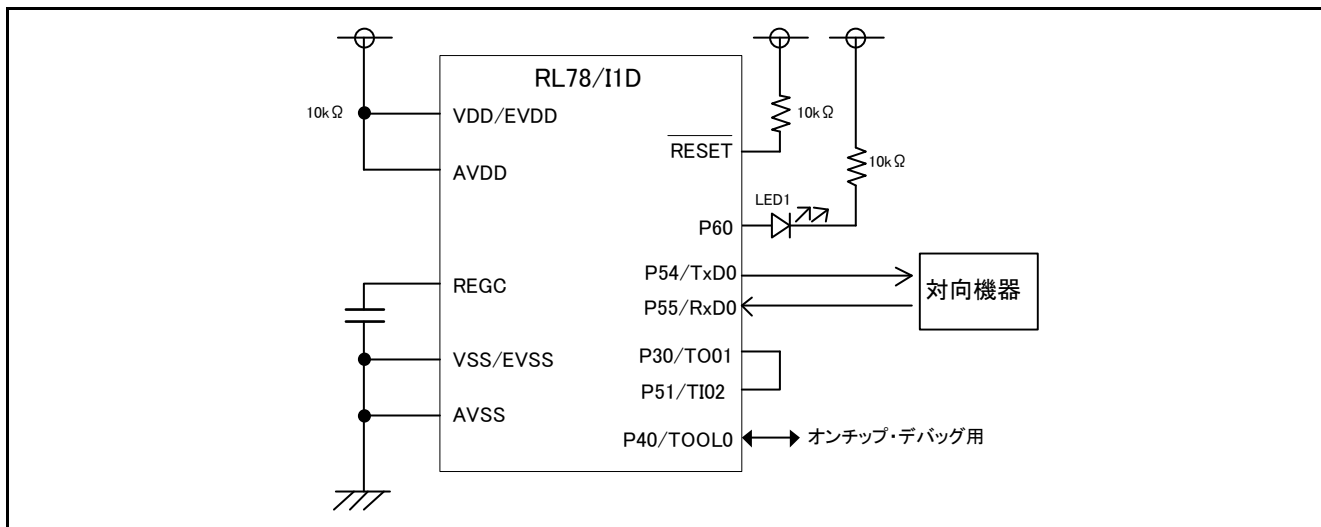


図 4.1 接続例

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 EVss で始まる名前の端子がある場合には VSS に、EVDD で始まる名前の端子がある場合には VDD にそれぞれ接続してください。
- 3 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
P60	出力	LED の点灯制御
P30/TO01	出力	MOCO の分周波形出力
P51/TI02	入力	周波数測定用の波形入力

## 5. ソフトウェア説明

### 5.1 動作概要

本サンプルコードでは、対向機器から受信したデータに対応したデータを対向機器に送信します。エラーが発生した場合は、そのエラーに対応したデータを対向機器に送信します。受信データと送信データの対応表を表 5.1 と表 5.2 に示します。

表 5.1 受信データと送信データの対応

受信データ	応答（送信）データ
T (54H)	O (4FH)、K (4BH)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)
t (74H)	o (6FH)、k (6BH)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)
上記以外	U (55H)、C (43H)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)

表 5.2 エラー検出時の送信データの対応

発生したエラー	応答（送信）データ
パリティ・エラー	P (50H)、E (45H)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)
フレーミング・エラー	F (46H)、E (45H)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)
オーバーラン・エラー	O (4FH)、E (45H)、"CR" (0DH)、"LF" (0AH)

(1) UART の初期設定を行います。

<UART 設定条件>

- SAU0 チャンネル 0、1 を UART として使用します。
- データ出力は P12/TxD0 端子、データ入力 は P55/RxD0 端子を使用します。
- データ長は 8 ビットを使用します。
- データ転送方向設定は LSB ファーストを使用します。
- パリティ設定は偶数パリティを使用します。
- 受信データ・レベル設定は標準を使用します。
- 転送レートは 9600bps を使用します。
- 受信完了割り込み(INTSR0)、送信完了割り込み(INTST0)、エラー割り込み(INTSRE0)を使用します。
- INTSR0、INTST0、INTSRE0 の割り込み優先順位は低優先（レベル 3）を使用します。

(2) 8 ビット・インターバル・タイマの初期設定を行います。

<8 ビット・インターバル・タイマ設定条件>

- 8 ビット・インターバル・タイマ割り込み (INTIT00) の割り込み優先順位は低優先（レベル 3）を使用します。
- 8 ビット・カウント・モードで使用します。
- 1 分周を  $f_{IL}/64$  に設定します。
- コンペア値を 0xE9 とし、約 1 秒ごとに INTIT00 が発生するよう設定します。

(3) タイマ・アレイ・ユニットの初期設定を行います。

<チャンネル1 設定条件>

- 動作クロックは中速オンチップ・オシレータ (MOCO) 4MHz
- 16 ビット・タイマとして動作
- ソフトウェア・トリガ・スタート
- MOCO の有効エッジ：立ち下がり
- インターバル・タイマ・モード／方形波出力として使用
- カウント開始時にタイマ割り込みを発生しない
- 正論理出力

<チャンネル2 設定条件>

- 動作クロックは高速オンチップ・オシレータ (HOCO) 24MHz
- 単独チャンネル動作
- TI02 端子の有効エッジをスタート・トリガ、キャプチャ・トリガとする。
- TI02 端子の有効エッジ：立ち上がりエッジ
- 入力パルス間隔測定モードとして使用
- 正論理出力

(4) シリアル・チャンネル開始レジスタで UART 通信待機状態にした後、HALT 命令を実行します。受信完了割り込み(INTSR0)、エラー割り込み(INTSRE0)の発生により処理を行います。

- INTSR0 発生時は、受信データを取り込み、受信データに対応したデータを送信します。INTSRE0 発生時は、エラー処理を行い、そのエラーに対応したデータを送信します。これらの送信応答処理の間は、8 ビット・インターバル・タイマは動作停止にしておきます。データ送信後は、再び HALT 命令を実行して、受信完了割り込み(INTSR0)、エラー割り込み(INTSRE0)を待ちます。
- 8 ビット・インターバル・タイマ割り込みなど、UART と関係のない要因で HALT から通常動作へ抜け出した場合は、処理を何もせずに HALT 命令に戻ります。

(5) 8 ビット・インターバル・タイマ割り込みにて、ボーレート補正を行います。

- ボーレート補正処理を示す LED を点灯します。
- UART0 の動作を停止します。
- CPU クロック源を MOCO から HOCO に切り替えます。
- TAU0 チャンネル 1、チャンネル 2 を動作開始し、チャンネル 2 の完了割り込みが 2 回発生するまで HALT 状態で待機します。
- 2 回目のチャンネル 2 の完了割り込みが発生したら TAU0、チャンネル 1 とチャンネル 2 の動作を停止します。
- 測定結果から逆算して、ボーレート補正値を SDR レジスタに書き込みます
- UART 通信に備えて CPU クロックを HOCO (24MHz) から MOCO (4MHz) に戻します。
- UART0 を動作開始します。
- ボーレート補正処理を示す LED を消灯します。

## 5.2 補正処理の考え方

補正処理の具体的な方法について詳細を説明します。

### (1) 測定対象波の生成

図 1.1 に示したように、中速オンチップ・オシレータ (MOCO) を N 分周して測定対象波を生成します。N の値はできるだけ大きくしたほうが測定の精度が上がりますが、タイマ・アレイ・ユニット 0 チャンネル 2 によるカウント結果が最終的に 16 ビットの範囲に収まる必要があります。ここで、MOCO は  $4\text{MHz} \pm 12\%$ 、HOCO は  $24\text{MHz} \pm 1\%$  ですから、それぞれの Max 値、Typ 値、Min 値の組み合わせにおける測定 (カウント) 結果を表 5.3 に示します。

表 5.3 MOCO を N 分周した場合の測定対象波の測定結果

		MOCO (4 MHz ± 12%)		
		min: 3.52 MHz	Typ: 4.00 MHz	Max: 4.42 MHz
HOCO (24 MHz ± 1%)	Max: 24.24 MHz	(24.24 / 3.52) N = <b>6.886N</b>	(24.24 / 4.00) N = <b>6.060N</b>	(24.24 / 4.42) N = <b>5.484N</b>
	Typ: 24.00 MHz	(24.00 / 3.52) N = <b>6.818N</b>	(24.00 / 4.00) N = <b>6.000N</b>	(24.00 / 4.42) N = <b>5.430N</b>
	min: 23.76 MHz	(23.76 / 3.52) N = <b>6.750N</b>	(23.76 / 4.00) N = <b>5.940N</b>	(23.76 / 4.42) N = <b>5.376N</b>

表 5.3 に示したように、MOCO が 3.52MHz、HOCO が 24.24MHz のときに、測定結果のカウント値が最も大きくなるケースです。したがって、N は以下の式によって算出できます。

$$(24.24 / 3.52) N < 2^{16} - 1$$

$$N < 65535 * 3.52 / 24.24$$

$$N < 9516.6$$

$$\therefore N (\text{Max}) = 9516$$

ここで、TDR01 レジスタに設定するのは測定対象波の周期の半分です。そのため、設定値は以下のようになります。r\_it8bit0\_channel0\_interrupt 関数をご確認ください。

$$\begin{aligned} \text{TDR01 に設定する値} &= N/2 \\ &= 4758 \text{ (0x1296)} \end{aligned}$$



## (2) ボーレート補正

本アプリケーションの UART は MOCO 駆動で  $f_{CLK} = 4\text{MHz}$ 、また  $f_{MCK} = CK00 = f_{CLK} / 2 = 2\text{MHz}$  の設定です。目標ボーレートは  $9600\text{bps}$  ですから、SDR レジスタの上位 7 ビットに入れる値  $SDR[15:9]$  は以下の式で求められます。

$$\begin{aligned} SDR[15:9] + 1 &= f_{MCK} / (2 * 9600) \\ &= 2 \text{ MHz} / (2 * 9600) \end{aligned}$$

さらに、MOCO の周波数精度を考慮すると、以下の式になります。

$$\begin{aligned} SDR[15:9] + 1 &= 2 \text{ MHz} * (\text{理想カウント値} / \text{CH2 のキャプチャ値}) / (2 * 9600) \\ &= 2 \text{ MHz} * (6.000 * N / \text{CH2 のキャプチャ値}) / (2 * 9600) \\ &= 2 \text{ MHz} * (6 * 9516 / \text{CH2 のキャプチャ値}) / (2 * 9600) \\ &= 5947500 / (\text{CH2 のキャプチャ値}) \end{aligned}$$

演算を簡単にするため、右辺の分母と分子をそれぞれ 256 ( $= 2^8$ ) で割ると、最終的に以下の式になります。本サンプルプログラムでは、`r_it8bit0_channel0_interrupt` 関数にて記述されております。左辺値  $SDR[15:9] + 1$  をローカル変数  $k$  として記述していますので、ご確認下さい。

$$= 23232 / (\text{CH2 のキャプチャ値の上位 8 ビット})$$

### 5.3 オプション・バイトの設定一覧

表 5.4 に、オプション・バイト設定を示します。

表 5.4 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	1110 1111B	ウォッチドッグ・タイマ動作禁止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	1111 1111B	LVD オフ
000C2H/010C2H	1110 0000B	HS モード、HOCO : 24MHz
000C3H/010C3H	0000 0100B	オンチップ・デバッグ禁止

### 5.4 定数一覧

表 5.5 にサンプルコードで使用する定数を示します。

表 5.5 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
MessageOK[4]	"OK¥r¥n"	"T"を受信時の返信メッセージ
Messageok[4]	"ok¥r¥n"	"t"を受信時の返信メッセージ
MessageUC[4]	"UC¥r¥n"	"T" または "t" 以外を受信した時の返信メッセージ
MessageFE[4]	"FE¥r¥n"	フレーミング・エラー時の返信メッセージ
MessagePE[4]	"PE¥r¥n"	パリティ・エラー時の返信メッセージ
MessageOE[4]	"OE¥r¥n"	オーバーラン・エラー時の返信メッセージ

## 5.5 変数一覧

表 5.6 にグローバル変数を示します。

表 5.6 グローバル変数

型	変数名	内容	使用関数
uint8_t	g_Uart0RxBuf	受信データ・バッファ	main
uint8_t	gp_uart0_tx_address	送信データ・ポインタ	R_UART0_Send、 R_uart0_interrupt_send
uint16_t	g_uart0_tx_count	送信データ数カウンタ	R_UART0_Send、 r_uart0_interrupt_send
uint8_t*	gp_uart0_rx_address	受信データ・ポインタ	R_UART0_Receive、 r_uart0_interrupt_receive、 r_uart0_interrupt_error
uint16_t	g_uart0_rx_count	受信データ数カウンタ	R_UART0_Receive、 r_uart0_interrupt_receive
uint16_t	g_uart0_rx_length	受信データ数	R_UART0_Receive、 r_uart0_interrupt_receive
uint8_t	g_valid_measure	TAU0 チャンネル 2 の割り込み発生回数	r_it8bit0_channel0_interrupt r_tau0_channel2_interrupt
MDSTATUS	g_Uart0TxEnd	UART 送信処理終了フラグ	main
uint8_t	g_Uart0AfterAdjustment	8 ビット・インターバル・タイマ割り込み関数の経過直後フラグ	main r_it8bit0_channel0_interrupt
uint32_t	g_tau0_ch2_width	方形波 1 周期の測定結果	r_tau0_channel2_interrupt r_it8bit0_channel0_interrupt

## 5.6 関数一覧

表 5.7 に関数一覧を示します。

表 5.7 関数一覧

関数名	概要
main	メイン関数
R_MAIN_UserInit	メイン・ユーザー初期化関数
R_UART0_Receive	UART0 受信ステータス初期化関数
R_UART0_Start	UART0 動作開始関数
R_UART0_Send	UART0 データ送信関数
R_UART0_Stop	UART0 動作停止関数
r_uart0_interrupt_receive	UART0 受信完了割り込み関数
r_uart0_interrupt_error	UART0 受信エラー割り込み関数
r_uart0_interrupt_send	UART0 送信完了割り込み関数
r_it8bit0_channel0_interrupt	8 ビット・インターバル・タイマ割り込み関数
r_tau0_channel2_interrupt	TAU チャンネル 02 カウント完了割り込み関数

## 5.7 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

<b>[関数名] main</b>	
概要	メイン関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_cgc.h、r_cg_port.h、r_cg_tau.h、r_cg_it8bit.h、r_cg_sau.h
宣言	—
説明	メイン・ユーザ初期化関数を実行後、HALT 状態で UART 受信の割り込みを待つ。UART 受信完了割り込みが発生したら、その応答として UART 送信の処理に進む。HALT 解除の理由が UART 受信ではなかった場合は、UART 送信処理に進まず、再び HALT 状態に戻る。
引数	なし
リターン値	なし
<b>[関数名] R_MAIN_UserInit</b>	
概要	メイン・ユーザー初期化関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_cgc.h、r_cg_port.h、r_cg_tau.h、r_cg_it8bit.h、r_cg_sau.h
宣言	void R_MAIN_UserInit(void);
説明	UART0、LED の初期設定を行った後、UART0 および 8 ビット・インターバル・タイマの動作を許可する。最後に、EI 命令で割り込みを許可する。
引数	なし
リターン値	なし
<b>[関数名] R_UART0_Receive</b>	
概要	UART0 受信ステータス初期化関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	MD_STATUS R_UART0_Receive(uint8_t* const rx_buf, uint16_t rx_num);
説明	UART0 の受信ステータスを設定します。
引数	uint8_t* const rx_buf : 受信データバッファのアドレス uint16_t* const rx_num : 受信データバッファのサイズ
リターン値	[MD_OK]の場合：受信設定完了 [MD_ARGERROR]の場合：受信設定失敗
<b>[関数名] R_UART0_Start</b>	
概要	UART0 動作開始関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	void R_UART0_Start(void);
説明	シリアル・アレイ・ユニット 0・チャンネル 0、1 の動作を許可し、UART を通信待機状態にします。
引数	なし
リターン値	なし

<b>[関数名] R_UART0_Send</b>	
概要	UART0 データ送信関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	MD_STATUS R_UART0_Send(uint8_t* const tx_buf, uint16_t tx_num);
説明	UART0 送信の初期設定を行い、データ送信を開始します。
引数	uint8_t* const tx_buf : 送信データバッファのアドレス uint16_t* const tx_num : 送信データバッファのサイズ
リターン値	[MD_OK]の場合：送信設定完了 [MD_ARGERROR]の場合：送信設定失敗
<b>[関数名] R_UART0_Stop</b>	
概要	UART0 動作停止関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	void R_UART0_Stop(void);
説明	シリアル・アレイ・ユニット 0・チャンネル 0、1 を動作停止させ、UART 通信を停止します。
引数	なし
リターン値	なし
<b>[関数名] r_uart0_interrupt_receive</b>	
概要	UART0 受信完了割り込み関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	interrupt INTSR0 r_uart0_interrupt_receive
説明	受信したデータを RAM に格納して、アドレスと受信回数値を更新します。
引数	なし
リターン値	なし
<b>[関数名] r_uart0_interrupt_error</b>	
概要	UART0 受信エラー割り込み関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	interrupt INTSRE0 r_uart0_interrupt_error
説明	受信データを RAM に格納して、r_uart0_callback_error 関数に対し、検出したエラーに対応した応答をさせます。
引数	なし
リターン値	なし
<b>[関数名] r_uart0_interrupt_send</b>	
概要	UART0 送信完了割り込み関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_sau.h
宣言	interrupt INTST0 r_uart0_interrupt_send
説明	データを送信してポインタとカウンタを更新します。送信データが残っていない場合は、送信完了処理をします。
引数	なし
リターン値	なし

---

**[関数名] r\_it8bit0\_interrupt**

---

概要	8ビット・インターバル・タイマ割り込み関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_it8bit.h、r_cg_sau.h、r_cg_tau.h
宣言	interrupt INTIT00 r_it8bit0_channel0_interrupt
説明	定期的に（本アプリケーションでは1秒毎）に行われるボーレート補正を実施する関数です。まず UART 通信を無効にし、タイマ・アレイ・ユニット0・チャンネル1およびチャンネル2を起動します。チャンネル1で生成された測定対象方形波のパルス幅をチャンネル2で測定し、その測定結果から逆算して、UARTのボーレートが理想値に最も近づくよう、クロックの分周値を修正します。そのあと UART 通信を有効にし、再び UART 通信待機状態へと戻します。
引数	なし
リターン値	なし

---

**[関数名] r\_tau0\_channel2\_interrupt**

---

概要	TAUチャンネル02カウント完了割り込み関数
ヘッダ	r_cg_macrodriver.h、r_cg_tau.h
宣言	interrupt INTTM02 r_tau0_channel2_interrupt
説明	タイマ・アレイ・ユニット・チャンネル02によるパルス幅測定の結果を、グローバル変数に格納します。
引数	なし
リターン値	なし

## 5.8 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。

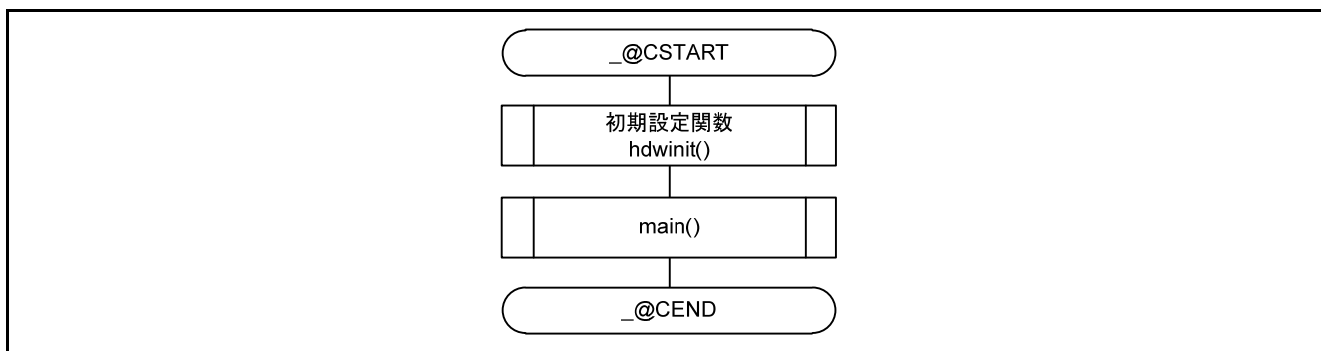


図 5.1 全体フロー

### 5.8.1 初期設定

図 5.2 に初期設定関数のフローチャートを示します。

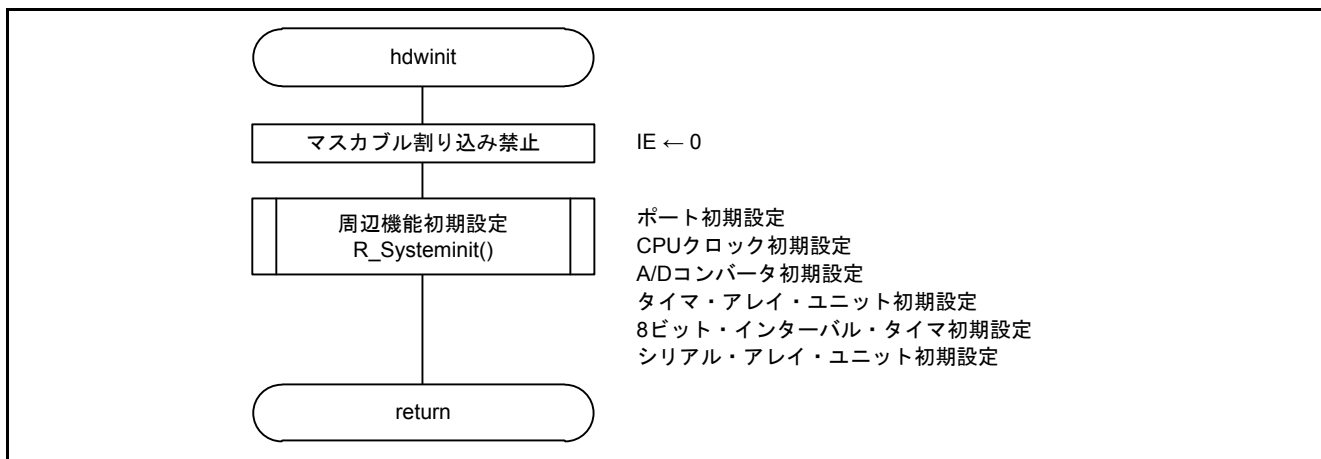


図 5.2 初期設定関数

### 5.8.2 周辺機能初期設定

図 5.3 に周辺機能初期設定関数のフローチャートを示します。

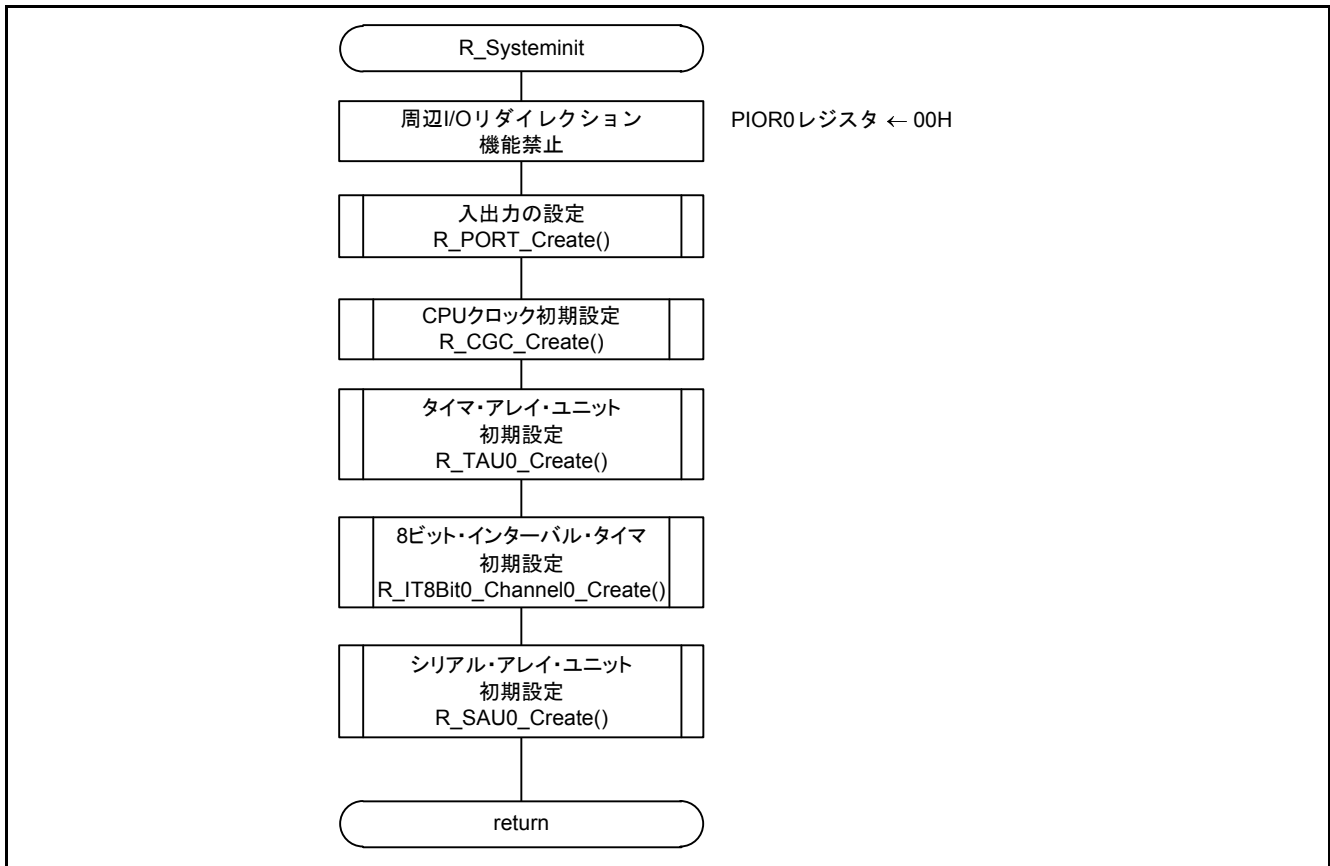


図 5.3 周辺機能初期設定関数

### 5.8.3 CPU クロック初期設定

図 5.4 に CPU クロック初期設定関数のフローチャートを示します。

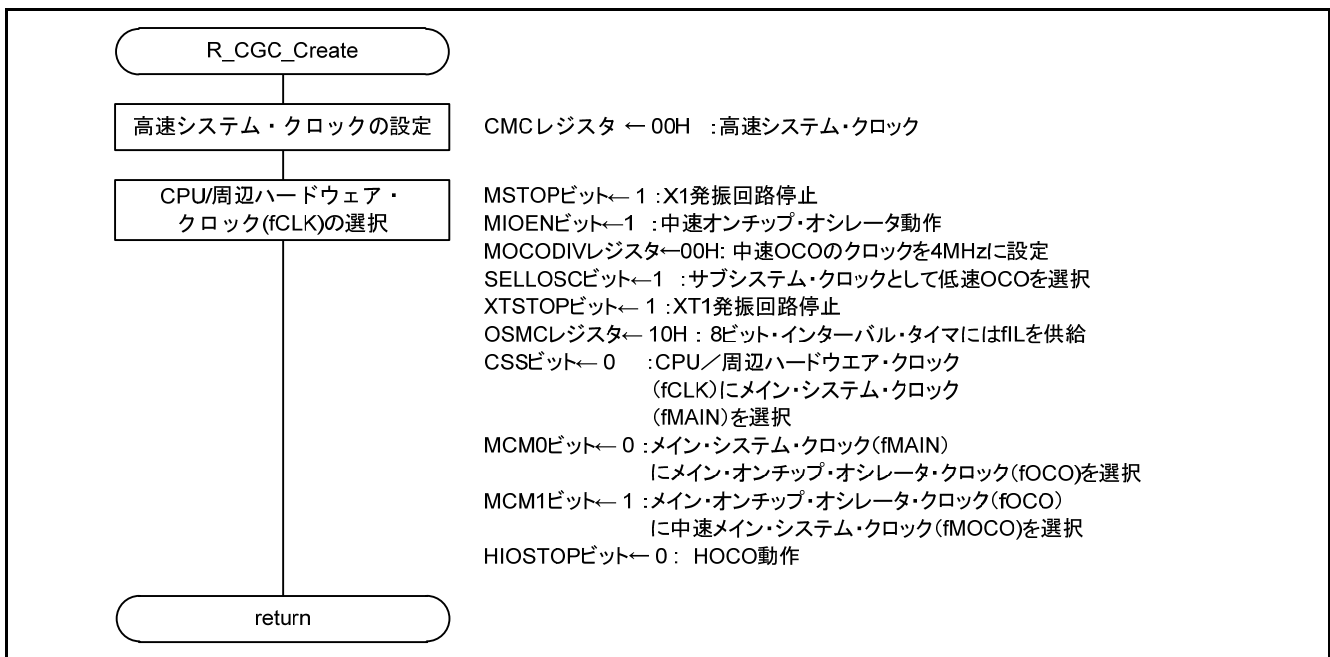


図 5.4 CPU クロック初期設定関数



5.8.4 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

図 5.5 にタイマ・アレイ・ユニット初期設定のフローチャートを示します。

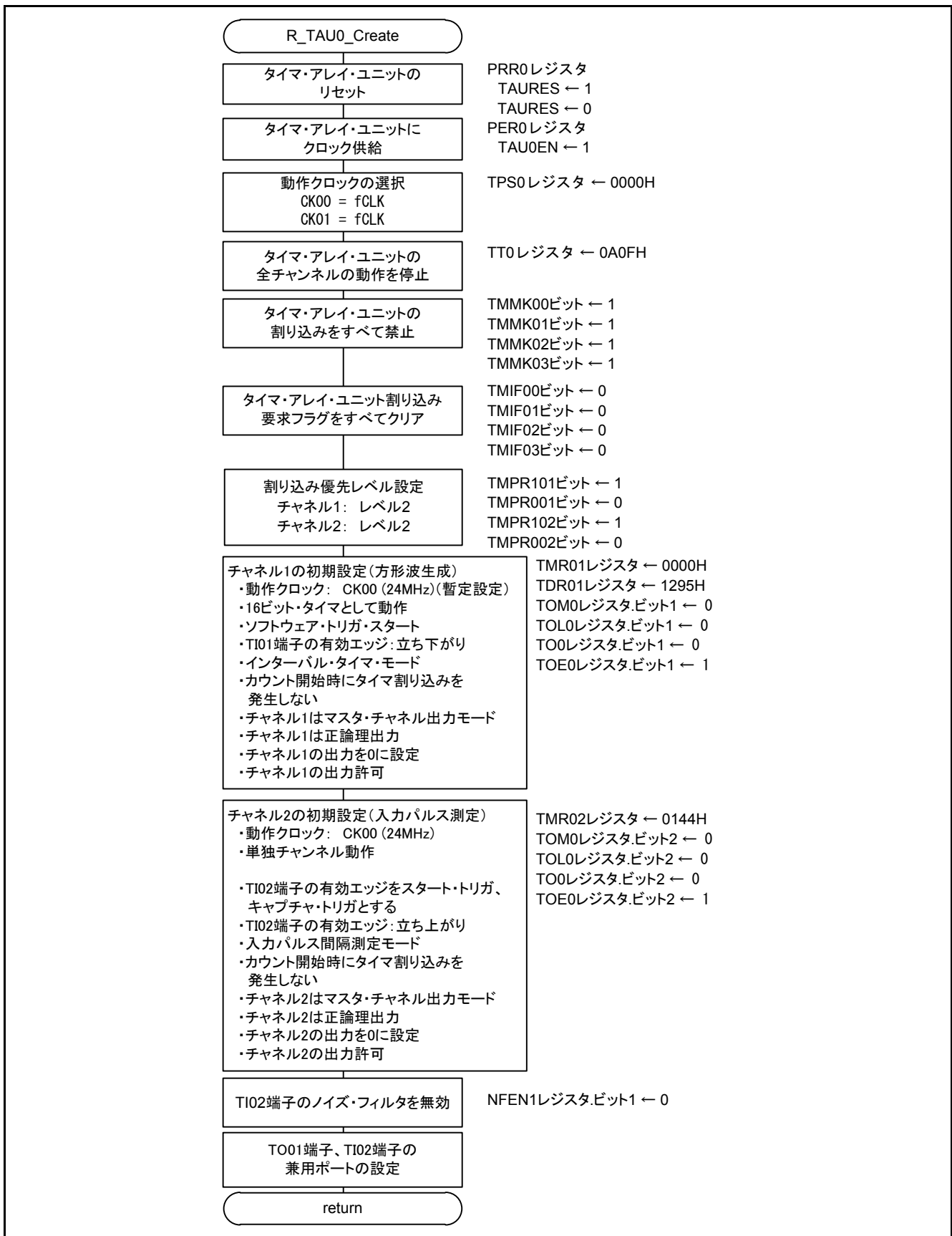


図 5.5 タイマ・アレイ・ユニット初期設定

## 5.8.5 8ビット・インターバル・タイマ初期設定関数

図 5.6 に 8 ビット・インターバル・タイマ初期設定関数のフローチャートを示します。

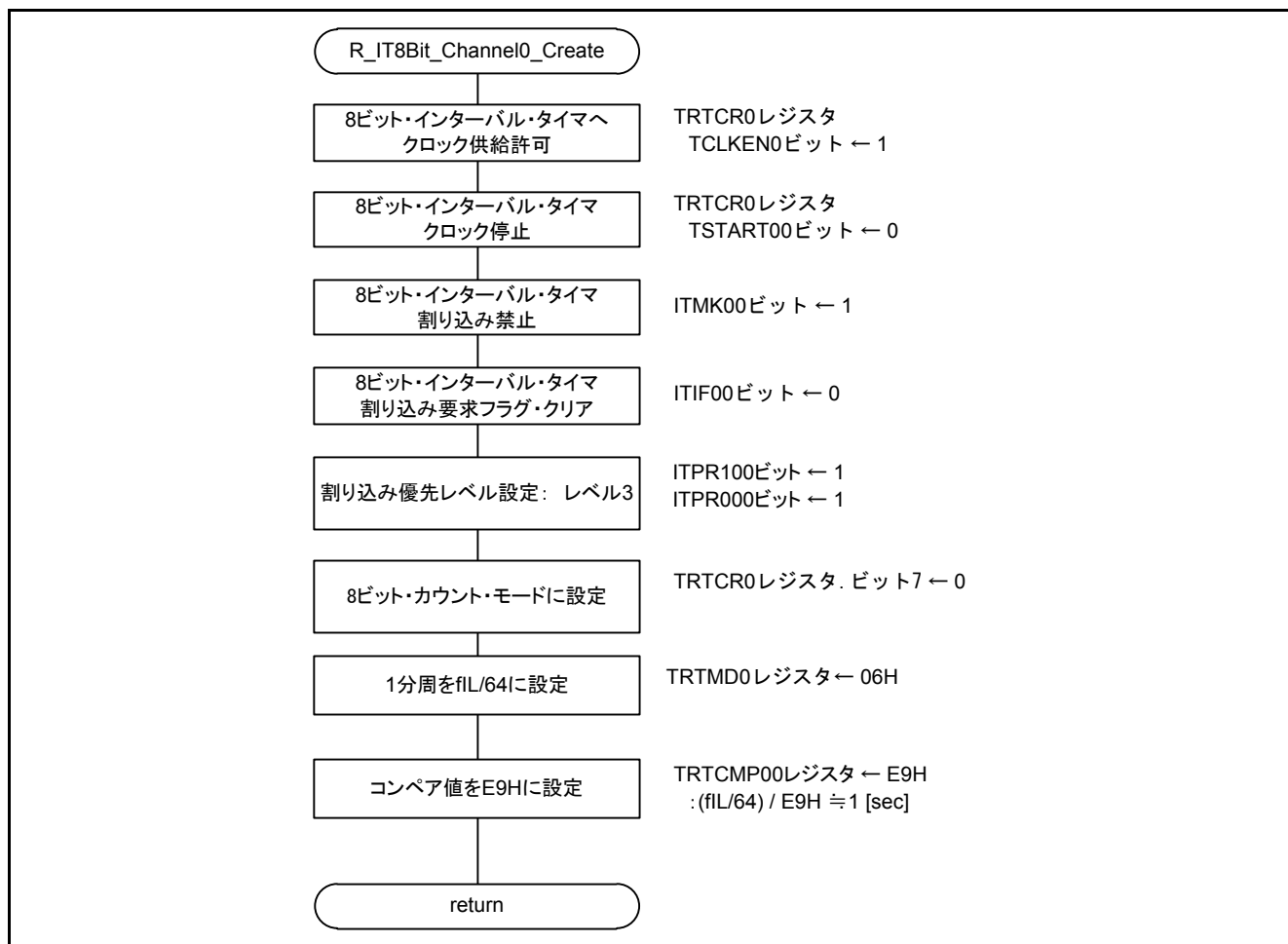


図 5.6 8ビット・インターバル・タイマ初期設定関数

## 5.8.6 シリアル・アレイ・ユニット初期設定

図 5.7 にシリアル・アレイ・ユニット初期設定関数のフローチャートを示します。

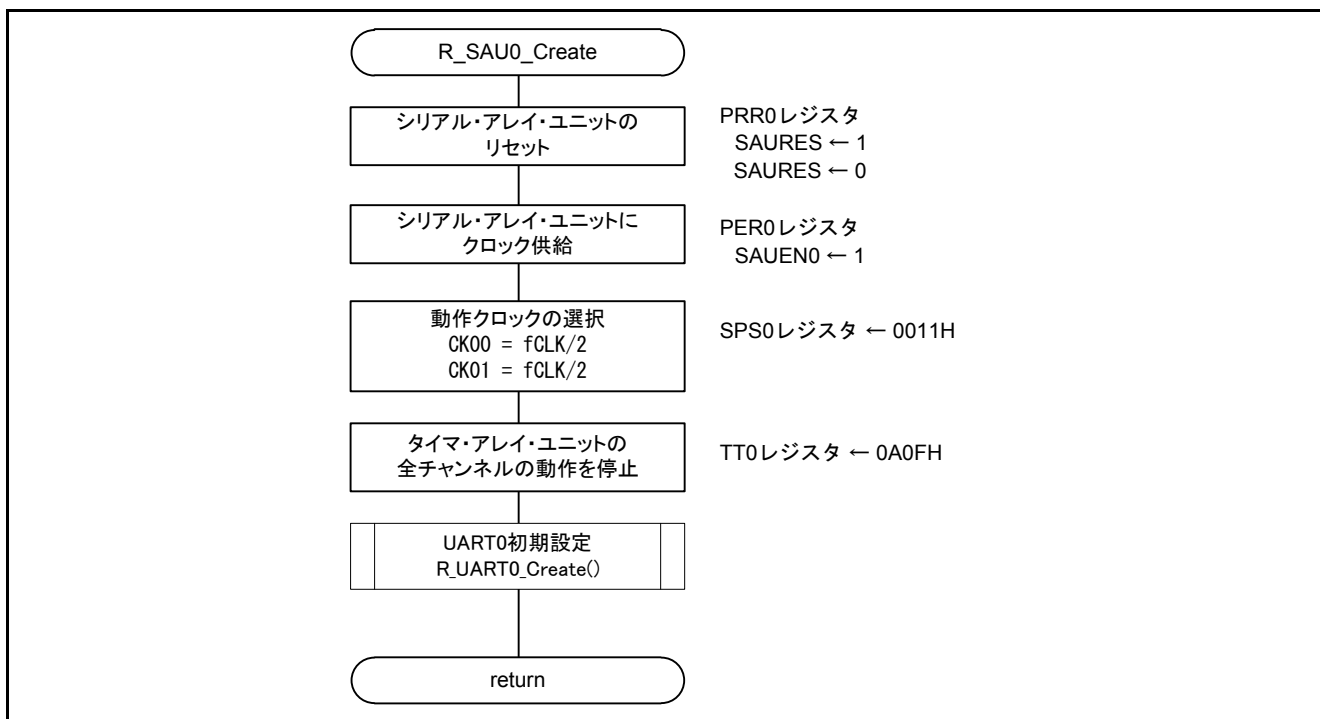


図 5.7 シリアル・アレイ・ユニット初期設定関数

5.8.7 UART0 初期設定

図 5.8 に UART0 初期設定のフローチャートを示します。

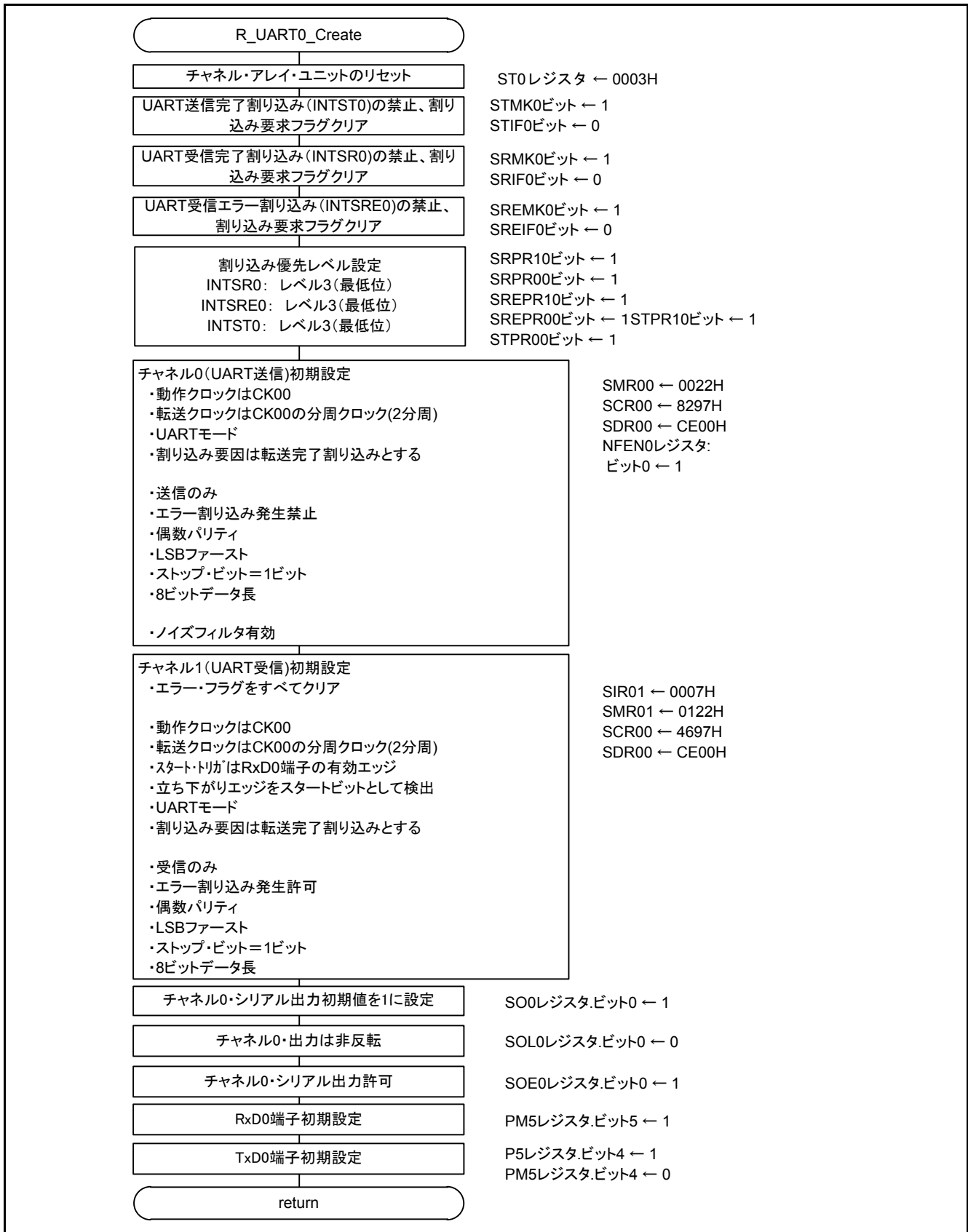


図 5.8 UART0 初期設定

5.8.8 メイン関数

図 5.9、図 5.10 にメイン関数のフローチャートを示します。

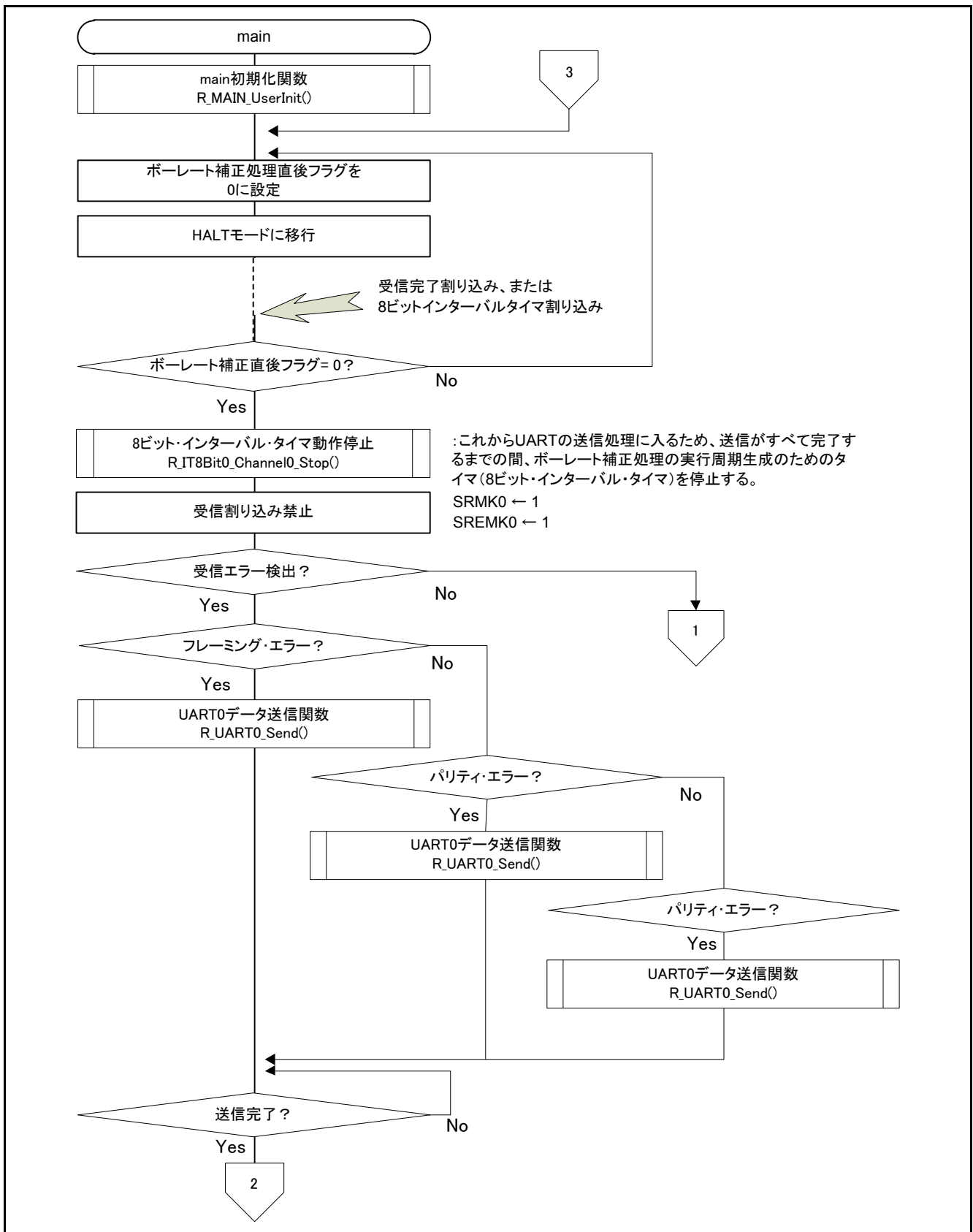


図 5.9 メイン関数 (1 / 2)

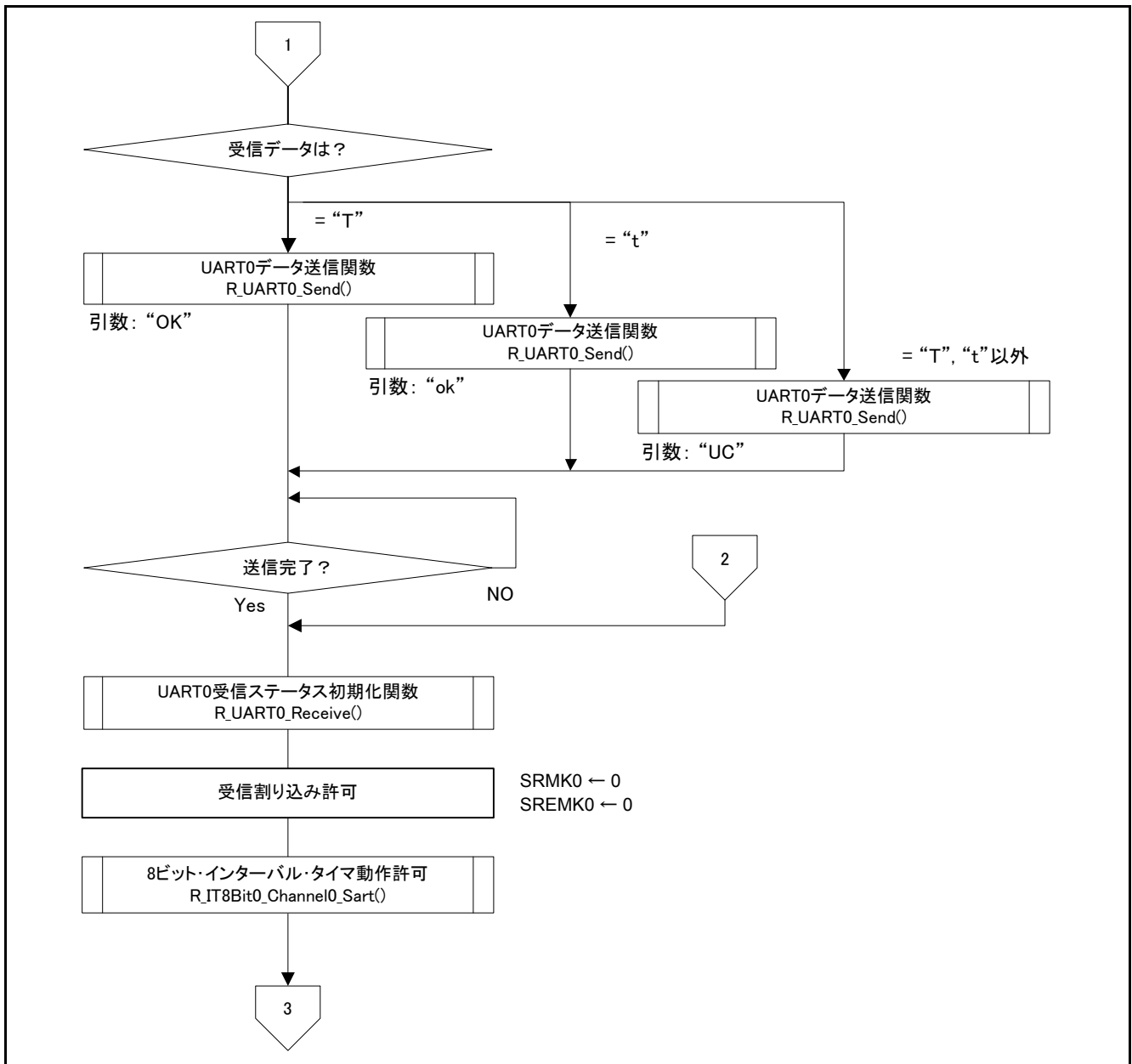


図 5.10 メイン処理 (2 / 2)

## 5.8.9 メイン・ユーザー初期設定

図 5.11 にメイン・ユーザー初期設定関数のフローチャートを示します。

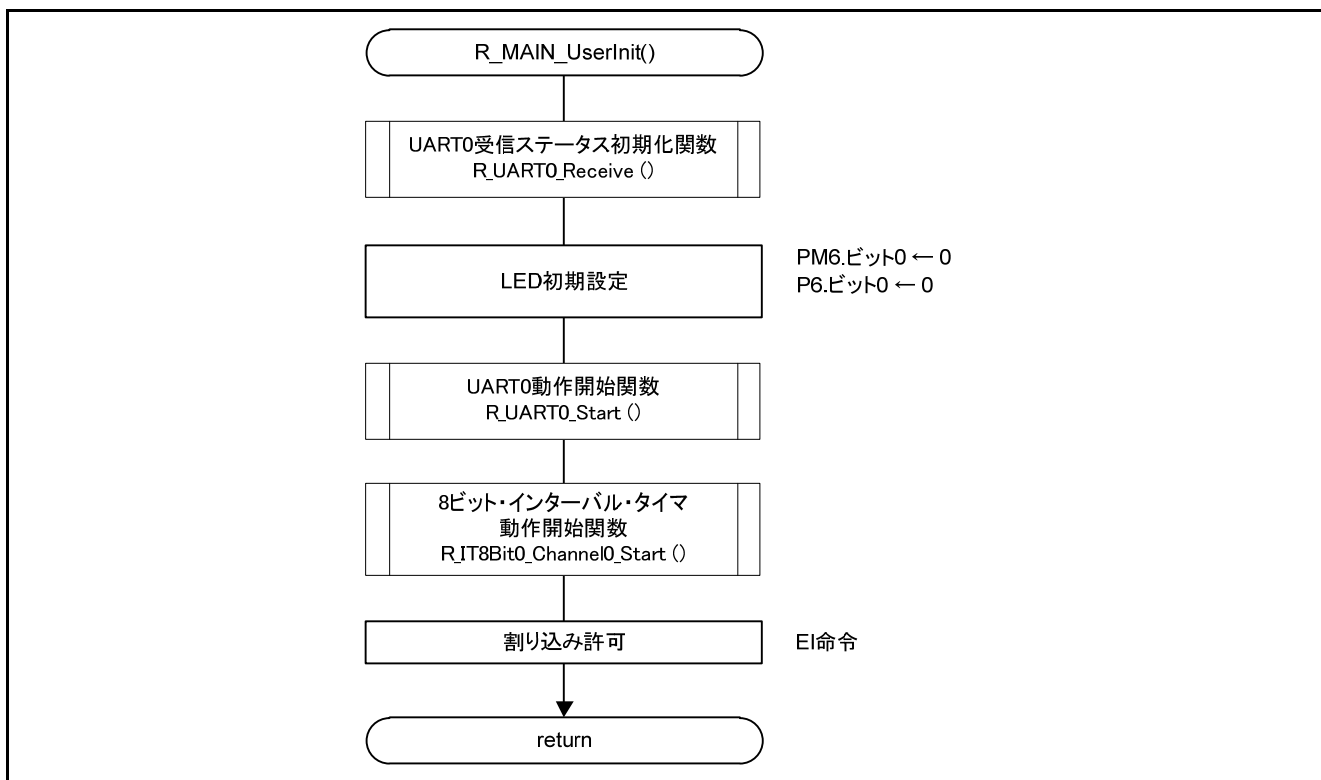


図 5.11 メイン・ユーザー初期設定関数

## 5.8.10 UART0 受信ステータス初期化

図 5.12 に UART0 受信ステータス初期化関数のフローチャートを示します。

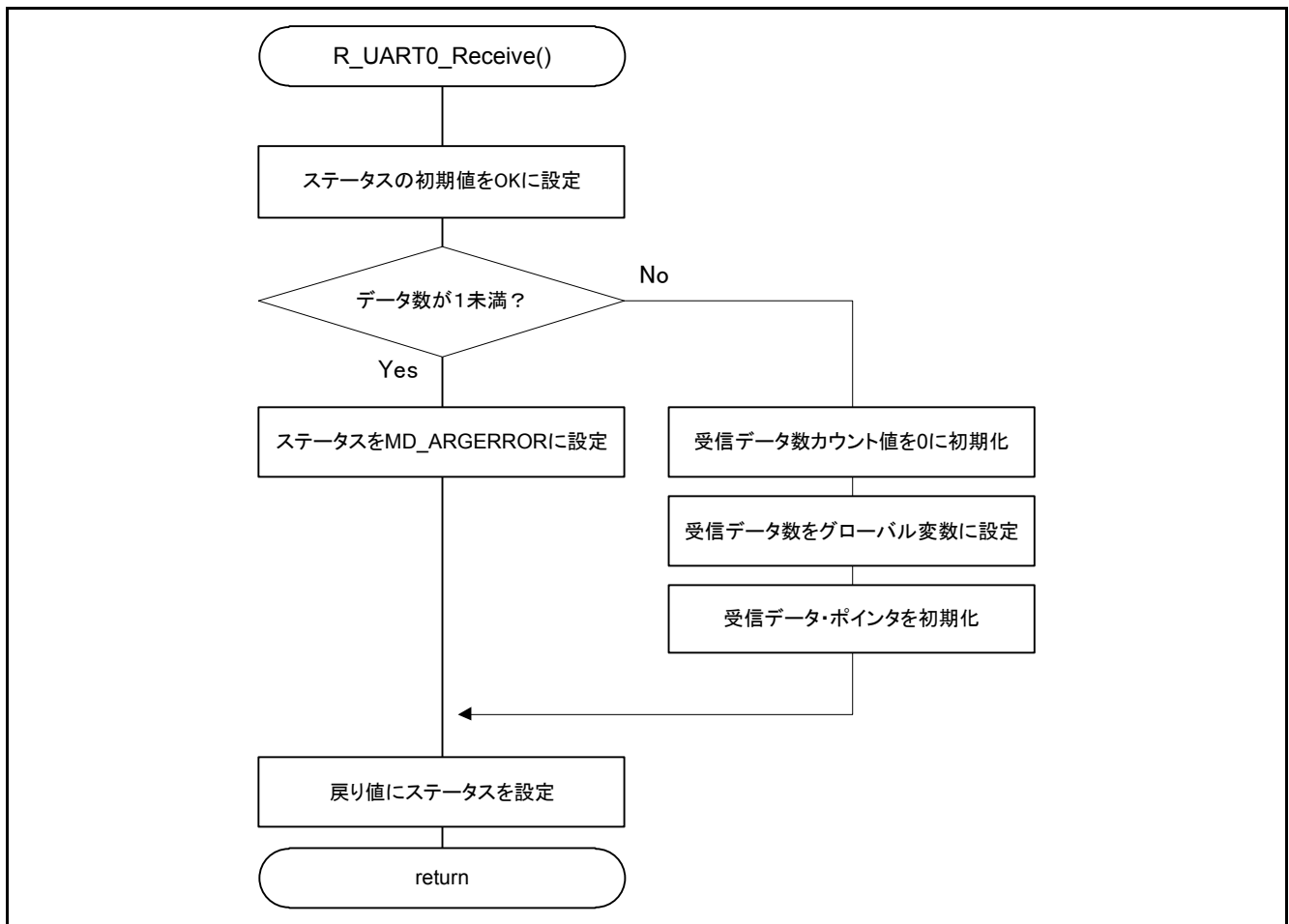


図 5.12 UART0 受信ステータス初期化関数



5.8.11 UART0 動作開始関数

図 5.13 に UART0 動作開始関数のフローチャートを示します。

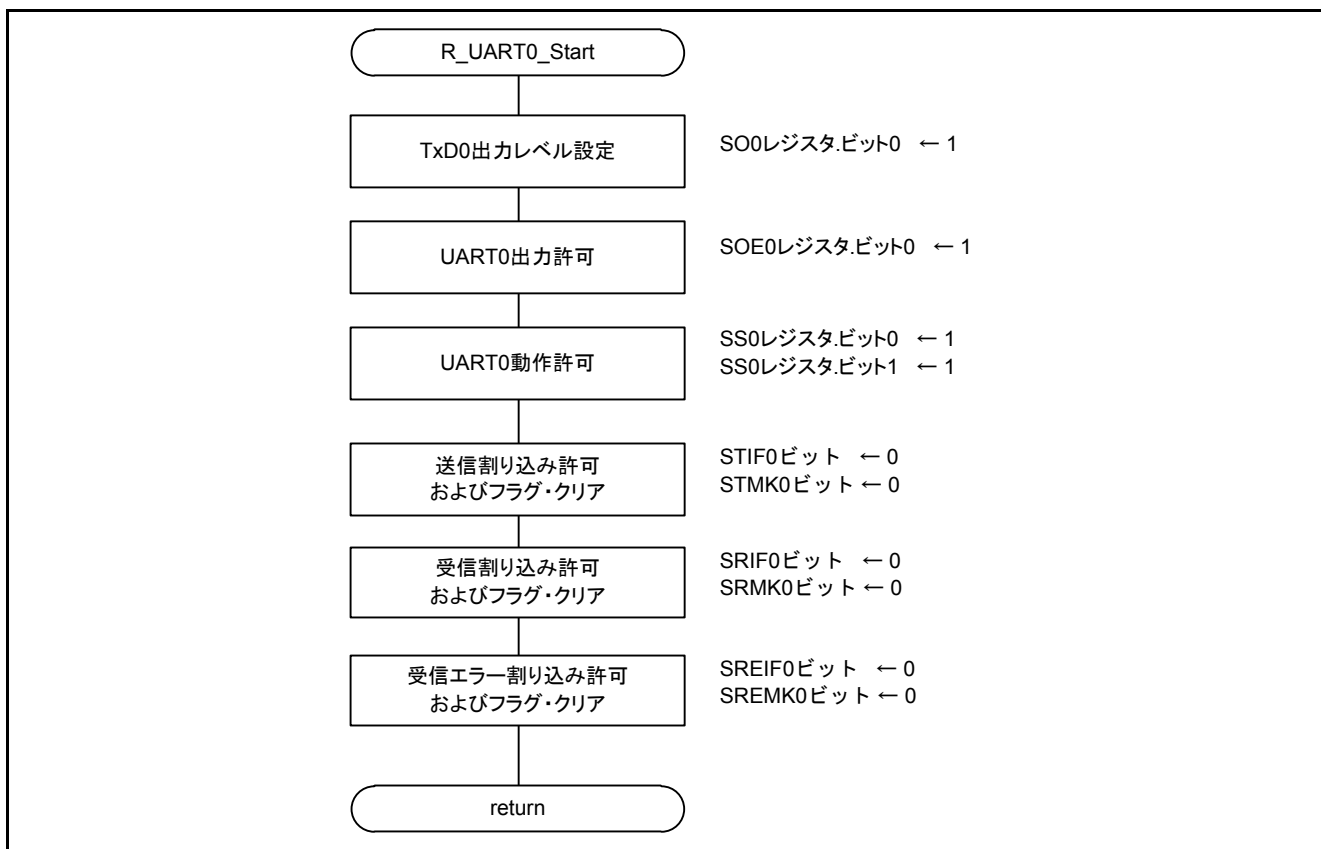


図 5.13 UART0 動作開始関数

5.8.12 UART0 データ送信

図 5.14 に UART0 データ送信関数のフローチャートを示します。

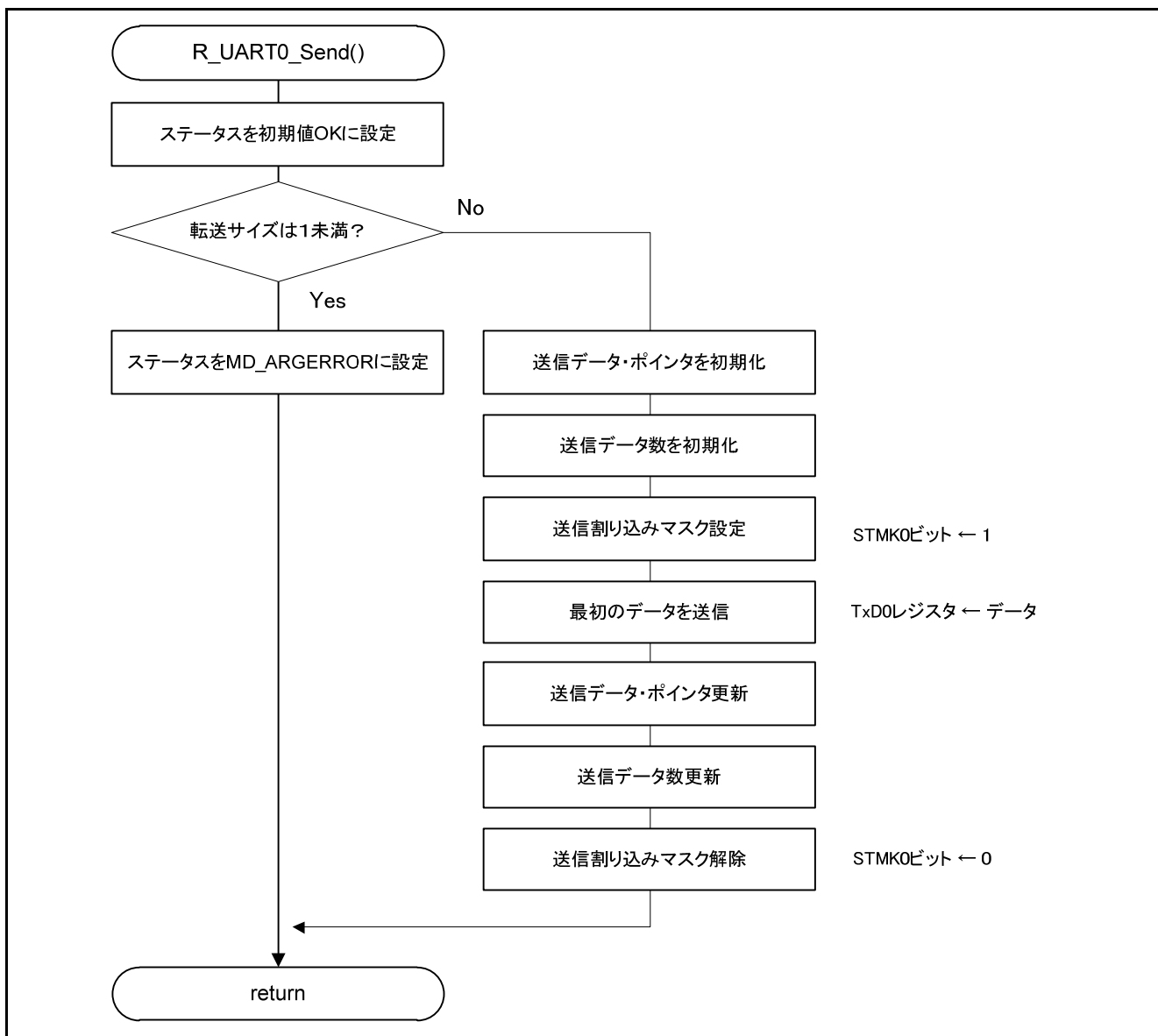


図 5.14 UART0 データ送信関関数

## 5.8.13 UART0 動作停止

図 5.15 に UART0 動作停止関数のフローチャートを示します。

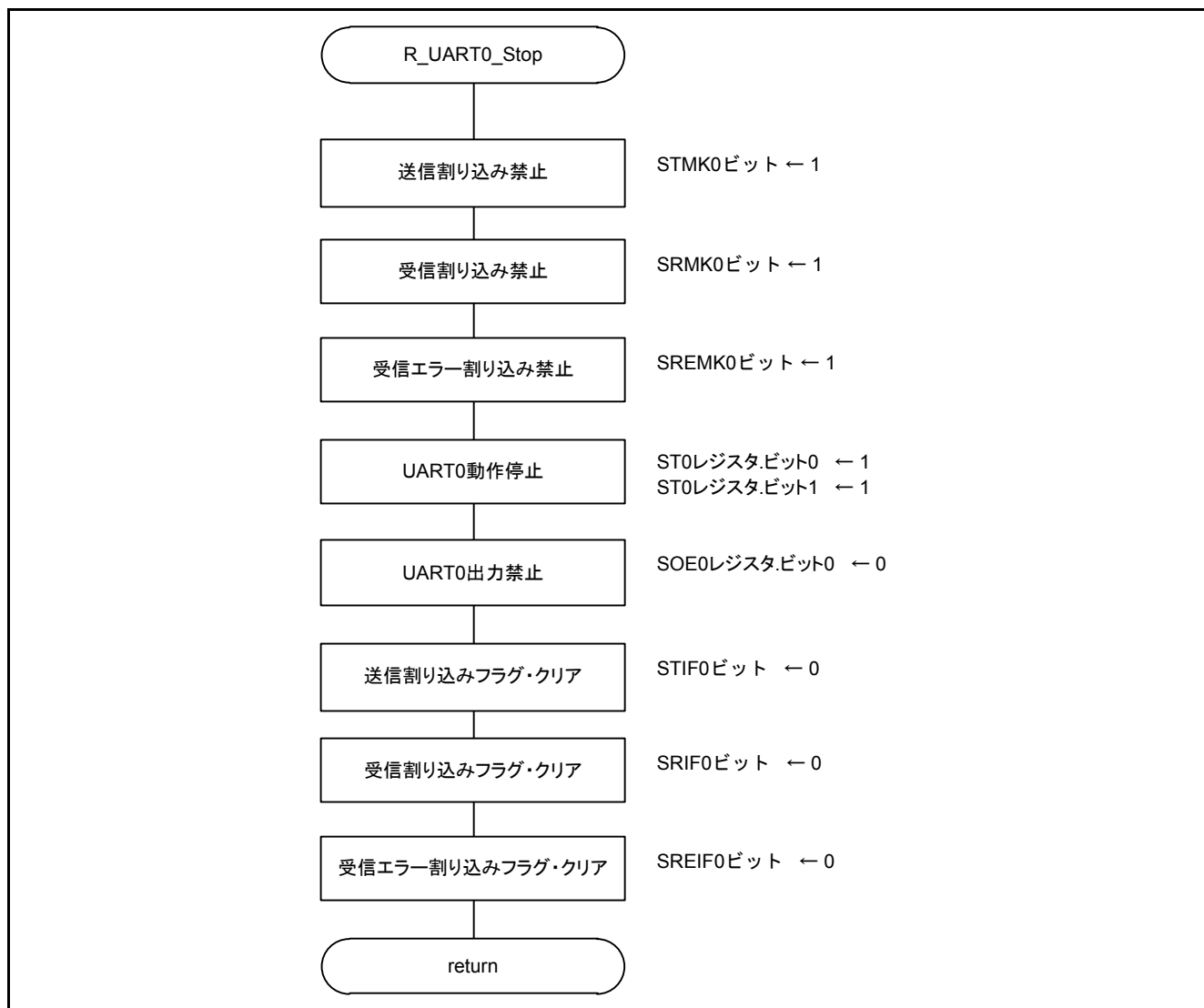


図 5.15 UART0 動作停止関数

## 5.8.14 UART0 受信完了割り込み

図 5.16 に UART0 受信完了割り込み関数のフローチャートを示します。

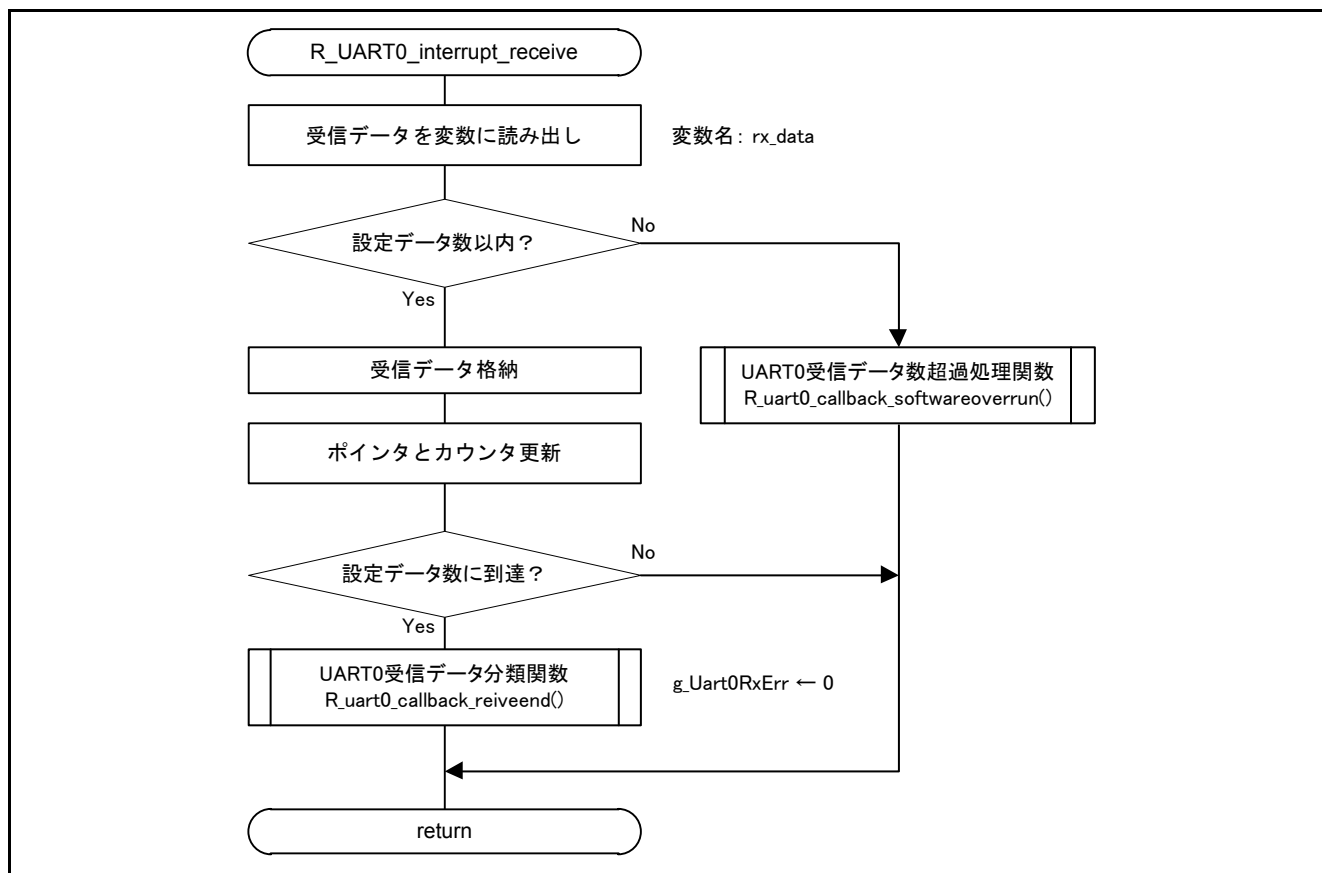


図 5.16 UART0 受信完了割り込み関数

5.8.15 UART0 受信エラー割り込み

図 5.17 に UART0 受信エラー割り込み関数のフローチャートを示します。

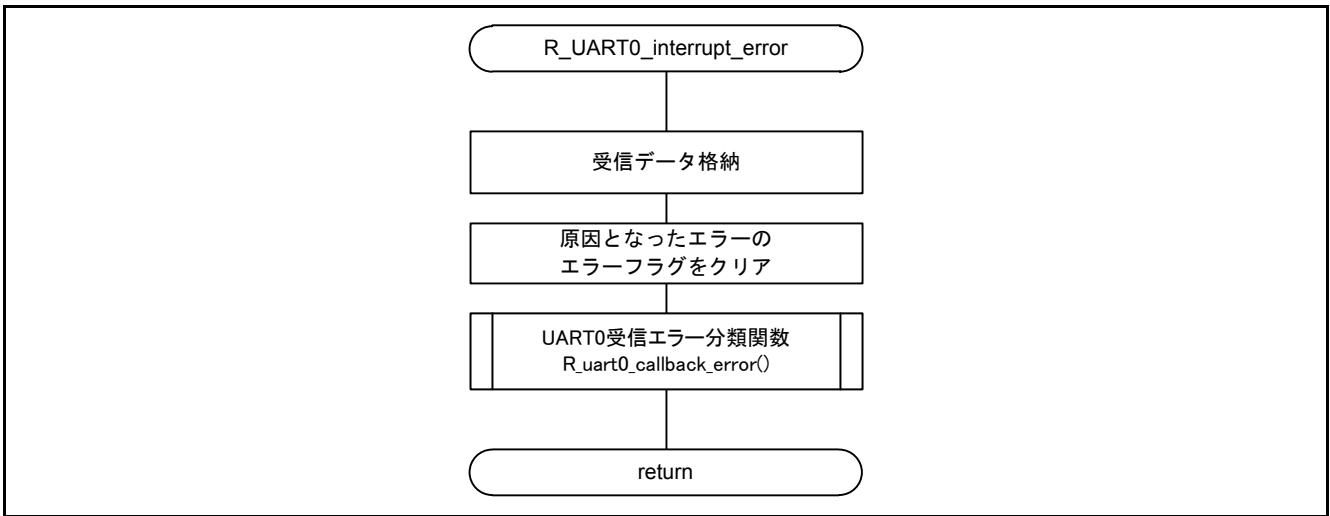


図 5.17 UART0 受信エラー割り込み関数

5.8.16 UART0 送信完了割り込み

図 5.18 に UART0 送信完了割り込み関数のフローチャートを示します。

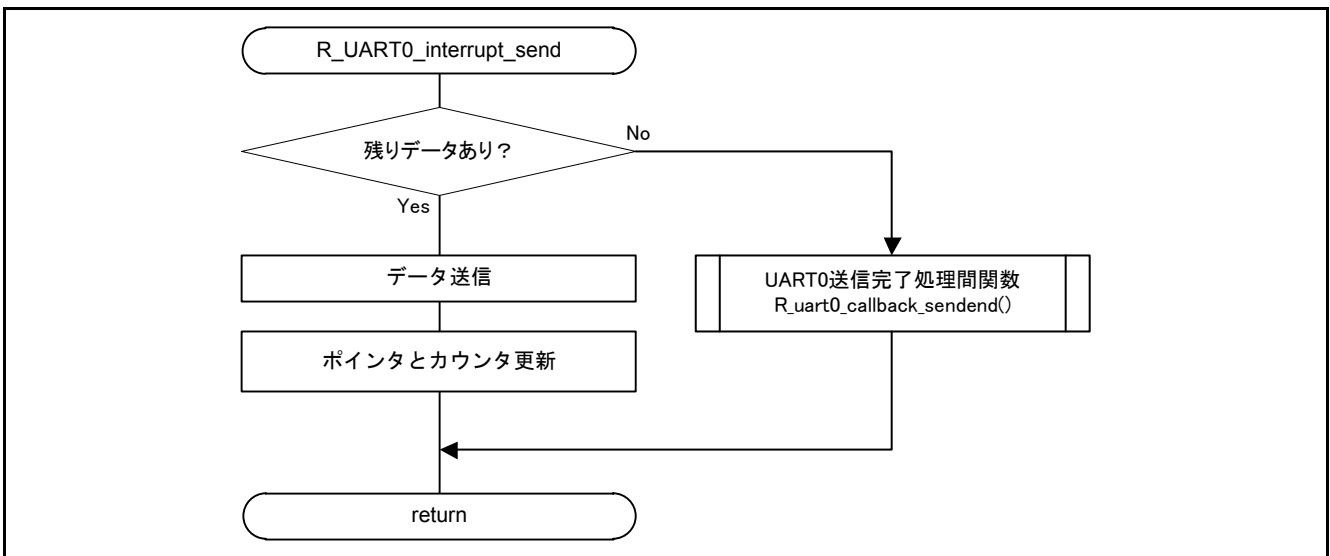


図 5.18 UART0 送信完了割り込み関数

5.8.17

5.8.17 8ビット・インターバル・タイマ割り込み

図 5.19、図 5.20 に 8 ビット・インターバル・タイマ割り込み関数のフローチャートを示します。

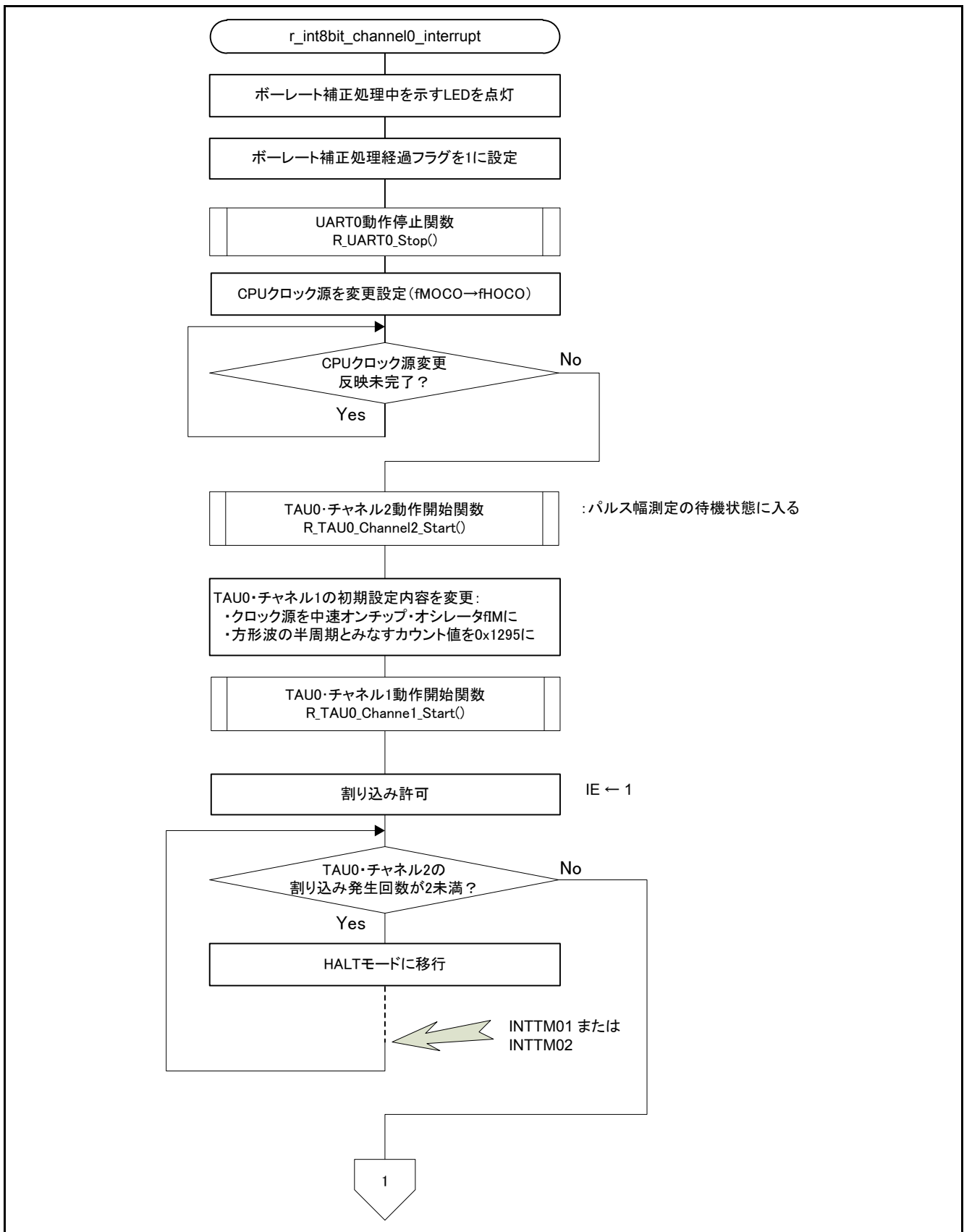


図 5.19 8ビット・インターバル・タイマ割り込み関数 (1 / 2)

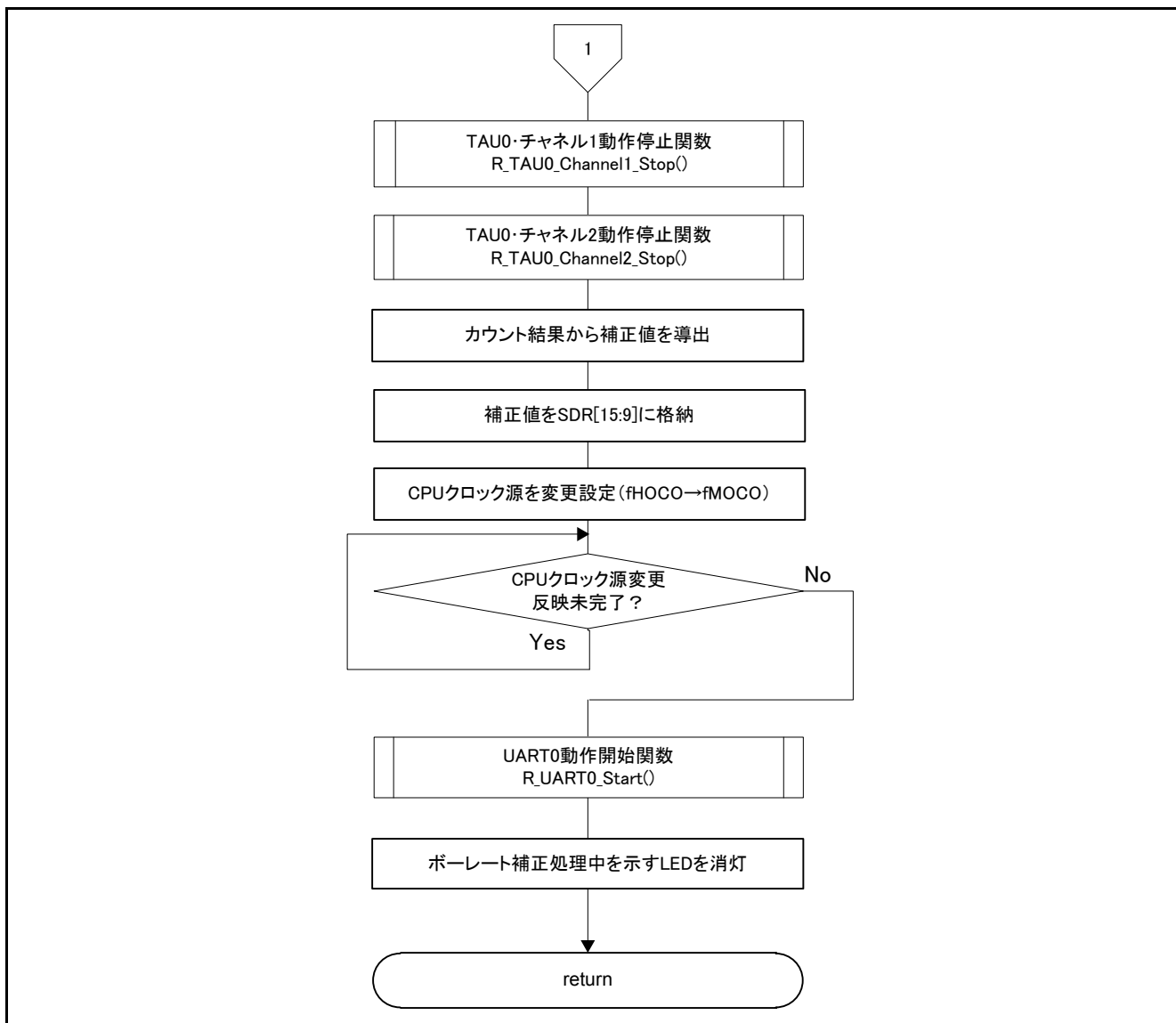


図 5.20 8 ビット・インターバル・タイマ割り込み関数 (2 / 2)

## 5.8.18 TAU チャンネル 02 カウント完了割り込み

図 5.21 に TAU チャンネル 02 カウント完了割り込み関数のフローチャートを示します。

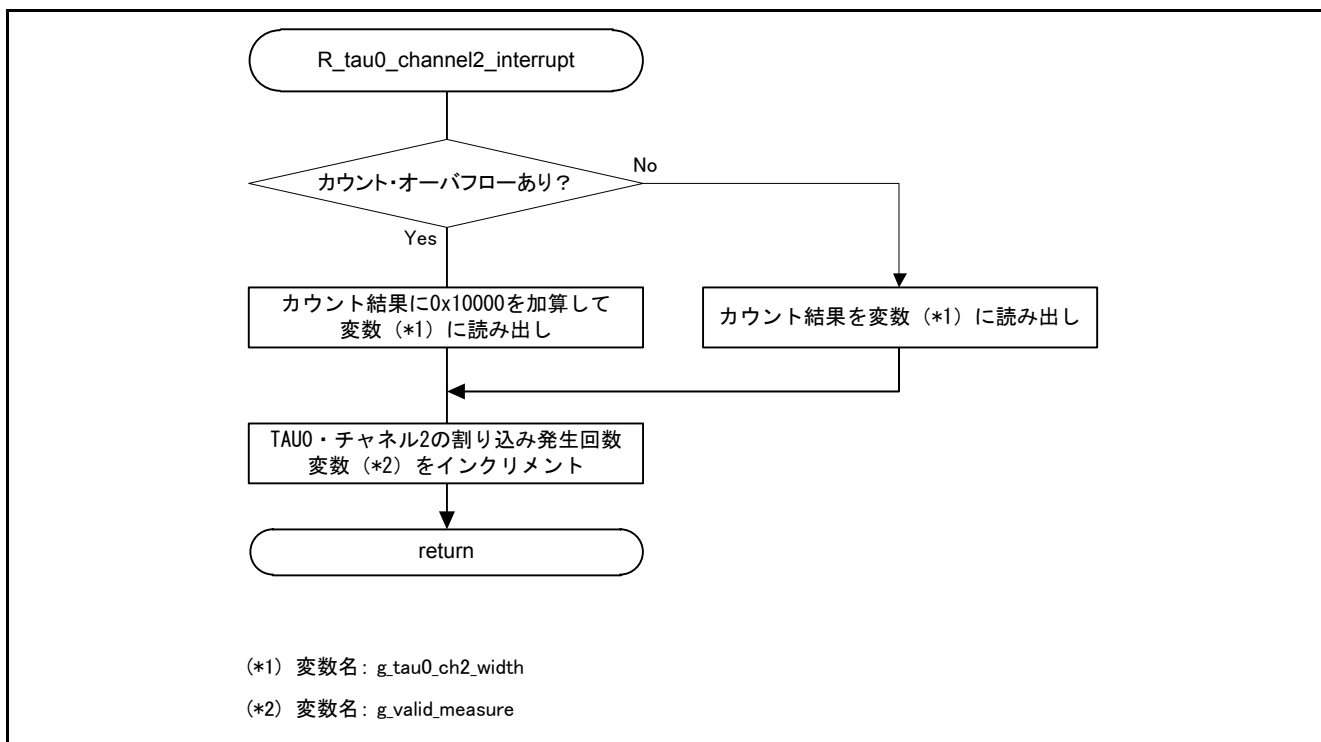


図 5.21 TAU チャンネル 02 カウント完了割り込み関数



## 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/I1D ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH047J)

RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (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/contact/>

改訂記録	RL78/I1D 中速オンチップ・オシレータでの UART 通信の実現
------	-------------------------------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2015.01.22	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 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、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 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

■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/>