RX24T グループ、RX24U グループ

GPT による三角波相補 PWM 出力とデューティ 0%または 100%の設定例

要旨

RX24T/RX24U グループには、4 チャネルの 16 ビットタイマから構成される汎用 PWM タイマ（GPT）が搭載されています。本アプリケーションノートでは、GPT による三角波相補 PWM 出力と、デューティを 0%または 100%にする設定について説明します。

対象デバイス

- RX24T グループ チップバージョン B
- RX24U グループ

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 6

3. 関連アプリケーションノート 6

4. ソフトウェア 7
4.1 三角波相補 PWM の生成 7
4.2 0%または 100%のデューティ設定 9
4.2.1 サンプルコード rx24u_gpt _sample1 のデューティの設定 10
4.2.2 サンプルコード rx24u_gpt _sample2 のデューティの設定 11
4.3 ファイル構成 12
4.4 オプション設定メモリ 12
4.5 変数 13
4.6 関数 13
4.7 関数仕様 14
4.8 フローチャート 16
4.8.1 メイン処理 16
4.8.2 三角波相補 PWM の生成 17
4.8.3 デューティ設定 18
4.8.4 割り込みの設定 18
4.8.5 カウントスタート 19
4.8.6 GPT 入出力端子の初期化 19
4.8.7 GTCIV0 割り込み関数 20
4.8.8 GTCIU0 割り込み関数 20

5. プロジェクトをインポートする方法 21
5.1 e² studio での手順 21
5.2 CS+での手順 22

6. サンプルコード 23

7. 参考ドキュメント 23

改訂記録 24

1. 仕様

本アプリケーションノートでは三角波 PWM モード 1（谷で 16 ビット転送）を使用する設定について説明します。また実行中のデューティの変更についても説明します。サンプルコードでは 1 相のみ設定しています。3 相の設定が必要な場合は同様の設定をチャネル 1 とチャネル 2 にも行ってください。

- GPT のチャネル 0 を使用します。
- P71、P74 の端子を使用します。
- 相補 PWM 出力の正相波形は、GTIOC0A 端子（P71）から出力され、逆相波形は GTIOC0B 端子（P74 から出力されます。
- GTIOC0A 端子、GTIOC0B 端子の出力は以下の設定にします。
  GTIOC0A：初期出力 Low、コンペアマッチでトグル出力、周期の終わりで出力保持
  GTIOC0B：初期出力 High、コンペアマッチでトグル出力、周期の終わりで出力保持
- GPT のカウントクロックは 80MHz（PCLKA = 80MHz）です。
  キャリア周期は 1.64ms です。
- デッドタイムは 51μs です。
- PWM デューティ設定値は、オーバフロー割り込み（GTCIV0）を使用して山で更新されます。

本アプリケーションノートには、サンプルコードとして rx24u_gpt_sample1 および rx24u_gpt_sample2 の 2 つのプロジェクトが含まれます。

図 1.1 は rx24u_gpt _sample1 の PWM 出力図です。

図 1.2 は rx24u_gpt _sample2 の PWM 出力図です。

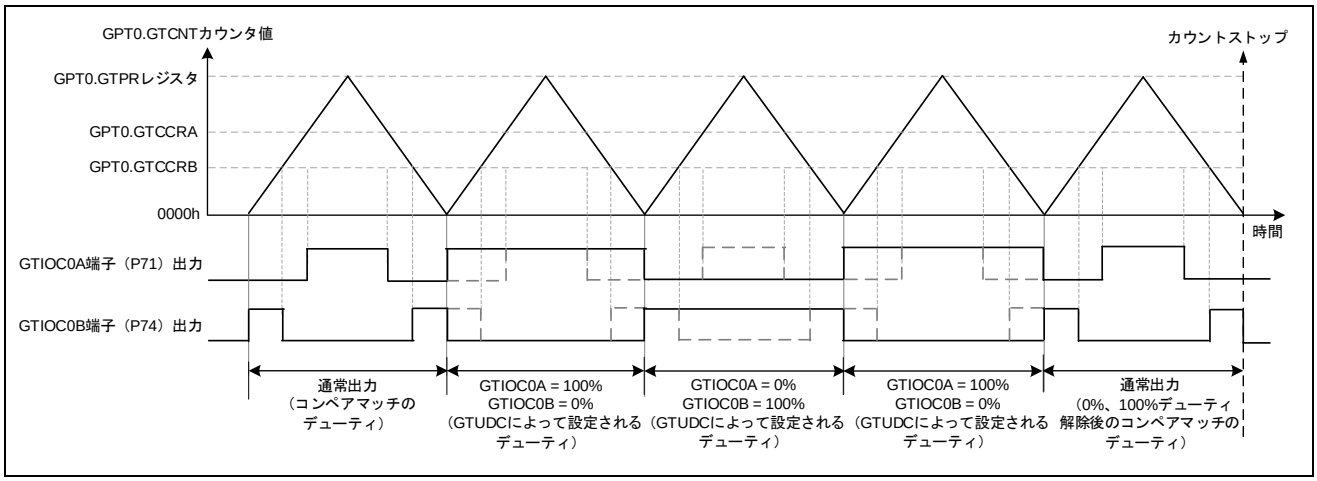

図 1.1　rx24u_gpt _sample1 の PWM 出力

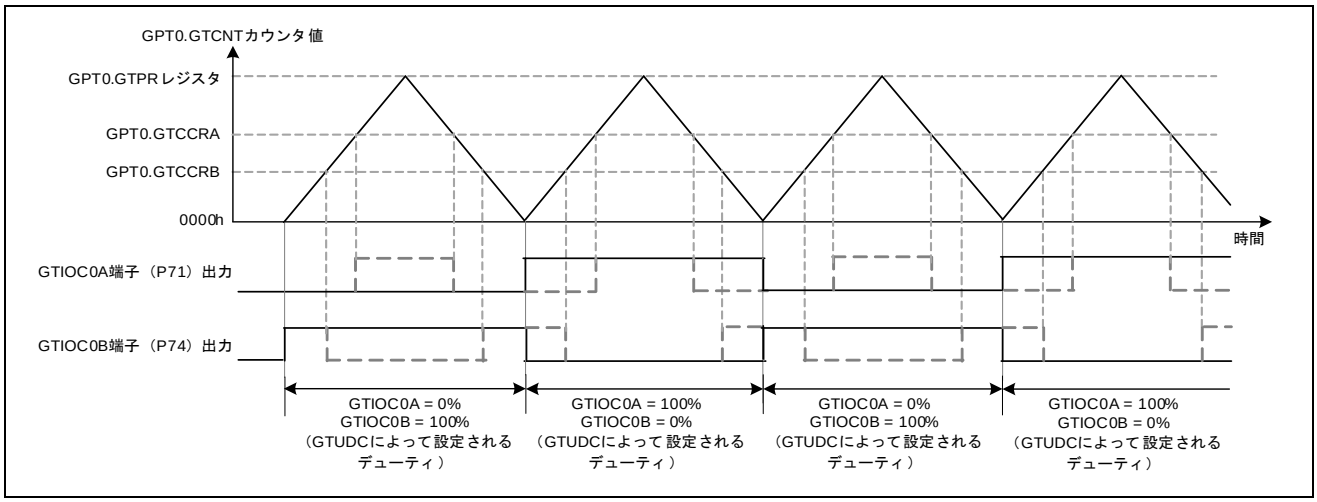

図 1.2　rx24u_gpt _sample2 の PWM 出力

図 1.3 にサンプルコードのフローチャートを示します。本アプリケーションノートでは、三角波相補 PWM の生成とデューティ設定について説明します。

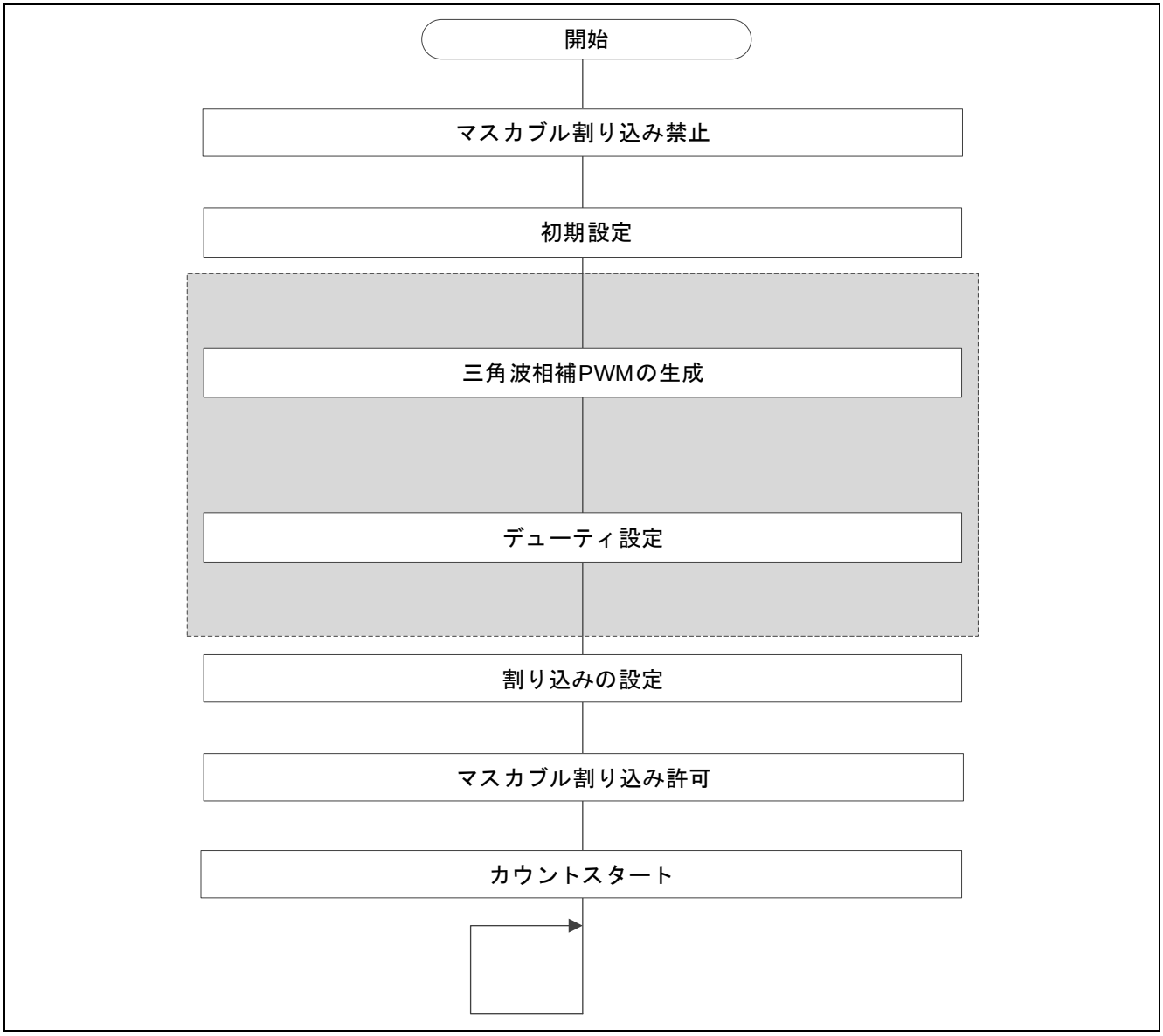

図 1.3　サンプルコードのフローチャート

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルプログラムは、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 MCU	R5F524UEADFB（RX24U グループ）
動作周波数	メインクロック：20MHz PLL：80MHz（メインクロック 2 分周 8 逓倍） HOCO：停止 LOCO：4MHz システムクロック（ICLK）：80MHz (PLL 1 分周) 周辺モジュールクロック A（PCLKA）：80MHz (PLL 1 分周) 周辺モジュールクロック B（PCLKB）：40MHz (PLL 2 分周) 周辺モジュールクロック D（PCLKD）：40MHz (PLL 2 分周) FlashIF クロック（FCLK）：20MHz (PLL 4 分周)
動作電圧	3.3V
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス e^2 studio Version 7.6.0
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス C/C++ Compiler Package for RX Family V3.01.00
	コンパイラオプション 統合開発環境のデフォルト設定が使用されます。
iodefine.h バージョン	V1.0H
エンディアン	リトルエンディアン、ビッグエンディアン
動作モード	シングルチップモード
プロセッサモード	スーパーバイザモード
サンプルコードバージョン	バージョン 1.00
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX24U（型名：RTK500524USxxxxxBE）

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。

- RX24U グループ　初期設定例　Rev.1.00（R01AN3425）

上記アプリケーションノートの初期設定関数を、本アプリケーションノートのサンプルコードで使用しています。Rev は本アプリケーションノート作成時点のものです。
　最新版がある場合、最新版に差し替えて使用してください。最新版はルネサスエレクトロニクスホームページで確認および入手してください。

4. ソフトウェア

本章では、三角波相補 PWM 出力におけるデューティの設定について説明します。

4.1 三角波相補 PWM の生成

図 4.1 に示す三角波相補 PWM の生成は、以下の手順で設定されます。

(1) GPT のモジュールストップを解除
MSTPCRA.MSTPA7=0
MSTPCRA への設定（書き込み）をするには、PRCR レジスタの設定し MSTPCRA を「書き込み許可」にします。

(2) カウンタをストップ
GTSTR.CST0=0

(3) カウントモードを三角波相補 PWM モード 1 に設定
GTCR.MD=100b

(4) タイマプリスケーラの選択で PCLK をソースクロックとする：
GTCR.TPCS=000b

(5) 周期を FFFFh×2 に設定
GTPR←FFFFh
三角波の場合は、GTPR 値レジスタ ×2 がカウント周期になります。

(6) カウンタの初期値を設定
GTCNT=0000h

(7) GTIOC 端子機能の設定
GTIOR. GTIOA=000011b（初期出力 Low、コンペアマッチでトグル出力、周期の終わりで出力保持）
GTIOR. GTIOB=010011b（初期出力 High、コンペアマッチでトグル出力、周期の終わりで出力保持）

(8) GPT 入出力端子の初期化（4.8.6 項参照）

(9) GTIOCnA 端子および GTIOCnB 端子の出力許可
GTONCR.OAE=1
GTONCR.OBE=1

(10) コンペアキャプチャレジスタのバッファ動作なし
GTBER.CCRA=0
GTBER.CCRB=0

(11) コンペアキャプチャレジスタの設定
GTCCRA=7FFFh
GTCCRB=7000h
GTCCRC=7FFFh（GTCCRA と同値）
GTCCRD=7FFFh（GTCCRA と同値）
GTCCRE=7000h（GTCCRB と同値）
GTCCRF=7000h（GTCCRB と同値）

GTCCRA および GTCCRB は GTCCRA> 0000h 、GTCCRA< GTPR および GTCCRB> 0000h 、GTCCRB< GTPR になるように設定します。
デッドタイム自動設定機能を使わず、手動で設定する場合は、デッドタイムが GTCCRA - GTCCRB に等しくなるように設定します。

サンプルコードでは GTCCRC、GTCCRD、GTCCRE、GTCCRF はコンペアキャプチャレジスタとしては使用せず、バッファレジスタとしても使用しないので、レジスタを設定するコード自体は不要なのですが設定のテンプレートとして設定しています。

三角波相補 PWM の生成設定後、GPT 入出力端子の初期化およびカウントスタートすることにより、図 4.1 の波形が生成されます。

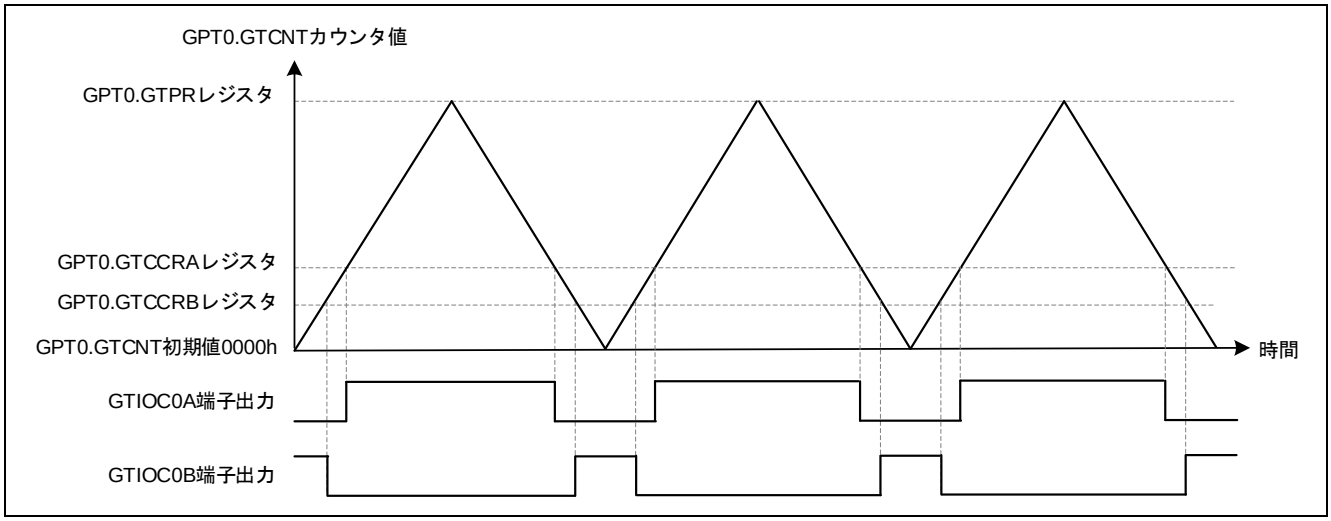

図 4.1　三角波相補 PWM モード 1 信号の生成例（GTCCRA > GTCCRB）

4.2　0%または 100%のデューティ設定

GPT では汎用 PWM タイマカウント方向レジスタ（GTUDC）によって、デューティ出力に関する設定を行います。このレジスタへの設定によって、任意のデューティから 0%や 100%に変更したり、任意のデューティに戻したりすることができます。（表 4.1 を参照）。

表 4.1　汎用 PWM タイマカウント方向レジスタ（GTUDC）の設定

ビット名	説明
GTIOCx 端子出力デューティ設定ビット (OADTY[1:0]、OBDTY[1:0])	0 x：タイマコンペアキャプチャレジスタへの設定値が GTIOCA および GTIOCB 端子出力デューティを決定します。 1 0：GTIOCA および GTIOCB 端子の出力デューティは 0%です。 1 1：GTIOCA および GTIOCB 端子の出力デューティは 100%です。
GTIOCx 端子出力デューティ強制設定ビット (OADTYF、OBDTYF)	0：カウント停止中に“0”の状態で、OADTY[1:0]/OBDTY[1:0] ビットを変更した場合、最初のカウント動作には変更したデューティ設定は反映されず、アンダフローしたときに変更したデューティ設定が反映されます。カウンタ動作中に“0” の状態で、OADTY[1:0]/OBDTY[1:0] ビットを変更した場合、アンダフロー時に変更したデューティ設定が反映されます。 1：カウント停止中に“1”の状態で、OADTY[1:0]/OBDTY[1:0] ビットを変更した場合、最初のカウント動作に変更したデューティ設定が反映されます。カウンタ動作中に“1” の状態で、OADTY[1:0]/OBDTY[1:0] ビットを変更した場合、アンダフロー時に変更したデューティ設定が反映されます。
GTIOCx 端子出力 0%/100%デューティ設定解除後出力 (OADTYR、OBDTYR)	0：0%/100%デューティ設定解除後にデューティ設定された出力値に対して GTIOB[3:2]ビットの機能を適用します。 1：0%/100%デューティ設定解除後にマスクされていたコンペアマッチ出力値に対して GTIOB[3:2]ビットの機能を適用します。 注.　0 項で示した GTIOA[5:0] = 000011b および GTIOB[5:0] = 010011b は、GTIOR.GTIOm[3:2] = 00 を指定し、GTIOR.GTIOm[3:2] = 00 の場合、周期の終わりでの出力は保持されます。周期の終わりで保持される出力は、OADTYR および OBDTYR の設定に依存します。

4.2.1　サンプルコード rx24u_gpt _sample1 のデューティの設定

カウント開始後に、GTIOC0A および GTIOC0B 端子へのコンペアマッチのデューティ出力を設定するには、GTUDC.OADTY[1:0]および GTUDC.OBDTY[1:0]ビットを“00b”に設定します。山でデューティを変更するには、GTCIV0 割り込み関数を使用します。GTCIV0 割り込み関数を使用して、デューティの設定を三角波の山（オーバフロー）で変更すると次の谷（アンダフロー）の出力で反映されます。谷でカウンタを停止するには、GTCIU0 割り込み関数を使用します。

デューティ（0%、100%）の解除後、出力は OADTYR ビットおよび OBDTYR ビットによって選択されます。対応する出力については、表 4.2 を参照してください。rx24u_gpt _sample1 を使用した場合の出力波形の結果を図 4.2 に示します。

表 4.2　デューティ設定の選択と出力波形

使用するプロジェクト	レジスタの設定	出力波形
rx24u_gpt _sample1	GTDUC.OADTYR = 0 GTDUC.OBDTYR = 0	デューティ（0%、100%）解除後の反転波形出力 GTIOC0A：図 4.2 の(B)を参照 GTIOC0B：図 4.2 の(D)を参照
	GTDUC.OADTYR = 1 GTDUC.OBDTYR = 1 （サンプルコードの設定値）	デューティ（0%、100%）解除後の非反転波形出力 GTIOC0A：図 4.2 の(A)を参照 GTIOC0B：図 4.2 の(C)を参照

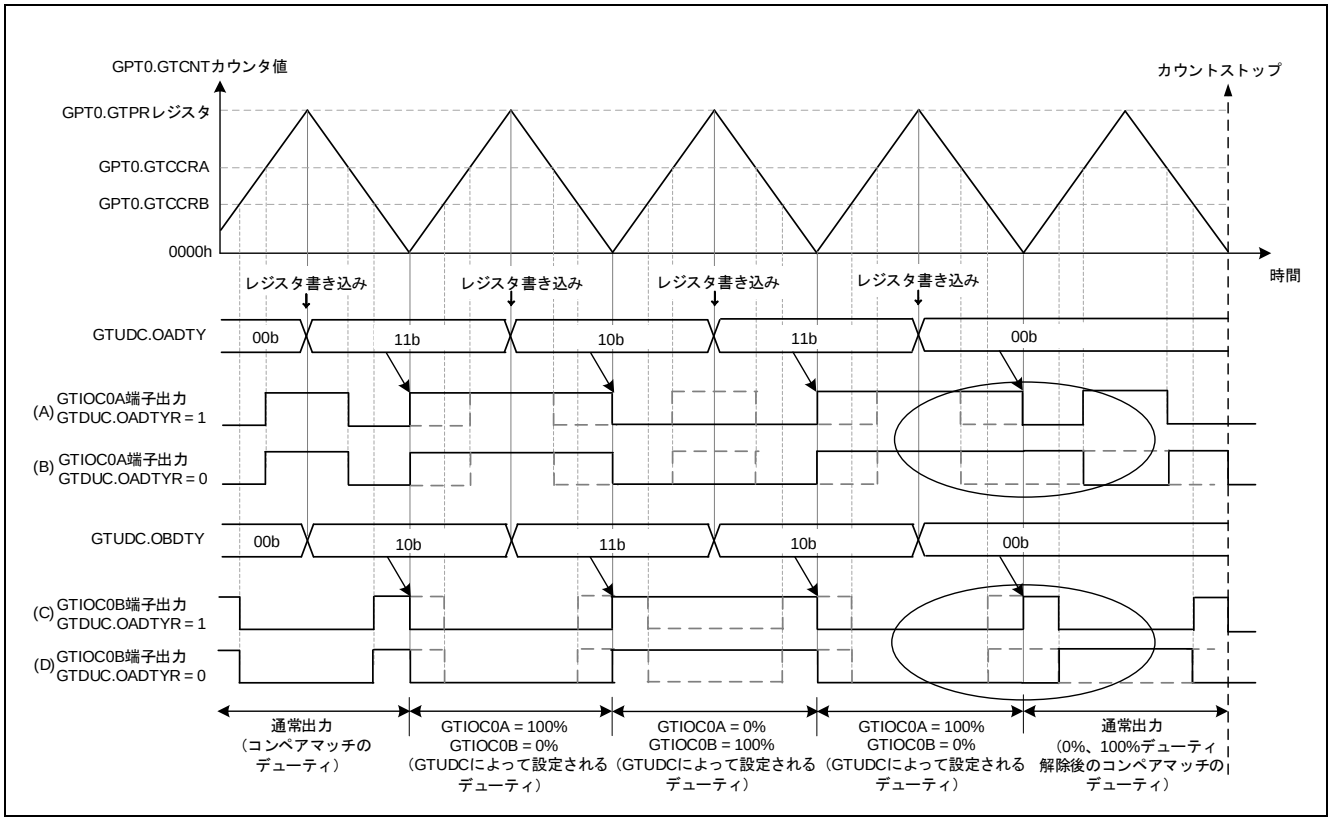

図 4.2　デューティ（カウント動作）およびデューティ解除後の出力の設定例

4.2.2　サンプルコード rx24u_gpt _sample2 のデューティの設定

カウント開始後に、GTIOC0A 端子にデューティ 0%、GTIOC0B 端子にデューティ 100%を設定するには、GTUDC.OADTY[1:0]ビットを“10b”に設定し、GTUDC.OBDTY[1:0]ビットを“11b”に設定します。OADTYF および OBDTYF ビットを“1”に設定すると、設定済みのデューティがカウント開始直後から反映されます。山でデューティを変更するには、GTCIV0 割り込み関数を使用します。GTCIV0 割り込み関数を使用して、デューティの設定を三角波の山（オーバフロー）で変更すると、デューティの設定は次の谷（アンダフロー）の出力で反映されます。デューティを 0%から 100%へ、あるいは 100%から 0%へ変更すると、三角波周期ごとにデューティの設定が変更されます。

rx24u_gpt _sample2 を使用した場合の結果を図 4.3 に示します。

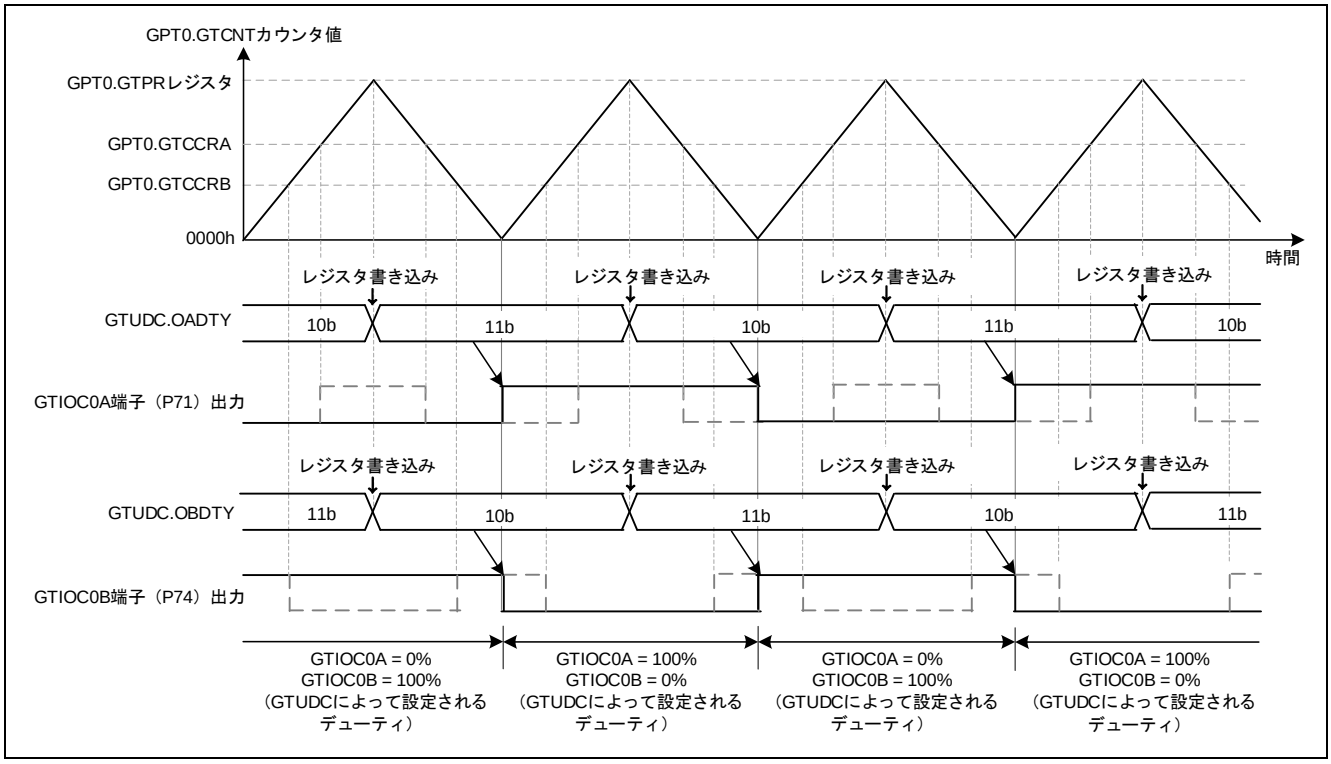

図 4.3　初期デューティ（カウントストップ）の設定、カウントスタート後に反映される出力の例

4.3　ファイル構成

表 4.3 にサンプルコードで使用されるファイルの一覧を示します。この表には、統合開発環境によって生成されるファイルは含まれません。

表 4.3　サンプルコードで使用されるファイル

プロジェクト名	ファイル名	概要
共通（GPT 関連機能）	main.c	メイン処理ルーチン
rx24u_gpt _sample1	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.c	PWM の生成およびデューティの設定用関数の定義
	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.h	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.c のヘッダファイル
rx24u_gpt _sample2	r_gpt_triangle_wave_pwm_2.c	PWM の生成およびデューティの設定用関数の定義
	r_gpt_triangle_wave_pwm_2.h	r_gpt_triangle_wave_pwm_2.c のヘッダファイル
共通（初期設定関連関数）	r_init_stop_module.c	リセット後も実行されている周辺モジュールの無効化
	r_init_stop_module.h	r_init_stop_module.c のヘッダファイル
	r_init_port_initialize.c	存在しないポート初期設定
	r_init_port_initialize.h	r_init_port_initialize.c のヘッダファイル
	r_init_clock.c	クロック初期設定
	r_init_clock.h	r_init_clock.c のヘッダファイル

4.4　オプション設定メモリ

表 4.4 にサンプルコードに使用するオプション設定メモリの状態を示します。必要に応じて、お客様のシステムに最適な値を設定してください。

表 4.4　サンプルコードに使用するオプション設定メモリ

シンボル	アドレス	設定値	内容
OFS0	FFFF FF8Fh～FFFF FF8Ch	FFFF FFFFh	リセット後、IWDT は停止
OFS1	FFFF FF8Bh～FFFF FF88h	FFFF FFFFh	リセット後、電圧モニタ 0 リセット無効 リセット後、HOCO 発振が無効
MDE	FFFF FF83h～FFFF FF80h	FFFF FFFFh	リトルエンディアン

4.5　変数

表 4.5 は、サンプルコードで定義されるグローバル定数の一覧です。

表 4.6 は、GTICV0 および GTICU0 の割り込み関数で使用される静的変数です。

表 4.5　rx24u_gpt _sample1 または rx24u_gpt _sample2 のサンプルコードで使用される定数

プロジェクト名	定数名	値	説明
rx24u_gpt _sample1	g_duty_output_tbl_a [ ]	{0x03, 0x02, 0x03, 0x00}	GTIOCA に設定するデューティ値
	g_duty_output_tbl_b [ ]	{0x02, 0x03, 0x02, 0x00}	GTIOCB に設定するデューティ値
rx24u_gpt _sample2	g_duty_output_tbl_a [ ]	{0x03, 0x02}	GTIOCA に設定するデューティ値
	g_duty_output_tbl_b [ ]	{0x02, 0x03}	GTIOCB に設定するデューティ値

表 4.6　GTICV0 および GTICU0 の割り込み関数で使用される静的変数

型	変数名	初期値	機能
uint8_t	s_duty_cnt_v	0	GTICV0 によってデューティを設定するためのデューティの設定カウントに使用
	s_duty_cnt_u	0	GTICU0 によってカウンタを停止するためのデューティの設定カウントに使用

4.6　関数

表 4.7 は、初期設定に関連する関数の一覧です。表 4.8 は、GPT に関連する関数の一覧です。

表 4.7　初期設定に関連する関数

関数名	概要
r_init_stop_module.c	リセット後に実行されている周辺モジュールの無効化
r_init_port_initialize.c	存在しないポート初期設定
r_init_clock.c	クロック初期設定

表 4.8　GPT に関連する関数

関数名	概要
main	メイン処理
R_GPT0_TriangleWavePWMGeneration	三角波相補 PWM の生成
R_GPT0_TriangleWavePWMDuty	デューティ設定
R_GPT0_Interrupt	割り込みの設定
R_GPT0_CountStart	カウントスタート
gpt_port_init	GPT 入出力端子の初期化
Excep_GPT0_GTCIV0	GTCIV0 割り込み関数
Excep_GPT0_GTCIU0	GTCIU0 割り込み関数

4.7　関数仕様

以下の表は、表 4.8 に記載した GPT 関連機能用の関数仕様の一覧です。表 4.7 の初期設定関連機能の関数仕様については、関連ドキュメント「RX24T/RX24U 初期設定例（R01AN2837/R01AN3425）」を参照してください。

main	
概要	メイン処理
ヘッダ	なし
宣言	void main(void)
説明	リセット後の初期設定（クロックの設定、リセット後も実行されている周辺モジュールの無効化、存在しないポートの設定）、三角波相補 PWM の生成、デューティ設定（0%または 100%）、GPT 入出力端子の初期化、割り込みの設定、カウントスタートを行います。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

R_GPT0_TriangleWavePWMGeneration	
概要	三角波相補 PWM の生成
ヘッダ	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.h、r_gpt_triangle_wave_pwm_2.h
宣言	void R_GPT0_TriangleWavePWMGeneration (void)
説明	三角波 PWM の生成に必要な設定を行います。チャネル 0 を三角波相補 PWM モード 1 に設定します。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

R_GPT0_TriangleWavePWMDuty	
概要	三角波相補 PWM のデューティ設定
ヘッダ	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.h、r_gpt_triangle_wave_pwm_2.h
宣言	void R_GPT0_TriangleWavePWMDuty(void)
説明	デューティを設定します。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

R_GPT0_Interrupt	
概要	割り込みの設定
ヘッダ	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.h、r_gpt_triangle_wave_pwm_2.h
宣言	void R_GPT0_Interrupt(void)
説明	IR、IPR、IEN の設定、GPT の GTCIV0 および GTCIU0 割り込み許可設定を行います。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

R_GPT0_CountStart	
概要	カウントスタート
ヘッダ	r_gpt_triangle_wave_pwm_1.h、r_gpt_triangle_wave_pwm_2.h
宣言	void R_GPT0_CountStart(void)
説明	GPT0 のカウントをスタートします。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

gpt_port_init	
概要	GPT 入出力端子の初期化
ヘッダ	なし
宣言	static void gpt_port_init (void)
説明	端子を GPT の入出力端子に設定します。 設定の前後に POE の設定をおこない。GPT の端子設定中は、端子をハイインピーダンス状態にします。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

Excep_GPT0_GTCIV0	
概要	GTCIV0 割り込み関数
ヘッダ	なし
宣言	void Excep_GPT0_GTCIV0 (void)
説明	三角波の山で割り込みが発生します。デューティの設定を変更します。
引数	なし
戻り値	なし
備考	なし

Excep_GPT0_GTCIU0	
概要	GTCIU0 割り込み関数
ヘッダ	なし
宣言	void Excep_GPT0_GTCIU0 (void)
説明	三角波の谷で割り込みが発生します。所定の周期が経過したあとカウンタを停止します。
引数	なし
戻り値	なし
備考	この関数は rx24u_gpt _sample1 のみで使用します。

4.8　フローチャート

4.8.1　メイン処理

図 4.4 にメイン処理のフローチャートを示します。

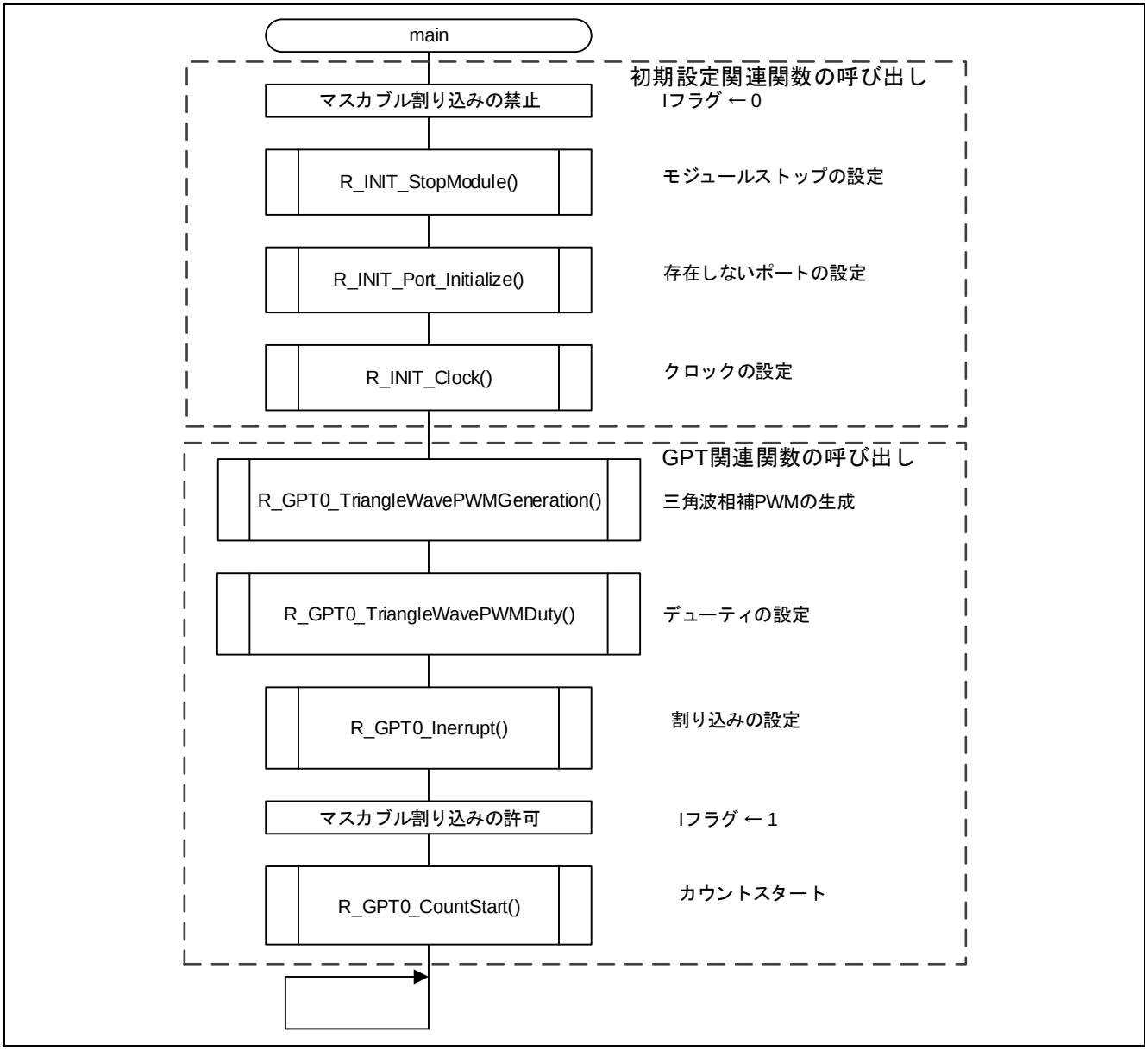

図 4.4　メイン処理

4.8.2　三角波相補 PWM の生成

図 4.5 は、三角波相補 PWM の生成のフローチャートです。

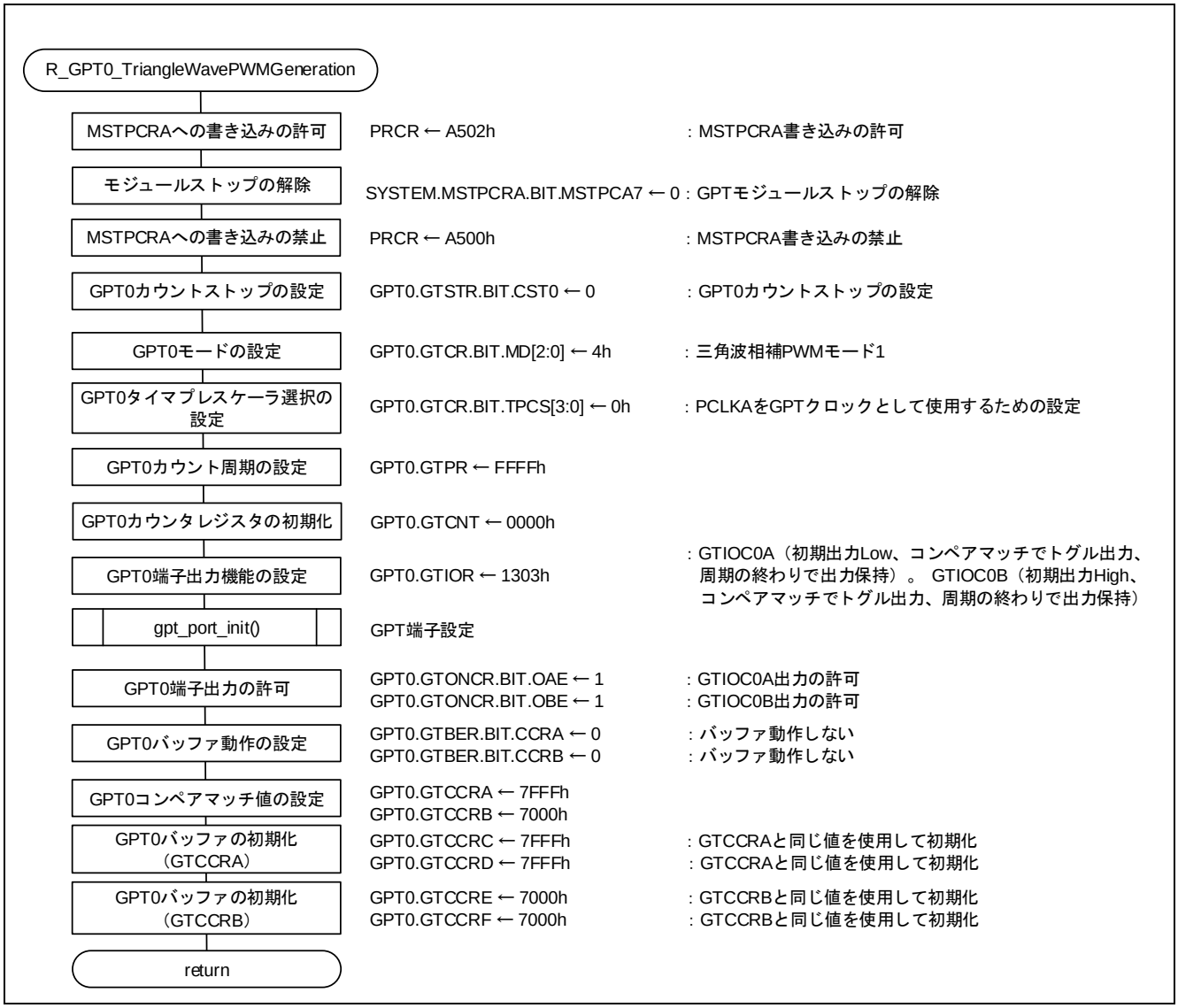

図 4.5　三角波相補 PWM の生成

4.8.3　デューティ設定

図 4.6 は、デューティ設定のフローチャートです。

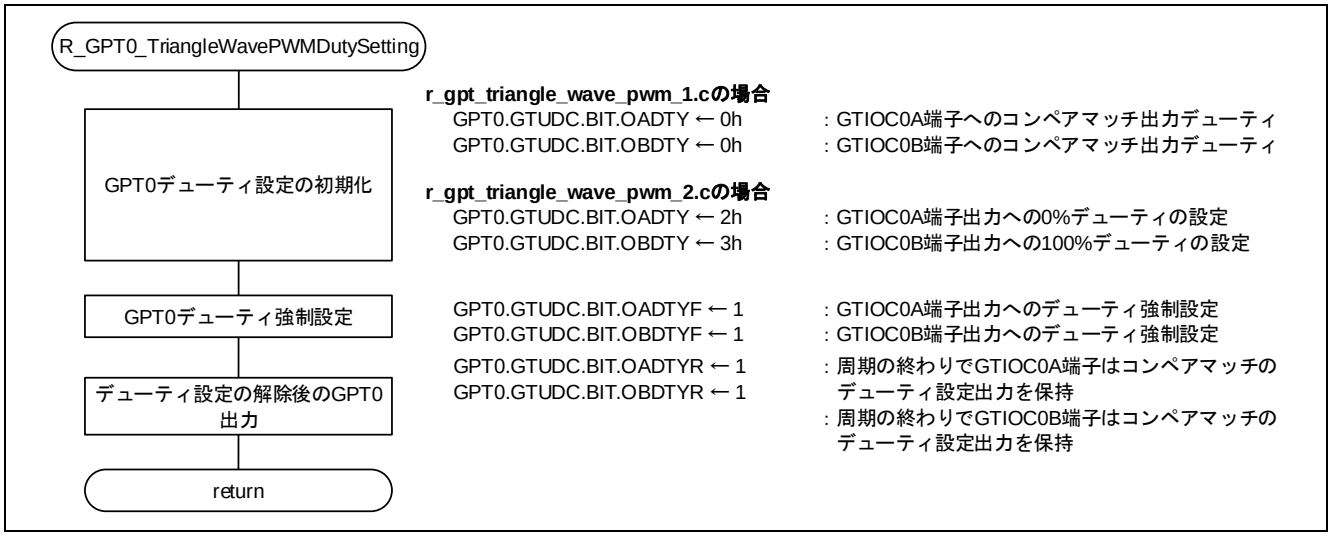

図 4.6　デューティの設定

4.8.4　割り込みの設定

図 4.7 は、割り込み設定のフローチャートです。

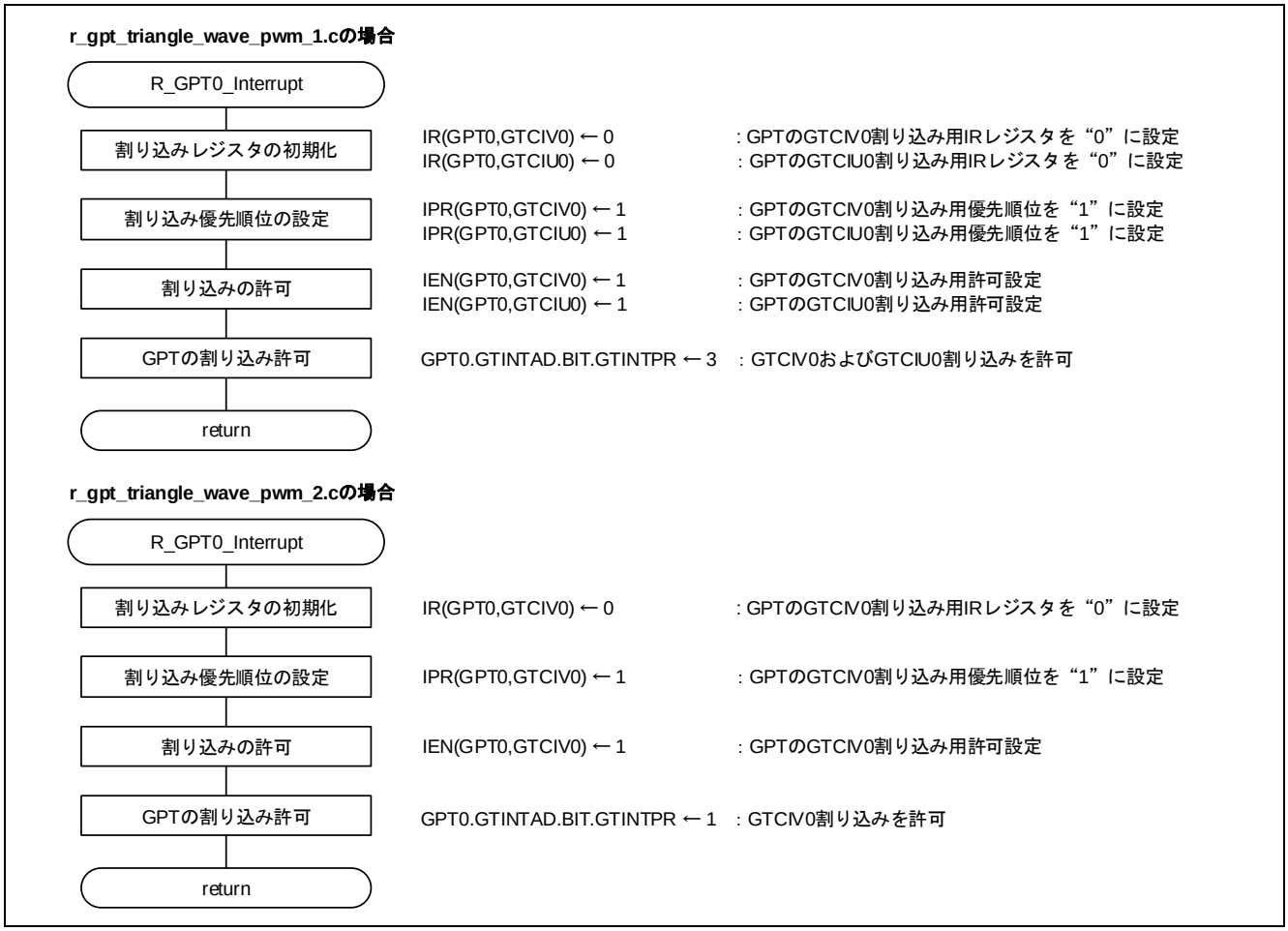

図 4.7　割り込みの設定

4.8.5　カウントスタート

図 4.8 は、GPT0 カウントスタートのフローチャートです。

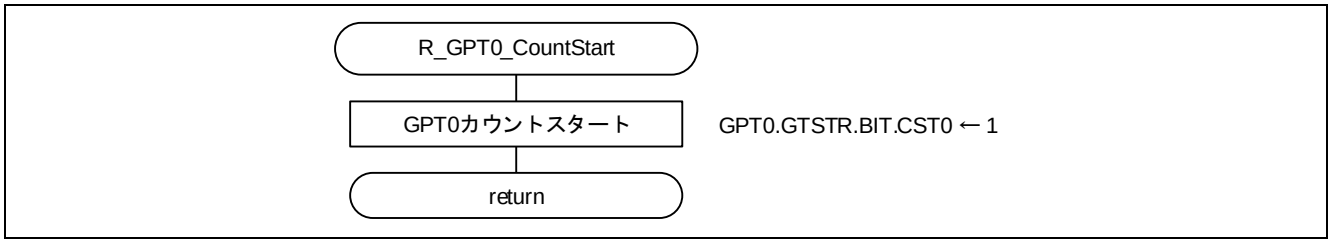

図 4.8　カウントスタート

4.8.6　GPT 入出力端子の初期化

図 4.9 は、GPT0 入出力端子（P71、P74）の初期化フローチャートです。

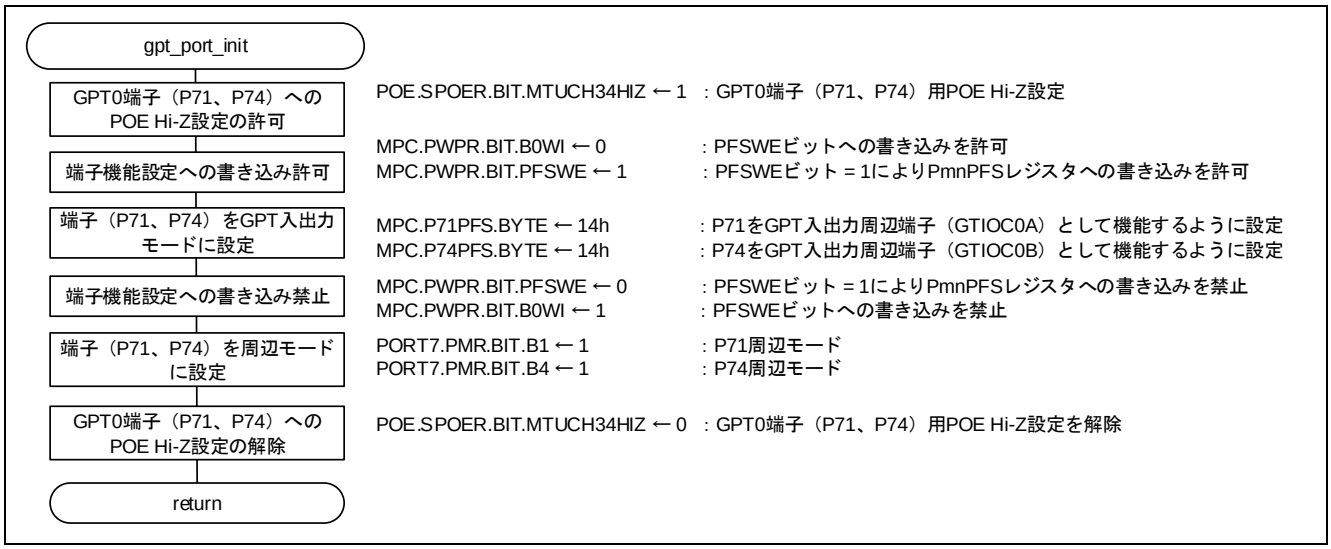

図 4.9　GPT 入出力端子の初期化

4.8.7　GTCIV0 割り込み関数

図 4.10 は、GTCIV0 割り込み関数のフローチャートです。

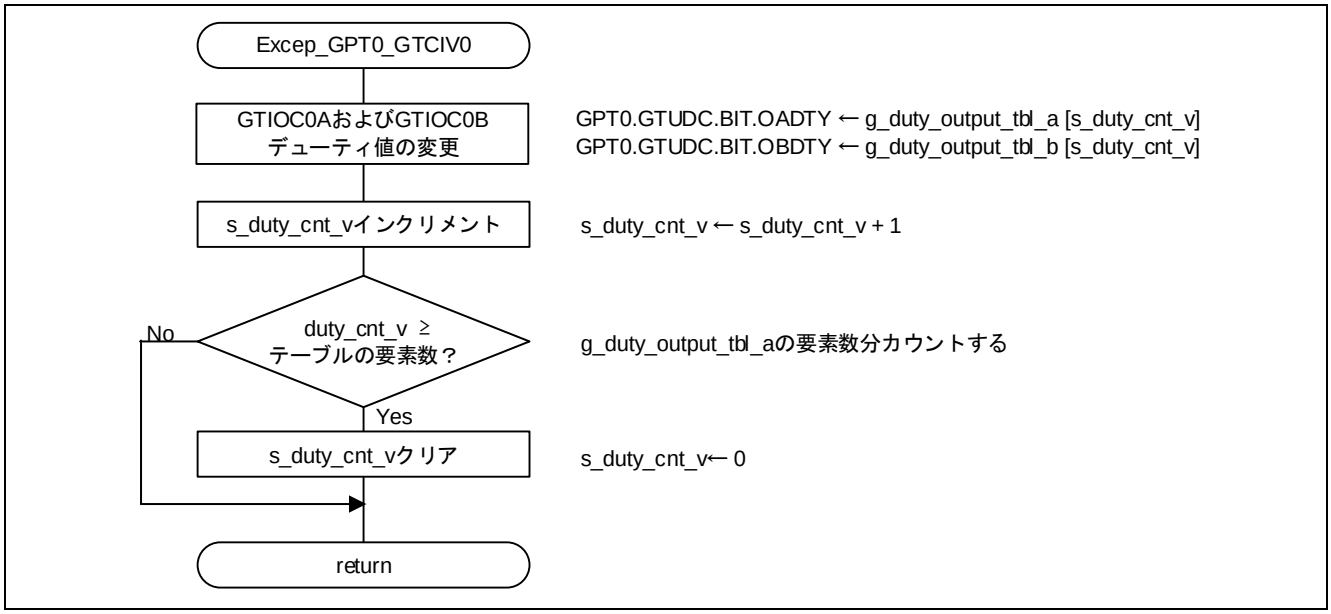

図 4.10 GTCIV0 割り込み関数

4.8.8　GTCIU0 割り込み関数

図 4.11 は、GTCIU0 割り込み関数のフローチャートです。この関数は rx24u_gpt _sample1 のみで使用します。

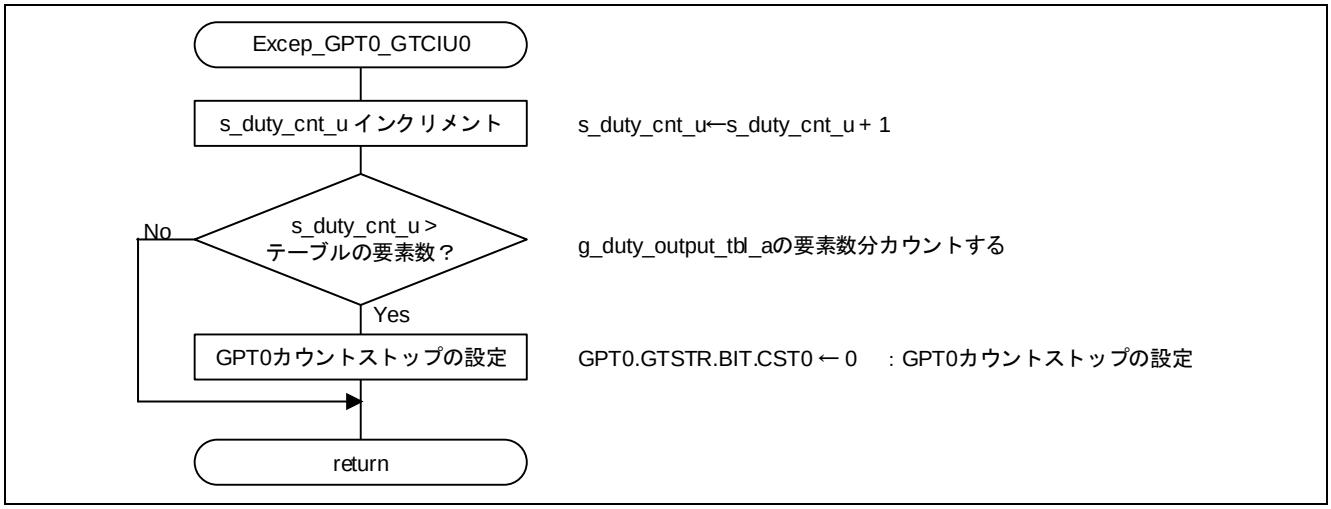

図 4.11 GTCIU0 割り込み関数

5.　プロジェクトをインポートする方法

サンプルコードは e² studio のプロジェクト形式で提供しています。本章では、 e² studio および CS+へプロジェクトをインポートする方法を示します。インポート完了後、ビルドおよびデバッグの設定を確認してください。

5.1　e² studio での手順

e² studio でご使用になる際は、下記の手順で e² studio にインポートしてください。

(使用する e² studio のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

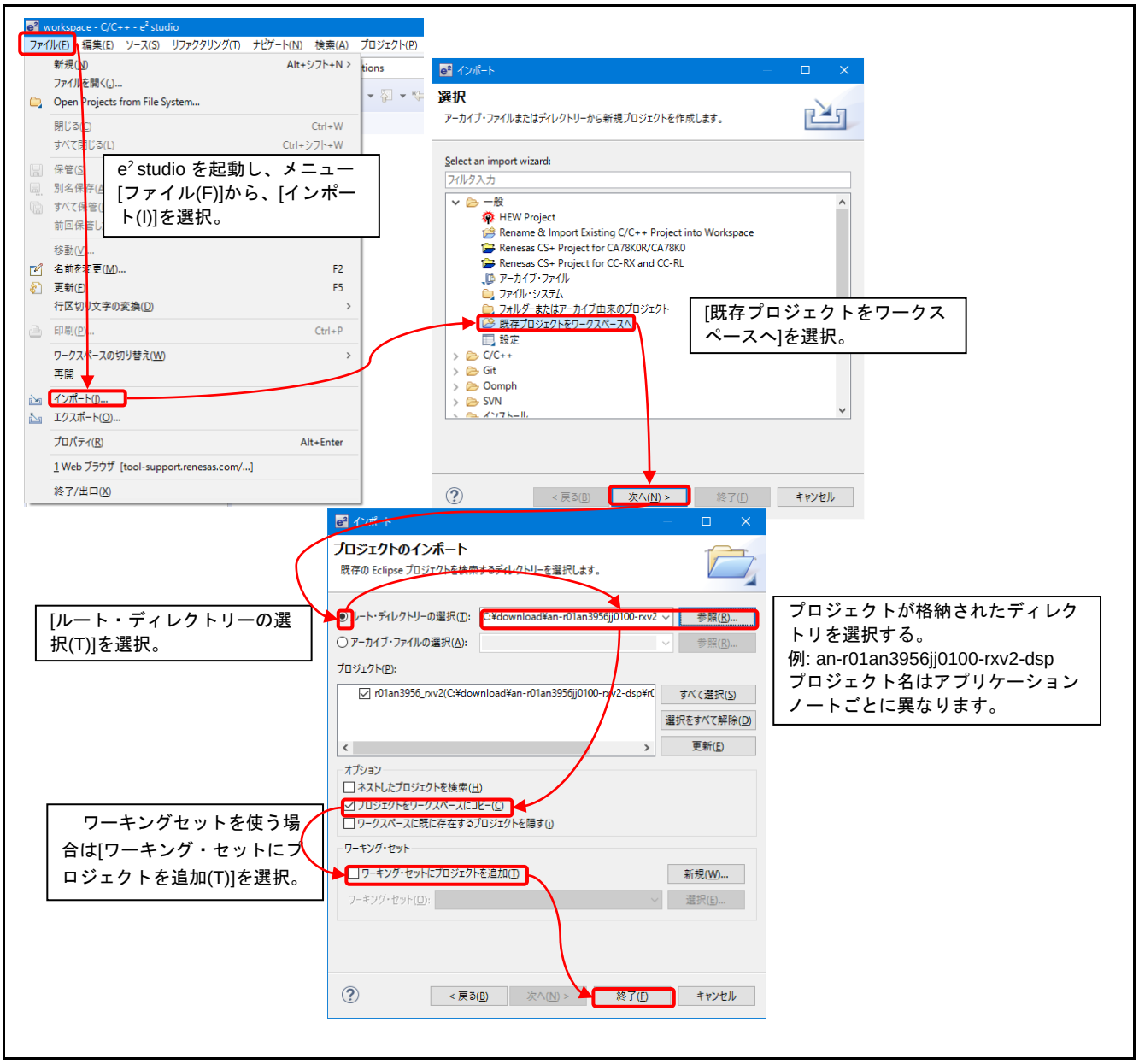

図 5.1　プロジェクトを e² studio にインポートする方法

5.2　CS+での手順

CS+でご使用になる際は、下記の手順で CS+にインポートしてください。

(使用する CS+のバージョンによっては画面が異なる場合があります。)

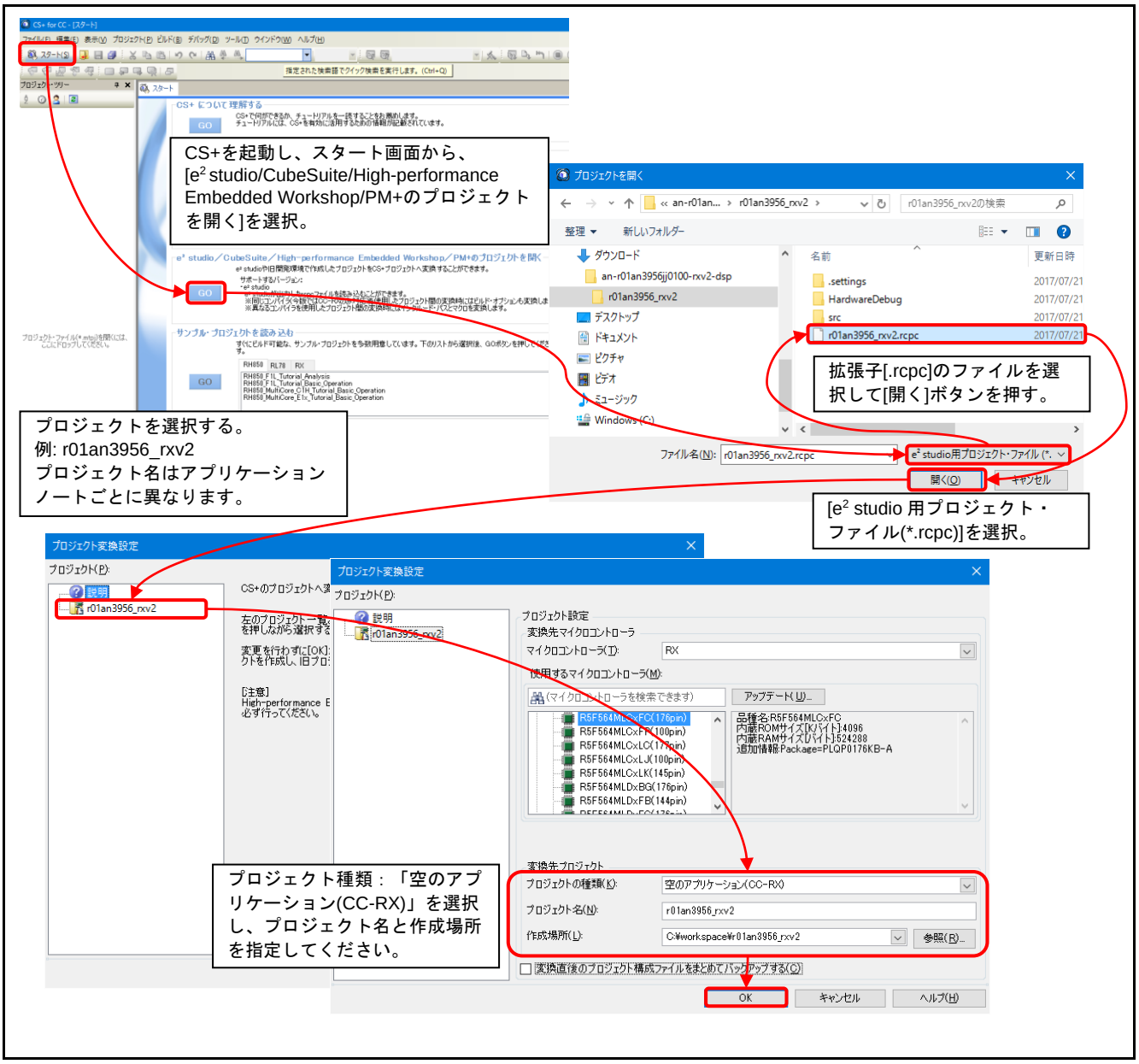

図 5.2　プロジェクトを CS+にインポートする方法

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

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX24T グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編（R01UH0576）
（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。）

RX24U グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編（R01UH0658）
（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。）

ユーザーズマニュアル：開発環境

RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル（R20UT3248）
（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。）

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Dec.10.19	—	初版発行

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. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   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. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「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。
5. クロックについて
   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。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   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、将来の拡張機能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。
8. 製品間の相違について
   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うと、フラッシュメモリ、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生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング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）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等

   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、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（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。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. 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。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
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。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

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が直接的、間接的に支配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。

(Rev.4.0-1　2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

© 2019 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.