RX ファミリ

LPT モジュール Firmware Integration Technology

要旨

本アプリケーションノートは、Firmware Integration Technology (FIT)を使用した LPT モジュールについて説明します。本モジュールはローパワータイマ(LPT)を使用して、ソフトウェアスタンバイモードの解除信号を発生させます。本モジュールとソフトウェアスタンバイモード、ELC を使用してソフトウェアスタンバイモードの周期的な解除や、対応デバイスでは PWM 波形の生成を実現します。

以降、本モジュールを LPT FIT モジュールと称します。

対象デバイス

この API が現在サポートしているデバイスのリストを以下に示します。

- RX113 グループ
- RX130 グループ
- RX140 グループ
- RX230 グループ、RX231 グループ
- RX23W 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。

対象コンパイラ

- Renesas Electronics C/C++ Compiler Package for RX Family (V2.05.00 以上)
- GCC for Renesas RX
- IAR C/C++ Compiler for Renesas RX

各コンパイラの動作確認内容については 7 付録

動作確認環境を参照してください。

関連ドキュメント

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。

- Firmware Integration Technology ユーザーズマニュアル(R01AN1833)

目次

1. 概要

本モジュールは、RX ファミリの周辺機能である LPT をサポートし、ソフトウェアスタンバイモードの解除信号を発生させます。

本モジュールとソフトウェアスタンバイモード、および ELC を使用することによりソフトウェアスタンバイモードを一定周期ごとに解除する動作が実現できます。また、対応デバイスでは、PWM 波形を生成することもできます。

1.1 LPT FIT モジュールとは

本モジュールは API として、プロジェクトに組み込んで使用します。本モジュールの組み込み方については、2.11　FIT モジュールの追加方法　を参照してください。

1.2 LPT FIT モジュールの概要

本モジュールの R_LPT_Open 関数を呼び出すことで、LPT 周期の設定および LPT を動作させるために必要な設定を行います。

LPT コンペアマッチ周期の設定は R_LPT_InitChan 関数を呼び出すことで実施されます。R_LPT_InitChan 関数を呼び出すことで選択したコンペアマッチチャンネルの有効化と、コンペアマッチ周期の設定を行います。

なお、コンペアマッチ有効化後に LPT コンペアマッチ周期を変更する際は、R_LPT_SetCMT 関数を呼び出してください。

また、LPT 動作後に選択したチャンネルを無効にしたい場合は R_LPT_FinalChan を呼び出してください。

LPT のカウントを開始する場合は、LPT_CMD_START コマンドで R_LPT_Control 関数を呼び出してください。

LPT のカウントを停止する場合は、LPT_CMD_STOP コマンドで R_LPT_Control 関数を呼び出してください。

LPT のカウントをリセットする場合は、LPT_CMD_COUNT_RESET コマンドで R_LPT_Control 関数を呼び出してください。

LPT の PWM 出力を開始する場合は、LPT_CMD_PWM_START コマンドで R_LPT_Control 関数を呼び出してください。

LPT の PWM 出力を停止する場合は、LPT_CMD_PWM_STOP コマンドで R_LPT_Control 関数を呼び出してください。

PWM 出力の設定を変更したい場合は R_LPT_InitPWM 関数を呼び出してください。

本モジュールの終了処理を行う場合は R_LPT_Close 関数を呼び出してください。

コンペアマッチ 0 の発生によりソフトウェアスタンバイモードから ELC 動作可能状態への遷移が行われます。コンペアマッチ 1 の発生により割り込み要求、ELC へのイベント出力、スヌーズモードへの遷移要求、DMAC の起動要求が行われます。

本モジュールを使用する場合は、本モジュール外で LPT の制御を行わないでください。

1.3 API の概要

表 1.1 に本モジュールに含まれる API 関数を示します。

表 1.1　API 関数一覧

関数	関数説明
R_LPT_Open	LPT の初期設定を行い、LPT 周期の設定を行います。
R_LPT_InitChan	選択したチャンネルの有効化、コンペアマッチ周期の設定を行います。
R_LPT_SetCMT	選択したチャンネルのコンペアマッチ周期の設定を行います。
R_LPT_InitPWM	選択したチャンネルの PWM 出力の設定を行います。
R_LPT_Control	LPT のカウント開始、停止、リセット制御や、PWM 出力、停止を行います。
R_LPT_FinalChan	選択したチャンネルを無効にします。
R_LPT_Close	LPT モジュールを解放します。
R_LPT_GetVersion	本モジュールのバージョン番号を返します。

1.4　処理例

図 1.1 に本モジュールの処理例を示します。

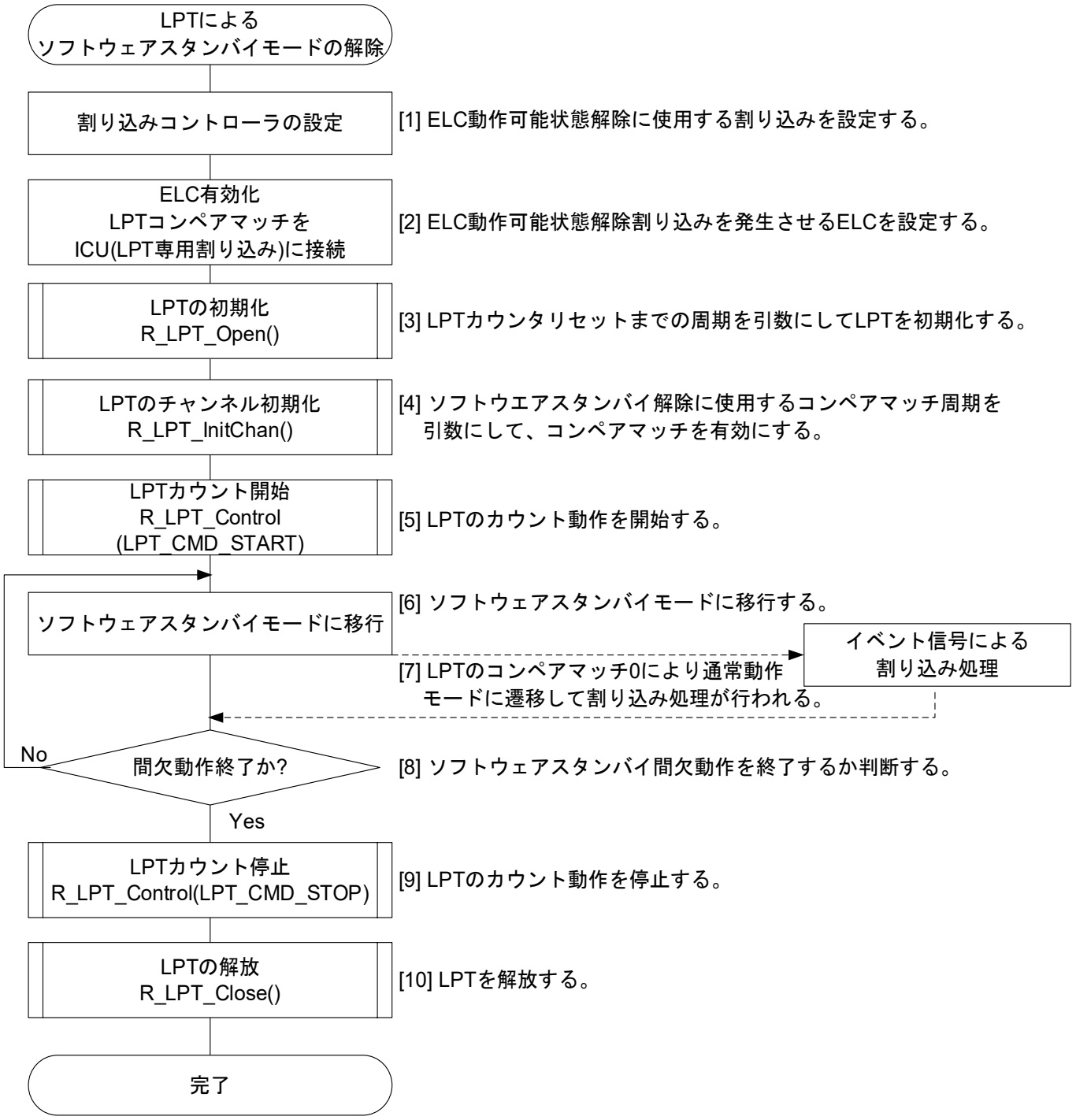


図 1.1　LPT FIT モジュールの処理例

1.5　状態遷移図

図 1.2 に本モジュールの状態遷移図を示します。

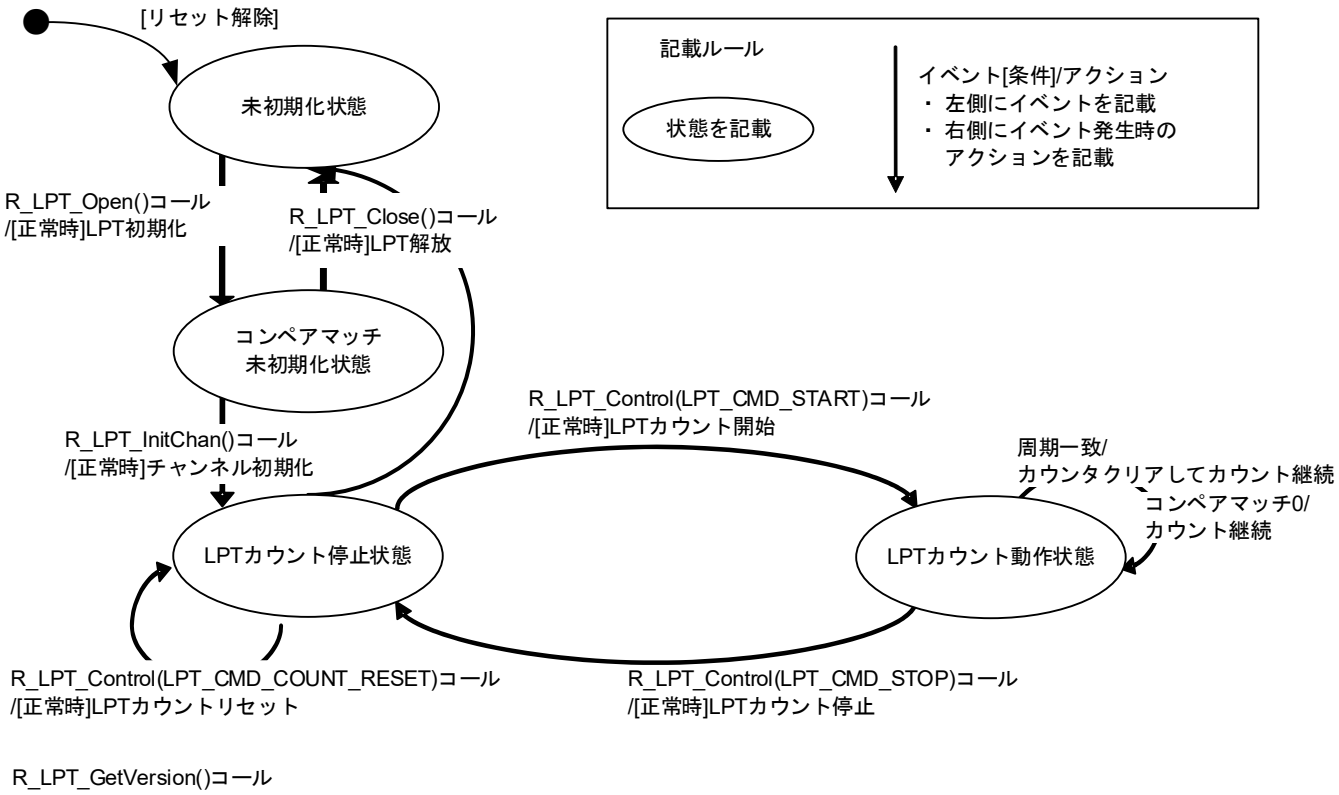


図 1.2　LPT FIT モジュールの状態遷移図

2. API 情報

本 FIT モジュールは、下記の条件で動作を確認しています。

2.1 ハードウェアの要求

ご使用になる MCU が以下の機能をサポートしている必要があります。

- ローパワータイマ(LPT)
- イベントリンクコントローラ(ELC)
- 消費電力低減機能(LPC)

2.2 ソフトウェアの要求

このドライバは以下の FIT モジュールに依存しています。

- ルネサスボードサポートパッケージ（r_bsp）

2.3 サポートされているツールチェーン

本 FIT モジュールは「7.1 動作確認環境」に示すツールチェーンで動作確認を行っています。

2.4 使用する割り込みベクタ

割り込みベクタは使用しません。

2.5 ヘッダファイル

すべての API 呼び出しとそれをサポートするインタフェース定義は r_lpt_rx_if.h に記載しています。

2.6 整数型

このプロジェクトは ANSI C99 を使用しています。これらの型は stdint.h で定義されています。

2.7　コンパイル時の設定

本モジュールのコンフィギュレーションオプションの設定は、r_lpt _rx_config.h で行います。
オプション名および設定値に関する説明を、下表に示します。

Configuration options in r_lpt _rx_config.h	
#define LPT_CFG_PARAM_CHECKING (1)	各関数の最初にあるパラメータチェック処理(引数の内容を確認する処理)をコード出力するか、しないかを選択します。 “0”の場合、パラメータチェック処理のコードを生成しません。 “1”の場合、パラメータチェック処理のコードを生成し、実行します。 ただし、r_bsp_config.h ファイルで定義される”BSP_CFG_PARAM_CHECKING_ENABLE”の値が“0”の場合は LPT_CFG_PARAM_CHECKING の値にかかわらずパラメータチェック処理のコードを生成しません。
#define LPT_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE (0) ※デフォルト値は r_bsp_config.h ファイルで定義される”BSP_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE”の値となります。	ローパワータイマのクロックソースを選択します。 “0”の場合、サブクロック発振器を選択します。 “1”の場合、IWDT 専用オンチップオシレータを選択します。 “3”の場合、4 分周された低速オンチップオシレータを選択します。

2.8 コードサイズ

本モジュールの ROM サイズ、RAM サイズ、最大使用スタックサイズを下表に示します。

ROM (コードおよび定数) と RAM (グローバルデータ) のサイズは、ビルド時の「2.7 コンパイル時の設定」のコンフィギュレーションオプションによって決まります。

下表の値は下記条件で確認しています。

モジュールリビジョン: r_lpt_rx rev3.00

コンパイラバージョン: Renesas Electronics C/C++ Compiler Package for RX Family V3.03.00
(統合開発環境のデフォルト設定に”-lang = c99”オプションを追加)
GCC for Renesas RX 4.08.04.201904
(統合開発環境のデフォルト設定に” -std=gnu99”オプションを追加)
IAR C/C++ Compiler for Renesas RX version 4.20.1
(統合開発環境のデフォルト設定)

コンフィグレーションオプション: デフォルト設定

ROM、RAM およびスタックのコードサイズ

デバイス	分類	使用メモリ					
		Renesas Compiler		GCC		IAR Compiler	
		パラメータチェックあり	パラメータチェックなし	パラメータチェックあり	パラメータチェックなし	パラメータチェックあり	パラメータチェックなし
RX113 RX130 RX230 RX231 RX23W	ROM	**829 バイト**	**821 バイト**	**2220 バイト**	**2188 バイト**	**1322 バイト**	**1314 バイト**
	RAM	**0 バイト**		**0 バイト**		**0 バイト**	
	スタック	**104 バイト**	**100 バイト**	-	-	**80 バイト**	**76 バイト**
RX140	ROM	**1053 バイト**	**1038 バイト**	**1716 バイト**	**1700 バイト**	**1779 バイト**	**1757 バイト**
	RAM	**0 バイト**		**0 バイト**		**0 バイト**	
	スタック	**88 バイト**	**88 バイト**	-	-	**76 バイト**	**76 バイト**

2.9 引数

API 関数の引数である列挙型を示します。この列挙型は、API 関数のプロトタイプ宣言とともに r_lpt_rx_if.h に記載されています。

```
typedef enum e_lpt_ch
{
    LPT_CH0=0,      /* LPT チャンネル 0 */
    LPT_CH1,        /* LPT チャンネル 1 */
    LPT_NUM_CH
} lpt_ch_t;
```

```
typedef enum e_lpt_cmd
{
  LPT_CMD_START,             /* LPT カウント開始 */
  LPT_CMD_STOP,              /* LPT カウント停止 */
  LPT_CMD_COUNT_RESET,       /* LPT カウントリセット */
  LPT_CMD_PWM_START,            /* PWM 出力開始 */
  LPT_CMD_PWM_START                /* PWM 出力停止 */
} lpt_cmd_t;
```

```
typedef struct st_lpt_pwm_cfg
{
  lpt_pwm_polarity_t output_polarity;      /* 出力極性 */
  lpt_pwm_level_t output_level;            /* 出力レベル */
}lpt_pwm_cfg_t;
```

2.10 戻り値

API 関数の戻り値を示します。この列挙型は、API 関数のプロトタイプ宣言とともに r_lpt_rx_if.h で記載されています。

```
typedef enum /* LPT API のステータスコード */
{
  LPT_SUCCESS,                  /* 正常処理完了 */
  LPT_ERR_LOCK_FUNC,            /* 動作中。既に使用されている  */
  LPT_ERR_INVALID_ARG,          /* 構造体の要素に無効な値が含まれている */
  LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET     /* 実行条件を満たしていない */
  LPT_ERR_INVALID_CH,           /* 無効なチャンネルの選択 */
  LPT_ERR_NULL_PTR              /* 引数のアドレスが NULL を指している */
} lpt_err_t;
```

2.11 FIT モジュールの追加方法

本モジュールは、使用するプロジェクトごとに追加する必要があります。ルネサスでは、スマート・コンフィグレータを使用した(1)、(3)、(5)の追加方法を推奨しています。ただし、スマート・コンフィグレータは、一部の RX デバイスのみサポートしています。サポートされていない RX デバイスについては(2)、(4)の方法を使用してください。

(1) e² studio 上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
e² studio のスマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: e² studio 編 (R20AN0451)」を参照してください。

(2) e² studio 上で FIT コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
e² studio の FIT コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加することができます。詳細は、アプリケーションノート「RX ファミリ e² studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723)」を参照してください。

(3) CS+上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
CS+上で、スタンドアロン版スマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: CS+編 (R20AN0470)」を参照してください。

(4) CS+上で FIT モジュールを追加する場合
CS+上で、手動でユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX ファミリ CS+に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1826)」を参照してください。

(5) IAREW 上でスマート・コンフィグレータを使用して FIT モジュールを追加する場合
スタンドアロン版スマート・コンフィグレータを使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「RX スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド: IAREW 編 (R20AN0535)」を参照してください。

2.12 IAR プロジェクトへの FIT モジュールの追加方法

ここでは IAR プロジェクトに FIT モジュールを追加する方法を説明します。

2.12.1 スタンドアロン版 Smart Configulator を使用して FIT モジュールを追加する方法

この説明では IAR Embedded Workbench for Renesas RX 4.12.1 を使用しています。

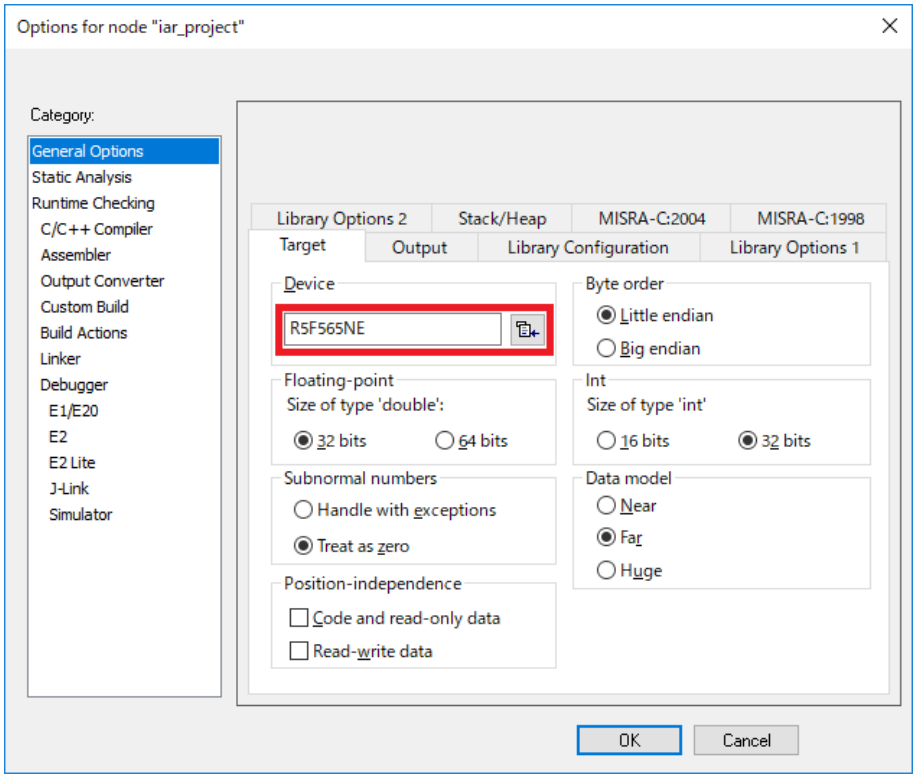
(1) IAREW で新規プロジェクトを作成します。

(2) 「2.11 2. 11FITモジュールの追加方法」の手順で IAR プロジェクトに FIT モジュールを追加します。

(3) プロジェクト上で右クリックをして、”Options…”をクリックします。

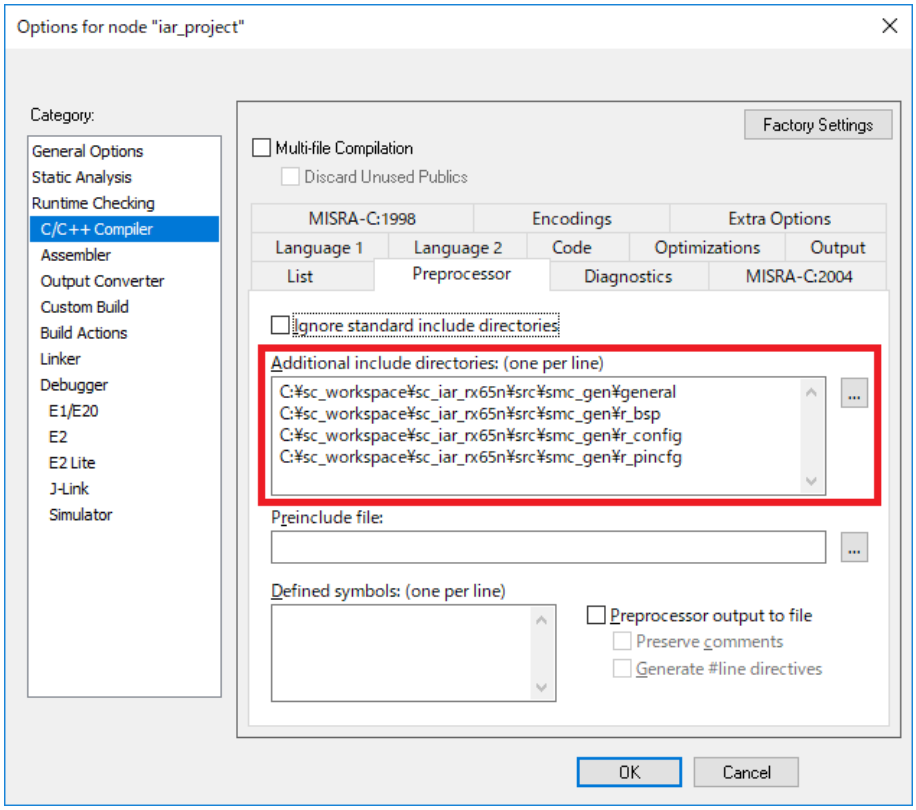
(4) General Options タブの”Target”を選択します。

(5) “Device”を選択します。



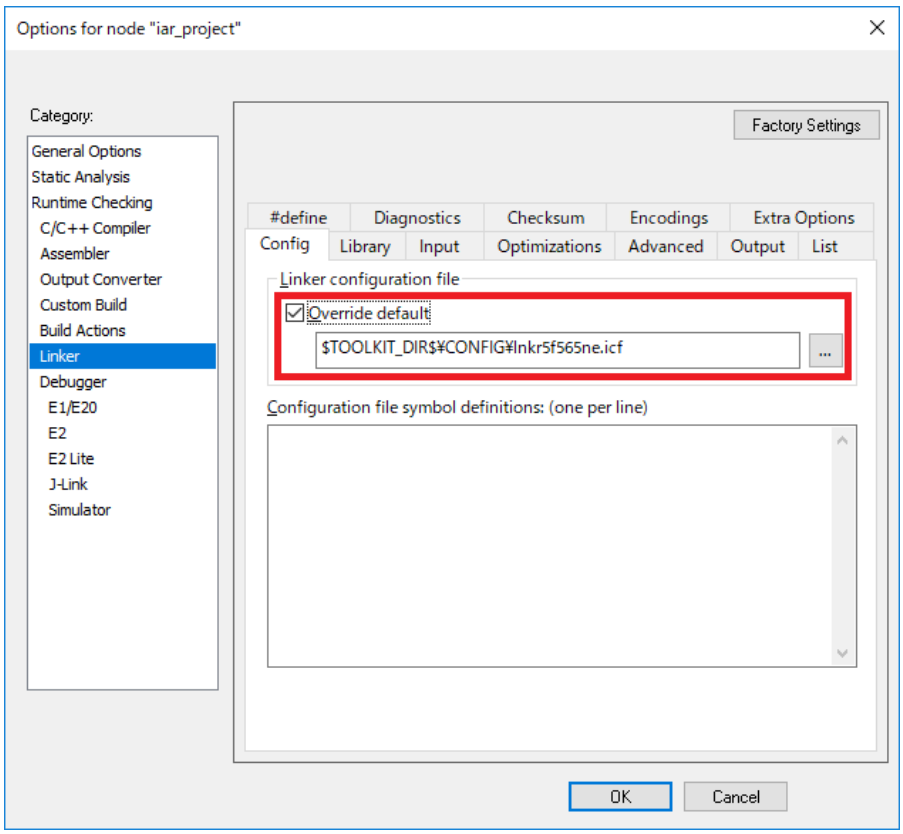
(6) C/C++ Compiler タブの”Preprocessor”を選択します。

(7) スタンドアロン版 Smart Configulator で生成した FIT モジュールのインクルードパスが設定されています。



(8) Linker タブの”Config”を選択します。

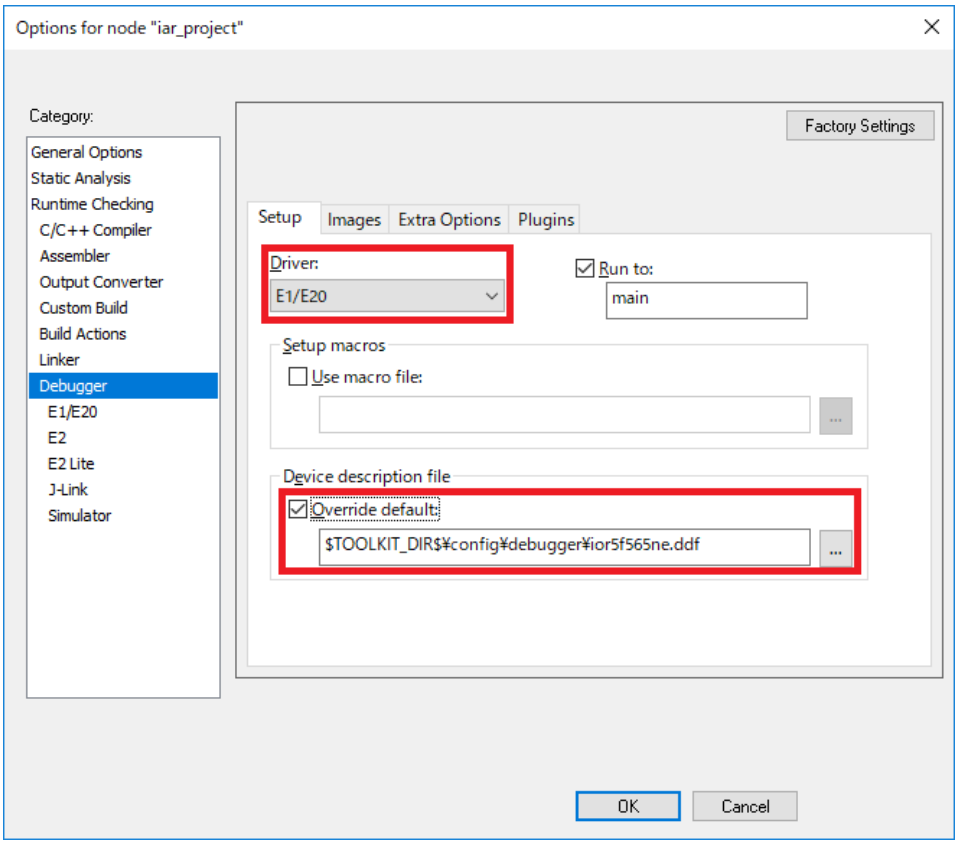
(9) Linker configuration file で”Override default”のチェックボックスを設定します。次に”ターゲットデバイスの.icf ファイル”を選択します。



(10) Debugger のタブの”Setup”を選択します。

(11) Driver で”エミュレータ”を選択します。

(12) Device description file で”Override default”のチェックボックスを選択します。次に”ターゲットデバイスの.dff ファイル”を選択します。



(13) “Project >> Rebuild All”をクリックします。

(14) “E1/E20 Emulator >> Hardware Setup…”をクリックします。

(15) ハードウェア設定ウィンドウで”デバッグ構成”を設定し、OK を押します。

(16) “Project >> Download and Debug”をクリックします。

2.13 for 文、while 文、do while 文について

本モジュールでは、レジスタの反映待ち処理等で for 文、while 文、do while 文（ループ処理）を使用しています。これらループ処理には、「WAIT_LOOP」をキーワードとしたコメントを記述しています。そのため、ループ処理にユーザがフェイルセーフの処理を組み込む場合は、「WAIT_LOOP」で該当の処理を検索できます。

以下に記述例を示します。

```
while 文の例：
/* WAIT_LOOP */
while(0 == SYSTEM.OSCOVFSR.BIT.PLOVF)
{
    /* The delay period needed is to make sure that the PLL has stabilized. */
}

for 文の例：
/* Initialize reference counters to 0. */
/* WAIT_LOOP */
for (i = 0; i < BSP_REG_PROTECT_TOTAL_ITEMS; i++)
{
    g_protect_counters[i] = 0;
}

do while 文の例：
/* Reset completion waiting */
do
{
    reg = phy_read(ether_channel, PHY_REG_CONTROL);
    count++;
} while ((reg & PHY_CONTROL_RESET) && (count < ETHER_CFG_PHY_DELAY_RESET)); /* WAIT_LOOP */
```

3. API 関数

R_LPT_Open ()

この関数は LPT FIT モジュールを初期化する関数です。この関数は他の API 関数を使用する前に実行される必要があります。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_Open (
  uint32_t const lpt_period
)
```

Parameters

```
uint32_t const    lpt_period
```

LPT の周期(μs 単位で指定)

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_LOCK_FUNC           /* 動作中。既に使用されている */
LPT_ERR_INVALID_ARG         /* 引数に無効な値が含まれている */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

LPT 動作を開始するため、次に示す初期設定を行います。引数で指定した周期を設定します。

・ローパワータイマによるスタンバイ復帰を許可

・ローパワータイマクロックソース及び分周比設定

・ローパワータイマ周期設定

・ローパワータイマクロック供給

・ローパワータイマリセット実施

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

}
```

Special Notes:

ローパワータイマのクロックソースの発振が安定している状態で本関数を呼び出してください。

ローパワータイマのクロックソースにサブクロック発振器を選択している場合、LPT の周期は 92～64000488、クロック分周なしに対応しているデバイスでは 46～64000488 の値を設定してください。

ローパワータイマクロックソースに IWDT 専用オンチップオシレータを選択している場合、LPT の周期は 200～139811199、クロック分周なしに対応しているデバイスでは 100～139811199 の値を設定してください。

ローパワータイマクロックソースに IWDT 専用オンチップオシレータを選択している場合、LPT の周期は 200～139811199、クロック分周なしに対応しているデバイスでは 100～139811199 の値を設定してください。

ローパワータイマクロックソースに低速オンチップオシレータを選択している場合、LPTの周期は2～2097167の値を設定してください。

ローパワータイマクロックソースにIWDT専用オンチップオシレータを選択している場合、IWDTオートスタートモード動作時はOFS0.IWDTSLCSTPビットに“0”(カウント停止無効)を、それ以外の時はIWDTCSTPR.SLCSTPビットに“0”(カウント停止無効)を設定してください。

ローパワータイマクロックソースに低速オンチップオシレータを選択している場合、LFOCR.LOFXINビットを“1”にしてください。

ソフトウェアスタンバイモードを解除した場合、発振安定待ちのためメインクロック発振器ウェイトコントロールレジスタ(MOSCWTCR)で選択した時間待たされるので、プログラムが実行可能になるのはソフトウェアスタンバイモード解除後、発振安定待機時間が経過した後となります。

R_LPT_InitChan ()

この関数は、LPT のコンペアマッチの有効化と周期の設定を行います。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_InitChan (
    lpt_ch_t chan,
    uint32_t const cmt_period
)
```

Parameters

`lpt_err_t  chan`
LPT のチャンネル
`uint32_t const  cmt_period`
LPT のコンペアマッチ周期(μs 単位で指定)

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_INVALID_ARG         /* 構造体の要素に無効な値が含まれている */
LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET   /* 実行条件を満たしていない */
LPT_ERR_INVALID_CH          /* 無効なチャンネルの選択 */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この API 関数は、選択されたチャンネルの LPT コンペアマッチの有効化と周期の設定を行います。

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;
        lpt_ch_t chan;
        uint32_t const cmt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        chan = LPT_CH0;
        cmt_period = 100000;

        err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

}
```

Special Notes:

この関数を実行する際、引数のコンペアマッチ周期には LPT 周期と同様にクロックソースに対応した値を設定してください。詳細は R_LPT_Open ()を参照してください。

引数のコンペアマッチ周期には R_LPT_Open で設定される LPCNTPSSEL レジスタの値に応じて表 3.1 以上の値を設定してください。表 3.1 より小さい値が設定された場合、LPT_ERR_INVALID_ARG を返します。LPCNTPSSEL レジスタに関しては、各デバイスのハードウェアマニュアルをご覧ください。

この関数を実行する際、引数で設定するコンペアマッチ周期を R_LPT_Open 関数で設定した LPT 周期以下に設定してください。コンペアマッチ周期が LPT 周期より大きく設定された場合、LPT_ERR_INVALID_ARG を返します。

この関数を実行する場合は、LPT のカウントが停止している状態で行ってください。LPT カウント動作中にこの関数を実行すると、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

この関数を実行する際、PWM 出力が有効かつ選択したチャンネルが 1 の場合、コンペアマッチ周期には LPT 周期と同じ値を設定してください。PWM 出力が有効の時にコンペアマッチ周期 1 に LPT 周期と違う値を設定した場合、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

対応しているデバイスのみチャンネル 1 が選択できます。対応していないデバイスでチャンネル 1 を選択した場合、LPT_ERR_INVALID_CH を返します。

表 3.1　コンペアマッチ周期設定最小値

クロックソース	LPCNTPSSEL					
	0	1	2	3	4	5
Sub-Clock	46	92	184	367	733	1465
IWDT	100	200	400	800	1600	3200
LOCO	2	3	6	12	24	48

R_LPT_SetCMT ()

この関数は、LPT のコンペアマッチ周期の設定を行います。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_SetCMT (
    lpt_ch_t chan,
    uint32_t const cmt_period
)
```

Parameters

`lpt_err_t  chan`
LPT のチャンネル
`uint32_t const  cmt_period`
LPT のコンペアマッチ周期(μs 単位で指定)

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_INVALID_ARG         /* 構造体の要素に無効な値が含まれている */
LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET   /* 実行条件を満たしていない */
LPT_ERR_INVALID_CH          /* 無効なチャンネルの選択 */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この API 関数は、選択されたチャンネルの LPT コンペアマッチ周期の設定を行います。

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;
        lpt_ch_t chan;
        uint32_t const cmt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        chan = LPT_CH0;
        cmt_period = 100000;

        err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        cmt_period = 50000;
        err = R_LPT_SetCMT (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

}
```

Special Notes:

この関数を実行する際、引数のコンペアマッチ周期には LPT 周期と同様にクロックソースに対応した値を設定してください。詳細は R_LPT_Open ()を参照してください。

引数のコンペアマッチ周期には R_LPT_Open で設定される LPCNTPSSEL レジスタの値に応じて表 3.1 以上の値を設定してください。表 3.1 より小さい値が設定された場合、LPT_ERR_INVALID_ARG を返します。LPCNTPSSEL レジスタに関しては、各デバイスのハードウェアマニュアルをご覧ください。

この関数を実行する際、引数で設定するコンペアマッチ周期を R_LPT_Open 関数で設定した LPT 周期以下に設定してください。コンペアマッチ周期が LPT 周期より大きく設定された場合、LPT_ERR_INVALID_ARG を返します。

この関数を実行する場合は、LPT のカウントが停止している状態で行ってください。LPT カウント動作中にこの関数を実行すると、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。しかし、PWM 出力が有効かつ選択したチャンネルが 0 の場合のみ、LPT のカウントが動作中でもこの関数を実行できます。

この関数を実行する際、PWM 出力が有効かつ選択したチャンネルが 1 の場合、コンペアマッチ周期には LPT 周期と同じ値を設定してください。PWM 出力が有効の時にコンペアマッチ周期 1 に LPT 周期と違う値を設定した場合、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

対応しているデバイスのみチャンネル 1 が選択できます。対応していないデバイスでチャンネル 1 を選択した場合、LPT_ERR_INVALID_CH を返します。

R_LPT_InitPWM ()

この関数は、PWM 機能の設定を行います。

Format

```
lpt_err_t R_ R_LPT_InitPWM (
    lpt_ch_t chan,
    lpt_pwm_cfg_t * const p_config
)
```

Parameters

`lpt_err_t  chan`
LPT のチャンネル
`lpt_pwm_cfg_t * const p_config`
PWM 機能のコンフィグ設定

本モジュールでは、以下の PWM 設定をサポートしています。“p_config”に以下の構造体要素を設定することで、PWM 出力特性が決定されます。

```
typedef enum e_lpt_pwm_polarity
{
    output_polarity_low=0,    /* 出力極性 低 */
    output_polarity_high      /* 出力極性 高 */
} lpt_pwm_polarity_t;

typedef enum e_lpt_pwm_level
{
    output_level_low=0,       /* 出力レベル 低 */
    output_level_high         /* 出力レベル 高 */
} lpt_pwm_level_t;
```

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET   /* 実行条件を満たしていない */
LPT_ERR_INVALID_CH          /* 無効なチャンネルの選択 */
LPT_ERR_NULL_PTR            /* p_config が NULL */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この API 関数は、選択されたチャンネルの PWM 機能の設定を行います。

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;
        lpt_ch_t chan;
        uint32_t const cmt_period;
        lpt_pwm_cfg_t const pwm_config;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        chan = LPT_CH0;
        cmt_period = 100000;

        err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        pwm_config.output_polarity = output_polarity_high;
        pwm_config.output_level = output_level_low;
        err = R_LPT_InitPWM (chan, &pwm_config);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

}
```

Special Notes:

この関数を実行する場合は、LPT のカウントが停止している状態で行ってください。LPT カウント動作中にこの関数を実行すると、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

PWM 機能はチャンネル 0 でのみサポートされています。チャンネル 1 を選択した場合、LPT_ERR_INVALID_CH を返します。

p_config には有効な値を設定してください。p_config に無効な値を設定した場合、LPT_ERR_NULL_PTR を返します。

R_LPT_Control ()

この関数は、LPT のカウント開始/停止/リセット、また PWM 出力の開始/停止を行うための関数です。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_Control (
      lpt_cmd_t const cmd      /* コマンド */
)
```

Parameters

`lpt_cmd_t const cmd`

実行するコマンド(「2.9 引数」を参照)

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_INVALID_ARG         /* 構造体の要素に無効な値が含まれている */
LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET   /* 実行条件を満たしていない */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この API 関数は、ローパワータイマカウント動作/停止/リセットまた、PWM 出力の動作/停止制御を行います。

カウンタリセットコマンド(LPT_CMD_COUNT_RESET)、PWM 出力動作コマンド(LPT_PWM_START)、PWM 出力停止コマンド(LPT_PWM_STOP)を実行する場合は、LPT のカウントが停止している状態で行ってください。LPT カウント動作中にカウンタリセットコマンドを実行すると、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

PWM 出力動作コマンド(LPT_PWM_START)を実行する場合は、コンペアマッチ 1 の値が LPT 周期と同じであることを確認してください。一致していない場合、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

PWM 出力動作コマンド(LPT_PWM_START)、PWM 出力停止コマンド(LPT_PWM_STOP)は幾つかのデバイスでのみサポートされています。サポートされていないデバイスでこのコマンドを実行すると、LPT_ERR_INVALID_ARG を返します。

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;
        lpt_ch_t chan;
        uint32_t const cmt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }
                        :
                        :

        chan = LPT_CH0;
        cmt_period = 100000;

        err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        err = R_LPT_Control(LPT_CMD_START);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

}
```

Special Notes:

R_LPT_Open、R_LPT_InitChan 関数により LPT 設定を行った状態で、本関数を呼び出してください。

R_LPT_FinalChan ()

この関数は、LPT のコンペアマッチの終了処理を行います。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_FinalChan (
    lpt_ch_t chan,
)
```

Parameters

`lpt_err_t  chan`
LPT のチャンネル

Return Values

```
LPT_SUCCESS                 /* 正常処理完了 */
LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET   /* 実行条件を満たしていない */
LPT_ERR_INVALID_CH          /* 無効なチャンネルの選択 */
```

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この API 関数は、選択されたチャンネルの LPT のコンペアマッチの無効化と周期の初期化を行います。

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;
        lpt_ch_t chan;
        uint32_t const cmt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        chan = LPT_CH0;
        cmt_period = 100000;

        err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        err = R_LPT_FinalChan (chan);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

}
```

Special Notes:

この関数を実行する場合は、LPT のカウントが停止している状態で行ってください。LPT カウント動作中にこの関数を実行すると、LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET を返します。

対応しているデバイスのみチャンネル 1 が選択できます。対応していないデバイスでチャンネル 1 を選択した場合、LPT_ERR_INVALID_CH を返します。

R_LPT_Close ()

この関数は、LPT のカウントを停止し、終了処理を実行する関数です。

Format

```
lpt_err_t R_LPT_Close (
  void
)
```

Parameters

なし

Return Values

LPT_SUCCESS　　*/* 正常処理完了 */*

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

LPT 動作を終了するため、次に示す設定を行います。

・ローパワータイマ停止
・ローパワータイマクロックが供給されている場合はローパワータイマリセット実施
・ローパワータイマクロック停止
・ローパワータイマコンペアマッチ値 0 初期化
・ローパワータイマコンペアマッチ値 1 初期化
・ローパワータイマ周期初期化
・ローパワータイマコントロールレジスタ 1 初期化
・ローパワータイマによるスタンバイ復帰を禁止

Example

```
void main(void)
{
        lpt_err_t err;
        uint32_t lpt_period;

        lpt_period = 100000;
        err = R_LPT_Open(lpt_period);
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

        err = R_LPT_Close();
        if (LPT_SUCCESS != err)
        {
                while(1) { };
        }

                        :
                        :

}
```

Special Notes:

R_LPT_Open 関数により LPT 設定を行った後、ローパワータイマのクロックソースで 1 サイクル以上経過してから本関数を呼び出してください。

R_LPT_GetVersion ()

この関数は本モジュールのバージョン番号を返します。

Format

```
uint32_t R_LPT_GetVersion (
  void
)
```

Parameters

なし

Return Values

バージョン番号

Properties

r_lpt_rx_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数はこのモジュールのバージョン番号を返します。バージョン番号は符号化され、最上位の 2 バイトがメジャーバージョン番号を、最下位の 2 バイトがマイナーバージョン番号を示しています。

Example

```
void main(void)
{
       uint32_t version;
            :
       version = R_LPT_GetVersion();
       while(1) { };
}
```

Special Notes:

なし

4. 端子設定

ローパワータイマ FIT モジュールにて PWM 機能を使用するためには、マルチファンクションピンコントローラ（MPC）で周辺機能の入出力信号を端子に割り付ける（以下、端子設定と称す）必要があります。

e² studio の場合は「FIT Configurator」または「Smart Configurator」の端子設定機能を使用することができます。FIT Configurator、Smart Configurator の端子設定機能を使用すると、端子設定画面で選択したオプションに応じて、ソースファイルが出力されます。そのソースファイルで定義された関数を呼び出すことにより端子を設定できます。詳細は表 4.1 を参照してください。

表 4.1　FIT コンフィグレータが出力する関数一覧

使用マイコン	出力される関数名	備考
RX140	R_LPT_PinSet_LPT()	PWM機能を使用する場合

5. サンプルコード

LPT を使用してソフトウェアスタンバイモードを一定周期ごとに解除する場合のサンプルコードを示します。

次の(1)～(14)の順に動作します。

(1) ソフトウェアスタンバイモードを使用可能にするため、R_LPC_LowPowerModeConfigure 関数を呼び出す。

(2) ELC のモジュールストップ解除を行う。

(3) マスカブル割り込み禁止に設定する。

(4) ELSR19I 割り込みの伝達先を CPU に設定するため、ELSR19I 割り込みの DTC 起動禁止設定を行う。

(5) ELSR19I 割り込みを禁止する。

(6) ELSR19I 割り込みの割り込み優先レベルをプロセッサ割り込み優先レベル(IPL)より高い値に設定する。

(7) ELSR19I 割り込みを許可する。

(8) ELC 機能を有効に設定する。

(9) ELC の LPT コンペアマッチを ICU(LPT 専用割り込み)に設定する。

(10) LPT を LPT FIT モジュールで使用可能にするため、R_LPT_Open 関数を呼び出す。

(11) コンペアマッチを有効にするため、R_LPT_Init_Chan 関数を呼び出す。

(12) LPT のカウントを開始するため、R_LPT_Control 関数を呼び出す。

(13) ソフトウェアスタンバイモードに移行するため、R_LPC_LowPowerModeActivate 関数を呼び出す。

(14) LPT のコンペアマッチ 0 が発生すると通常動作モードに遷移して、ELSR19I 割り込み例外処理が呼び出されます。

(15) ソフトウェアスタンバイモード解除時のユーザ処理を実行後、(12)に戻ります。

・本サンプルは RX113 を対象としています。

・本サンプルは LPC FIT モジュールを使用しています。LPC FIT モジュールについては、ルネサスエレクトロニクスのホームページを参照してください。

```
#include "platform.h"
#include "r_lpc_rx100_if.h"
#include "r_lpt_rx_if.h"

void main(void);

void main(void)
{
   lpt_err_t lpt_err;
   uint32_t lpt_period;
   lpc_err_t lpc_err;
   lpt_ch_t chan;
   uint32_t const cmt_period;

   /* ---- スリープモード時カウント停止無効 ---- */
   IWDT.IWDTCSTPR.BIT.SLCSTP = 0;

   /* ---- ソフトウェアスタンバイモード設定 ---- */
   lpc_err = R_LPC_LowPowerModeConfigure(LPC_LP_SW_STANDBY);
   if (LPC_SUCCESS != lpc_err)
   {
       while(1) { };
   }

   /* ELC モジュールストップ解除 */
   R_BSP_RegisterProtectDisable(BSP_REG_PROTECT_LPC_CGC_SWR);
   MSTP(ELC) = 0;
   R_BSP_RegisterProtectEnable(BSP_REG_PROTECT_LPC_CGC_SWR);

   /* ---- マスカブル割り込み禁止 ---- */
   R_BSP_InterruptsDisable();

   /* ---- ELSR19I 割り込み設定 ---- */
   ICU.DTCER[80].BIT.DTCE = 0;
   ICU.IER[0x0A].BIT.IEN0 = 0;
   ICU.IPR[80].BIT.IPR = 15;
   ICU.IER[0x0A].BIT.IEN0 = 1;
   while ( 1 != ICU.IER[0x0A].BIT.IEN0 )
   {
       /* 書き込み値が反映されていることを確認する */
   }

   /* ---- ELC 設定 ---- */
   ELC.ELCR.BIT.ELCON = 1;        /* ELC 機能有効 */
   ELC.ELSR[19].BIT.ELS = 0x5D;   /* ICU(LPT 専用割り込み)は LPT コンペアマッチ(5Dh)に設定 */

   /* ---- LPT 初期化  ---- */
   Lpt_period = 100000;                /* LPT 周期 = 100000[μs] */
   lpt_err = R_LPT_Open(lpt_period);
   if (LPT_SUCCESS != lpt_err)
   {
       while(1) { };
   }

   /* ---- LPT コンペアマッチ 0 初期化  ---- */
   cmt_period = 100000;              /* コンペアマッチ周期 = 100000[μs] */
   chan       = LPT_CH0;             /* コンペアマッチチャンネル 0 */
   err = R_LPT_InitChan (chan, cmt_period);
   if (LPT_SUCCESS != err)
   {
       while(1) { };
   }

   /* ---- LPT カウント開始  ---- */
   lpt_err = R_LPT_Control(LPT_CMD_START);
   if (LPT_SUCCESS != lpt_err)
   {
       while(1) { };
   }
```

LPT クロックソースとして IWDT 専用オンチップオシレータを使用する場合はソフトウェアスタンバイ中にクロック停止させない設定が必要

ELSR19I 割り込みを使用してELC 動作可能状態から通常動作モードに遷移させる

ソフトウェアスタンバイ状態からELC 動作可能状態への遷移完了をトリガにして ELSR19I 割り込みを発生させる

```
    while(1)
    {
        /* ---- ソフトウェアスタンバイモードに移行 ---- */
        lpc_err = R_LPC_LowPowerModeActivate(NULL);
        if (LPC_SUCCESS != lpc_err)
        {
            while(1) { };
        }
        /* ---- ソフトウェアスタンバイモード解除時のユーザ処理をここに記述する ---- */
    }
}
```

図 5.1　LPT を使用してソフトウェアスタンバイモードを一定周期ごとに解除する例

6. デモプロジェクト

デモプロジェクトはスタンドアロンプログラムです。デモプロジェクトには、FIT モジュールとそのモジュールが依存するモジュール（例 : r_bsp）を使用する main()関数が含まれます。本 FIT モジュールには以下のデモプロジェクトが含まれます。

以下のデモプロジェクトは Ver 3.00 以降でのみ動作します。

6.1 lpt_demo_rskrx231

このセクションでは、LPT を使用してソフトウェアスタンバイモードを定期的に終了する（一定間隔動作、間欠動作）サンプルコードについて説明します。

このデモを実行するには、以下のステップを使用します。

(1) ソフトウェアスタンバイモードに合わせて LPC モジュールを構成します

(2) ソフトウェアスタンバイモードでカウントを停止しないように IWDT クロックを構成します

(3) ELC のモジュール停止状態をキャンセルします

(4) DTC の有効化動作を無効にします。この結果、割り込み要求は CPU 宛に直接送信されるようになります

(5) ELC モジュールの低消費電力タイマのカウントダウン一致イベントを構成します

(6) ELC と LPT の動作を開始します

(7) メインループ : ソフトウェアスタンバイモードに移行して 3 秒間そのモードにとどまり、その後、通常動作モードに戻ります

注記 :

- このデモプログラムは、LPC FITモジュールを使用します。LPC FITモジュールについては、ルネサス エレクトロニクスWebサイトを参照してください
- e^2 studioを使用してデバッグを行う際に、プログラムがソフトウェアスタンバイモードと通常モードのどちらにあるかを判断するには、e^2 studioウィンドウの左下隅にあるプログラム動作状態を参照することができます。
  - **「Standby」** : プログラムはソフトウェアスタンバイモードです。
  - **「Running」** : プログラムは通常モードです。
- LPTクロックソースを有効にするため、BSPのLPTクロックソース(BSP_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE)を初期値からIWDT専用オンチップオシレータに変更しています。

確認方法:

- プログラムが、ソフトウェアスタンバイモードに移行したことを通知するメッセージをコンソールに出力するようになります。
- プログラムはソフトウェアスタンバイモードに移行し、3 秒間そのモードにとどまります。モジュールの停止状態を設定していない場合、このモードの間、CPU とすべてのペリフェラルの機能は停止します。
- 3 秒後に、プログラムは通常モードに戻り、通知メッセージをコンソールに出力して、LED 0 を 1 秒間点滅させます。

6.2 lpt_demo_rskrx113

lpt_demo_rskrx113 プログラムは、lpt_demo_rskrx231 と同じものです。

注記：

- LPTクロックソースを有効にするため、BSPのLPTクロックソース(BSP_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE)を初期値からIWDT専用オンチップオシレータに変更しています。

6.3 lpt_demo_tbrx140

このセクションでは、LPT を使用して PWM 出力を行うサンプルコードについて説明します。

このデモを実行するには、以下のステップを使用します。

(1) LPT モジュールを構成します

(2) PWM 波形の出力設定を行います

(3) PWM 出力のためのピン設定を行います

(4) PWM の動作を開始します

(5) メインループ：LPT の動作を開始し、Duty 比 50%(1 秒間隔)で PWM 波形が出力されます

注記：

- LPTクロックソースを有効にするため、BSPのLPTクロックソース(BSP_CFG_LPT_CLOCK_SOURCE)を初期値からIWDT専用オンチップオシレータに変更しています。

確認方法:

- P26(CN16)にオシロスコープなどの計測機器の端子を取り付けてください。
- プログラムを実行すると Duty 比 50%(1 秒間隔)の PWM 出力を確認できます。

6.4 ワークスペースへのデモ追加

デモプロジェクトは、本アプリケーションノートで提供されるファイルの FITDemos サブディレクトリにあります。ワークスペースにデモプロジェクトを追加するには、「ファイル」 >> 「インポート」を選択し、「インポート」ダイアログから「一般」の「既存プロジェクトをワークスペースへ」を選択して「次へ」ボタンをクリックします。「インポート」ダイアログで「アーカイブ・ファイルの選択」ラジオボタンを選択し、「参照」ボタンをクリックして FITDemos サブディレクトリを開き、使用するデモの zip ファイルを選択して「終了」をクリックします。

6.5 デモのダウンロード方法

デモプロジェクトは、RX Driver Package には同梱されていません。デモプロジェクトを使用する場合は、個別に各 FIT モジュールをダウンロードする必要があります。「スマートブラウザ」の「アプリケーションノート」タブから、本アプリケーションノートを右クリックして「サンプル・コード（ダウンロード）」を選択することにより、ダウンロードできます。

7. 付録

7.1 動作確認環境

このセクションでは、LPT FIT モジュールの動作確認用の環境について説明します。

表 7.1 動作確認環境 (Rev.3.00)

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio Version 2021-07
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.03.00 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
	GCC for Renesas RX 8.3.0.202004 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -std=gnu99
	IAR C/C++ Compiler for Renesas RX version 4.20.1 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev3.00
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX113（型名：R0K505113SxxxBE） Renesas Starter Kit for RX130（型名：R0K5051SxxxBE） Target board for RX140 (型名：RTK5RX140xxxxxxxxx) Renesas Starter Kit for RX231（型名：R0K505231SxxxBE）

表 7.2 動作確認環境 (Rev.2.01)

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio 2020-10 (20.10.0)
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.02.00 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev2.01
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX113（型名：R0K505113SxxxBE） Renesas Starter Kit for RX231（型名：R0K505231SxxxBE）

表 7.3 動作確認環境 (Rev.2.00)

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V7.8.0 IAR Embedded Workbench for Renesas RX 4.14.01
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.02.00 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
	GCC for Renesas RX 8.03.00.201904 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -std=gnu99
	IAR C/C++ Compiler for Renesas RX version 4.14.01 コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev2.00
使用ボード	Renesas Solution Starter Kit for RX23W (型名：RTK5523Wxxxxxxxxx)

	Renesas Starter Kit for RX231 (型名：R0K505231xxxxxx)

表 7.4　動作確認環境（Rev.1.23）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V7.3.0
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.01.00
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.23

表 7.5　動作確認環境（Rev.1.22）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V7.3.0
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V3.01.00
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.22
使用ボード	Renesas Starter Kit+ for RX113 (型名: R0K505113SxxxBE)

表 7.6　動作確認環境（Rev.1.21）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V6.0.0
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V2.07.00
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.21
使用ボード	Renesas Starter Kit+ for RX130-512KB（型名：RTK5051308SxxxxxBE）

表 7.7　動作確認環境（Rev.1.20）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V6.0.0.001
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V2.07.00
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.20
使用ボード	Renesas Starter Kit+ for RX130-512KB（型名：RTK5051308SxxxxxBE）

表 7.8　動作確認環境（Rev.1.11）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V5.0.1.005
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V2.05.00
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.11
使用ボード	Renesas Starter Kit for RX113（型名：R0K505113SxxxBE） Renesas Starter Kit for RX231（型名：R0K505231SxxxBE） Renesas Starter Kit for RX130（型名：RTK5005130SxxxxxBE）

表 7.9　動作確認環境（Rev.1.10）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e2 studio V5.0.0.043
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V2.04.01
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.10
使用ボード	Renesas Starter Kit+ for RX113（型名：R0K505113SxxxBE） Renesas Starter Kit+ for RX231（型名：R0K505231SxxxBE） Renesas Starter Kit+ for RX130（型名：RTK5005130SxxxxxBE）

表 7.10　動作確認環境（Rev.1.00）

項目	内容
統合開発環境	ルネサスエレクトロニクス製 e^2 studio V4.2.0.012
C コンパイラ	ルネサスエレクトロニクス製 C/C++ Compiler for RX Family V2.04.01
	コンパイルオプション：統合開発環境のデフォルト設定に以下のオプションを追加 -lang = c99
エンディアン	ビッグエンディアン/リトルエンディアン
モジュールのリビジョン	Rev1.00
使用ボード	Renesas Starter Kit+ for RX113（型名：R0K505113SxxxBE）

7.2 トラブルシューティング

(1) Q：プロジェクトに FIT モジュールを追加し、プロジェクトをビルドしました。次のエラーが発生しました。「ソースファイル「platform.h」を開くことができません。」

A：FIT モジュールがプロジェクトに対して正しく追加されていない可能性があります。次の文書で、FIT モジュールを追加した方法が正しいかどうか確認してください。

- CS+を使用している場合：
  アプリケーションノート『RX ファミリ CS+ に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1826)』
- e^2 studio を使用している場合：
  アプリケーションノート『RX ファミリ e^2 studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723)』

FIT モジュールを追加する場合、ボードサポートパッケージの FIT モジュール（BSP モジュール）もプロジェクトに追加する必要があります。『ボードサポートパッケージモジュール (R01AN1685)』を参照してください。

(2) Q：プロジェクトに FIT モジュールを追加し、プロジェクトをビルドしました。次のエラーが発生しました。「現在の r_lpt_rx モジュールはこの MCU をサポートしていません。」

A：追加した FIT モジュールは、現在のプロジェクトで選択されている対象デバイスをサポートしていない可能性があります。追加した FIT モジュールがサポートしているデバイスを確認してください。

(3) Q：プロジェクトに FIT モジュールを追加し、プロジェクトをビルドしました。構成の設定が誤っている場合に対応するエラーが発生しました。

A：「r_lpt_rx_config.h」ファイル内の設定が誤っている可能性があります。「r_lpt_rx_config.h」ファイルを確認してください。誤った設定が存在している場合、その設定にとって正しい値を設定してください。詳細については、「2.7 コンパイル時の設定」を参照してください。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2016.3.1	—	初版発行
1.10	2016.7.1	all	RX130、RX230、RX231 に対応
		all	IWDT 専用オンチップオシレータを選択した場合の LPT の周期の精度を改善
		10	周期の精度改善に伴い、ローパワータイマクロックソースに IWDT 専用オンチップオシレータを選択した場合の LPT の周期の範囲を変更
		10	Special Notes に LPT の周期に設定した時間についての注意事項を追加
1.11	2016.10.1	all	R_LPT_Control 関数のコマンドに LPT カウンタリセット(LPT_CMD_COUNT_RESET)を追加
		8,14	戻り値に「LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET」を追加
		プログラム	R_LPT_Control 関数のコマンドに LPT カウンタリセット(LPT_CMD_COUNT_RESET)を追加
		プログラム	戻り値に「LPT_ERR_CONDITION_NOT_MET」を追加
1.20	2017.10.1	all	RX130-512KB に対応
		1	関連アプリケーションノートに以下のアプリケーションノートを追加: Renesas e^2 studio スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド(R20AN0451)
		3,7	1.2 章の「必要メモリサイズ」を 2.7 章に移動
		8	2.14 FIT モジュールの追加方法: 変更
		18,19	5.1 動作確認環境追加
		19	5.2 トラブルシューティング追加
1.21	2017.10.31	18	「5. デモプロジェクト」を追加
		20	「6.1 動作確認環境」 : Rev.1.21 に対応する表を追加
		22	「6.2 トラブルシューティング」 : 質問を 2 つ追加
1.22	2018.11.16	—	XML 内にドキュメント番号を追加。
		8	「2.11 FIT モジュールをプロジェクトに追加する方法」を更新
		9	「2.12 for 文、while 文、do while 文について」を追加
		21	Rev.1.22 に対応する表を追加
1.23	2019.4.1	—	機能関連 Smart Configurator での GUI によるコンフィグオプション設定機能に対応 ■内容 GUI によるコンフィグオプション設定機能に対応するため、設定ファイルを追加。
		3	「1.3 API の概要」を移動
		6	「2.4 使用する割り込みベクタ」を追加
		7	「2.8 コードサイズ」を変更

		8	「2.9 引数」を変更 「コールバック関数」を削除

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.23	2019.4.1	9	「2.12 for 文、while 文、do while 文について」を変更
		16	「R_LPT_GetVersion()」を変更
		21	「6.1 動作確認環境」 Rev.1.23 に対応する表を追加
2.00	2020.6.10	–	RX23W に対応 API 関数のコメントを Doxygen スタイルに変更 以下のコンパイラに対応 ・GCC for Renesas RX ・IAR C/C++ Compiler for Renesas RX
		1	「対象コンパイラ」を追加
		1	「関連ドキュメント」に以下のドキュメントを削除 Firmware Integration Technology ユーザーズマニュアル (R01AN1833) e^2 studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723) CS+に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1826) Renesas e^2 studio スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド(R20AN0451)
		8	「2.8 コードサイズ」を変更
		10	「2.11 FIT モジュールの追加方法」を変更
		11	「WAIT_LOOP」を記述している対象デバイスを削除
		12-17	API 説明ページの「Reentrant」項目を削除
		20	「5.1 lpt_demo_rskrx231」を変更 「5.2 lpt_demo_rskrx113」を変更
		22	「6.1 動作確認環境」 Rev.2.00 に対応する表を追加
2.01	2020.11.30	–	開発環境のバージョンアップに伴い、サンプルコードのプロジェクトを更新。
3.00	Jul.31.21	–	RX140 に対応 R_LPT_InitChan、R_LPT_SetCMT、R_LPT_FinalChan、R_LPT_InitPWM 関数の追加 R_LPT_Control 関数のコマンドに PWM スタート/ストップ (LPT_CMD_PWM_START/ LPT_CMD_PWM_STOP)を追加

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、ノイズ幅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

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/

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。