

要旨

本アプリケーションノートでは、RZ/T1 の SSI 機能を使用し録音・再生するサンプルプログラムについて説明します。

SSI サンプルプログラムの特長を以下に示します。

- RSK RZ/T1 評価ボード上の WM8978 に対し、以下の SSI 通信を行います。
 - WM8978 の MIC 端子からの入力を受信します。
 - WM8978 の HP 端子へ、受信したデータを送り返します。
 - 5 秒間隔で、通信開始と通信停止を繰り返します。
 - SSI の通信設定は「16bit, 44.1kHz, ステレオ, I2S フォーマット」です。
- サンプルプログラムの動作状態を SCIFA2 に表示します。

対象デバイス

RZ/T1

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	4
2.	動作環境	6
3.	関連アプリケーションノート	7
4.	周辺機能説明	8
5.	ハードウェア説明	9
5.1	ハードウェア構成例	9
5.2	使用端子一覧	10
6.	ソフトウェア説明	11
6.1	動作概要	11
6.1.1	プロジェクト設定	12
6.1.2	使用準備	12
6.2	メモリマップ	14
6.2.1	サンプルプログラムのセクション配置	14
6.2.2	MPU の設定	14
6.2.3	例外処理ベクタテーブル	14
6.3	使用割り込み一覧	14
6.4	固定幅整数一覧	14
6.5	定数／エラーコード一覧	15
6.6	構造体／共用体／列挙型一覧	15
6.7	大域変数一覧	16
6.8	関数一覧	17
6.9	関数仕様	18
6.9.1	R_SSI_Open	18
6.9.2	R_SSI_Close	19
6.9.3	R_SSI_Start	19
6.9.4	R_SSI_Stop	20
6.9.5	R_SSI_GetVersion	20
6.9.6	ssi_rxf_isr	21
6.9.7	ssi_txe_isr	21
6.9.8	ssi_err_isr	22
6.9.9	ssi_set_pin	23
6.9.10	ssi_calc_ckdv	24
6.9.11	main	24
6.9.12	uart_init	25
6.9.13	uart_putc	25
6.9.14	uart_getc	26
6.9.15	uart_puts	26
6.9.16	cmtw_delay	27
6.10	フローチャート	28
6.10.1	メイン処理	28

7.	サンプルコード.....	29
8.	参考ドキュメント	30

1. 仕様

表 1.1 に使用する周辺機能と用途を、図 1.1 にサンプルコード実行時の動作環境を示します。

表 1.1 使用する周辺機能と用途

周辺機能	用途
RZ/T1内蔵シリアルサウンドインタフェース (SSI)	RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978とのSSI通信 PCMデータ送受信に使用
RZ/T1内蔵シリアルペリフェラルインタフェース (RSPIa)	RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978とのRSPI通信 WM8978の動作モード設定にRSPI1を使用
RZ/T1内蔵割り込みコントローラ (ICUA)	SSIドライバの転送完了待ちに以下の割り込み要因を使用 SSI受信データフル割り込み (ID : 127) SSI送信データエンプティ割り込み (ID : 128)
RZ/T1内蔵FIFO内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIFA)	デバッグメッセージの表示にSCI2を使用
RZ/T1内蔵コンペアマッチタイマ (CMT)	サンプルプログラム内の時限待ちポーリング処理 RSPIサンプル関数内で1チャンネル使用
RZ/T1内蔵コンペアマッチタイマW (CMTW)	サンプルプログラム内の時限待ちポーリング処理 SSIサンプル関数内で1チャンネル使用 (チャンネルは選択可能)
RZ/T1内蔵低消費電力低減機能	サンプルプログラムで使用する以下のモジュールへのクロック供給制御 SSI, RSPIa, SCIFA, CMT, CMTW
RZ/T1内蔵I/Oポート RZ/T1内蔵マルチファンクションピンコントローラ (MPC)	サンプルプログラムで使用する以下のモジュールに関連する端子の設定 SSI, RSPIa, SCIFA
RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978	PCMデータのA/D, D/A変換
RSK RZ/T1評価ボード搭載R78/G1C-S	SCIF通信をUSBシリアル通信に変換

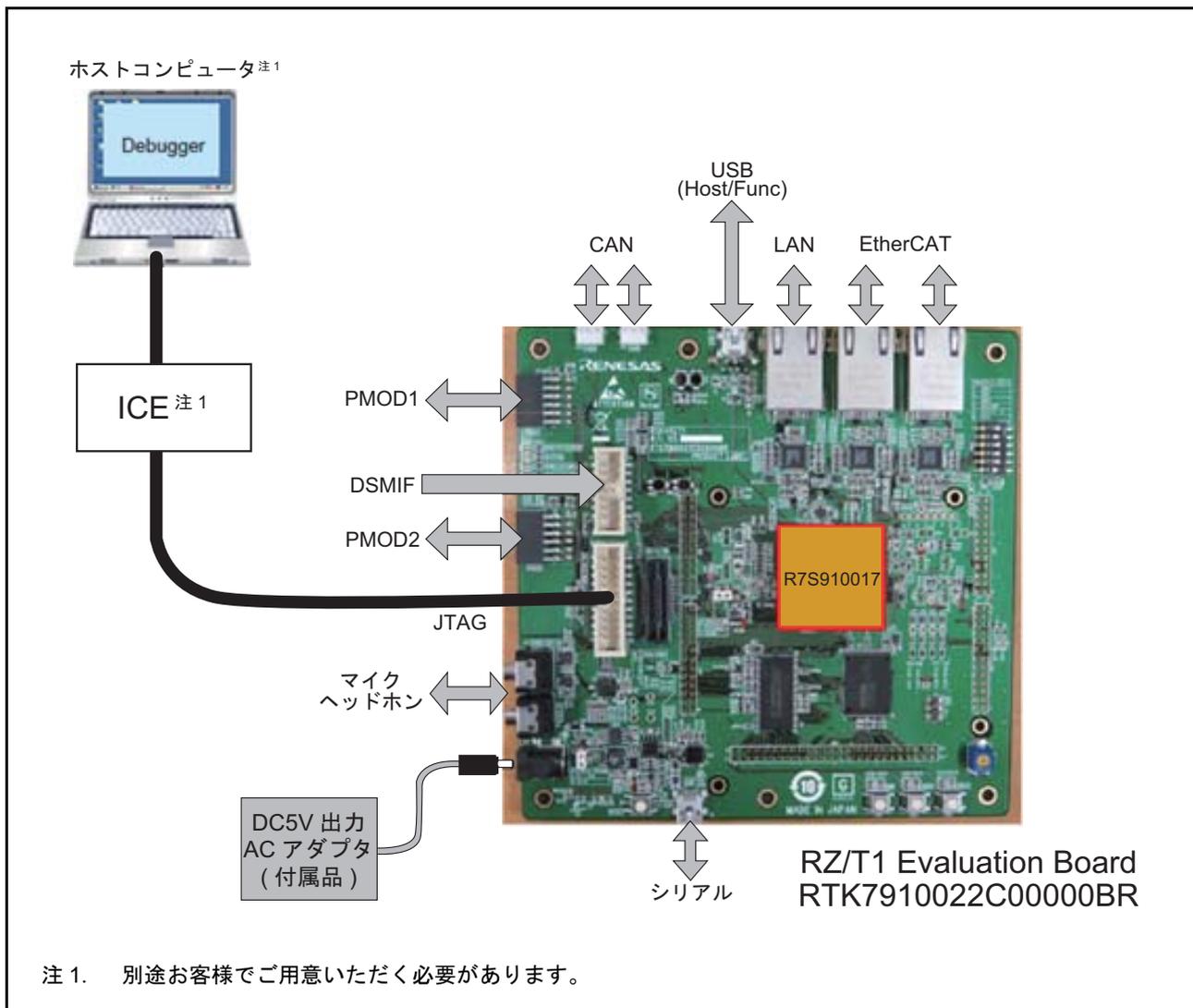


図 1.1 動作環境

2. 動作環境

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の環境を想定しています。

表2.1 動作環境

項目	内容
使用マイコン	RZ/T1グループ
動作周波数	CPUCLK = 450MHz
動作電圧	3.3V
統合開発環境	IARシステムズ製 Embedded Workbench® for Arm Version 8.20.2 Arm製 DS-5™ 5.26.2 RENESAS製 e2studio 6.1.0
動作モード	SPIブートモード 16ビットバスブートモード
使用ボード	RZ/T1 Evaluation Board (RTK7910022C00000BR)
使用デバイス (ボード上で使用する機能)	<ul style="list-style-type: none">• NORフラッシュメモリ (CS0、CS1空間に接続) メーカー名: Macronix International Co., 型名: MX29GL512FLT2I-10Q• SDRAM (CS2、CS3空間に接続) メーカー名: Integrated Silicon Solution Inc、型名: IS42S16320D-7TL• シリアルフラッシュメモリ メーカー名: Macronix International Co., 型名: MX25L51245G• オーディオCODEC メーカー名: Wolfson、型名: WM8978GEFLV• USB-Serialコントローラ メーカー名: Renesas Electronics Co., 型名: R78/G1C-S

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。

- RZ/T1 グループ 初期設定 アプリケーションノート (R01AN2554JJ)
- RZ/T1 グループ RSPI サンプルプログラム アプリケーションノート (R01AN2601JJ)

注. 本アプリケーションノートで記載しないレジスタに関しては、RZ/T1 グループ 初期設定 アプリケーションノートで設定した値のまま使用します。

4. 周辺機能説明

動作モード、シリアルサウンドインタフェース (SSI)、シリアルペリフェラルインタフェース (RSPIa)、割り込みコントローラ (ICUA)、FIFO 内蔵シリアルコミュニケーションインタフェース (SCIFA)、コンペアマッチタイマ (CMT)、コンペアマッチタイマ W (CMTW)、低消費電力低減機能、I/O ポート、マルチファンクションピンコントローラ (MPC) についての基本的な内容は、『RZ/T1 グループ・ユーザーズマニュアルハードウェア編』に記載しています。

5. ハードウェア説明

5.1 ハードウェア構成例

図 5.1 にハードウェア構成例を示します。

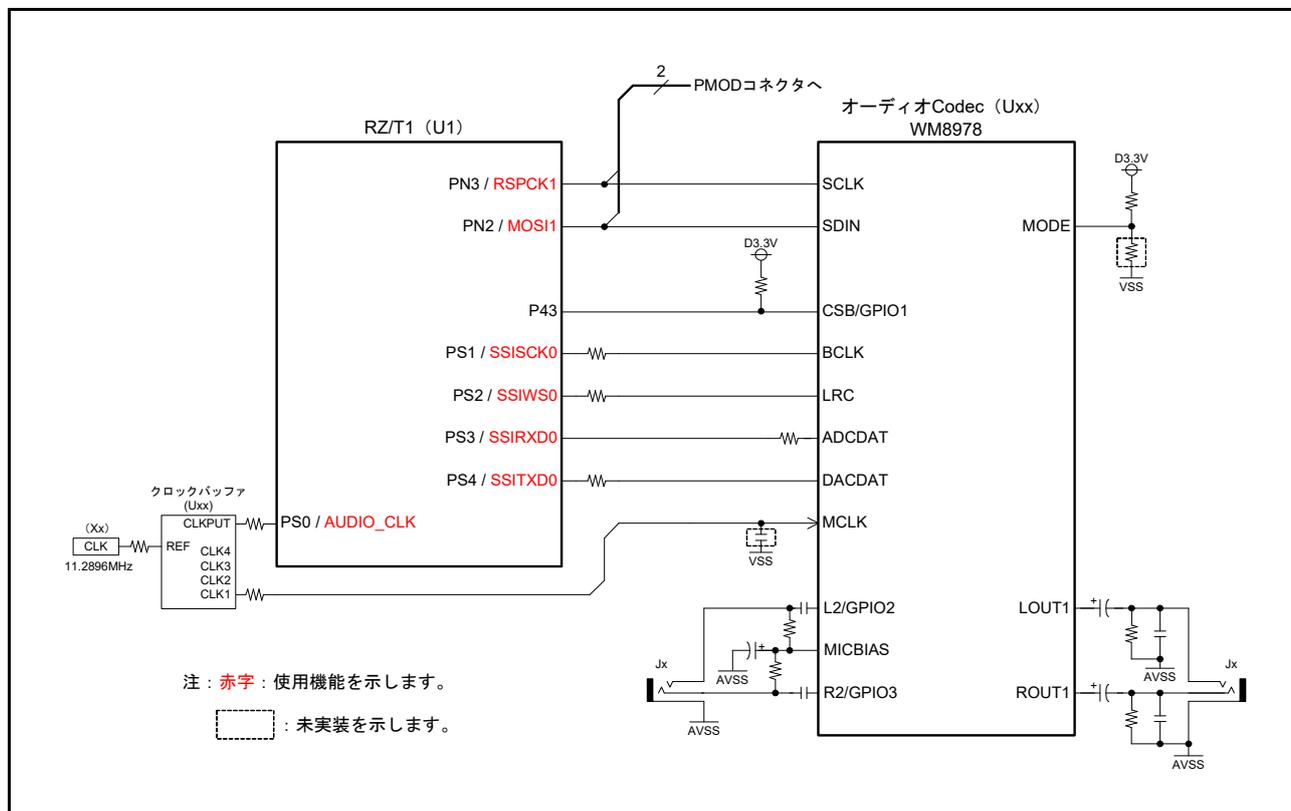


図 5.1 ハードウェア構成例

5.2 使用端子一覧

表 5.1 に使用端子と機能を示します。

表 5.1 使用端子と機能

端子名	入出力	用途
PS0/AUDIO_CLK	入力	「RSK RZ/T1評価ボード搭載オシレータ」から、「RZ/T1内蔵SSI」へのオーディオ用マスタクロック入力 (11.2896MHz)
PS1/SSISCK0	入出力	「RZ/T1内蔵SSI」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのシリアルビットクロック入出力 (サンプルプログラムでは出力として使用)
PS2/SSIWS0	入出力	「RZ/T1内蔵SSI」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのワードセレクト (LRクロック) 入出力 (サンプルプログラムでは出力として使用)
PS3/SSIRXD0	入力	「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」から、「RZ/T1内蔵SSI」へのシリアルオーディオデータ入力
PS4/SSITXD0	出力	「RZ/T1内蔵SSI」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのシリアルオーディオデータ出力
PN3/RSPCK1	入出力	「RZ/T1内蔵RSPIa」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのRSPIクロック入出力 (サンプルプログラムでは出力として使用)
PN2/MOSI1	入出力	「RZ/T1内蔵RSPIa」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのマスタ送出データ入出力 (サンプルプログラムではWM8978制御用コマンドの出力として使用)
P43	出力	「RZ/T1内蔵I/Oポート」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載WM8978」へのRSPIスレーブセレクト信号出力 (RSPI1のSSL1x端子はPMODインタフェースに接続され、WM8978に接続されていないのでI/OポートでRSPI通信のSSL信号を制御)
P91/TXD2	出力	「RZ/T1内蔵SCIFA」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載R78/G1C-S」へのSCIFデータ出力
P92/RXD2	入力	「RZ/T1内蔵SCIFA」から、「RSK RZ/T1評価ボード搭載R78/G1C-S」へのSCIFデータ入力

注. この他に、RZ/T1初期化時に使用する端子が存在します。詳細については『RZ/T1グループ 初期設定 アプリケーションノート』を参照してください。

6. ソフトウェア説明

6.1 動作概要

SSI サンプルプログラムの機能概要を表 6.1 動作概要に示します。また、図 6.1 にシステムブロック図を示します。

表6.1 動作概要

機能	概要
SSIの初期化	SSIドライバ初期化関数を実行
WM8978の初期化	以下の設定でWM8978を初期化 Audio interface Data Format : I2S Word length : 16bit Sample rate : 44.1kHz input PGA volume : 0dB headphone output volume : 0dB
SCIFAの初期化	以下の設定でSCIFA2を初期化 同期モード : 調歩同期式 速度 : 115200bps キャラクタ長 : 8ビット パリティ : なし ストップ : 1ビット フロー制御 : なし また、SCIFA2の端子を設定 <ul style="list-style-type: none"> • TXD2 (P91 : 出力) • RXD2 (P92 : 入力)
コンペアマッチタイマ (CMTW) の初期化	サンプルプログラム内のウェイト時間計測用に初期化
SCIFA文字出力	SCIFA2に1文字出力関数を実装
SSI動作/停止サンプル	SSISCK出力がAUDIO_CLK端子への入力クロック (11.2896MHz) と等倍になる以下のパラメータ設定でサンプルプログラムを動作 <ul style="list-style-type: none"> • サンプリング周波数44.1kHz • システムワード長128bit • データワード長32bit

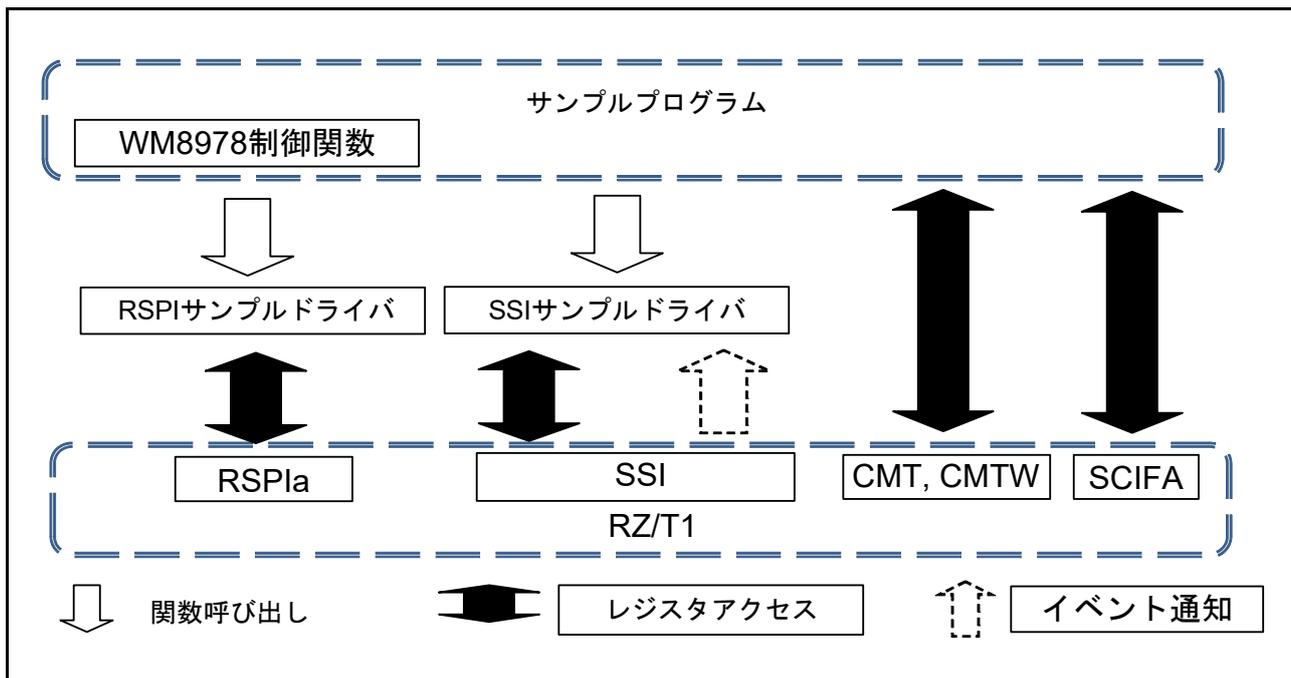


図 6.1 システムブロック図

6.1.1 プロジェクト設定

開発環境となる EWARM 上で使用されるプロジェクト設定については、RZ/T1 グループ 初期設定 アプリケーションノートに記載しています。

6.1.2 使用準備

本サンプルプログラムの実行準備を説明します。

(1) ホスト PC にてターミナルソフトを起動し、次のように設定します。(Tera Term の場合)

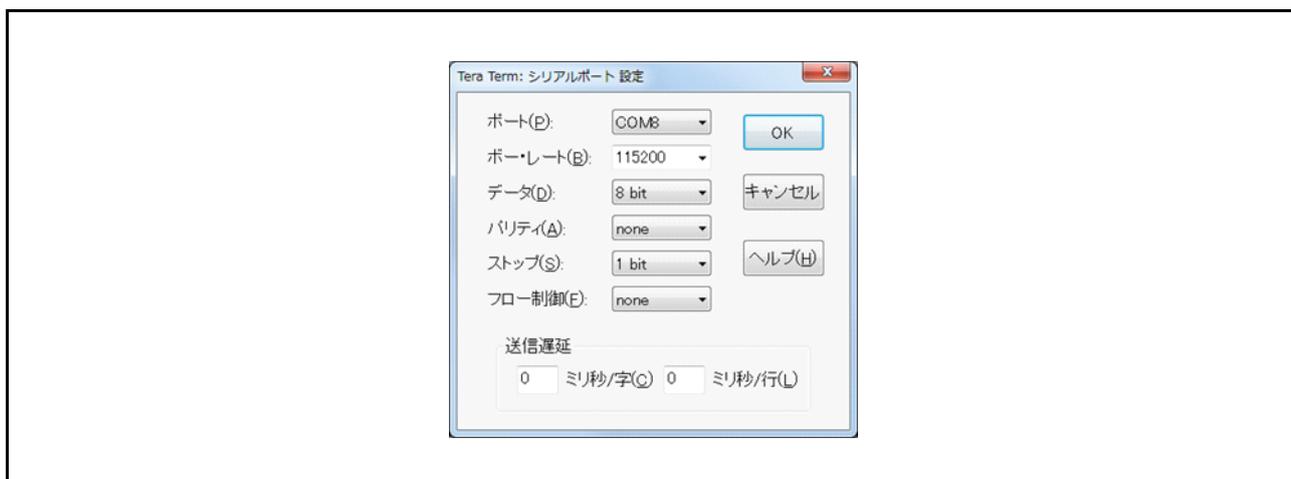


図 6.2 シリアルポートの設定

6.2 メモリマップ

RZ/T1グループのアドレス空間とRZ/T1評価ボードのメモリマッピングについては、RZ/T1グループ初期設定アプリケーションノートに記載しています。

6.2.1 サンプルプログラムのセクション配置

サンプルプログラムで使用するセクションおよびサンプルプログラムの初期状態のセクション配置（ロードビュー）、スキップロード機能を使用後のセクション配置（実行ビュー）は、RZ/T1グループ初期設定アプリケーションノートに記載しています。

6.2.2 MPUの設定

MPUの設定は、RZ/T1グループ初期設定アプリケーションノートに記載しています。

6.2.3 例外処理ベクタテーブル

例外処理ベクタテーブルについては、RZ/T1グループ初期設定アプリケーションノートに記載しています。

6.3 使用割り込み一覧

表 6.2 にサンプルコードで使用する割り込みを示します。

表6.2 サンプルコードで使用する割り込み

割り込み（要因ID）	優先度	処理概要
RSPI Unit1送信バッファエンプティ（85）	7	WM8978コマンド送信完了待ち
SSI受信データフル（127）	7	録音PCMデータの転送処理
SSI送信データエンプティ（128）	7	再生PCMデータの転送処理
SSIEラー（266）	7	SSIEラー発生検出

6.4 固定幅整数一覧

表 6.3 にサンプルコードで使用する固定幅整数を示します。

表6.3 サンプルコードで使用する固定幅整数

シンボル	内容
int8_t	8ビット整数、符号あり（標準ライブラリにて定義）
int16_t	16ビット整数、符号あり（標準ライブラリにて定義）
int32_t	32ビット整数、符号あり（標準ライブラリにて定義）
int64_t	64ビット整数、符号あり（標準ライブラリにて定義）
uint8_t	8ビット整数、符号なし（標準ライブラリにて定義）
uint16_t	16ビット整数、符号なし（標準ライブラリにて定義）
uint32_t	32ビット整数、符号なし（標準ライブラリにて定義）
uint64_t	64ビット整数、符号なし（標準ライブラリにて定義）

6.5 定数／エラーコード一覧

表 6.4 にサンプルコードで使用する定数、表 6.5 にサンプルコードのエラーコードを示します。

表6.4 サンプルコードで使用する定数

定数名	設定値	内容
SSI_STS_CLOSE	(0x00000000u)	ドライバ・ステータス：未オープン
SSI_STS_IDLE	(0x00000001u)	ドライバ・ステータス：転送停止中
SSI_STS_TRANS	(0x00000002u)	ドライバ・ステータス：転送動作中
SSI_BUF_PAGE_NUM	(2u)	SSIデータバッファ・ページ数
SSI_BUF_PAGE_DWSZ	(3528u)	SSIデータバッファ・ページサイズ (単位：4バイト)
SSI_SSICR_INIVAL	(0x000BC000u)	SSICRレジスタ初期値 <ul style="list-style-type: none"> • I2Sフォーマット • データワード長16bit • システムワード長32bit CKDVフィールドは初期値設定後にssi_calc_ckdv()の計算値で上書き SSICRレジスタについては、『RZ/T1グループ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。
SSI_SSIFCR_INIVAL	(0x80000000u)	SSIFCRレジスタ初期値 <ul style="list-style-type: none"> • マスタモード SSIFCRレジスタについては、『RZ/T1グループ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。
SSI_SSITDMR_INIVAL	(0x00000000u)	SSITDMRレジスタ初期値 <ul style="list-style-type: none"> • WSコンティニュー無効 SSITDMRレジスタについては、『RZ/T1グループ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。
SSI_AUDIO_CLK	(11289600u)	オーディオ入力クロック (Hz)
SSI_SAMPLE_FREQ	(44100u)	サンプリング周波数 (Hz)
SSI_ERR_MSGFN	uart_puts	エラーメッセージ出力関数のポインタ
CMTW_CH	(0)	サンプルプログラム時間待ち処理のタイマ 指定番号のCMTWチャンネルを使用
SERICKL	(1)	サンプルプログラムのメッセージ出力用SCIFへの入力クロックを決定するSCKCRレジスタのSERICKビットへの設定値 0：150MHz, 1：120MHz

表6.5 サンプルコードのエラーコード

定数名	設定値	内容
SSI_OK	0	正常終了
SSI_ER_CLOSED	-1	非オープン時に関数を呼び出し
SSI_ER_OPENED	-2	オープン中に実行できない関数を呼び出し
SSI_ER_RUNNING	-3	転送動作中に実行できない関数を呼び出し
SSI_ER_STOPPED	-4	転送停止状態で実行できない関数を呼び出し

6.6 構造体／共用体／列挙型一覧

サンプルコードが定義する構造体／共用体／列挙型はありません。

6.7 大域変数一覧

表 6.6 に大域変数一覧を示します。

表 6.6 大域変数一覧

型	変数名	内容	使用関数
static uint32_t	gb_ssi_sts	SSI ドライバ・ステータス	R_SSI_Open() R_SSI_Close() R_SSI_Start() R_SSI_Stop()
static uint32_t	gb_ssi_buf[]	SSI リングバッファ サイズは「SSI_BUF_PAGE_NUM * SSI_BUF_PAGE_DWSZ」	R_SSI_Start() ssi_rxf_isr() ssi_txe_isr()
static ssi_ringbuf_t	gb_ssi_buf_ctl	リングバッファ制御	R_SSI_Start() ssi_rxf_isr() ssi_txe_isr()

6.8 関数一覧

表 6.7 に本文書で定義する関数の一覧を示します。

表 6.7 関数一覧

関数名	ページ番号
R_SSI_Open	18
R_SSI_Close	19
R_SSI_Start	19
R_SSI_Stop	20
R_SSI_GetVersion	20
ssi_rxf_isr	21
ssi_txe_isr	21
ssi_err_isr	22
ssi_set_pin	23
ssi_calc_ckdv	24
main	24
uart_init	25
uart_putc	25
uart_getc	26
uart_puts	26
cmtw_delay	27

表 6.8 にサンプルプログラムで参照する関連アプリケーションノートで定義された関数の一覧を示します。

表 6.8 外部参照関数一覧

関数名	内容
wm8978_init	WM8978の電源ONと初期化に使用 以下の設定を行う <ul style="list-style-type: none"> Audio interface Data Format : I2S Word length : 16bit Sample rate : 44.1kHz 詳細は、『RZ/T1 RSPI ドライバサンプル・アプリケーションノート』を参照してください。
wm8978_output_volume_set	WM8978のヘッドホンボリューム設定に使用 以下の設定を行う <ul style="list-style-type: none"> headphone output volume : 0dB 詳細は、『RZ/T1 RSPI ドライバサンプル・アプリケーションノート』を参照してください。
wm8978_input_volume_set	WM8978のマイクボリューム設定に使用 以下の設定を行う <ul style="list-style-type: none"> input PGA volume : 0dB 詳細は、『RZ/T1 RSPI ドライバサンプル・アプリケーションノート』を参照してください。
wm8978_shutdown	WM8978の電源OFFに使用 詳細は、『RZ/T1 RSPI ドライバサンプル・アプリケーションノート』を参照してください。

6.9 関数仕様

サンプルコードの関数仕様を示します。

6.9.1 R_SSI_Open

R_SSI_Open

概要	SSI ドライバ初期化
ヘッダ	r_ssi_rzt1_if.h
宣言	int32_t R_SSI_Open(void);
説明	SSI ドライバの初期化処理として、以下の処理を行います。

- 消費電力軽減機能の設定
 - SSI モジュールへのクロック供給開始
- I/O ポート、MPC の設定
 - SSI の端子を設定 (ssi_set_pin)
- SSI の設定
 - オーディオフォーマットの設定
 - クロック計算 (ssi_calc_ckdv)
- ICUA の設定
 - 割り込みイネーブルレジスタに、SSI 受信データフル割り込み許可を設定
 - 割り込みイネーブルレジスタに、SSI 送信データエンプティ割り込み許可を設定
 - 割り込みイネーブルレジスタに、SSI エラー割り込み許可を設定
 - SSI 受信データフルと SSI 送信データエンプティの割り込みアドレス格納レジスタに、割り込みハンドラ (ssi_rxf_isr, ssi_txe_isr) を登録
 - SSI エラーの割り込みアドレス格納レジスタに、割り込みハンドラ (ssi_err_isr) を登録
 - 割り込み優先度レジスタに、割り込み優先度を設定

引数	なし
リターン値	SSI_OK : 正常終了 SSI_ER_OPENED : Open 中に呼び出し

補足 ドライバ初期化後の SSI の動作モードは以下になります。

- I2S フォーマット
- システムワード長 32bit
- データワード長 16bit
- SSI マスタモード
- WS コンティニュー無効

SSI へのレジスタ設定値については、「6.5 定数/エラーコード一覧」を参照してください。

6.9.2 R_SSI_Close

R_SSI_Close

概要	SSI ドライバ停止
ヘッダ	r_ssi_rzt1_if.h
宣言	int32_t R_SSI_Close(void);
説明	SSI ドライバの停止処理として、以下の処理を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • ICUA の設定 <ul style="list-style-type: none"> - 割り込みイネーブルレジスタに、SSI 受信データフル割り込み禁止を設定 - 割り込みイネーブルレジスタに、SSI 送信データエンプティ割り込み禁止を設定 • 消費電力軽減機能の設定 <ul style="list-style-type: none"> - SSI モジュールへのクロック供給停止
引数	なし
リターン値	SSI_OK : 正常終了 SSI_ER_CLOSED : 非オープン時に呼び出し SSI_ER_RUNNING : 転送動作中に呼び出し
補足	I/O ポート、MPC、SSI に対しては停止処理で設定を行いません。 本関数は転送停止中のみ実行可能です。

6.9.3 R_SSI_Start

R_SSI_Start

概要	SSI ドライバ転送開始
ヘッダ	r_ssi_rzt1_if.h
宣言	int32_t R_SSI_Start(void);
説明	SSI ドライバの転送開始処理として、以下を行います。 <ul style="list-style-type: none"> • SSI の送信 FIFO と受信 FIFO をリセット • SSI データバッファを初期化 <ul style="list-style-type: none"> - 送信データポインタをページ 0 先頭に設定 - 受信データポインタをページ 1 先頭に設定 - ページ 0 をゼロクリア • 送信 FIFO に送信データポインタから FIFO サイズ分のデータを書き込み • SSI の各種割り込み許可 • SSI に対し、送信許可と受信許可を同時に設定（ここで転送開始）
引数	なし
リターン値	SSI_OK : 正常終了 SSI_ER_CLOSED : 非オープン時に呼び出し SSI_ER_RUNNING : 転送動作中に呼び出し

6.9.4 R_SSI_Stop

R_SSI_Stop

概 要	SSI ドライバ転送停止	
ヘッダ	r_ssi_rzt1_if.h	
宣 言	int32_t R_SSI_Stop(void);	
説 明	SSI ドライバの転送停止処理として、以下を行います。	
	<ul style="list-style-type: none"> • SSI の各種割り込み禁止（ハンドラからの送信データ追加を停止） • SSI の転送停止処理（送信 FIFO エンプティ待ち、送信サイズの 64bit 倍数補正） • SSI に対し、送信禁止と受信禁止を同時に設定（ここで転送停止） • SSI の IDLE 待ち 	
引 数	なし	
リターン値	SSI_OK	: 正常終了
	SSI_ER_CLOSED	: 非オープン時に呼び出し
	SSI_ER_STOPPED	: 転送停止中に呼び出し

6.9.5 R_SSI_GetVersion

R_SSI_GetVersion

概 要	SSI ドライバ・バージョン取得	
ヘッダ	r_ssi_rzt1_if.h	
宣 言	uint32_t R_SSI_GetVersion(void);	
説 明	SSI ドライバのバージョンを返します。	
引 数	なし	
リターン値	SSI ドライバのバージョン	: 31-16 ビット メジャーバージョン : 15-0 ビット マイナーバージョン
補足	初版では 1.0 を返します。	

6.9.6 ssi_rxf_isr

ssi_rxf_isr

概 要	SSI 受信データフル割り込みハンドラ
ヘッダ	—
宣 言	void ssi_rxf_isr(void);
説 明	以下の割り込みで使用する割り込みハンドラです。

- SSI 受信データフル割り込み

以下の受信処理を行います

- 受信 FIFO のデータカウントを取得
- 受信 FIFO のデータカウントだけ受信データレジスタから読み出し
- リングバッファのポインタを更新

引 数	なし
リターン値	なし

6.9.7 ssi_txe_isr

ssi_txe_isr

概 要	SSI 送信データエンプティ割り込みハンドラ
ヘッダ	—
宣 言	void ssi_txe_isr(void);
説 明	以下の割り込みで使用する割り込みハンドラです。

- SSI 送信データエンプティ割り込み

以下の送信継続処理を行います

- 送信 FIFO の空きカウントを取得
- 送信 FIFO の空きカウントだけリングバッファからデータを追加
- リングバッファのポインタを更新

引 数	なし
リターン値	なし

6.9.8 ssi_err_isr

ssi_err_isr

概要 SSI ドライバエラー割り込みハンドラ
ヘッダ —
宣言 void ssi_err_isr(void);
説明 以下のエラー発生を検出する割り込みハンドラです。

- SSI 送信アンダフロー割り込み
- SSI 送信オーバフロー割り込み
- SSI 受信アンダフロー割り込み
- SSI 受信オーバフロー割り込み

エラー発生メッセージを表示します (SSISR, SSIFSR レジスタ値を表示)。

引数 なし
リターン値 なし

補足 エラーメッセージの表示は、「SSI_ERR_MSGFN」マクロに指定された関数で行います。

エラーが発生した場合、SSI の転送は停止します。

エラー発生後に転送を再開するには、一度 R_SSI_Stop() を実行してドライバの内部状態をクリアしてから、R_SSI_Start() を実行してください。

6.9.9 ssi_set_pin

ssi_set_pin

概要	SSI ドライバ端子設定
ヘッダ	—
宣言	void ssi_set_pin(void);
説明	SSI サンプルドライバが使用する以下の端子を設定します。

- AUDIO_CLK
- SSISCK0
- SSIWS0
- SSIRXD0
- SSITXD0

本関数は SSI サンプルドライバが R_SSI_Open() 内でコールします。

引数	なし
リターン値	なし

補足 RZ/T1 には、SSI の機能を設定できる端子が各 2 つあり、ボード実装依存であるため、カスタマイズしやすいように別関数にしています。

SSI サンプルドライバの実装では、SSI 機能を以下の端子に割り当てます。

- AUDIO_CLK : PS0、入力
- SSISCK0 : PS1、入出力
- SSIWS0 : PS2、入出力
- SSIRXD0 : PS3、入力
- SSITXD0 : PS4、出力

端子設定に使用する I/O ポートとマルチファンクションピンコントローラ (MPC) については、『RZ/T1 グループ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。

6.9.10 ssi_calc_ckdv

ssi_calc_ckdv

概要	SSI ドライバ・シリアルビットクロック分周比計算
ヘッダ	—
宣言	uint32_t ssi_calc_ckdv(void);
説明	マスタクロックに対するシリアルビットクロックの分周比を計算し、SSICR レジスタの CKDV フィールドに設定する値をリターンします。

本関数は SSI サンプルドライバが R_SSI_Open() 内でコールします。

引数	なし
リターン値	0x00 ~ 0xC : SSICR レジスタ CKDV フィールド値
補足	シリアルビットクロックの分周比は、RZ/T1 に入力するオーディオ用マスタクロック (MCLK) やオーディオ転送フォーマット設定などに依存するため、カスタマイズしやすいように別関数にしています。

SSI サンプルドライバの実装では、以下の条件でクロック分周比を計算し、リターン値として「2(MCLK/4)」を返します。

- マスタクロック : 11.2896MHz
- オーディオ転送フォーマット : I2S
- サンプリング周波数 : 44.1kHz
- システムワード : 32bit

SSICR レジスタの CKDV フィールドについては『RZ/T1 グループ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。

6.9.11 main

main

概要	サンプルプログラム main
ヘッダ	—
宣言	int32_t main(void);
説明	サンプルプログラムの本体です。

詳細は「6.10.1 メイン処理」のフローチャートを参照してください。

引数	なし
リターン値	0 : サンプル動作終了

6.9.12 uart_init

uart_init

概要	シリアルポート初期化
ヘッダ	ssi_sample.h
宣言	void uart_init(void);
説明	デバッグメッセージ用にシリアルポートを初期化します。
引数	なし
リターン値	なし
補足	SSI サンプルドライバの実装は以下のとおりです。

SCIFA 初期化設定

- チャンネル : SCI2
- 同期モード : 調歩同期式
- 速度 : 115200bps
- キャラクタ長 : 8 ビット
- パリティ : なし
- ストップ : 1 ビット
- フロー制御 : なし

SCIFA 端子設定

- TXD2 (P91 : 出力)
- RXD2 (P92 : 入力)

6.9.13 uart_putc

uart_putc

概要	シリアルポート 1 文字出力
ヘッダ	ssi_sample.h
宣言	void uart_putc(uint8_t cha);
説明	シリアルポートへ 1 文字出力します。

出力バッファが空でない場合、出力バッファが空になるまで関数内でビジーループします。

引数	uint8_t cha	出力文字
リターン値	なし	

6.9.14 uart_getc

uart_getc

概 要	シリアルポート 1 文字入力
ヘッダ	ssi_sample.h
宣 言	int32_t uart_getc(void);
説 明	シリアルポートから 1 文字入力します。

入力文字がない場合、入力が発生するまで関数内でビジーループします。

引 数	なし	
リターン値	0 ~ 255	: 入力文字
	-1	: リードエラー

6.9.15 uart_puts

uart_puts

概 要	シリアルポート文字列出力
ヘッダ	ssi_sample.h
宣 言	int32_t uart_puts(const uint8_t *p_str);
説 明	シリアルポートに文字列を出力します。

文字列の先頭から “¥0” が見つかるまで、uart_putc() を使用して 1 文字送信を繰り返します。

引 数	const uint8_t *p_str	出力文字列 (¥0 で終端)
リターン値	0 以上の整数値	: 出力バイト数

6.9.16 cmtw_delay

cmtw_delay

概 要	時間待ち
ヘッダ	ssi_sample.h
宣 言	void cmtw_delay(uint32_t msec);
説 明	引数で指定した時間、関数内でビジーループを行います。 時間の計測にはコンペアマッチタイマ（CMTW）を使用し、以下の処理を行います。 <ul style="list-style-type: none">• CMTW へのクロック供給開始• カウンタレジスタを 0 クリア• コンスタントレジスタを 0xFFFFFFFF に初期化（フリーラン状態にする）• 引数の msec に対応する経過時間カウントを計算する• タイマをスタート• 経過時間カウントを超えるまでカウンタレジスタをビジーループでポーリング• タイマを停止• CMTW へのクロック供給停止
引 数	uint32_t msec 待ち時間（単位：msec）
リターン値	なし

6.10 フローチャート

6.10.1 メイン処理

図 6.3 にメイン処理のフローチャートを示します。

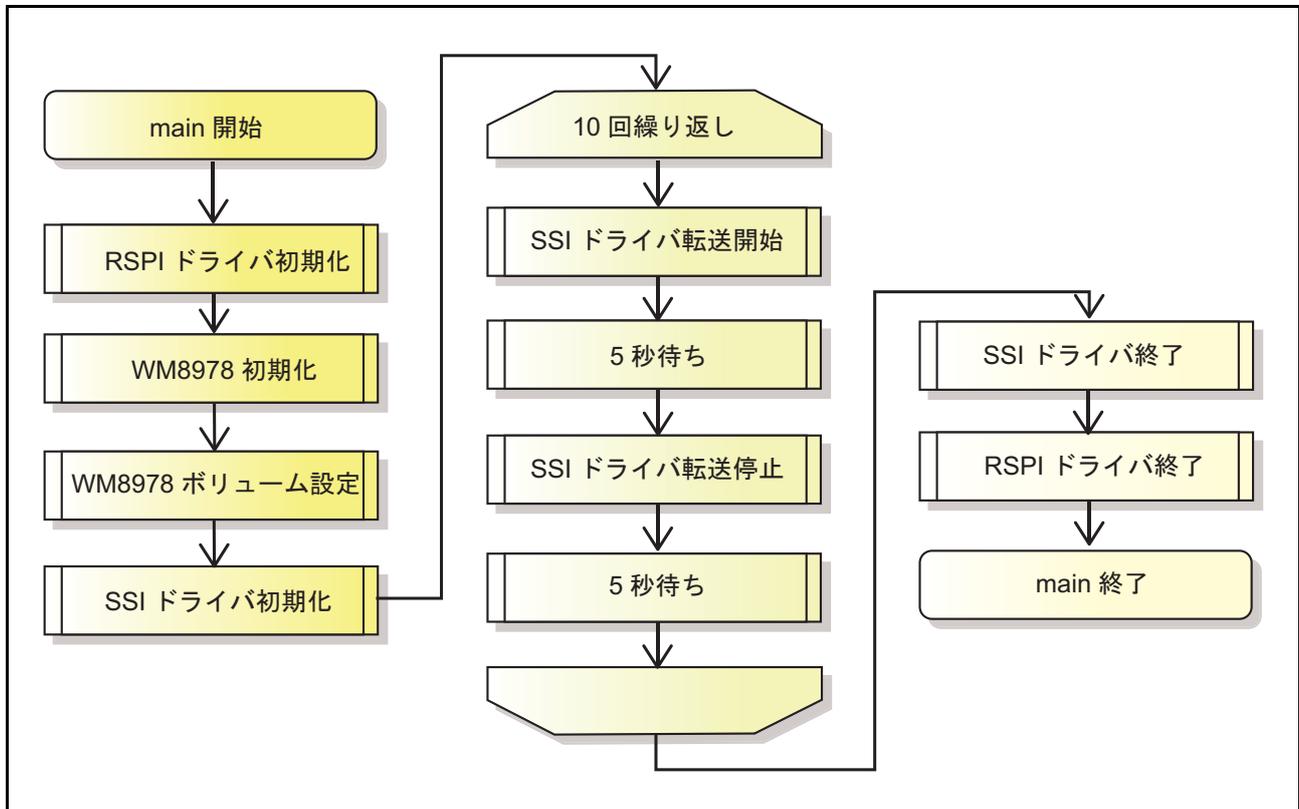


図 6.3 メイン処理

7. 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。

8. 参考ドキュメント

- ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RZ/T1 グループ ユーザーズマニュアルハードウェア編

(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。)

RZ/T1 Evaluation Board RTK7910022C00000BR ユーザーズマニュアル

(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。)

- ユーザーズマニュアル：開発環境

IAR 統合開発環境 (IAR Embedded Workbench® for Arm) に関しては、IAR ホームページから入手してください。

(最新版を IAR 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

SSIサンプルプログラム アプリケーションノート

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
0.10	2015.03.06	—	初版発行
1.00	2015.04.10	—	Web掲載に際しRevのみ変更
1.10	2015.07.06	2. 動作環境	
		6	表2.1 動作環境 統合開発環境 表記一部修正、追加
		6. ソフトウェア説明	
		14	6.2.4 説明文 参照を追加
		14	表6.2 タイトル、サイズを一部修正
		15	表6.3 追加
1.20	2015.12.03	2. 動作環境	
		6	表2.1 動作環境 統合開発環境 一部修正
		6. ソフトウェア説明	
		15	表6.4 追加
1.30	2017.04.05	2. 動作環境	
		6	表2.1 動作環境 統合開発環境の内容変更
		6. ソフトウェア説明	
		—	6.2.4 必要メモリサイズ 削除
1.40	2018.06.07	2. 動作環境	
		6	表2.1 動作環境 統合開発環境の内容変更
		8. 参考ドキュメント	
		30	IAR 統合開発環境名変更

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）がありません。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っていると、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。型名が異なる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、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)



ルネサスエレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

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

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレストシア）

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