

RL78/L23

RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システムサンプルコード

要旨

本書は RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システムのソフトウェアについて説明します。

動作確認デバイス

RL78/L23 (R7F100LPL3CFB)

目次

1. 概要	2
1.1 機能	2
2. 動作確認条件	3
3. ソフトウェア仕様	4
3.1 ソフトウェア構成図	4
3.2 使用する周辺機能と端子一覧	5
3.3 ファイル構成	8
3.4 オプション・バイトの設定一覧	9
3.5 定数一覧	10
3.6 列挙型一覧	11
3.7 グローバル変数一覧	11
3.8 関数一覧	11
3.9 処理フロー	12
4. 静電容量タッチ設定	13
4.1 タッチインタフェース構成	13
4.2 構成（メソッド）の設定	13
4.3 チューニング結果	14
4.4 感度調整方法について	15
5. サポート	16
改訂記録	17

1. 概要

本ソフトウェアは、RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システムで静電容量タッチ動作を確認するソフトウェアです。e² studio で作成したプロジェクトに以下を追加しています。

- スマート・コンフィグレータで生成したコンポーネント
- QE for Capacitive Touch（以下、QE）で生成した静電容量タッチの設定ファイルとアプリケーション
- LED 制御アプリケーション

1.1 機能

本ソフトウェアの機能を示します。

1. 電源投入して起動すると LED テストをします。始めに CPU ボードの LED1 と LED2 を点灯します。その後、電極ボードの LED をボタン、スライダ、ホイールの順に点灯と消灯をします。(図 1-1 参照)
2. 電極ボードの 3 つのボタン、ホイール、スライダを動作し、連動して LED を制御します。(図 1-2 参照) CPU ボードの押しボタンと連動した LED 制御をします。SW1 を押すと LED1 が点灯します。SW2 を押すと LED2 が点灯します。(図 1-2 参照)

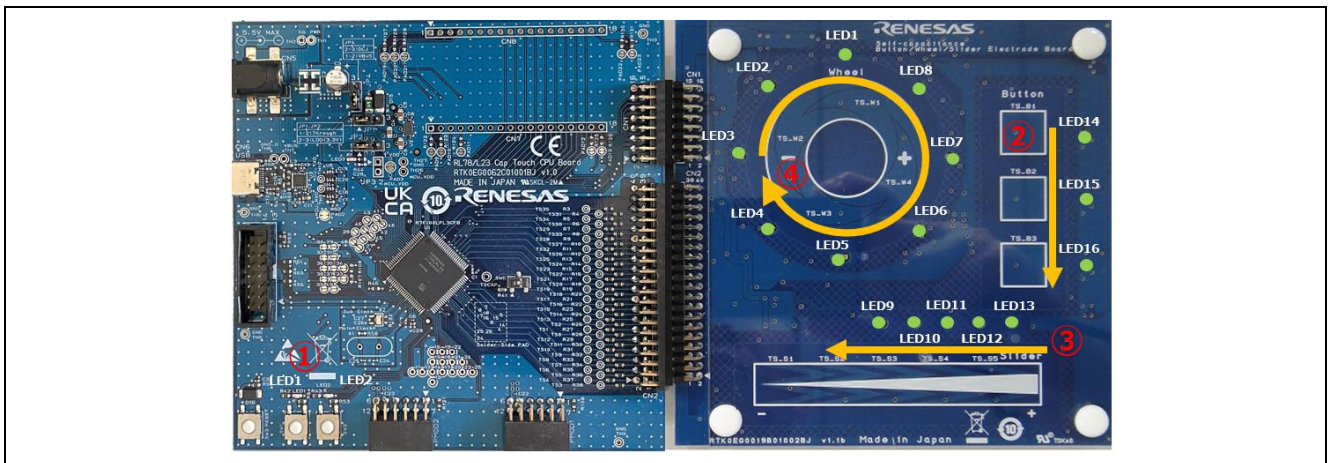


図 1-1 ソフトウェア起動時の LED テスト

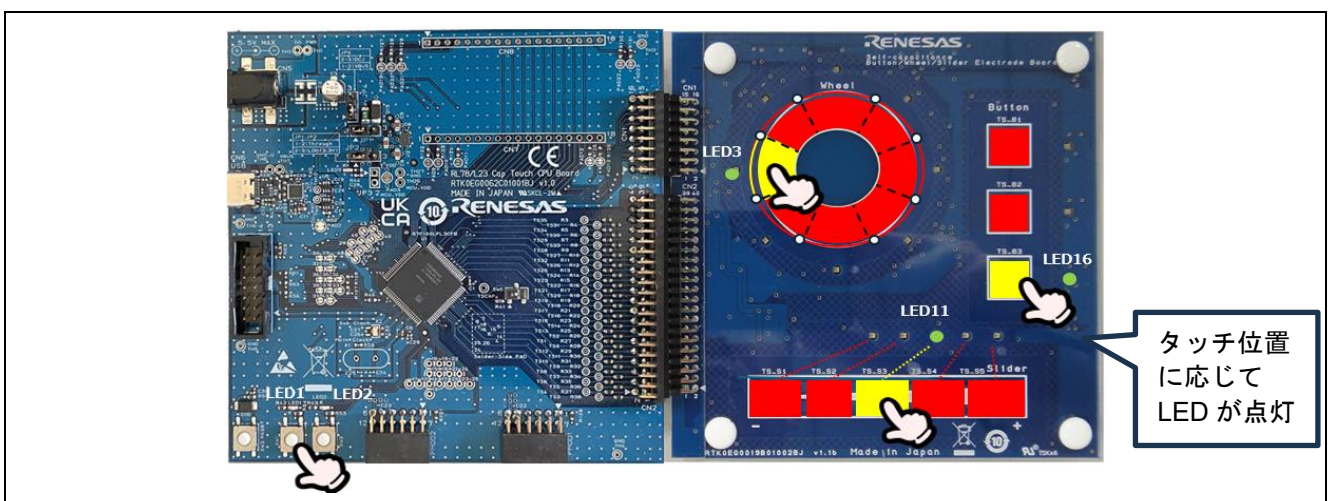


図 1-2 静電容量タッチボタン、スライダ、ホイールの動作と連動した LED の制御

2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのソフトウェアは、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/L23 (R7F100LPL3CFB)
動作周波数	32MHz
動作電圧	5.0V (USB 供給) LVD0 検出電圧：リセット・モード 立ち上がり時：2.67V(TYP) (2.59V~2.75V) 立ち下がり時：2.62V(TYP) (2.54V~2.70V)
使用ボード	RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システム (製品型名：RTK0EG0063S01001BJ) <ul style="list-style-type: none"> ● RL78/L23 CPU ボード (型名：RTK0EG0062C01001BJ) ● 自己容量タッチボタン/ホイール/スライダボード (型名：RTK0EG0019B01002BJ)
統合開発環境	e ² studio Version 2025-07
C コンパイラ	CC-RL V1.15.00 最適化レベル(-O)のオプション：-Odefault
静電容量式タッチセンサ対応 開発支援ツール	QE for Capacitive Touch V4.2.0
エミュレータ	Renesas E2 エミュレータ Lite

図 2-1 に機器接続図を示します。

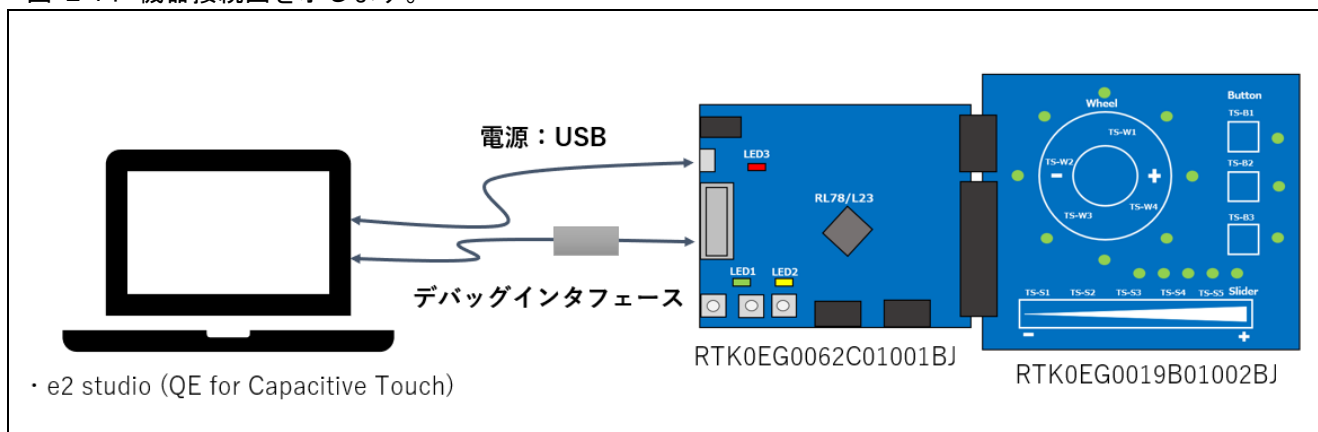


図 2-1 機器接続図

3. ソフトウェア仕様

3.1 ソフトウェア構成図

図 3-1に本ソフトウェアのソフトウェア構成図を示します。

スマート・コンフィグレータで生成したコンポーネントを使用しています。

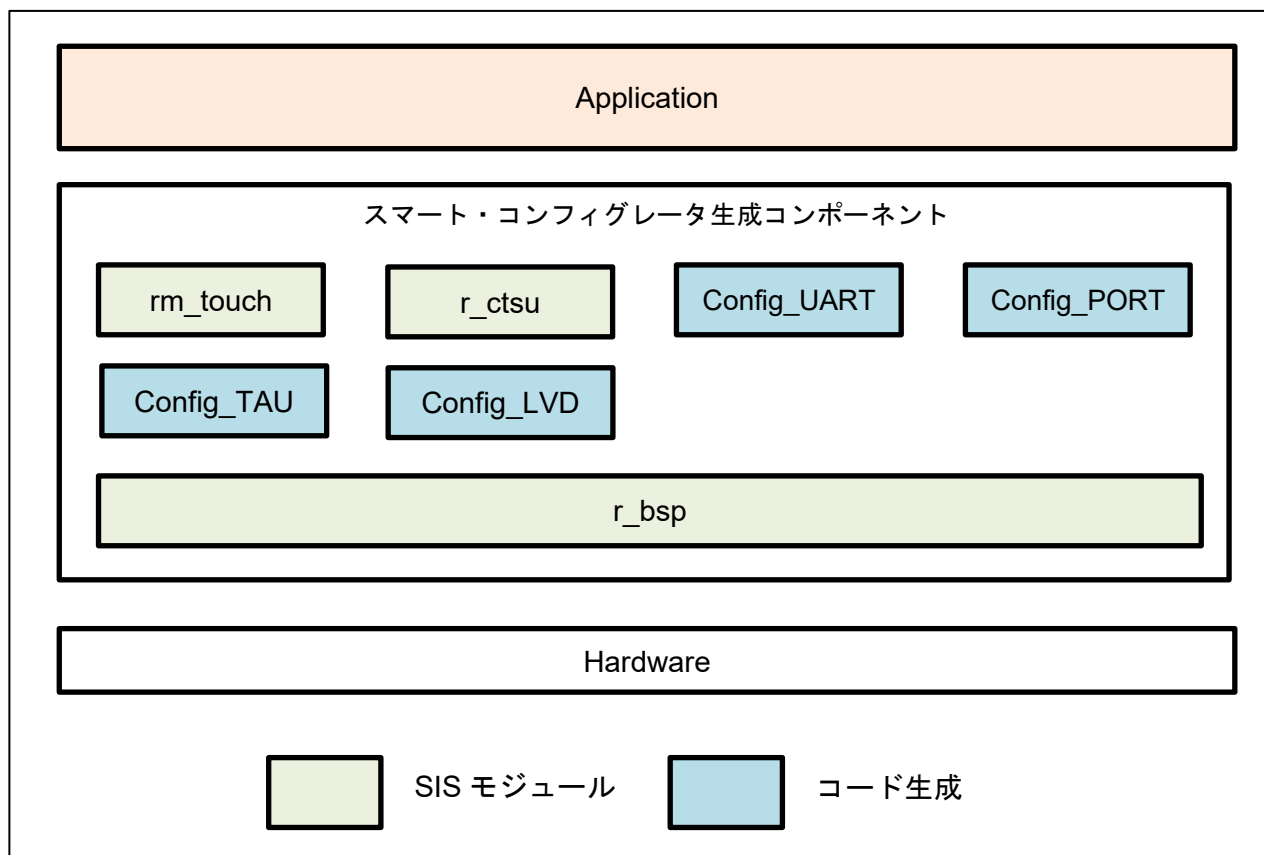


図 3-1 ソフトウェア構成図

表 3-1にコンポーネントとバージョンの一覧を示します。コンポーネントの設定はスマート・コンフィグレータで参照してください。

表 3-1 コンポーネント一覧

使用しているコンポーネント:

コンポーネント	バージョン	設定
✔ Board Support Packages. - v1.91 (r_bsp)	1.91	r_bsp(使用中)
✔ Capacitive Sensing Unit driver. (r_ctsu)	2.20	r_ctsu(使用中)
✔ Touch middleware. (rm_touch)	2.20	rm_touch(使用中)
✔ UART通信	1.10.0	Config_UART2(UART2: 使用中)
✔ インターバル・タイマ	1.8.0	Config_TAU0_0(TAU0_0: 使用中)
✔ ポート	1.8.0	Config_PORT(PORT: 使用中)
✔ 電圧検出回路	1.6.1	Config_LVD0(LVD0: 使用中)

3.2 使用する周辺機能と端子一覧

本サンプルソフトウェアで使用する周辺機能一覧を表 3-2 に、その詳細を表 3-3 から表 3-6 に、使用端子を表 3-7、表 3-8 に、未使用端子一覧を表 3-9 に示します。

表 3-2 使用する周辺機能一覧

周辺機能	用途
TOUCH	タッチ制御
CTSU	CTSU 計測
UART2	QE のシリアルモニタリング・シリアルチューニング対応
TAU0	LED 制御のトリガ
PORT	LED 制御、未使用端子制御
LVDO	電圧検出回路

スマート・コンフィグレータを用いた周辺機能の設定を以下に示します。

➤ Touch middleware (rm_touch)

タッチ制御に rm_touch を使用します。rm_touch の設定を表 3-3 に示します。本設定は、シリアルモニタリングとシリアルチューニングを可能にする設定です。

表 3-3 rm_touch 設定

項目	設定
Support QE monitor using UART	Enable
Support QE tuning using UART	Enable
UART channel	UART2
Type of chattering suppression	TypeA

➤ CTSU (r_ctsu)

タッチ計測を行うために CTSU を使用します。TS 端子設定については表 3-7 をご参照ください。また、TS 端子設定以外の CTSU の設定はデフォルト設定となっています。

➤ 電圧検出回路

リセット発生電圧の設定を表 3-4 に示します。

表 3-4 電圧検出回路設定

項目	設定
動作モード設定	リセット・モード
電圧検出設定 リセット発生電圧(VLVDO)	2.62V

➤ UART 通信

QE のシリアルモニタリング対応に UART2 を使用します。UART2 の設定を表 3-5 に示します。

表 3-5 UART2 設定

項目	送信・受信 設定
動作クロック	CK10
クロック・ソース	fCLK/2 ⁴
転送モード	シングル転送モード
データ・ビット長	8 ビット

データ転送方向設定	LSB
パリティ設定	パリティ・ビットなし
ストップ・ビット長設定	1ビット
送信データ・レベル設定	非反転
転送レート設定	115200 bps
割り込み設定：送信	送信完了割り込み設定(INTST2)：レベル3
割り込み設定：受信	受信完了割り込み設定(INTSR2)：レベル3 エラー割り込み設定(INTSE2)：レベル3
コールバック機能：送信	送信完了：有効
コールバック機能：受信	受信完了：有効 受信エラー：有効

➤ インターバルタイマ

LED 制御にインターバルタイマ TAU0_0 を使用します。TAU0_0 の設定を表 3-6 に示します。

表 3-6 TAU0_0 設定

項目	設定
動作クロック	CK00
クロック・ソース	fCLK/2 ⁸
インターバル時間(16 ビット)	5 ms
割り込み設定	タイマ・チャンネル0のカウント完了で割り込み発生(INTTM00) ：有効 優先順位：レベル3

➤ PORT

本サンプルソフトウェアで使用する使用端子一覧を表 3-7・表 3-8 に、未使用端子と処置の一覧を表 3-9 に示します。

表 3-7 使用端子一覧(1)

ピン番号	端子名	I/O	用途
34	TS03	I/O	CTSUS 計測
35	TS04	I/O	
36	TS05	I/O	
37	TS06	I/O	
39	TS07	I/O	
40	TS08	I/O	
41	TS09	I/O	
42	TS10	I/O	
43	TS11	I/O	
44	TS12	I/O	
56	TS21	I/O	
69	TS32	I/O	
70	TS33	I/O	
71	TS34	I/O	
72	TS35	I/O	
51	TSCAP	-	

表 3-8 使用端子一覧(2)

ピン番号	端子名	I/O	用途
74	P147/RxD2	I	QE のシリアル通信対応
75	P146/TxD2	O	
22	P60/SW1	I	スイッチ入力
23	P61/SW2	I	
24	P64/LED1	O	LED 制御
25	P65/LED2	O	
99	P21/LED_ROW0	O	
100	P20/LED_ROW1	O	
68	P81/LED_ROW2	O	
73	P80/LED_ROW3	O	
1	P140/LED_COL0	O	
49	P84/LED_COL1	O	
50	P83/LED_COL2	O	
67	P82/LED_COL3	O	

表 3-9 未使用端子と処置の一覧

ピン番号	端子名	I/O	未使用の処置
19	REGC	-	-
21	VDD	-	
20	VSS	-	
38	EVSS	-	
8	P42	I	入力ポートに設定
9	P41	I	
16	P137	I	
26	P62	I	
27	P63	I	
上記以外の端子		-	Low 出力

3.3 ファイル構成

本ソフトウェアのファイル構成を示します。

開発環境のプロジェクト構成ファイルとスマート・コンフィグレータ生成ファイルの記載は省略していません。

rl78l23_rssk_sample

—QE-Touch		
rl78l23_rssk_sample.tifcfg	···	タッチインタフェース構成ファイル
rl78l23_rssk_sample_tuning.log	···	QE チューニングログ
—qe_gen		
qe_touch_config.c	···	タッチコンフィグレーションソース
qe_touch_config.h	···	タッチコンフィグレーションヘッダ
qe_touch_define.h	···	タッチ定義ヘッダ
qe_touch_sample.c	···	タッチサンプルアプリケーション
—src		
rl78l23_rssk_sample.c	···	main ファイル
r_rssk_switch_led.c	···	スイッチと LED 処理用ソース
r_rssk_switch_led.h	···	スイッチと LED 処理用ヘッダ
r_rssk_touch_led.c	···	タッチ電極 LED 処理用ソース
r_rssk_touch_led.h	···	タッチ電極 LED 処理用ヘッダ
—smc_gen		
—Config_PORT	···	PORT ドライバフォルダ
—Config_TAU0_0	···	タイマドライバフォルダ
—Config_UART2	···	UART ドライバフォルダ
—general	···	共通設定フォルダ
—rm_touch	···	TOUCH SIS モジュールフォルダ
—r_bsp	···	BSP フォルダ
—r_config	···	SIS コンフィグフォルダ
—r_ctsu	···	CTSU SIS モジュールフォルダ
—r_pincfg	···	PIN コンフィグフォルダ

3.4 オプション・バイトの設定一覧

表 3-10 にオプション・バイト設定を示します。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 3-10 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H / 040C0H	1110 1111b(0xEF)	ウォッチドッグ・タイマのカウンタの動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H / 040C1H	1111 1100b(0xFC)	LVD0 検出電圧：リセット・モード、 立ち上がり時：2.67V(TYP) (2.59V~2.75V)、 立ち下がり時：2.62V(TYP) (2.54V~2.70V)
000C2H / 040C2H	1110 1000b(0xE8)	HS（高速メイン）モード、 高速オンチップ・オシレータの周波数：32MHz
000C3H / 040C3H	1000 0100b(0x84)	オンチップ・デバッグ動作許可

図 3-2 にビルドオプションで確認する画面を示します。

オプション・バイトの設定は、コード生成後にプロジェクトのプロパティ(Alt+Enter)を開き、「C/C++ ビルド」→「設定」、「ツール設定」タブから「Linker」→「デバイス」の「ユーザ・オプション・バイト値」と「オンチップ・デバッグ制御値」で確認することができます。

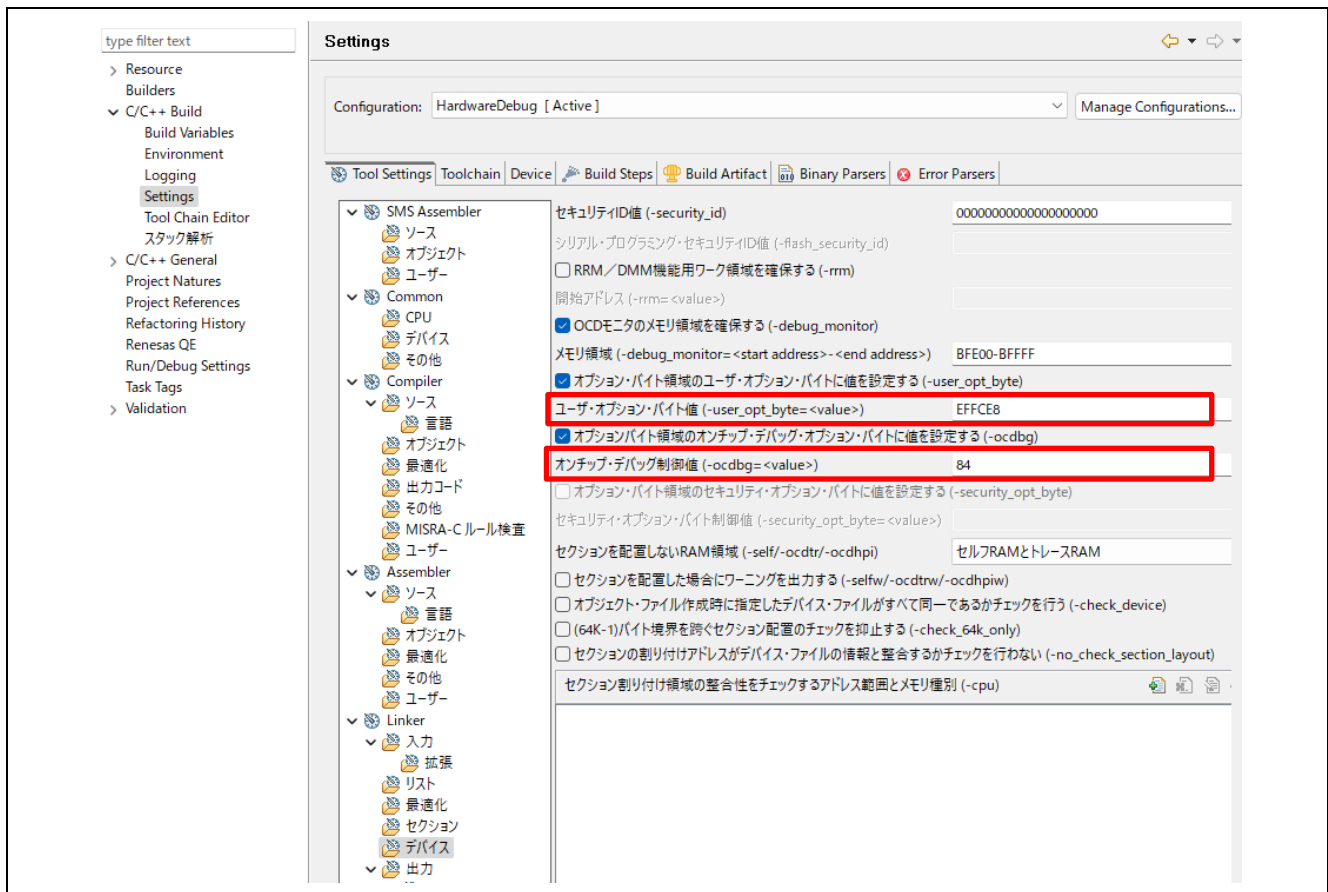


図 3-2 オプション・バイトの設定画面

3.5 定数一覧

表 3-11 に定数一覧を示します。

表 3-11 定数一覧

定数名	設定値	内容
ファイル名 : qe_touch_sample.c		
TOUCH_SCAN_INTERVAL_EXAMPLE	(20U)	ソフトウェアディレイの値 [ms 単位]
ファイル名 : r_rssk_switch_led.c		
RSSK_SW1_PORT	(P6_bit.no0)	SW1 制御ポート定義
RSSK_SW2_PORT	(P6_bit.no1)	SW2 制御ポート定義
RSSK_LED1_PORT	(P6_bit.no4)	LED1 制御ポート定義
RSSK_LED2_PORT	(P6_bit.no5)	LED2 制御ポート定義
SW_EDGE_RIZE	(0x07U)	スイッチ立ち上がり判定
SW_EDGE_FALL	(0x08U)	スイッチ立ち下り判定
SW_EDGE_BIT_MASK	(0x0FU)	スイッチ状態判定マスク
RSSK_LED_ON	(0x00U)	LED 点灯
RSSK_LED_OFF	(0x01U)	LED 消灯
ファイル名 : r_rssk_touch_led.c		
LED_COL0	(P14_bit.no0)	COL0 制御ポート定義
LED_COL1	(P8_bit.no4)	COL1 制御ポート定義
LED_COL2	(P8_bit.no3)	COL2 制御ポート定義
LED_COL3	(P8_bit.no2)	COL3 制御ポート定義
LED_ROW0	(P2_bit.no1)	ROW0 制御ポート定義
LED_ROW1	(P2_bit.no0)	ROW1 制御ポート定義
LED_ROW2	(P8_bit.no1)	ROW2 制御ポート定義
LED_ROW3	(P8_bit.no0)	ROW3 制御ポート定義
LED_COL_MAX	(4U)	COL 信号数
LED_COL_ON	(1U)	COL 信号 ON
LED_COL_OFF	(0U)	COL 信号 OFF
LED_ROW_OFF	(1U)	ROW 信号 OFF
SLIDER_LED_NUM	(5U)	スライダ LED 数
SLIDER_RESOLUTION	(100U)	スライダタッチ結果最大値
WHEEL_LED_NUM	(8U)	ホイール LED 数
WHEEL_LED_MSB	(1U << (WHEEL_LED_NUM - 1U))	ホイール制御ビット MSB
WHEEL_RESOLUTION_DEGREE	(360U)	ホイールタッチ結果最大値 [単位 : 度]
WHEEL_POSITION_OFFSET_DEGREE	(112U)	ホイールタッチ位置オフセット [単位 : 度]
ALL_LED_NUM	(16U)	タッチボード LED 数
LED_TEST_INTERVAL	(100U)	LED 点灯インターバル時間 [ms 単位]

3.6 列挙型一覧

表 3-12 に rsk_sw_status_t の列挙型を示します。

表 3-12 rsk_sw_status_t

メンバ	値	説明
ファイル名 : r_rsk_switch_led.h		
RSSK_SW_OFF	0x00	スイッチ OFF 状態
RSSK_SW_ON	0x01	スイッチ ON 状態

3.7 グローバル変数一覧

表 3-13 にグローバル変数を示します。

表 3-13 グローバル変数

変数名	型	説明
ファイル名 : qe_touch_sample.c		
button_status	uint64_t	ボタンステータス
slider_position[1]	uint16_t	スライダ位置情報
wheel_position[1]	uint16_t	ホイール位置情報
ファイル名 : r_rsk_touch_led.c		
g_led_drive_colmun	uint8_t	タッチ電極 LED 駆動情報
g_button_idx[3]	uint8_t	ボタンインデックス格納配列

3.8 関数一覧

表 3-14 に関数の一覧を示します。

表 3-14 関数一覧

関数名	処理概要
ファイル名 : qe_touch_sample.c	
qe_touch_main	メイン関数
r_rsk_led_test	静電容量タッチ評価システムの LED テスト処理
r_rsk_initialize	CPU ホードの初期化
r_rsk_timer_callback	TAU0 割り込みコールバック
ファイル名 : r_rsk_switch_led.c	
r_rsk_switch_led_init	CPU ボード LED 初期化処理
r_rsk_switch_led_control	CPU ボード LED 制御処理
rsk_get_sw1_status	スイッチ SW1 の状態確認
rsk_get_sw2_status	スイッチ SW2 の状態確認
r_rsk_led1_on	CPU ボード LED1 点灯
r_rsk_led1_off	CPU ボード LED1 消灯
r_rsk_led2_on	CPU ボード LED2 点灯
r_rsk_led2_off	CPU ボード LED2 消灯
ファイル名 : r_rsk_touch_led.c	
r_rsk_touch_led_test	タッチボード LED テスト処理
r_rsk_touch_led_control	タッチボード LED 制御処理
create_led_bitstring_button	ボタン LED ビットストリング生成
create_led_bitstring_wheel	ホイール LED ビットストリング生成
create_led_bitstring_slider	スライダ LED ビットストリング生成

3.9 処理フロー

本ソフトウェアの処理フローを図 3-3 に示します。

- 初期設定
 - ① 1. スイッチ/タッチ電極/LED の初期設定、LED テスト
 2. タッチ計測初期設定、タッチミドルウェアをオープン
 3. タッチ計測ループ用のタイマ起動
- タッチ計測ループ（メインループ）
 - ② 1. ボタン、スライダ、ホイールのタッチ計測→計測結果待ち→計測結果取得
 2. ソフトウェアウェイト（1 の処理後に 20ms ウェイト）
- タイマ割り込み処理（5ms 周期）
 - ③ 電極ボード LED の制御（LED は 4×4 のマトリクス構成のため、1 列ずつ、4 回の割り込みに分けて、ダイナミック点灯方式で制御）
 - ④ CPU ボードのスイッチに対応した LED の制御（スイッチはチャタリング防止のため、3 回連続で ON 判定された場合に LED を点灯）

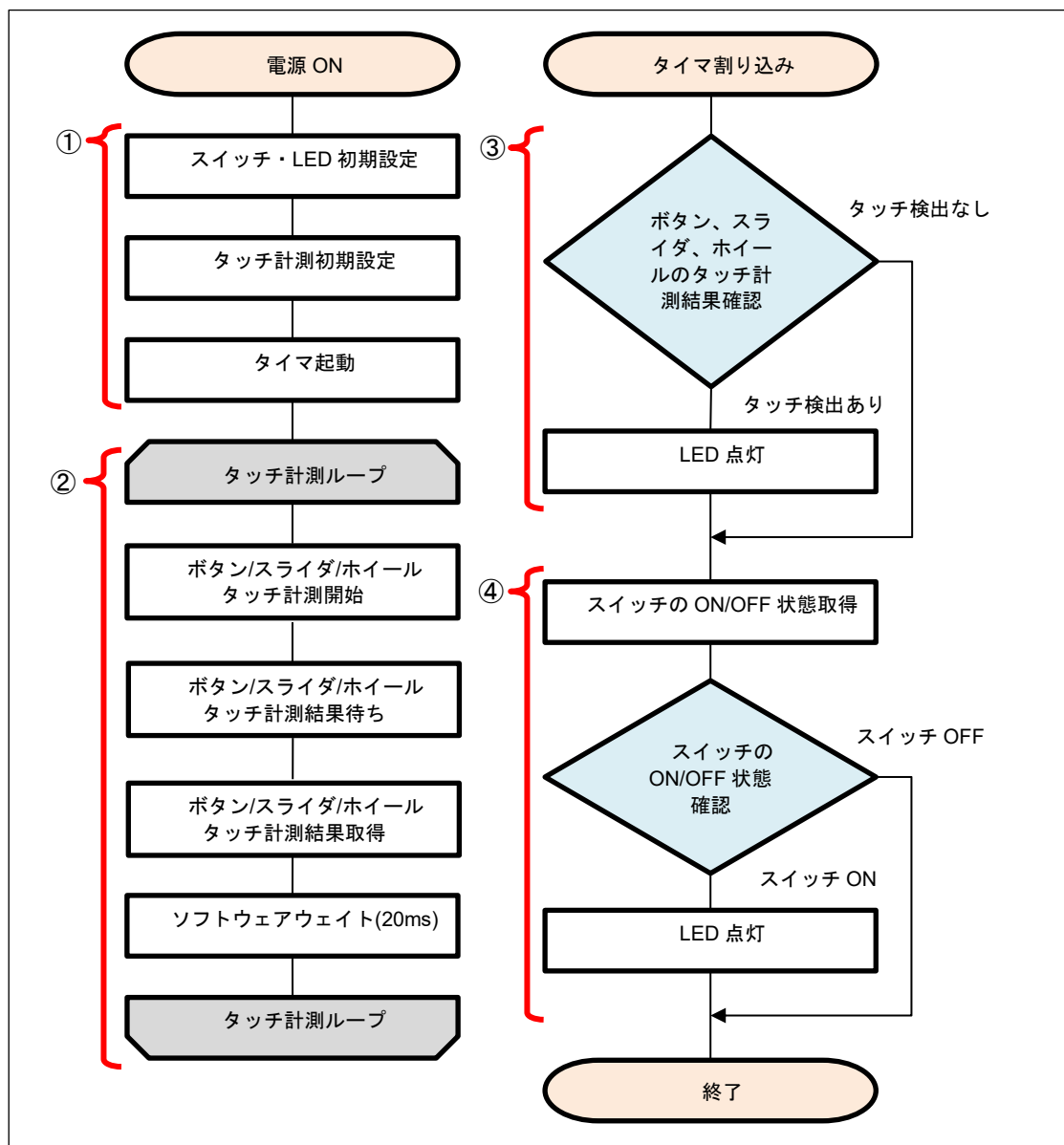


図 3-3 処理フロー

4. 静電容量タッチ設定

本ソフトウェアのタッチインタフェース構成、構成（メソッド）の設定とチューニング結果を示します。QE のチューニング機能を使用しています。

4.1 タッチインタフェース構成

本ソフトウェアのタッチインタフェース構成の設定を図 4-1 に示します。

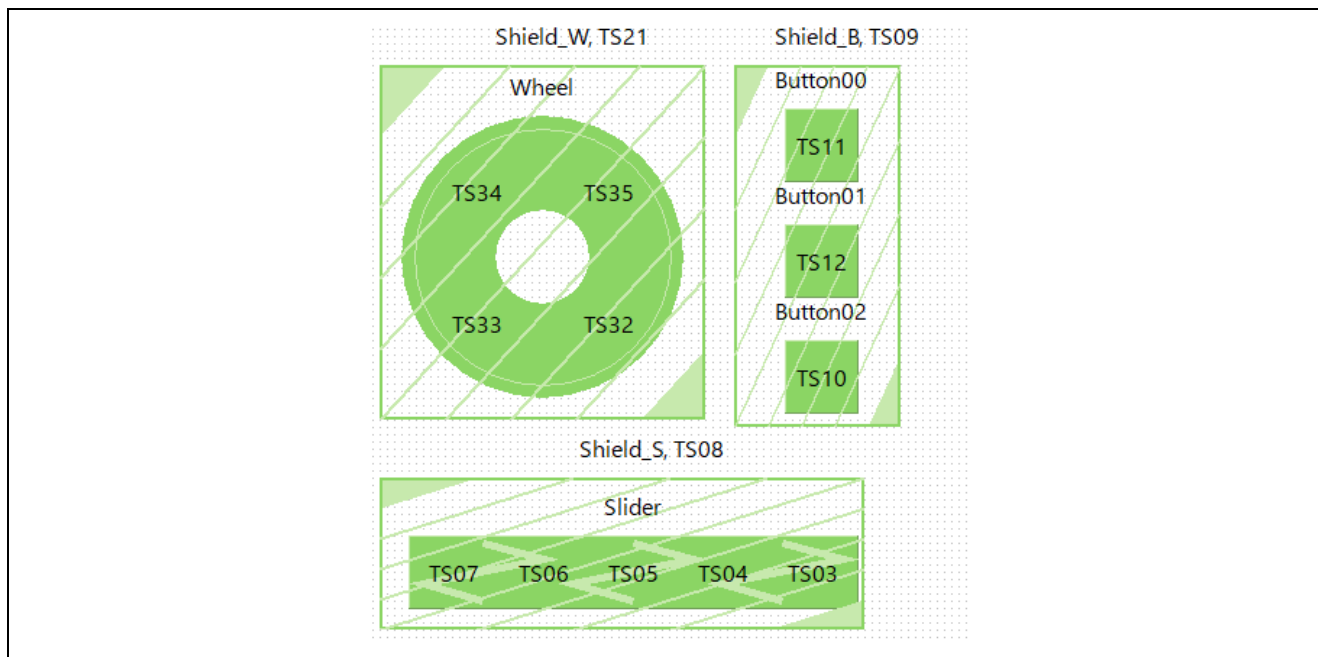


図 4-1 タッチインタフェース構成画面（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

4.2 構成（メソッド）の設定

本ソフトウェアの構成（メソッド）の設定を図 4-2 に示します。3つのボタンとシールド0は config01 で有効を設定、スライダとシールド1は config02 で有効を設定、ホイールとシールド2は config03 で有効を設定します。

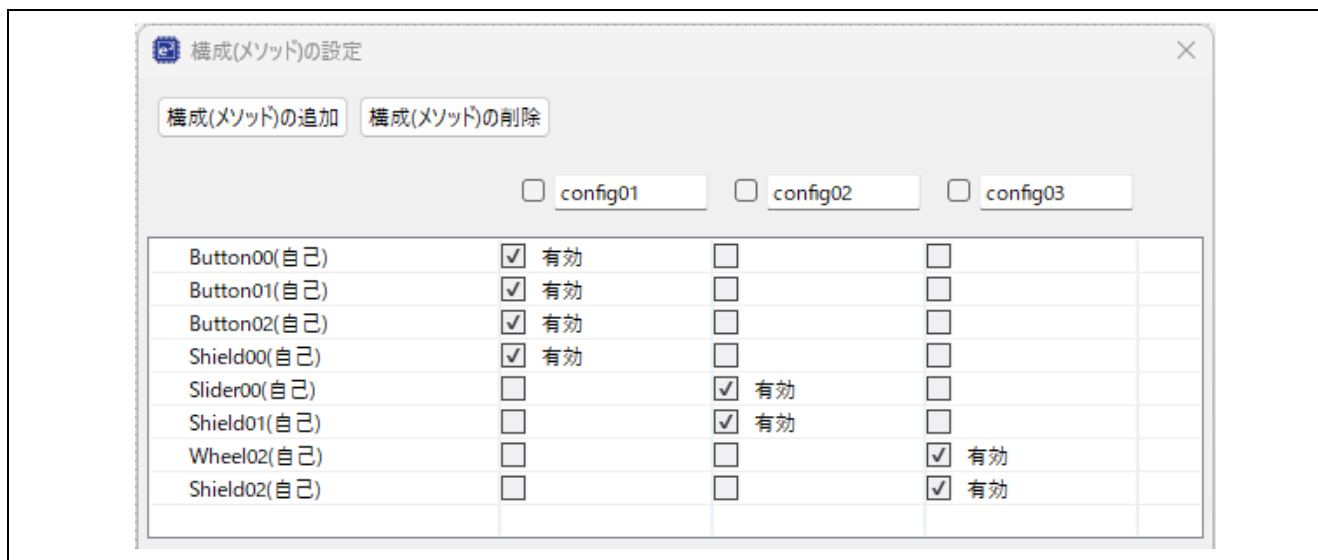


図 4-2 構成（メソッド）の設定画面

4.3 チューニング結果

QE チューニングでのチューニング結果を示します。本プログラムは結果一覧に示される設定値で動作しています。

結果一覧の値は QE チューニング時の動作環境に依存するため、再度 QE チューニングするとこれらの値が変化する可能性があります。

表 4-1 QE チューニング結果一覧（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

メソッド	名前	タッチセンサ	寄生容量[pF]	ドライブパルス周波数[MHz]	閾値	計測時間[ms]	so	snum	sdpa
config01	Button00	TS11	13.174	0.979 (BASE:1.0)	690	0.576	0x039	0x07	0x0E
config01	Button01	TS12	13.000	0.979 (BASE:1.0)	739	0.576	0x038	0x07	0x0E
config01	Button02	TS10	12.632	0.979 (BASE:1.0)	724	0.576	0x035	0x07	0x0E
config01	Shield00	TS09	50.201	-	-	-	-	-	-
config02	Slider00	TS07	11.847	0.933 (BASE:1.0)	672	0.576	0x033	0x07	0x0E
config02	Slider00	TS06	10.847	0.933 (BASE:1.0)	672	0.576	0x02B	0x07	0x0E
config02	Slider00	TS05	11.181	0.933 (BASE:1.0)	672	0.576	0x02B	0x07	0x0E
config02	Slider00	TS04	11.132	0.933 (BASE:1.0)	672	0.576	0x029	0x07	0x0E
config02	Slider00	TS03	12.264	0.933 (BASE:1.0)	672	0.576	0x030	0x07	0x0E
config02	Shield01	TS08	52.743	-	-	-	-	-	-
config03	Wheel00	TS34	12.764	1.028 (BASE:1.0)	775	0.576	0x043	0x07	0x0D
config03	Wheel00	TS35	12.458	1.028 (BASE:1.0)	775	0.576	0x03F	0x07	0x0D
config03	Wheel00	TS32	13.708	1.028 (BASE:1.0)	775	0.576	0x03C	0x07	0x0D
config03	Wheel00	TS33	13.035	1.028 (BASE:1.0)	775	0.576	0x03B	0x07	0x0D
config03	Shield02	TS21	47.674	-	-	-	-	-	-

so : センサオフセット設定の変数

snum : 計測期間設定の変数

sdpa : クロック分周設定の変数

4.4 感度調整方法について

ボタンの感度調整は QE で行います。感度調整方法には以下の3つの方法があります。

- QE のチューニング機能を使用した方法
QE の CapTouch ワークフロー(QE) から、チュートリアルに従って実施してください。
- QE のモニタリング機能を使用したリアルタイム変更方法
QE の CapTouch パラメータ一覧を表示し、以下の手順にて調整します。
 1. 調整したいボタンに対応したタッチ I/F を選択します。
 2. [モニタリングを有効にする]をクリックし、モニタリングを開始します。
 3. 項目が表示されましたら[タッチ閾値]の値を変更します。
 4. [リアルタイムにターゲットボードへ書き込む]をクリックし、タッチ閾値を変更します。
 5. 3~4 を繰り返して、感度調整を行います。

上記の手順番号 1~4 の設定は、図 4-3 の①~④で操作します。

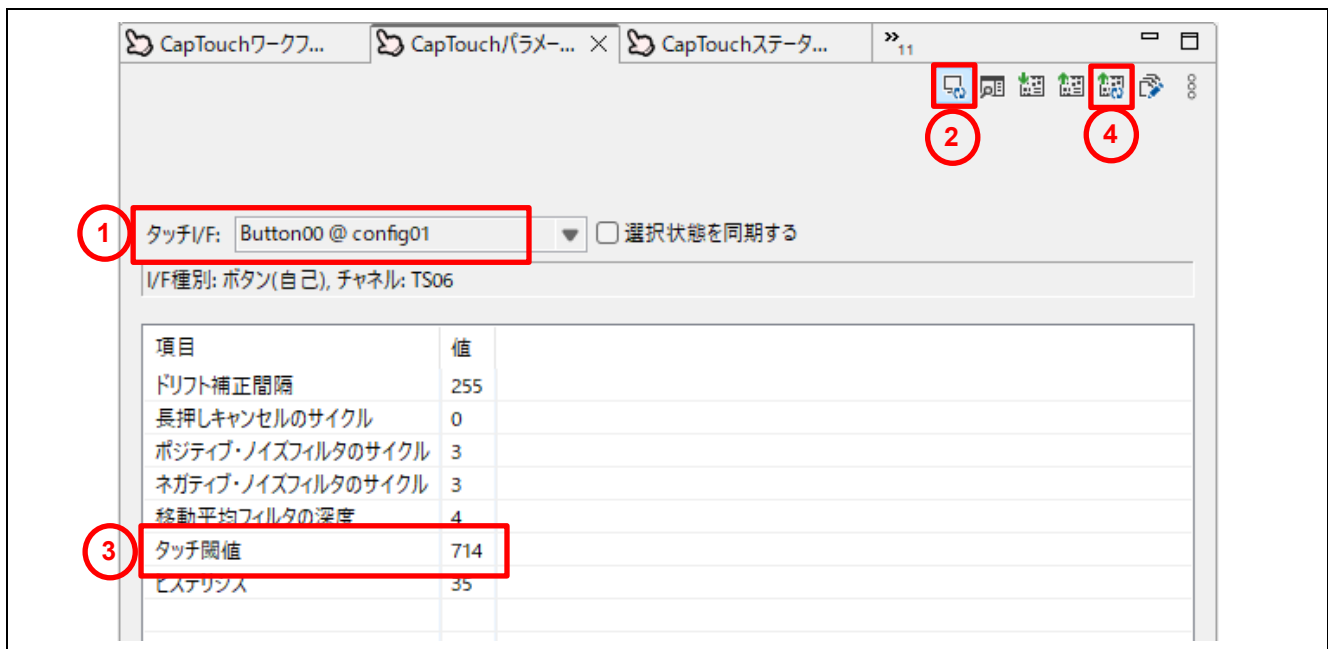


図 4-3 モニタリング機能を使用した感度調整画面

- 手動によるコードを変更する方法

qe_touch_config.c 内の、構造体変数 g_qe_touch_button_cfg_config01~03 のメンバ変数を変更することで調整が可能です。

変更する変数は以下になります。

- ・ threshold : タッチ判定の閾値

QE のシリアルモニタとシリアルチューニングもサポートしています。シリアルモニタとシリアルチューニングの詳細については QE のヘルプと [QE と SIS を使用した静電容量タッチアプリケーションの開発](#)の「8. [追加機能] UART を使用したシリアル通信モニタの設定」を参照してください。

5. サポート

静電容量タッチに関する情報、ツールやドキュメントのダウンロード、技術サポートについては下記のウェブサイトを参照してください。

RL78/L23 搭載静電容量タッチ評価システム renesas.com/rssk-touch-rl78l23

RL78 ファミリ QE と SIS を使用した静電容量タッチアプリケーションの開発 (R01AN5512JJ)
renesas.com/jp/ja/document/apn/rl78-family-using-qe-and-sis-develop-capacitive-touch-applications

QE for Capacitive Touch renesas.com/qe-capacitive-touch

Renesas サポート renesas.com/support

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2025.08.27	—	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しないでください。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、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、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ 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、 $V_{IL}(\text{Max.})$ から $V_{IH}(\text{Min.})$ 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えば、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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。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まれます。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. 当社製品または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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
 5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、変更、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、改造、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。
 6. 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）、交通管制（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。
 7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア/ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限られません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因したまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア/ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
 8. 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。
 9. 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。
 10. 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。
 11. 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。
 12. 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なります。
 13. 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。
 14. 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.5.0-1 2020.10)

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。