

# RL78/G22

## RL78/G22 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/G22 搭載静電容量タッチ評価システムのサンプルコードについて説明します。

### 動作確認デバイス

RL78/G22 (R7F102GGE2DFB)

### 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 ファイル構成 .....	5
3.3 オプション・バイトの設定一覧 .....	6
3.4 定数一覧 .....	7
3.5 列挙型一覧 .....	8
3.6 グローバル変数一覧 .....	8
3.7 関数一覧 .....	8
3.8 使用する周辺機能と端子一覧 .....	8
3.9 処理フロー .....	11
4. 静電容量タッチ設定 .....	12
4.1 タッチインタフェース構成 .....	12
4.2 構成（メソッド）の設定 .....	12
4.3 チューニング結果 .....	13
4.4 感度調整方法について .....	14
5. サポート .....	16
改訂記録 .....	17

## 1. 概要

本サンプルコードは、RL78/G22 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。

e<sup>2</sup> 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) でチューニング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

以下に機能を示します。

1. 静電容量タッチ機能評価用自己容量タッチボタン、ホイール、スライダボードの全ての電極 (3 つのボタン、ホイール、スライダ) が動作します。
2. USB シリアルインターフェースを有効にしてシリアル通信を行い、QE のシリアルモニタリングとシリアルチューニングをサポートしています。シリアルモニタリング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 [アプリケーションノート RL78 ファミリー 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\(R01AN5512\)](#) の「8. [追加機能] UART を使用したシリアル通信モニタの設定」を参照して下さい。
3. 「静電容量タッチボタン、スライダ、ホイールと連動して LED 制御する場合」と「CPU ボードのプッシュボタンと連動した LED 制御する場合」は CPU ボード上の SW6 とビルドオプション:RL78G22\_RSSK\_TEST の設定で切り替えます。

電極ボード上の LED 制御用ポートと CPU ボード上の LED 制御用ポートが一部同じ GPIO 端子を使用しているためです。

初期設定は静電容量タッチボタン、スライダ、ホイールと連動した LED 制御を行います。

#### (1). 静電容量タッチボタン、スライダ、ホイールと連動して LED 制御する場合

CPU ボード上の SW6 を左側に設定します。

qe\_touch\_sample.c 内にあるビルドオプション:RL78G22\_RSSK\_TEST を下記のように設定してください。

```
#define RL78G22_RSSK_TEST (ELCTRODE_BOARD)
```

#### (2). CPU ボードのプッシュボタンと連動した LED 制御する場合

SW2 を押すと LED2 が点灯します。SW3 を押すと LED3 が点灯します。

CPU ボード上の SW6 を右側に設定します。

qe\_touch\_sample.c 内にあるビルドオプション:RL78G22\_RSSK\_TEST を下記のように設定してください。

```
#define RL78G22_RSSK_TEST (CPU_BOARD)
```

表 1-1 LED 制御機能別の設定

No	機能	SW6	RL78G22_RSSK_TEST
(1)	静電容量タッチに連動した LED 制御が有効	左側	ELCTRODE_BOARD
(2)	プッシュボタンに連動し LED 制御が有効	右側	CPU_BOARD

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルコードは、下記の条件で動作を確認しています。

表 2-1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G22 (R7F102GGE2DFB)
動作周波数	32MHz (HOCO 32MHz)
動作電圧	5V (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/G22 搭載静電容量タッチ評価システム (製品型名：RTK0EG0042S01001BJ) <ul style="list-style-type: none"> <li>● RL78/G22 CPU ボード (型名：RTK0EG0041C01001B)</li> <li>● 自己容量タッチボタン/ホイール/スライダボード (型名：RTK0EG0019B01002BJ)</li> </ul>
統合開発環境	e <sup>2</sup> studio Version 2024-04
C コンパイラ	CC-RL V1.13.00
静電容量式タッチセンサ対応 開発支援ツール	QE for Capacitive Touch V3.5.0
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。

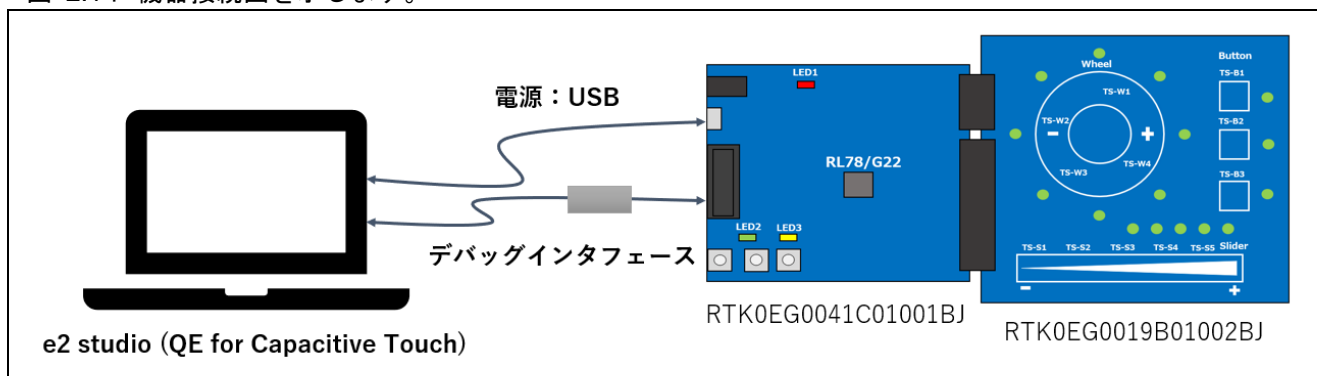


図 2.1 機器接続図

### 3. ソフトウェア仕様

#### 3.1 ソフトウェア構成図

図 3-1 に本サンプルコード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。

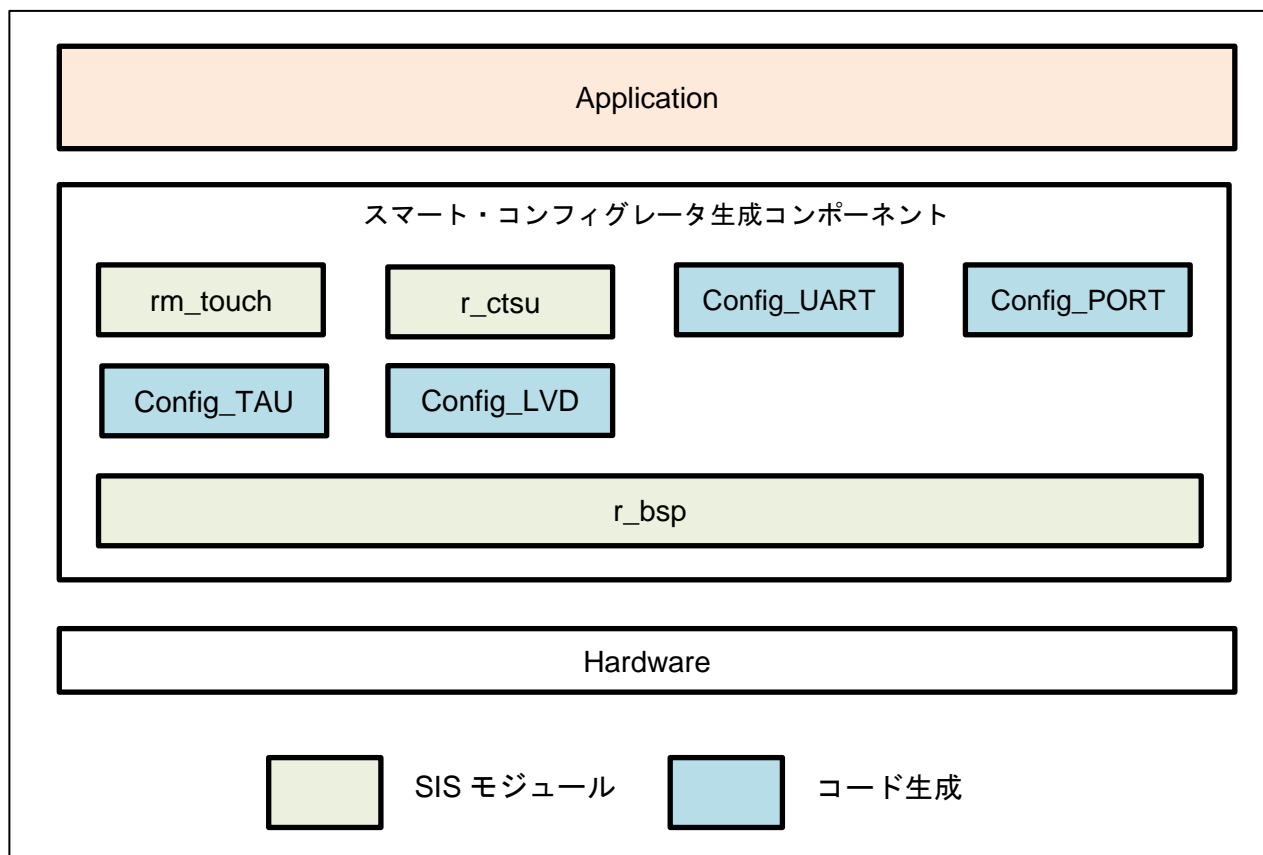


図 3-1 ソフトウェア構成図

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

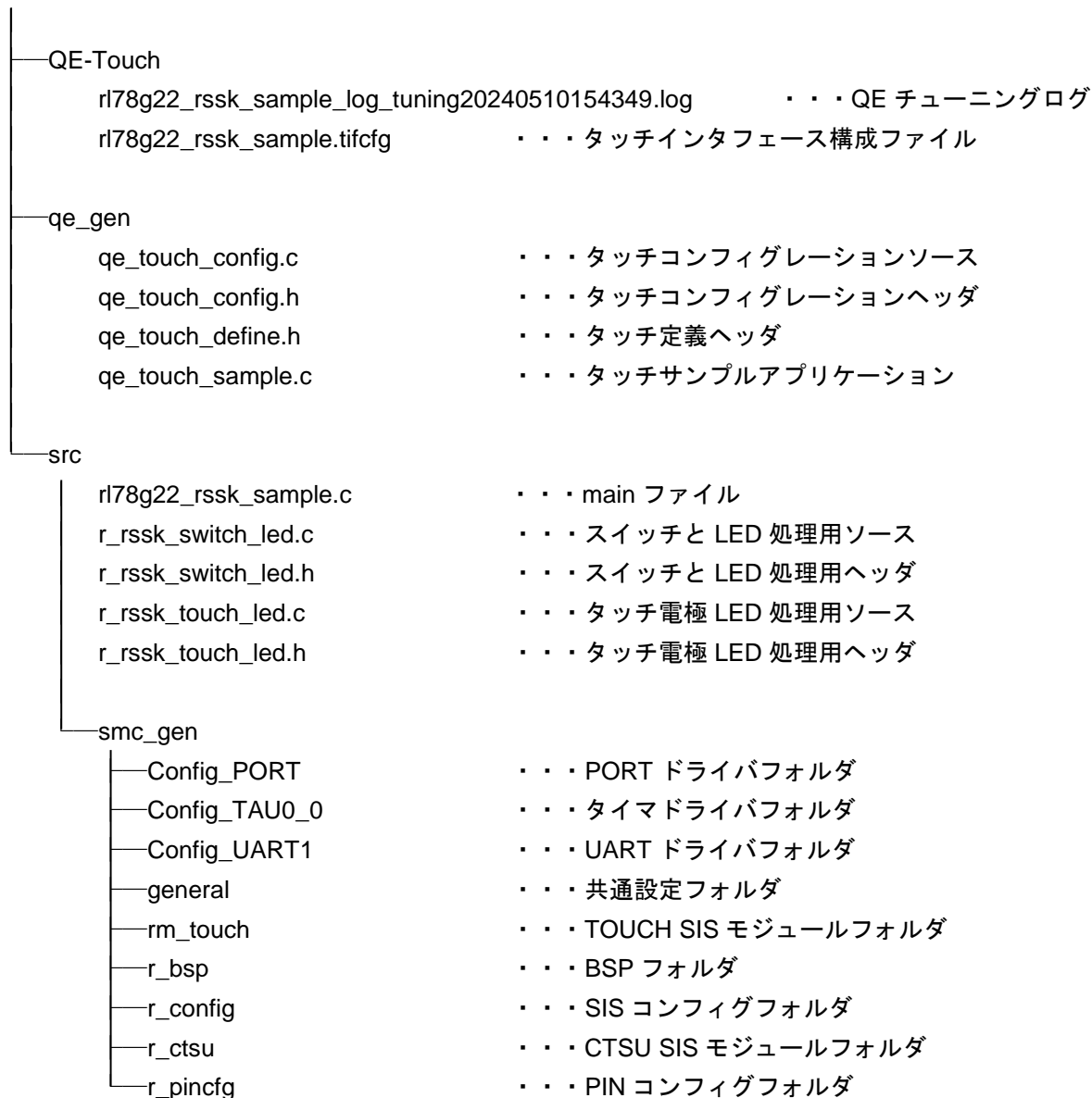
コンポーネント	バージョン	設定
✔ Board Support Packages. - v1.62 (r_bsp)	1.62	r_bsp(使用中)
✔ Capacitive Sensing Unit driver. (r_ctsu)	1.50	r_ctsu(使用中)
✔ Touch middleware. (rm_touch)	1.50	rm_touch(使用中)
✔ UART通信	1.6.0	Config_UART1(UART1: 使用中)
✔ インターバル・タイマ	1.4.0	Config_TAU0_0(TAU0_0: 使用中)
✔ ポート	1.4.1	Config_PORT(PORT: 使用中)
✔ 電圧検出回路	1.3.0	Config_LVD0(LVD0: 使用中)

### 3.2 ファイル構成

本サンプルコード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は省略しています。

rl78g22\_rssk\_sample



### 3.3 オプション・バイトの設定一覧

表 3-2 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 3-2 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。

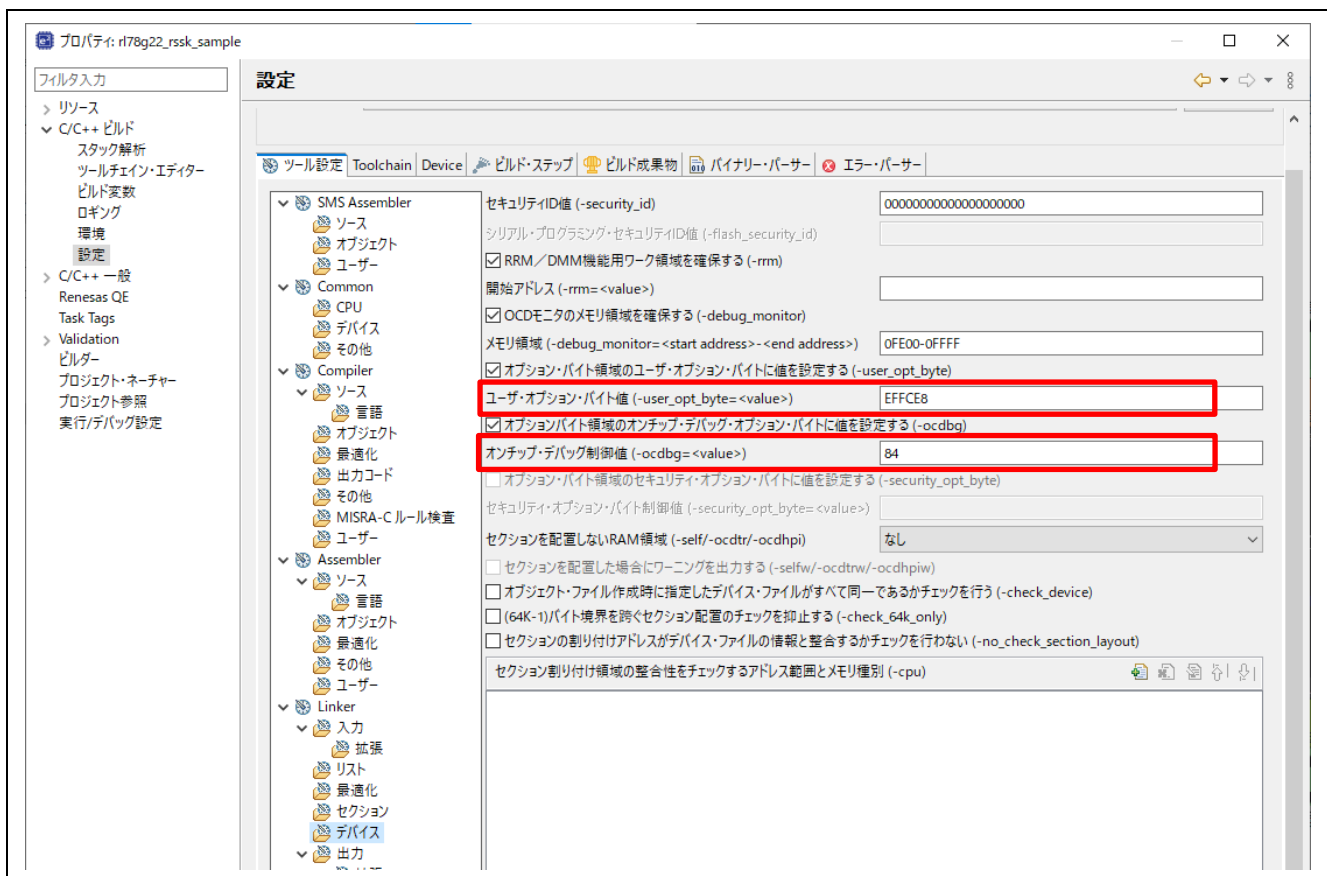


図 3-2 オプション・バイトの設定画面

## 3.4 定数一覧

表 3-3 に定数一覧を示します。

表 3-3 定数一覧

定数名	設定値	内容
ファイル名 : qe_touch_sample.c		
RL78G22_RSSK_TEST	(ELCTRODE_BOARD)	ELCTRODE_BOARD or CPU_BOARD を指定することで LED 制御箇所を変更する。
ELCTRODE_BOARD	(0)	RL78G22_RSSK_TEST に設定することで、自己容量タッチボタン/ホイール/スライダボードの LED 制御できます。
CPU_BOARD	(1)	RL78G22_RSSK_TEST に設定することで、CPU ボードの LED 制御できます。
TOUCH_SCAN_INTERVAL_EXAMPLE	(20 * 1000)	ソフトウェアディレイの値 [μs 単位]
TEST_INTERVAL_EXAMPLE	(1 * 1000)	初期 LED ソフトウェアディレイの値 [μs 単位]
ファイル名 : r_rssk_switch_led.c		
RSSK_SW2_PORT	(P6_bit.no1)	SW2 制御レジスタポインタ
RSSK_SW3_PORT	(P6_bit.no0)	SW3 制御レジスタポインタ
RSSK_LED2_PORT	(P6_bit.no2)	LED2 制御レジスタポインタ
RSSK_LED3_PORT	(P6_bit.no3)	LED3 制御レジスタポインタ
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	(P12_bit.no1)	COL0 制御レジスタポインタ
LED_COL1	(P12_bit.no2)	COL1 制御レジスタポインタ
LED_COL2	(P6_bit.no1)	COL2 制御レジスタポインタ
LED_COL3	(P6_bit.no2)	COL3 制御レジスタポインタ
LED_ROW0	(P2_bit.no0)	ROW0 制御レジスタポインタ
LED_ROW1	(P2_bit.no1)	ROW1 制御レジスタポインタ
LED_ROW2	(P4_bit.no1)	ROW2 制御レジスタポインタ
LED_ROW3	(P12_bit.no0)	ROW3 制御レジスタポインタ
LED_COL_MAX	(4U)	COL 信号数
LED_COL_ON	(0x01U)	COL 信号 ON
LED_COL_OFF	(0x00U)	COL 信号 OFF
LED_ROW_OFF	(0x01U)	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 - 1))	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
WHEEL_POSITION_OFFSET_DEGREE	(112U)	ホイールタッチ位置オフセット
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

### 3.5 列挙型一覧

表 3-4 に rsk\_sw\_status\_t の列挙型を示します。

表 3-4 rsk\_sw\_status\_t

メンバ	値	説明
ファイル名 : r_ssk_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

### 3.6 グローバル変数一覧

表 3-5 にグローバル変数を示します。

表 3-5 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_switch_led.c		
rsk_get_sw2_status	uint8_t	スイッチ SW2 の状態
rsk_get_sw3_status	uint8_t	スイッチ SW3 の状態
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

### 3.7 関数一覧

表 3-6 に関数の一覧を示します。

表 3-6 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
qe_touch_delay	ソフトウェアディレイ
r_rsk_initialize	静電容量タッチ評価システムの初期化処理
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_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
r_rsk_led2_on	CPU ボード LED2 点灯
r_rsk_led2_off	CPU ボード LED2 消灯
r_rsk_led3_on	CPU ボード LED3 点灯
r_rsk_led3_off	CPU ボード LED3 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

### 3.8 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端子一覧を表 3-7 に、未使用端子と処置の一覧を表 3-8 に示します。



表 3-7 使用端子一覧

ピン番号	端子名	I/O	用途
13	TS00	I/O	CTSU 計測
5	TS01	I/O	
11	TS02	I/O	
10	TS03	I/O	
9	TS04	I/O	
8	TS05	I/O	
7	TS06	I/O	
6	TS07	I/O	
36	TS08	I/O	
23	TS09	I/O	
24	TS10	I/O	
22	TS11	I/O	
21	TS12	I/O	
20	TS13	I/O	
19	TS14	I/O	
18	TS15	I/O	
17	TS16	I/O	
16	TS17	I/O	
15	TS18	I/O	
33	TS19	I/O	
30	TS20	I/O	
29	TS21	I/O	
28	TS22	I/O	
27	TS23	I/O	
26	TS24	I/O	
25	TS25	I/O	
14	TS28	I/O	
12	TSCAP	-	
34	TS27/RXD1	I	QE のシリアル通信対応 (SW4 : 左側)
35	TS26/TXD1	O	
1	P60/SW3	I	LED 制御 SW6 : 右側⇒SW2・SW3/LED2・LED3 使用 SW6 : 左側⇒タッチ用 LED 使用
4	P63/LED3	O	
32	P20/LED_ROW0	O	
31	P21/LED_ROW1	O	
38	P41/LED_ROW2	O	
37	P120/LED_ROW3	O	
45	P121/LED_COL0	O	
44	P122/LED_COL1	O	
3	P62/LED_COL2	O	
2	P61/LED_COL3	O	

表 3-8 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
43	P137/INTP0	I	抵抗(10K $\Omega$ )を介し、GNDへ接続
46	REGC	I	コンデンサ(1 $\mu$ F)を介し、GNDへ接続
48	VDD	I	コンデンサ(0.1 $\mu$ F)を介し、GNDへ接続
47	VSS	I	GNDへ接続
上記以外の端子		-	Low 出力

本サンプルソフトウェアで使用する周辺機能一覧を表 3-9 に示します。

表 3-9 使用する周辺機能一覧

周辺機能	用途
CTSU	CTSU 計測
UART1	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

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。

- UART 通信

QE for Capacitive Touch のシリアルモニタリング対応に UART1 を使用します。UART1 の設定を表 3-10 に示します。

表 3-10 UART1 設定

項目	送信・受信 設定
動作クロック	CK00
クロック・ソース	fCLK/2 <sup>4</sup>
使用するモード	シングル転送モード
使用するチャンネル	UART1
転送レート設定	115200 bps
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 3-11 に示します。

表 3-11 TAU0 設定

項目	設定
動作クロック	CK00
クロック・ソース	fCLK/2 <sup>8</sup>
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

- 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 3-12 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 3-12 rm\_touch 設定

項目	設定
Support QE monitor using UART	Enable
Support QE tuning using UART	Enable
UART channel	UART1

3.9 処理フロー

本サンプルコードの処理フローを示します。

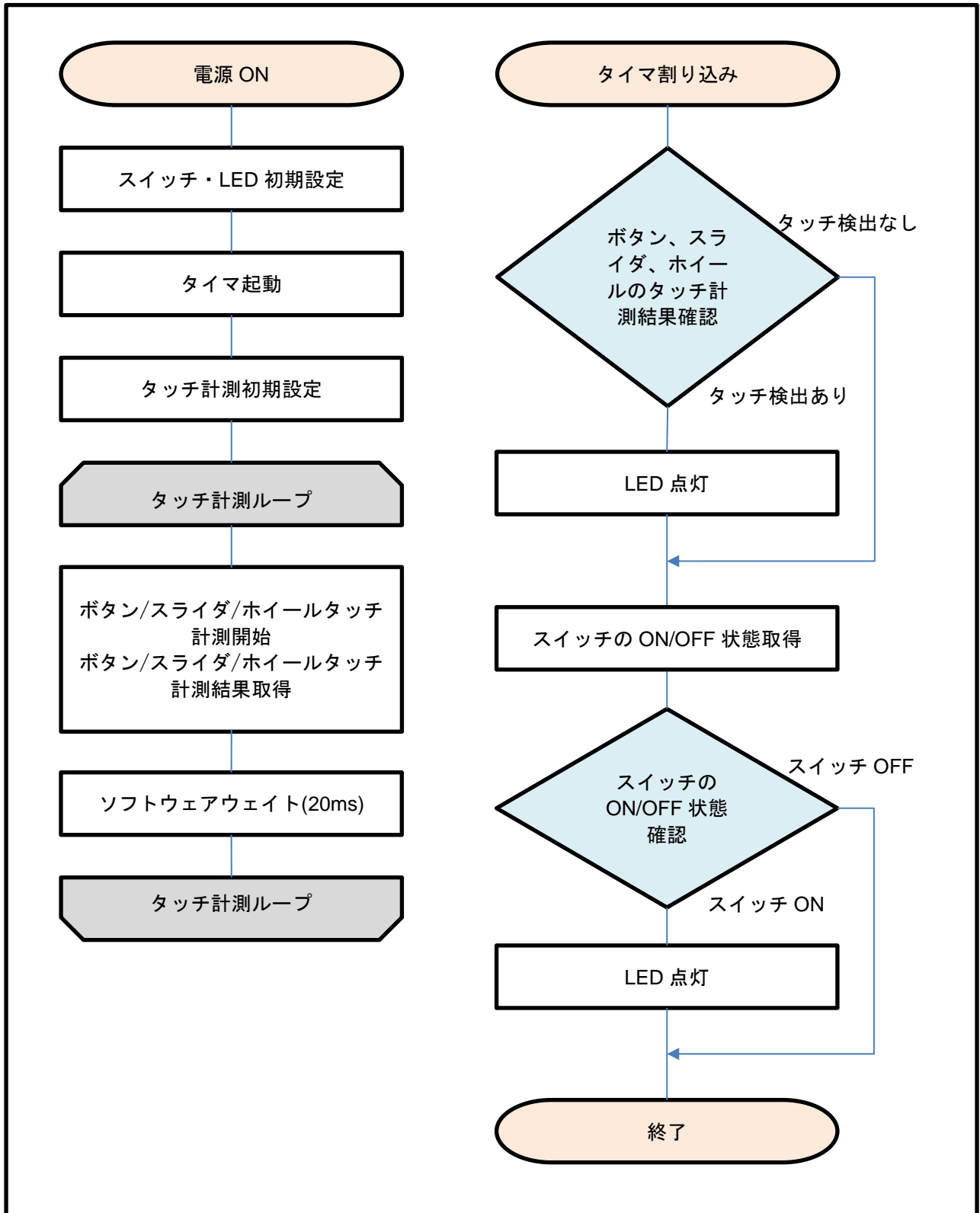


図 3-3 処理フロー（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

### 4. 静電容量タッチ設定

本サンプルコード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

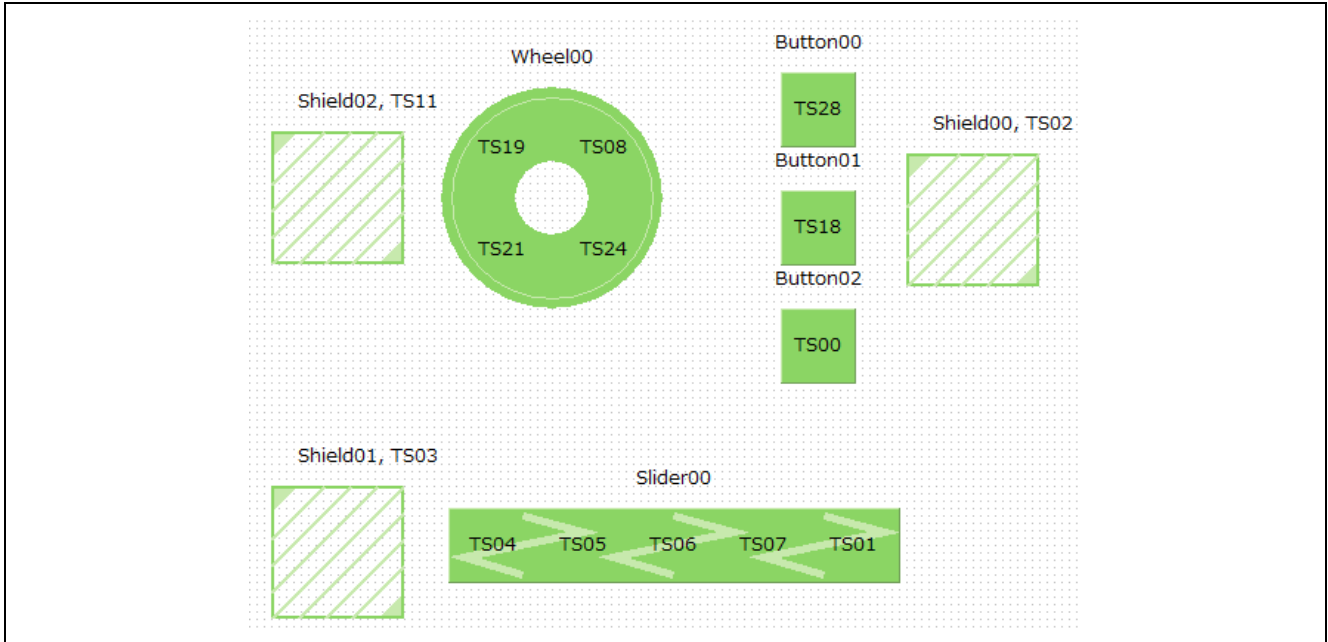


図 4-1 タッチインタフェース構成画面（自己容量タッチボタン／ホイール／スライダボード）

#### 4.2 構成（メソッド）の設定

config01 に 3 つのボタン、config02 にスライダ、config03 にホイールを設定

	<input type="checkbox"/> config01	<input type="checkbox"/> config02	<input type="checkbox"/> config03
Button00(自己)	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Button01(自己)	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Button02(自己)	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Slider00(自己)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>
Wheel00(自己)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 有効
Shield00(自己)	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shield01(自己)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 有効	<input type="checkbox"/>
Shield02(自己)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 有効
複数電極接続	<input type="checkbox"/> 有効にする	<input type="checkbox"/> 有効にする	<input type="checkbox"/> 有効にする

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	TS28	9.667	1 (BASE:1.0)	745	0.576	0x037	0x0F	0x0B
config01	Button01	TS18	8.958	1 (BASE:1.0)	759	0.576	0x031	0x0F	0x0B
config01	Button02	TS00	9.556	1 (BASE:1.0)	760	0.576	0x034	0x0F	0x0B
config01	Shield00	TS02	45.576	-	-	-	-	-	-
config02	Slider00	TS04	8.271	1 (BASE:1.0)	617	0.576	0x029	0x0F	0x0B
config02	Slider00	TS05	7.618	1 (BASE:1.0)	617	0.576	0x023	0x0F	0x0B
config02	Slider00	TS06	7.896	1 (BASE:1.0)	617	0.576	0x026	0x0F	0x0B
config02	Slider00	TS07	8.049	1 (BASE:1.0)	617	0.576	0x027	0x0F	0x0B
config02	Slider00	TS01	9.799	1 (BASE:1.0)	617	0.576	0x035	0x0F	0x0B
config02	Shield01	TS03	47.965	-	-	-	-	-	-
config03	Wheel00	TS19	9.229	1 (BASE:1.0)	729	0.576	0x032	0x0F	0x0B
config03	Wheel00	TS08	10.097	1 (BASE:1.0)	729	0.576	0x037	0x0F	0x0B
config03	Wheel00	TS24	9.181	1 (BASE:1.0)	729	0.576	0x033	0x0F	0x0B
config03	Wheel00	TS21	9.917	1 (BASE:1.0)	729	0.576	0x039	0x0F	0x0B
config03	Shield02	TS11	43.174	-	-	-	-	-	-

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 for Capacitive Touch で行います。感度調整方法には以下の方法があります。

- QE for Capacitive Touch のチューニング機能を使用した方法

QE for Capacitive Touch 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 for Capacitive Touch 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 for Capacitive Touch の Cap Touch 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。  
モニタリングが有効になると、CapTouch パラメータ一覧の項目が表示されます。
3. [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、有効にします。
4. [タッチ閾値]の値を変更します。
5. 4 を繰り返して、感度調整を行います。

感度調整の完了後に、以下の手順にて調整結果をソースコードへ反映します。

6. [パラメータファイルを生成する]をクリックします。
7. IDE(e<sup>2</sup> studio 等)でプロジェクトをビルドします。
8. IDE(e<sup>2</sup> studio 等)で MCU へプログラムを書き込みます。

The screenshot shows the CapTouch monitoring interface. At the top, there are three tabs: "CapTouchワークフロー (QE)", "CapTouchパラメータ一覧 (... x)", and "CapTouchステータス・チ...". Below the tabs, there are several icons: a monitor icon (labeled 2), a play icon (labeled 3), and a save icon (labeled 6). Below these icons, there is a dropdown menu for "タッチI/F:" with "TS\_B1 @ config01" selected (labeled 1). To the right of the dropdown is a checkbox "選択状態を同期する". Below the dropdown, it says "I/F種別: ボタン(自己), チャンネル: TS28". Below this, there is a table of parameters:

項目	値
ドリフト補正間隔	255
長押しキャンセルのサイクル	0
ポジティブ・ノイズフィルタのサイクル	3
ネガティブ・ノイズフィルタのサイクル	3
移動平均フィルタの深度	4
タッチ閾値	522
ヒステリシス	26
CTSUSO	41
CTSUSNUM	7
CTSUSDPA	SUCLKの16分周

- 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

## 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ご参照してください。

RL78/G22 搭載静電容量タッチ評価システム

<https://www.renesas.com/rssk-touch-rl78g22>

アプリケーションノート RL78 ファミリー 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 (R01AN5512)

[renesas.com/jp/ja/document/apn/rl78-family-using-qe-and-sis-develop-capacitive-touch-applications](https://www.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](https://www.renesas.com/qe-capacitive-touch)

Renesas サポート

[renesas.com/support](https://www.renesas.com/support)



## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2023.02.21	—	初版発行
2.00	2024.05.31	3	表 2-1 の使用バージョンを更新
		4	図 3-1 ソフトウェア構成図に電圧検出回路のコンポーネントを追加 表 3-1 のコンポーネントの使用バージョンを更新
		5	3.2 QE チューニングログのファイル名を更新
		6	3.3 オプション・バイトの設定一覧を追加
		13	表 4-1 チューニング結果の更新

## 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、 $V_{IL}(\text{Max.})$  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

- 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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、変更、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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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。
  - 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](http://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/](http://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。