RL78/G22

MEC 機能を用いた家電パネル UI デモ サンプルソフトウェア

要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G22 の CTSU2La を使用し、タッチボタンと複数電極接続（MEC：Multiple Electrode Connection）機能を用いた家電パネル UI デモセット（以下、家電 UI デモ）を紹介します。

複数電極接続（MEC）機能とは、複数のタッチ電極をまとめて一つの電極とみなす機能です。例えば 6 個のタッチボタンをもつシステムがあり、いずれのタッチボタンにタッチした場合もスタンバイ・モードから復帰するようなシステムを組むのに最適です。MEC 機能がないデバイスでは、6 回のスキャンを行わないとタッチの有無を判定できませんが、RL78/G22 では 1 回のスキャンでタッチの有無を判定できます。このように、スキャン回数が少なくて済むことから、低消費電力動作が可能です。

また、MEC 機能使用時のタッチ検出を高感度に設定することで、複数のタッチ電極を一つの大きな近接センサ電極としても使用可能です。

動作確認デバイス

RL78/G22

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合わせて変更し、十分評価してください。

動作確認ツール

RL78/G22 静電容量タッチ評価システム (RTK0EG0042S01001BJ) の
CPU ボード (RTK0EG0041C01001BJ)

目次

1. 概要

本文書では、冷蔵庫パネルをモチーフとした家電 UI デモを用いて、複数電極接続（MEC: Multiple Electrode Connection）機能の応用例を示します。また、家電 UI デモ動作時の消費電流を参考データとして示します。

家電 UI デモは、タッチボタンを 7 個搭載しています。これらのタッチボタンは、通常時には独立したタッチボタンとして働きます。一定時間タッチパネルを操作しなかった場合、パネルを非表示にして、スタンバイ・モードに遷移します。スタンバイ・モードでは、MEC 機能により 6 個のタッチボタンが一つのタッチボタンとして機能します。

1.1 複数電極接続（MEC：Multiple Electrode Connection）機能

複数電極接続（MEC：Multiple Electrode Connection）機能とは、複数チャネルのタッチ電極をまとめて一つの電極として計測する機能です。

1.1.1 MEC 機能のメリット 1：任意の電極へのタッチによりスタンバイ・モードからの復帰が可能

家電 UI デモでは、スタンバイ・モード時に MEC 機能を有効にすることで、図 1-1 のように 6 つのタッチ電極を一つの電極として使用します。これにより、白枠内のどの電極にタッチしても、スタンバイ・モードからの復帰が可能です。

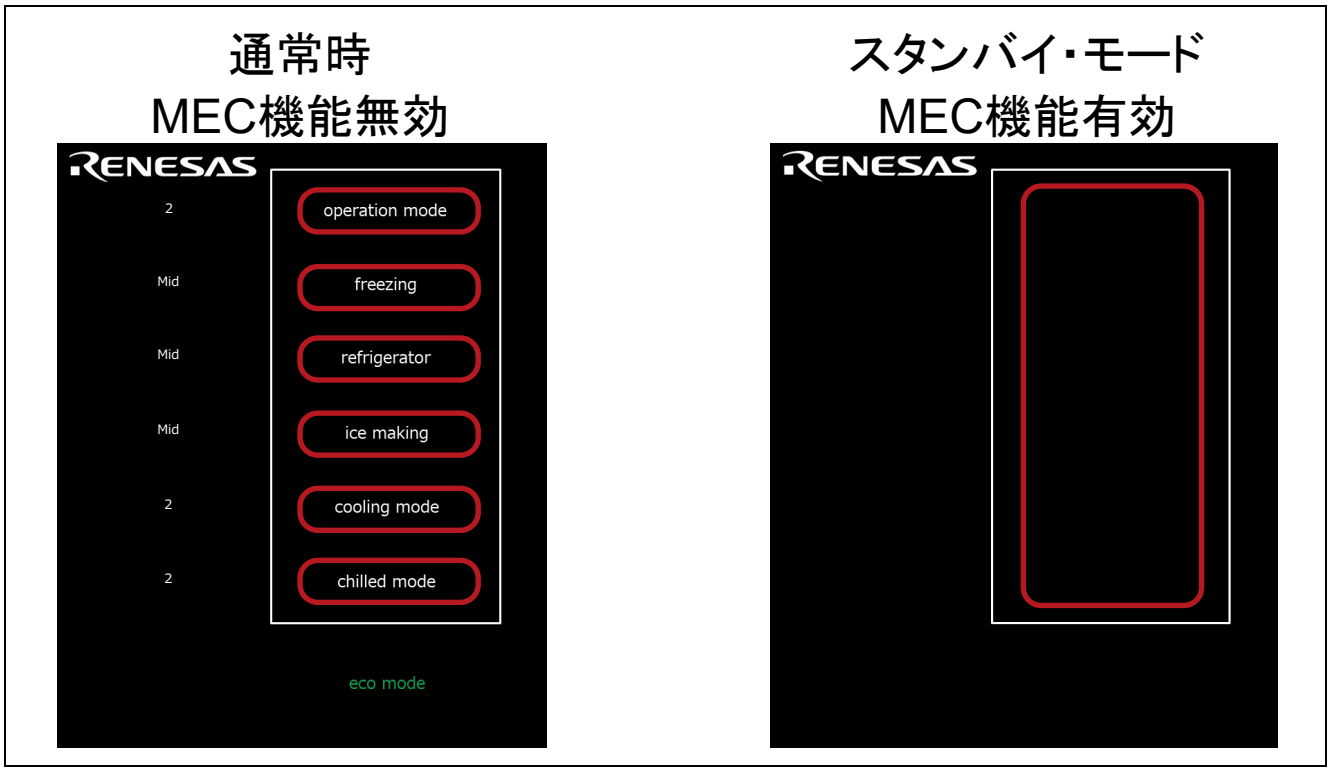


図 1-1 MEC 機能（1 つの電極）

1.1.2 MEC 機能のメリット 2：近接センサとして使用可能

タッチ電極を近接する配置構成にして MEC 機能を使用することで、複数のタッチ電極を一つの大きな電極とみなすことができます。この場合、タッチ閾値の設定次第では近接センサとして使用可能です。近接センサの検出距離は約 20 mm です。

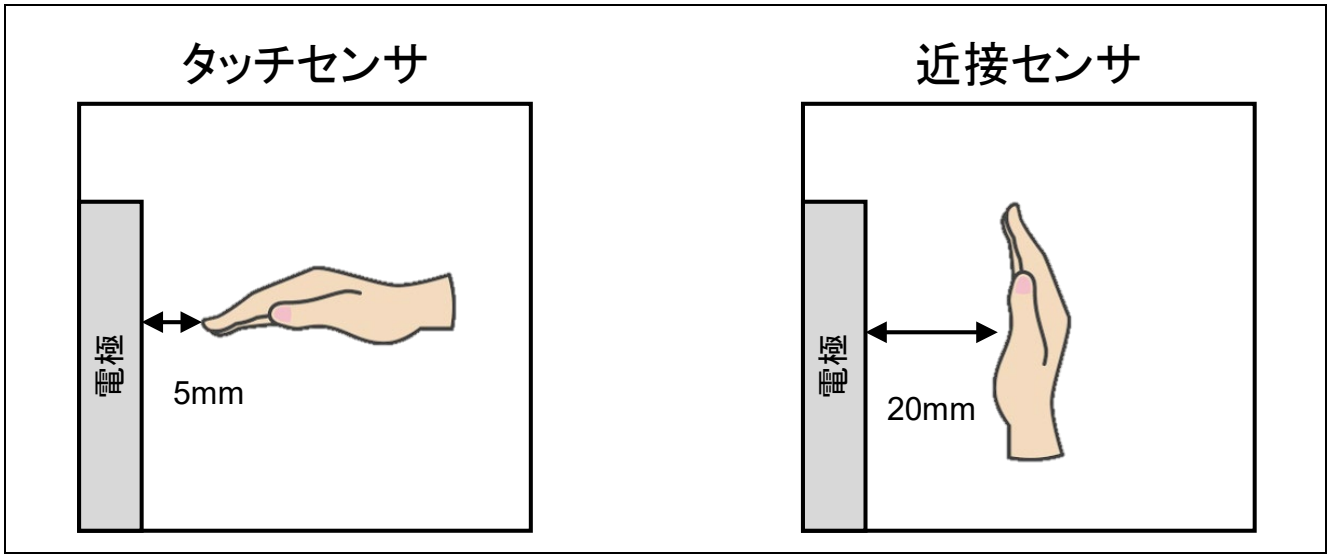


図 1-2 MEC 機能（近接センサ）

1.1.3 MEC 機能のメリット 3：低消費電力

MEC 機能は、複数のタッチ電極を一つの電極として使用します。このため、電極のスキャンは 1 回で行えます。MEC 機能未使用時と比較して電極の計測時間が削減できるため、低消費電力で動作可能です。

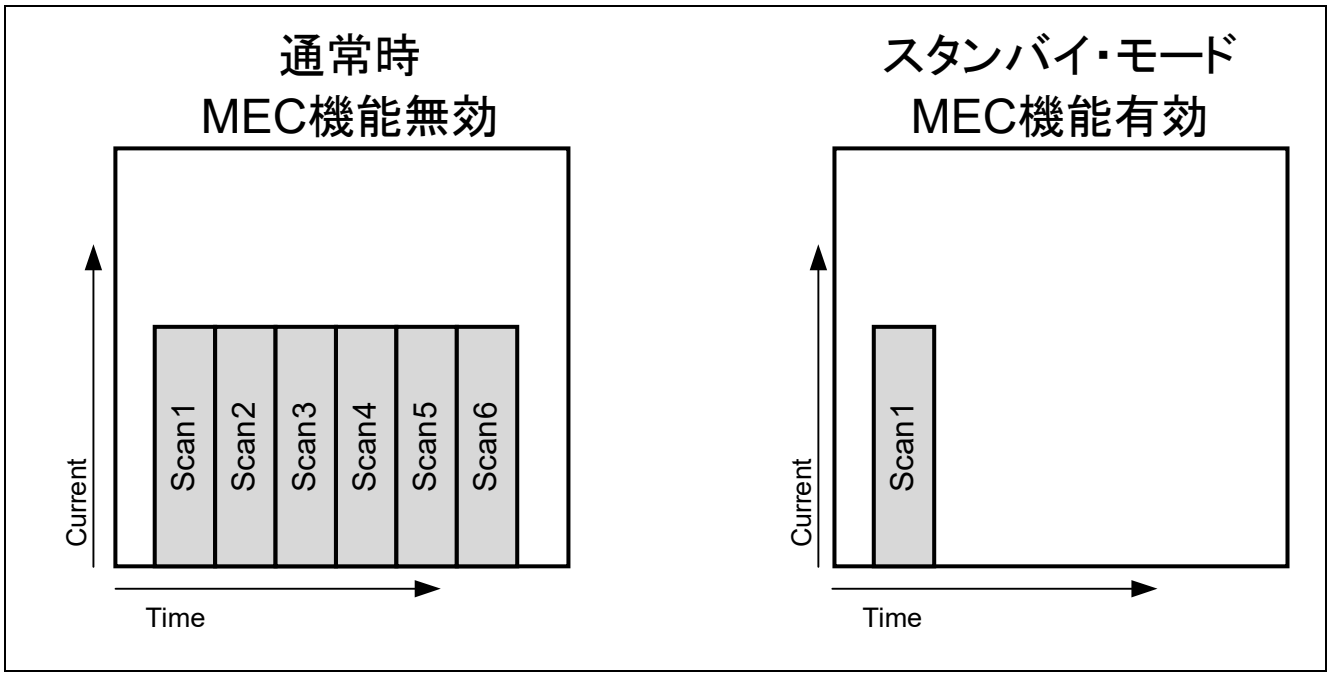


図 1-3 MEC 機能（低消費電力）

1.2 家電 UI デモでの MEC 機能活用方法

家電 UI デモでは、operation mode として、MEC 機能を使用したスタンバイ・モード動作のバリエーションを実装しています。

- operation mode 1 はスタンバイ・モード中に近接センサとして動作します。

本モードでは、手の接近を検出できるようにタッチボタンのタッチ閾値を低く設定しています。白枠部分に手をかざすことで、スタンバイ・モードから復帰します。スタンバイ・モードからの復帰判定は CPU で行います。

- operation mode 2 はスタンバイ・モード中にタッチセンサとして動作します。

本モードでは、電極に直接手が触れた状態をタッチ ON と検出できるように、タッチボタンのタッチ閾値を設定しています。いずれかのタッチボタンにタッチすると、スタンバイ・モードから復帰します。スタンバイ・モードからの復帰判定は CPU で行います。

- operation mode 3 はスタンバイ・モード中に SMS を使用した自動判定計測を行い、タッチセンサとして動作します。タッチボタンのタッチ閾値は operation mode2 と同様に設定しています。

本モードでは、スタンバイ・モードからの復帰判定を SMS で行います。これにより、待ち受け時の消費電力を抑えることができます。

2. 家電 UI デモハードウェアの概要

2.1 筐体外観図

家電 UI デモの外観図を以下に示します。

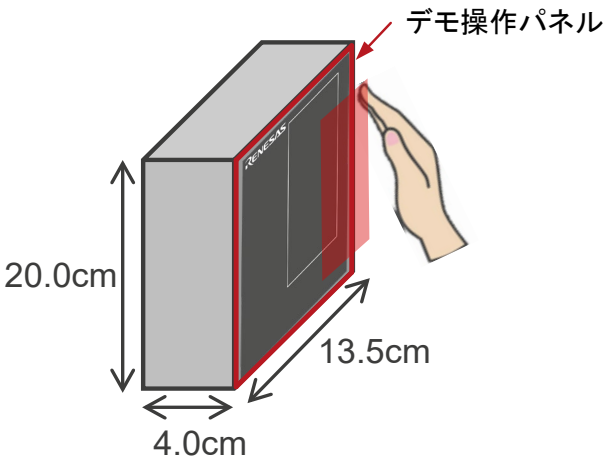


図 2-1 家電 UI デモの筐体外観図

家電 UI デモのデモ操作パネルの外観を以下に示します。図中の黄色箇所はタッチセンサ電極の位置とサイズを示しています。各電極のサイズは 50 × 15 mm です。電極は実際の外観からは見えません。

また、デモ操作パネルの前面は 135 × 200 × 2 mm のアクリル板で構成されています。操作パネルの表面はブラックアウト印刷とシルク印刷を用いて加工しています。

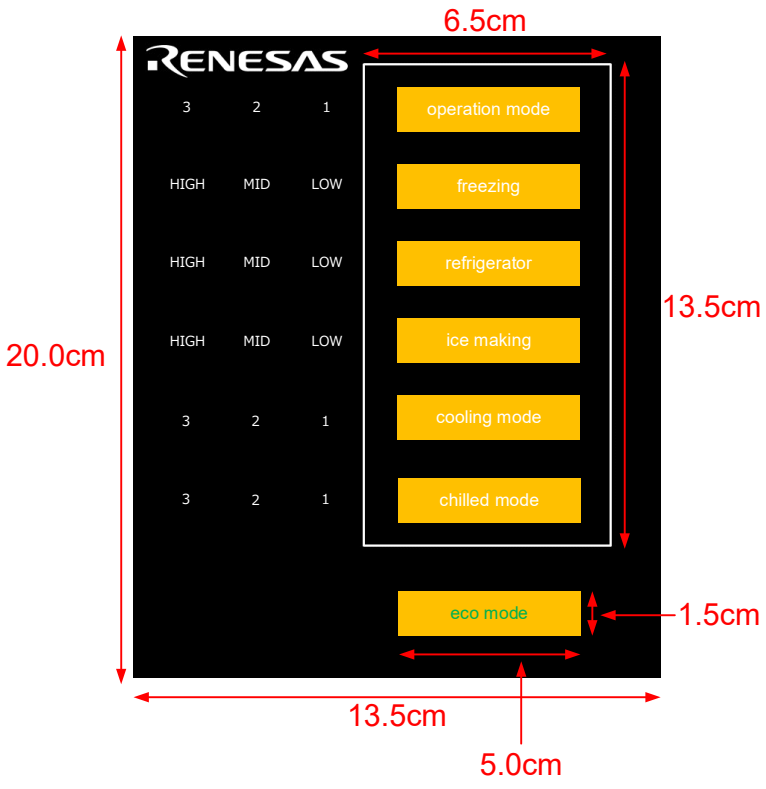


図 2-2 デモ操作パネルの外観図と電極サイズ

2.2 家電 UI デモの構成

家電 UI デモは、RL78/G22 搭載静電容量タッチ評価システム (RTK0EG0042S01001BJ) の RL78/G22 CPU ボード (RTK0EG0041C01001BJ) と、電極ボードで構成します。電極ボードの詳細は、9 章 電極ボードの設計情報を参照してください。

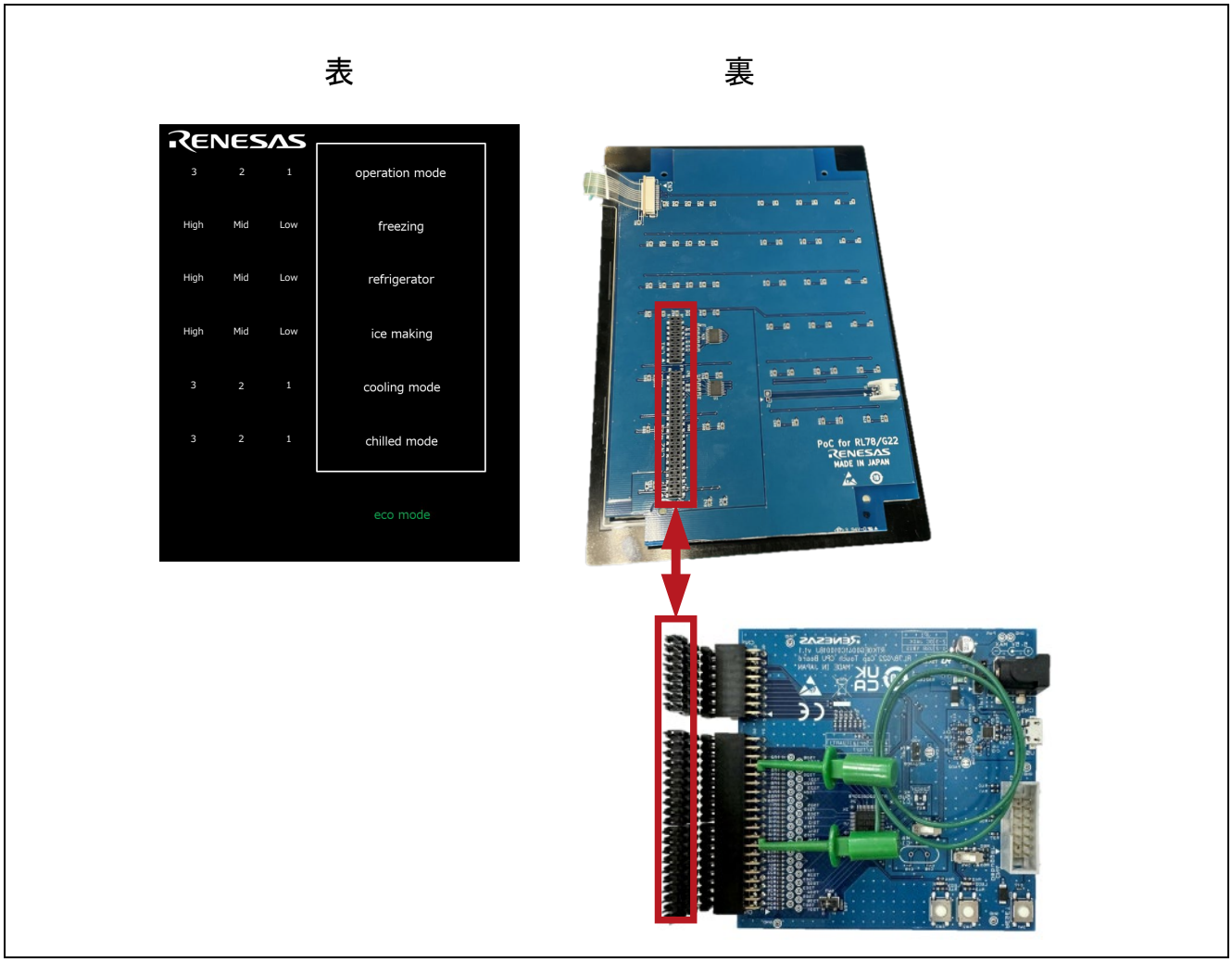


図 2-3 家電 UI デモの基板構成図

2.3 RL78/G22 CPU ボードの構成（外部トリガの結線）

RL78/G22 で SMS を使用した自動判定計測を行うために、以下の設定をしてください。

MCU ボードの CN2 の 34 番ピン (P130/TS19) と 16 番ピン (P16/INTP5/TS17) を結線します。

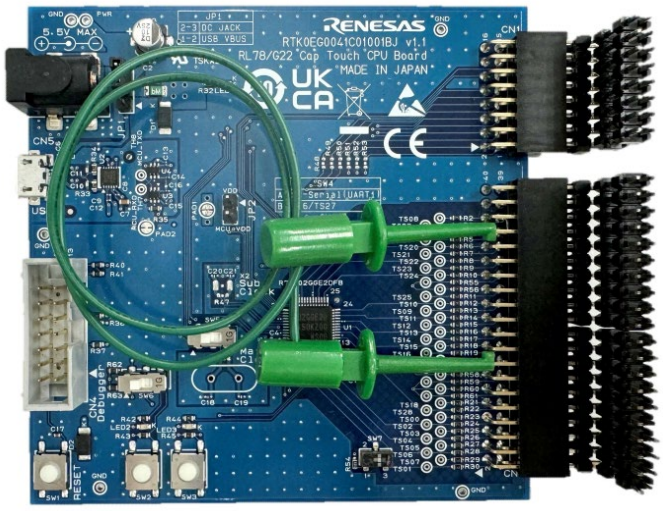


図 2-4 RL78/G22 CPU ボード 外部トリガの結線

3. 動作確認条件

本サンプルプログラムは、下記の条件で動作を確認しています。

表 3-1 動作確認条件

項目	内容
CPU ボード	RL78/G22 CPU ボード (RTK0EG0041C01001BJ) (RL78/G22 静電容量タッチ評価システム (RSSK) (RTK0EG0042S01001BJ) 付属品)
電極ボード	• Touch MEC 機能向け家電パネル電極ボード (筐体あり) 自己容量方式ボタン: 7 個 LED: 25 個
使用マイコン	RL78/G22 (R7F102GGE) (ROM: 64KB, RAM: 4KB)
動作周波数	• メイン・システム・クロック 高速オンチップ・オシレータ・クロック (f_{IH}) : 32 MHz • CPU／周辺ハードウエア・クロック (f_{CLK}) : 32 MHz • サブシステム・クロック 低速オンチップ・オシレータ (f_{IL}) : 32.768 kHz • 低速周辺クロック周波数 (f_{SXP}) : 32.768 kHz
動作電圧	3.3V (2.7 V ～ 5.5 V で動作可能) LVD0 検出電圧: リセット・モード 立ち上がり時 TYP. 2.67 V (2.59 V ~ 2.75 V) 立ち下がり時 TYP. 2.62 V (2.54 V ~ 2.70 V)
統合開発環境 (e^2 studio)	ルネサス エレクトロニクス製 e^2 studio Version 2024-10 (24.10.0)
Smart Configurator (SC)	ルネサス エレクトロニクス製 V1.11.0 (24.10.0) (e^2 studio に同梱)
C コンパイラ (e^2 studio)	ルネサス エレクトロニクス製 CC-RL V1.14.00 最適化レベルのオプション:-Odefault
QE for Capacitive Touch	ルネサス エレクトロニクス製 V4.0.0
ボードサポートパッケージ（r_bsp）	V1.70
エミュレータ	Renesas E2 エミュレータ Lite (RTE0T0002LKCE00000R)

サンプルプログラムでは図 3-1 に示す SIS ドライバ／ミドルウェアおよびコンポーネントを使用しています。

コンポーネント	バージョン	設定
Capacitive Sensing Unit driver. (r_ctsu)	2.00	r_ctsu(使用中)
Touch middleware. (rm_touch)	2.00	rm_touch(使用中)
イベントリンクコントローラ	1.3.0	Config_ELC(ELC: 使用中)
インターバル・タイマ	1.5.0	Config_ITL001(ITL001: 使用中), Config_ITL000(ITL000: 使用中), Config_TAU0_0(TAU0...
ポート	1.5.0	Config_PORT(PORT: 使用中)
割り込みコントローラ	1.5.0	Config_INTC(INTC: 使用中)
電圧検出回路	1.4.0	Config_LVD0(LVD0: 使用中)

図 3-1 スマート・コンフィグレータの使用コンポーネント

4. サンプルプログラム

サンプルプログラムの各モードの動作概要を以下に示します。

表 4-1　各モードの動作概要

モード名称		動作概要	MEC 機能の使用有無	SMS 機能の使用有無	タッチ計測周期
ノーマルモード（Config01 注）		タッチボタンモード それぞれのタッチボタンに触れるとタッチ検出をして LED の点灯パターンを変更	—	—	20 ms
スタンバイ・モード	operation mode 1（Config02 注）	近接センサモード (CTSU2La の SNOOZE モード機能を使用) 白枠内に手をかざすと近接センサ 検出でウェイクアップ	○	—	20 ms
	operation mode 2（Config03 注）	タッチセンサモード (CTSU2La の SNOOZE モード機能を使用) 白枠内のいずれかのボタンに触れるとタッチ検出をしてウェイクアップ	○	—	20 ms
	operation mode 3（Config04 注）	自動判定機能（SMS 使用）モード 白枠内のいずれかのボタンに触れると SMS を使用した自動判定計測を行い、タッチ検出をしてウェイクアップ	○	○	100 ms

○：使用
—：不使用

注. Config xx は各モードで使用するタッチインタフェース構成の名称です。設定内容の詳細は 4.5.3 静電容量タッチ設定を参照してください。

4.1　デモ画面の状態遷移

本サンプルプログラムのデモ画面状態遷移を以下に示します。画面の詳細は 6 章を参照してください。

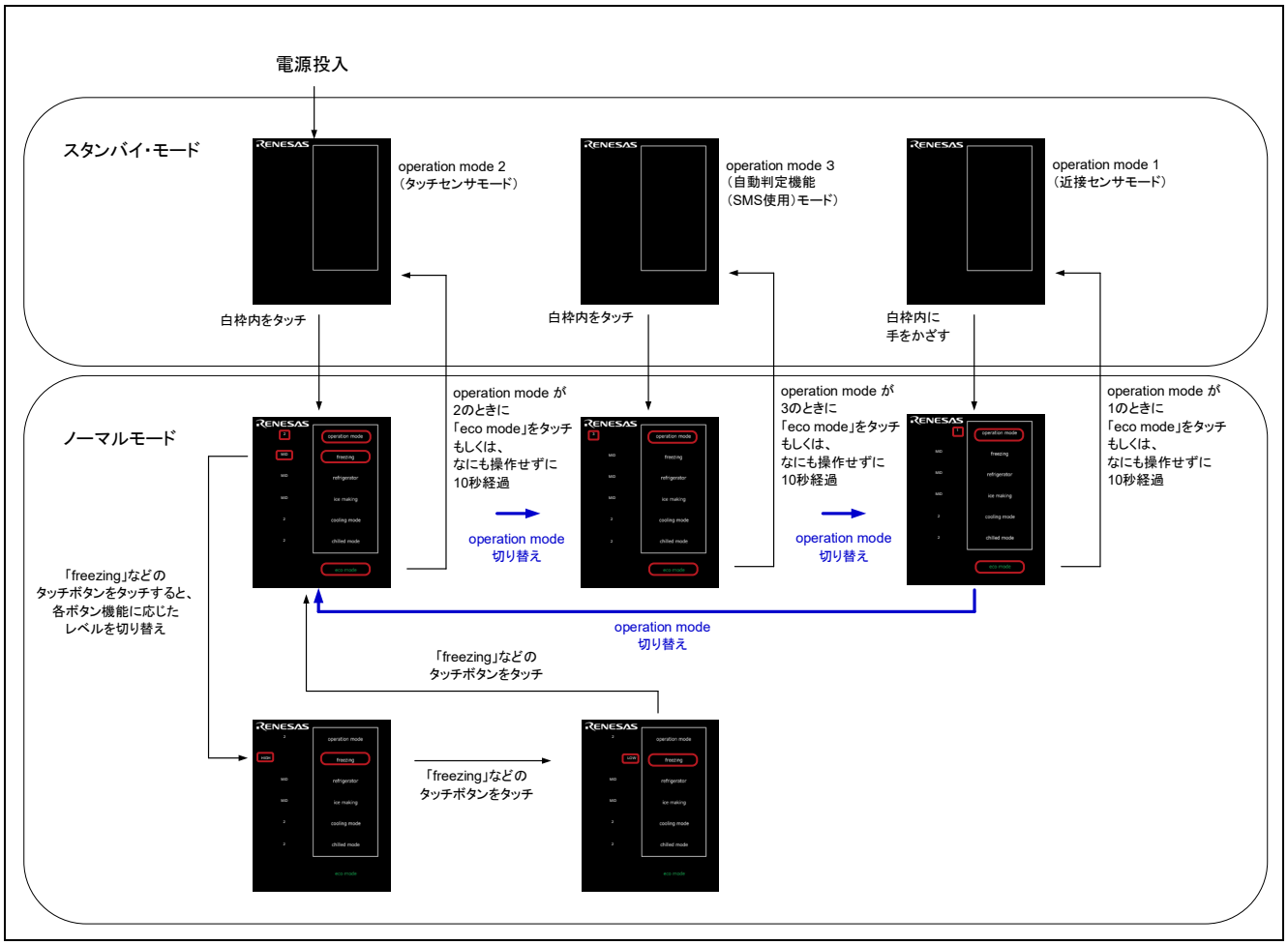


図 4-1　デモ画面の状態遷移

4.2 全体フローチャート

全体フローチャートを以下に示します。

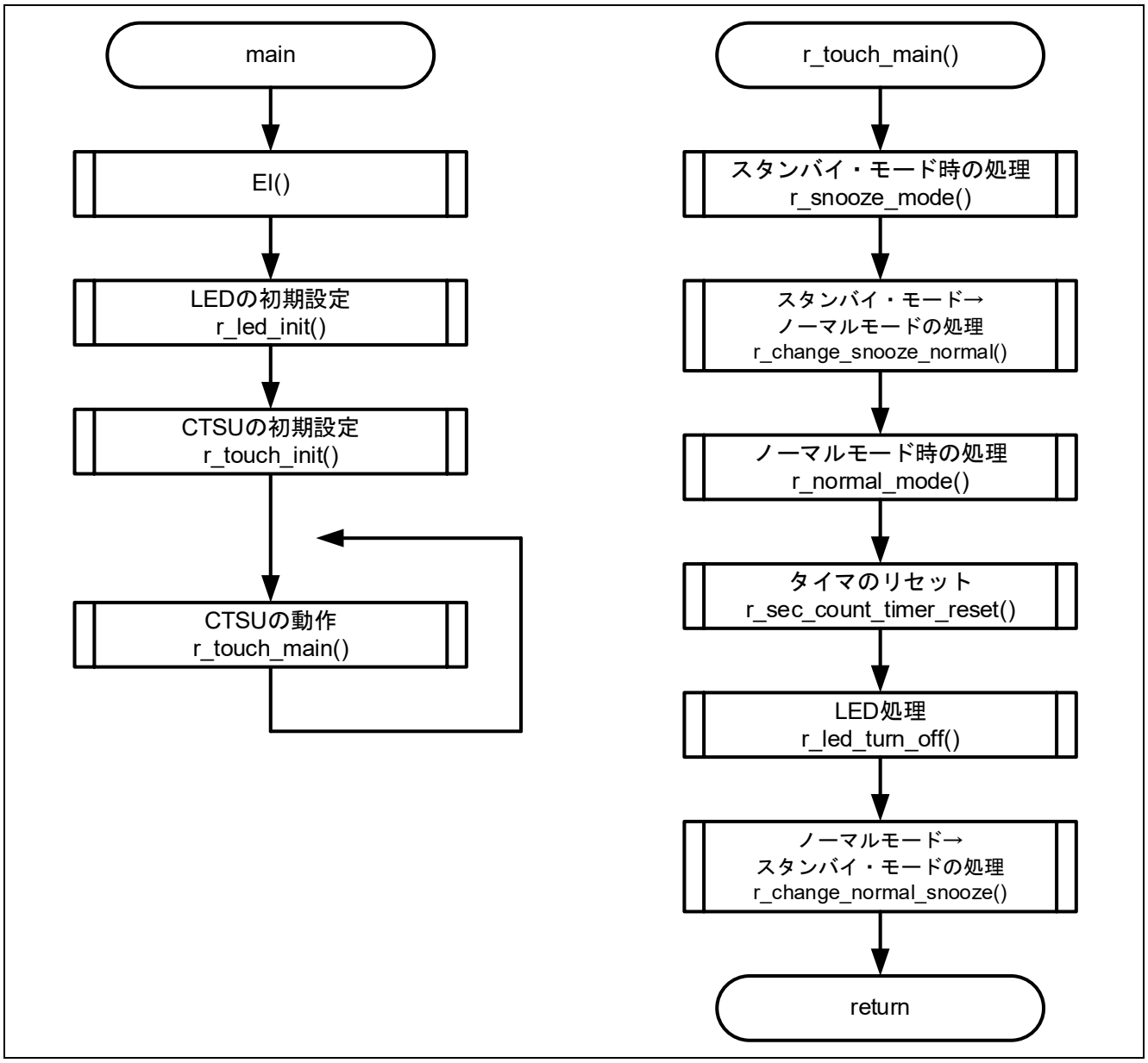


図 4-2 全体フローチャート

4.3 使用端子一覧

本サンプルプログラムの使用端子一覧を以下に示します。

表 4-2 使用端子一覧

端子名	入出力	用途
P17/TS18	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (operation mode) および近接センサに使用
P51/TS28	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (freezing) および近接センサに使用
P50/TS00	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (refrigerator) および近接センサに使用
P73/TS05	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (ice making) および近接センサに使用
P74/TS06	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (cooling mode) および近接センサに使用
P75/TS07	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (chilled mode) および近接センサに使用
P31/TS01	入力/出力	静電容量計測用端子 タッチボタン (eco mode)
P30/TSCAP	-	計測用 2 次電源コンデンサ接続端子
P130	出力	SMS の外部トリガの出力ポート
P16 / INTP5	入力	SMS の外部トリガの入力ポート
P26	入力[注]/出力	マトリクス LED アノード 0
P23	入力[注]/出力	マトリクス LED アノード 1
P21	入力[注]/出力	マトリクス LED アノード 2
P20	入力[注]/出力	マトリクス LED アノード 3
P120	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 0
P121	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 1
P122	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 2
P146	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 3
P41	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 4
P61	入力[注]/出力	マトリクス LED カソード 5
P62	出力	LED 単独制御

注. 制御対象の LED 以外はポート・モードを入力とすることで、LED の入力レベルをハイ・インピーダンスにし、発光させないようにしています。

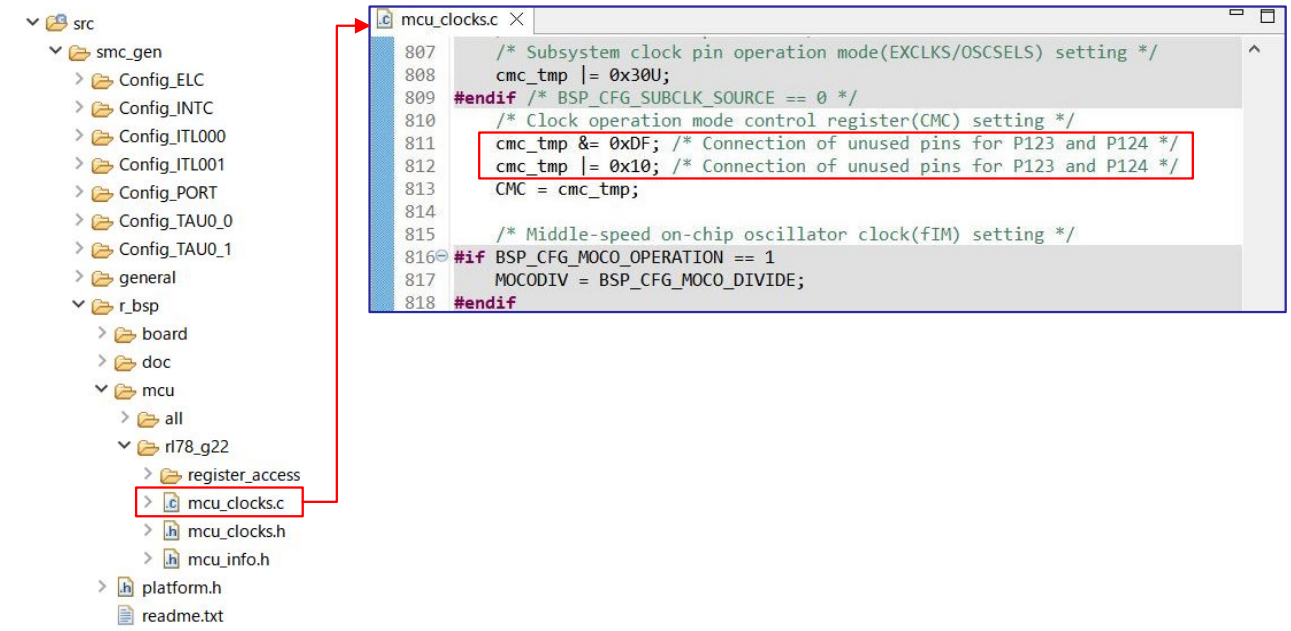
4.4 未使用端子の設定

表 4-3 に消費電流計測時のポート端子の設定を示します。これらはスマート・コンフィグレータの “PORT モジュール” コンポーネントで設定します。下記の表に記載されていない TS 端子を兼用するポート端子は、“CTSU モジュール” コンポーネントで「使用する」の設定にすることで、Low 出力の状態に固定しています。

表 4-3 未使用端子の設定

ピン番号	ポート名	接続先	スマート・コンフィグレータ設定	備考
35	P00	CN2 (pin 番号:35)	使用しない (入力バッファオフ)	抵抗を介して、V_{DD} に接続
34	P01	CN2 (pin 番号:33)	使用しない (内蔵プルアップ)	
22	P10	CN2 (pin 番号:22)	使用しない (入力バッファオフ)	
21	P11	CN2 (pin 番号:21)	使用しない (入力バッファオフ)	
20	P12	CN2 (pin 番号:20)	使用しない (入力バッファオフ)	
19	P13	CN2 (pin 番号:19)	使用しない (入力バッファオフ)	
18	P14	CN2 (pin 番号:18)	使用しない (入力バッファオフ)	
17	P15	CN2 (pin 番号:17)	使用しない (入力バッファオフ)	
30	P22	CN2 (pin 番号:32)	出力	オープン
28	P24	CN2 (pin 番号:30)	出力	
27	P25	CN2 (pin 番号:29)	出力	
25	P27	CN2 (pin 番号:25)	出力	
39	P40	pull up	使用しない (内蔵プルアップ)	抵抗を介して、V_{DD} に接続
1	P60	pull up	入力	
4	P63	pull up	入力	
11	P70	CN2 (pin 番号:7)	使用しない (内蔵プルアップ)	
10	P71	CN2 (pin 番号:6)	使用しない (内蔵プルアップ)	
9	P72	CN2 (pin 番号:5)	使用しない (内蔵プルアップ)	
42	P123	オープン	使用しない	クロック動作モード制御レジスタ (CMC) の EXCLKS に 0、OSCSELS に 1、かつクロック動作ステータス制御レジスタ (CSC) の XTSTOP に 1 を設定[注]
41	P124	オープン	使用しない	
43	P137	pull down	使用しない	抵抗を介して、GND に接続
36	P140	CN2(pin 番号:36)	使用しない (内蔵プルアップ)	抵抗を介して、V_{DD} に接続
24	P147	CN2(pin 番号:24)	使用しない (内蔵プルアップ)	

注. CSC レジスタは touch.c 内の r_sms_init 関数で設定しています。CMC レジスタは mcu_clocks.c 内の mcu_clock_setup 関数にて、図 4-3 のように設定しています。



注意. スマート・コンフィグレータで “r_bsp” コンポーネントのバージョンを変更すると、mcu_clocks.c が上書きされるため、ユーザが追記したコードが消えてしまいます。
そのため、“r_bsp” コンポーネントのバージョンを変更した際にはその都度、上記コードを追記する必要があります。

図 4-3 mcu_clocks.c の編集

4.5　サンプルプログラムの構成

4.5.1　使用する周辺機能

本サンプルプログラムで使用する周辺機能を以下に示します。

表 4-4　使用する周辺機能一覧

周辺機能	用途
静電容量センサユニット (CTSU2La)	タッチ電極に発生する静電容量を計測する
32 ビット・インターバル・タイマ チャネル 0 (TML32_000)	ノーマルモードと、スタンバイ・モードのうち Operation mode 1, operation mode 2 のタッチ計測周期をカウントするタイマ。CTSU2La の計測開始トリガとして使用
32 ビット・インターバル・タイマ チャネル 1 (TML32_001)	Operation mode 3 のタッチ計測周期をカウントするタイマ SMS を使用した自動判定計測時に、CTSU2La の計測開始トリガとして使用
データ・トランスファ・コントローラ (DTC)	・タッチ計測時に使用する設定値を RAM からタッチ関連レジスタに転送する ・タッチ計測終了後、計測結果 (カウント値) をタッチ関連レジスタから RAM に転送する ・SMS を使用した自動判定計測時に使用
SNOOZE モード・シーケンサ (SMS)	SMS を使用した自動判定計測に使用
イベント・リンク・コントローラ (ELC)	・CTSU2La と 32 ビット・インターバル・タイマのイベント信号を接続するために使用 ・SMS を使用した自動判定計測時に、SMS の起動トリガとして使用
割り込みコントローラ (INTP)	SMS を使用した自動判定計測時に、ELC の起動トリガとして使用
タイマ・アレイ・ユニットチャネル 0 (TAU_00)	スタンバイ・モード移行用タイマとして使用
タイマ・アレイ・ユニットチャネル 1 (TAU_01)	LED マトリクス制御用に内部で使用
ポート機能 (PORT)	・LED 制御に使用 ・SMS を使用した自動判定計測時に使用 （ポート出力信号を用いて割り込み信号を発生させる）

4.5.2　周辺機能の設定

本サンプルプログラムで使用しているスマート・コンフィグレータの設定を以下に示します。スマート・コンフィグレータの設定における各表の項目、設定内容は設定画面の表記で記載しています。

表 4-5　スマート・コンフィグレータの設定（1/3）

タグ名	コンポーネント	内容
クロック	-	動作モード：高速メイン (HS) モード 2.7 (V) ~ 5.5 (V) 高速オンチップ・オシレータ：32 MHz f_{OCO} 開始設定：通常 f_{IHP}：32MHz f_{MAIN}：32MHz f_{CLK}：32000kHz
システム	-	オンチップ・デバッグ動作設定：エミュレータを使う エミュレータ設定：E2 エミュレータ Lite 疑似 RRM/DMM 機能設定：使用する Start/Stop 関数機能設定：使用しない セキュリティ ID 設定：セキュリティ ID を設定する セキュリティ ID：0x00000000000000000000 セキュリティ ID 認証失敗時の設定：フラッシュ・メモリのデータを消去する
コンポーネント	r_bsp	Start up select : Enable (use BSP startup) Control of invalid memory access detection : Disable RAM guard space (GRAM0-1) : Disabled Guard of control registers of port function (GPORT) : Disabled Guard of registers of interrupt function (GINT) : Disabled Guard of control registers of clock control function, voltage detector, and RAM parity error detection function (GCSC) : Disabled Data flash access control (DFLEN) : Disables Initialization of peripheral functions by Code Generator/Smart Configurator : Enable API functions disable : Enable Parameter check enable : Enable Setting for starting the high-speed on-chip oscillator at the times of release from STOP mode and of transitions to SNOOZE mode : High-speed Enable user warm start callback (PRE) : Unused Enable user warm start callback (POST) : Unused Watchdog Timer refresh enable : Unused

表 4-6 スマート・コンフィグレータの設定（2/3）

タグ名	コンポーネント	内容
コンポーネント	r_ctsu	コンポーネント：r_ctsu リソース：CTSU Data transfer of INTCTSUWR and INTCTSURD：DTC Auto judgment function in Snooze mode using SMS：Enable Data storage address setting for CTSURD：0xFFC00 Data storage address setting for CTSUWR：0xFFE00 Output port number for external trigger：PORT2 Bit number for external trigger output：BIT2 Interrupt port number for external trigger：INTP5 TS00 端子：使用する TS01 端子：使用する TS05 端子：使用する TS06 端子：使用する TS07 端子：使用する TS18 端子：使用する TS28 端子：使用する 上記以外の設定はデフォルトとする
	rm_touch	コンポーネント：rm_touch デフォルトの設定とする
	Config_ITL000	コンポーネント：インターバル・タイマ 動作モード：8 ビット・カウンタ・モード リソース：ITL000 動作クロック：f_{SXP} クロックソース：f_{ITL0}/16 インターバル時間；20ms 割り込み設定：使用しない
	Config_ITL001	コンポーネント：インターバル・タイマ 動作モード：8 ビット・カウンタ・モード リソース：ITL001 動作クロック：f_{SXP} クロックソース：f_{ITL0}/16 インターバル時間；100ms 割り込み設定：使用しない
	Config_INTC	コンポーネント：割り込みコントローラ リソース：INTC INTP5：使用する 有効エッジ：立ち下りエッジ 優先順位：レベル 3
	Config_ELC	コンポーネント：イベント・リンク・コントローラ 出力先設定：CTSU2La 静電容量センシングユニット イベント発生元：32 ビット インターバル・タイマ 0 コンペアー致

表 4-7 スマート・コンフィグレータの設定（3/3）

タグ名	コンポーネント	内容
コンポーネント	Config_TAU0_0	コンポーネント：インターバル・タイマ 動作モード：16 ビット・カウンタ・モード リソース：TAU0_0 動作クロック：CK00 クロックソース：f_{CLK}/2^10 インターバル時間：1000ms 割り込み設定：使用する 優先順位：レベル 3
	Config_TAU0_1	コンポーネント：インターバル・タイマ 動作モード：16 ビット・カウンタ・モード リソース：TAU0_1 動作クロック：CK01 クロックソース：f_{CLK}/2^8 インターバル時間：7ms 割り込み設定：使用する 優先順位：レベル 3
	Config_PORT	コンポーネント：ポート ポート選択：PORT2、PORT4、PORT6、PORT12、PORT14 ポート・モード設定：Pmn レジスタ値を読み出す PORT2：P20、P21、P23、P26 を入力 P22 を出力 PORT4：P41 を入力 PORT6：P61、P62 を出力 1 を出力 PORT12：P120～P122 を入力 PORT13：P130 を出力 PORT14：P146 を入力

4.5.3 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。

4.5.3.1 タッチインタフェース構成

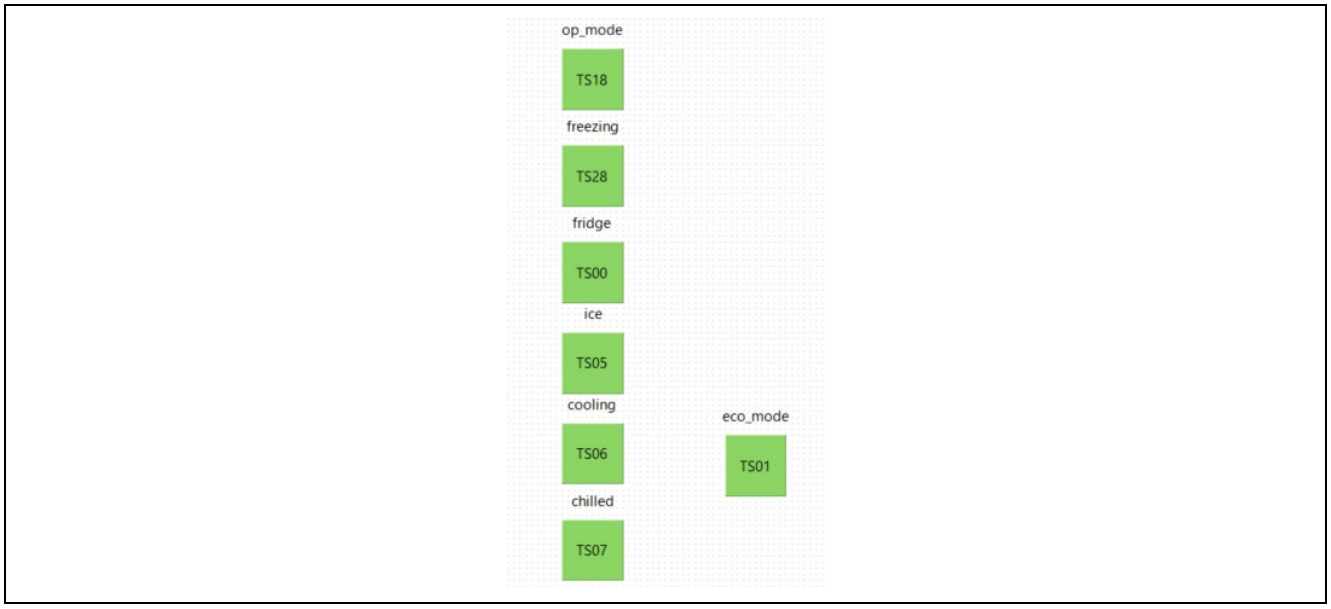


図 4-4 タッチインタフェース構成

4.5.3.2 構成（メソッド）の設定

Config02 と config03 は MEC を使用します。Config04 は MEC と SMS による自動計測判定を使用します。

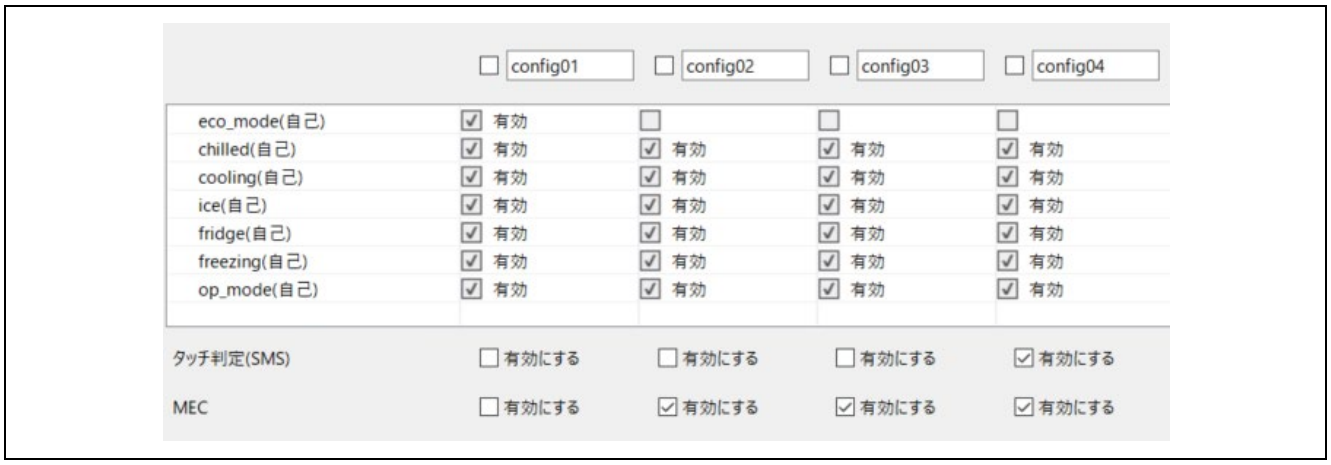
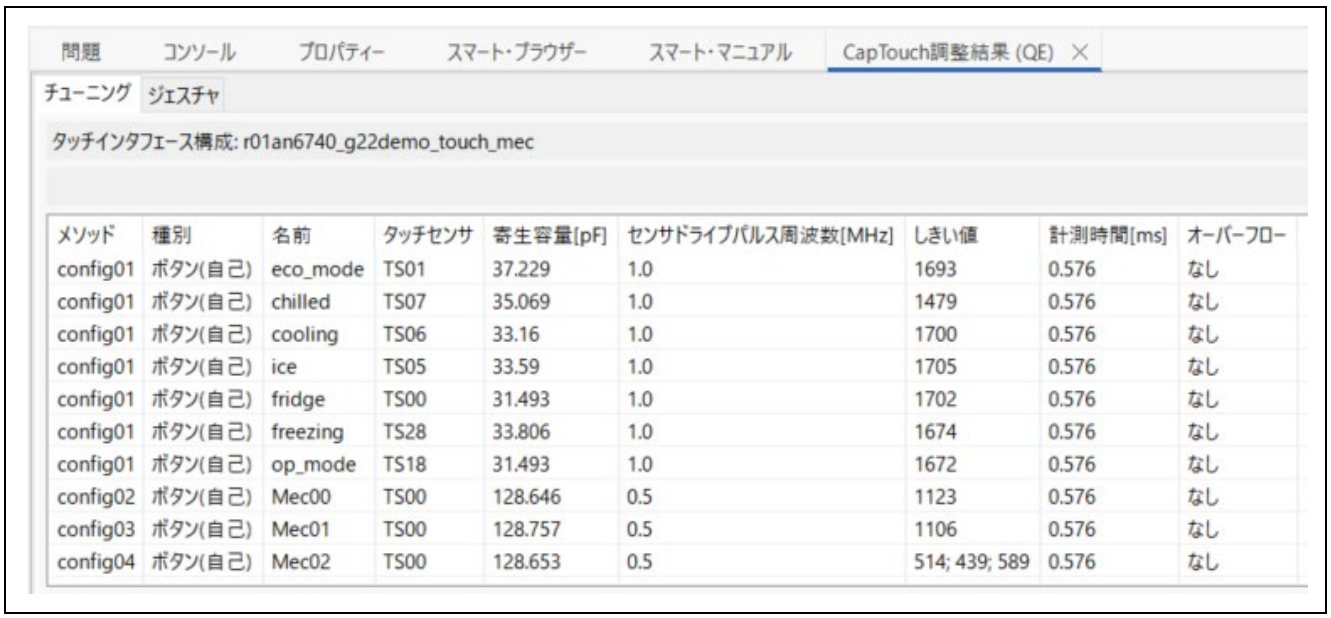


図 4-5 構成（メソッド）の設定画面

4.5.3.3 チューニング結果

タッチインタフェースの QE チューニングでの調整結果を示します。本サンプルコードは以下に示される設定値で動作します。

調整結果は QE チューニング時の動作環境に依存するため、再度 QE チューニングを行うとこれらの値が変化する可能性があります。



メソッド	種別	名前	タッチセンサ	寄生容量[pF]	センサドライブパルス周波数[MHz]	しきい値	計測時間[ms]	オーバーフロー
config01	ボタン(自己)	eco_mode	TS01	37.229	1.0	1693	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	chilled	TS07	35.069	1.0	1479	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	cooling	TS06	33.16	1.0	1700	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	ice	TS05	33.59	1.0	1705	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	fridge	TS00	31.493	1.0	1702	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	freezing	TS28	33.806	1.0	1674	0.576	なし
config01	ボタン(自己)	op_mode	TS18	31.493	1.0	1672	0.576	なし
config02	ボタン(自己)	Mec00	TS00	128.646	0.5	1123	0.576	なし
config03	ボタン(自己)	Mec01	TS00	128.757	0.5	1106	0.576	なし
config04	ボタン(自己)	Mec02	TS00	128.653	0.5	514; 439; 589	0.576	なし

図 4-6 QE チューニング結果

4.5.4 オプション・バイトの設定一覧

本サンプルプログラムのオプション・バイト設定を以下に示します。

表 4-8 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H / 020C0H	1110 1111B (0xEF)	ウォッチドッグ・タイマ動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H / 020C1H	1111 1100B (0xFC)	LVD0 検出電圧 : リセット・モード 立ち上がり時 TYP. 2.67 V (2.59 V ~ 2.75 V) 立ち下がり時 TYP. 2.62 V (2.54 V ~ 2.70 V)
000C2H / 020C2H	1110 1000B (0xE8)	HS モード、 高速オンチップ・オシレータ・クロック : 32 MHz
000C3H / 020C3H	1000 0100B (0x84)	オンチップ・デバッグ許可

4.5.5 ファイル構成

本サンプルプログラム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。

表 4-9 ファイル構成

フォルダ名、ファイル名	説明
r01an6740_g22demo_touch_mec	プログラム格納用プロジェクトフォルダ
├ qe_gen	QE for capacitive touch 生成フォルダ
├ src	-
│ ├ smc_gen	スマート・コンフィグレータ生成フォルダ
│ │ ├ Config_ELC	
│ │ ├ Config_INTC	
│ │ ├ Config_ITL000	
│ │ ├ Config_ITL001	
│ │ ├ Config_PORT	
│ │ ├ Config_TAU0_0	
│ │ ├ Config_TAU0_1	
│ │ ├ general	
│ │ ├ r_bsp	
│ │ ├ r_config	
│ │ ├ r_ctsu	
│ │ ├ r_pincfg	
│ │ └ rm_touch	
│ ├ led.c	LED 制御ソースファイル
│ ├ led.h	LED 制御ヘッダファイル
│ ├ main.c	メイン処理ソースファイル
│ ├ mode.c	mode 制御ソースファイル
│ ├ mode.h	mode 制御ヘッダファイル
│ ├ touch.c	touch 制御ソースファイル
│ └ touch.h	touch 制御ヘッダファイル
└QE-Touch	QE for capacitive touch 生成フォルダ

4.5.6 変数一覧

本サンプルプログラムで使用する変数一覧を以下に示します。

表 4-10 サンプルプログラムで使用する変数一覧

型	変数名	内容	ファイル
uint8_t	g_led_position[6]	マトリクス LED の点灯パターンの配列	led.c mode.c touch.c
uint8_t	g_pos_a	マトリクス LED の制御 LED のアノード側の指定変数	led.c
uint8_t	g_touch_button_flg	いずれかのボタンがタッチされたフラグ	led.c mode.c touch.c
uint8_t	g_eco_mode_flg	「eco mode」ボタンがタッチされたフラグ	led.c touch.c
uint8_t	g_sec_count_timer_count	秒数カウント変数	led.c Config_TAU0_0_user.c
uint8_t	g_sec_count_timer_stop_flg	秒数カウントの処理を終えたフラグ	Config_TAU0_0_user.c
uint8_t	g_mode	ノーマルモード／スタンバイ・モードの切り替え変数	led.c mode.c touch.c
uint8_t	g_normal_end_flg	ノーマルモードの処理を終えたフラグ	led.c mode.c
uint64_t	g_button_status	どのボタンがタッチされたのかステータス	led.c mode.c touch.c
uint8_t	g_snooze_mode_init	スタンバイ・モード初期化フラグ	mode.c
uint8_t	g_normal_mode_init	ノーマルモード初期化フラグ	mode.c
uint8_t	g_snooze_end_flg	スタンバイ・モードの処理を終えたフラグ	mode.c

4.5.7 定数一覧

本サンプルプログラムで使用する定数一覧を以下に示します。

表 4-11 サンプルプログラムで使用する定数一覧

定数名	設定値	内容	ファイル
MEC	0x01	MEC のボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
OPERATION_MODE	0x20	「operation mode」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
FREEZING	0x40	「freezing」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
REFRIGERATOR	0x01	「refrigerator」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
ICE_MAKING	0x04	「ice making」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
COOLING_MODE	0x08	「cooling mode」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
CHILLED_MODE	0x10	「chilled mode」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
ECO_MODE	0x02	「eco mode」ボタンタッチ時の g_button_status の値	touch.h
P_LED_A0	P2_bit.no6	マトリクス LED のアノード側の端子	led.c
P_LED_A1	P2_bit.no3		
P_LED_A2	P2_bit.no1		
P_LED_A3	P2_bit.no0		
P_LED_C0	P12_bit.no0	マトリクス LED のカソード側の端子	led.c
P_LED_C1	P12_bit.no1		
P_LED_C2	P12_bit.no2		
P_LED_C3	P14_bit.no6		
P_LED_C4	P4_bit.no1		
P_LED_C5	P6_bit.no1		
PM_LED_A0	PM2_bit.no6	マトリクス LED のアノード側の端子のポート・モード・レジスタ	led.c
PM_LED_A1	PM2_bit.no3		
PM_LED_A2	PM2_bit.no1		
PM_LED_A3	PM2_bit.no0		
PM_LED_C0	PM12_bit.no0	マトリクス LED のカソード側の端子のポート・モード・レジスタ	led.c
PM_LED_C1	PM12_bit.no1		
PM_LED_C2	PM12_bit.no2		
PM_LED_C3	PM14_bit.no6		
PM_LED_C4	PM4_bit.no1		
PM_LED_C5	PM6_bit.no1		
ECO_MODE_LED	P6_bit.no2	エコモード用の LED 端子	led.c
LED_ON	0U	LED 点灯	led.c
LED_OFF	1U	LED 消灯	led.c
OUTPUT	0U	ポート・モード・レジスタを出力にする	led.c
INPUT	1U	ポート・モード・レジスタを入力にする	led.c
COUNT_10S	10U	10s カウント用定数	led.c
COUNT_5S	5U	5s カウント用定数	led.c

4.5.8 関数一覧

本サンプルプログラムで使用する関数一覧を以下に示します。

表 4-12 サンプルプログラムで使用する関数一覧（1/2）

関数名	概要	ソースファイル
main	メイン処理	main.c
r_led_init	LED の初期化処理	led.c
r_ledport_input	LED ポートを入力モードにする	led.c
r_ledport_output	LED ポートを出力モードにする	led.c
r_led_turn_on_all_5s	すべての LED を 5s 間点灯する処理	led.c
r_led_turn_on	LED 点灯処理	led.c
r_led_turn_off	LED 消灯処理	led.c
r_ledmatrix_turn_on	マトリクス LED 点灯処理	led.c
r_ledmatrix_turn_off	マトリクス LED 消灯処理	led.c
r_ledmatrix_turn_on_a	マトリクス LED アノード側の点灯処理	led.c
r_change_led_position	マトリクス LED のポジション変更処理	led.c
r_change_led	マトリクス LED の点灯パターンの変更処理	led.c
r_snooze_mode_init_cpu	CPU 動作のスタンバイ・モードの初期化処理	mode.c
r_snooze_mode_init_sms	SMS 動作のスタンバイ・モードの初期化処理	mode.c
r_normal_mode_init	ノーマルモードの初期化処理	mode.c
r_snooze_cpu	CPU 動作のスタンバイ・モードの動作処理	mode.c
r_snooze_sms	SMS 動作のスタンバイ・モードの動作処理	mode.c
r_snooze_mode	スタンバイ・モードの動作処理	mode.c
r_normal_mode	ノーマルモードの動作処理	mode.c
r_change_snooze_normal	スタンバイ・モードからノーマルモードへの変更処理	mode.c
r_change_normal_snooze	ノーマルモードからスタンバイ・モードへの変更処理	mode.c
r_not_touched	タッチボタンに触れていない判定処理	mode.c
r_touch_init	CTSU2La の初期設定	touch.c
r_sms_init	SMS の初期設定	touch.c
r_touch_main	ボタンをタッチしたときのメイン動作	touch.c
r_snooze_mode_touch_prosses	スタンバイ・モードのタッチ処理	touch.c
r_change_eco_mode	エコモードの変更処理	touch.c
r_prevent_long_presses	長押し防止処理	touch.c
r_touch_mec_scanstart_cpu	MEC の ScanStart の切り替え関数	touch.c
r_touch_mec_scanstop	MEC の ScanStop の切り替え関数	touch.c
r_touch_mec_dataget_cpu	MEC の DataGet の切り替え関数	touch.c
r_sms_trigger_start	SMS のトリガのスタート処理	touch.c
r_sms_trigger_stop	SMS のトリガの停止処理	touch.c

表 4-13 サンプルプログラムで使用する関数一覧（2/2）

関数名	概要	ソースファイル
r_Config_TAU0_0_interrupt	TAU0_0 の割り込み関数	Config_TAU0_0_user.c
r_sec_count_timer_start	秒数カウント用タイマのスタート処理	Config_TAU0_0_user.c
r_sec_count_timer_reset	秒数カウント用タイマのリセット処理	Config_TAU0_0_user.c
r_Config_TAU0_1_interrupt	TAU0_1 の割り込み関数	Config_TAU0_1_user.c
r_ledmatrix_timer_start	マトリクス LED 制御用タイマスタート処理	Config_TAU0_1_user.c
r_ledmatrix_timer_reset	マトリクス LED 制御用タイマリセット処理	Config_TAU0_1_user.c

4.5.9 関数仕様

本サンプルプログラムの関数仕様を以下に示します。

[関数名]main

概要	メイン処理
ヘッダ	r_smc_entry.h, touch.h, led.h
宣言	int main (void)
説明	LED と CTSU2La の初期化を行い、タッチ操作を繰り返します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_led_init

概要	LED の初期化処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_led_init(void)
説明	電源を入れるとすべての LED を 5s 間点灯させ、g_led_position の初期化を行います。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledport_input

概要	LED ポートを入力モードにする
ヘッダ	led.h
宣言	void r_ledport_input(void)
説明	LED ポートを入力モードに変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledport_output

概要	LED ポートを出力モードにする
ヘッダ	led.h
宣言	void r_ledport_output(void)
説明	LED ポートを出力モードに変更します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_led_turn_on_all_5s

概要	すべての LED を 5s 間点灯する処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_led_turn_on_all_5s(void)
説明	すべての LED を 5s 間点灯します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_led_turn_on

概要	LED 点灯処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_led_turn_on(void)
説明	LED を点灯します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_led_turn_off

概要	LED 消灯処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_led_turn_off(void)
説明	LED を消灯して、タイマをリセットします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledmatrix_turn_on

概要	マトリクス LED 点灯処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_ledmatrix_turn_on(void)
説明	マトリクス LED を点灯します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledmatrix_turn_off

概要	マトリクス LED 消灯処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_ledmatrix_turn_off(void)
説明	マトリクス LED を消灯します。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledmatrix_turn_on_a

概要	マトリクス LED アノード側の点灯処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_ledmatrix_turn_on_a(void)
説明	マトリクス LED のアノード側の点灯制御をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_change_led_position

概要	マトリクス LED のポジション変更処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_change_led_position(uint8_t *pos,uint8_t status)
説明	マトリクス LED のポジション変更処理をします。
引数	* pos, status
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_change_led

概要	マトリクス LED の点灯パターンの変更処理
ヘッダ	led.h
宣言	void r_change_led(void)
説明	マトリクス LED の点灯パターンの変更処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_mode_init_cpu

概要	CPU 動作のスタンバイ・モードの初期化処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_snooze_mode_init_cpu(void)
説明	CPU 動作のスタンバイ・モードの初期化をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_mode_init_sms

概要	SMS 動作のスタンバイ・モードの初期化処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_snooze_mode_init_sms(void)
説明	SMS 動作のスタンバイ・モードの初期化をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_normal_mode_init

概要	ノーマルモードの初期化処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_normal_mode_init(void)
説明	ノーマルモードの初期化をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_cpu

概要	CPU 動作のスタンバイ・モードの動作処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_snooze_cpu(void)
説明	CPU 動作のスタンバイ・モード時の処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_sms

概要	SMS 動作のスタンバイ・モードの動作処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_snooze_sms(void)
説明	SMS 動作のスタンバイ・モード時の処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_mode

概要	スタンバイ・モードの動作処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_snooze_mode(void)
説明	スタンバイ・モード時の処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_normal_mode

概要	ノーマルモードの動作処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_normal_mode(void)
説明	ノーマルモード時の処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_change_snooze_normal

概要	スタンバイ・モードからノーマルモードへの変更処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_change_snooze_normal(void)
説明	スタンバイ・モードからノーマルモードへの変更処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_change_normal_snooze

概要	ノーマルモードからスタンバイ・モードへの変更処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_change_normal_snooze(void)
説明	ノーマルモードからスタンバイ・モードへの変更処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_not_touched

概要	タッチボタンに触れていない判定処理
ヘッダ	mode.h
宣言	void r_not_touched(void)
説明	タッチボタンがタッチされたかどうかを判断する処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_touch_init

概要	CTSU2La の初期設定
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_touch_init(void)
説明	CTSU2La の初期設定をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_sms_init

概要	SMS の初期設定
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_sms_init(void)
説明	SMS の初期設定をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_touch_main

概要	ボタンをタッチしたときのメイン動作
ヘッダ	touch.h
宣言	void touch_main(void)
説明	ボタンをタッチしたときのメイン処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_snooze_mode_touch_prosses

概要	スタンバイ・モードのタッチ処理
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_snooze_mode_touch_prosses(void)
説明	スタンバイ・モードのタッチ処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_change_eco_mode

概要	エコモードの変更処理
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_change_eco_mode(void)
説明	エコモードの変更処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_prevent_long_presses

概要	長押し防止処理
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_prevent_long_presses(uint64_t p_button_status)
説明	ボタン長押し防止処理をします。
引数	p_button_status
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_touch_mec_scanstart_cpu

概要	MEC の ScanStart の切り替え関数
ヘッダ	touch.h
宣言	fsp_err_t r_touch_mec_scanstart_cpu(void)
説明	MEC の ScanStart の切り替え処理をしています。
引数	なし
リターン値	err
備考	なし

[関数名] r_touch_mec_scanstop

概要	MEC の ScanStop の切り替え関数
ヘッダ	touch.h
宣言	fsp_err_t r_touch_mec_scanstop(void)
説明	MEC の ScanStop の切り替え処理をしています。
引数	なし
リターン値	err
備考	なし

[関数名] r_touch_mec_dataget_cpu

概要	MEC の DataGet の切り替え関数
ヘッダ	touch.h
宣言	fsp_err_t r_touch_mec_dataget_cpu(void)
説明	MEC の DataGet の切り替え処理をしています。
引数	なし
リターン値	err
備考	なし

[関数名] r_sms_trigger_start

概要	SMS のトリガのスタート処理
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_sms_trigger_start (void)
説明	SMS のトリガをスタートする処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_sms_trigger_stop

概要	SMS のトリガの停止処理
ヘッダ	touch.h
宣言	void r_sms_trigger_stop (void)
説明	SMS のトリガを停止する処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_Config_TAU0_0_interrupt

概要	TAU0_0 の割り込み関数
ヘッダ	Config_TAU0_0.h
宣言	static void __near r_Config_TAU0_0_interrupt(void)
説明	秒数カウント用タイマのカウントをしています。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_sec_count_timer_start

概要	秒数カウント用タイマのスタート処理
ヘッダ	Config_TAU0_0.h
宣言	void r_sec_count_timer_start(void)
説明	秒数カウント用タイマのスタート処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_sec_count_timer_reset

概要	秒数カウント用タイマのリセット処理
ヘッダ	Config_TAU0_0.h
宣言	void r_sec_count_timer_reset(uint8_t flg)
説明	秒数カウント用タイマのリセット処理をします。
引数	flg
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_Config_TAU0_1_interrupt

概要	TAU0_1 の割り込み関数
ヘッダ	Config_TAU0_1.h
宣言	static void __near r_Config_TAU0_1_interrupt(void)
説明	マトリクス LED の点灯処理をしています。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledmatrix_timer_start

概要	マトリクス LED 制御用タイマスタート処理
ヘッダ	Config_TAU0_1.h
宣言	void r_ledmatrix_timer_start(void)
説明	マトリクス LED 制御用タイマスタート処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

[関数名] r_ledmatrix_timer_reset

概要	マトリクス LED 制御用タイマリセット処理
ヘッダ	Config_TAU0_1.h
宣言	void r_ledmatrix_timer_reset(void)
説明	マトリクス LED 制御用タイマリセット処理をします。
引数	なし
リターン値	なし
備考	なし

4.5.10 フローチャート

4.5.10.1 main 関数のフローチャート

main 関数のフローチャートを以下に示します。

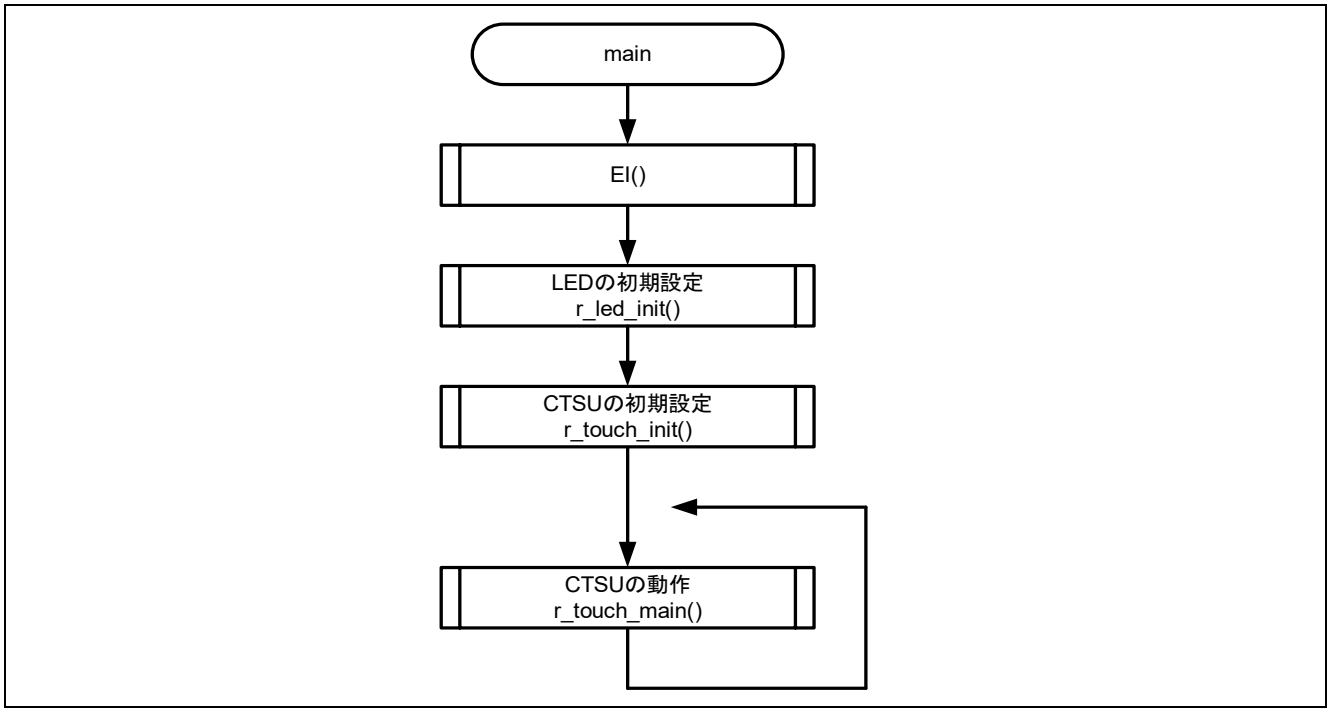


図 4-7 main 関数フローチャート

4.5.10.2 r_touch_init 関数のフローチャート

r_touch_init 関数のフローチャートを以下に示します。

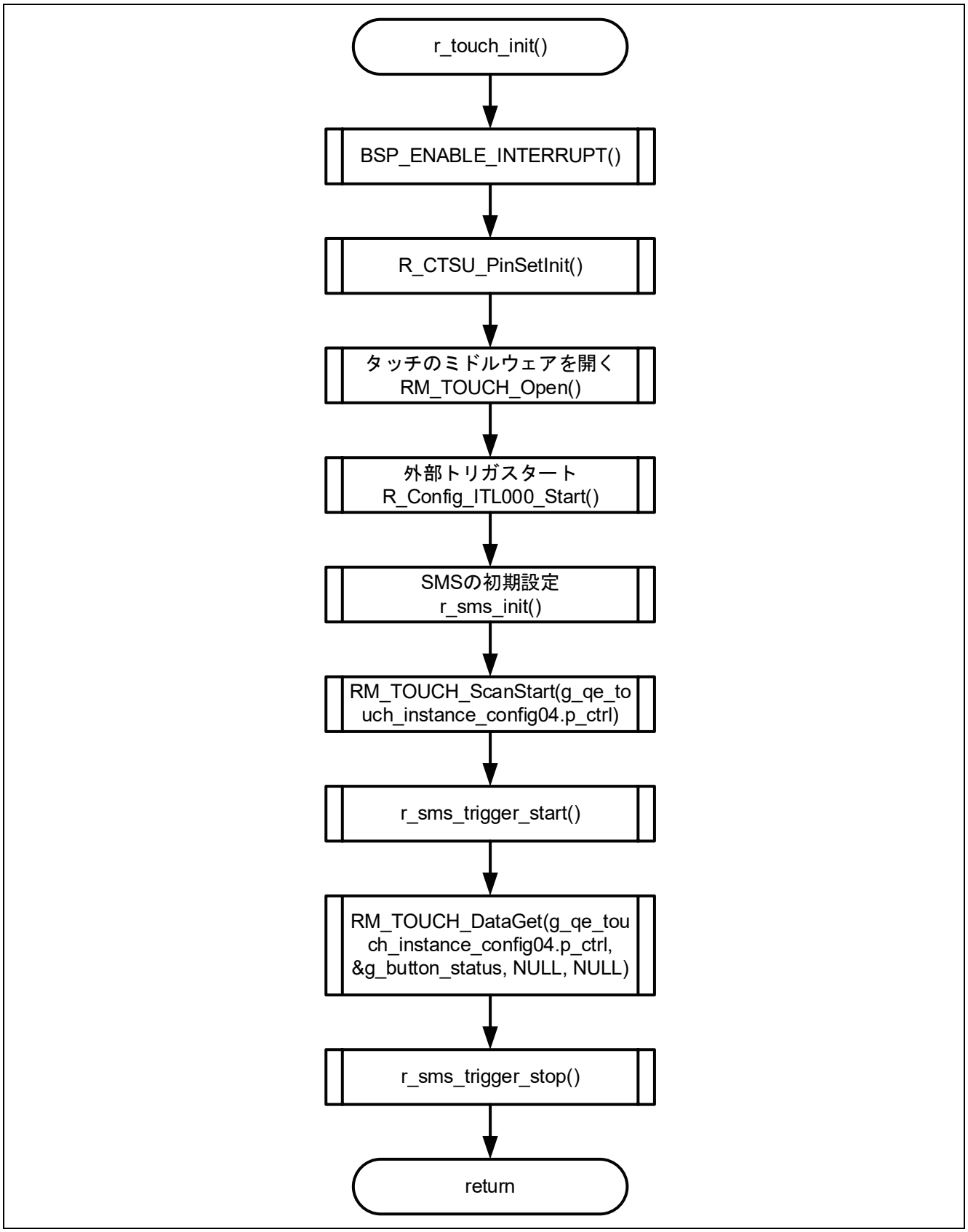


図 4-8 r_touch_init 関数フローチャート

4.5.10.3 r_sms_init 関数のフローチャート

r_sms_init 関数のフローチャートを以下に示します。

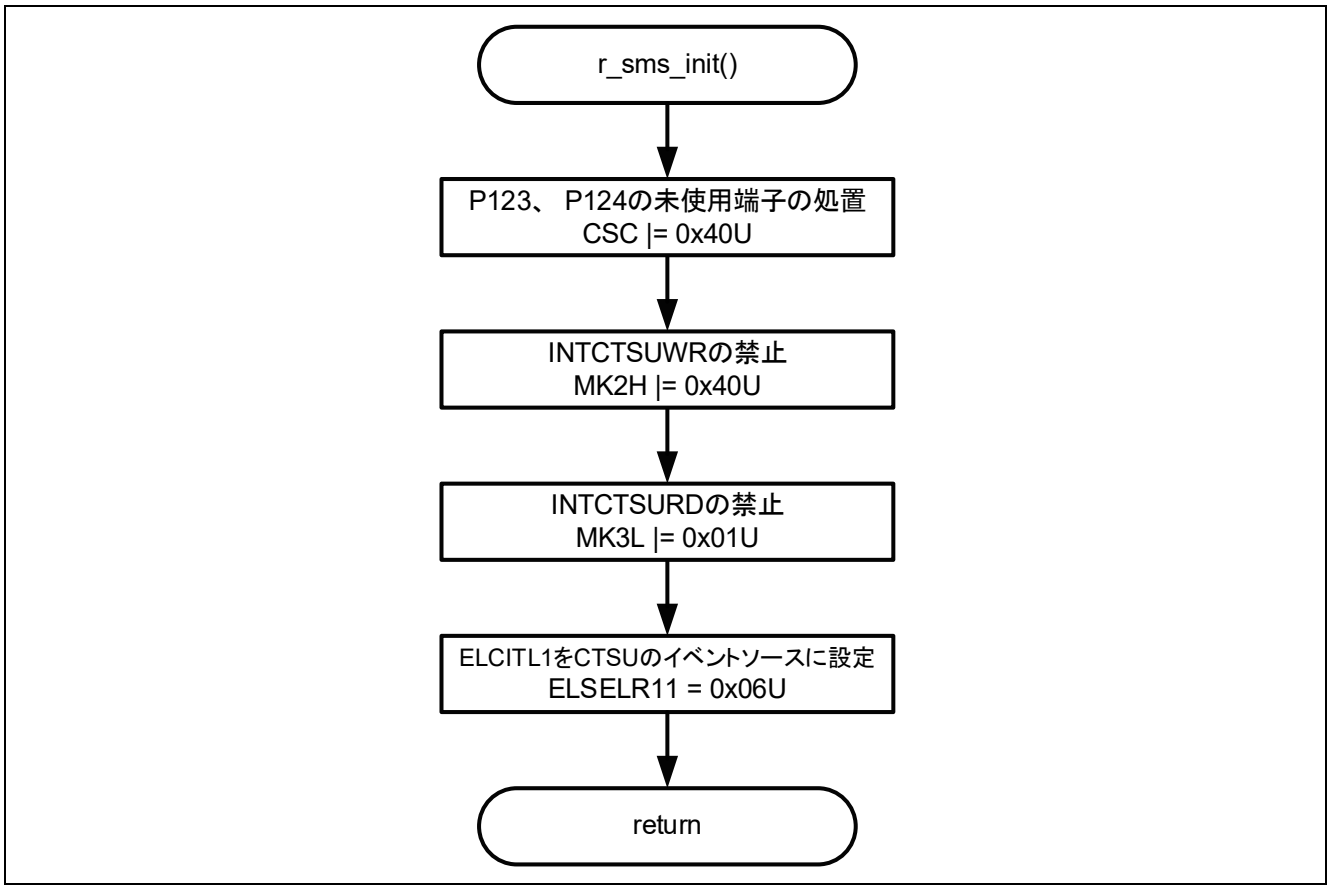


図 4-9 r_sms_init 関数フローチャート

4.5.10.4 r_touch_main 関数のフローチャート

r_touch_main 関数のフローチャートを以下に示します。

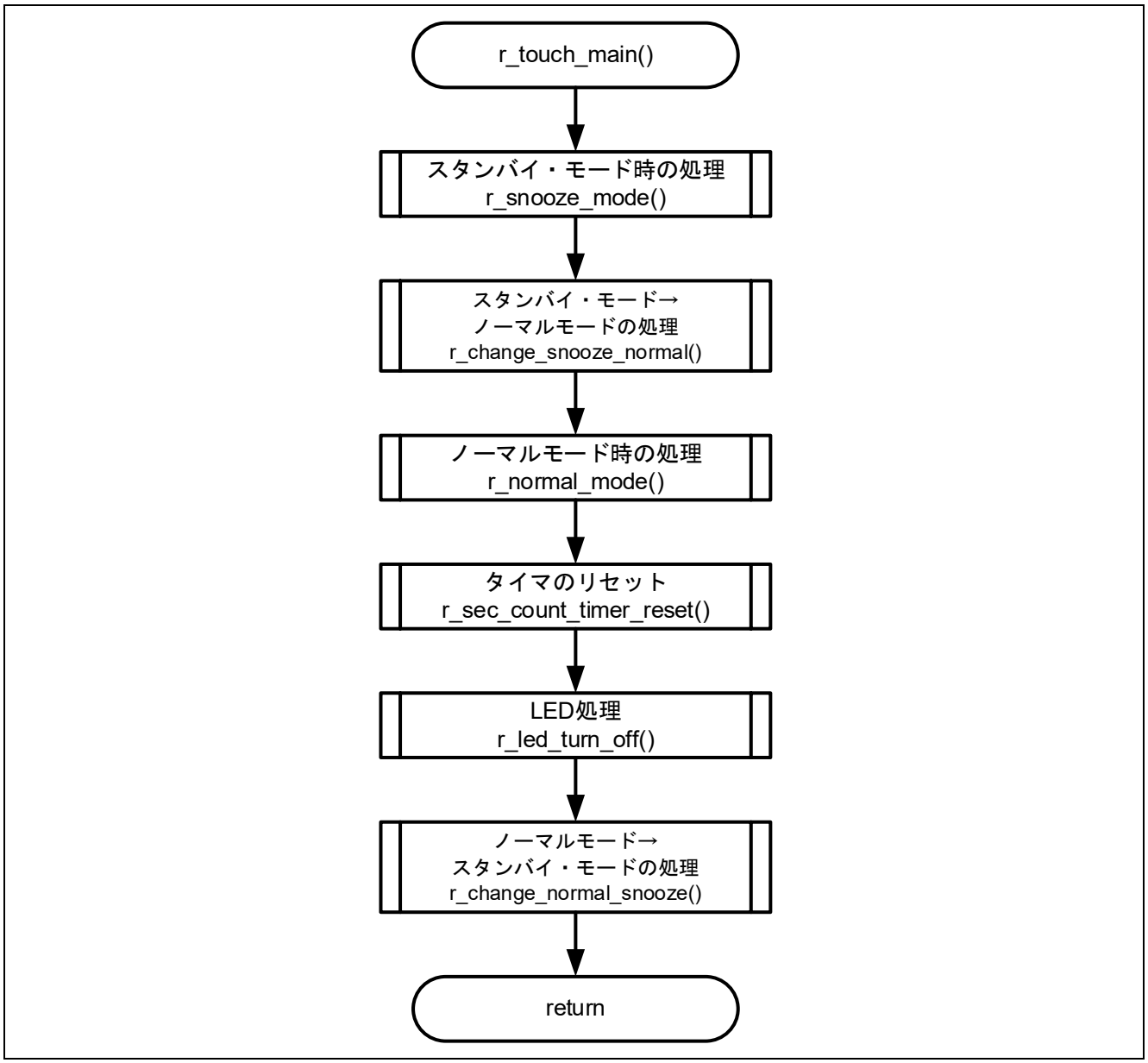


図 4-10 r_touch_main 関数フローチャート

4.5.10.5 r_snooze_mode_touch_prosses 関数のフローチャート

r_snooze_mode_touch_prosses 関数のフローチャートを以下に示します。

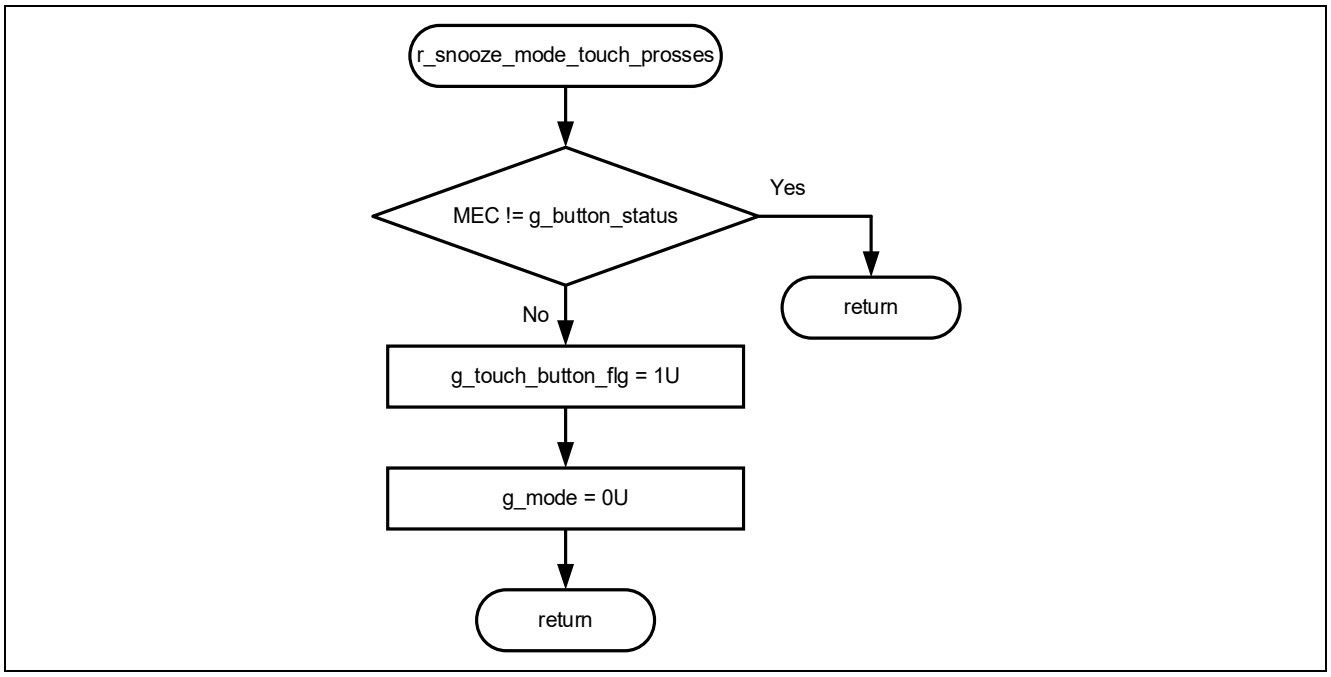


図 4-11 r_snooze_mode_touch_prosses 関数フローチャート

4.5.10.6 r_change_eco_mode 関数のフローチャート

r_change_eco_mode 関数のフローチャートを以下に示します。

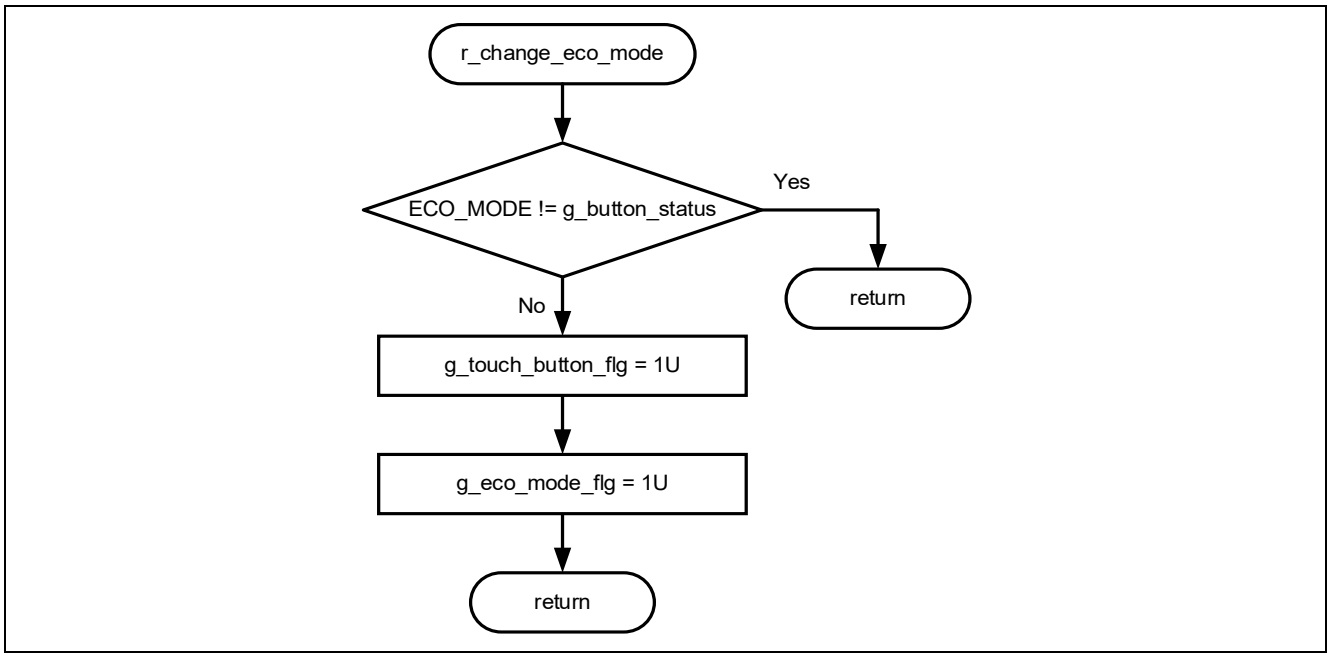


図 4-12 r_change_eco_mode 関数フローチャート

4.5.10.7 r_prevent_long_presses 関数のフローチャート

r_prevent_long_presses 関数のフローチャートを以下に示します。

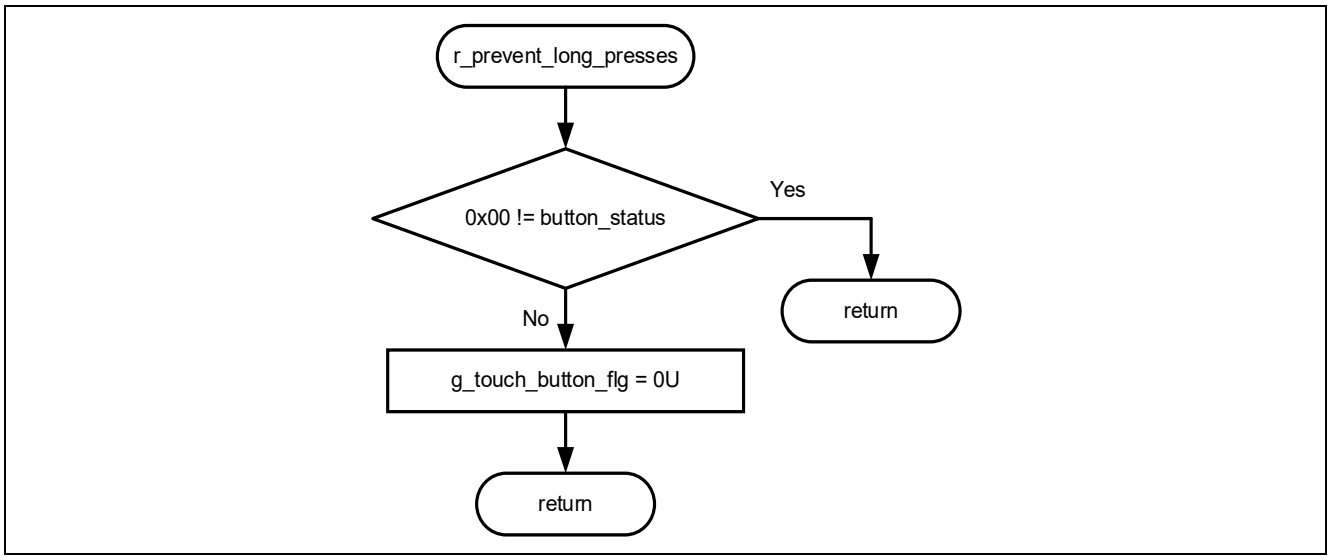


図 4-13 r_prevent_long_presses 関数フローチャート

4.5.10.8 r_snooze_mode_init_cpu 関数のフローチャート

r_snooze_mode_init_cpu 関数のフローチャートを以下に示します。

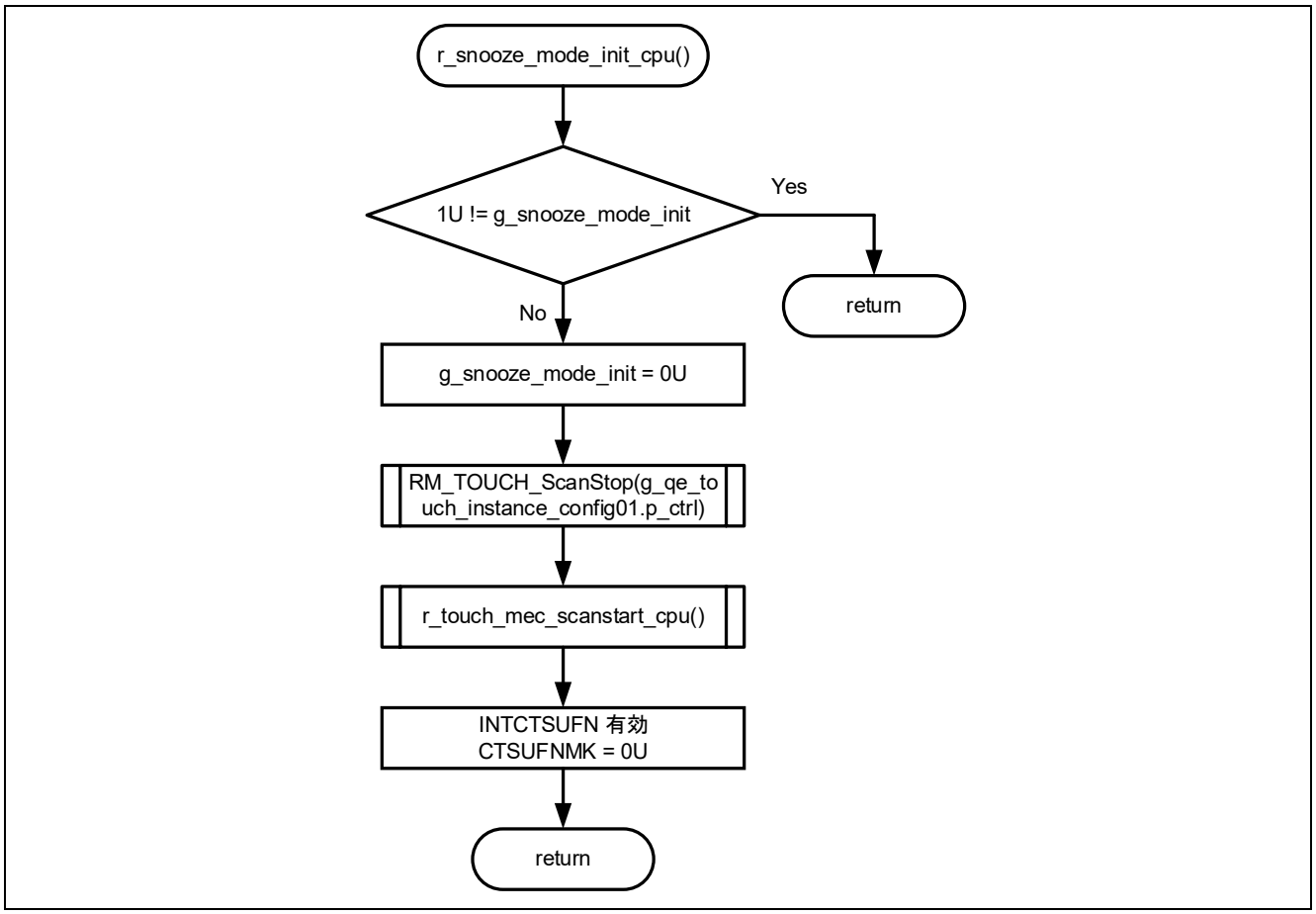


図 4-14 r_snooze_mode_init_cpu 関数フローチャート

4.5.10.9 r_snooze_mode_init_sms 関数のフローチャート

r_snooze_mode_init_sms 関数のフローチャートを以下に示します。

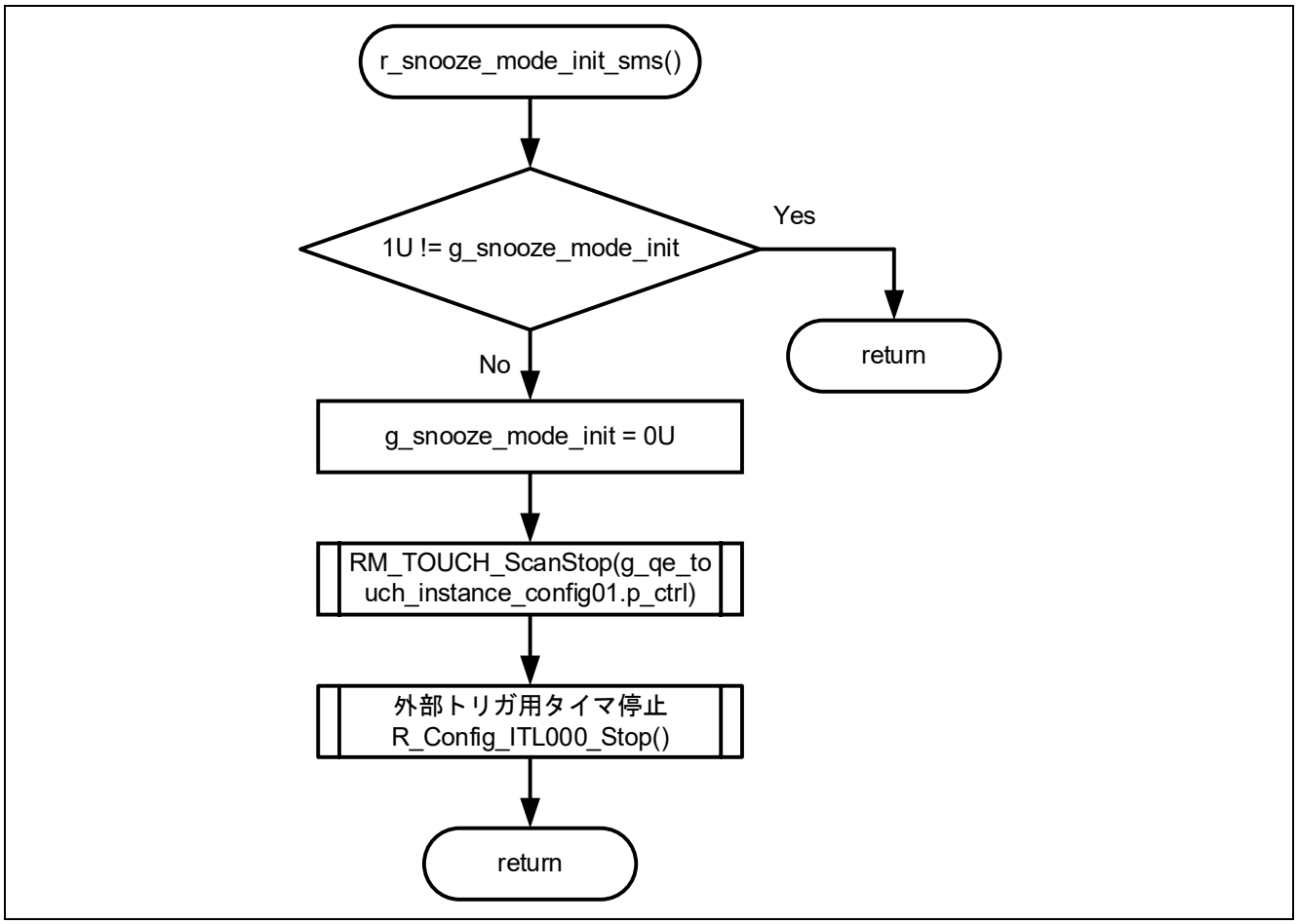


図 4-15 r_snooze_mode_init_sms 関数フローチャート

4.5.10.10 r_snooze_mode 関数のフローチャート

r_snooze_mode 関数のフローチャートを以下に示します。

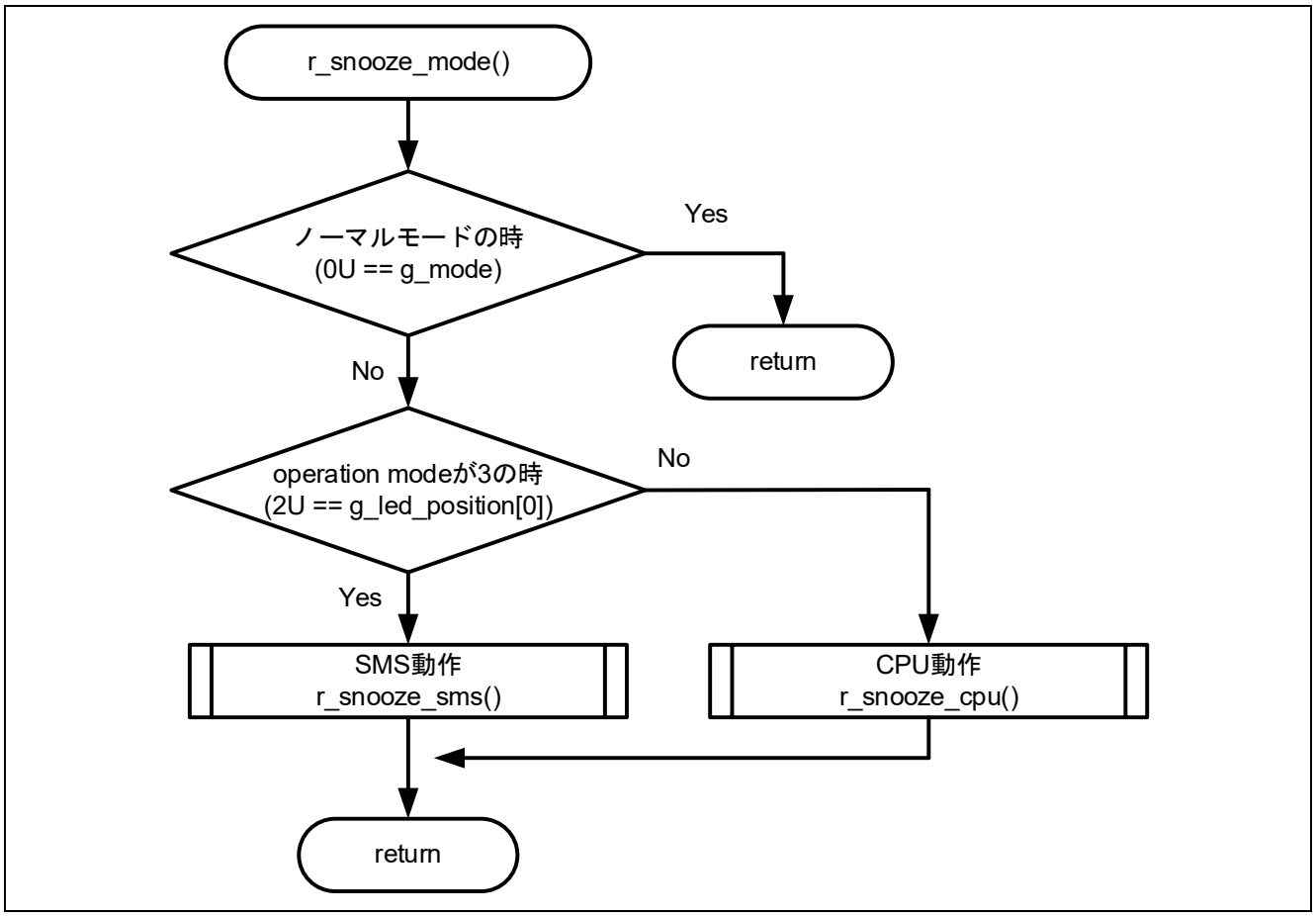


図 4-16 r_snooze_mode 関数フローチャート

4.5.10.11 r_snooze_cpu 関数のフローチャート

r_snooze_cpu 関数のフローチャートを以下に示します。

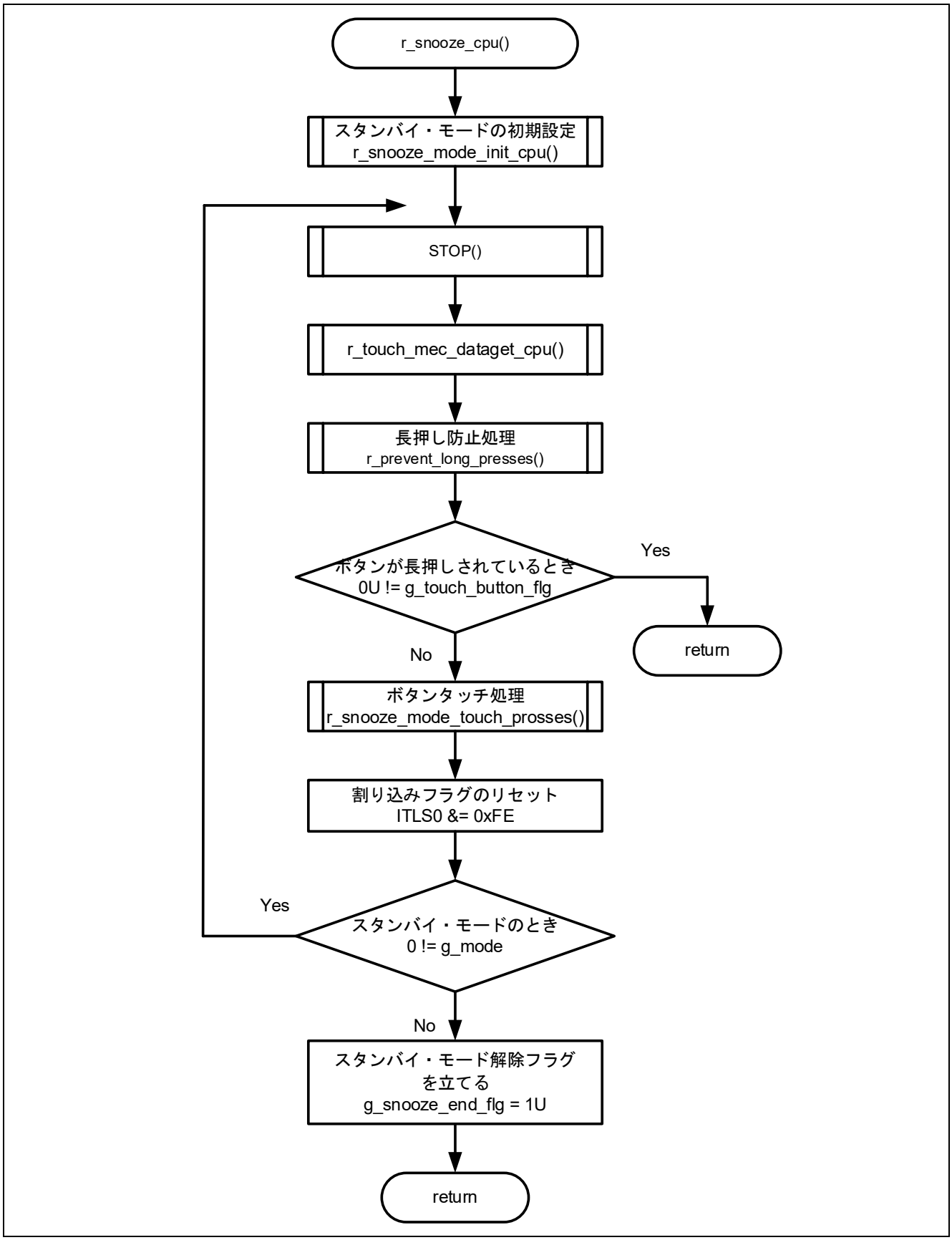


図 4-17 r_snooze_cpu 関数フローチャート

4.5.10.12 r_snooze_sms 関数のフローチャート

r_snooze_sms 関数のフローチャートを以下に示します。

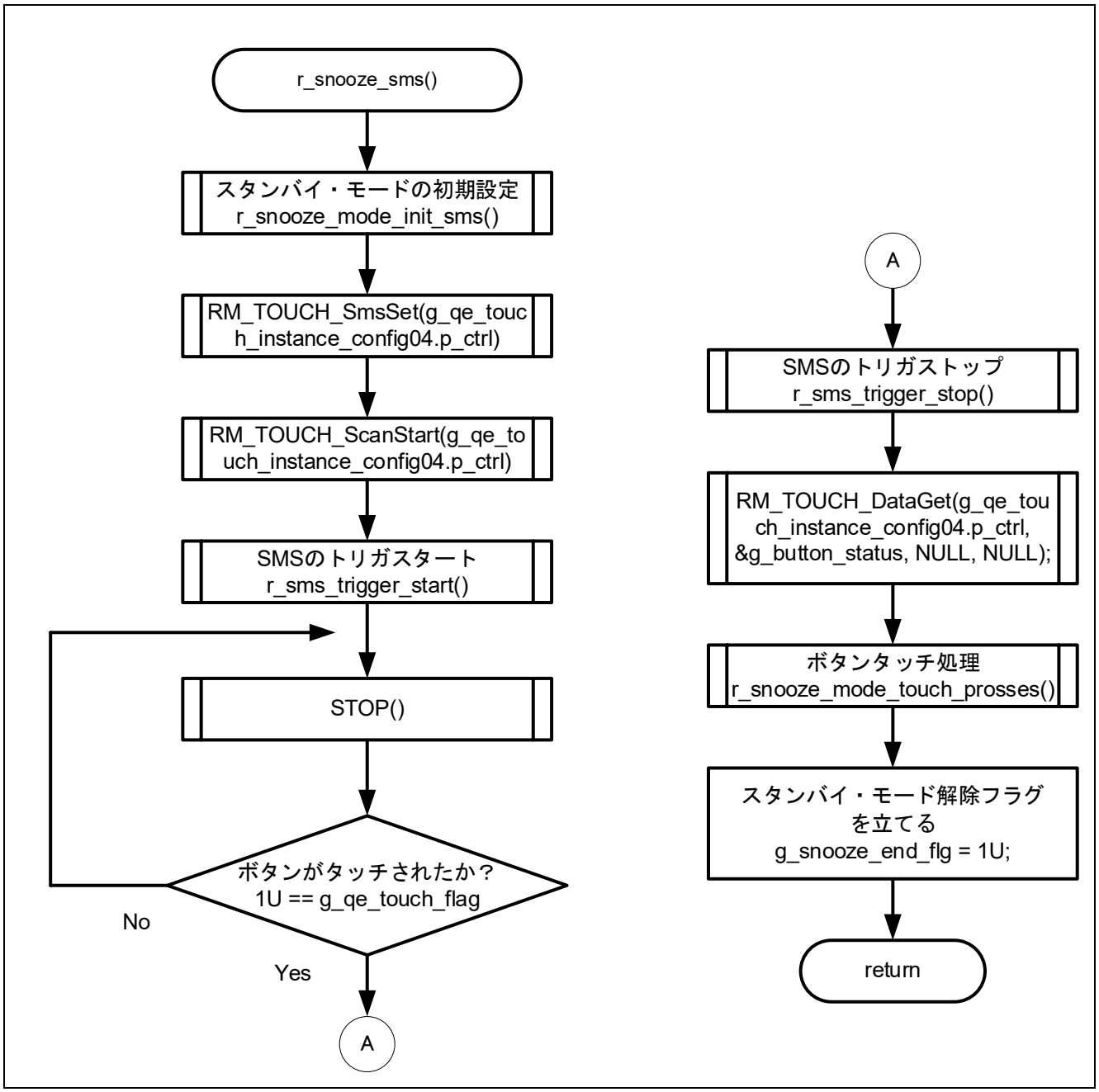


図 4-18 r_snooze_sms 関数フローチャート

4.5.10.13 r_touch_mec_scanstart_cpu 関数のフローチャート

r_touch_mec_scanstart_cpu 関数のフローチャートを以下に示します。

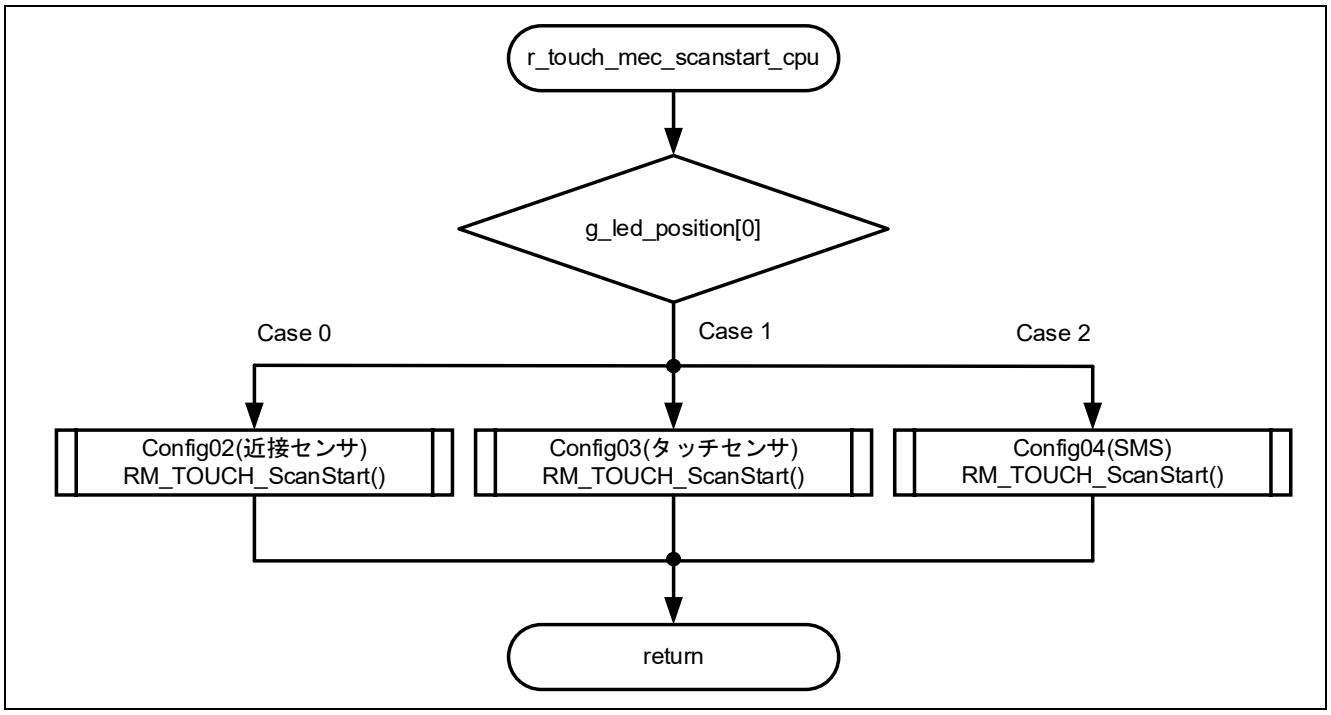


図 4-19 r_touch_mec_scanstart_cpu 関数フローチャート

4.5.10.14 r_touch_mec_scanstop 関数のフローチャート

r_touch_mec_scanstop 関数のフローチャートを以下に示します。

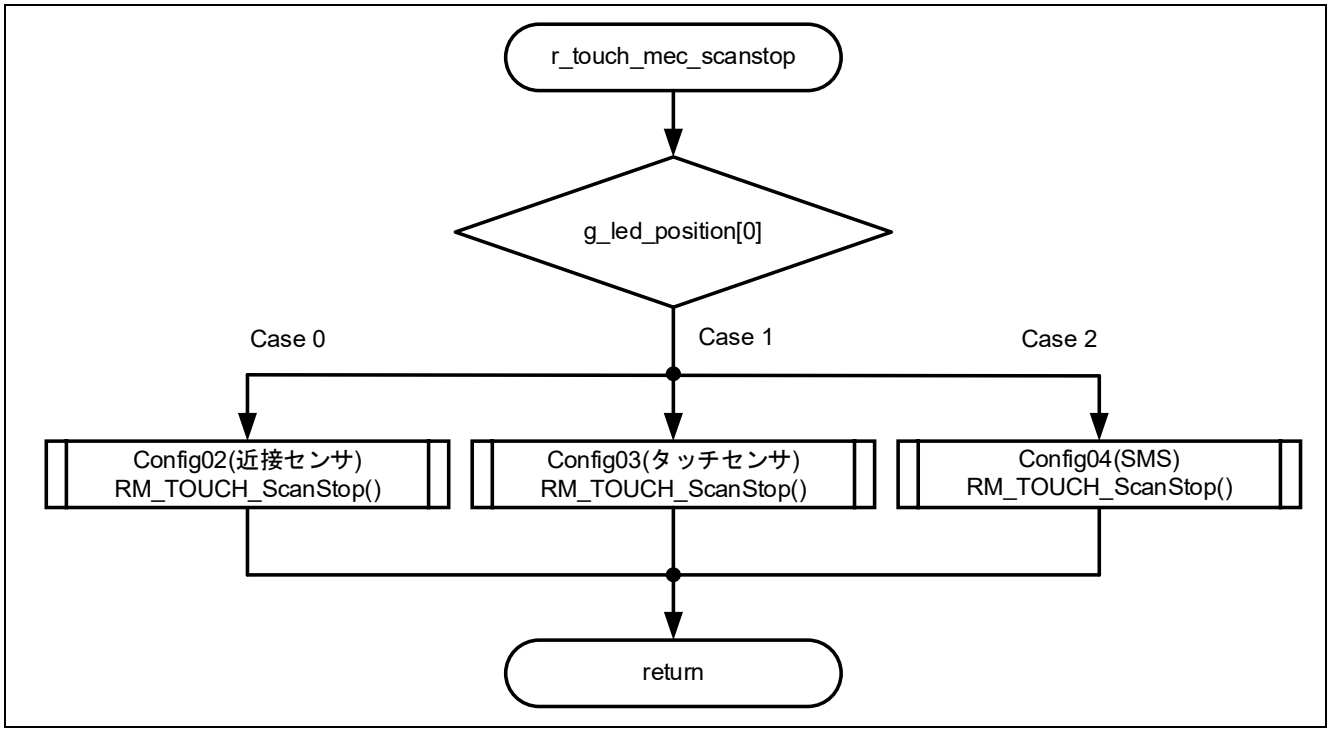


図 4-20 r_touch_mec_scanstop 関数のフローチャート

4.5.10.15 r_touch_mec_dataget_cpu 関数のフローチャート

r_touch_mec_dataget_cpu 関数のフローチャートを以下に示します。

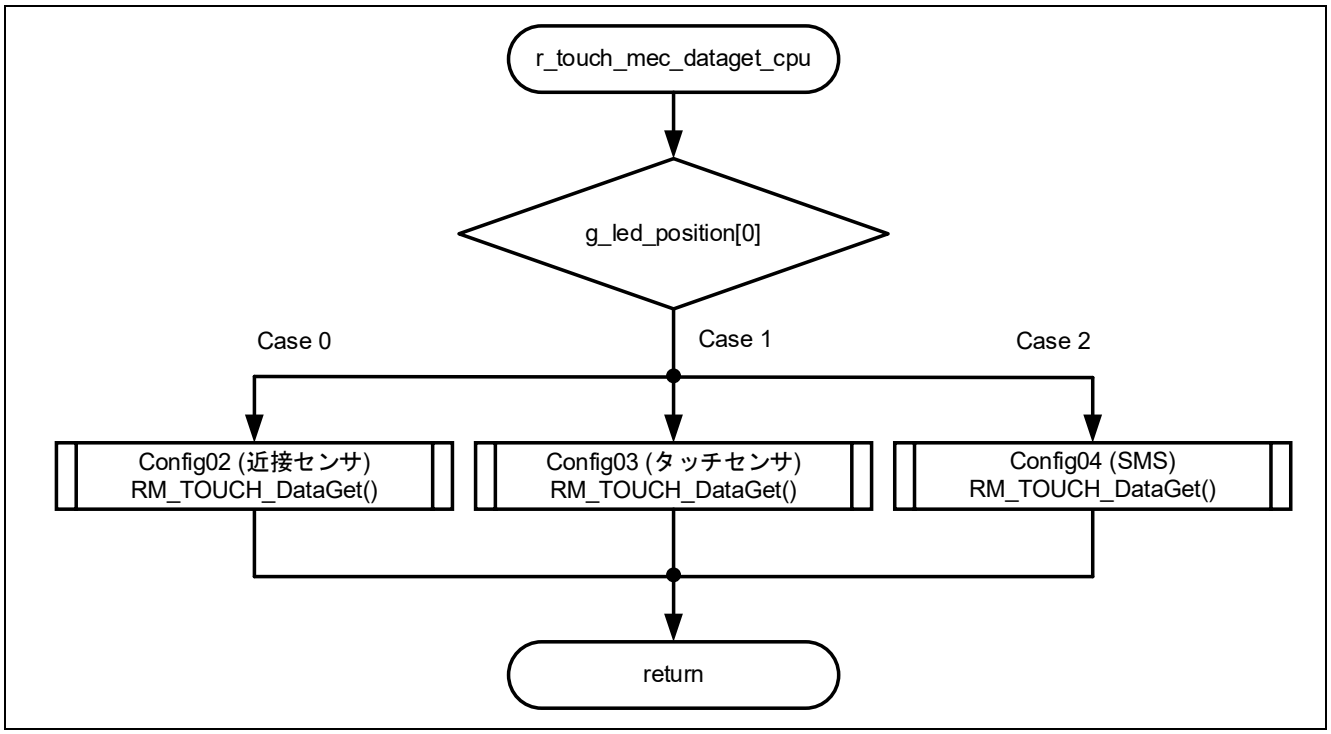


図 4-21 r_touch_mec_dataget_cpu 関数フローチャート

4.5.10.16 r_sms_trigger_start 関数のフローチャート

r_sms_trigger_start 関数のフローチャートを以下に示します。

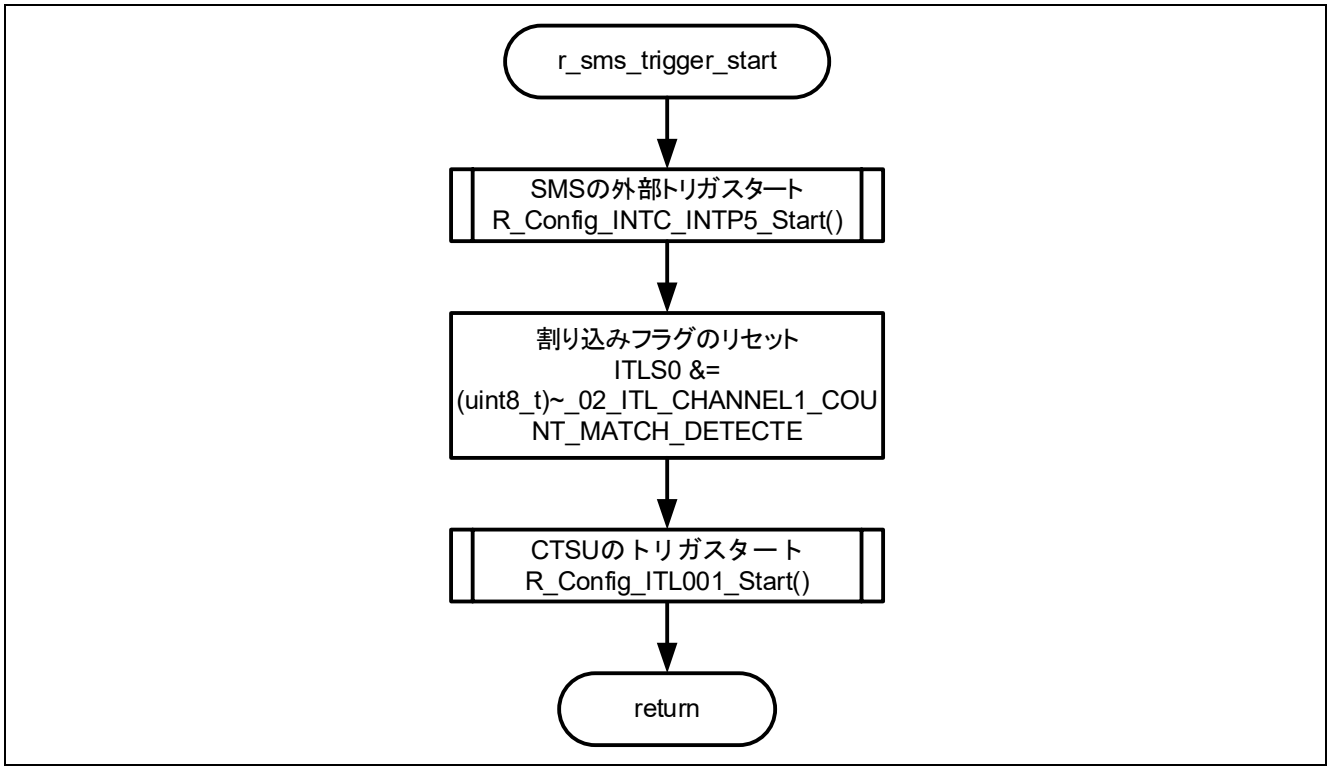


図 4-22 r_sms_trigger_start 関数フローチャート

4.5.10.17 r_sms_trigger_stop 関数のフローチャート

r_sms_trigger_stop 関数のフローチャートを以下に示します。

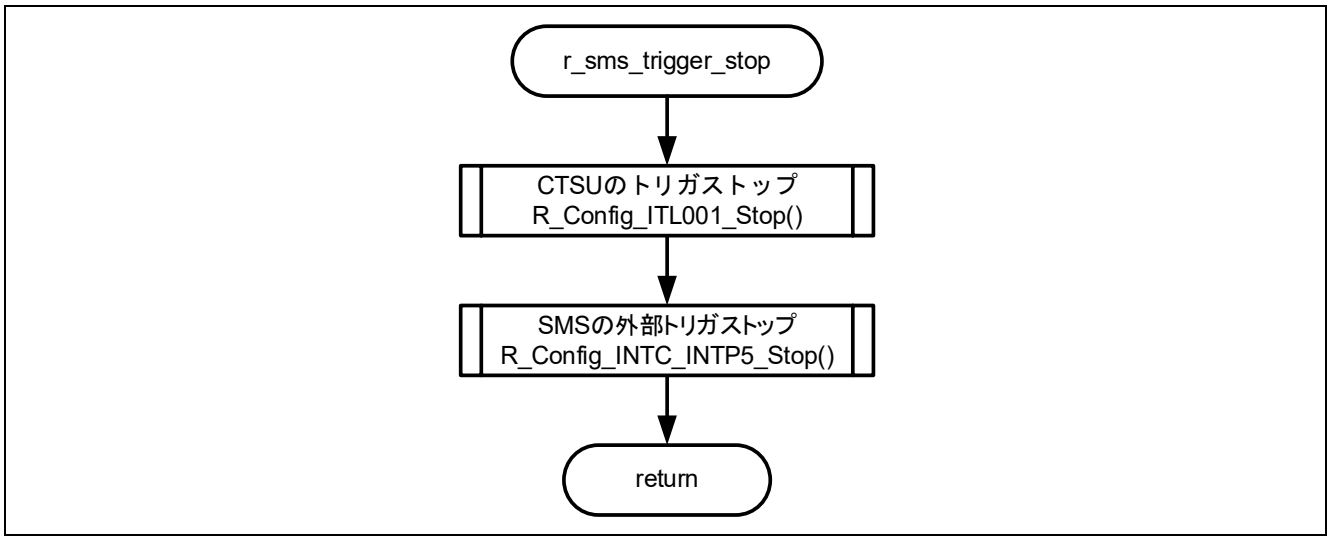


図 4-23 r_sms_trigger_stop 関数フローチャート

4.5.10.18 r_nomal_mode_init 関数のフローチャート

r_nomal_mode_init 関数のフローチャートを以下に示します。

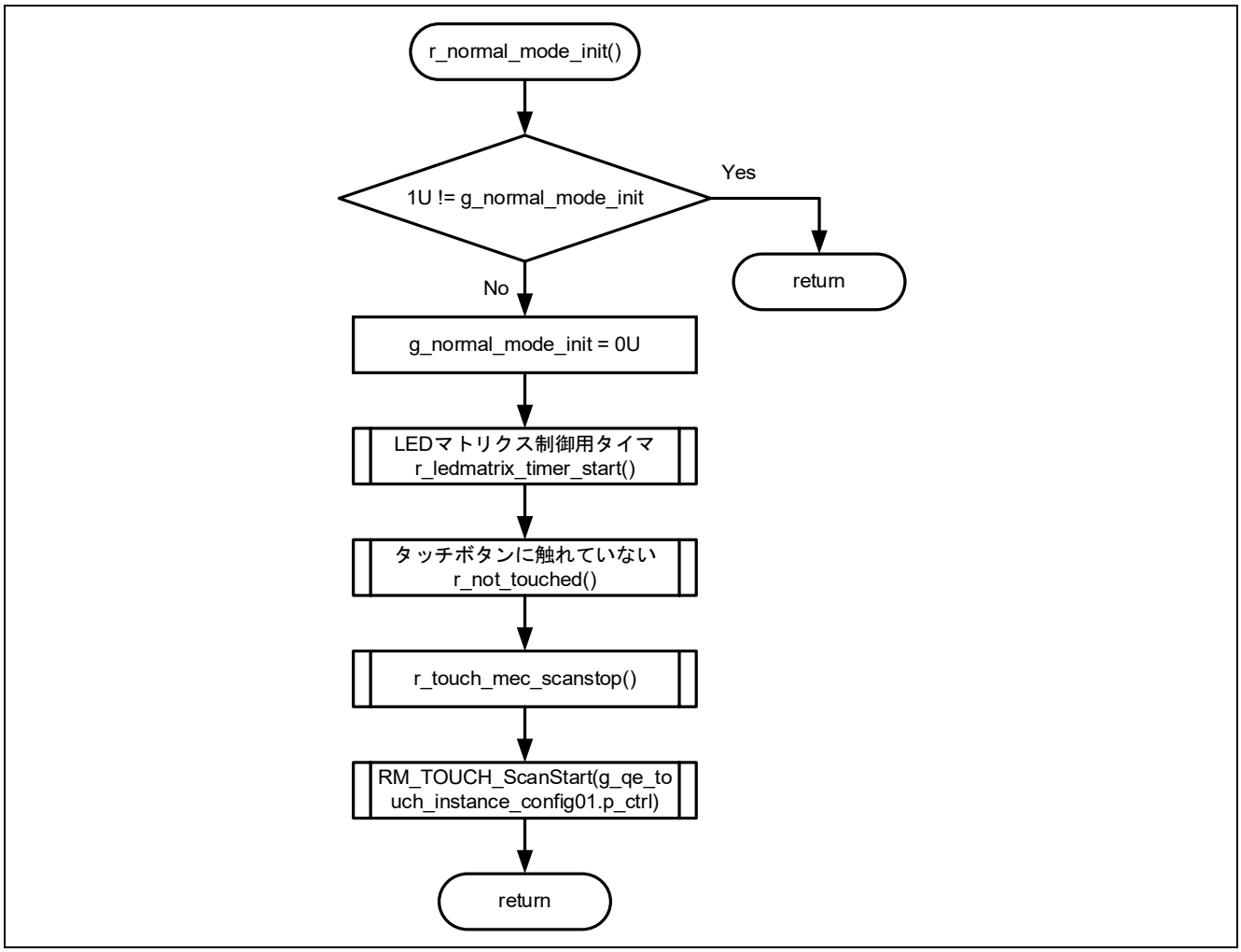


図 4-24 r_nomal_mode_init 関数フローチャート

4.5.10.19 r_nomal_mode 関数のフローチャート

r_nomal_mode 関数のフローチャートを以下に示します。

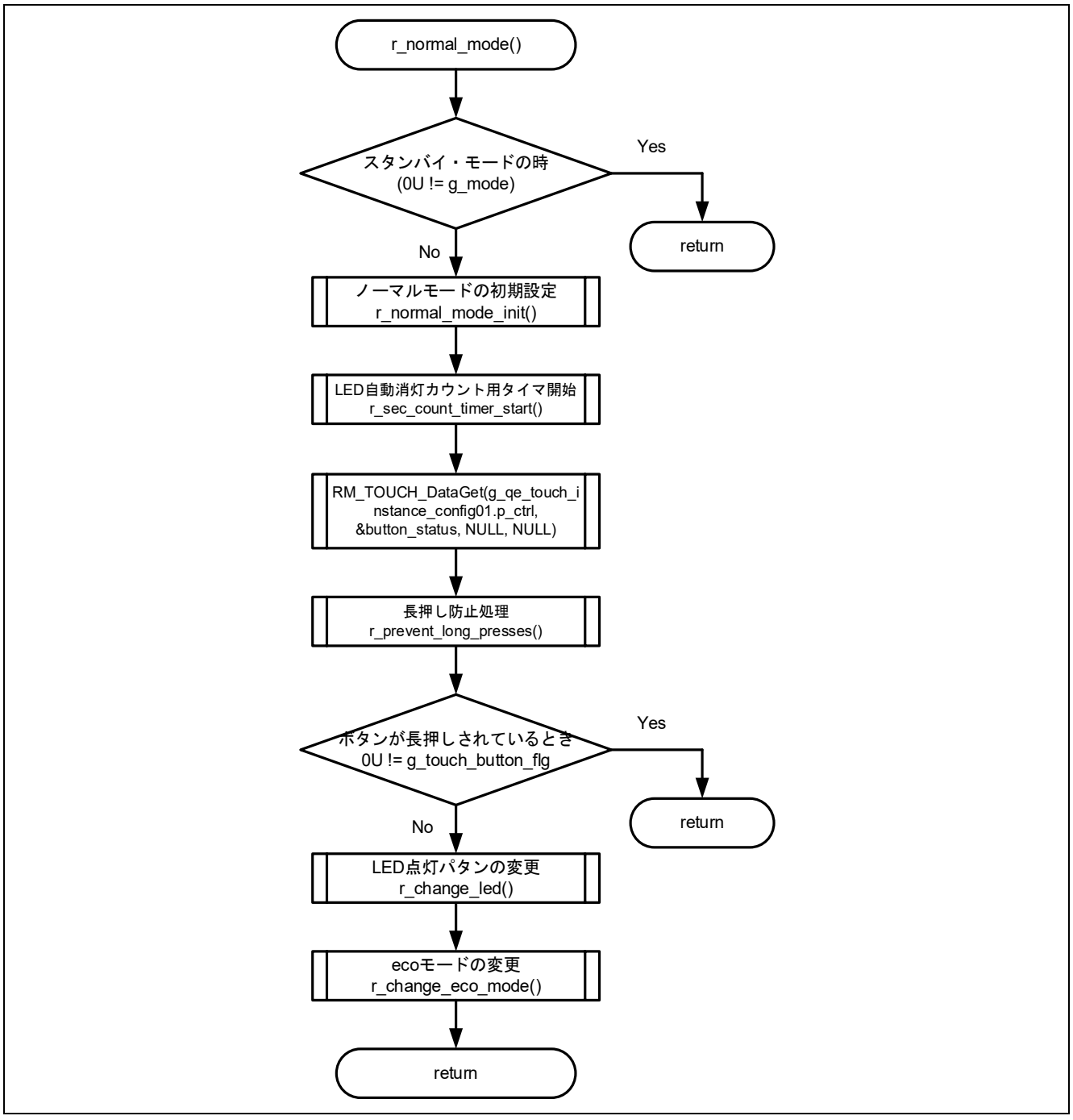


図 4-25 r_nomal_mode 関数フローチャート

4.5.10.20 r_change_snooze_nomal 関数のフローチャート

r_change_snooze_nomal 関数のフローチャートを以下に示します。

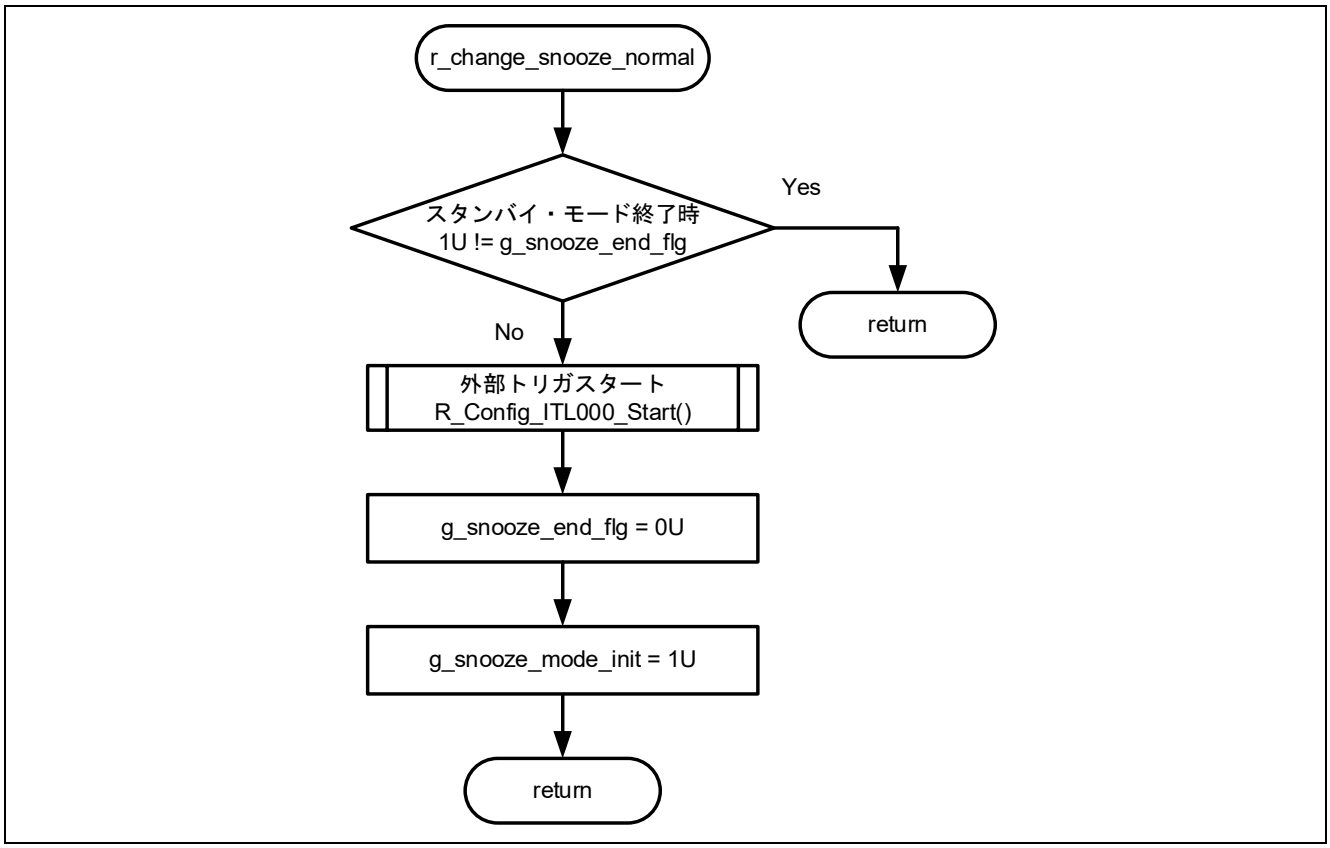


図 4-26 r_change_snooze_nomal 関数フローチャート

4.5.10.21 r_change_nomal_snooze 関数のフローチャート

r_change_nomal_snooze 関数のフローチャートを以下に示します。

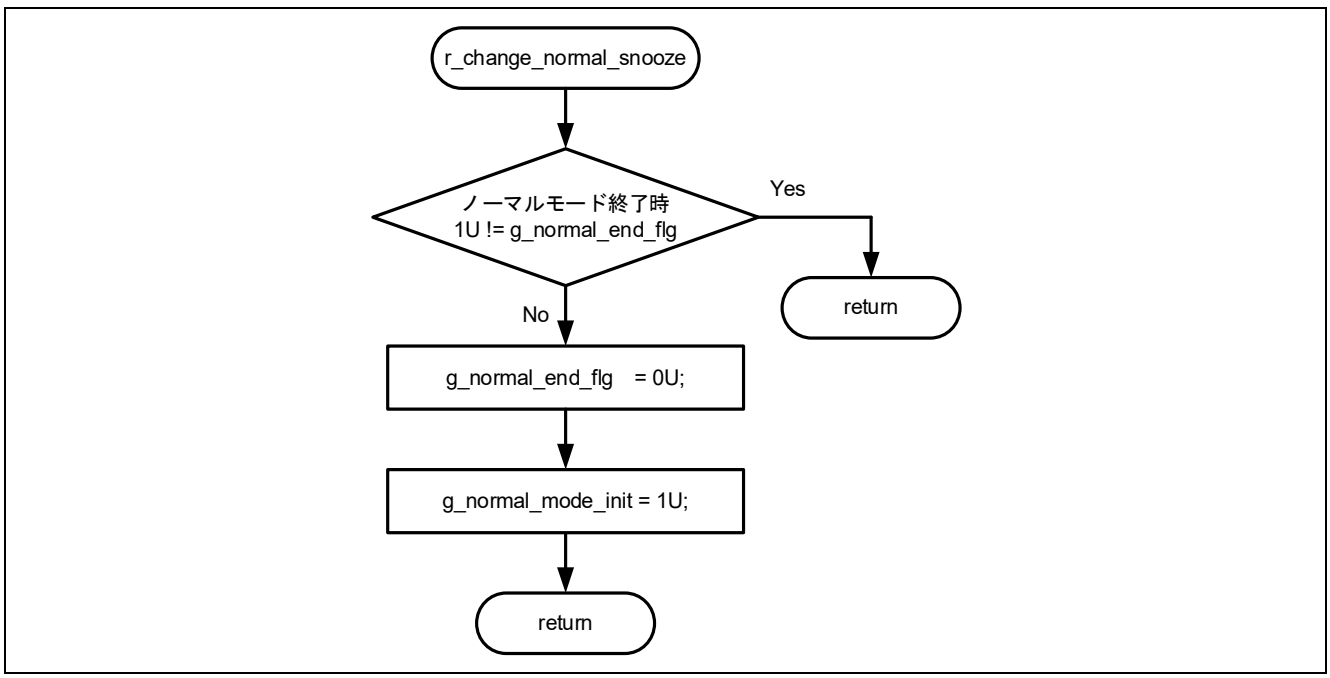


図 4-27 r_change_nomal_snooze 関数フローチャート

4.5.10.22 r_not_touched 関数のフローチャート

r_not_touched 関数のフローチャートを以下に示します。

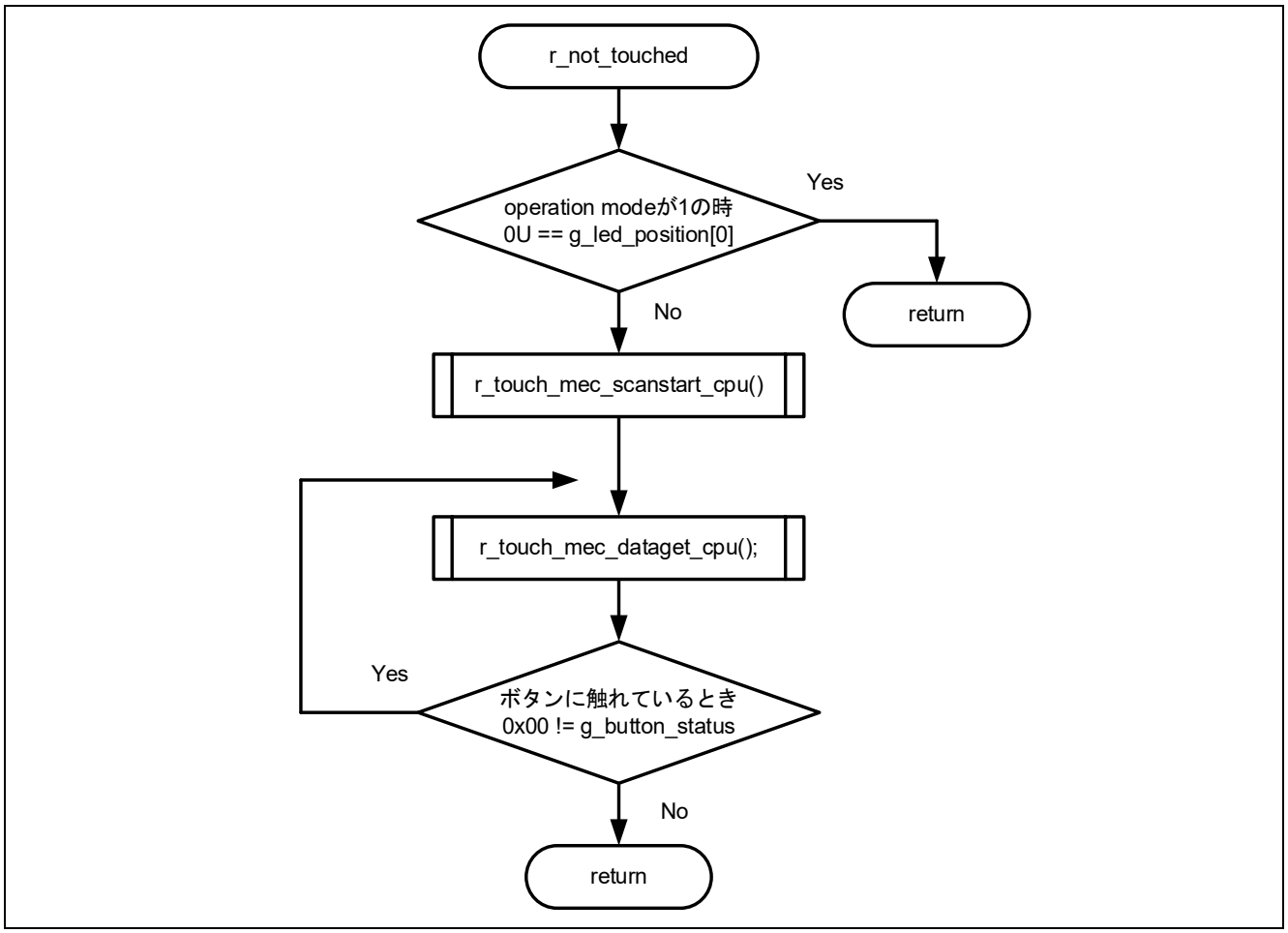


図 4-28 r_not_touched 関数フローチャート

4.5.10.23 r_ledport_input 関数のフローチャート

r_ledport_input 関数のフローチャートを以下に示します。

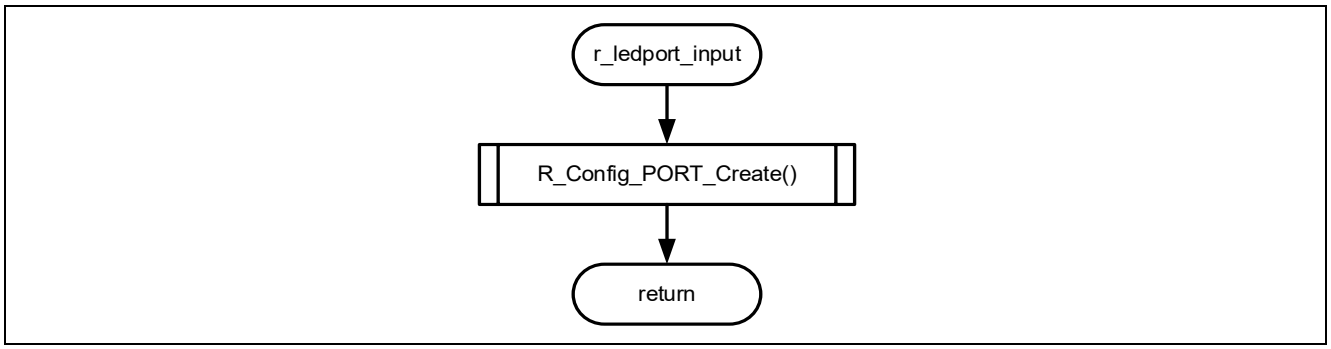


図 4-29 r_ledport_input 関数フローチャート

4.5.10.24 r_ledport_output 関数のフローチャート

r_ledport_output 関数のフローチャートを以下に示します。

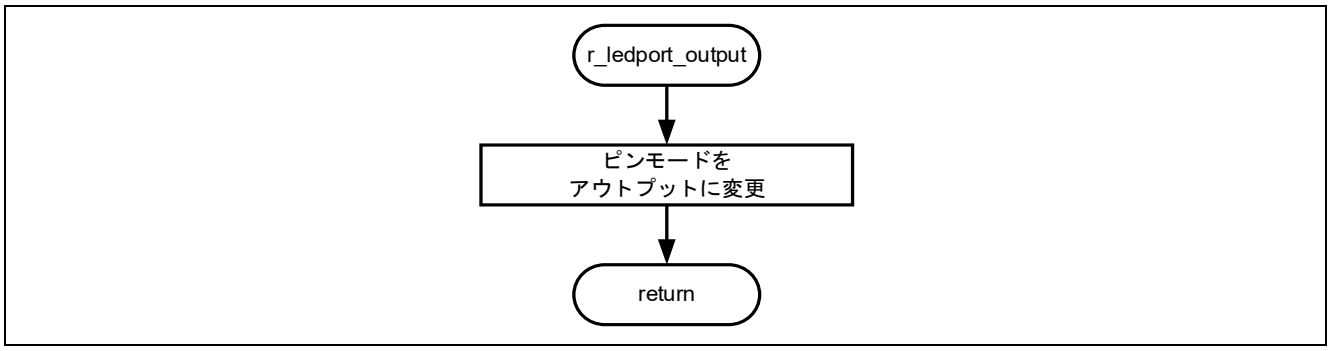


図 4-30 r_ledport_output 関数フローチャート

4.5.10.25 r_led_init 関数のフローチャート

r_led_init 関数のフローチャートを以下に示します。

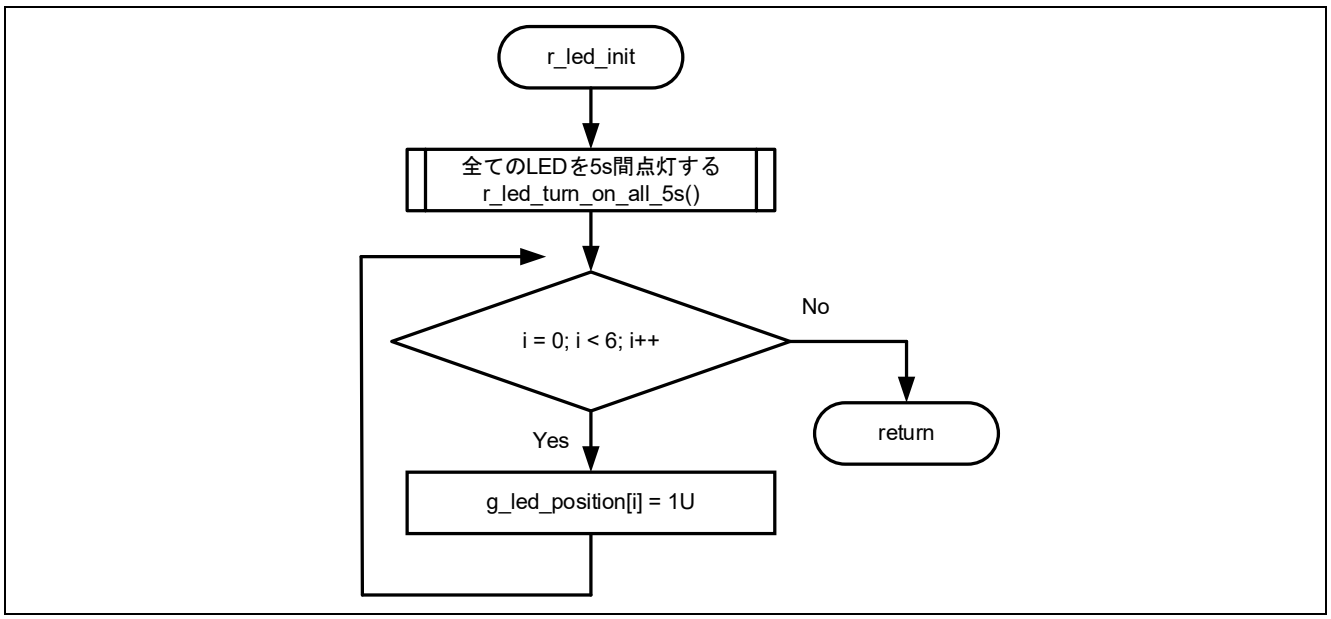


図 4-31 r_led_init 関数フローチャート

4.5.10.26 r_led_turn_on_all_5s 関数のフローチャート

r_led_turn_on_all_5s 関数のフローチャートを以下に示します。

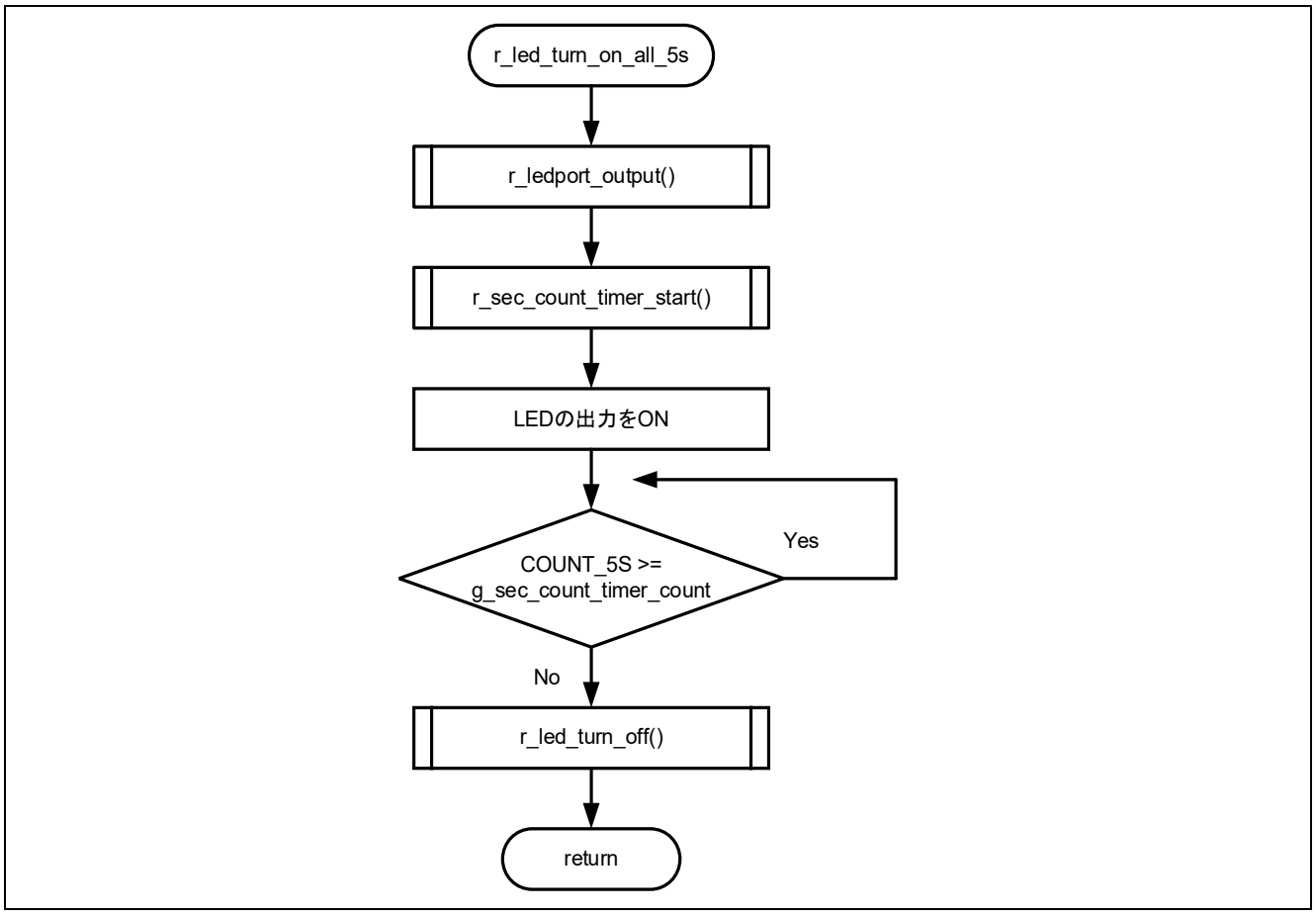


図 4-32 r_led_turn_on_all_5s 関数フローチャート

4.5.10.27 r_change_led 関数のフローチャート

r_change_led 関数のフローチャートを以下に示します。

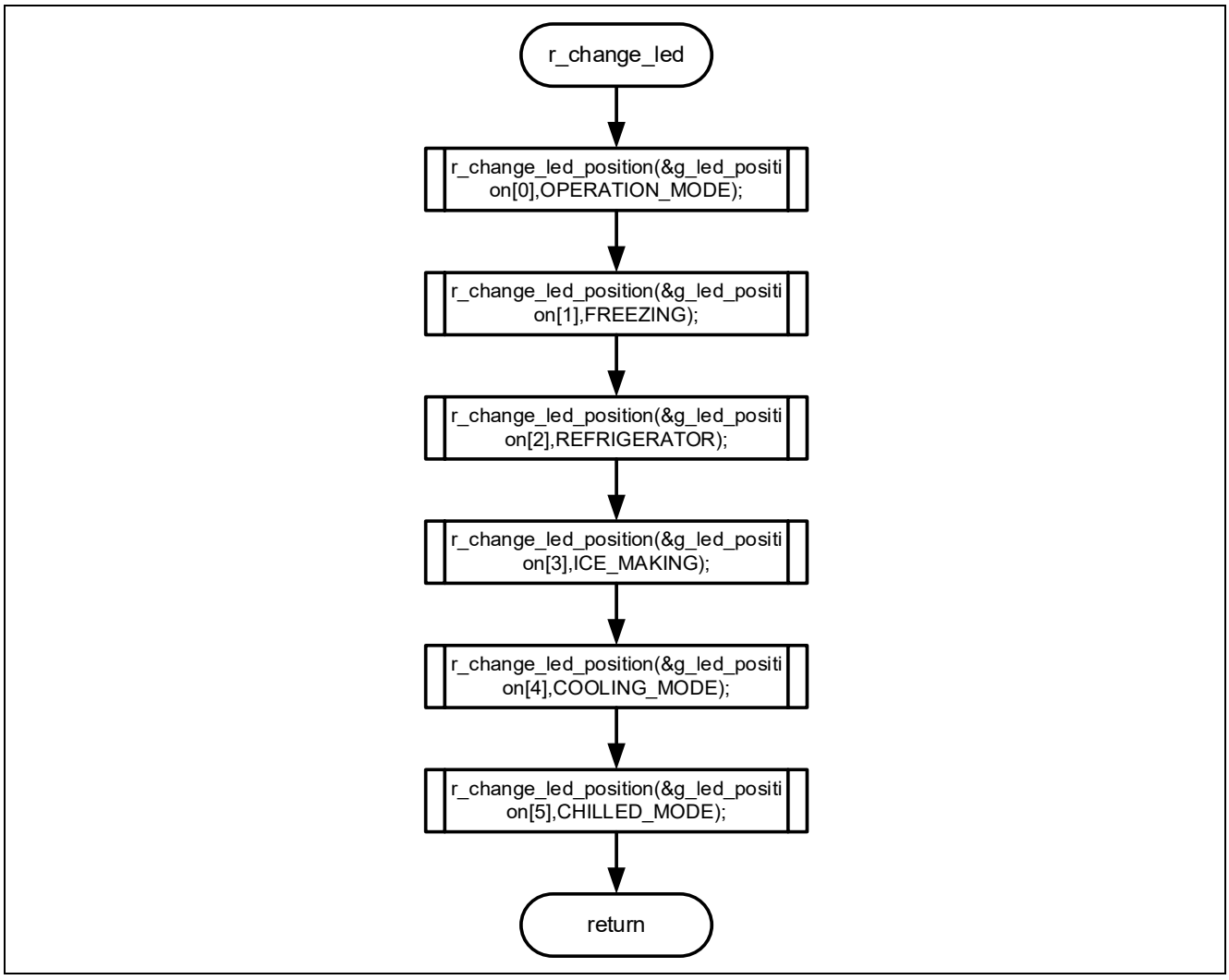


図 4-33 r_change_led 関数フローチャート

4.5.10.28 r_change_led_position 関数のフローチャート

r_change_led_position 関数のフローチャートを以下に示します。

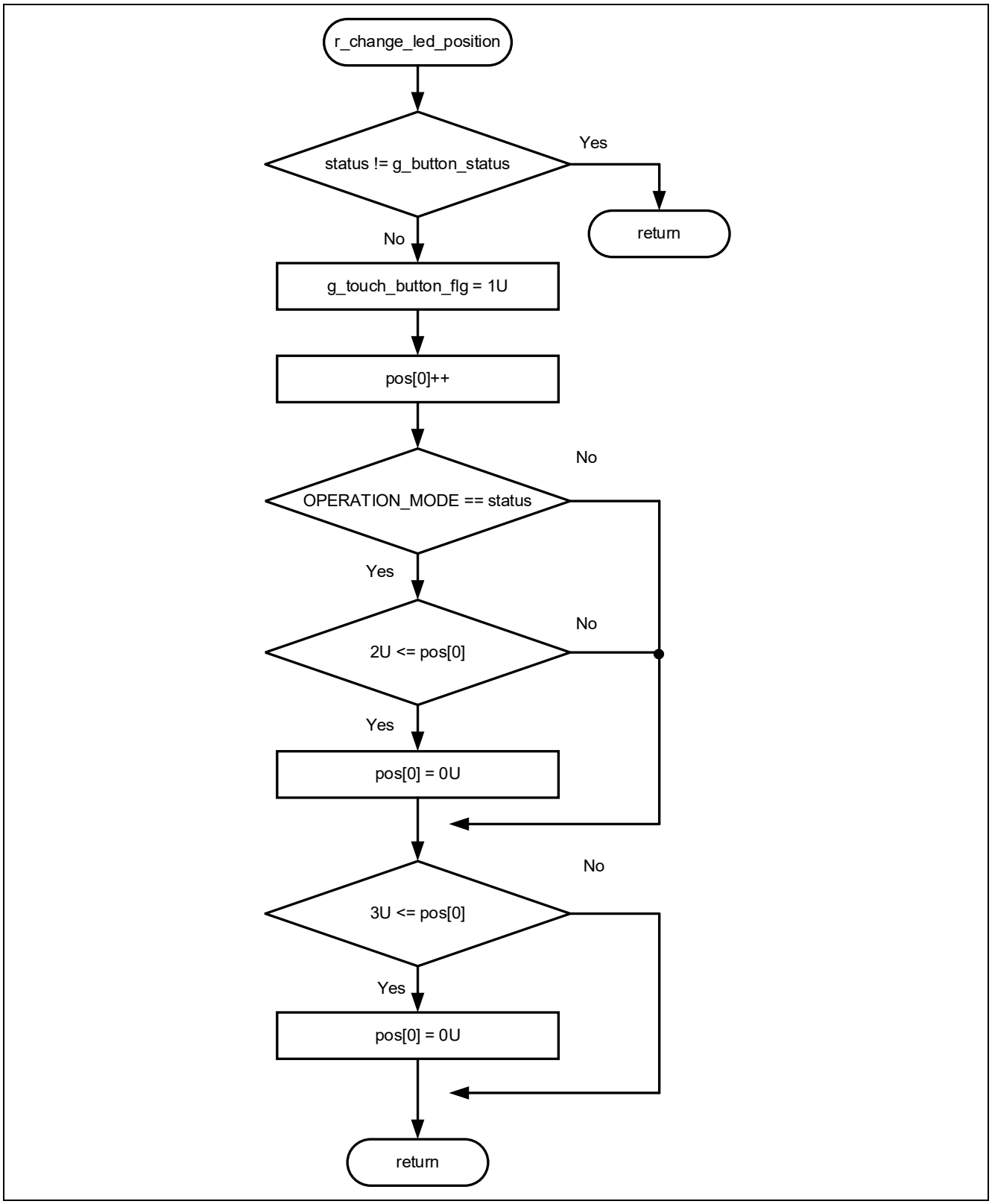


図 4-34 r_change_led_position 関数フローチャート

4.5.10.29 r_led_turn_on 関数のフローチャート

r_led_turn_on 関数のフローチャートを以下に示します。

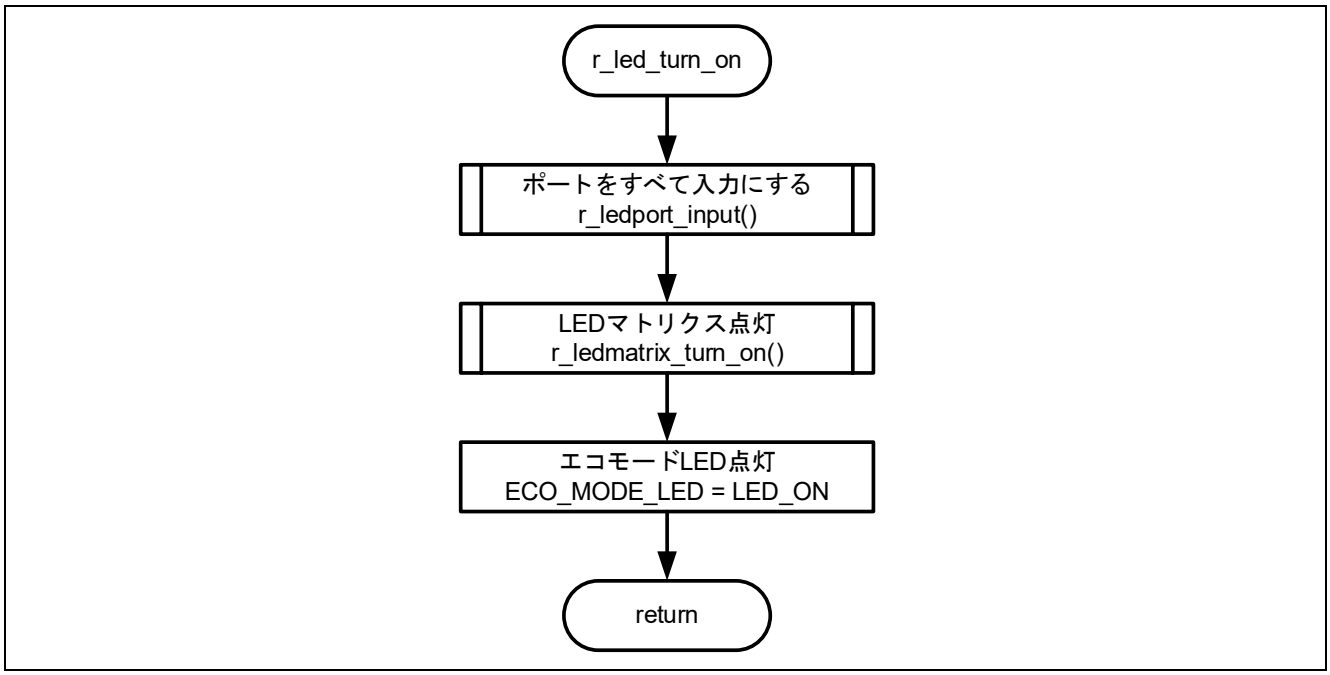


図 4-35 r_led_turn_on 関数フローチャート

4.5.10.30 r_led_turn_off 関数のフローチャート

r_led_turn_off 関数のフローチャートを以下に示します。

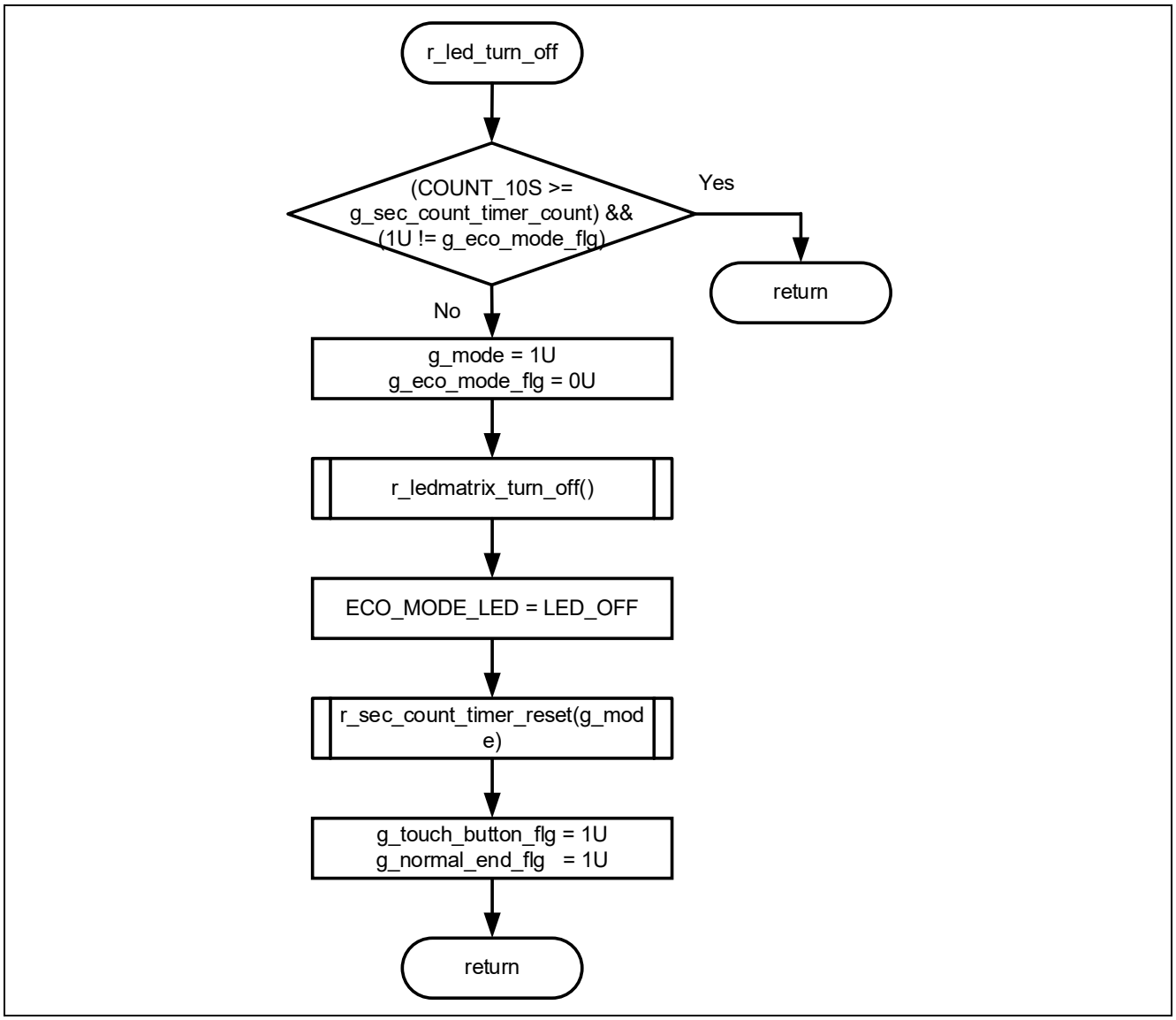


図 4-36 r_led_turn_off 関数フローチャート

4.5.10.31 r_ledmatrix_turn_on 関数のフローチャート

r_ledmatrix_turn_on 関数のフローチャートを以下に示します。

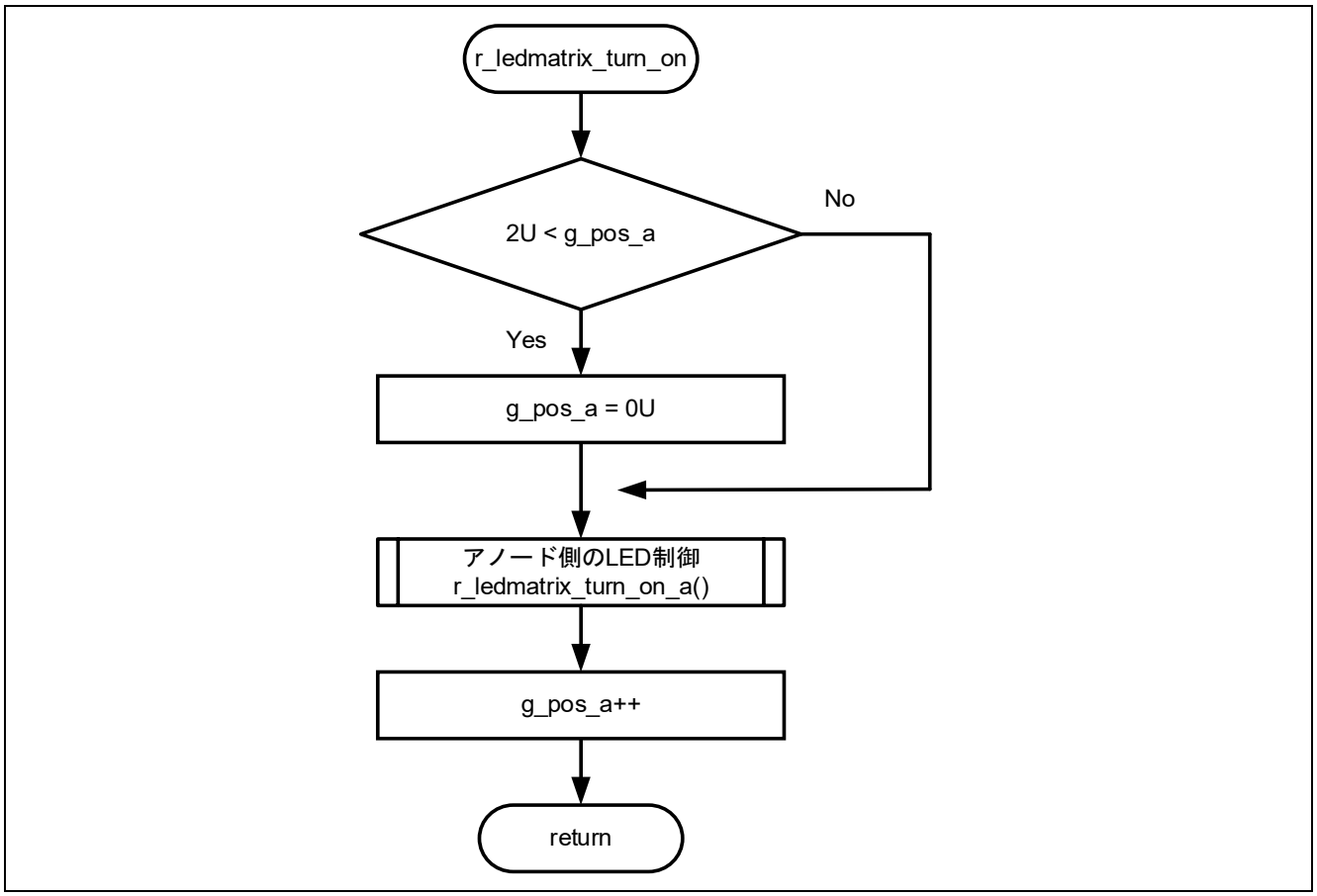


図 4-37 r_ledmatrix_turn_on 関数フローチャート

4.5.10.32 r_ledmatrix_turn_off 関数のフローチャート

r_ledmatrix_turn_off 関数のフローチャートを以下に示します。

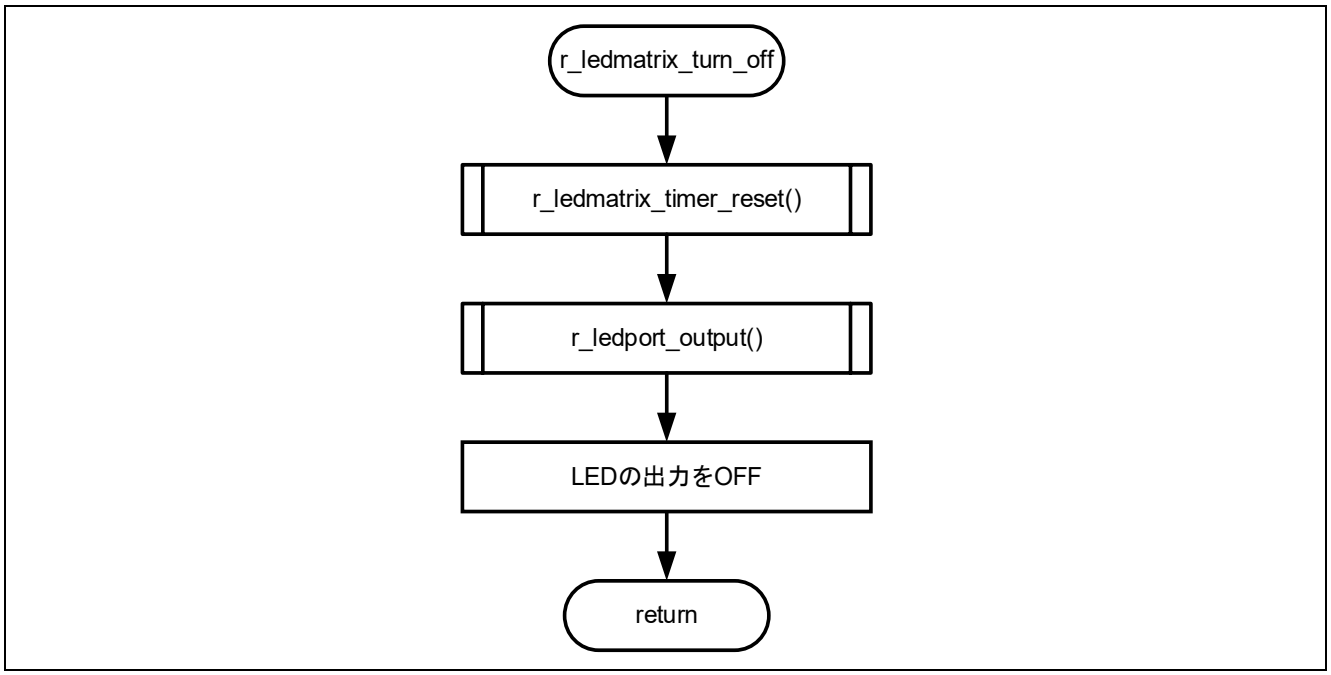


図 4-38 r_ledmatrix_turn_off 関数フローチャート

4.5.10.33 r_ledmatrix_turn_on_a 関数のフローチャート

r_ledmatrix_turn_on_a 関数のフローチャートを以下に示します。

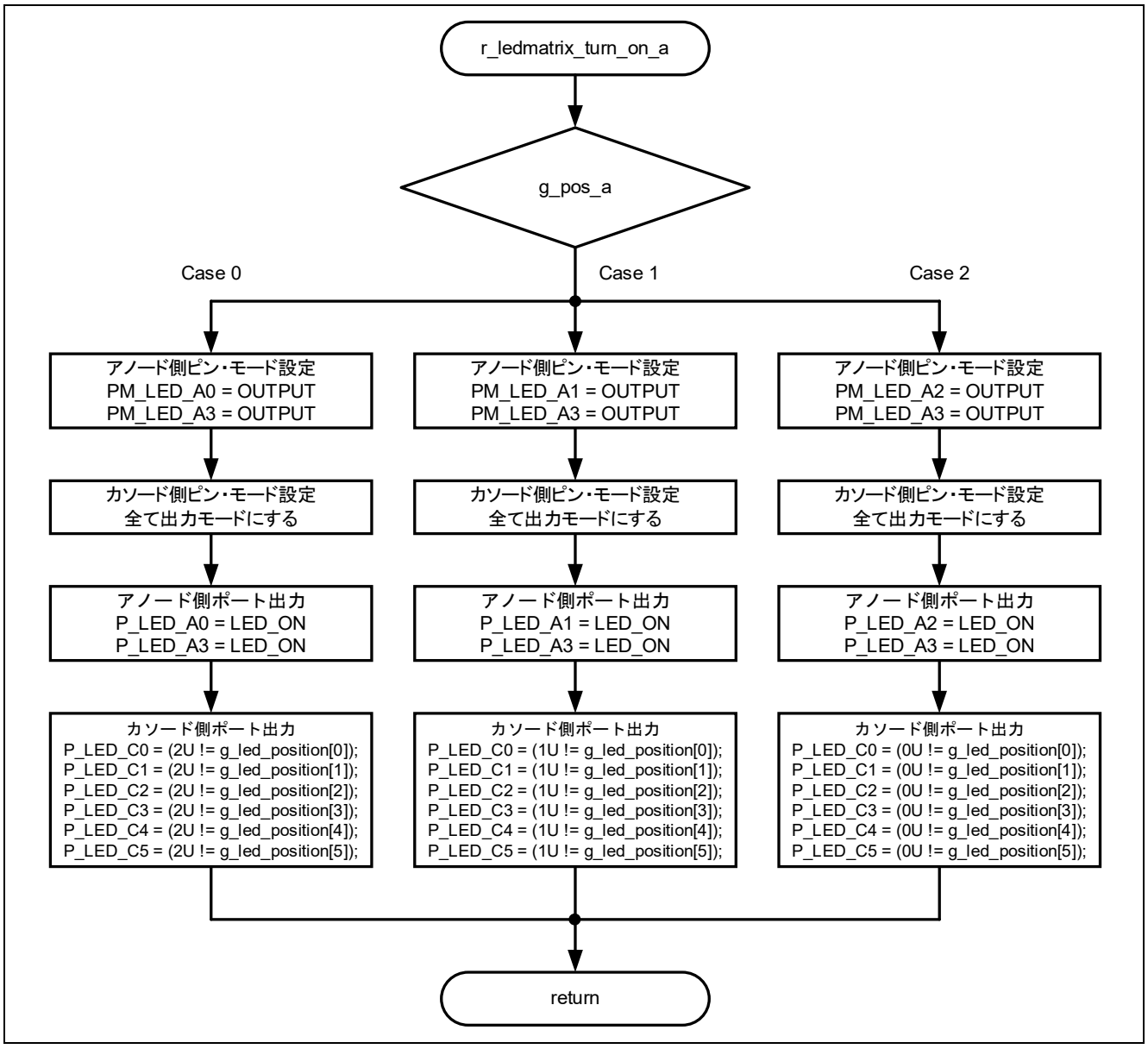


図 4-39 r_ledmatrix_turn_on_a 関数フローチャート

4.5.10.34 r_Config_TAU0_0_interrupt 関数のフローチャート

r_Config_TAU0_0_interrupt 関数のフローチャートを以下に示します。

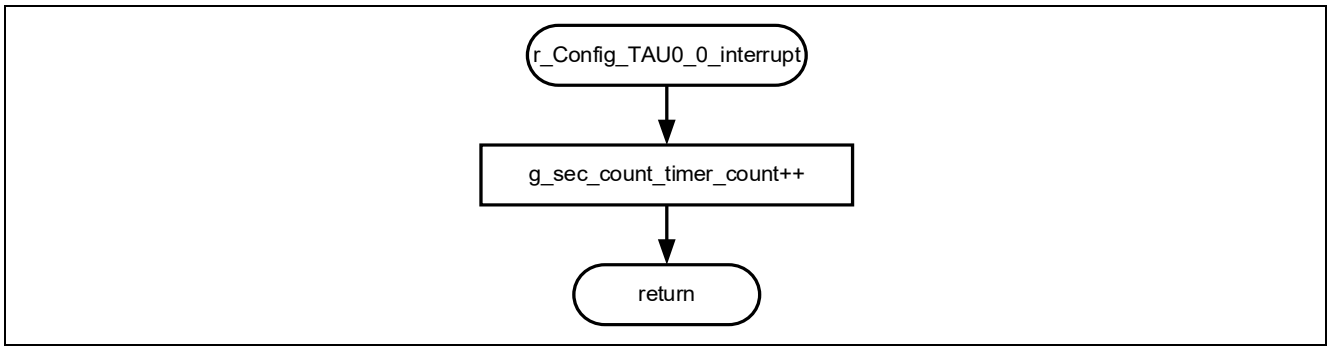


図 4-40 r_Config_TAU0_0_interrupt 関数フローチャート

4.5.10.35 r_sec_count_timer_start 関数のフローチャート

r_sec_count_timer_start 関数のフローチャートを以下に示します。

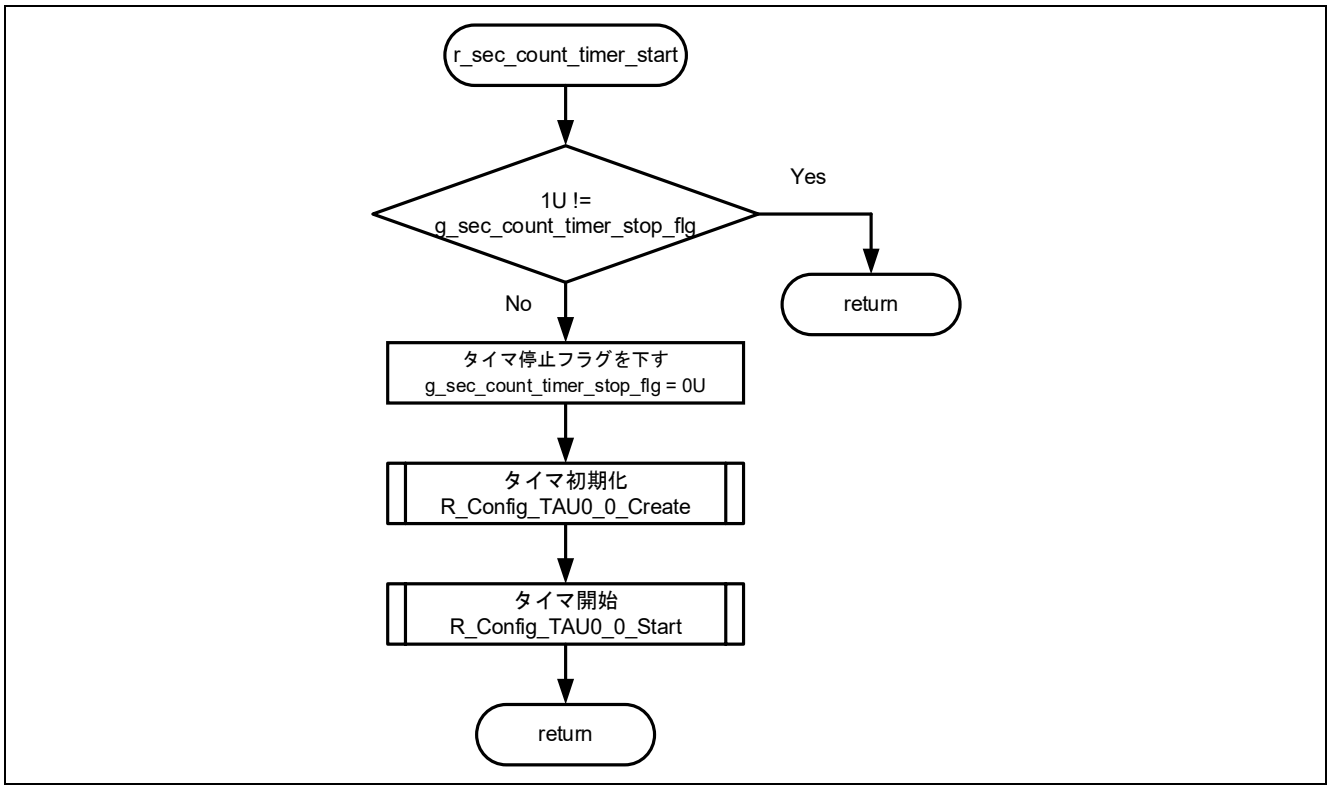


図 4-41 r_sec_count_timer_start 関数フローチャート

4.5.10.36 r_sec_count_timer_reset 関数のフローチャート

r_sec_count_timer_reset 関数のフローチャートを以下に示します。

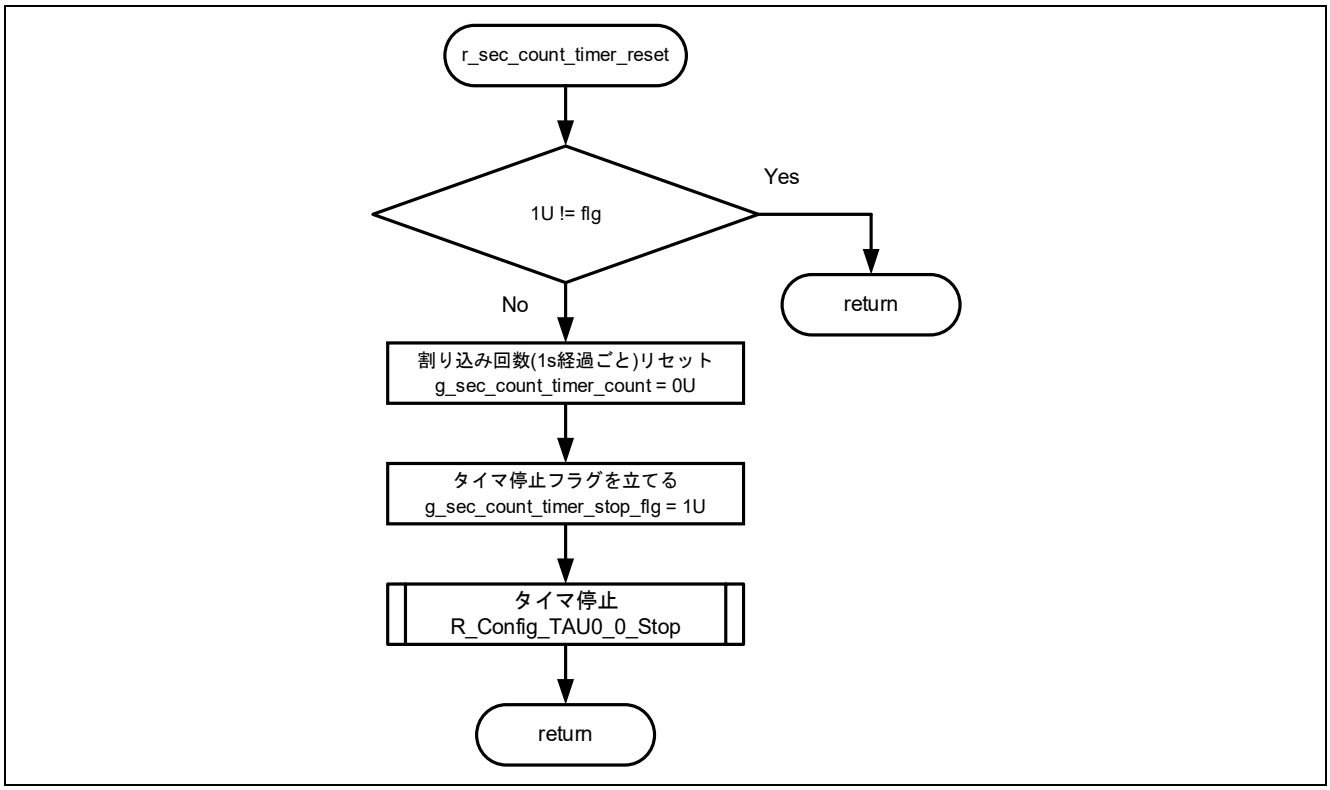


図 4-42 r_sec_count_timer_reset 関数フローチャート

4.5.10.37 r_Config_TAU0_1_interrupt 関数のフローチャート

r_Config_TAU0_1_interrupt 関数のフローチャートを以下に示します。

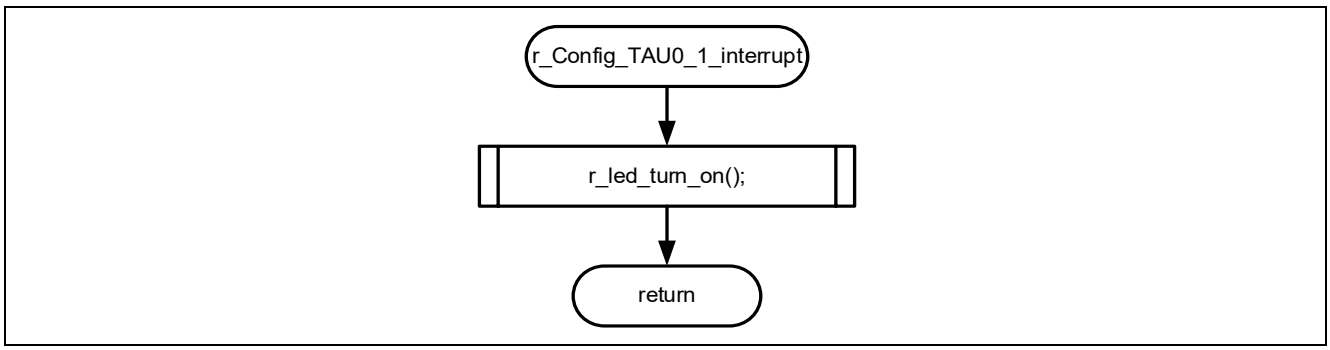


図 4-43 r_Config_TAU0_1_interrupt 関数フローチャート

4.5.10.38 r_ledmatrix_timer_start 関数のフローチャート

r_ledmatrix_timer_start 関数のフローチャートを以下に示します。

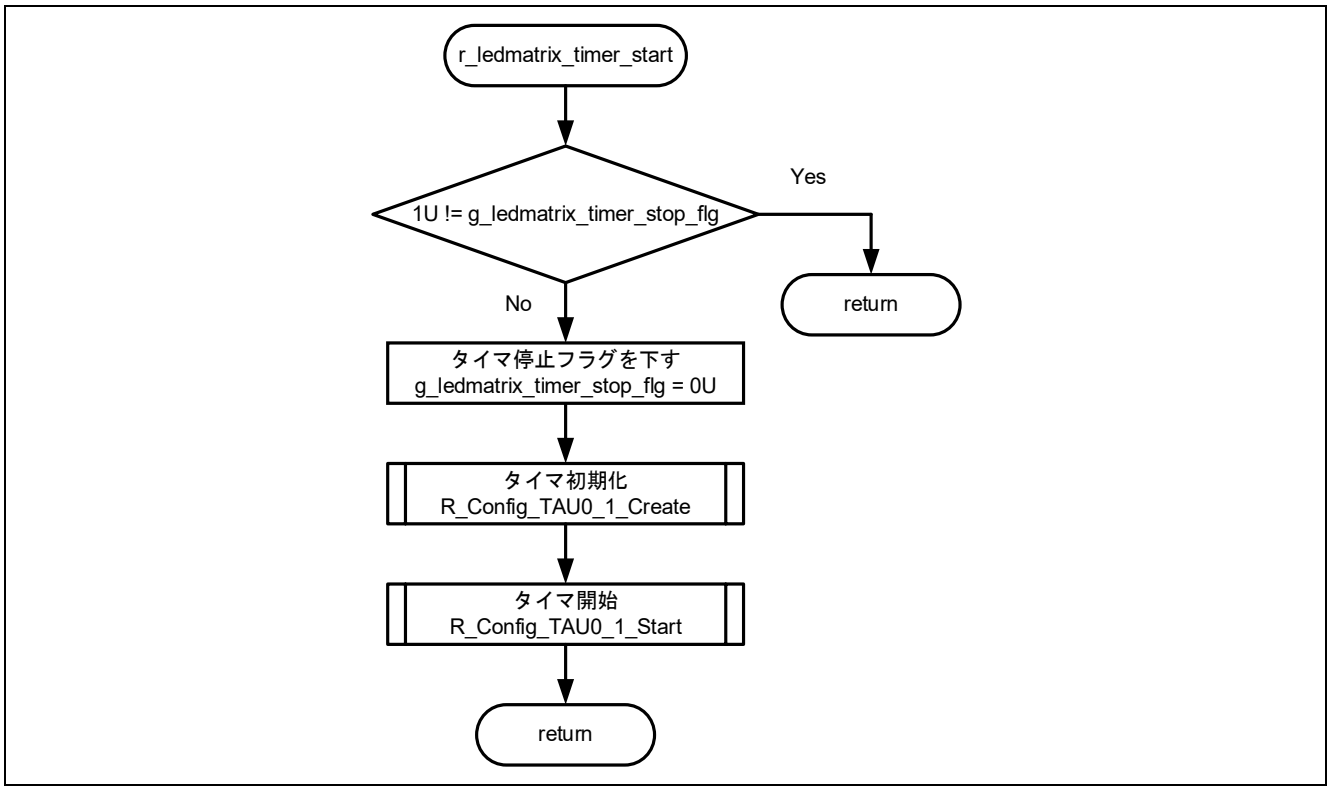


図 4-44 r_ledmatrix_timer_start 関数フローチャート

4.5.10.39 r_ledmatrix_timer_reset 関数のフローチャート

r_ledmatrix_timer_reset 関数のフローチャートを以下に示します。

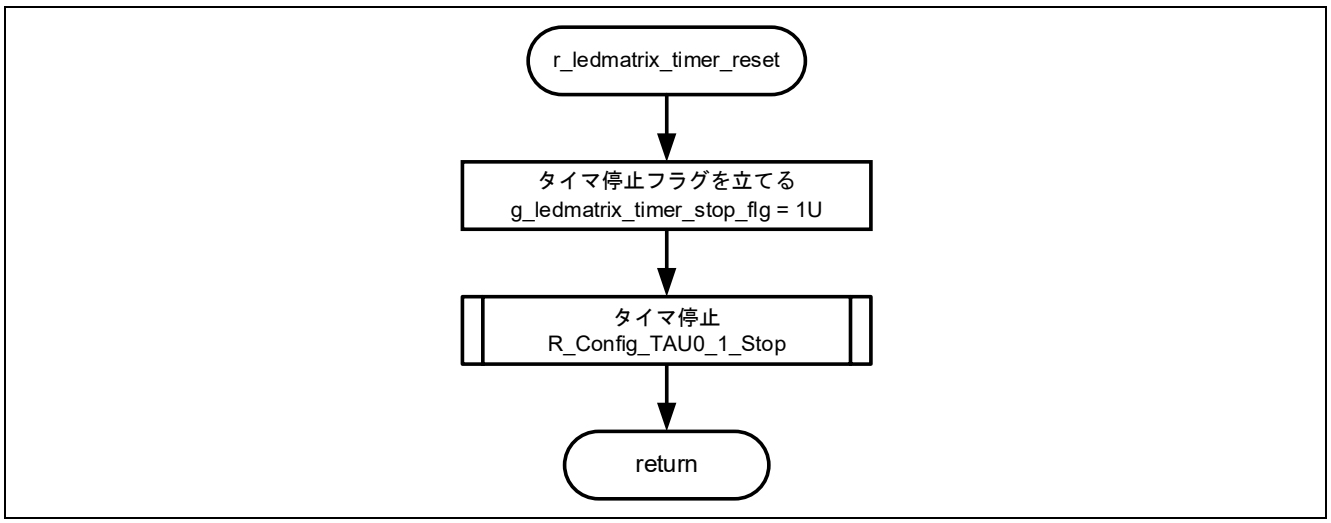


図 4-45 r_ledmatrix_timer_reset 関数フローチャート

5. プロジェクトのインポート方法

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

5.1 e² studio での手順

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

なお、e² studio で管理するプロジェクトのフォルダ名、およびそのフォルダに至るファイルパスには、空白文字の他、半角カナ文字、全角文字、半角記号 (特に'$','#','%') が混じらないようにしてください。

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

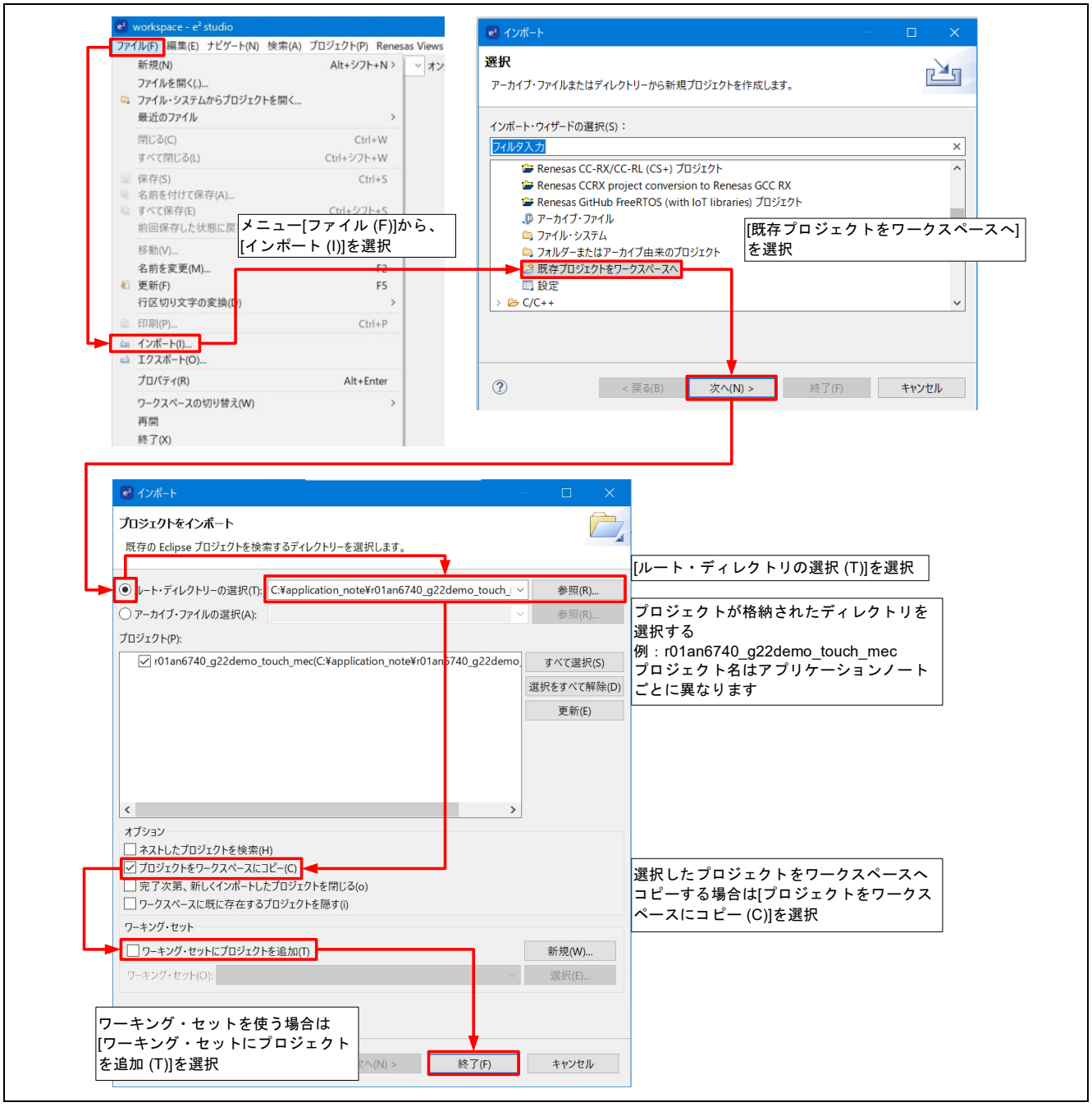


図 5-1　プロジェクトを e² studio にインポートする方法

5.2　CS+ での手順

CS+ でご使用になる際は、以下の手順で CS+ にインポートしてください。

なお、CS+で管理するプロジェクトのフォルダ名、およびそのフォルダに至るファイルパスには、 空白文字の他、半角カナ文字、全角文字、半角記号 (特に'$','#','%') が混じらないようにしてください。

（使用する CS+ のバージョンによっては画面が異なる場合があります。）

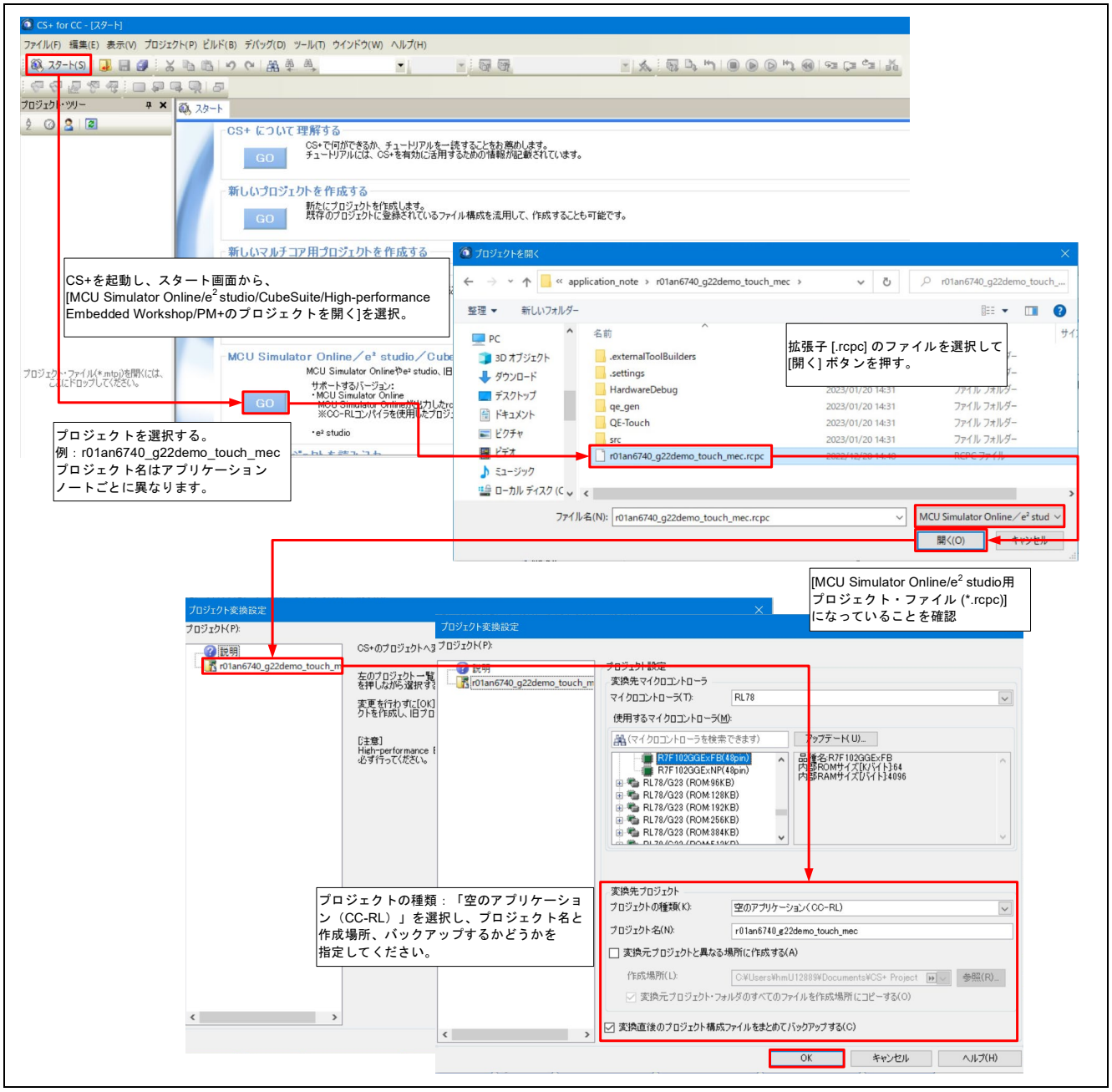


図 5-2　プロジェクトを CS+ にインポートする方法

6. デモの起動

E2 エミュレータ Lite コネクタを外して家電 UI デモの電源を投入すると、デモプログラムがスタートします。本デモプログラムは、冷蔵庫パネルの表示と設定の制御を想定しています。冷蔵庫パネルの表示設定を、設定表示部で確認しながら、タッチボタンで設定します。

以降はタッチボタンをボタンと記載します。

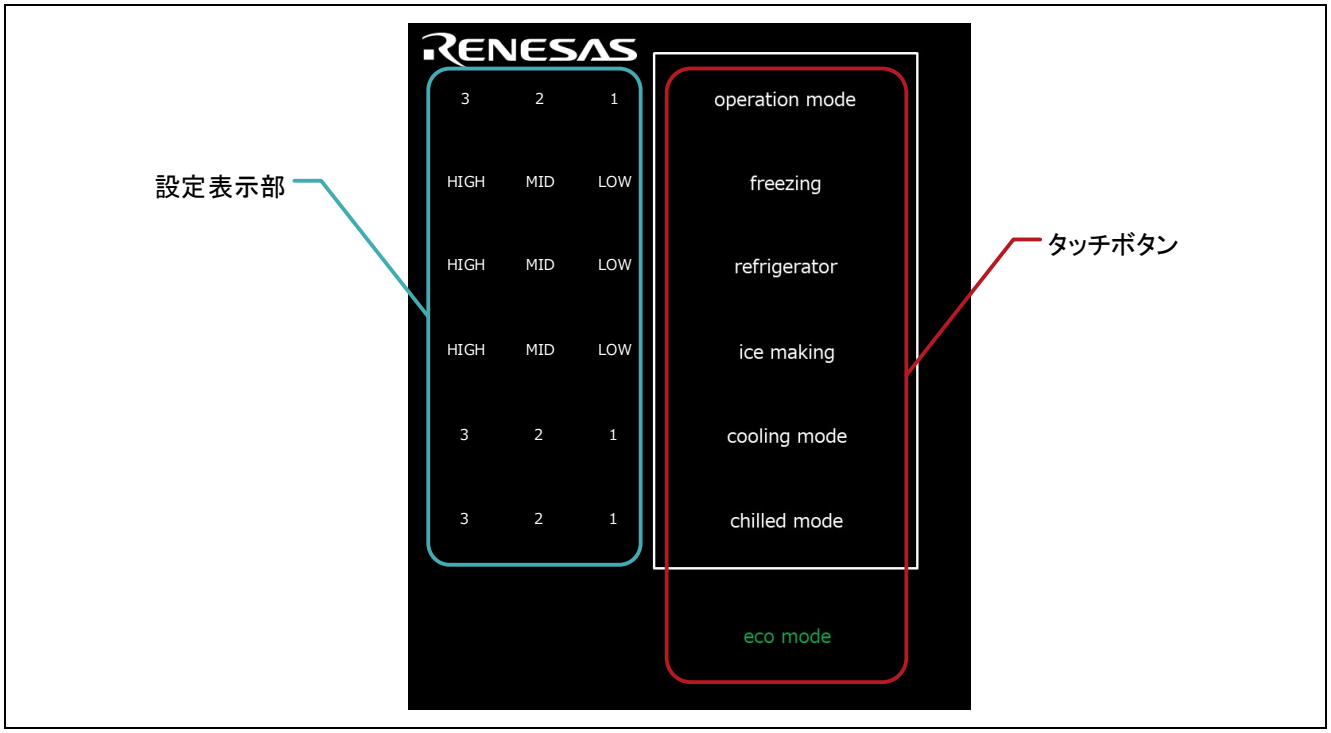


図 6-1 デモ操作パネル

6.1 家電 UI デモの電源オン～メニュー画面

家電 UI デモの電源を入れると、タッチパネルの全ての文字を約 5 秒間表示します。表示が終わるとデモプログラムがスタートし、家電 UI デモは、スタンバイ・モード（operation mode2）に遷移します。

図 6-2 デモ開始時

6.2 スタンバイ・モードからの復帰

白枠内をタッチすると、スタンバイ・モードから復帰します。各設定値は、2 や MID など、センター値を示します。

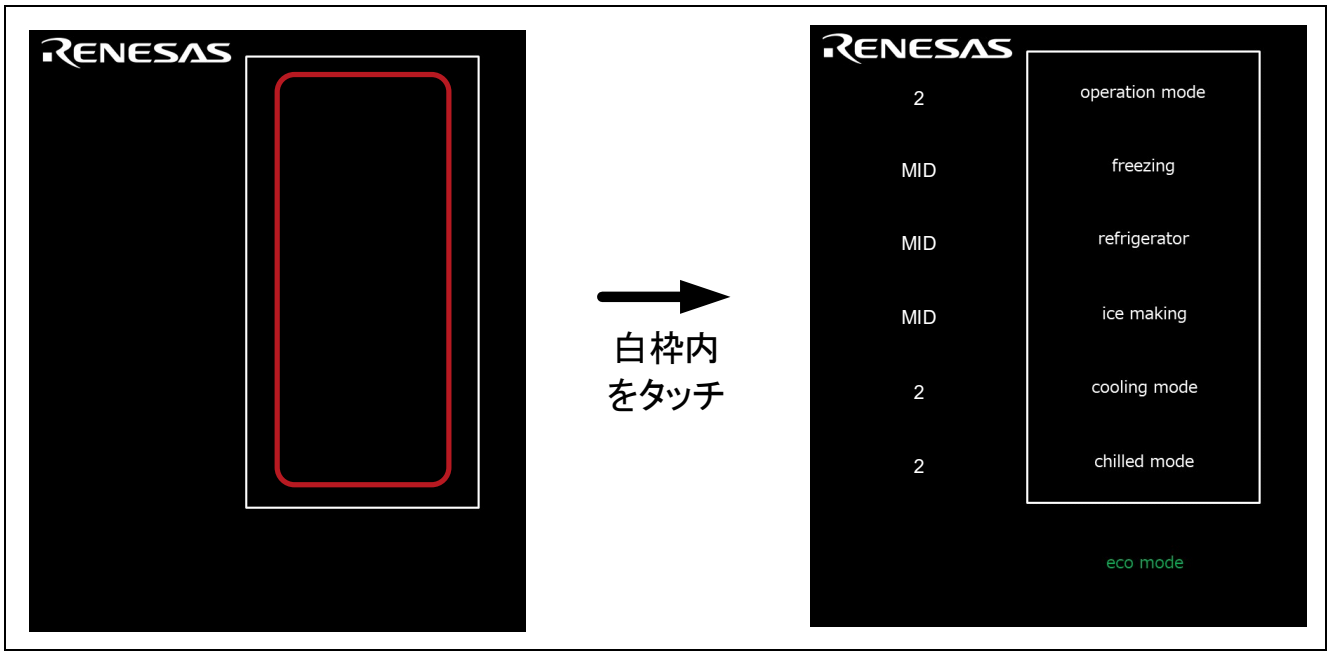


図 6-3 メニュー画面の操作方法

6.3 タッチ操作

6.3.1 operation mode を設定する

operation mode ボタンをタッチすると、図 6-4 の順に設定値を変更できます。

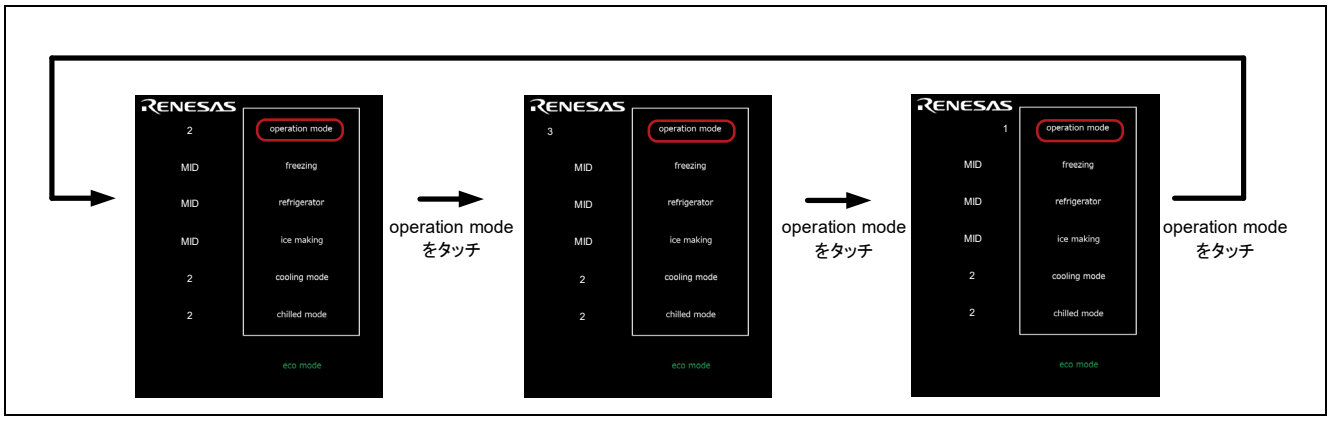


図 6-4 operation mode の設定

6.3.2 freezing を設定する

freezing ボタンをタッチすると、図 6-5 の順に設定値を変更できます。

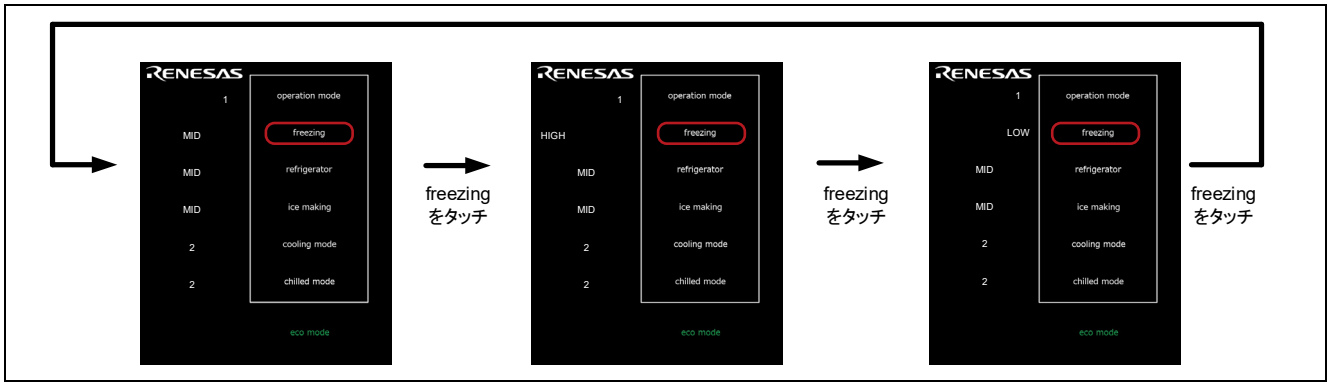


図 6-5 freezing の設定

6.3.3 refrigerator を設定する

refrigerator ボタンをタッチすると、図 6-6 の順に設定値を変更できます。

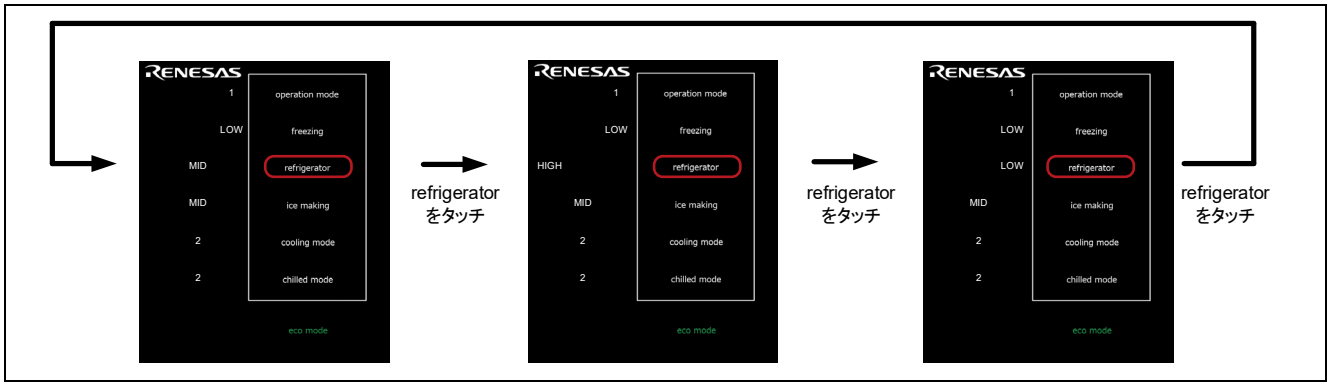


図 6-6 refrigerator の設定

6.3.4 ice making を設定する

ice making ボタンをタッチすると、図 6-7 の順に設定値を変更できます。

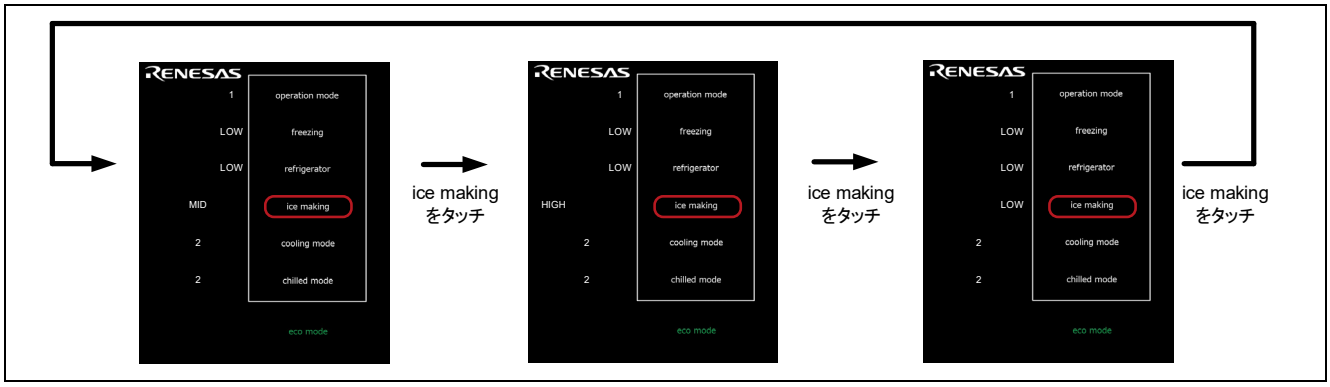


図 6-7 ice making の設定

6.3.5 cooling mode を設定する

cooling mode ボタンをタッチすると、図 6-8 の順に設定値を変更できます。

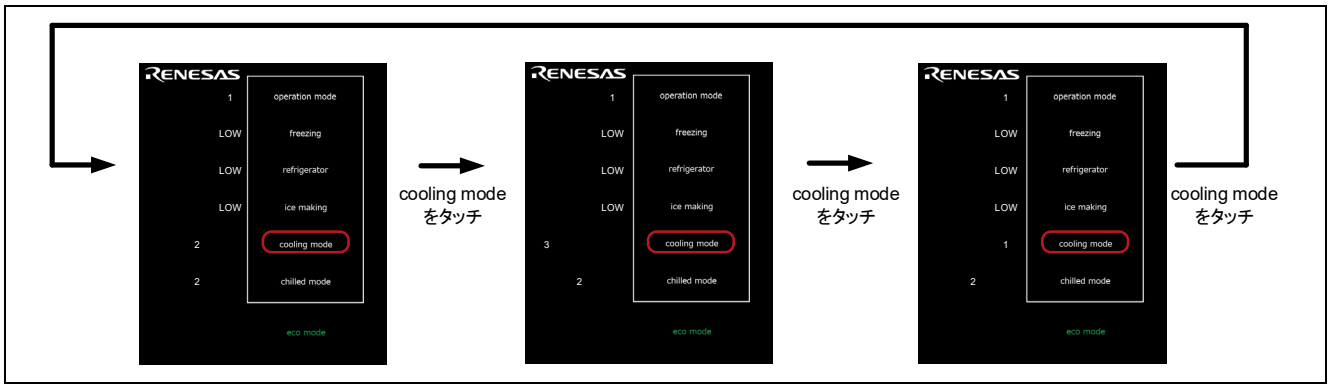


図 6-8 cooling mode の設定

6.3.6 chilled mode を設定する

chilled mode ボタンをタッチすると、図 6-9 の順に設定値を変更できます。

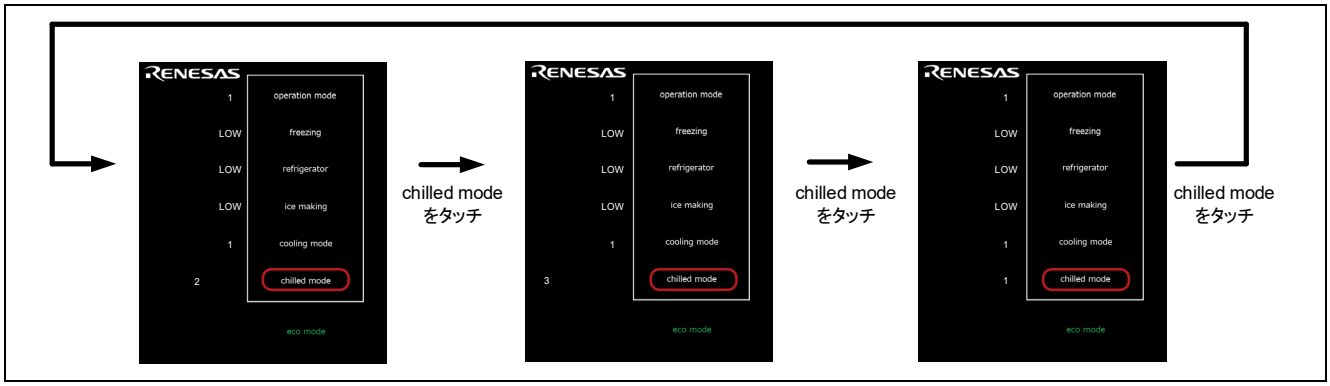


図 6-9 chilled mode の設定

6.3.7　eco mode（近接センサモード）

operation mode が 1 の時に eco mode ボタンをタッチすると、近接センサモードのスタンバイ・モードに遷移します。近接センサモードでは、白枠内に手をかざすと、ノーマルモードに戻ります。

スタンバイ・モードからの復帰判定は CPU で行います。

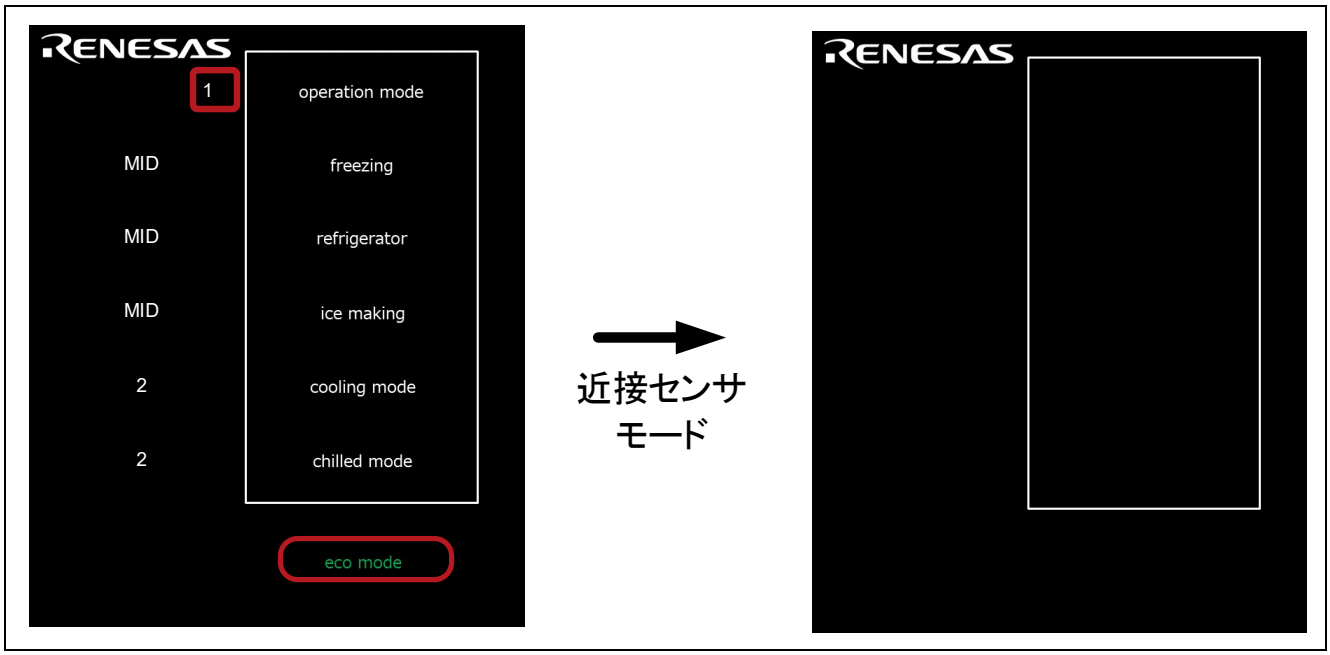


図 6-10　operation mode 1 の時に、eco mode をタッチ

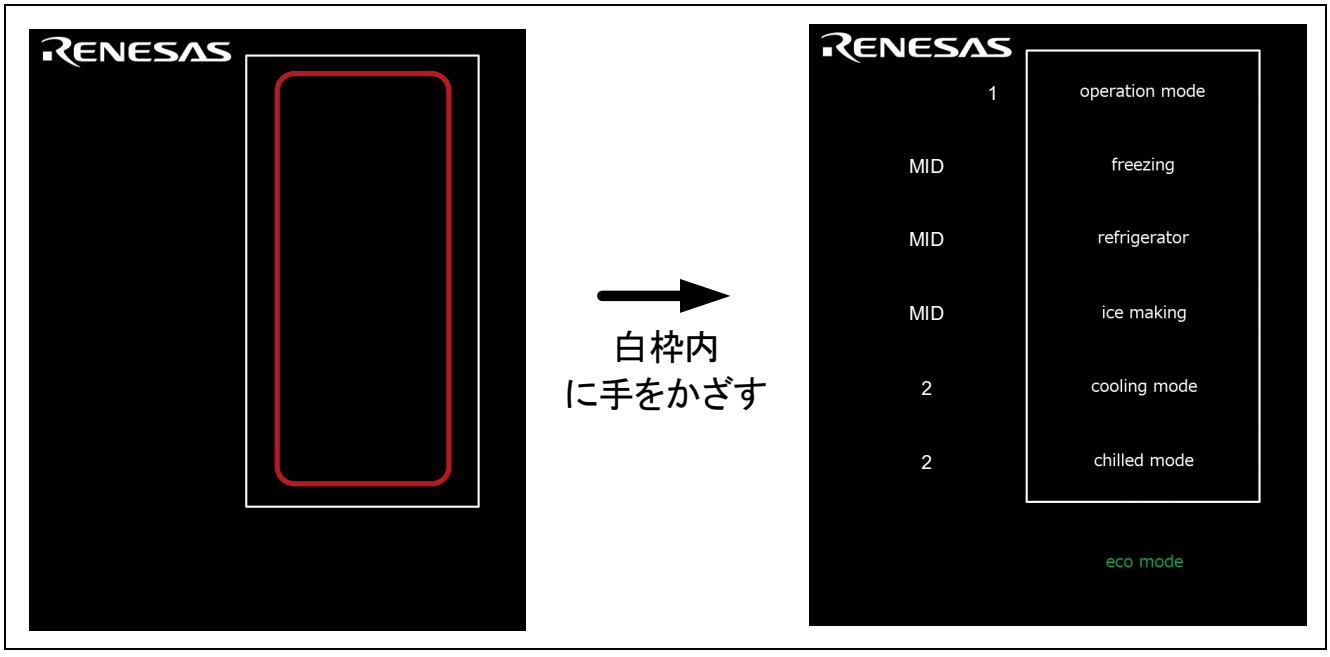


図 6-11　近接センサモードのスタンバイ・モードからの復帰

6.3.8　eco mode（タッチセンサモード）

operation mode が 2 の時に eco mode ボタンをタッチすると、タッチセンサモードのスタンバイ・モードに遷移します。タッチセンサモードでは、白枠内をタッチすると、ノーマルモードに戻ります。

スタンバイ・モードからの復帰判定は CPU で行います。

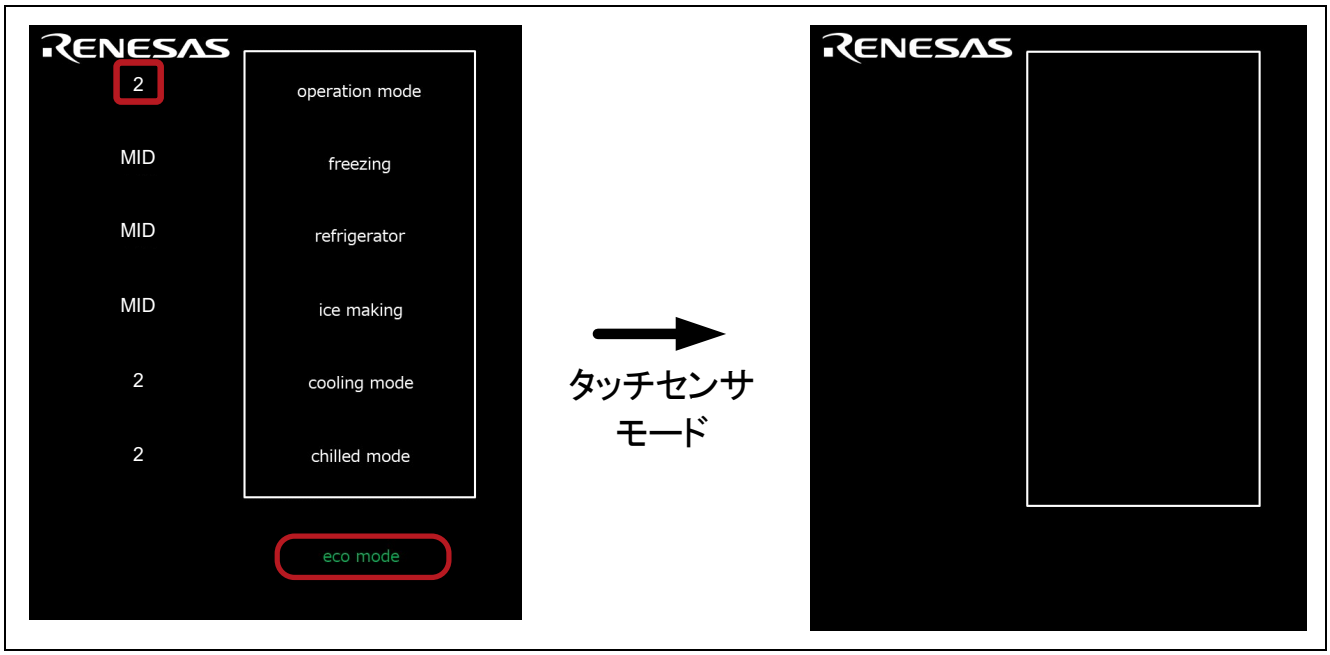


図 6-12　operation mode 2 の時に、eco mode をタッチ

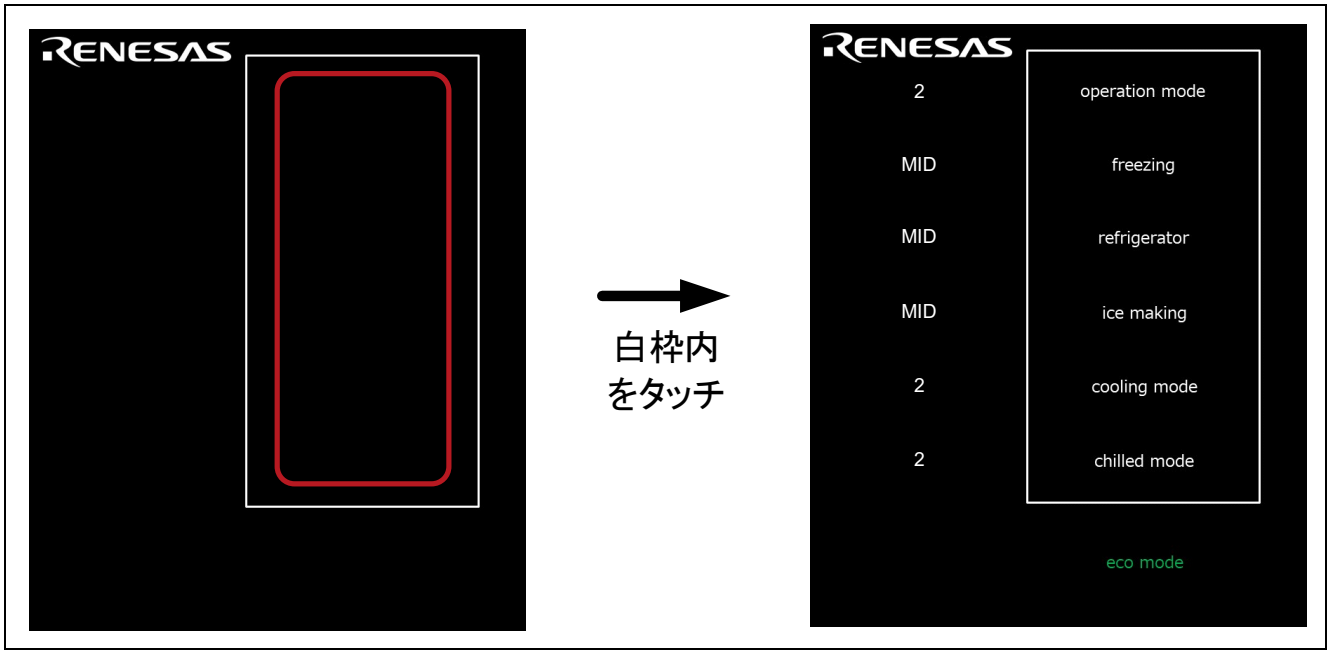


図 6-13　タッチセンサモードのスタンバイ・モードからの復帰

6.3.9　eco mode（自動判定機能（SMS 使用）モード）

operation mode が 3 の時に eco mode ボタンをタッチすると、自動判定機能（SMS 使用）モードのスタンバイ・モードに遷移します。自動判定機能（SMS 使用）モードでは、白枠内をタッチすると、ノーマルモードに戻ります。

スタンバイ・モードからの復帰判定は SMS で行います。

図 6-14　operation mode 3 の時に、eco mode をタッチ

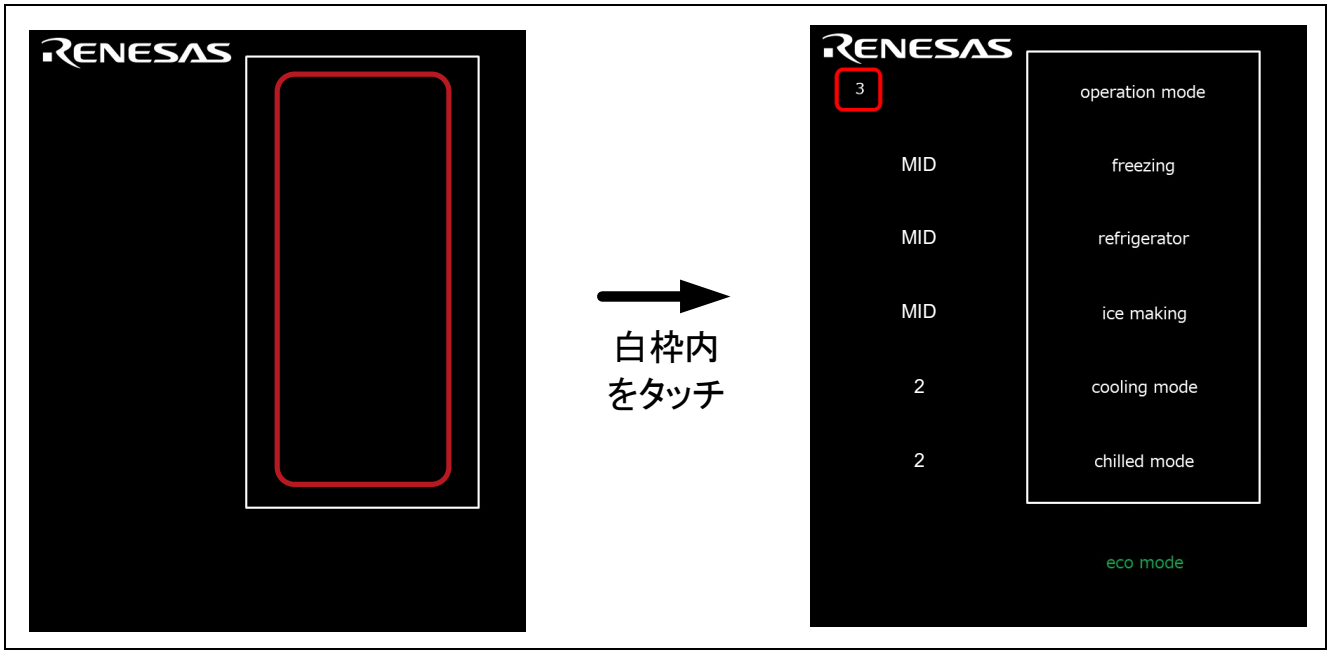


図 6-15　自動判定機能（SMS 使用）モードのスタンバイ・モードからの復帰

7. 消費電流の計測方法

7.1 消費電流の計測環境

図 7-1 に消費電流計測を行った際の計測環境を示します。

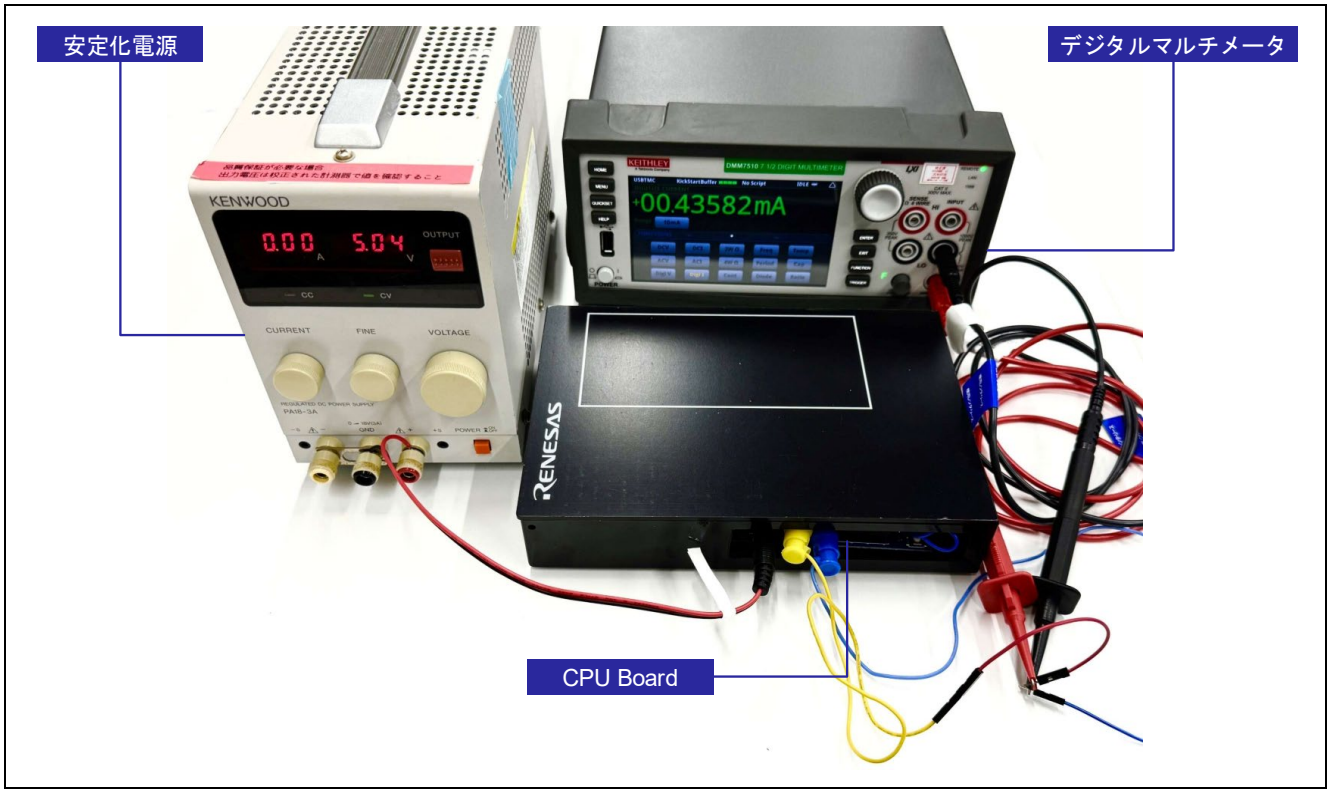


図 7-1 消費電流計測環境

7.2 計測機器、ソフトウェア

表 7-1 に消費電流計測に使用した機器とソフトウェアを示します。

表 7-1 計測機器

種別	名称	用途
デジタルマルチメータ	KEITHLEY/DMM7510	消費電流を計測
安定化電源	KENWOOD/PA18-3A	RL78/G22 静電容量タッチ評価システム (製品型名： RTK0EG0042S01001BJ) CPU ボードに電源を供給
ソフトウェア	KEITHLEY/KickStart ソフトウェア	KEITHLEY/DMM7510 から消費電流の計測結果を取得し、ログファイルに出力する

7.3 ターゲットボードと各機器の接続方法

図 7-2 に RL78/G22 CPU ボードと各機器との接続方法を、図 7-3 に RL78/G22 CPU ボードの電源系統図を示します。

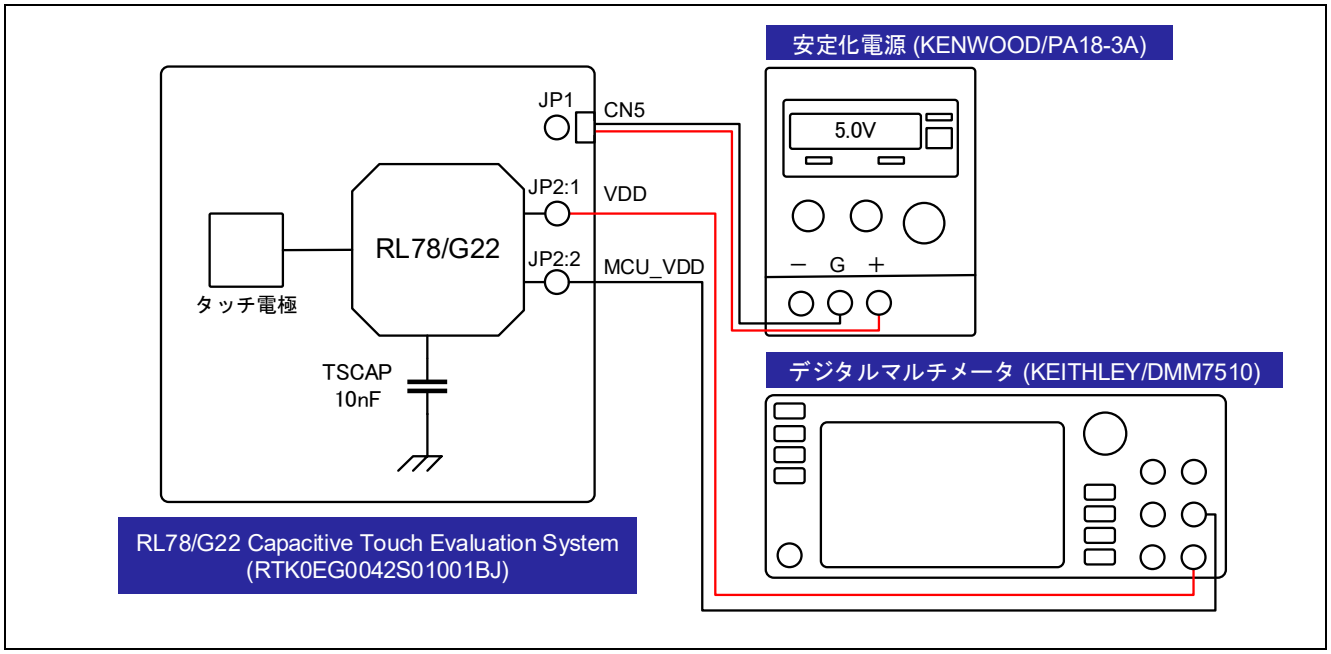


図 7-2 RL78/G22 CPU ボードと各機器との接続方法

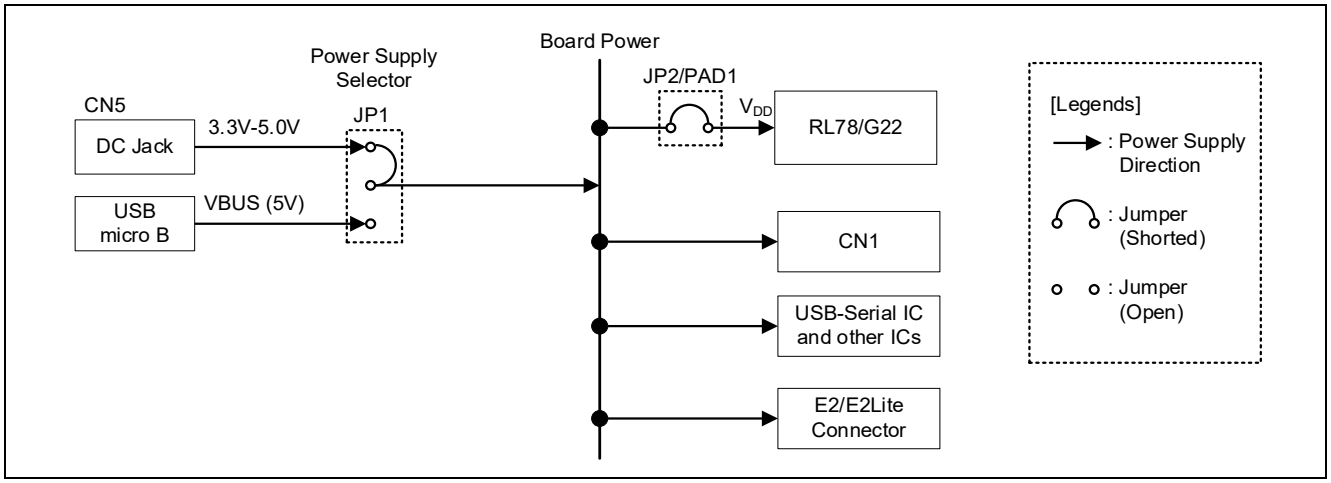


図 7-3 RL78/G22 CPU ボードの電源系統図

7.4　RL78/G22 CPU ボードの設定

図 7-4 に、消費電流計測時の RL78/G22 CPU ボードの配線を示します。デジタルマルチメータと接続する RL78/G22 CPU ボードの端子及びアプリケーションヘッダ（CN2）の 16 ピンと 34 ピンの配線例を示します。

表 7-2 に RL78/G22 CPU ボードのジャンパ設定を示します。

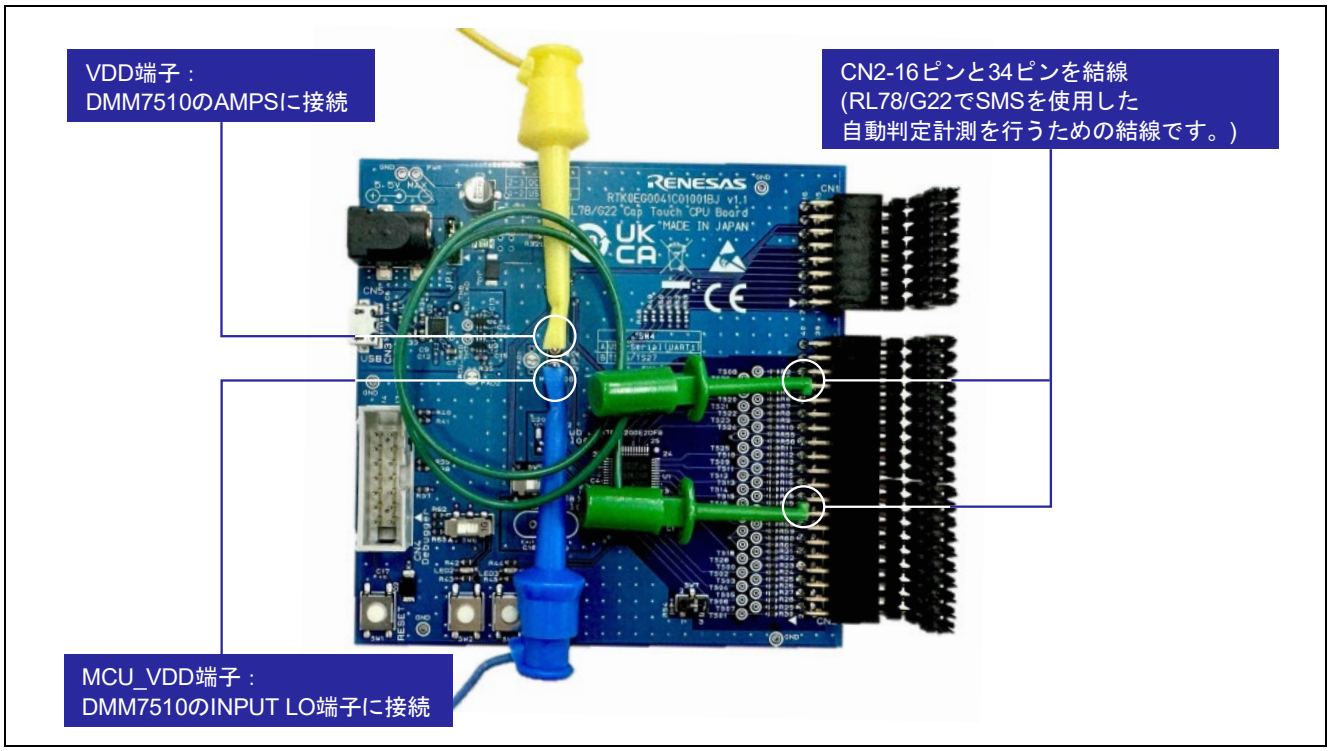


図 7-4 電流計測時の RL78/G22 CPU ボードの配線図

表 7-2 ジャンパ・SW 設定

位置	回路グループ	設定	用途
JP1	VDD 電源	2-3 pin ショート	DC ジャック (CN5) から電源を供給
JP2	MCU_VDD 電源	オープン	消費電流計測
SW4	USB-シリアル変換 / アプリケーションヘッダ (CN2)	OFF (1-2, 4-5 pin ショート)	P00/TS26/TxD1、P01/TS27/RxD1 をシリアル通信端子として使用する
SW5	クロック回路 / アプリケーションヘッダ (CN1)	OFF (1-2, 4-5 pin ショート)	P121/X1、P122/X2 を GPIO (CN1) として使用する
SW6	プッシュスイッチ・LED / アプリケーションヘッダ (CN1)	OFF (1-2, 4-5 pin ショート)	P61、P62 を GPIO (CN1) として使用する
SW7	静電容量タッチ	OFF (2-3 pin ショート)	TS01 を通常の CTSU 端子として使用する

7.5 消費電流計測ソフトウェアの設定

図 1-1 MEC 機能（1 つの電極）図 7-5 に KEITHLEY/KickStart ソフトウェアの消費電流計測の設定を示します。

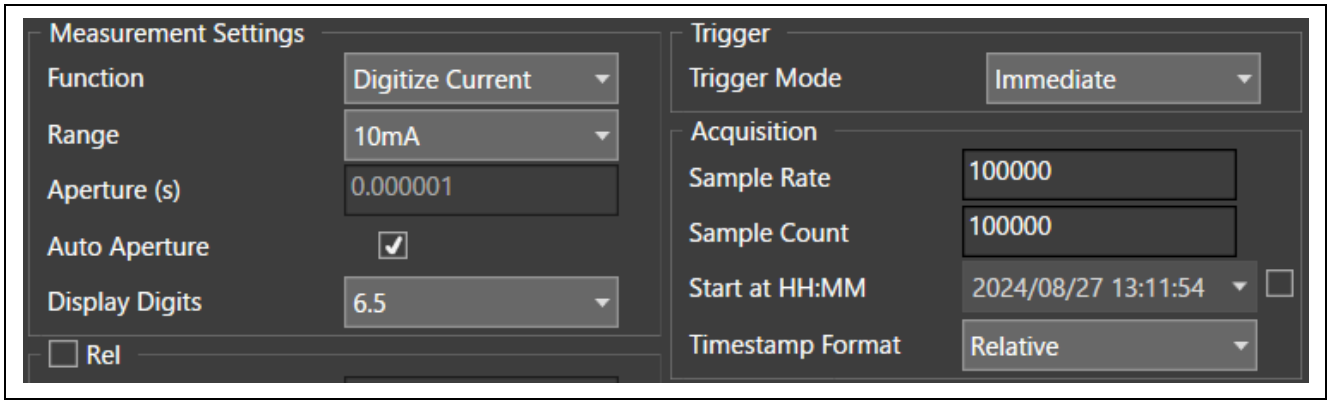


図 7-5 KEITHLEY/KickStart・消費電流計測設定

8. 消費電流の計測結果

本サンプルプログラムは、RL78/G22 のメイン・システム・クロック(CPU クロックのクロック源)を 32MHz で動作させています。参考データとしてメイン・システム・クロック 32MHz と、その他に 12MHz および 6MHz で動作時の消費電流を示します。本章で示す消費電流は家電 UI デモ全体の消費電流です。したがって、RL78/G22 RSSK の CPU ボードと操作パネルの電極ボードを合わせた消費電流を意味します。

8.1 消費電流

表 8-1～表 8-3 に、各条件での平均消費電流を示します。

表 8-1 消費電流(メイン・システム・クロック: 32 MHz)

モード	メイン・システム・クロック[MHz]	タッチ計測周期[ms]	100ms あたりの平均消費電流[μA]	備考
operation mode 1	32	20	71.6	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 14.3μA(換算値)
operation mode 2		20	71.8	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 14.4μA(換算値)
operation mode 3 注		100	13.3	―
Normal mode		20	3100.0	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 620.0μA(換算値)

表 8-2 消費電流(メイン・システム・クロック: 12 MHz)

モード	メイン・システム・クロック[MHz]	タッチ計測周期[ms]	100ms あたりの平均消費電流[μA]	備考
operation mode 1	12	20	65.0	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 13.0μA(換算値)
operation mode 2		20	65.2	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 13.0μA(換算値)
operation mode 3 注		100	10.8	―
Normal mode		20	1600.0	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 320.0μA(換算値)

表 8-3 消費電流(メイン・システム・クロック: 6 MHz)

モード	メイン・システム・クロック[MHz]	タッチ計測周期[ms]	100ms あたりの平均消費電流[μA]	備考
operation mode 1	6	20	74.1	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 14.8μA(換算値)
operation mode 2		20	73.5	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 14.7μA(換算値)
operation mode 3 注		100	10.4	―
Normal mode		20	1200.0	100ms 期間中にタッチ計測を 1 回実行した場合の平均消費電流は 240.0μA(換算値)

注. operation mode 3 (タッチセンサ)は、SMS を使用した自動判定機能で低電力動作を実現しています。RL78 ファミリにおける静電容量センサユニットでの SMS を使用した自動判定機能は、f_{CLK} が 4MHz 以下では動作禁止です。

家電 UI デモにおける消費電流を以下に説明します。

operation mode 1(近接センサ)および operation mode 2(タッチセンサ)では、低電力動作に CTSU2La の SNOOZE モード機能を使用しています。表 8-1～表 8-3 の黄色ハイライトの表示箇所は、低電力動作に SNOOZE モード機能を使用した場合、メイン・システム・クロック 12MHz での動作時に最小消費電流となる結果を示しています。

operation mode 3 (タッチセンサ)では、SMS を使用した自動判定機能で低電力動作を実現しています。表 8-1～表 8-3 の青色ハイライトの表示箇所は、低電力動作に SMS を使用した自動判定機能を用いた場合、メイン・システム・クロック 6MHz での動作時に最小消費電流となる結果を示しています。

Normal mode の消費電流は、ユーザープログラムの内容により変動します。家電 UI デモでは各タッチボタンの検出に応じて LED 点灯パターンを変更しており、この処理による消費電流です。消費電流の測定方法としては、タッチボタンへ触れていない状態で測定しています。

8.2 消費電流波形

低電力動作の各モード時の消費電流波形を以下に示します。

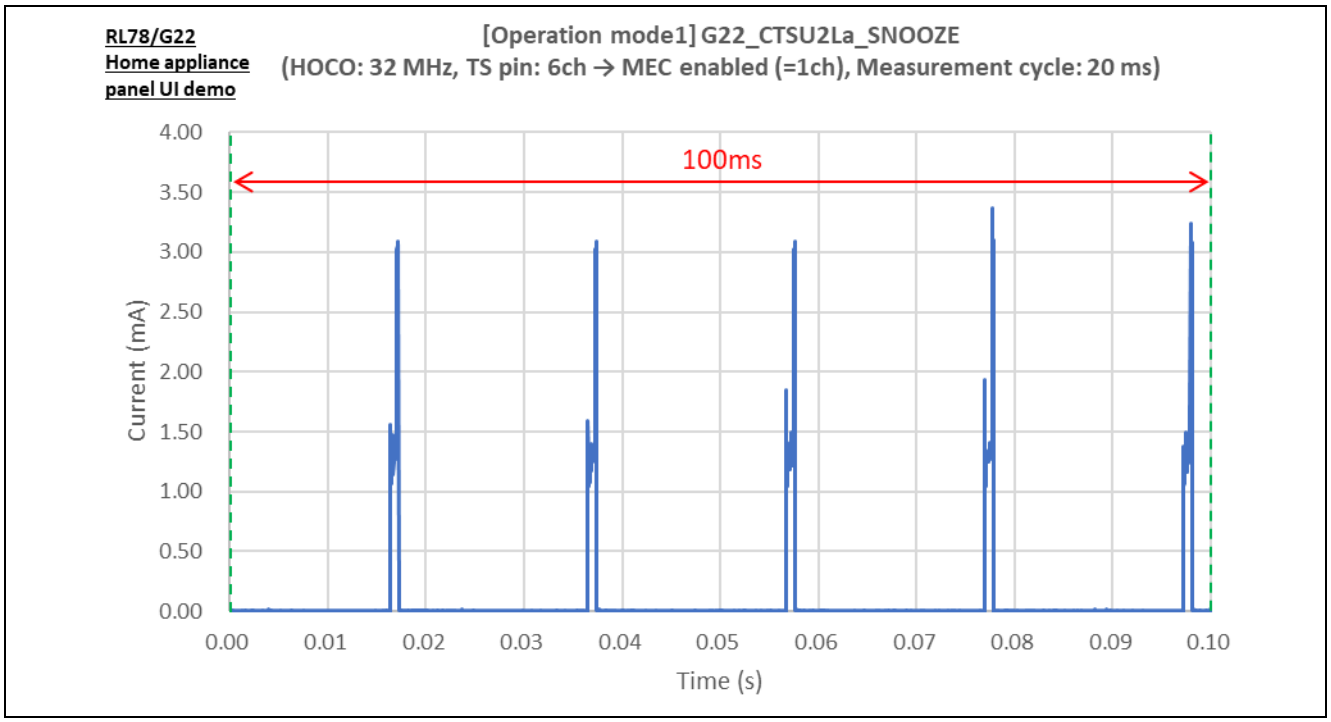


図 8-1 100ms 期間での消費電流波形(operation mode1)

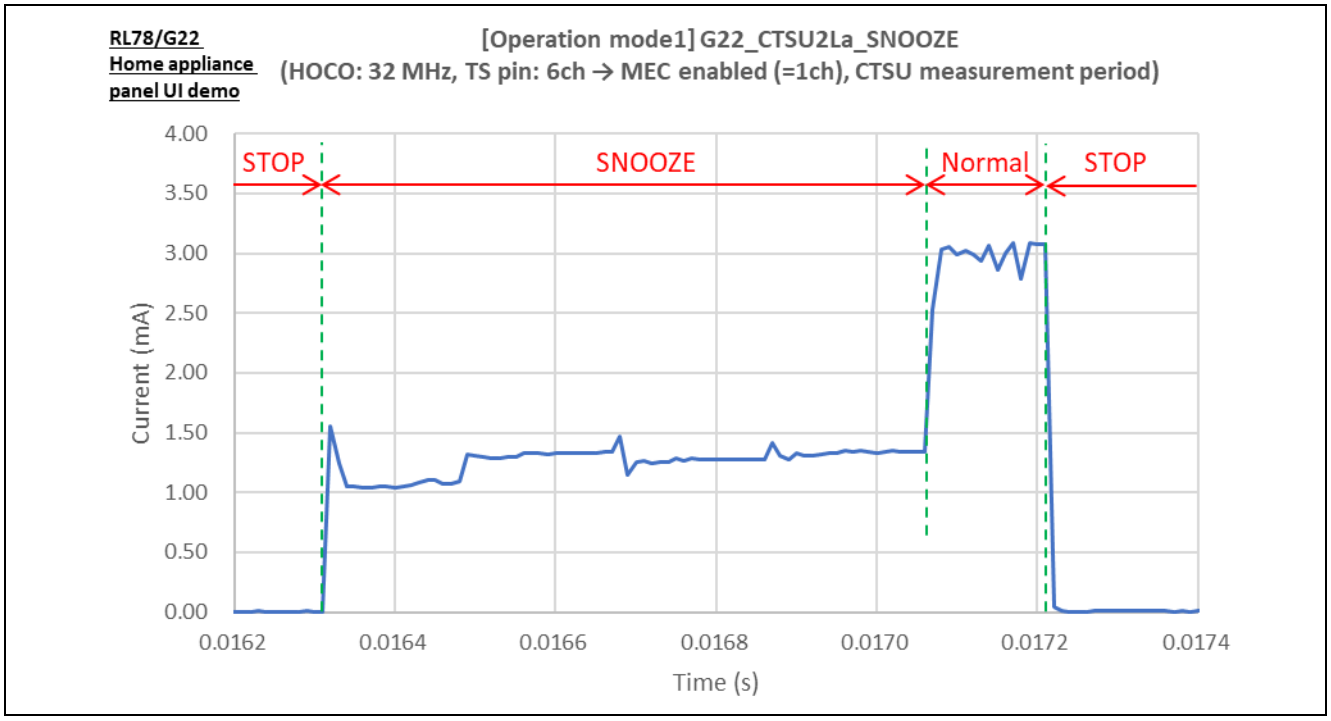


図 8-2 タッチ計測処理時の消費電流波形(operation mode1)

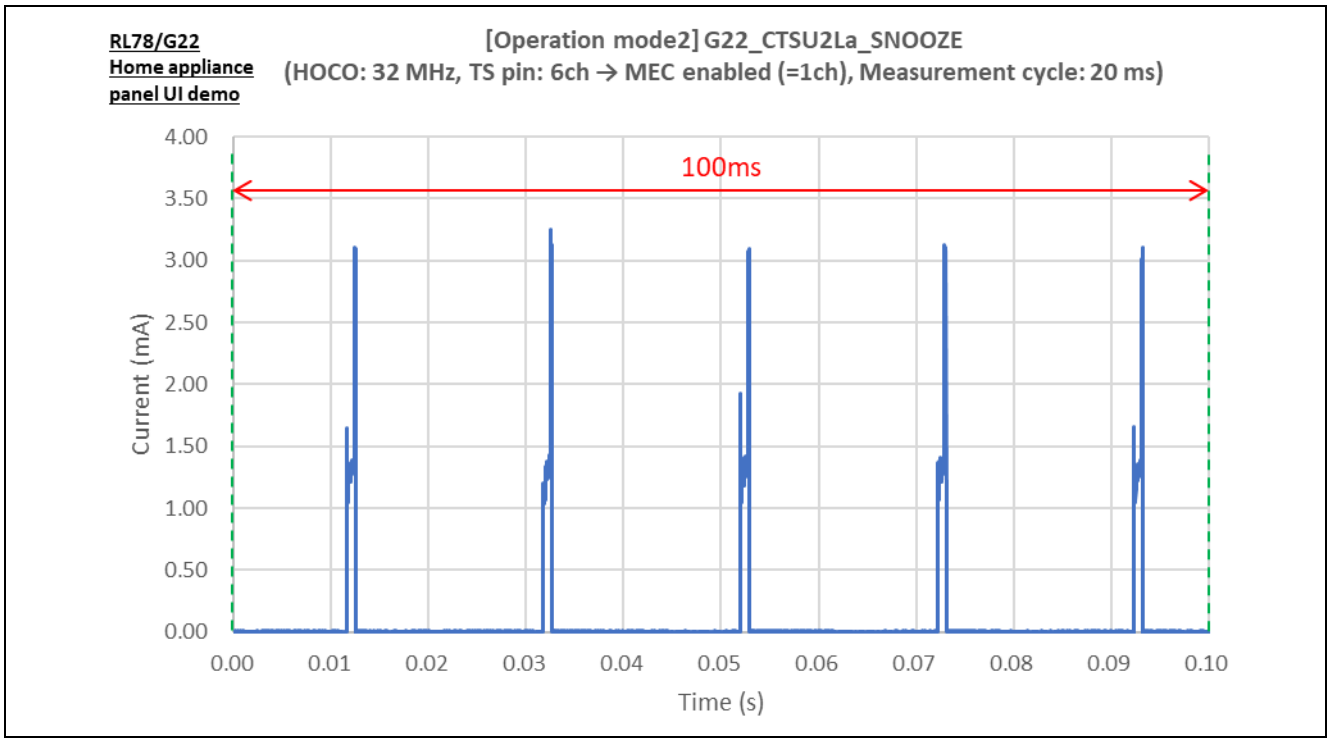


図 8-3 100ms 期間での消費電流波形(operation mode2)

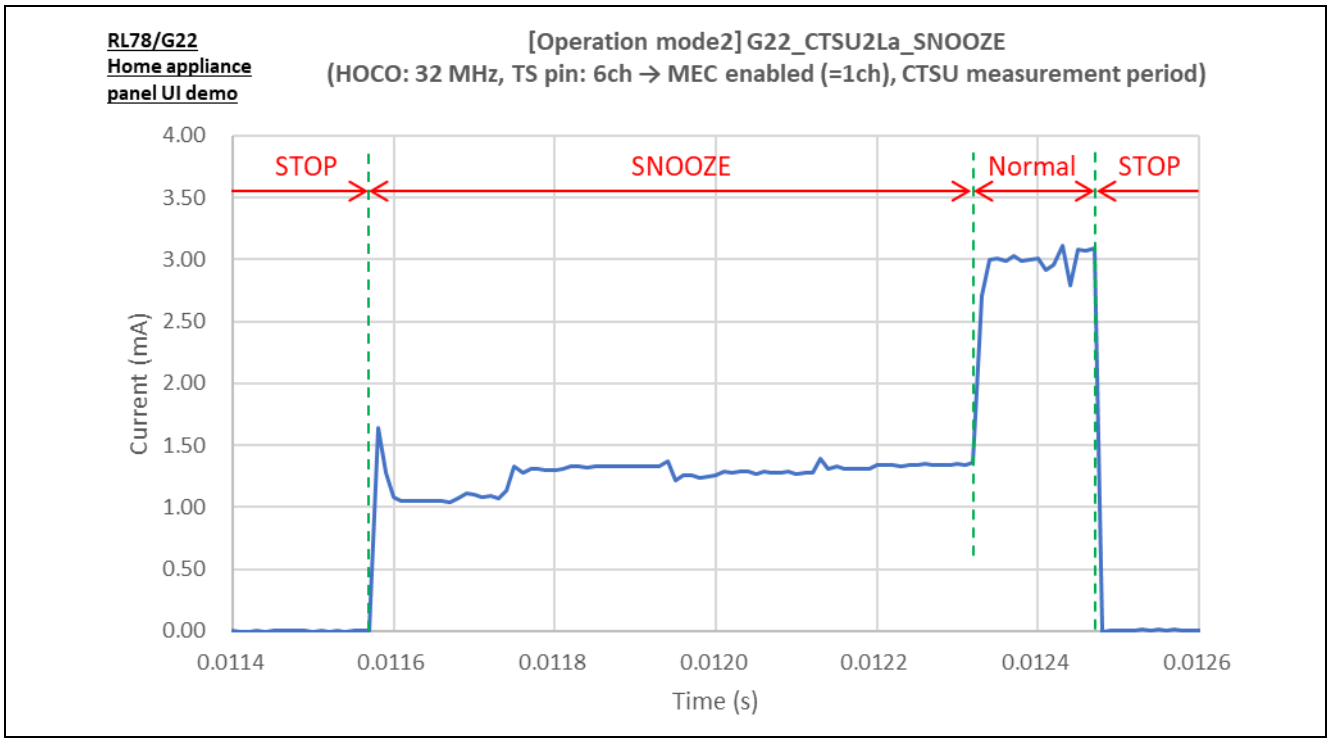


図 8-4 タッチ計測処理時の消費電流波形(operation mode2)

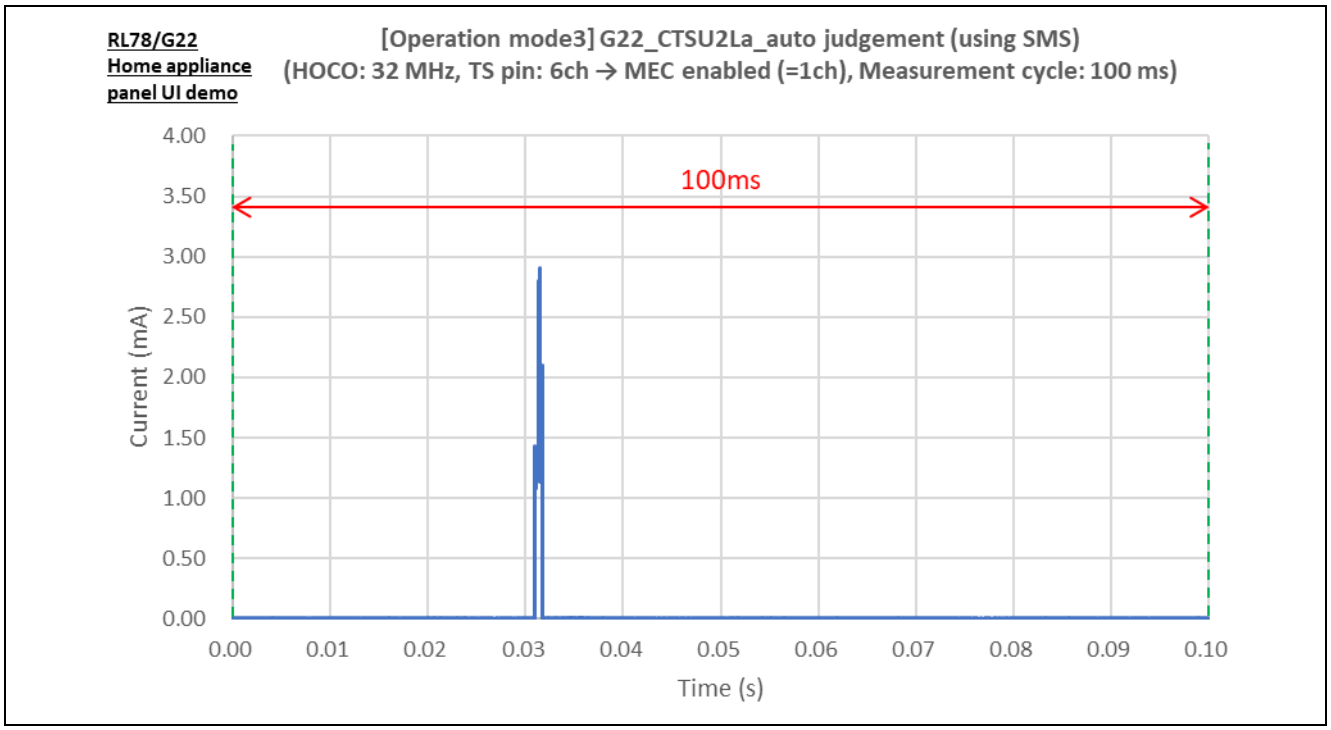


図 8-5 100ms 期間での消費電流波形(operation mode3)

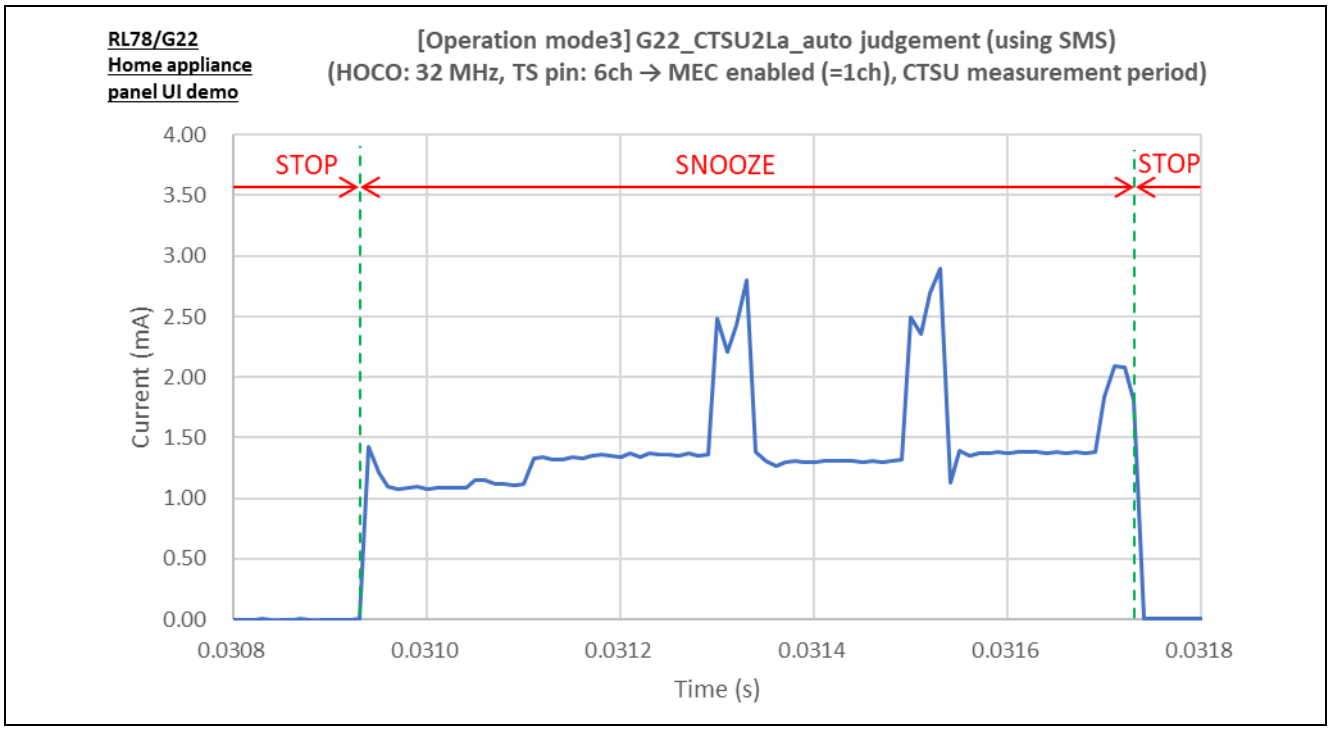


図 8-6 タッチ計測処理時の消費電流波形(operation mode3)

9. 電極ボードの設計情報

9.1 回路図

電極ボードの回路図を以下に示します。

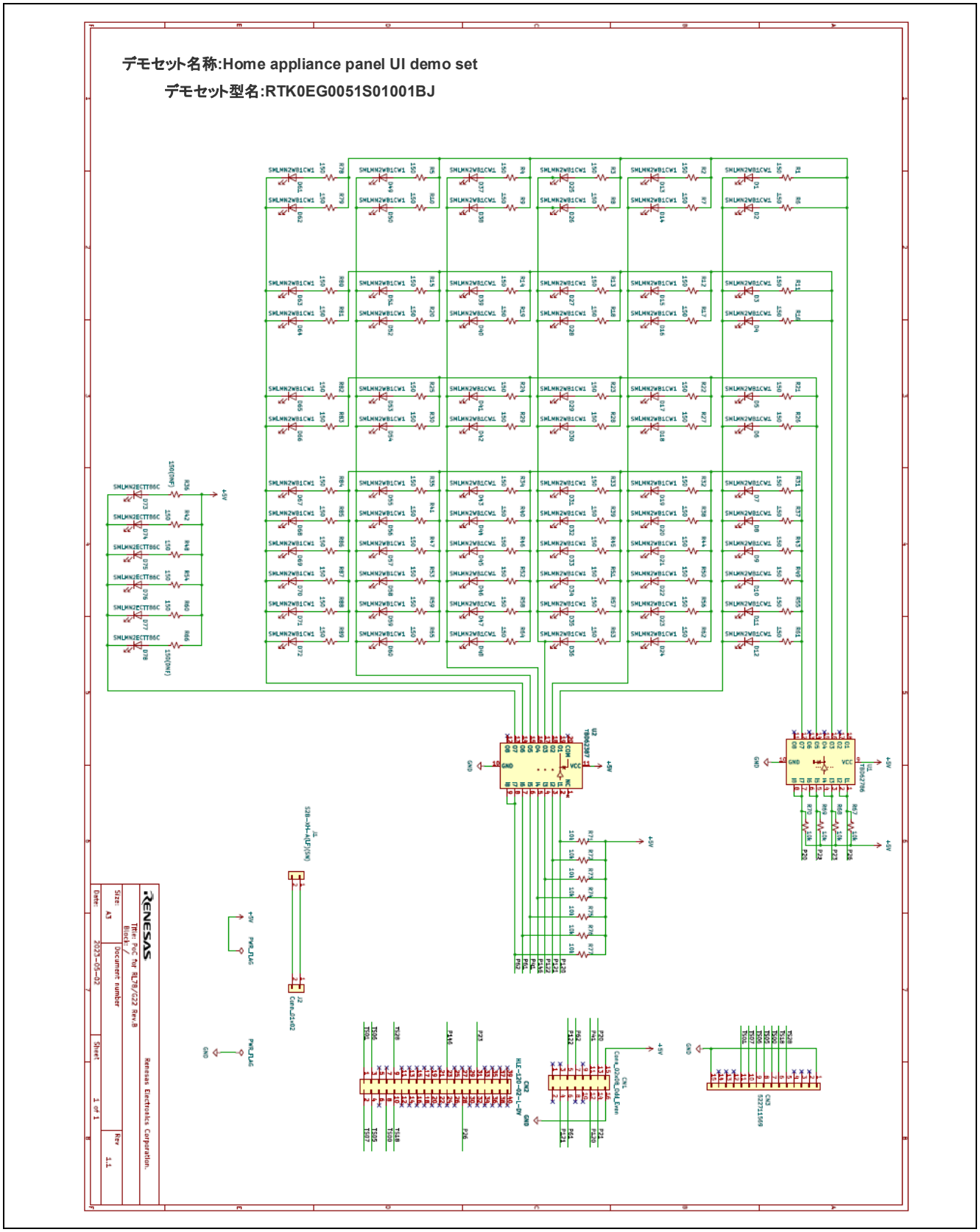


図 9-1 電極ボードの回路図

9.2 部品配置図

電極ボードの部品配置図を以下に示します。

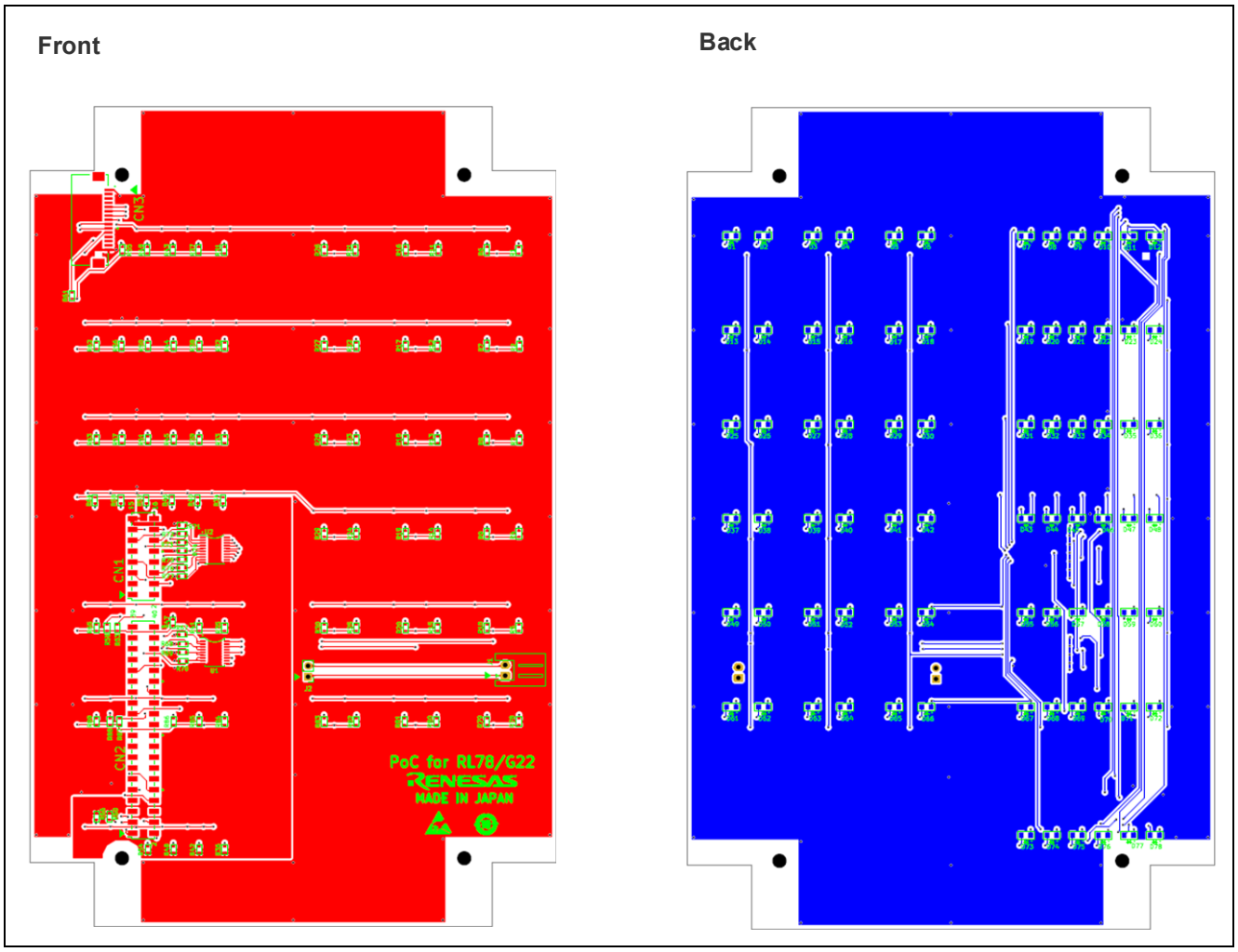


図 9-2 Electrode Board の部品配置図

9.3 部品表

電極ボードの部品表を以下に示します。

表 9-1 Electrode Board の部品一覧

Comment	Description	Designator	Manufacturer	Quantity	notes
TBD62786	Transistor Array	U1	TOSHIBA	1	
TBD62387	Transistor Array	U1	TOSHIBA	1	
HLE-108-02-L-DV	Connector	CN1	samtec	1	
HLE-120-02-L-DV	Connector	CN2	samtec	1	
522711569	Connector	CN3	Molex	1	
SMLMN2WB1CW1	LED	D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7, D8,D9,D10,D11,D12,D13, D14,D15,D16,D17,D18, D19,D20,D21,D22,D23, D24,D25,D26,D27,D28, D29,D30,D31,D32,D33, D34,D35,D36,D37,D38, D39,D40,D41,D42,D43, D44,D45,D46,D47,D48, D49,D50,D51,D52,D53, D54,D55,D56,D57,D58, D59,D60,D61,D62,D63, D64,D65,D66,D67,D68, D69,D70,D71,D72	ROHM	72	White
SMLMN2ECTT86C	LED	D73,D74,D75,D76,D77,D78	ROHM	6	Green
S2B-XH-A(LF)(SN)	Connector	J1	JST	1	
FFC-2AEMP	Connector	J2	HTK	1	
MCR03EZPJ151	Resistor	R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8, R9,R10,R11,R12,R13,R14, R15,R16,R17,R18	ROHM	76	1608m 150
RMC1/16K151FTP			KAMAYA		
MCR03EZPJ151	Resistor	R36,R66	ROHM	0	150 1608m
MCR03EZPJ103	Resistor	R67,R68,R69,R70,R71, R72,R73,R74,R75,R76,R77	ROHM	11	10k 1608m
RMC1/16K103FTP			KAMAYA		10k 1608m
PSR-420257-8	Connector	CN1 に装着	廣杉計器	1	
PSR-420257-10	Connector	CN2 に 2 個装着	廣杉計器	2	

10. 参考ドキュメント

〇ユーザーズマニュアル
- RL78/G22 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0978)
- RL78 ファミリ ユーザーズマニュアル ソフトウェア編 (R01US0015)
  (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。)

〇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。)

〇ユーザーズマニュアル：開発環境
- RL78/G22 静電容量タッチ評価システム (RTK0EG0042S01001BJ) ユーザーズマニュアル(R12UZ0110)
  (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。)

〇アプリケーションノート
- 静電容量センサマイコン 静電容量タッチ導入ガイド (R30AN0424)
- 静電容量センサマイコン 静電容量タッチ電極デザインガイド (R30AN0389)

- RL78 ファミリ 静電容量タッチ低消費電力アプリケーション (SMS 使用) の開発 (R01AN7261)
- RL78 ファミリ CTSU モジュール Software Integration System (R11AN0484)
- RL78 ファミリ TOUCH モジュール Software Integration System (R11AN0485)
-

  (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。)

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://www.renesas.com/

静電容量センサユニット関連ページ
https://www.renesas.com/solutions/touch-key
https://www.renesas.com/qe-capacitive-touch

お問い合わせ
http://www.renesas.com/contact/

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	Jun.23.23	ー	初版発行
2.00	Apr.7.25	ー	operation mode 3（SMS を使用した自動判定）に対応
		5, 6	1.1 章を修正 図 1-1 と図 1-3 を修正
		7	1.2 章へ operation mode 3（SMS を使用した自動判定）の内容を追加
		8 - 10	2 章 家電 UI デモハードウェアの概要 を追加
		11	章の見出し番号を 2 章から 3 章へ変更 表 3-1 と図 3-1 の開発環境のバージョンを更新
		12	章の見出し番号を 3 章から 4 章へ変更 表 4-1 各モードの動作概要 を追加
		13	図 4-1 へ operation mode 3（SMS を使用した自動判定）を追加
		15 - 21, 24	表 4-2, 表 4-3, 表 4-4, 表 4-5, 表 4-6, 表 4-7, 表 4-9 について、operation mode 3（SMS を使用した自動判定）追加に伴う Smart Configurator の設定変更の内容を反映
		15	表 4-2 を修正
		16 - 17	4.4 未使用端子の設定を追加
		18	表 4-4 を修正
		19 - 21	表 4-5, 表 4-6, 表 4-7 を修正
		22 - 23	4.5.3 静電容量タッチ設定を追加
		23	表 4-8 オプション・バイト設定 を追加
		24	表 4-9 を修正
		25	表 4-10 を修正
		27 - 36	4.5.8 関数一覧、4.5.9 関数仕様へ operation mode 3（SMS を使用した自動判定）追加に伴う関数の追加・修正
		37 - 65	4.5.10 フローチャートへ operation mode 3（SMS を使用した自動判定）追加に伴う関数の追加・修正
		68	図 6-4 へ operation mode 3（SMS を使用した自動判定）を追加
		72	6.3.9 eco mode（自動判定機能（SMS 使用）モード）を operation mode 3（SMS を使用した自動判定）の内容記載のため追加
		73 - 76	7 章 消費電流の計測方法を追加
		77, 78	8 章 消費電流の計測結果を追加
		79 - 81	9 章 電極ボードの設計情報を追加
		82	参考文献に下記を追加 ・静電容量センサマイコン 静電容量タッチ導入ガイド (R30AN0424) ・RL78 ファミリ 静電容量タッチ低消費電力アプリケーション (SMS 使用) の開発 (R01AN7261)

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。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、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。
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。
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、これに限りません。）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いたします。
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。