RX ファミリ

QE Touch モジュール Firmware Integration Technology

R01AN4470JU0111
Rev.1.11
2020.01.09

要旨

Firmware Integration Technology (FIT) を使用した QE Touch モジュールは、QE for Capacitive Touch が提供する、静電容量タッチセンサを応用したシステムを開発するソリューションの一部であり、メインアプリケーションで使用される静電容量タッチ API を提供します。本アプリケーションノートは QE Touch モジュールについて説明します。

対象デバイス

・RX113 グループ

・RX130 グループ

・RX23W、RX230、RX231 グループ

本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

関連ドキュメント

QE と FIT を使用した静電容量タッチアプリケーションの開発 (R01AN4516)
QE Touch Diagnostic API Users' Guide (R01AN4785EU)
Firmware Integration Technology ユーザーズマニュアル(R01AN1833)
ボードサポートパッケージモジュール Firmware Integration Technology (R01AN1685)
e^2 studio に組み込む方法 Firmware Integration Technology (R01AN1723)
RX100 Series VDE Certified IEC60730 Self-Test Code (R01AN2061ED)
RX v2 Core VDE Certified IEC60730 Self-Test Code for RX v2 MCU (R01AN3364EG)

目次

1. 概要

QE Touch FIT モジュールは QE for Capacitive Touch の一部です。e² studio において QE for Capacitive Touch は当モジュールで使用するスキャン構成を定義し、入力データと定数を生成します。当モジュールはユーザアプリケーション向けの API を提供します。ユーザに明示してあるとおり、このモジュールは周辺ドライバとして QE CTSU FIT モジュールに依存します。

1.1 機能

QE Touch FIT モジュールがサポートする機能は以下のとおりです。

- Open () に指定するすべての引数は、QE for Capacitive Touch によって生成されます。
- センサは、自己容量または相互容量モードで構成できます。
- ボタン、スライダおよびホイールをサポートします。
- スキャンはソフトウェアトリガまたは外部トリガによって開始できます。
- 1 つのアプリケーションに対して最大 8 のスキャン構成をサポートします。

1.2 自己容量モード

自己容量モードの場合、ドライバは以下の用語を定義します。

自己容量モード

自己容量モードでは、1 つのボタン/キーを使用するために 1 つの CTSU のセンサを必要とします。一連のセンサを物理的に直線で配置して使用することでスライダを構成可能です。一連のセンサを円形に配置して使用した場合はホイールとなります。

スキャン順序

自己容量モードでは、ハードウェアは指定されたセンサの番号に従って昇順にスキャンします。例えば、アプリケーションでセンサ 5、8、2、3、6 が指定されている場合、ハードウェアは 2、3、5、6、8 の順にスキャンします。

要素

自己容量モードでの要素とは、スキャン順序におけるセンサのインデックスを表します。先の例でいうとセンサ 5 は要素 2 となります。

スキャンバッファ内容

ドライバ層では、CTSUSC センサカウンタと CTSURC リファレンスカウンタのレジスタ値を、スキャン構成内の各センサに対応するバッファに読み込みます。リファレンスカウンタ は使用されませんが、以下の 2 つの理由により、両方のレジスタ値をバッファに格納します。

1) スキャンのシーケンスに従い、両方のレジスタ値を読みだす必要があります。

2) これにより、以降の処理が割り込みと DTC で共通になります。

注意: ただし、R_TOUCH_GetData()等、このバッファにアクセスする API はセンサカウンタの値のみを読み込みます。

スキャン時間

センサのスキャンは、CTSU 周辺回路によってバックグラウンドで処理されるため、メインプロセッサの処理時間を消費しません。1 つのセンサのスキャンに約 500us かかります。DTC が使用されていない場合、 2.2 us のオーバーヘッド (システムクロック 54MHz の場合) がレジスタから、またはレジスタへのデータ転送時にメインプロセッサで発生します。

メソッド/スキャン構成

これらの用語は、同じ意味で使用されます。1 つのメソッド (スキャン構成) は、スキャンするセンサの組み合わせであると同時に、スキャンするモード (自己容量または相互容量) を表します。QE for Capacitive Touch を使用する場合、アプリケーションは 1 ~ 8 のメソッドを使用できます。通常、アプリケーションは 1 つのメソッドを定義します。一方、より高度なアプリケーションでは、製品内でさまざまな機能が必要とされるときや、自己容量と相互容量のセンサ構成の組み合わせが存在するときに、異なるスキャン構成が必要となります。

補正

CTSU は電源投入での初期化時、一時的に補正モードに移行します。補正モードでは、MCU 個々での様々なタッチ入力値をシミュレーションし、理想的なセンサカウント値との比較を行います。カウント値は、理論値では直線に沿うはずですが、実際には微小な補正が必要になります。補正処理では CTSU 内部のレジスタ値を変更し、可能な限り最も正確なセンサ測定値を確保するためのタッチ層の補正係数を生成します。この補正により、MCU 製造プロセスにおける潜在的な微小バラつきに対応します。

オフセット調整

オフセット調整は Open()プロセス中に Touch ミドルウェア層によって実行されます。この調整では、温度、湿度、その他の電子部品やデバイスとの近接など、周囲の環境による微小な静電容量の違いに対応するために、QE for Capacitive Touch で生成された CTSU レジスタの設定値を微小調整します。このプロセスが完了すると、システムは調整されて操作の準備ができていると見なされます。

基準値

Open()が完了した後、タッチミドルウェアレイヤーによるスキャンのたびに、各ボタンに対する長周期の移動平均が更新されます。「"メソッド名"_DRIFT_FREQ」の回数でのスキャン(「qe_"メソッド名".h」ファイルを参照)ごとに、この移動平均はボタンの基準値として保存されます。基準値は、ボタンがタッチされたかどうかを判断するために補正が行われたセンサカウント値です。初期値は、オフセット調整プロセス中に計算されたボタンの移動平均値に設定されます。

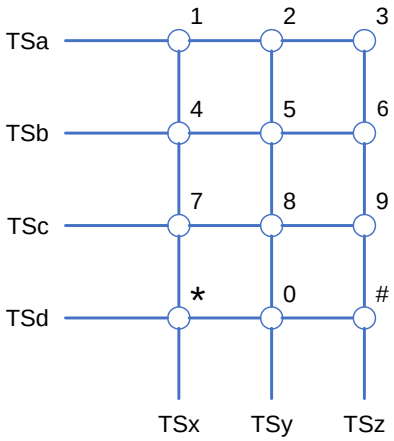
1.3　相互容量モード

相互容量モードの場合、ドライバは以下の用語を定義します。

相互容量モード

相互容量モードでは、1 つのタッチボタン/キーを使用するために 2 つの CTSU のセンサを必要とします。このモードは、通常 4 つ以上のキーを持つマトリックス/キーパッドが必要な場合に使用します。相互容量モードでは、自己容量モード時より少ないセンサで動作する必要があるためです。

ここでは、一般的な電話機のボタンを 4 行 3 列のマトリックスに置き換える例で説明します。ある行の 1 つの TS センサが各列の TS センサに接続され、ある列の 1 つの TS センサが各行の TS センサに接続されます。それぞれのボタン/キーはセンサの組み合わせ (以降、センサ・ペア) として識別され、センサ・ペアを構成するセンサは、RX、TX の順で表されます。行または列に RX と TX のセンサが混在することはありません。CTSU 周辺回路はセンサ・ペアにおける RX と TX 両方をスキャンし、その差分の演算結果は、ボタン/キーがタッチされたかどうかの判定に使用されます。



行を"RX"、列を "TX" とした場合、
ボタン4 はTSbとTSx のセンサの組み合わせとなります。

行を"RX"、列を "TX" とした場合、
ボタン8 はTScとTSy のセンサの組み合わせとなります。

このように 12 のボタンのスキャンに 7 つのセンサしか必要ありません。対して、自己容量モードでは 12 のセンサが必要となります。

なお現時点で、スライダとホイールは相互容量モードでサポートされません。

スキャン順序

相互容量モードでは、CTSU 周辺回路はセンサ・ペアを、RX に設定されたセンサはプライマリ、TX に設定されたセンサはセカンダリとして昇順にスキャンします。例えば、センサ 10、11、3 が RX センサに設定され、センサ 2、7、4 が TX センサに設定された場合、CTSU 周辺回路は以下のセンサ・ペアの順にスキャンします。

3,2 - 3,4 - 3,7

10,2 - 10,4 - 10,7

11,2 - 11,4 - 11,7

要素

相互容量モードでの要素とは、スキャン順序におけるセンサ・ペアのインデックスを表します。先の例でいうとセンサ・ペア 10、7 は要素 5 となります。

スキャンバッファ内容

ドライバ層では、CTSUSC センサカウンタと CTSURC リファレンスカウンタのレジスタ値を、スキャン構成内のセンサ・ペアに対応するバッファに読み込みます。リファレンスカウンタは使用されませんが、以下の 2 つの理由により、両方のレジスタ値をバッファに格納します。

1) スキャンのシーケンスに従い、両方のレジスタ値を読みだす必要があります。

2) これにより、以降の処理が割り込みと DTC で共通になります。

注意: ただし、R_TOUCH_GetData()等、このバッファにアクセスする API はセンサカウンタの値のみを読み込みます。

スキャン時間

センサのスキャンは、CTSU 周辺回路によってバックグラウンドで処理されるため、メインプロセッサの処理時間を消費しません。1 つのセンサ・ペアのスキャンに約 1000us (1ms) かかります。DTC が使用されていない場合、 4.4 us のオーバーヘッド (システムクロック 54MHz の場合) が、レジスタから、またはレジスタへのデータ転送時にメインプロセッサで発生します。

メソッド/スキャン構成

これらの用語は、同じ意味で使用されます。1 つのメソッド (スキャン構成) は、スキャンするセンサの組み合わせであると同時に、スキャンするモード (自己容量または相互容量) を表します。QE for Capacitive Touch を使用する場合、アプリケーションは 1 ~ 8 のメソッドを使用できます。通常、アプリケーションは 1 つのメソッドを定義します。一方、より高度なアプリケーションでは、製品内でさまざまな機能が必要とされるときや、自己容量と相互容量のセンサ構成の組み合わせが存在するとき、異なるスキャン構成が必要となります。

補正

CTSU は電源投入での初期化時、一時的に補正モードに移行します。補正モードでは、MCU 個々での様々なタッチ入力値をシミュレーションし、理想的なセンサカウント値との比較を行います。カウント値は、理論値では直線に沿うはずですが、実際には微小な補正が必要になります。補正処理では CTSU 内部のレジスタ値を変更し、可能な限り最も正確なセンサ測定値を確保するためのタッチ層の補正係数を生成します。この補正により、MCU 製造プロセスにおける潜在的な微小バラつきに対応します。

オフセット調整

オフセット調整は Open()プロセス中に Touch ミドルウェア層によって実行されます。この調整では、温度、湿度、その他の電子部品やデバイスとの近接など、周囲の環境による微小な静電容量の違いに対応するために、QE for Capacitive Touch で生成された CTSU レジスタの設定値を微小調整します。このプロセスが完了すると、システムは調整されて操作の準備ができていると見なされます。

基準値

Open()が完了した後、タッチミドルウェアレイヤーによるスキャンのたびに、各ボタンに対する長周期の移動平均が更新されます。「”メソッド名”_DRIFT_FREQ」の回数でのスキャン(「qe_”メソッド名”.h」ファイルを参照)ごとに、この移動平均はボタンの基準値として保存されます。基準値は、ボタンがタッチされたかどうかを判断するために補正が行われたセンサカウント値です。初期値は、オフセット調整プロセス中に計算されたボタンの移動平均値に設定されます。

1.4　トリガソース

センサのスキャンはソフトウェアトリガまたはイベントリンクコントローラ (ELC) で起動された外部イベントのいずれかによって開始します。通常、ソフトウェアトリガが使用されます。一般的な使用方法は、タイマを用いて定期的にスキャンを開始させます。定期的なソフトウェアトリガと外部トリガの微小な実行タイミングの差異は、下記で説明します。ソフトウェアトリガの場合、CMT のような周期タイマが設定され、その間隔はすべてのセンサをスキャンしデータが更新されるように設定されます (スキャン時間に関しては「1.2 自己容量モード」、「1.3 相互容量モード」を参照)。タイマが終了すると下記の一連のイベントが発生します。

- タイマ割り込みルーチンでフラグを設定します。
- メインアプリケーションがフラグの設定を検出するまでわずかな遅延が発生します (「図 1-1 定期的なソフトウェアトリガタイミング」の赤いバーを参照)。
- Touch ミドルウェアドライバを使用してメインアプリケーションはスキャンされたデータをロードし、内部の値 (移動平均など) を更新、別のスキャンを開始するためにソフトウェアトリガを発行する API をコールします。QE Touch FIT モジュールでは API 関数 R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan()を使用します。

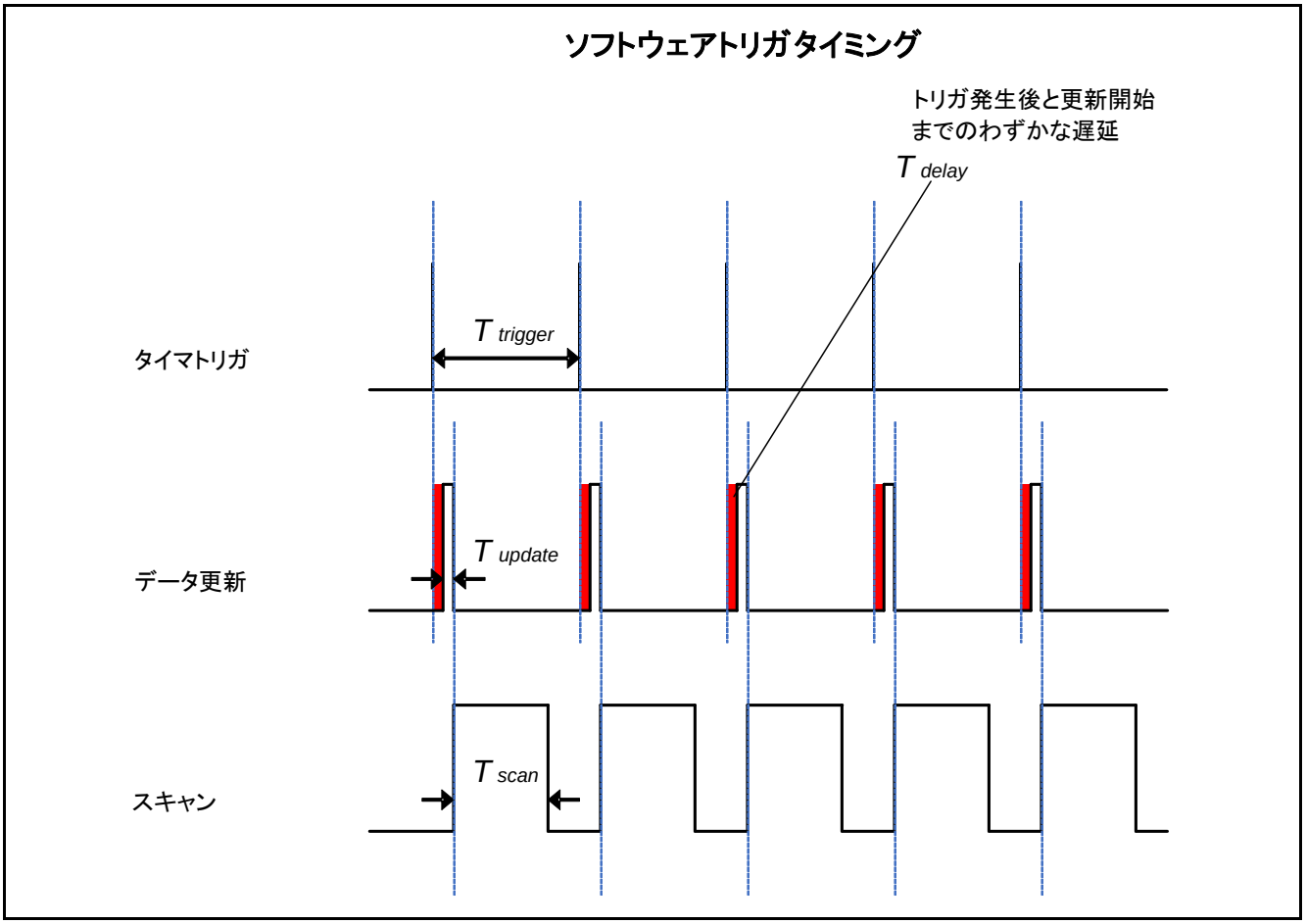


図 1-1 定期的なソフトウェアトリガタイミング

外部トリガの使用はソフトウェアトリガ使用時とほぼ同じです。通常、MTU のような周期タイマが設定され、その間隔はすべてのセンサをスキャンしデータが更新されるように設定されます (スキャン時間に関しては「1.2 自己容量モード」、「1.3 相互容量モード」を参照)。このタイマは次に、CTSU にリンクされている ELC にリンクされます。タイマが終了すると、下記の一連のイベントが発生します。

- CTSU のスキャンを開始するように設定された ELC が起動されます。
- スキャンが完了すると、CTSU スキャン完了割り込みルーチンでフラグがセットされます。
- メインアプリケーションがフラグの設定を検出までわずかな遅延が発生します (「図 1-2 定期的な外部トリガタイミング」の赤いバーを参照)。
- Touch ミドルウェアドライバを使用してメインアプリケーションはスキャンされたデータをロードし、内部の値 (移動平均など) を更新する API をコールします。QE Touch FIT モジュールでは API 関数 R_TOUCH_UpdateData()を使用します。

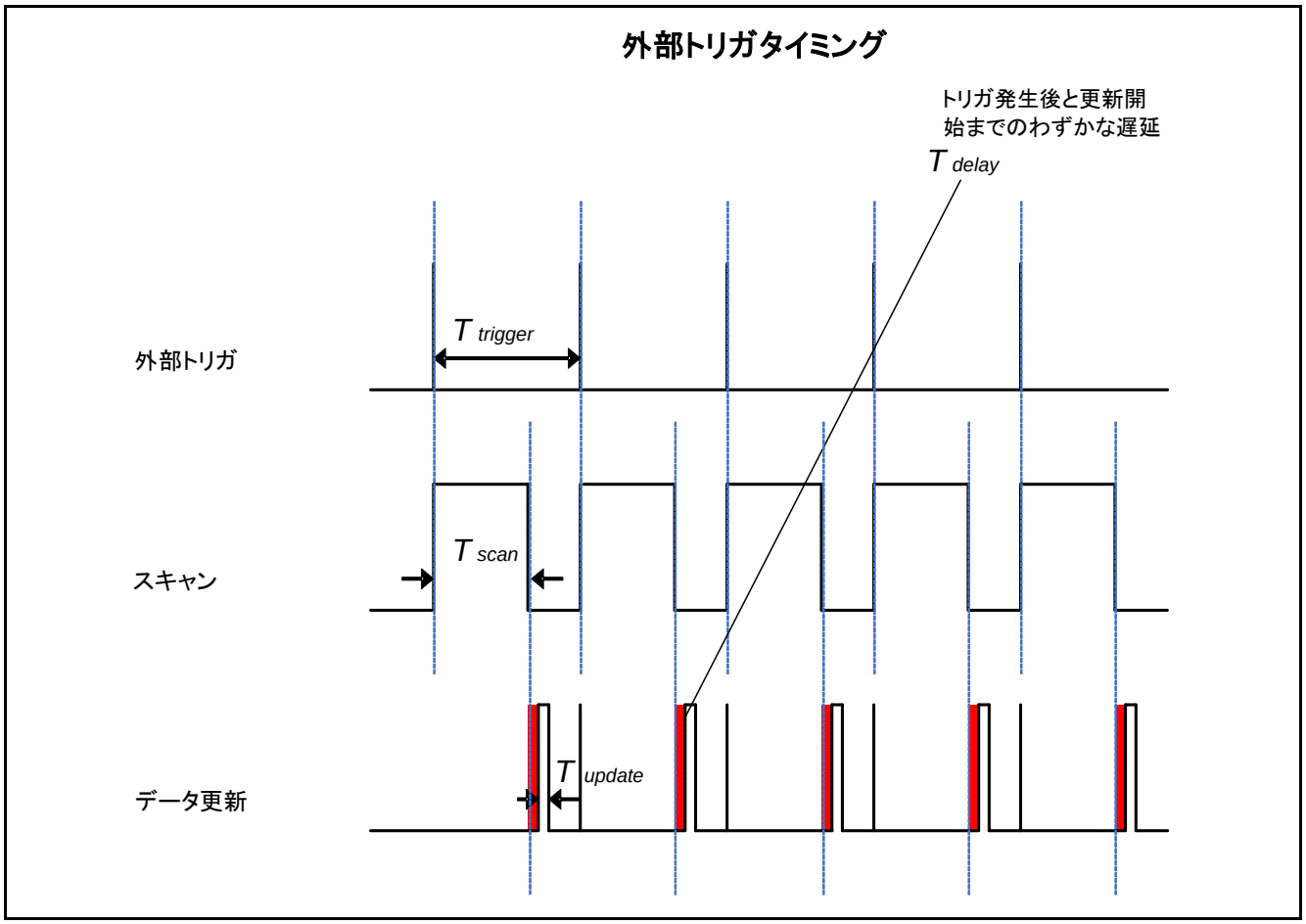


図 1-2 定期的な外部トリガタイミング

どちらのトリガメカニズムでもメインアプリケーションが割り込みルーチンにおけるフラグの設定を検出するために要する時間はユーザのポーリングアルゴリズムに応じて数マイクロ秒ずつ変化します。またスキャンされたデータの更新するために要する時間はセンサがタッチされたかどうか (elf-if ステートメントによる異なるパス)などによって数マイクロ秒変化する可能性があります。一般にこれらの微妙な違いはスキャンごとに最小限に留められ、スキャンの実行に費やされる全体の時間に比べて非常に小さくなっている。これらの理由により大多数のユーザはよりシンプルな設定のためソフトウェアトリガを選びます。しかしスキャン間隔のわずかなばらつきを許容できないようなケースでは外部トリガは有効な選択肢となります。ただし、外部トリガを使用する場合、DTC は使用できません。

1.5　スキャン方法

スキャンは、ソフトウェアトリガまたは外部トリガを使用して定期的または非定期的に実行できます。以下のセクションでは、いくつかのスキャン方法に関するプロセス図を示します。

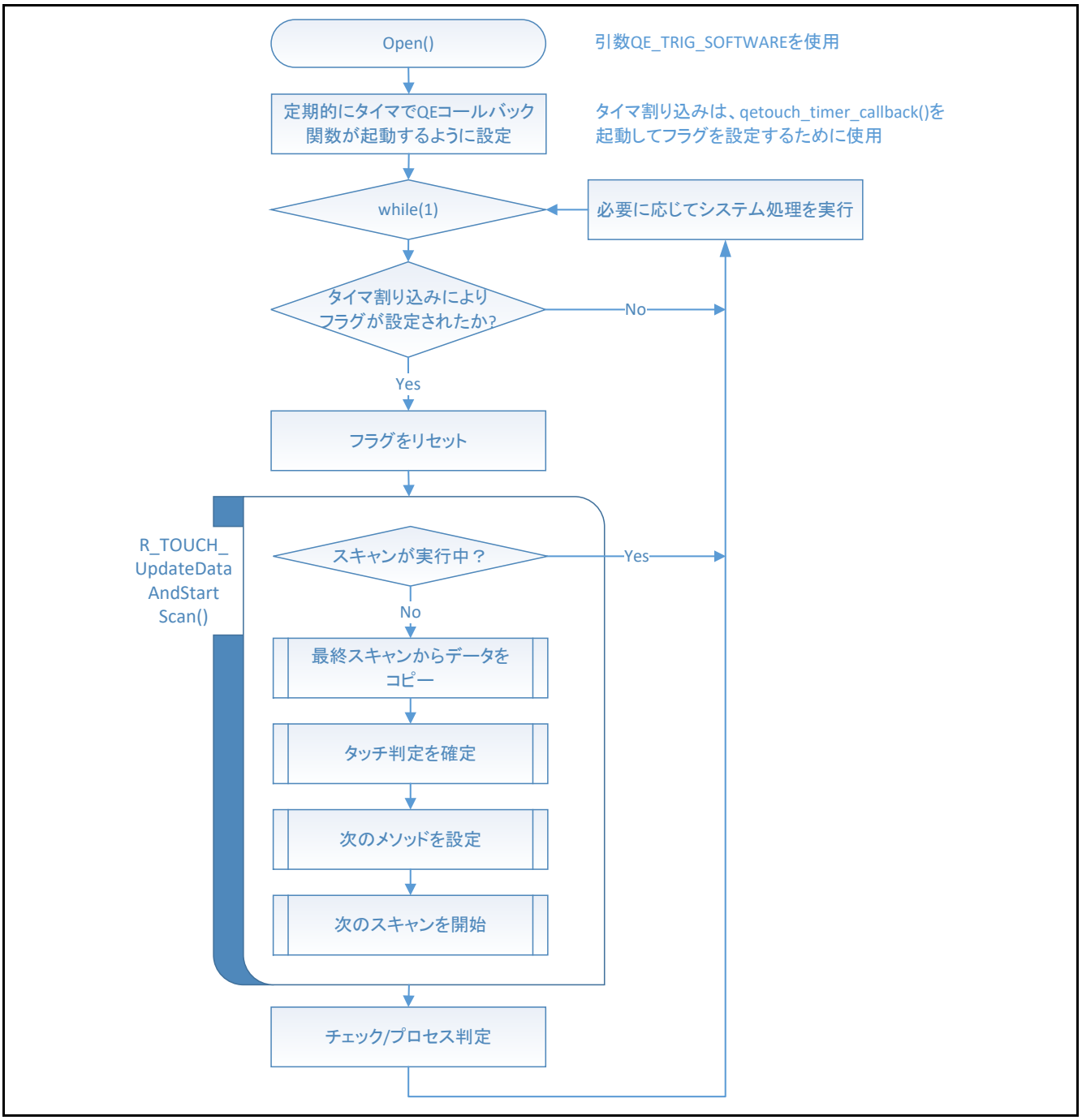
1.5.1　ソフトウェアトリガを使用した定期的なスキャン

メリット：

- 実装が容易です。

デメリット：

- スキャンタイマが短すぎると、スキャンが開始されないことがあります（UpdateDataAndStartScan（）は戻り値「QE_ERR_BUSY」を返します）。
- スキャン間隔は UpdateDataAndStartScan（）の処理時間によって異なります（通常 HMI には問題ありません）。
- ユーザ処理がスキャン間のアイドル時間よりもはるかに長い場合、スキャン開始が大幅に遅れることがあります。



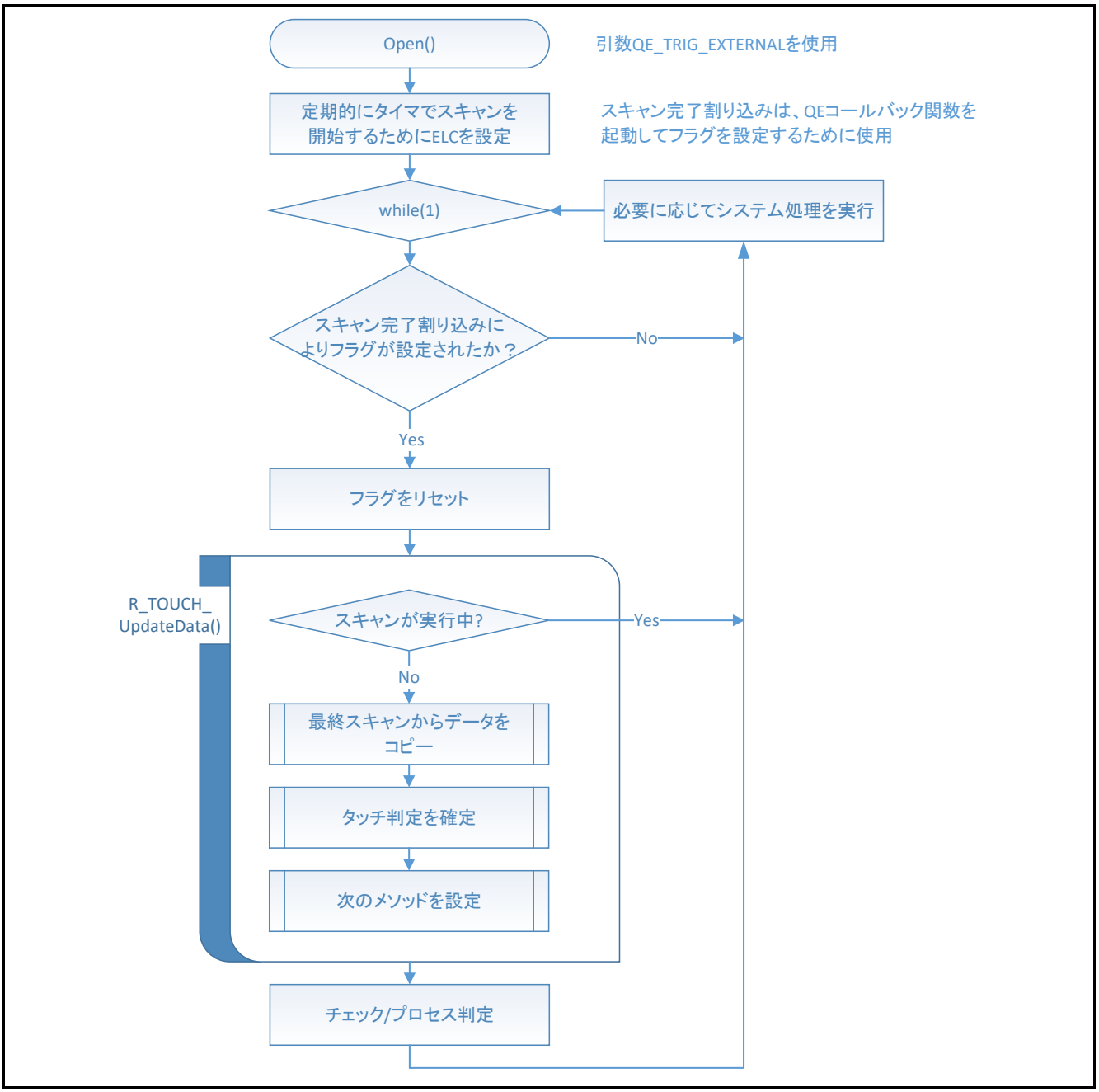
1.5.2　外部トリガによる定期的なスキャン

メリット

- スキャン間隔が高精度です。

デメリット

- ELC の設定が少し複雑です。
- スキャンタイマが短すぎると、スキャンが開始されないことがあります（既にスキャンしている場合、CTSU はトリガを無視します）。
- ユーザ処理がスキャン間のアイドル時間より長いと、スキャンデータが失われる可能性があります。



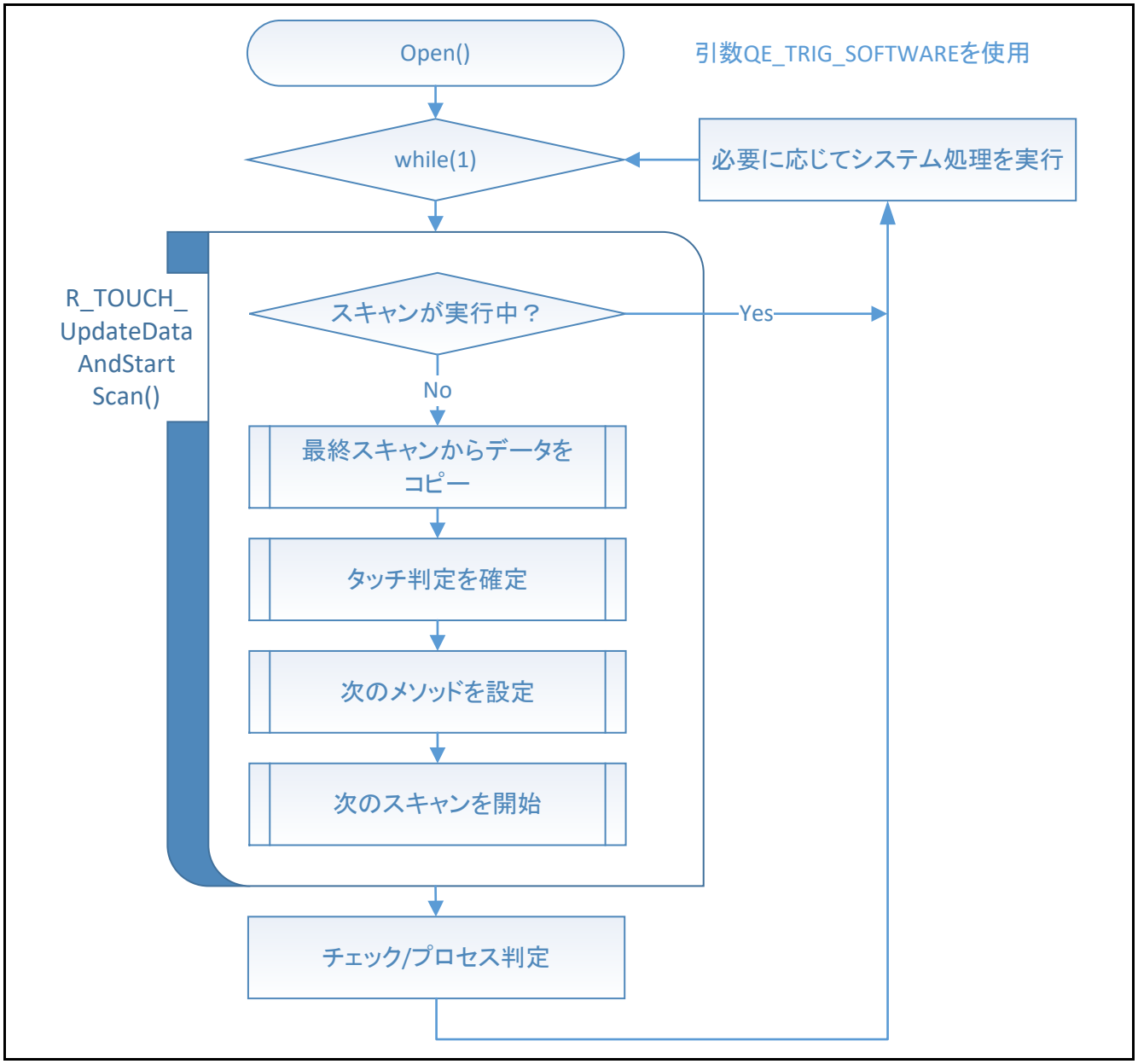
1.5.3　ソフトウェアトリガによる連続スキャン

メリット

- 利用可能なタイマリソースがない場合にも使用可能です。

デメリット

- スキャン間隔は、UpdateDataAndStartScan（）処理およびユーザ処理時間によって異なります。
- アプリケーションが静電容量式タッチ処理専用ではなく、大量のシステム処理が発生する場合、スキャン間隔が未知となるためドリフト補正は正確ではない可能性があります。



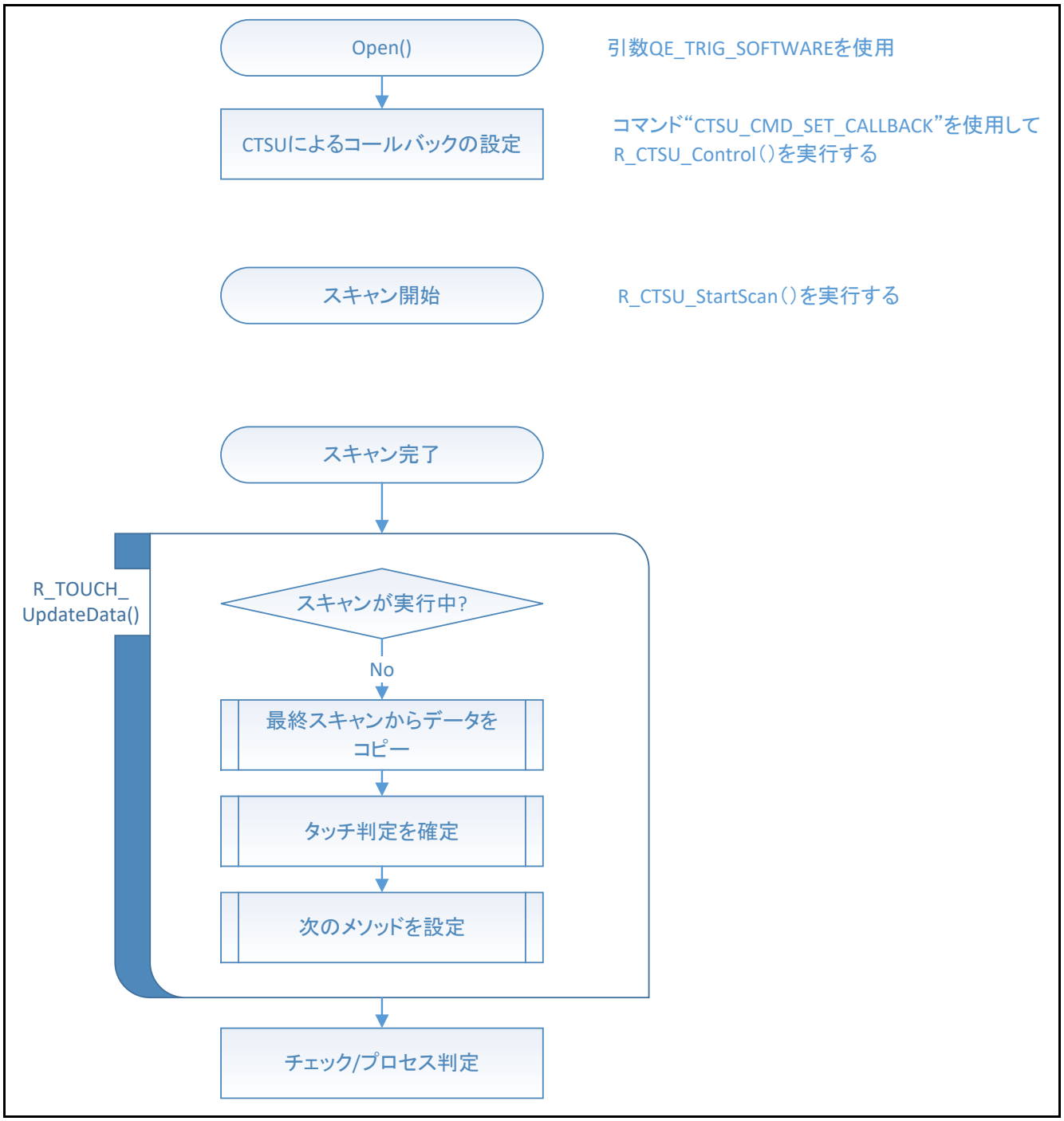
1.5.4　ソフトウェアトリガによる非定期的なスキャン

メリット

- 任意のイベントに応じてスキャンを開始できる。

デメリット

- スキャン間隔が不明なため、移動平均とドリフト補正は正確ではない可能性があります。



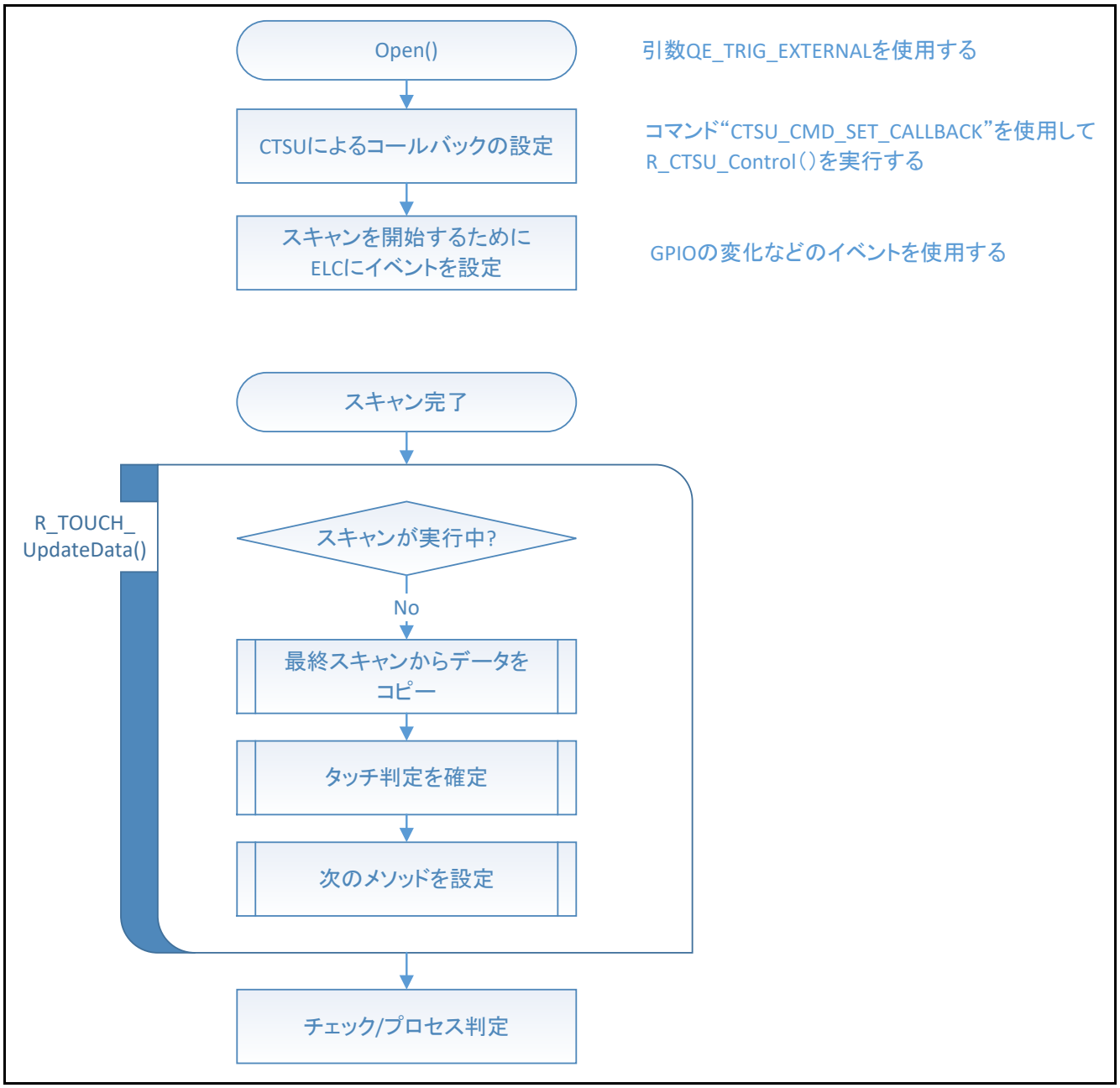
1.5.5　外部トリガによる非定期的なスキャン

メリット

- 任意のイベントに応じてスキャンを開始できる。

デメリット

- スキャン間隔が不明なため、移動平均とドリフト補正は正確ではない可能性があります。



2. API 情報

本 FIT モジュールは、下記の条件で動作を確認しています。

2.1 ハードウェアの要求

ご使用になる MCU が以下の機能をサポートしている必要があります。

- CTSU

2.2 ソフトウェアの要求

このドライバは以下の FIT モジュールに依存しています。

- ボードサポートパッケージ (r_bsp) v4.24 以降 （GCC/IAR サポートの場合、v5.20 以降）
- QE CTSU FIT モジュール (r_ctsu_qe) v1.10
- 静電容量式タッチセンサ対応開発支援ツール QE for Capacitive Touch V1.1.0

2.3 サポートされているツールチェーン

本 FIT モジュールは以下に示すツールチェーンで動作確認を行っています。

- Renesas CC-RX Toolchain v.3.01.00
- IAR RX Toolchain v4.11.1
- GCC RX Toolchain v4.8.4.201801

2.4 制限事項

このコードはリエントラントではなく、複数の同時関数のコールを保護します。

2.5 ヘッダファイル

すべての API 呼び出しと使用されるインタフェース定義は“r_touch_qe_if.h”に記載されています。
ビルドごとの構成オプションは“r_touch_qe_config.h”で選択します。

2.6 整数型

このドライバは ANSI C99 を使用しています。これらの型は stdint.h で定義されています。

2.7　コンパイル時の設定

本モジュールのコンフィギュレーションオプションの設定は、r_touch_qe_config.h で行います。

オプション名および設定値に関する説明を、下表に示します。ビルド時に設定可能なコンフィグレーションオプションは r_touch_qe_config.h に含まれます。下表に設定の概要を示します。

r_touch_qe_config.h のコンフィギュレーションオプション	
TOUCH_CFG_PARAM_CHECKING_ENABLE ※デフォルト値は“1”	パラメータチェック処理をコードに含めるか選択できます。 “0”を選択すると、パラメータチェック処理をコードから省略できるため、コードサイズが削減できます。 “0”の場合、パラメータチェック処理をコードから省略します。 “1”の場合、パラメータチェック処理をコードに含めます。
TOUCH_CFG_UPDATE_MONITOR ※ デフォルト値は“1”	1 を設定することでモニターツールの表示データの供給を有効とします。 0 を設定することでモニターツールの表示データを供給するためのコードが除外されます。
TOUCH_CFG_SAFETY_LINKAGE_ENABLE ※ デフォルト値は“0”	0 を設定することで標準動作になります（セーフティモジュールは使用されません）。 1 を設定することでセーフティモジュールが使用するセクション情報が表示されます。

2.8　コードサイズ

ROM (コードおよび定数) と RAM (グローバルデータ) のサイズは、ビルド時の「2.7 コンパイル時の設定」のコンフィギュレーションオプションによって決まります。掲載した値は、「2.3 サポートされているツールチェーン」の C コンパイラでコンパイルオプションがデフォルト時の参考値です。コンパイルオプションのデフォルトは最適化レベル:2、最適化のタイプ:サイズ優先、データ・エンディアン:リトルエンディアンです。コードサイズは C コンパイラのバージョンやコンパイルオプションにより異なります。

ROM、RAM のコードサイズ　例：2 つのボタンと 4 電極構成のスライダ 1 つを作成	
ROM の使用: TOUCH_PARAM_CHECKING_ENABLE 1 > TOUCH_PARAM_CHECKING_ENABLE 0 TOUCH_CFG_UPDATE_MONITOR 1 > TOUCH_CFG_UPDATE_MONITOR 0	
最小サイズ	ROM: 6485 バイト
	RAM: 568 バイト
最大サイズ	ROM: 7434 バイト
	RAM: 685 バイト

2.9　API データ型

API データ構造体は r_typedefs_qe.h に記載されています。詳細は「3 API 関数」を参照ください。

2.10　戻り値

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

```
/* Return error codes */
typedef enum e_qe_err
{
    QE_SUCCESS = 0,
    QE_ERR_NULL_PTR,            // missing argument
    QE_ERR_INVALID_ARG,
    QE_ERR_BUSY,
    QE_ERR_ALREADY_OPEN,
    QE_ERR_CHAN_NOT_FOUND,
    QE_ERR_SENSOR_SATURATION,   // sensor value detected beyond linear portion
                                //  of correction curve
    QE_ERR_TUNING_IN_PROGRESS, // offset tuning for method not complete
    QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP,      // abnormal TSCAP detected during scan
    QE_ERR_SENSOR_OVERFLOW,     // sensor overflow detected during scan
    QE_ERR_OT_MAX_OFFSET,       // CTSU SO0 offset reached max value and
                                //   sensor offset tuning incomplete
    QE ERR OT MIN OFFSET,       // CTSU SO0 offset reached min value and
                                //   sensor offset tuning incomplete
    QE ERR OT WINDOW SIZE,      // offset tuning window too small for sensor
                                //   to establish a reference count
    QE_ERR_OT_MAX_ATTEMPTS,     // 1+ sensors still not tuned for method
    QE_ERR_OT_INCOMPLETE,       // 1+ sensors still not tuned for method
    QE_ERR_TRIGGER_TYPE,        // function not available for trigger type
} qe_err_t;
```

2.11 FIT モジュールの追加方法

2.11.1 ソースツリーへの追加とプロジェクトインクルードパスの追加

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

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

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

(3) CS+上で Smart Configurator を使用して FIT モジュールを追加する場合
CS+上で、スタンドアロン版 Smart Configurator を使用して、自動的にユーザプロジェクトに FIT モジュールを追加します。詳細は、アプリケーションノート「Renesas e² studio スマート・コンフィグレータ ユーザーガイド (R20AN0451)」を参照してください。

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

2.11.2 Smart Configurator を使用しない場合のドライバオプションの設定

Touch 固有のオプションは r_config¥r_touch_qe_config.h で確認および編集できます。

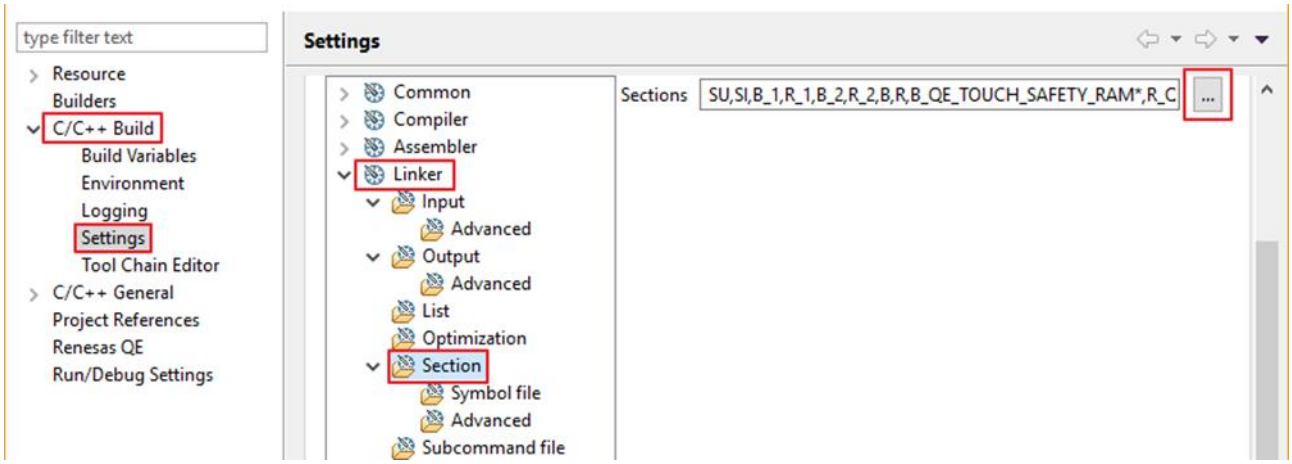
デフォルト値を含むリファレンスのヘッダファイル (編集用ではありません) は r_touch_qe¥ref¥r_touch_qe_config_reference.h として格納されています。

2.12 セーフティモジュールの設定

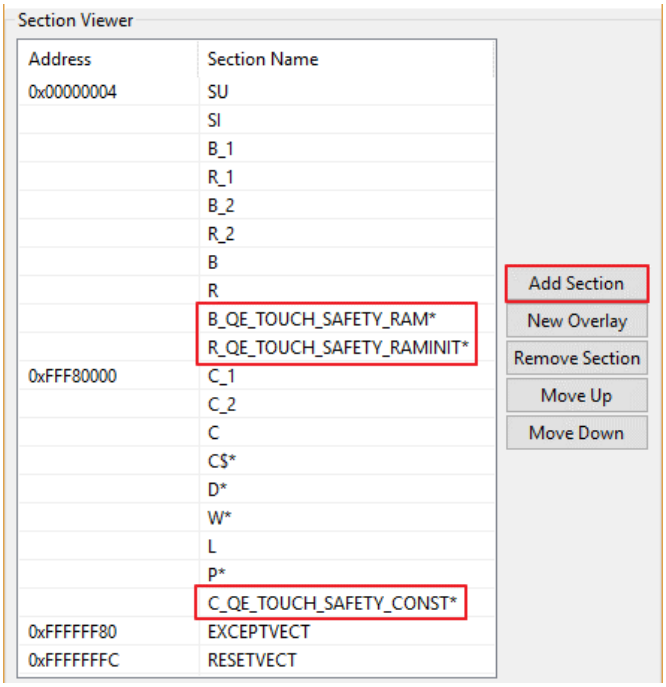
機能安全のクラス B に対応したセーフティモジュールを構築する場合(アプリケーションノート R01AN4785EU を参照)、プロジェクトのリンカスクリプトに特別なセクションを追加する必要があります。そして、それらのセクションに対応する#pragma section (セクション切り替え)には、ドライバ構成ファイルの設定が必要です。

2.12.1 Renesas Toolchain

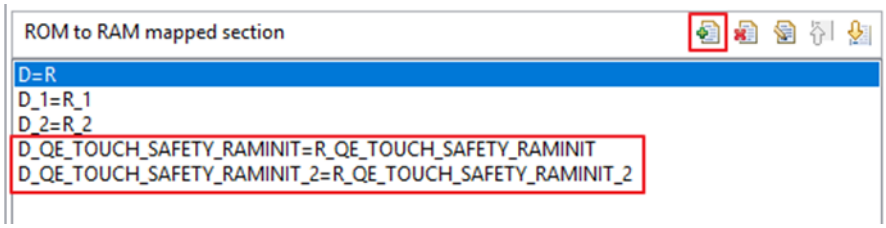
1) e² studio 上で、プロジェクトの[プロパティ] - > [C / C ++ビルド] - > [設定] - > [Linker] - > [セクション]の順に選択し、[セクション]テキストボックスの右側にある[…]ボタンをクリックしてセクションビューアを開きます。



2) セクションビューア内にセクション“B_QE_TOUCH_SAFETY_RAM*”、“R_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT*”、“C_QE_TOUCH_SAFETY_CONST*”を追加します。

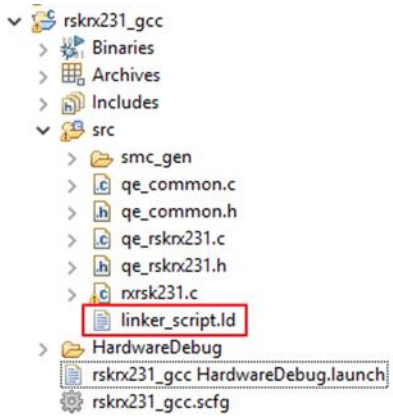


3) プロジェクトの[プロパティ] - > [C / C ++ビルド] - > [設定] - > [Linker] - > [セクション] - > [シンボル]に移動し、以下の割り当てを追加します。

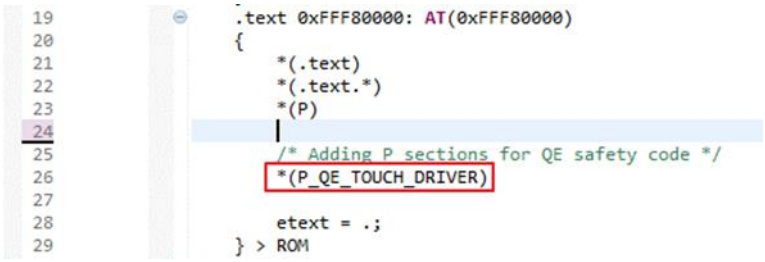


2.12.2　GCC Toolchain

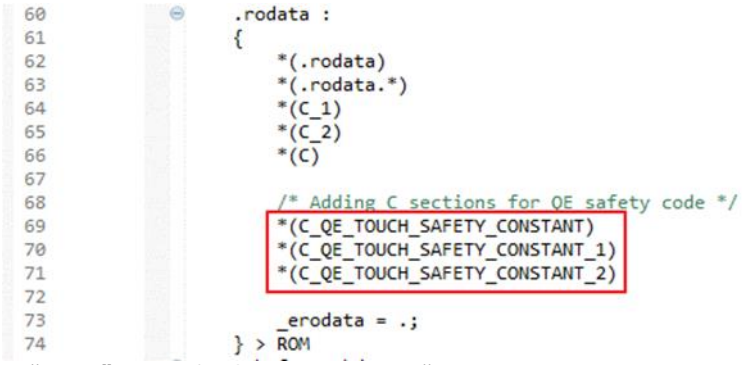
1) テキストエディタでプロジェクトリンカファイル「linker_script.ld」を開きます。このファイルは、e2 studio でのプロジェクトの「src」ディレクトリ内にあります。



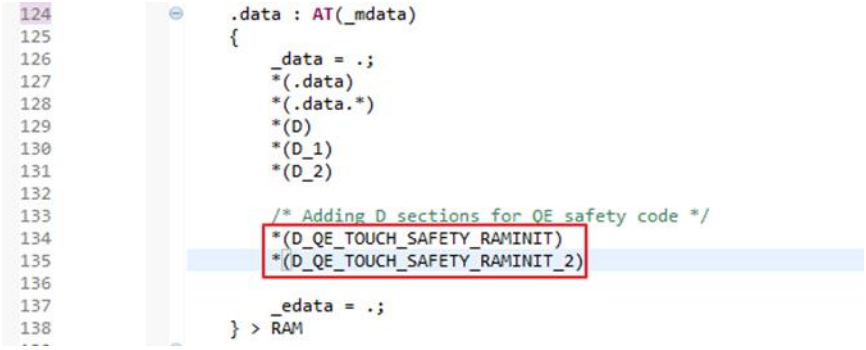
2)　“.text”ROM 領域にセクション“P_QE_TOUCH_DRIVER”を追加します。



3) “.rodata”ROM 領域にセクション“C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT”、“C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT_1”および“C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT_2”を追加します。



4) 初期化された“.data”RAM 領域にセクション“D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT”および“D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT_2”を追加します。



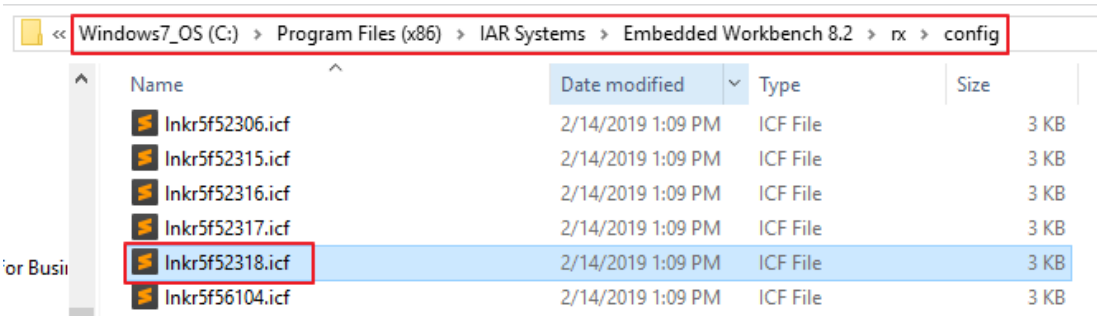
5) 初期化されていない“.bss”RAM 領域にセクション“B_QE_TOUCH_SAFETY_RAM_2”を追加します。

```
143         .bss :
144         {
145             _bss = .;
146             *(.bss)
147             *(.bss.**)
148             *(COMMON)
149             *(B)
150             *(B_1)
151             *(B_2)
152
153             /* Adding B sections for QE safety code */
154             *(B_QE_TOUCH_SAFETY_RAM_2)
155
156             _ebss = .;
157             _end = .;
158         } > RAM
```

6) 注：リンカスクリプトで追加または変更する可能性のあるセクションについては、BSP アプリケーションノートを参照してください。

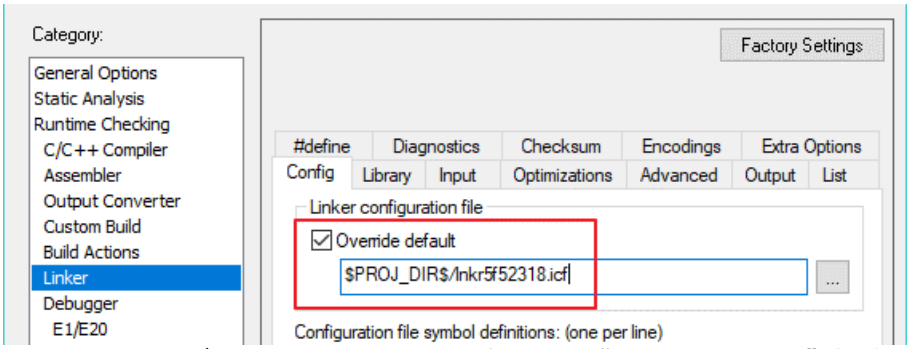
2.12.3 IAR Toolchain

1) Windows Explorer 上で、ターゲット MCU のテンプレートリンカファイルを IAR Workbench プロジェクトの最上位ディレクトリにコピーします。以下は、RSK RX231 用のサンプルリンカファイルを含むデフォルトの IAR ツールチェーンインストールパス(概略)です。



2) リンカファイルをプロジェクトに含めるためには、プロジェクト名を右クリックして[Add] - > [Add File]を選択します。

3) プロジェクトにファイルを追加したら、プロジェクト名を右クリックして[Options]を選択します。表示されたダイアログボックスで、左側の“Category”欄から“Linker”を選択し、右側表示枠の“Override default”にチェックを入れて、追加したファイルへのパスを変更します。



4) テキストエディタでリンカファイルを開いて“initialize by copy”領域にセクション“D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT”と“D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT_2”を追加します。

```
22
23  initialize by copy {    rw,
24                          ro section D,
25                          ro section D_1,
26                          ro section D_2,
27                          ro section D_2,
28                          ro section D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT,
29                          ro section D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT_2,
30                                                  };
```

5) 以下に示すように、“ROM32”領域にセクション“C”と“P”を追加し、“RAM32”領域にセクション“D”と“B”を追加します。“ro”と“rw”の種類の違いに注意してください。

```
55  "ROM32":place in ROM_region32       {  ro,
56                                          ro section C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT,
57                                          ro section C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT_1,
58                                          ro section C_QE_TOUCH_SAFETY_CONSTANT_2,
59                                          ro section P_QE_TOUCH_DRIVER
60                                                                          };
61  "RAM32":place in RAM_region32       { rw,
62                                          ro section D,
63                                          ro section D_1,
64                                          ro section D_2,
65                                          ro section D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT,
66                                          ro section D_QE_TOUCH_SAFETY_RAMINIT_2,
67                                          rw section B_QE_TOUCH_SAFETY_RAM_2,
68                                          block HEAP };
```

2.12.4　ドライバ構成ファイル

セクション名を正しく生成するには、ドライバ構成ファイルで次の設定を行う必要があります。

File “r_ctsu_qe_config.h”:

```
#define CTSU_CFG_SAFETY_LINKAGE_ENABLE     (1)
```

File “r_touch_qe_config.h”:

```
#define TOUCH_CFG_SAFETY_LINKAGE_ENABLE    (1)
```

2.13　IEC 60730 準拠

安全規格である IEC 60335-1 と IEC60730 クラス B の両方への準拠について、診断コードモジュールと共に CTSU ドライバと Touch ドライバは、最終アプリケーションに適用される MCU に対して、RX 60730 セルフテストコードライブラリに使用する必要があります。RX 60730 セルフテストコードライブラリは、ルネサス Web サイト上（https://www.renesas.com/us/en/）にあります。または、詳細についてはルネサスサポート窓口にお問い合わせください。

これらのセルフテストソフトウェアライブラリとアプリケーションノートは、ルネサス Web サイトにあります。

・RX100 Series VDE Certified IEC60730 Self-Test Code (R01AN2061ED)
・RX v2 Core VDE Certified IEC60730 Self-Test Code for RX v2 MCU (R01AN3364EG)

ファイル「r_ctsu_qe_pinset.c」および「r_ctsu_qe_pinset.h」は、Smart Configurator によって生成されます。これらのファイルは、CTSU ドライバおよび Touch ドライバパッケージの一部とは見なされず、IEC60730 準拠の一環として必須ではないことにご注意ください。

3. API 関数

3.1 概要

本モジュールには以下の関数が含まれます。

関数	説明
R_TOUCH_Open ()	Touch および CTSU モジュールを初期化します。
R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan ()	直前に完了したスキャンによる CTSU データでバッファを更新し、次のスキャンを開始します。
R_TOUCH_UpdateData ()	直前に完了したスキャンによる CTSU データでバッファを更新します。
R_TOUCH_Control ()	指定されたコマンドによって定義された特別な処理を実行します。
R_TOUCH_GetRawData ()	CTSU によってスキャンされたセンサ値を取得します (補正やフィルタは適用されていません)。
R_TOUCH_GetData ()	CTSU によってスキャンされたセンサ値を取得します (補正とフィルタが適用されています)。
R_TOUCH_GetBtnBaselines()	ボタンのタッチ状態を確認するセンサレベル(基準値)を取得します。
R_TOUCH_GetAllBtnStates()	どのセンサがタッチされたかを示す変数を返します。
R_TOUCH_GetSliderPosition()	スライダがタッチされている位置 (0 – 100)を返します。
R_TOUCH_GetWheelPosition ()	ホイールがタッチされている位置 (1 – 360)を返します。
R_TOUCH_Close ()	Touch および CTSU モジュールを終了します。
R_TOUCH_GetVersion()	本モジュールのバージョン番号を返します。

3.2　R_TOUCH_Open

この関数は、Touch および CTSU モジュールの初期化をする関数です。この関数は他の API 関数を使用する前に実行する必要があります。

Format

```
qe_err_t R_TOUCH_Open(ctsu_cfg_t   *p_ctsu_cfgs[],
                      touch_cfg_tg *p_touch_cfgs[],
                      uint8_t      num_methods,
                      qe_trig_t    trigger);
```

Parameters

p_ctsu_cfgs

CTSU ドライバ向けスキャン構成の配列へのポインタ (QE for Capacitive Touch によって生成された gp_ctsu_cfgs[])

p_touch_cfgs

Touch ドライバ向けスキャン構成の配列へのポインタ (QE for Capacitive Touch によって生成された gp_touch_cfgs[])

num_methods

スキャン構成の配列の数 (QE for Capacitive Touch によって生成された QE_NUM_METHODS)

trigger

スキャントリガソース (QE_TRIG_SOFTWARE または QE_TRIG_EXTERNAL)

Return Values

QE_SUCCESS	*/* CTSU の初期化に成功しました */*
QE_ERR_NULL_PTR	*/* 引数ポインタがありません */*
QE_ERR_INVALID_ARG	*/* "num_methods"または"trigger"が不正です。（QE ツールが生成した配列 p_ctsu_cfgs [ ]の内容は検査されません）*/*
QE_ERR_BUSY	*/* 別の CTSU の操作が実行中のため実行できません、もしくは Close()完了前に Open()がコールされました */*
QE_ERR_ALREADY_OPEN	*/* Close()のコールなしに Open()がコールされました */*
QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP	*/* 補正中に TSCAP エラーが検出されました */*
QE_ERR_SENSOR_OVERFLOW	*/* 補正中にセンサオーバフローエラーが検出されました */*
QE_ERR_SENSOR_SATURATION	*/* 初期センサ値が補正曲線の直線部を超えています */*
QE_ERR_OT_MAX_OFFSET	*/* SO0 オフセットをこれ以上に高く調整することはできません */*
QE_ERR_OT_MIN_OFFSET	*/* SO0 オフセットをこれ以下に低く調整することはできません */*
QE_ERR_OT_WINDOW_SIZE	*/* チューニングウィンドウが小さすぎます。 SO0 チューニングはカウントをウィンドウ外に保持します */*

QE_ERR_OT_MAX_ATTEMPTS　/ 最大スキャンが実行されており、すべてのセンサがまだターゲットウィンドウ内にありません */*

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は、下位レベルの CTSU FIT モジュールをコールする QE Touch FIT モジュールを初期化します。初期化には、レジスタの初期化、割り込みの有効化、“r_ctsu_qe_config.h”で有効になっていれば DTC の初期化が含まれます。

この関数はまた QE for Capacitive Touch でチューニングされたパラメータを最適化する初期補正アルゴリズムを実行します。これは、静電容量タッチのアプリケーションシステムにおける小さな環境的もしくは物理的な違いといったボードごとの小さなばらつきを吸収するために実行されます。

この関数は他の API 関数を使用する前にコールする必要があることに注意してください。

Reentrant

不可

Example: ソフトウェアトリガ

```
void main(void)
{
    qe_err_t    err;
    bool       success;
    uint32_t    cmt_ch;


    /* Initialize pins (function created by Smart Configurator) */
    R_CTSU_PinSetInit();

    /* Open Touch driver (opens CTSU driver as well) */
    err = R_TOUCH_Open(gp_ctsu_cfgs, gp_touch_cfgs,
                           QE_NUM_METHODS, QE_TRIG_SOFTWARE);
    if (err != QE_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }

    /* Setup scan timer for 20ms (50Hz) */
    success = R_CMT_CreatePeriodic(50, qetouch_timer_callback, &cmt_ch);
    if (success == false)
    {
        while(1) ;
    }


    /* Main loop */
    while(1)
    {
        if (g_qetouch_timer_flg == true)
        {
            g_qetouch_timer_flg = false;
            R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan();

            /* process data here */
        }
    }
}
```

Example: 外部トリガ

```
void main(void)
{
    qe_err_t    err;
    elc_err_t          elc_err;
    elc_event_signal_t  ev_signal;
    elc_link_module_t   ev_module;


    /* Initialize pins (function created by Smart Configurator) */
    R_CTSU_PinSetInit();


    /* Open Touch driver (opens CTSU driver as well) */
    err = R_TOUCH_Open(gp_ctsu_cfgs, gp_touch_cfgs,
                           QE_NUM_METHODS, QE_TRIG_EXTERNAL);
    if (err != QE_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }


    /* Setup ELC for MTU timer to trigger CTSU */
    elc_err = R_ELC_Open();
    if (elc_err != ELC_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }

    /* WARNING! Cannot use DTC when using external trigger! */
    ev_signal.event_signal = ELC_MTU2_CMP2A;
    ev_module.link_module = ELC_CTSU;
    elc_err = R_ELC_Set(&ev_signal, &ev_module);
    if (elc_err != ELC_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }

    elc_err = R_ELC_Control(ELC_CMD_START, FIT_NO_PTR);
    if (elc_err != ELC_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }


    /* Setup MTU timer for 20ms (50Hz) */
    mtu_timer_chnl_settings_t  my_timer_cfg;
    mtu_err_t  result;

    my_timer_cfg.clock_src.source         = MTU_CLK_SRC_INTERNAL;
    my_timer_cfg.clock_src.clock_edge     = MTU_CLK_RISING_EDGE;
    my_timer_cfg.clear_src               = MTU_CLR_TIMER_A;
    my_timer_cfg.timer_a.actions.do_action =
                (mtu_actions_t)(MTU_ACTION_INTERRUPT | MTU_ACTION_REPEAT);
    my_timer_cfg.timer_a.actions.do_action = MTU_ACTION_REPEAT;
    my_timer_cfg.timer_a.actions.output    = MTU_PIN_NO_OUTPUT;
    my_timer_cfg.timer_a.freq            = 50; // 50 Hz.
    my_timer_cfg.timer_b.actions.do_action = MTU_ACTION_NONE;
    my_timer_cfg.timer_c.actions.do_action = MTU_ACTION_NONE;
```

```
    my_timer_cfg.timer_d.actions.do_action = MTU_ACTION_NONE;

    result = R_MTU_Timer_Open(MTU_CHANNEL_2, &my_timer_cfg, FIT_NO_FUNC);
    result |= R_MTU_Control(MTU_CHANNEL_2, MTU_CMD_START, FIT_NO_PTR);
    if (result != MTU_SUCCESS)
    {
        while(1) ;
    }


    /* Main loop */
    while(1)
    {
        if (g_qetouch_timer_flg == true)
        {
            g_qetouch_timer_flg = false;
            err = R_TOUCH_UpdateData();

            /* process data here */
        }
    }

}
```

Special Notes:

当関数のコール前にポートを初期化する必要があります。

3.3　R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan

前回スキャン時のデータを処理し、別のスキャンをソフトウェアトリガによって開始をする関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan(void);
```

Parameters

なし

Return Values

```
QE_SUCCESS              /* 前回スキャン時のデータを更新とスキャンの開始に成功しました */
QE_ERR_TRIGGER_TYPE     /* 外部トリガ時に当関数がコールされました */
QE_ERR_BUSY             /* 別の CTSU 操作が実行中のため実行できません。
                           前回のスキャンが実行中である可能が高いです。
                           この場合、タイマの間隔を長くする必要があります */
QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP/* スキャン中に TSCAP エラーが検出されました */
QE_ERR_SENSOR_OVERFLOW/* スキャン中にセンサオーバフローエラーが検出されました */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は Open()時にソフトウェアトリガが指定された場合に使用され、周期タイマの経過ごとにコールされる必要があります（「3.2 R_TOUCH_Open」のソフトウェアトリガのサンプルを参照)。最初から数回のコールはセンサのベースラインを確立するために使用されます。これが完了すると通常のデータ処理が実行されます。同様に異なるメソッドが実行されると、この関数の最初から数回のコールは同一メソッド内のセンサのベースラインを確立するために使用されます。

CTSU のスキャンデータを処理後、別のスキャンが開始されます。複数のメソッド/スキャン構成の場合、次のメソッドが自動的にスキャンされます。TOUCH_CMD_SET_METHOD コマンドが Control()で発行された場合、指定されたメソッドは別の Control()コマンドでメソッドを切り替えるまでスキャンされ続けます。

この関数は最新のデータを取得するために“R_TOUCH_Get”で始まる関数を使用する前にコールしなければなりません。

Reentrant

なし

Example

```
qe_err_t err;

/* Process data from previous scan and initiate another by software trigger */
err = R_TOUCH_UpdateDataAndStartScan();
if (err != QE_SUCCESS)
{
    . . .
}
```

Special Notes:

なし

3.4　R_TOUCH_UpdateData

前回スキャン時のデータを処理する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_UpdateData(void);
```

Parameters

なし

Return Values

```
QE_SUCCESS          /* 前回スキャン時のデータを更新とスキャンの開始に成功しました */
QE_ERR_BUSY         /* 別の CTSU 操作が実行中のため実行できません。
                       前回のスキャンが実行中である可能が高いです。
                       この場合、タイマの間隔を長くする必要があります */
QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP/* スキャン中に TSCAP エラーが検出されました */
QE_ERR_SENSOR_OVERFLOW/* スキャン中にセンサオーバフローエラーが検出されました */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は Open()時に外部トリガが指定された場合(「3.2 R_TOUCH_Open」の外部トリガのサンプルを参照)や、ソフトウェアトリガまたは外部トリガを指定して任意のイベントに応じたスキャンを開始する場合に使用します。最初から数回のコールはセンサのベースラインを確立するために使用されます。これが完了すると通常のデータ処理が実行されます。同様に異なるメソッドが実行されると、この関数の最初から数回のコールは同一メソッド内のセンサのベースラインを確立するために使用されます。

CTSU のスキャンデータを処理後、別のスキャンが開始されます。複数のメソッド/スキャン構成の場合、次のメソッドが自動的にスキャンされます。TOUCH_CMD_SET_METHOD コマンドが Control()で発行された場合、指定されたメソッドは別の Control()コマンドでメソッドを切り替えるまでスキャンされ続けます。

この関数は最新のデータを取得するために“R_TOUCH_Get”で始まる関数を使用する前にコールしなければなりません。

Reentrant

なし

Example

```
qe_err_t err;

/* Process data from previous scan */
err = R_TOUCH_UpdateData();
if (err != QE_SUCCESS)
{
    . . .
}
```

Special Notes:

なし

3.5　R_TOUCH_Control

Touch ドライバの制御に関する特殊操作を実行する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_Control(touch_cmd_t cmd,
                          void *p_arg);
```

Parameters

cmd

実行するコマンド

p_arg

コマンドの引数へのポインタ

Return Values

QE_SUCCESS	*/* コマンドは正常に終了しました */*
QE_ERR_NULL_PTR	*/* コマンド固有の必須引数がありません */*
QE_ERR_INVALID_ARG	*/* コマンドの引数が不正です */*

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は Touch ドライバに特殊な操作を実行するために使用されます。“cmd”コマンドは以下のとおりです。

TOUCH_CMD_SET_METHOD:

複数メソッドをスキャンしている場合は、そのスキャンを停止するために使用され、現在のメソッドが以降にスキャンされる唯一のメソッドになるように設定されます。“method”と同等のものは“qe_common.h”で定義され“QE_METHOD_xxx”の形式で定義されています。また引数“p_arg”はスキャンするメソッドの番号を格納する変数への uint8_t 型のポインタです。

TOUCH_CMD_CYCLE_ALL_METHODS:

現在のメソッドのスキャン後にすべてのメソッドを最初からスキャンします。引数“p_arg”は使用しません。

TOUCH_CMD_CYCLE_METHOD_LIST:

指定されたメソッドのリストだけをスキャンします。引数“p_arg”は touch_mlist_t 型の構造体変数のポインタです。

```
typedef struct
{
    uint8_t    num_methods;              // number of methods to scan
    uint8_t    methods[QE_MAX_METHODS];    // methods in scan order
    uint8_t    cur_index;               // (unused by application)
} touch_mlist_t;
```

TOUCH_CMD_GET_LAST_SCAN_METHOD:
最後に完了したスキャンのメソッド番号を取得します。 引数“ p_arg”は、メソッドをロードする変数への uint8_t 型ポインタです。

TOUCH_CMD_GET_FAILED_SENSOR:
R_TOUCH_Open（）と共に使用して、エラー戻りコード QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP、QE_ERR_SENSOR_xxx、および QE_ERR_OT_xxx について最初に失敗したセンサを識別します。 引数“ p_arg”は、touch_sensor_t 型の構造体を指します。

```
typedef struct st_touch_sensor
{
    uint8_t        method;
    uint8_t        element;             // element index
} touch_mlist_t;
```

TOUCH_CMD_CLEAR_TOUCH_STATES:
ドライバにより内部保存されているボタン、スライダ、ホイールのタッチ状態をクリアします。これは主に、ボタンが実行中のメソッドに応じて異なる機能(例：「オン」または「オフ」)をもち、前回実行されたメソッドの状態が引き継がれないようにする場合に使用します。これは、全てのメソッドを連続的に繰り返さないアプリケーション向けです。引数“p_arg”は、タッチ状態クリアに対するメソッド番号を格納する変数への uint8_t 型のポインタです。

Reentrant
なし

Example: TOUCH_CMD_SET_METHOD

```
qe_err_t err;
uint8_t  method
uint64_t btn_states1, btn_states2;

   . . .

   method = QE_METHOD_CONFIG02;
   R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_SET_METHOD, &method);
   R_CTSU_StartScan();


   /* Main loop */
   while(1)
   {
      if (g_qetouch_timer_flg == true)
      {
         g_qetouch_timer_flg = false;
         R_TOUCH_UpdateData();


         /* if currently running method 1 */
         if (method == QE_METHOD_CONFIG01)
         {
            /* if the ON button is touched, go to method 2 */
            R_TOUCH_GetAllBtnStates(QE_METHOD_CONFIG01, &btn_states1);
            if ((btn_states1 & CONFIG01_MASK_ON) != 0)
            {
               method = QE_METHOD_CONFIG02;
               R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_SET_METHOD, &method);
            }
         }

         /* else if currently running method 2 */
         else if (method == QE_METHOD_CONFIG02)
         {
            /* if the OFF button is touched, go to method 1 */
            R_TOUCH_GetAllBtnStates(QE_METHOD_CONFIG02, &btn_states2);
            if ((btn_states2 & CONFIG02_MASK_OFF) != 0)
            {
               method = QE_METHOD_CONFIG01;
               R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_SET_METHOD, &method);
            }
         }

         R_CTSU_StartScan();
      }
   }
```

Example: TOUCH_CMD_CYCLE_ALL_METHODS

```
/* Resume cycling through all methods present */
R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_CYCLE_ALL_METHODS, NULL);
```

Example: TOUCH_CMD_CYCLE_METHOD_LIST

```
    qe_err_t      err;
    touch_mlist_t  list;

    /* (QE_NUM_METHODS == 4)
    R_TOUCH_Open(gp_ctsu_cfgs, gp_touch_cfgs, QE_NUM_METHODS, QE_TRIG_SOFTWARE);


    /* Multiple models of product use same processing code.
     * Build application to run only methods tuned for specific model.
     */
#if (GLASS_VERSION == 1)
    list.methods[0] = QE_METHOD_GLASS_PANEL_A;     // (QE method 0)
    list.methods[1] = QE_METHOD_GLASS_PANEL_B;     // (QE method 1)
#else // PLASTIC version
    list.methods[0] = QE_METHOD_PLASTIC_PANEL_A;   // (QE method 2)
    list.methods[1] = QE_METHOD_PLASTIC_PANEL_B;   // (QE method 3)
#endif
    list.num_methods = 2;
    err = R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_CYCLE_METHOD_LIST, &list);
```

Example: TOUCH_CMD_GET_LAST_SCAN_METHOD

```
    uint8_t  last_method;

    /* Discover which method completed a scan last */
    R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_GET_LAST_SCAN_METHOD, &last_method);
```

Example: TOUCH_CMD_GET_FAILED_SENSOR

```
    qe_err_t      err;
    touch_sensor_t sensor_info;

    err = R_TOUCH_Open(gp_ctsu_cfgs, gp_touch_cfgs,
                           QE_NUM_METHODS, QE_TRIG_SOFTWARE);
    if (err != QE_SUCCESS)
    {
        /* check for hardware related issue */
        if ((err == QE_ERR_ABNORMAL_TSCAP)
         || (err == QE_ERR_SENSOR_OVERFLOW)
         || (err == QE_ERR_OT_MAX_OFFSET)
         || (err == QE_ERR_OT_MIN_OFFSET)
         || (err == QE_ERR_OT_WINDOW_SIZE)
         || (err == QE_ERR_OT_MAX_ATTEMPTS))
        {
            /* identify where first failure detected */
            R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_GET_FAILED_SENSOR, &sensor_info);

            /* failed method: sensor_info.method
             * bad sensor:    sensor_info.element
             */
        }
    }
```

Example: TOUCH_CMD_CLEAR_TOUCH_STATES

```
uint8_t  last_method;

if ((g_sys_state == SYS_STATE_LOW_PWR_MODE)
 && (change == CHANGE_TOUCH_DETECTED))
{
    /* go to full power */
    g_method = QE_METHOD_FULL_PWR;
    R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_SET_METHOD, &g_method);
    R_TOUCH_Control(TOUCH_CMD_CLEAR_TOUCH_STATES, &g_method);
    g_sys_state = SYS_STATE_FULL_PWR_WAKEUP;
    R_CTSU_StartScan();
}
```

Special Notes:

なし

3.6　R_TOUCH_GetRawData

CTSU によってスキャンされた、補正やフィルタを適用していないセンサ値を取得する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_GetRawData(uint8_t    method,
                             uint16_t  *p_buf,
                             uint8_t   *p_cnt);
```

Parameters

Method

データの取得元のメソッド。

p_buf

データを格納するバッファへのポインタ。

p_cnt

バッファに格納されたデータの数を格納する変数へのポインタ。

Return Values

```
QE_SUCCESS          /* センサ値の読み込みに成功しました */
QE_ERR_NULL_PTR     /* 引数のポインタが指定されていません */
QE_ERR_INVALID_ARG  /* メソッドが不正です */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

注意: この関数は上級ユーザ向けです。

この関数は CTSU によって直前にスキャンに成功した、補正やフィルタを適用していないデータを取得します。

Reentrant

なし

Example: 自己容量モード

```
qe_err_t  err;
uint16_t  sensor_buf[PANEL1_NUM_ELEMENTS];
uint8_t   cnt;

err = R_TOUCH_GetRawData(QE_METHOD_PANEL1, sensor_buf, &cnt);
```

Example: 相互容量モード

```
qe_err_t  err;
uint16_t  sensor_buf[PANEL1_NUM_ELEMENTS*2];
uint8_t   cnt;

err = R_TOUCH_GetRawData(QE_METHOD_PANEL1, sensor_buf, &cnt);
```

Special Notes:

なし

3.7　R_TOUCH_GetData

CTSU によってスキャンされた、補正とフィルタを適用したセンサ値を取得する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_GetData(uint8_t    method,
                          uint16_t  *p_buf,
                          uint8_t   *p_cnt);
```

Parameters

method

データの取得元のメソッド。

p_buf

データを格納するバッファへのポインタ。

p_cnt

バッファに格納されたデータの数を格納する変数へのポインタ。

Return Values

```
QE_SUCCESS              /* センサ値の読み込みに成功しました */
QE_ERR_NULL_PTR         /* 引数のポインタが指定されていません */
QE_ERR_INVALID_ARG      /* メソッドが不正です */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

注意: この関数は上級ユーザ向けです。

この関数は CTSU によって直前にスキャンに成功した、補正とフィルタを適用したデータを取得します。

Reentrant

なし

Example: 自己容量モード

```
qe_err_t  err;
uint16_t  sensor_buf[PANEL1_NUM_ELEMENTS];
uint8_t   cnt;

err = R_TOUCH_GetData(QE_METHOD_PANEL1, sensor_buf, &cnt);
```

Example: 相互容量モード

```
qe_err_t  err;
uint16_t  sensor_buf[PANEL1_NUM_ELEMENTS];
uint8_t   cnt;

err = R_TOUCH_GetData(QE_METHOD_PANEL1, sensor_buf, &cnt);
```

Special Notes:

なし

3.8　R_TOUCH_GetBtnBaselines

ボタンのタッチ状態を確認するセンサレベル(基準値)を取得する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_GetBtnBaselines(uint8_t    method,
                                  uint16_t  *p_buf,
                                  uint8_t   *p_cnt);
```

Parameters

method

データの取得元のメソッド。

p_buf

データが格納されているバッファへのポインタ。

p_cnt

ボタンの数(バッファサイズ)が格納されている変数へのポインタ。

Return Values

QE_SUCCESS:　　*/* 長周期の移動平均が正常に実行されました */*

QE_ERR_NULL_PTR:　　*/* 引数のポインタが指定されていません */*

QE_ERR_INVALID_ARG:　　*/* メソッドが不正です */*

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

注意: この関数は上級ユーザ向けです。

この関数は、p_buf の参照先にある対応する各ボタンの基準値を読み込みます（ボタン以外の要素は読み込まれません）。基準値は、ボタンがタッチされたかどうかを判断するために補正が行われたセンサカウント値です。基準値と補正値は、各ボタンに存在します。基準値は、「”メソッド名”_DRIFT_FREQ」の回数でのスキャン(「qe_”メソッド名”.h」ファイルを参照)ごとに、更新されます。その更新された基準値は、「”メソッド名”_DRIFT_FREQ」のスキャン数で計算された移動平均になります。

Reentrant

なし

Example: 自己容量または相互容量モード

```
qe_err_t  err;
uint16_t  baseline_buf[PANEL_NUM_ELEMENTS];
uint8_t   cnt;

err = R_TOUCH_GetBtnBaselines(QE_METHOD_PANEL, baseline_buf, &cnt);
```

Special Notes:

なし

3.9　R_TOUCH_GetAllBtnStates

タッチされたすべてのボタンのマスクを取得する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_GetAllBtnStates(uint8_t method,
                                  uint64_t *p_mask);
```

Parameters

method

データの取得元のメソッド。

p_mask

タッチされたボタンのマスクを格納する変数へのポインタ。ボタンのマスクは“qe_<method>.h”に定義されています。

Return Values

```
QE_SUCCESS              /* タッチされたボタンのマスクを正常に格納しました */
QE_ERR_NULL_PTR         /* 引数のポインタが指定されていません */
QE_ERR_INVALID_ARG      /* メソッドが不正です */
QE_ERR_OT_INCOMPLETE /* Open（）中のオフセット調整が完了しませんでした */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は、“p_mask”で指定した変数にタッチされたすべてのボタンのビットマスクを格納します。ボタンのマスクは QE for Capacitive Touch によって生成されたメソッドに対応するヘッダファイルに定義されています。

Reentrant

なし

Example: メソッドは PANEL2

```
  qe_err_t  err;
  uint64_t  btn_touched_mask;

  err = R_TOUCH_GetAllBtnStates(QE_METHOD_PANEL2, &btn_touched_mask);uint16_t
value;
```

Special Notes:

なし

3.10　R_TOUCH_GetSliderPosition

スライダがタッチされている位置を取得する関数です。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_GetSliderPosition(uint16_t slider_id,
                                    uint16_t *p_position);
```

Parameters

slider_id

取得対象のスライダ ID。スライダ ID は“qe_<メソッド>.h”に定義されています。

p_position

スライダポタッチ位置を格納する変数へのポインタ。タッチ位置の範囲は 0 (低)から 100 (高)です。スライダタッチ位置の値が 65535 の場合、スライダがタッチされていないことを示します。

Return Values

QE_SUCCESS　　/ スライダのタッチ位置の読み込みに成功しました */*
QE_ERR_NULL_PTR　　/ 引数のポインタが指定されていません */*
*QE_ERR_INVALID_ARG　　/*スライダ ID が不正です */*
QE_ERR_OT_INCOMPLETE / Open（）中のオフセット調整が完了しませんでした */*

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数はタッチされているスライダの現在の位置を返します。

Reentrant

なし

Example: メソッド PANEL1、スライダ DIMMER

```
  qe_err_t  err;
  uint16_t  slider_position;

  err = R_TOUCH_GetSliderPosition(PANEL1_ID_DIMMER, &slider_position);uint16_t
value = 0x04;
```

Special Notes:

なし

3.11　R_TOUCH_GetWheelPosition

ホイールがタッチされている位置を取得する関数です。

Format

```
qe_err_t R_TOUCH_GetWheelPosition(uint16_t wheel_id,
                                  uint16_t *p_position);
```

Parameters

wheel_id

取得対象のホイール ID。ホイール ID は“qe_<メソッド>.h”に定義されています。

p_position

ホイールタッチ位置を格納する変数へのポインタ。タッチ位置の範囲は 1 から 360 度です。ホイールタッチ位置の値が 65535 の場合、ホイールがタッチされていないことを示します。

Return Values

```
QE_SUCCESS              /* ホイールのタッチ位置の読み込みに成功しました */
QE_ERR_INVALID_ARG      /* 引数のポインタが指定されていません */
QE_ERR_INVALID_ARG      /* ホイール ID が不正です */
QE_ERR_OT_INCOMPLETE /* Open（）中のオフセット調整が完了しませんでした */
```

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数はタッチされているホイールの現在の位置を返します。

Reentrant

なし

Example: メソッド PANEL2、ホイール SERVO

```
qe_err_t  err;
uint16_t  wheel_position;

err = R_TOUCH_GetWheelPosition(PANEL2_ID_SERVO, &wheel_position);
```

Special Notes:

なし

3.12　R_TOUCH_Close

この関数は Touch と CTSU の両方の静電容量タッチドライバを終了します。

Format

```
qe_err_t  R_TOUCH_Close(void);
```

Parameters

なし

Return Values

QE_SUCCESS　　*/* CTSU 周辺機能を正常に終了しました */*

QE_ERR_BUSY　　*/* 別の CTSU 操作が実行中のため実行できません */*

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

この関数は Touch ドライバと CTSU ドライバおよび周辺機能を終了し、CTSU に関連する割り込みと周辺機能へのクロックを無効化します。

Reentrant

なし

Example:

```
qe_err_t err;

err = R_TOUCH_Close();
```

Special Notes:

なし

3.13　R_TOUCH_GetVersion

QE Touch FIT モジュールのバージョン情報を返します。

Format

```
uint32_t R_TOUCH_GetVersion(void);
```

Parameters

なし

Return Values

バージョン情報を返します。

Properties

r_touch_qe_if.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

当関数はインストールされている QE Touch モジュールのバージョン情報を返します。バージョン情報は上位 2 バイトにメジャーバージョン番号、下位 2 バイトにマイナーバージョン番号としてエンコードされます。例えばバージョンが 4.25 の場合、0x000040019 のように返します。

Reentrant

この関数は再入可能(リエントラント)です。

Example:

```
uint32_t cur_version;

/* Get version of installed TOUCH API. */
cur_version = R_TOUCH_GetVersion();

/* Check to make sure version is new enough for this application's use. */
if (MIN_VERSION > cur_version)
{
   /* This QE TOUCH API version is not new enough and does not have XXX
feature
      that is needed by this application. Alert user. */
   ...
}
```

Special Notes:

本関数は#pragma ディレクティブを使ったインライン関数となります。

4. デモプロジェクト

デモプロジェクトは完全にスタンドアロンのプログラムです。これらはモジュールとその依存するモジュール (例: r_bsp) を利用する main()関数を含みます。デモプロジェクトの標準的な命名規則は <module>_demo<board>であり、<module>は周辺機能の略語 (例: s12ad、cmt、sci)、<board>は標準で RSK (例: rskrx113)となります。例えば、RSKRX113 向けの s12ad FIT モジュールのデモプロジェクトは s1ad_demo_rskrx113 と命名されます。同様にエクスポートされた zip ファイルは <module>_demo_<board>.zip となります。同じ例では、zip 圧縮されたエクスポート/インポートファイルは s1ad_demo_rskrx113.zip となります。

4.1 touch_demo_rskrx231

ソフトウェアトリガを使用した RSKRX231 スタータキット用のシンプルな e2 studio v7.1 以降向けプロジェクトです。オリジナルのチューニング環境および方法 (例: チューニング時にどのくらい強く、長くボタンをタッチするか、または環境要因、特に接地面の近く) と異なるため、ボタンとスライダが正しく反応しないかもしれません。

セットアップと実行

1. インポート、コンパイル、プログラムダウンロード
2. “式”ウィンドウに“btn_states”、“sldr_pos”を追加し、リアルタイムリフレッシュを設定
3. “再開”をクリックしてソフトウェアを実行します。main()関数で止まっていたら F8 をおして再開してください。
4. スライダ、ボタンをタッチしたときに“btn_states”と“sldr_pos”の値が変化することを確認します。

サポートするボード

RSKRX231

4.2 touch_demo_rskrx231_ext_trig

外部トリガを使用した RSKRX231 スタータキット用のシンプルな e2 studio v7.1 以降向けプロジェクトです。オリジナルのチューニング環境および方法 (例: チューニング時にどのくらい強く、長くボタンをタッチするか、または環境要因、特に接地面の近く) と異なるため、ボタンとスライダが正しく反応しないかもしれません。

セットアップと実行

1. インポート、コンパイル、プログラムダウンロード
2. “式”ウィンドウに“btn_states”、“sldr_pos”を追加し、リアルタイムリフレッシュを設定
3. “再開”をクリックしてソフトウェアを実行します。main()関数で止まっていたら F8 をおして再開してください。
4. スライダ、ボタンをタッチしたときに“btn_states”と“sldr_pos”の値が変化することを確認します。

サポートするボード

RSKRX231

4.3 Touch_demo_rskrx130

ソフトウェアトリガを使用した RSKRX130 スタータキット用のシンプルな e2 studio v7.1 以降向けプロジェクトです。オリジナルのチューニング環境および方法 (例: チューニング時にどのくらい強く、長くボタンをタッチするか、または環境要因、特に接地面の近く) と異なるため、ボタンとスライダが正しく反応しないかもしれません。

セットアップと実行

1. インポート、コンパイル、プログラムダウンロード
2. “式”ウィンドウに“btn_states”、“sldr_pos”を追加し、リアルタイムリフレッシュを設定
3. “再開”をクリックしてソフトウェアを実行します。main()関数で止まっていたら F8 をおして再開してください。
4. スライダ、ボタンをタッチしたときに“btn_states”と“sldr_pos”の値が変化することを確認します。

サポートするボード

RSKRX130

4.4 touch_demo_rsskrx23w

ソフトウェアトリガを使用した RSSK RX23W スタータキット用のシンプルな e2 studio v7.5 以降向けプロジェクトです。オリジナルのチューニング環境および方法 (例: チューニング時にどのくらい強く、長くボタンをタッチするか、または環境要因、特に接地面の近く) と異なるため、ボタンとスライダが正しく反応しないかもしれません。

セットアップと実行

5. インポート、コンパイル、プログラムダウンロード
6. “式”ウィンドウに“btn_states”、“sldr_pos”を追加し、リアルタイムリフレッシュを設定
7. “再開”をクリックしてソフトウェアを実行します。main()関数で止まっていたら F8 をおして再開してください。
8. スライダ、ボタンをタッチしたときに“btn_states”と“sldr_pos”の値が変化することを確認します。

サポートするボード

RSSKRX23W

4.5 デモプロジェクトをワークスペースに追加する方法

デモプロジェクトは、このアプリケーションノートの配布ファイルのサブディレクトリ“FITDemos”フォルダにあります。ワークスペースにデモプロジェクトを追加するには、メニュー[ファイル] – [インポート] - [一般] – [既存プロジェクトをワークスペースへ]を選択し、[次へ]をクリックします。“プロジェクトのインポート”ダイアログからラジオボタン[アーカイブ・ファイルの選択]を選択します。[参照]をクリックし、FITDemos フォルダにある任意のデモプロジェクトの zip ファイルを選択し、[終了]をクリックします。

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ
http://japan.renesas.com

お問合せ先
http://japan.renesas.com/contact/

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2018/10/4	-	初版発行
1.10	2019/7/9	1、47	対象デバイスに RX 23W を追加
		4～6	補正とオフセット調整の定義を追加
		17、24、25、29、31、41～43	API の戻り値を更新
		34、36	R_TOUCH_Control()関数に TOUCH_CMD_GET_FAILED_SENSOR および TOUCH_CMD_GET_LAST_SCAN_METHOD コマンドを追加 オフセット調整処理を R_TOUCH_Open()に移動
		16、18～22	セーフティモジュール用ドライバ（GCC / IAR サポートを含む）に#pragma section マクロと設定オプションを追加
		1、22	IEC 60730 準拠に関する内容を追加
1.11	2020/1/9	35～36	サンプルコードを更新
		34、37	低電力アプリケーション用に TOUCH_CMD_CLEAR_TOUCH_STATES を追加しました。
		4、6、23、42～43	API 関数 R_TOUCH_GetBtnBaselines()を追加しました。
		—	スキャンの完了後にカスタムコールバック関数が 2 回呼び出される問題を修正しました。
		—	PLL の乗数が 13.5 の場合、RX231 でのコンパイルエラーが起きる問題を修正

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

1. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   電源投入時は、製品の状態は不定です。電源投入時には、LSI の内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。
3. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「未使用端子の処理」に従って処理してください。CMOS 製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI 周辺のノイズが印加され、LSI 内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。
5. クロックについて
   リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   リザーブアドレス（予約領域）のアクセスを禁止します。アドレス領域には、将来の拡張機能用に割り付けられている リザーブアドレス（予約領域）があります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。
8. 製品間の相違について
   型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。同じグループのマイコンでも型名が違うと、フラッシュメモリ、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ幅射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品、本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
   標準水準：　コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
   高品質水準：輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
6. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
10. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。
12. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社が直接的、間接的に支配する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

(Rev.4.0-1　2017.11)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。