静電容量センサマイコン

静電容量タッチソフトウェア概要

要旨

本アプリケーションノートは、静電容量タッチセンサユニット(Capacitive Touch Sensing Unit : 以下CTSU)ペリフェラルを使用したタッチ判定までの流れを示します。

「QE for Capacitive Touch」で生成されるタッチサンプルプロジェクトを用いて、CTSU ドライバおよびTOUCH ミドルウェア関数による静電容量の計測からタッチ判定までの流れを説明します。

動作対象デバイス

CTSU 搭載 RX ファミリ、RA ファミリ、RL78 ファミリマイコン、Renesas Synergy™

本アプリケーションノートでは「CTSU,CTSUa,CTSUb」の総称として CTSU1 と表記し、「CTSU2,CTSU2L,CTSU2La,CTSU2SL,CTSU2SLa」の総称として CTSU2 と表記します。

そして、CTSU1 と CTSU2 の総称として CTSU と表記します。

目次

1. はじめに 2

2. 処理モデル 3
2.1 基本動作モデルの流れ 4

3. タッチ判定結果取得の流れ 5
3.1 計測値処理 6
3.1.1 CTSU1 6
3.1.2 CTSU2 6
3.1.3 補正処理 7
3.1.3.1 CCO 補正 7
3.1.3.2 移動平均 7
3.2 判定処理 8
3.2.1 ボタン判定 8
3.2.2 スライダ位置検出 14
3.2.3 ホイール位置検出 16

4. オフセットチューニング 18

1. はじめに

本アプリケーションノートは、リセットから CTSU ペリフェラルを使用したタッチ判定までの流れを示します。

「QE for Capacitive Touch」で生成されたタッチサンプルプロジェクトを用いて説明します。

CTSU ドライバや TOUCH ミドルウェア関数を使用した静電容量の計測からタッチ判定について説明します。

静電容量タッチを初めて開発する場合は、事前に「静電容量タッチ導入ガイド」をお読みになることを推奨します。

静電容量センサマイコン 静電容量タッチ導入ガイド　（R30AN0424）

CTSU モジュールや TOUCH ミドルウェアについては以下を参照して下さい。

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）

RX ファミリ QE CTSU モジュール Firmware Integration Technology（R01AN4469）

RX ファミリ QE Touch モジュール Firmware Integration Technology（R01AN4470）

RA Flexible Software Package Documentation: CTSU (r_ctsu)

RA Flexible Software Package Documentation: Touch (rm_touch)

開発ツールとソフトウェアコンポーネントについて

説明で使用するタッチサンプルプロジェクト（RA2L1 用）は、以下の開発環境で生成しました。

- 統合開発環境 e² studio 2025-01 (Build Id: R20241218-1723)
- Renesas QE for Capacitive Touch V4.1.0.v20250123-0520
- Renesas FSP Smart Configurator ARM V10.1.0.v20241205-1705
- Renesas FSP Smart Configurator Core V10.1.0.v20241218-1621

2. 処理モデル

静電容量タッチキーは機械接点を持つ一般的なスイッチと異なり、人体と電極間に発生する微小な静電容量（数 pF 以下）の変化を捉えスイッチの ON/OFF に変換しています。

静電容量タッチキーの検出には

- 微小な静電容量（数 pF 以下）を計測する設定。
- 計測結果からタッチ ON/OFF への変換。
- 継続的な計測の維持。

が必要になります。これらを実現するために、本ソフトウェアでは以下に示す静電容量タッチ処理を行います。

静電容量タッチ処理全体の流れを図 2-1 に示します。

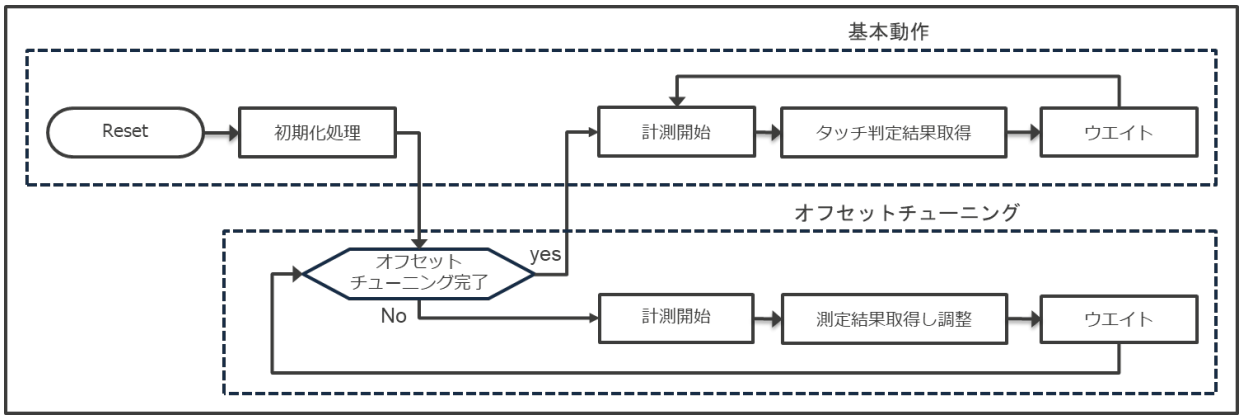

図 2-1 全体の流れ

基本動作としては、静電容量計測のための初期化処理とオフセットチューニング完了後、タッチ検出を行います。

初期化処理後に行われるオフセットチューニングについては「4 オフセットチューニング」を参照してください。

基本動作については「QE for Capacitive Touch」で生成されるタッチサンプルプロジェクトとコンフィグファイル、そしてスマートコンフィグレータで生成するミドルウェア、ドライバを用いて説明します。

2.1　基本動作モデルの流れ

図 2-2 に TOUCH モジュールを使用した静電容量タッチの判定を行う基本動作モデルを示します。

基本動作モデルは、”qe_touch_sample.c”内にある”qe_touch_main”関数を用いて説明します。

基本動作としては、静電容量計測のための初期化処理後、タッチ検出を行います。

タッチ検出では、計測開始→タッチ判定結果取得→ウエイトの流れを繰り返します。

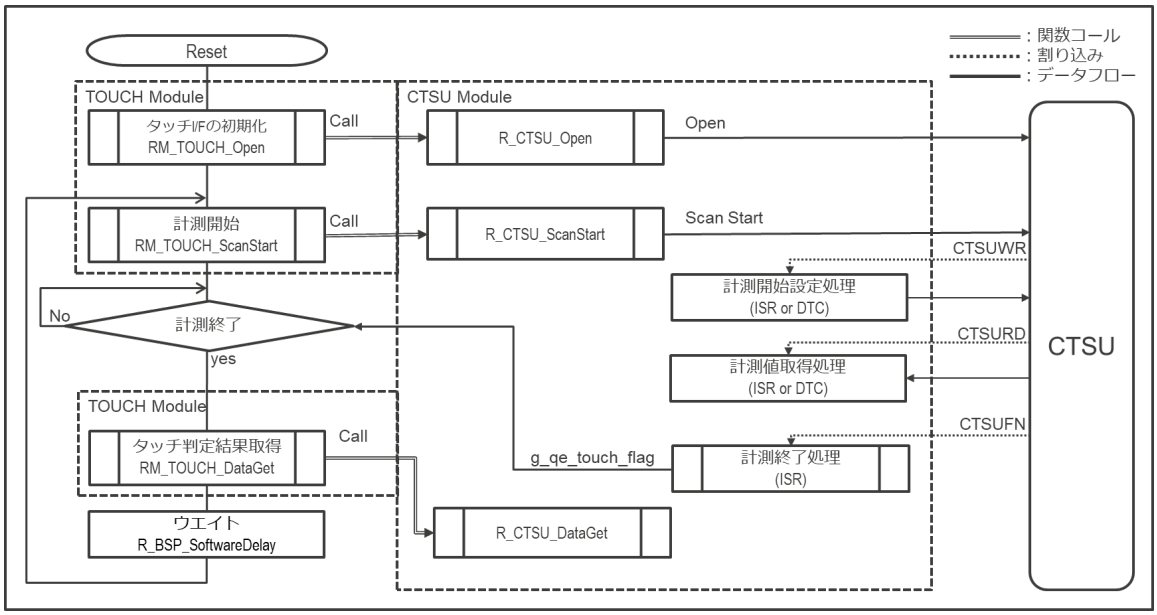

図 2-2 基本動作モデル

図 2-2 の主要な処理について説明します。

- **タッチインタフェースの初期化**
  RM_TOUCH_Open を使用してタッチ処理の初期設定を行います。
  — タッチ判定や位置検出に使用する変数を初期化
  — R_CTSU_Open を呼び出します。
  R_CTSU_Open は以下の処理を行います。
  — 静電容量計測に使用する変数とレジスタを初期化
  — CCO（Current Controlled Oscillator：以下 CCO）特性補正テーブルの作成
  — オフセットチューニング開始設定

- **計測開始**
  タッチインタフェースの構成に従い静電容量の計測を開始します。
  RM_TOUCH_ScanStart から R_CTSU_ScanStart を実行し CTSU モジュールにタッチインタフェース構成に応じた計測を開始します。計測を終了するとフラグで通知します。
  また、CTSU レジスタの設定と計測結果を処理する設定（割り込みもしくは DTC を使用）も行います。

- **タッチ判定結果取得**
  タッチ判定の結果を RM_TOUCH_DataGet で取得します。
  RM_TOUCH_DataGet は R_CTSU_DataGet で取得した計測値を使用して判定を行います。
  R_CTSU_DataGet はオフセットチューニング、および計測値の各種補正を行います。各種補正の詳細は「3.1.3 補正処理」を参照ください。

- **SoftwareDelay**
  タッチ計測周期を調整するためにウエイトします。

3. タッチ判定結果取得の流れ

この章ではタッチ判定結果取得処理の流れを説明します。タッチ判定結果取得では、計測値処理と判定処理を行います。

初めに呼ばれる関数は RM_TOUCH_DataGet になります。RM_TOUCH_DataGet は R_CTSU_DataGet で取得した計測値を使用して判定処理を行います。

処理の流れを図 3-1 に示します。

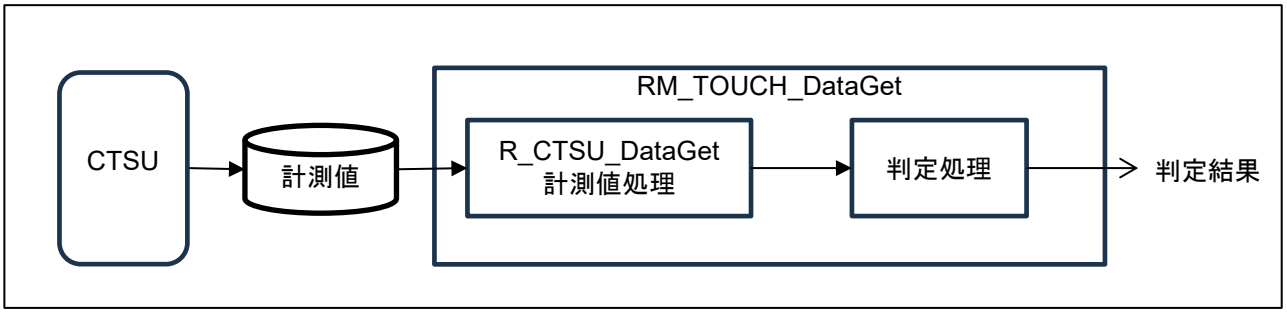

図 3-1 タッチ判定処理

計測値処理では、処理フローの違いにより次の様に分かれます。

- CTSU1
  ランダムパルスモードで 1 種類のドライブパルス周波数で計測された結果を読み出し補正します。

- CTSU2
  高分解パルスモード（マルチクロック計測）で 3 種類のドライブパルス周波数で計測された結果を読み出し補正します。
  CTSU2 は計測値処理と判定処理が 2 種類あります。
  — 計測値多数決モード(VMM : Value Majority Mode)
  — 判定多数決モード(JMM : Judgement Majority Mode)

判定処理では以下のタッチインタフェースについて説明します。判定処理は 3.2 章を参照してください。

- ボタン判定
- スライダ位置検出
- ホイール位置検出

3.1　計測値処理

計測値処理は R_CTSU_DataGet で行い、取得した計測値に補正処理を行います。

3.1.1　CTSU1

CTSU1 での計測値処理を図 3-2 に示します。

CTSU1 はランダムパルスモードで計測を行い、計測値に CCO 補正と移動平均を行い 1 つの計測値を取得します。CCO 補正は 3.1.3.1 章を参照してください。移動平均は 3.1.3.2 章を参照してください。

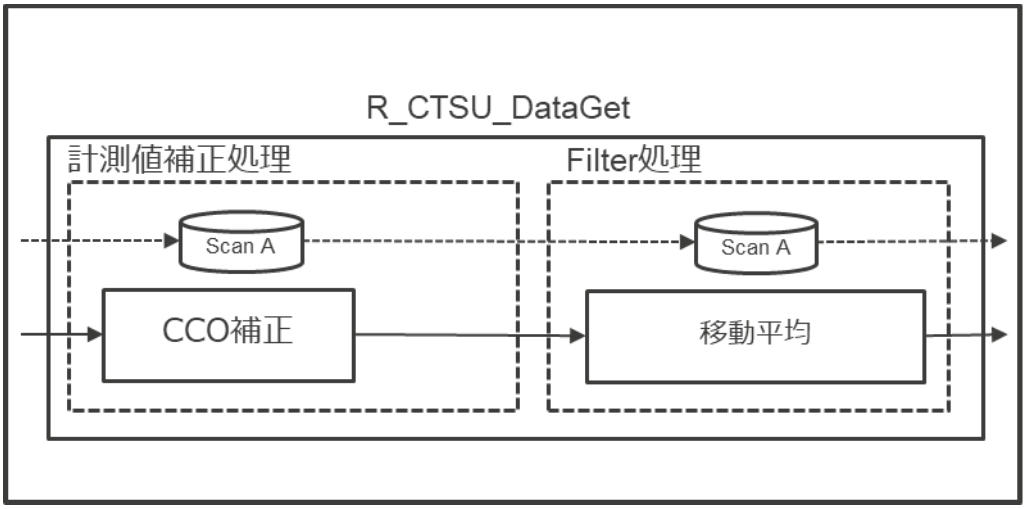

図 3-2 CTSU1 での計測値処理

3.1.2　CTSU2

(1)　計測値多数決モード(VMM)

VMM での計測値処理を図 3-3 に示します。

VMM では、高分解パルスモードで 3 種類のドライブパルス周波数を使用して計測します。

CCO 補正ではカウント値ごとに CCO 補正を行います。CCO 補正は 3.1.3.1 章を参照してください。

マルチクロック補正では 1 つのドライブパルス周波数に計測値を換算して、値が近い 2 つの計測値を加算して 1 つの計測値にします。

その後、移動平均を行い、1 種類の計測値を取得します。移動平均は 3.1.3.2 章を参照してください。

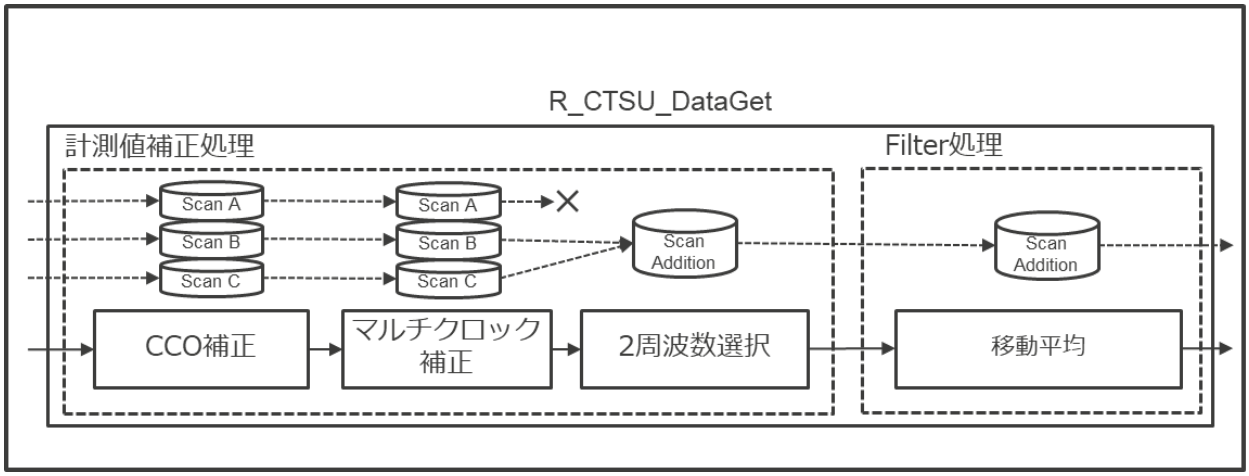

図 3-3 CTSU2 VMM での計測値処理

(2)　判定多数決モード(JMM)

JMM での計測値処理を図 3-4 に示します。

JMM では、高分解パルスモードで 3 種類のドライブパルス周波数を使用して計測します。

CCO 補正ではカウント値ごとに CCO 補正を行います。CCO 補正は 3.1.3.1 章を参照してください。

その後、移動平均を行い、3 種類の計測値を取得します。移動平均は 3.1.3.2 章を参照してください。

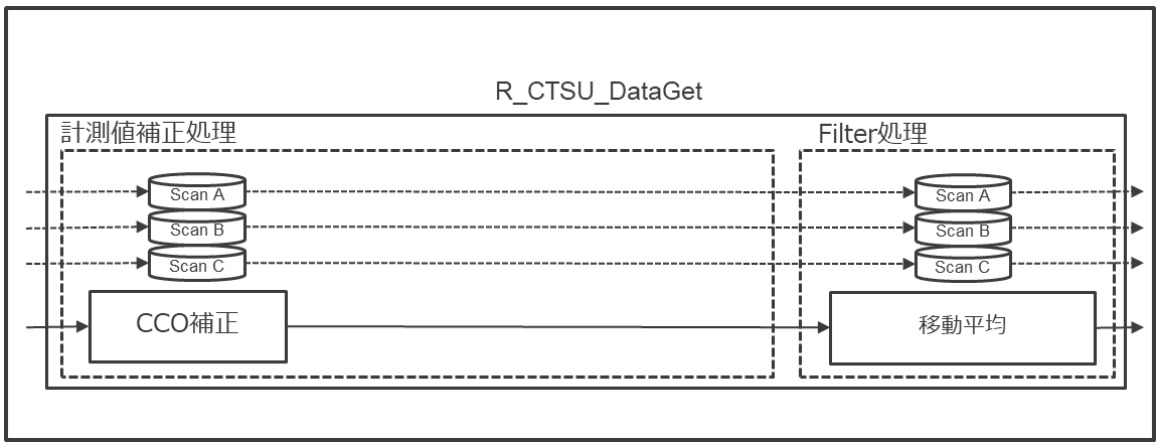

図 3-4 CTSU2 JMM での計測値処理

3.1.3　補正処理

3.1.3.1　CCO 補正

正確なセンサ測定値を確保するために、CCO の入力電流に対する出力周波数の線形性を高める処理です。静電容量を計測する電流制御発振器（Current Controlled Oscillator：CCO）の計測結果に対し、CCO 特性補正テーブルを使用します。この CCO 特性補正テーブルは、電源投入後の初期化時に R_CTSU_Open で作成します。

3.1.3.2　移動平均

取得した計測値に対して、ノイズを低減するために移動平均処理を行い平滑化します。

3.2　判定処理

判定処理では、R_CTSU_DataGet から出力された計測値を使用して、RM_TOUCH_DataGet でボタン判定やスライダ/ホイール判定を行います。

3.2.1　ボタン判定

静電容量の変化を検知してボタンがタッチされたか否かを判定します。判定処理を図 3-5 に示します。

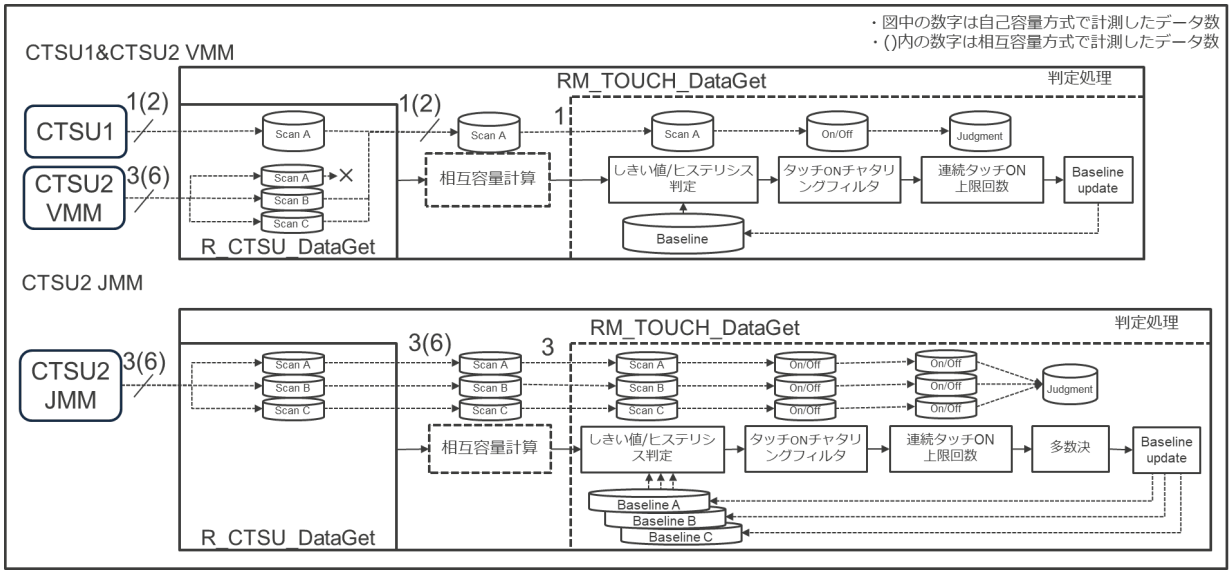

図 3-5 判定処理

タッチボタンでは機械接点式ボタンの様なハードウェアによる ON/OFF 状態は存在しません。

このため、定期的にソフトウェアでタッチ判定（ON/OFF の判定）をします。

タッチ判定に関わるパラメータとして、「ベースライン」「タッチしきい値」「ヒステリシス」があります。それに「計測値」を加えた 4 種類の関係で判定します。

自己容量方式のボタンは図 3-6 に示すように、電極と GND 間に生じる静電容量の増加を検出します。

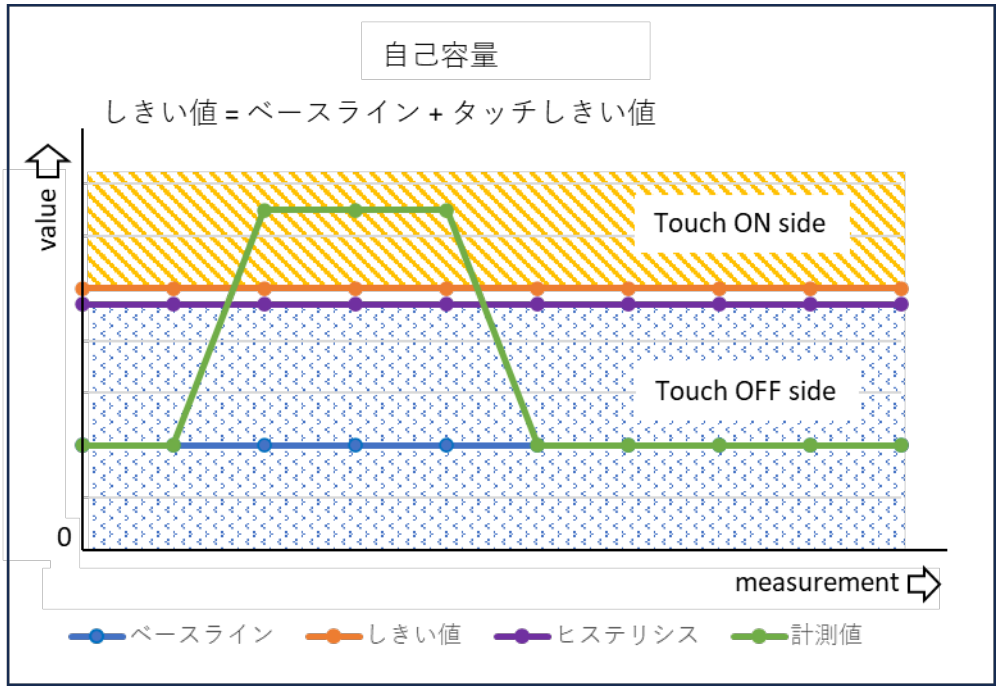

図 3-6 自己容量タッチ判定の関係

「ベースライン」はタッチ判定の基準となる値です。最初のベースラインは非タッチ状態の計測値（自己容量方式の場合は移動平均後の値、相互容量方式の場合は相互容量計算後の値）となります。

「タッチしきい値」はタッチ ON の判定で使用する値です。タッチしきい値は、ベースラインからのオフセットです。

「ヒステリシス」はタッチ OFF の判定で使用する値です。ヒステリシスは、タッチしきい値からタッチ OFF 方向のオフセットです。

相互容量方式のボタンは図 3-7 に示すように、タッチ時に電極間容量が減少する事を検出します。

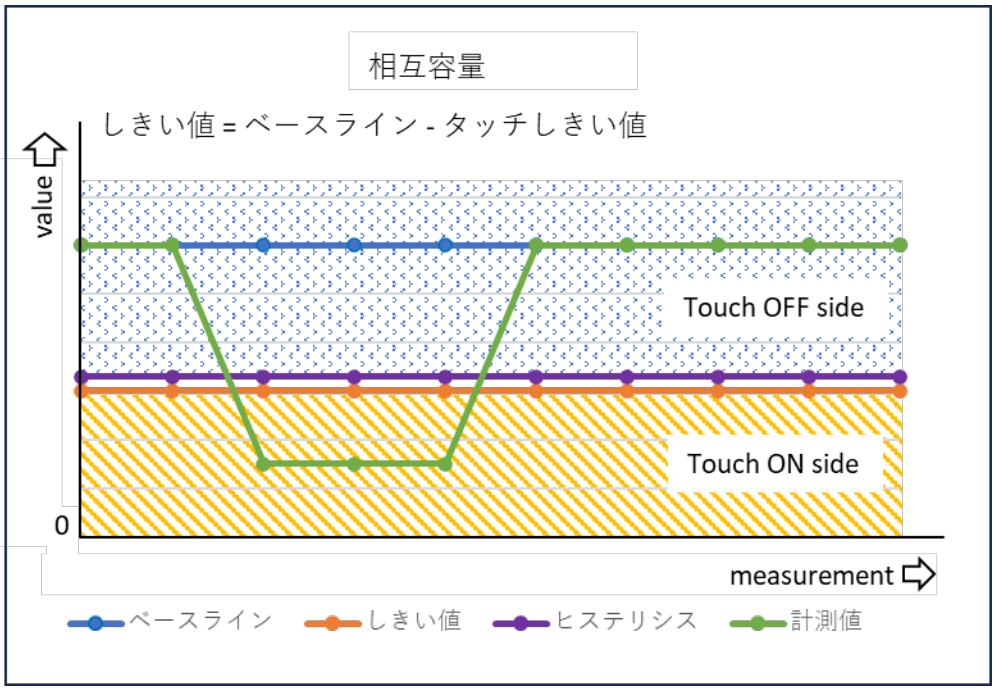

図 3-7 相互容量タッチ判定の関係

以降の例では自己容量ボタンで説明します。

更に、チャタリング対策処理の一つとしてチャタリング抑制（ビルドオプション）を用意しています。

このビルドオプションは、タッチ判定を行うための機能（タッチ ON チャタリングフィルタの連続一致回数 / タッチ OFF チャタリングフィルタの連続一致回数とヒステリシス）を補完する機能です。

タッチしきい値を超えた回数を数えるカウンタの処理方法を TypeA または TypeB に設定します。

TypeA：タッチしきい値を下回ってもヒステリシス範囲内は、タッチしきい値を超えた回数を保持します。

TypeB：タッチしきい値を下回ると、タッチしきい値を超えた回数をリセットします。

TypeA と TypeB の違いを図 3-8 に示します。デフォルト選択は TypeA に設定されます。

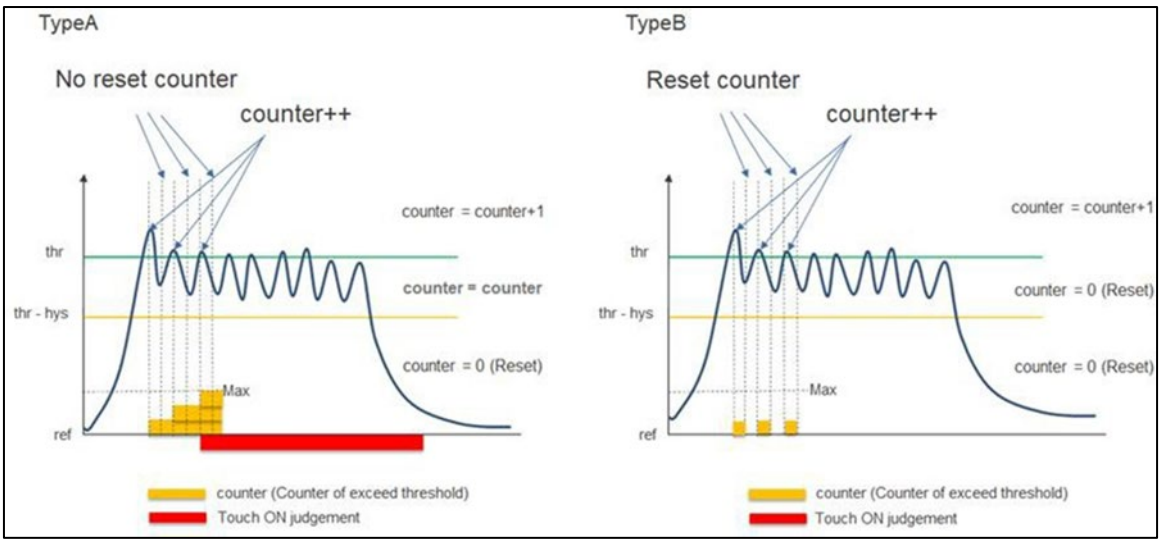

図 3-8 チャタリング防止タイプの動作例

(1) タッチ ON 判定

タッチ ON 判定は、計測値と（ベースライン＋タッチしきい値）を比較して判定します。図 3-9 にタッチ ON 判定の関係（タッチ ON チャタリングフィルタの連続一致回数＝3:初期値）を示します。

タッチ ON の確定条件は、計測値が（ベースライン＋タッチしきい値）を超え、その後タッチしきい値を超えた回数がタッチ ON チャタリングフィルタの連続一致回数を超えた場合です。

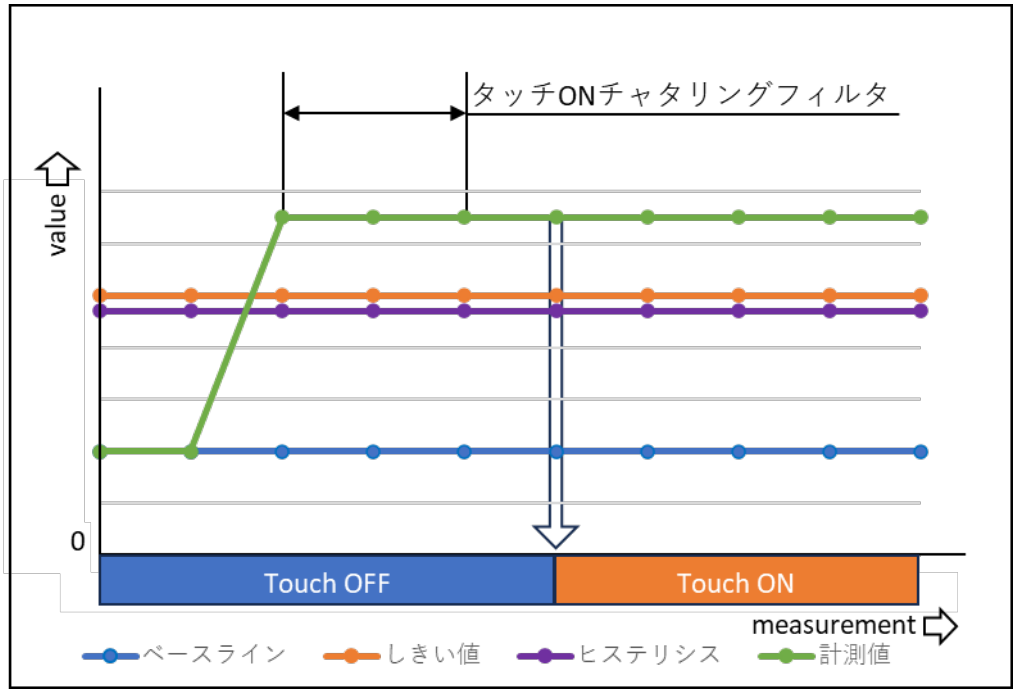

図 3-9 自己容量方式タッチ ON 判定の関係

(2) タッチ OFF 判定

タッチ OFF 判定は、計測値と（ベースライン＋タッチしきい値－ヒステリシス）を比較して判定します。図 3-10 にタッチ OFF 判定の関係（タッチ OFF チャタリングフィルタの連続一致回数＝3:初期値）を示します。

タッチ OFF の確定条件は、計測値が（ベースライン＋タッチしきい値－ヒステリシス）を下回り、その後ヒステリシスを下回る回数がタッチ OFF チャタリングフィルタの連続一致回数を超えた場合です。

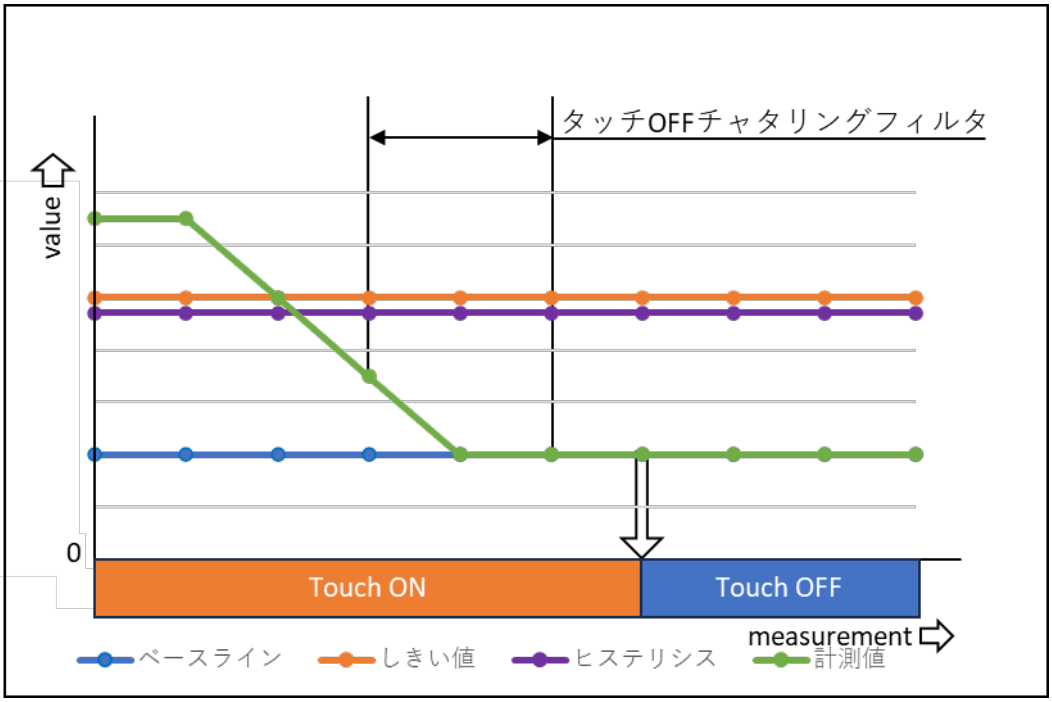

図 3-10 自己容量方式タッチ OFF 判定の関係

(3)　ベースラインとドリフト補正

ベースラインは非タッチ状態の平均値になります。図 3-11 にドリフト補正（ベースラインの更新処理）の動きを示します。

ドリフト補正とは、環境の変動による静電容量の変化にベースラインを追従させる動作のことで、非タッチ状態時に平均値を計算してベースラインを更新します。

コンフィグレーション設定（touch_cfg_t の drift_freq）で更新期間を設定できます。更新期間は、タッチインタフェース構成内のボタン共通です。

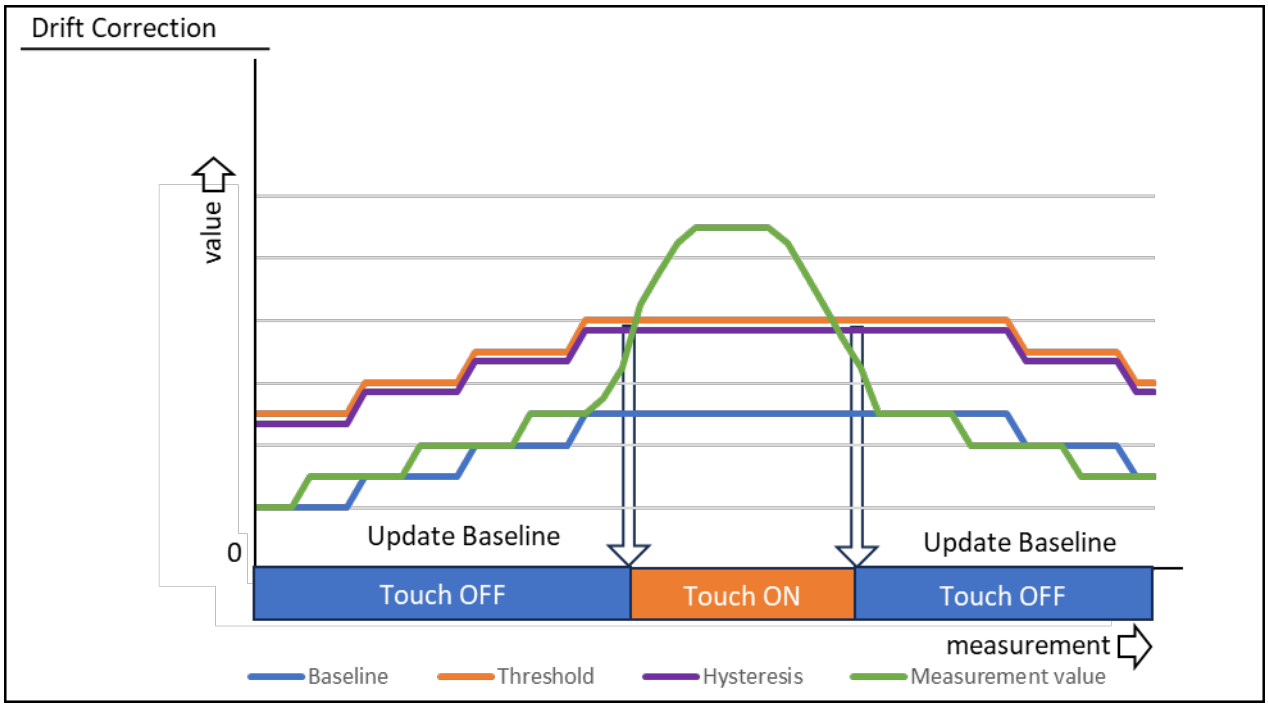

図 3-11　ドリフト補正の動き

(4)　連続タッチ ON の上限回数

連続タッチ ON の上限回数とは、一定期間タッチ ON が継続していた場合、強制的にタッチ OFF にする動作です。図 3-12 に連続タッチ ON の上限回数の関係（タッチ ON チャタリングフィルタの連続一致回数＝3; 連続タッチ ON の上限回数=6）を示します。

急激な環境変化により、ドリフト補正が追従できずにタッチ ON 状態から復帰できなくなることがあります。この状態から復帰するために、一定期間タッチ ON 状態が継続した時、強制的にベースラインを変更しタッチ OFF 状態にして、ドリフト補正処理を動作させる機能です。

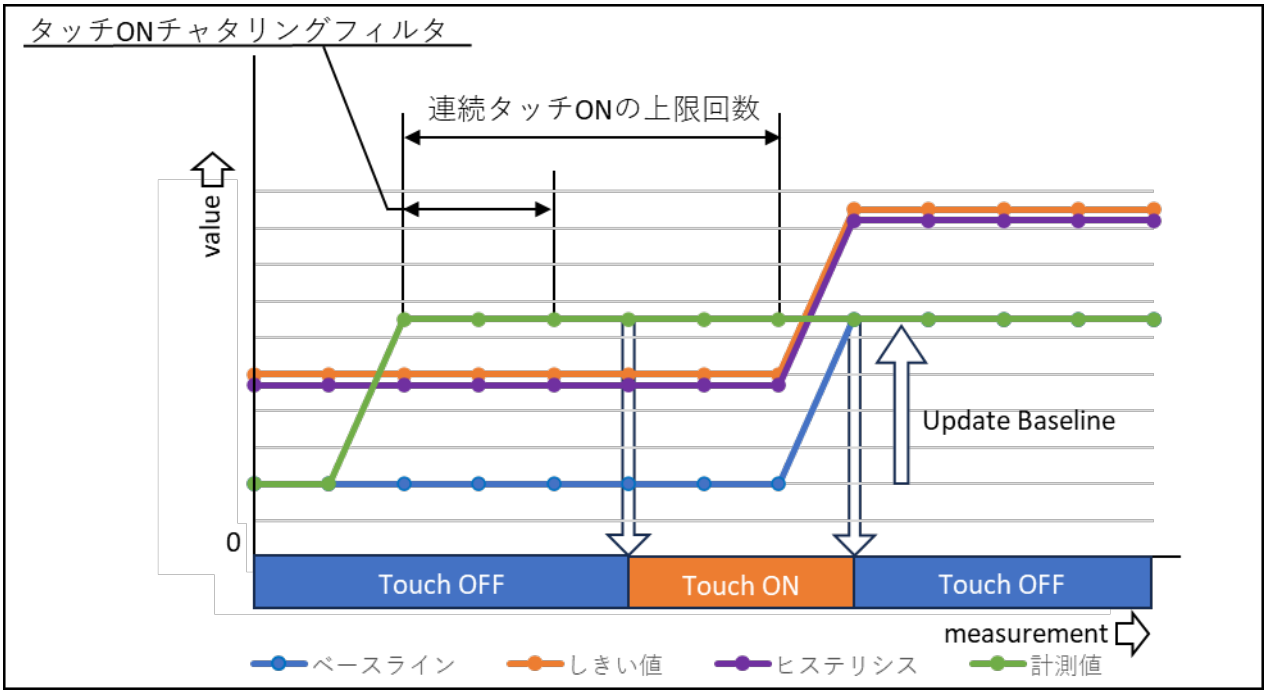

図 3-12 連続タッチ ON の上限回数の関係

3.2.2　スライダ位置検出

スライダとは、タッチボタンの応用で連続的に配置したタッチボタンです。検出方式は自己容量方式のみとなります。位置検出処理を図 3-13 に示します。

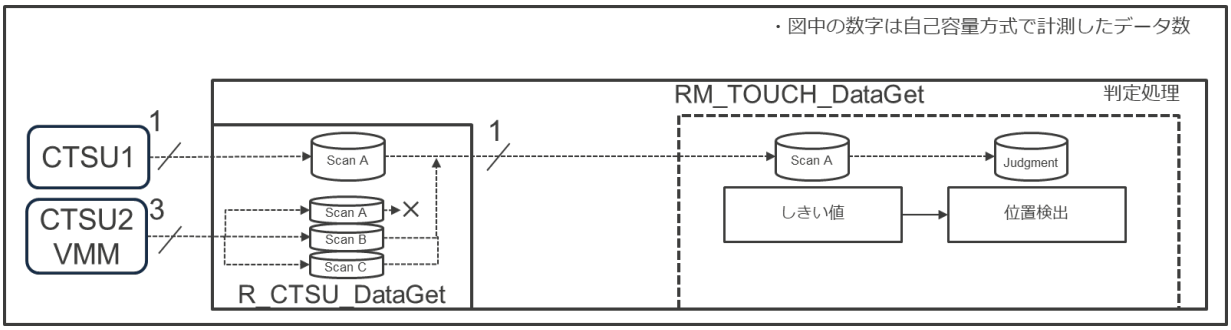

図 3-13 位置検出処理

スライダは 3～10 個の電極を用います。電極（TS 端子）を直列に配置してスライダを構成します。図 3-14 にスライダ判定の図を示します。

指がスライダのどこにあるかを各 TS 端子の計測値から求めます。

判定結果は、タッチ時の中心位置を 1～100 の値（スライダ分解能=100）で出力します。非タッチ時は 65535 を出力します。

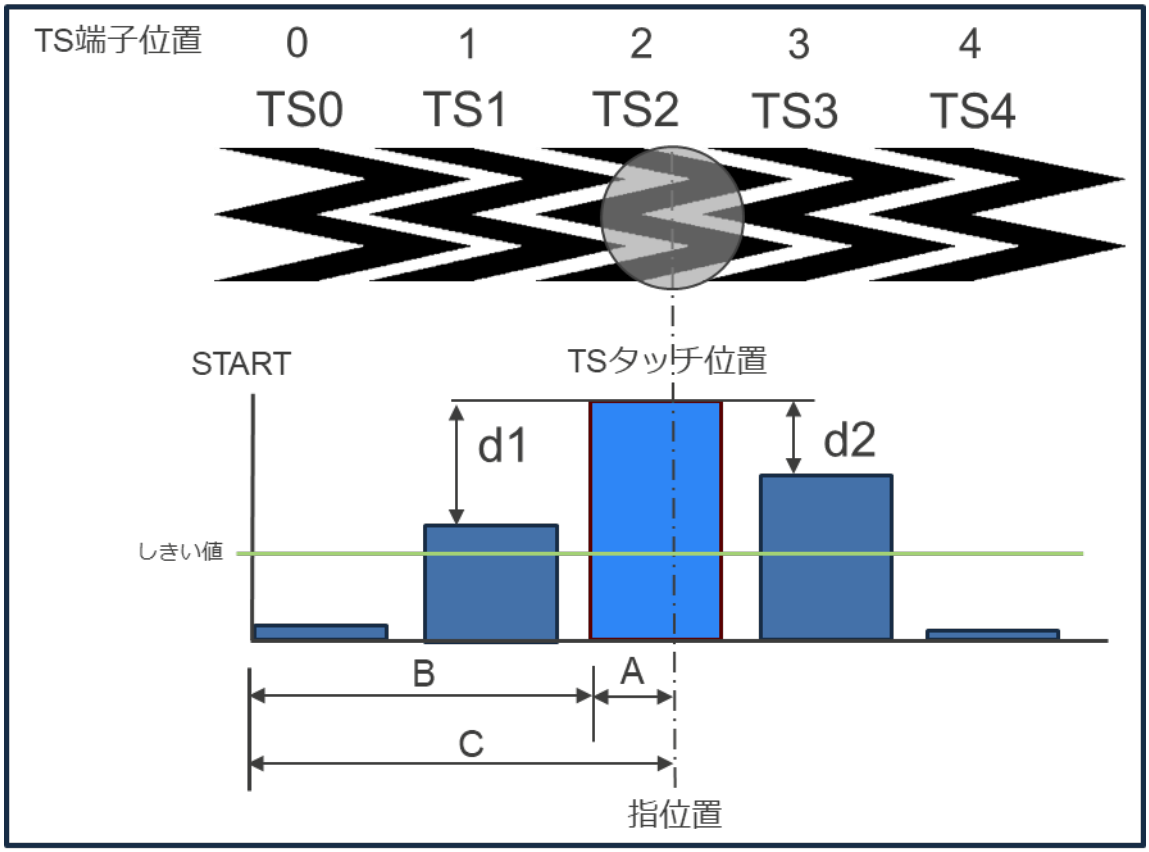

図 3-14 スライダ判定の図

図 3-14 に示すインタフェースを例にして位置検出の処理を説明します。（TS 端子数 = 5 とします。）

(1) スライダ構成電極のうち計測値が最も大きい TS 端子位置（以下 TS タッチ位置）を求めます。

(2) TS タッチ位置とその両隣の計測値の差分（d1, d2）を計算します。

但し TS タッチ位置が左端もしくは右端の場合、端から 2 つ隣迄の電極を使用して差分を計算します。

左端の TS0 が TS タッチ位置なら以下になります。

- d1 は TS0 と TS1 の差分
- d2 は TS0 と TS2 の差分

右端の TS4 が TS タッチ位置なら以下になります。

- d1 は TS4 と TS3 の差分
- d2 は TS4 と TS2 の差分

(3) スライダしきい値が以下の条件を満たしていれば位置計算を開始します。スライダしきい値以下なら位置検出無しとして計算処理を終了します。

- スライダしきい値　＜ d1 + d2

(4) START から TS タッチ位置までのオフセット量(B)は以下になります。

B = (スライダ分解能 / TS 端子数) × TS タッチ位置

(5) オフセットからタッチ時の中心位置までの移動量（A）は以下になります

A = (スライダ分解能 / TS 端子数) / (1 + d2 / d1)

但し、TS タッチ位置が左端もしくは右端の場合、補正処理として TS タッチ位置を中心とし、d1 と d2 の比率から位置を計算します。

(6) スライダの指位置（C）は A と B の和になります。

C = A + B

(7) その後、結果（スライダの出力）が 1 から 100 の範囲になるよう補正します。

3.2.3　ホイール位置検出

ホイールとは、スライダの応用で円形に添わせたスライダです。検出方式は自己容量方式のみとなります。位置検出処理を図 3-15 に示します。

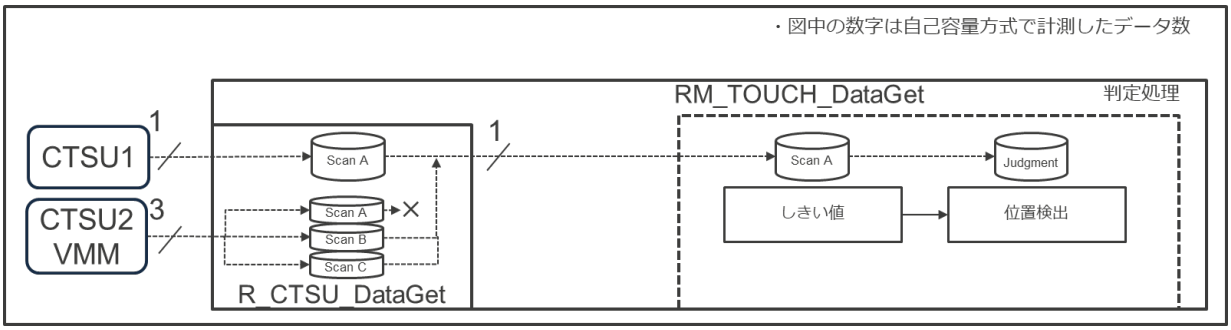

図 3-15 位置検出処理

ホイールは 4 もしくは 8 個の電極を用います。電極（TS 端子）を円の外周に沿う様に配置してホイールを構成します。図 3-16 にホイール判定の図を示します。

指がホイールのどこにあるかを各 TS 端子の計測値から求めます。

判定結果は、タッチ時の位置を 1～360 の値（ホイール分解能= 360）で出力します。非タッチ時は 65535 を出力します。

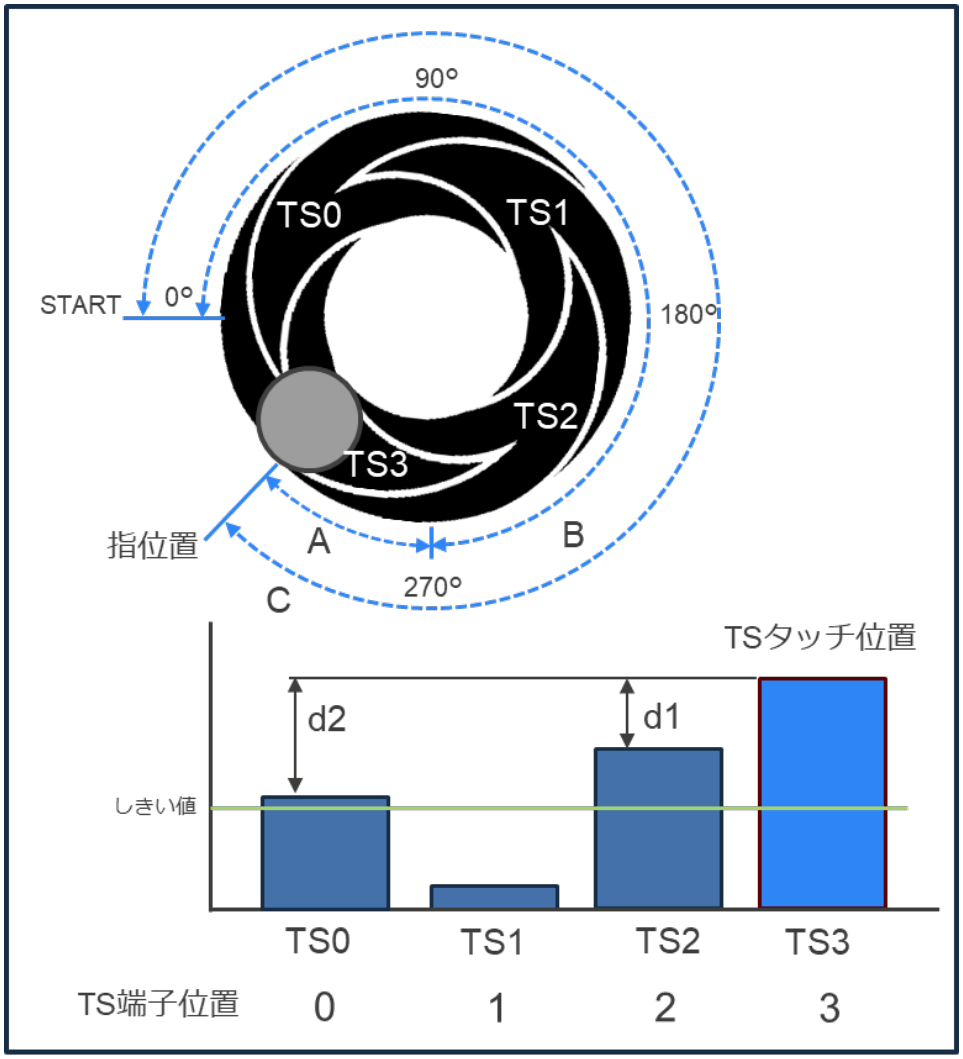

図 3-16 ホイール判定の図

図 3-16 に示すインタフェースを例にして位置検出の処理を説明します。（TS 端子数 = 4 とします。）

(1) ホイール構成電極のうち計測値が最も大きい TS 端子位置（以下 TS タッチ位置）を求めます。

(2) TS タッチ位置とその両隣との計測値差分(d1,d2)を計算します。

タッチ位置が電極の開始位置（図中の TS0）なら、d1 は TS0 と TS3 の差分、d2 は TS0 と TS1 の差分になります。

タッチ位置が電極の終了位置（図中の TS3）なら、d1 は TS3 と TS2 の差分、d2 は TS3 と TS0 の差分になります。

(3) ホイールしきい値が以下の条件を満たしていれば位置計算を開始します。ホイールしきい値以下なら位置検出無しとして計算処理を終了します。

ホイールしきい値 ＜ d1 + d2

(4) START から TS タッチ位置までのオフセット量（B）は以下になります。

B = (ホイール分解能 / TS 端子数) × TS タッチ位置

(5) オフセットからタッチ時の中心位置までの移動量（A）は以下になります。

A = (ホイール分解能 / TS 端子数) / (1 + d2 / d1)

(6) ホイールの指位置（C）は A と B の和になります。

C = A + B

(7) その後、結果（ホイールの出力）が 1 から 360 の範囲になるよう補正します。

4. オフセットチューニング

オフセットチューニングでは、タッチ OFF の状態で計測値がターゲット値付近に到達する様、オフセット電流を調整します。

オフセットチューニングは、タッチインタフェース初期化後に行います。

オフセットチューニングの流れとしては、計測値がターゲット値に近づくまで「計測開始→静電容量計測値取得→SoftwareDelay」一連の動作を繰り返し行います。この間はタッチ判定処理を行いません。

表 4-1 に示す内部の状態変数によりオフセットチューニングと、タッチ判定処理どちらかを行います。

表 4-1 オフセットチューニングステータス

	状態	
p_instance_ctrl->tuning	CTSU_TUNING_INCOMPLETE	CTSU_TUNING_COMPLETE
オフセットチューニング	行う	行わない
タッチ判定処理	行わない	行う

オフセットチューニング完了後にタッチ判定処理を行います。

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2025.04.25	-	初版発行
1.10	2025.05.26	15	スライダ計算式の修正
		17	ホイール計算式の修正

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。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。

© 2025 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.