

高精度なタッチセンサにより、多様な HMI アプリケーションを実現

松尾 駿, スタッフエンジニア, プロダクトマーケティング第一部, エンベデッドプロセッシング第一事業部, エンベデッドプロセッシングプロダクトグループ, ルネサスエレクトロニクス株式会社

概要

近年では、デザイン性、耐水性、耐塵性などの改善を狙い家電製品や産業機器などの幅広いアプリケーションで静電容量式タッチセンサの導入が進んでいます。しかしユースケースによっては、外乱ノイズや水滴の影響による動作不良、実装ノウハウの不足による開発の長期化など、いくつかの課題が発生しています。ルネサスはこれらの課題を解決するため、最新世代の静電容量式タッチセンサ IP「CTSU2SL」を搭載した MCU を提供しています。このホワイトペーパーでは、CTSU2SL が実現するノイズ耐性や耐水性の向上、間欠動作時の低消費電力化、さらに開発を支援するツールやガイド、アプリケーションの開発事例についてご紹介します。



はじめに

HMI のグローバル市場は、2029 年までに CAGR: 7.90% の成長が見込まれています。HMI 技術の発展により、製品の付加価値を向上させるために UX（ユーザーエクスペリエンス）や UI（ユーザーインターフェース）の改善がますます重要になっています。このような市場状況の中、筐体のデザインコンセプトに応じて、木材や透明アクリルなど様々な素材を操作パネルとして採用できるほか、LED を用いたユーザーガイドによって使い勝手の良さを実現できる静電容量式タッチセンサの需要が高まっています。静電容量式タッチセンサは従来の物理ボタンとは異なり、ばねなどの可動部がないため摩耗による故障が起きにくく、製品の長寿命化を実現できます。また、操作パネルが完全にフラットで隙間がないため粉塵や水滴に対する対策が容易になり、掃除などのメンテナンス性が向上します。この技術は、従来は高機能性やデザイン性が求められるハイエンドの家電製品を中心に採用されていましたが、近年ではローエンドの家電製品、産業機器、清潔さが求められる医療・ヘルスケア機器にも広がりつつあります。

しかしながら、新規で静電容量式タッチセンサを導入するには、外乱ノイズや水滴によるタッチイベントの誤検出の防止、快適なタッチ操作を実現するための電極パターンデザインや感度チューニングなどの様々なハードルを乗り越えなければなりません。

ルネサスは、10 年以上の市場実績を持つ静電容量式タッチセンサ IP を搭載した MCU を多数ラインナップし、タッチセンサを導入したいユーザーのニーズに応えています。最新世代の静電容量式タッチセンサ IP である CTSSU2SL は、前世代の CTSSU に比べてノイズ耐性、耐水性、低消費電力機能が向上しており、さまざまな条件下で優れた操作性を実現できます。

マルチ周波数計測によるノイズ耐性の向上

静電容量式タッチセンサは指や手の接近による静電容量の変化を検出できますが、周囲環境の外乱ノイズによっても微小な変化が発生する場合があります。従来の検出方式では静電容量を計測するために1つの計測周波数のみを用いていたため、外乱ノイズの周波数が計測周波数と同期した場合、正確に計測できずタッチイベントを誤検出することがありました。一方、CTS2SLのマルチ周波数計測では3つの計測周波数を用いているため、1つの計測周波数が外乱ノイズの影響を受けたとしても、影響の少ない残り2つの計測周波数で正確に検出できます。



図 1 : シングル周波数計測とマルチ周波数計測の外乱ノイズの影響

アクティブシールドによるノイズ耐性と耐水性の向上

製品基板上では、コンデンサを接続していない電極や配線にも静電容量が存在し、これを寄生容量と呼びます。寄生容量が大きいと、静電容量式タッチセンサの検出感度が低下する恐れがあります。CTS2SLのアクティブシールドは、計測中の電極と同電位・同位相の信号でシールドガードを駆動する機能です。これにより電極とシールドガードの間の容量結合による寄生容量の増加を抑え、ノイズ耐性を強化できます。

従来の方式では、計測中の電極と周囲のシールドガードとの間に水滴や油などがブリッジして容量が増大した際、タッチ操作による容量の変化と誤認されることがありました。アクティブシールドを使用すると、計測中の電極とシールドガードが同電位・同位相になるため、水滴などによる容量の増加の影響が軽減されます。そのため、水や油汚れが付着しやすいキッチンやトイレなどの環境でも静電容量式タッチセンサを安心して導入できます。

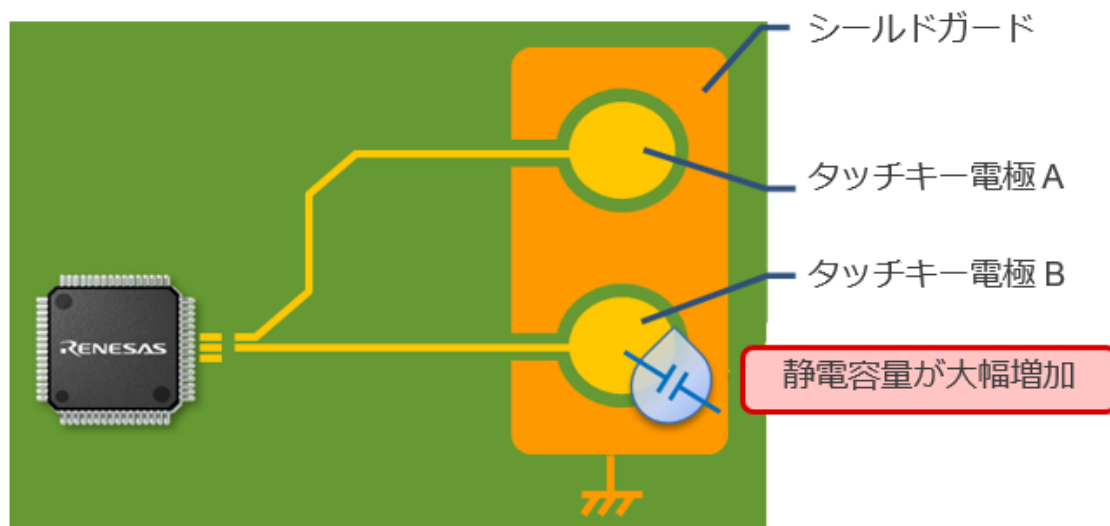


図 2 : GND シールドの場合

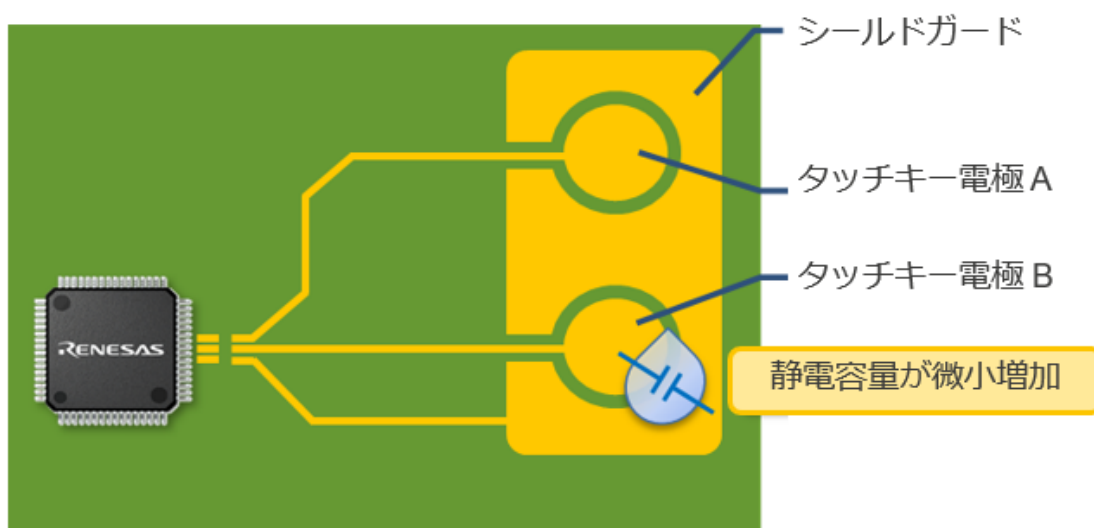


図 3 : アクティブシールドの場合

スマートウェイクアップソリューションによる低消費電力化

スマートロックや小型家電などのバッテリー搭載製品や環境配慮型製品が増加する中、静電容量式タッチセンサを使用した HMI 技術にも低消費電力化のニーズが高まっています。ルネサスではこうした要求に対応するため、MCU の低消費電力モードのひとつであるスヌーズモードと CTSU2SL の自動判定機能、MEC (Multiple Electrode Connection) 機能を使用して、製品の待機電力を大幅に削減するスマートウェイクアップソリューションを提供しています。

スタンバイ中に CPU を停止したまま特定の周辺機能だけを動作させるスヌーズモードと、CPU を動作させずにハードウェアでボタンのタッチを判定する自動判定機能を組み合わせることで、スヌーズモード中にタッチが検出されなかった場合は CPU

での判断なしでソフトウェアスタンバイモードに戻り、低消費電力状態を維持できます。また MEC 機能により、複数のタッチボタンを 1 つのボタンとして計測できるため、計測時間を短縮しさらなる低消費電力動作を実現できます。

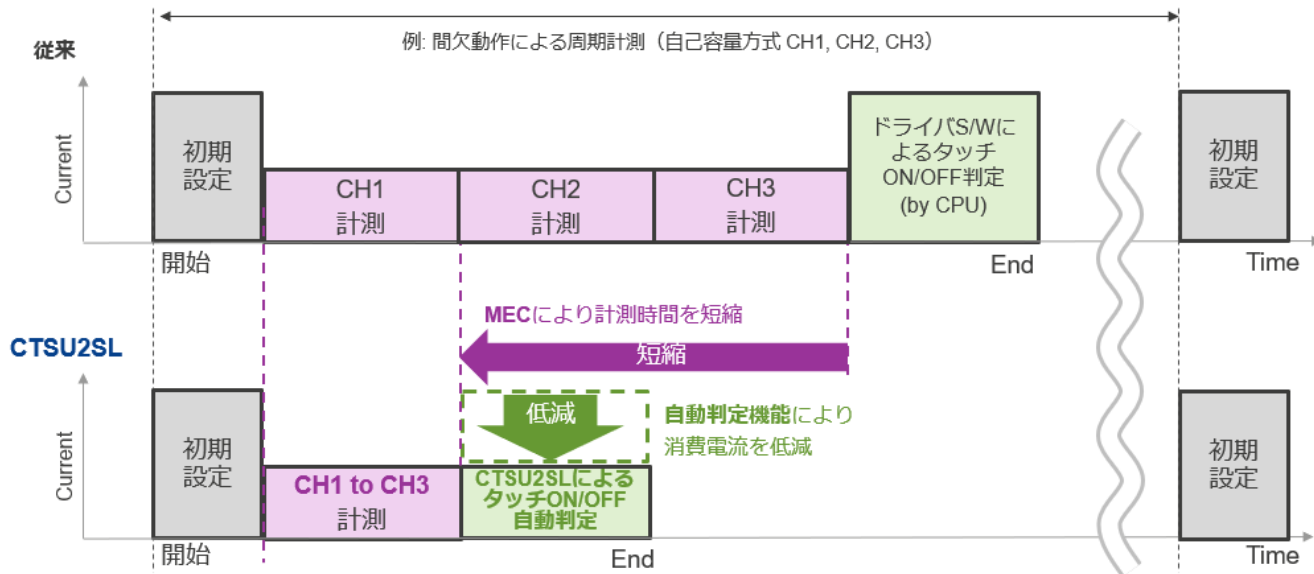


図 4 : 間欠動作による周期計測のイメージ図

静電容量式タッチセンサに最適化した開発環境

・QE for Capacitive Touch

静電容量式タッチセンサの開発ではカットアンドトライによるタッチパラメータの調整に時間がかかることが障壁となっていました。ルネサスが提供する静電容量式タッチセンサの開発支援ツール「QE for Capacitive Touch」はタッチ検出プログラムの自動生成や、計測値のモニタリング、パラメータ調整などを GUI で行い、簡単にタッチ感度の調整を実施できます。

・静電容量タッチ評価システム

静電容量式タッチセンサを評価するためのボードを用意しています。MCU が実装された CPU ボードとボタン、スライダ、ホイールを評価できる拡張ボードが同梱されており、すべてのタッチ端子を評価できます。また、スマートウェイクアップなどのサンプルコードを用意しており、ルネサスが提供するタッチキーソリューションをすぐに動作させることができます。

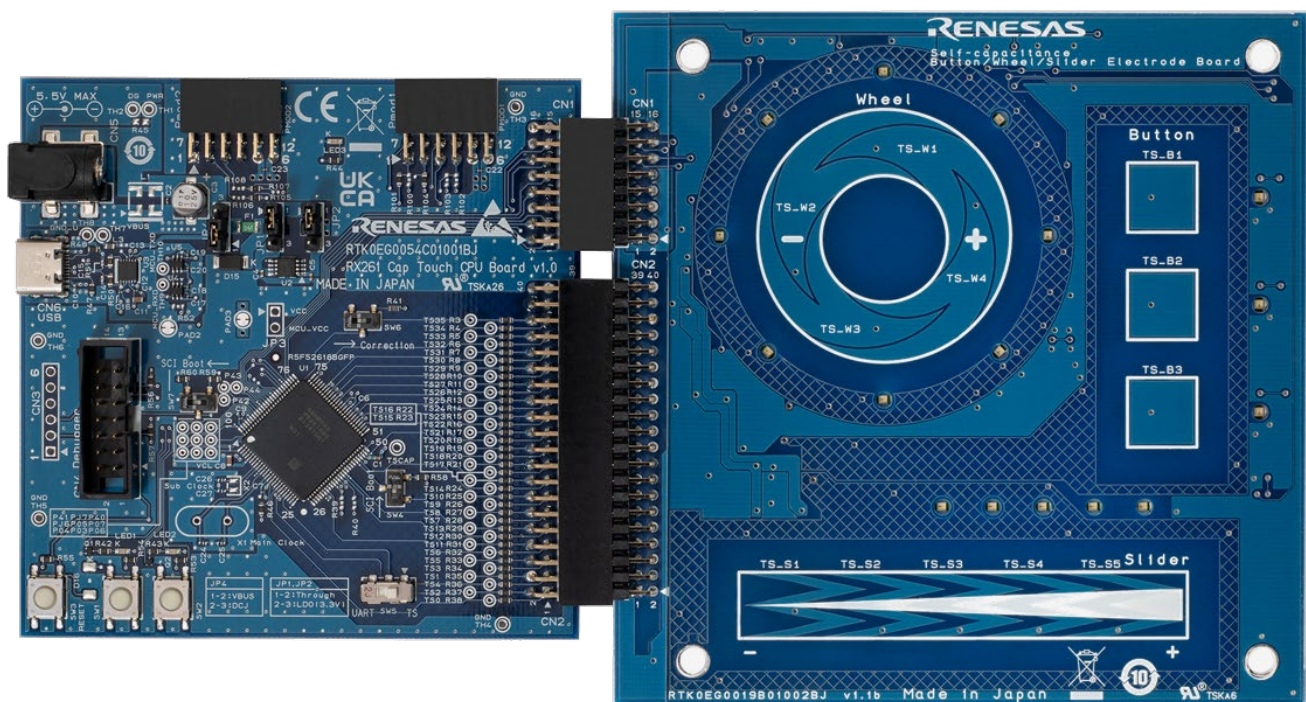


図 5：RX261 搭載静電容量タッチ評価システム

・[静電容量タッチ導入ガイド](#)

本ガイドでは、静電容量式タッチセンサを初めて使用されるユーザーであっても、ルネサスのタッチキーソリューションを導入できるように、静電容量式タッチセンサの検出原理や特徴、MCU ラインアップ、ハードウェア、ソフトウェア、開発環境や評価ボードについてご紹介します。

・[静電容量タッチ電極デザインガイド](#)

静電容量式タッチセンサの計測結果はタッチ電極パッドの形状や大きさ、配線の引き回し、周辺パターン、オーバーレイパネル厚、空気層の有無、製品筐体内部の構造など様々な要因で変化します。従って電極の感度や耐ノイズ性能の設計は十分に考慮する必要があります。このガイドでは、CTSU および CTSU2x を利用するための電極パッド及び配線の設計やそれに付随する様々な要因について解説し、それらの推奨応用例をご紹介します。

・[静電容量タッチ ノイズ免疫ガイド](#)

静電容量式タッチセンサは不要な電気信号によっても微小な静電容量の変化が発生するため、周囲環境の外乱ノイズの影響を受ける場合があります。このノイズが及ぼす影響の大きさはハードウェアの設計によって異なるため、設計段階で対策を施すことによりノイズに強くなり、効果的な製品開発を実現できます。このガイドでは、国際規格 IEC61000-4 に定める各免疫ノイズに対して、CTSU および CTSU2x を使用する製品のノイズ耐性を向上する方法についてご紹介します。

CTSU2SL 搭載 MCU とアプリケーションの開発事例

ルネサスが提供する CTSU2SL 搭載 MCU を使用することで、システム制御、静電容量式タッチセンサ、セキュリティなどの機能をシングルチップで実現し、ユーザーの BOM コストを削減できます。10 年以上の市場実績を持つ RX ファミリー MCU では、RX261/RX260 および RX140 が CTSU2SL を搭載しています。これらの MCU を使用することで、家電製品などの一般的なタッチアプリケーションに加え、以下のようにさまざまな用途に静電容量式タッチセンサを採用できます。一般的なタッチアプリケーションでは、RX140 を使用することで、HMI とシステム制御を 1 チップで統合し、システム全体の BOM コストを削減できます。さらに、RX140 より高い処理性能や大容量の内蔵メモリが必要な場合には、RX260 が適しています。また、CAN FD や USB、セキュリティ機能を必要とするアプリケーションには、RX261 が最適です。

エレベータの操作パネルに静電容量式タッチセンサを応用した近接ボタンを採用することで、パネルに直接触れずに操作できるようになり、不特定多数が利用する機器でも清潔さを確保できます。また、操作パネルとその他のモジュールを信頼性の高い CAN FD もしくは CAN で接続できます。RX261 は CAN FD を、RX140 は CAN を搭載しているので、操作パネルとその他のモジュールを信頼性の高い通信で接続できます。

スマートロックの操作パネルに静電容量式タッチセンサを採用することで、屋外使用で求められる耐水性と耐塵性を実現できます。さらに、スタンバイ中でもタッチイベントを検出できるスマートウェイクアップを活用することで消費電力を抑え、内蔵バッテリーによる動作時間の延長に貢献できます。また、RX261 は MCU 内蔵の強固なセキュリティ機能により、ユーザーデータの保護や無線経由でのファームウェア更新などを安全に実現できます。

結論

静電容量式タッチセンサの需要がますます高まっている一方で、導入するアプリケーションの多様化に伴い、高いノイズ耐性や耐水性、低消費電力化が求められています。ルネサスが提供する最新の静電容量式タッチセンサ IP である CTSU2SL は、マルチ周波数計測によるノイズ耐性の向上、アクティブシールドによるノイズ耐性と耐水性の向上、スマートウェイクアップによる低消費電力化を実現することで、これらのニーズにお応えします。また、様々な評価・開発ソリューションをご提供し、高性能・高機能な静電容量式タッチセンサの実現と開発期間の短縮に貢献します。

関連情報

[RX261](#) : 卓越した電力効率、高度なタッチ機能、強固なセキュリティを実現するマイクロコントローラ

[RX260](#) : 卓越した電力効率と高度なタッチ機能を実現するマイクロコントローラ

[RX140](#) : 第 3 世代タッチ IP を搭載し、更なる低消費電力化を実現したマイクロコントローラ

[RX261 搭載静電容量タッチ評価システム](#) : RX261 MCU 搭載したすぐにタッチキーソリューションを評価・開発できるキット

[RX140 搭載静電容量タッチ評価システム](#) : RX140 MCU 搭載したすぐにタッチキーソリューションを評価・開発できるキット

[静電容量タッチキー](#) : タッチキーソリューションをまとめた専門ページ

[HMI \(ヒューマンマシンインターフェース\) 市場 | 業界シェア 市場規模 成長性 2024 - 2029 年 \(gii.co.jp\)](#)

ルネサスエレクトロニクスまたはその関連会社（Renesas）無断複写・転載を禁じます。全著作権所有。すべての商標および商品名は、それぞれの所有者のもので、ルネサスは、本書に記載されている情報は提供された時点では正確であると考えていますが、その品質や使用に関してリスクを負いません。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、または非侵害を含むがこれらに限定されないことを含め、明示、黙示、法定、または取引、使用、または取引慣行の過程から生じるかどうかを問わず、いかなる種類の保証もなく現状のまま提供されます。ルネサスは、直接的、間接的、特別、結果的、偶発的、またはその他のいかなる損害についても、そのような損害の可能性について通知された場合でも、本書の情報の使用または信頼から生じる責任を負いません。ルネサスは、予告なしに製品の製造を中止するか、製品の設計や仕様、または本書の他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されています。ここで特に許可されている場合を除き、本資料のいかなる部分も、ルネサスからの事前の書面による許可なしに、いかなる形式または手段によっても複製することはできません。訪問者またはユーザは、公共または商業目的で、この資料の派生物を修正、配布、公開、送信、または作成することを許可されていません。(Rev.1.0 Mar 2020)

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)

<https://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、最寄り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。

<http://www.renesas.com/contact/>

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。