

Application Brief

家電製品向けの革新的なセンシング・ソリューション



Manny Soltero

Position Sensing

家電製品向けの 3 ポジション・センシング・ソリューション

可動部品を採用したコンシューマ製品は、単なる機械製品から、IC (集積回路) を使用した電子制御を採用した電気機械製品へと変化してきました。このような進化の 1 つの例は、洗濯機が、パドル型のスティックとしてささやかに始まったことです。このスティックは、川の岩の上に置かれた衣服の汚れを叩き出しました。当時、洗濯機はスティックから、バスタブやウォッシュボードへと移行し、さらにはリングを追加して、バスタブとリングをモーターに搭載し、最終的には現在の製品に類似した 1947 年の自動洗濯機へと移行しました。

現在の家電製品は、さまざまな種類のセンサを使用して、液面、ノブ・セレクタ、温度などを測定しています。1990 年にマイクロコントローラ (MCU) が導入された結果、家電製品からセンサ情報を収集し、この新しいデータ・セットに基づいて、情報に基づいた決定を下すことが可能になりました。たとえば、スピン・サイクル中に振動によって洗濯機のドラムの片側に衣服が移動する場合、高速な回転に進む前に、MCU は衣服が均等に分散されるまで、振動動作中にゆっくりとドラムを回転させます。これにより、洗濯機やその周囲への損傷を防止できます。

この資料では、機能、信頼性、精度、およびシステムの柔軟性を向上させるホール効果および誘導性位置センサによって実現される、3 つのセンシングの革新について説明します。

センシング・ソリューション番号 1 - 配置の柔軟性を高めたロータリー・エンコーディング

洗濯機と乾燥機では、ロータリー・エンコーディングによって、回転するドラムの速度と方向が決まります。この情報は、MCU がさまざまな洗浄モードとスピン・サイクルを管理するために不可欠です。真の 2D ラッチを統合した単一のデバイスでロータリー・エンコーディングを実装すると、2 つのホール効果ラッチを搭載したセンサに比べて、センサ配置のフレキシビリティが向上します。2D ラッチには 3 つの感度軸すべてを監視する機能があり、設計者は磁石の向きに応じて必要な 2 つの方向感度を持つ特定のデバイスを選択できます。この機能がないと、システム設計で 2 つの個別のセンサが課題になります。場合によっては、1 つのセンサを一方向に、もう一方のセンサを別の方向に向けなければならないからです。

ロータリー・エンコーディングは新しいものではありませんが、IC を最も利便性の高い場所に配置できるという利点

は、多くのデュアル・ラッチ、ホール効果センサにはありません。さらに、2D ラッチをオンボードに搭載しているため、[図 1](#) に示すように、リング磁石の極幅をさらに柔軟に調整できます。デジタル直交シグネチャを簡単かつ柔軟に提供するために設計された [TMAG5110](#) および [TMAG5111](#) デュアル 2D ラッチをご覧ください。

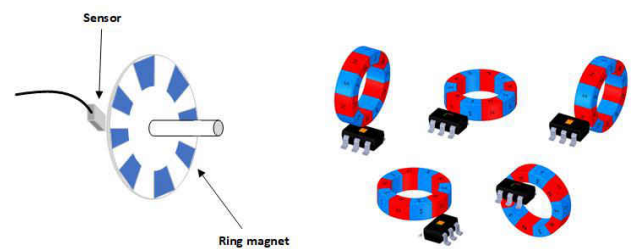


図 1. リング磁石と各種センサ配置を使用したロータリー・エンコーディング

センシング・ソリューション番号 2 - タッチ・ボタン、力検出機能付き

当然ながら、家電製品はそれほどクリーンではない環境でも動作します。密閉されたタッチ・ボタンは、食品の漏出 (ガステーブル) やグリースの蓄積 (レンジフード) が発生しやすい環境に最適な設計です。センサ・コイルから金属タッチ・ボタンまでの距離を間接的かつ非常に正確に測定する誘導技術は、この使用事例に最適な選択肢です。金属の固体シートを使用してタッチ・ボタンを作成し、外部環境をセンサから絶縁できるからです。この技術は、マイクロメートル・レンジのターゲットを測定するために固有の能力を備えているため、非常に正確な力検出が可能で、単純なオン/オフ以外にボタン機能を追加することもできます。[図 2](#) に、誘導性テクノロジーを実装してシームレスなインターフェイスを作成する方法を示します。

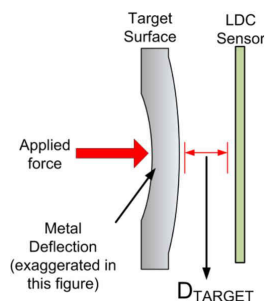


図 2. タッチ・ボタン向け誘導性センシング・テクノロジー

誘導性センシング・テクノロジー (LDC3114) の特長:

- 過酷な外部環境からの完全な分離
- 高い信頼性を実現する非接触型センシング
- 性能に影響を与えない、油、グリース、水に対する不浸透性
- ユーザーが手袋を着用している場合でも、一貫した機能を提供

- センサが摩耗、偶発的な損傷、環境の変化に自動的に対応するため、長寿命
- 複数のタッチ・ボタンにステンレス・スチールのシートを使用できる能力
- フォース・タッチの実装による、追加のタッチ・ボタン機能

表 1. スイッチとセンサの利点と欠点

	機械スイッチ	リードスイッチ	DRV5032 ホール効果センサ	TMAG5124 ホール効果センサ
長所	最小コストのアプローチ	MCU 汎用 I/O にパルスを印加すると、デバイスに電力が供給され、可変サンプリング動作が可能になります。	<ul style="list-style-type: none"> 低消費電力アプローチ (1 桁の mA 範囲) 大量生産時の 1 桁の割合での総システム・コスト 半導体 IC に固有の高い信頼性。 	<ul style="list-style-type: none"> 半導体 IC に固有の高い信頼性 電流出力により、次のことが可能になります: <ul style="list-style-type: none"> 固有のノイズ抑制による長いケーブル配線 ケーブル配線コストを削減する 2 線式接続 (V_{CC} と GND の配線のみが必要)
短所	継続的な使用による磨耗や破損は、早期故障の原因となる可能性があります。	<ul style="list-style-type: none"> 磁石が必要なため、コストが増加します 慎重な取り扱いと非標準のアセンブリを必要とするため、システム全体のコストが増加する可能性があります 	<ul style="list-style-type: none"> 磁石が必要なため、コストが増加します (リードスイッチとは向きが異なる) センサを取り付けるには、小型プリント基板 (PCB) が必要です 	

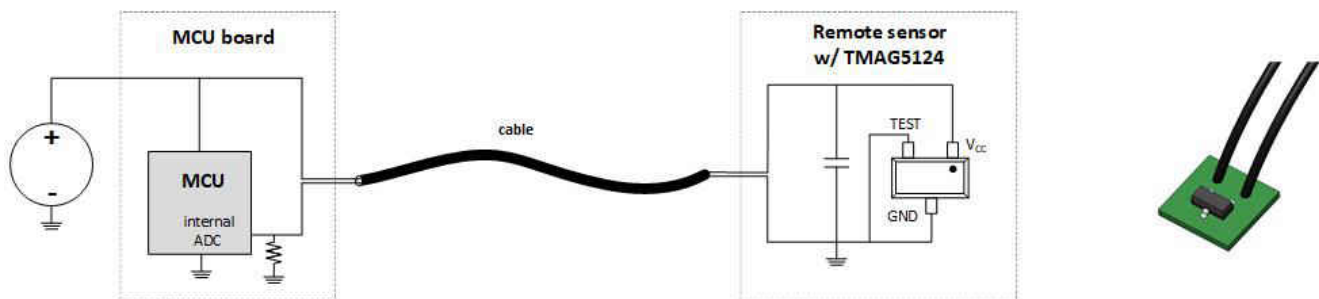
センシング・ソリューション番号 3 - 拡張ケーブル接続機能による開閉検出

機械式または非接触型の磁気スイッチは、冷蔵庫、洗濯機、乾燥機などの家電製品でドアの開閉を検出します。予算に配慮した家電製品は通常、価格の点で機械式または磁気式のリードスイッチを使用します。これらのスイッチは数十年にわたって動作してきましたが、課題も伴います (表 1 を参照)。

ハイエンド・アプライアンスは、磁気ホール効果センサを使用することがよくあります。これらのセンサにはいくつかの利点があるからです (2 個のテキサス・インスツルメンツのホール効果センサを含む 表 1 を参照)。DRV5032 は、最

小レート 5Hz でデューティ・サイクルを内部で設定されるため、低消費電力デバイスと見なされます。テキサス・インスツルメンツ製品ラインアップ内にある他のデバイスは、さらに低いレートでパワー・サイクルを実行することができます。ただし、サンプリングを開始するまでに電源オン時間を待つ必要があることに注意してください。

表 1 に示すように、TMAG5124 などの 2 線式電流出力デバイスを使用すると、電圧出力デバイスに比べて大きな利点があります。図 3 に、ハイサイド構成の接続と、TMAG5124 の小さな PCB 実装を示します。2 線式のホール効果センサは PCB を必要としますが、通常は大きくてかさばるものではないことに注意してください。


図 3. TMAG5124 2 線式接続と小型 PCB 実装

このアプリケーション・ブリーフで紹介する位置センシング設計は、家電製品でホール効果センサと誘導性センサをどのように使用するかを示します。特定の家電製品の情報については、表 2 を参照してください。この表は、家電製品のリストと、テキサス・インスツルメンツの位置センシング・デバイスを使用して実現できる機能を示しています。設計でこれらの機能を使用する方法の詳細とリソースについては、表のリンクを参照してください。その他のリソースについては、「関連資料」セクションを参照してください。設計を開始するための主要な資料がリストされています。

表 2. 主な機能と追加情報

家電製品	機能	リンク
ガステーブル	回転式ダイヤル、ノブ	E2E™ FAQ
オーブン	タッチ・ボタン、回転式ダイヤル、ノブ	E2E™ FAQ
レンジフード	タッチ・ボタン、ロッカー・スイッチ	E2E™ FAQ
冷蔵庫	開閉検出、ディスペンサー・レバー	E2E™ FAQ
食器洗い機	開閉検出、タッチ・ボタン	E2E™ FAQ
洗濯機、乾燥機	開閉検出、ドラム速度検出、水位、タッチ・ボタン	E2E™ FAQ

関連資料

- テキサス・インスツルメンツ、[『2D ホール効果センサを使用した増分ロータリー・エンコーディングの直交誤差の低減』アプリケーション・ノート](#)
- テキサス・インスツルメンツ、[BOOST-LDC3114EVM、LDC3114 誘導性センシング用評価基板ツール・ページ](#)
- テキサス・インスツルメンツ、[LDCTOUCHCOMCOILEVM、誘導性タッチ・センサ・コイル評価ボードツール・ページ](#)

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス・デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所 : Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated