

Application Brief

電子スマート ロックでホール効果センサを使用する方法



Justin Beigel

電子スマート ロックの位置センシング

モノのインターネット (IoT) は、ネットワーク接続されたサーモスタットやスマート ロックなど、アクセスしやすさとセキュリティを向上させる多くのスマート ホーム家電製品を生み出しています。一部の電子スマート ロックには、ボルトの位置を検出するセンサやロックハウジングの改ざんを防止するセンサが搭載されています。ボルトの移動端を判定するセンサを搭載すると、モーターへのひずみを低減したり、ロックがキーなど他の方法で移動したことを検出したりするのに役立ちます。スマート ロックのセンサを搭載すると、ボルトの移動方向などの追加のシステム情報も得られ、ロックがドアの左側と右側のどちらに取り付けられているかを判定できます。単にボルトの移動終了を判定するだけでなく、中間位置情報を必要とする高度な機能まで、センサはアプリケーションの要件に応じてボルトの位置を検出するために必要なレベルの詳細を提供します。

スマート ロックのセンサでのもう 1 つの使用方法は、改ざん検出です。この機能は、誰かがスマート ロックの内部にアクセスしたりドアを通してハッキングしたりするのを防止するのに役立ちます。改ざん検出機能を実装すると、外部の磁界がデバイス内の他のホール効果センサの性能に影響を与えることを防止したり、取り付け後にケースが開かれているかどうかだけを判定したりできます。

このホワイト ペーパーで説明するセンサの最後のアプリケーションは、ドアの開閉検出です。この使用事例は、スマート ロックに搭載できるほか、ホーム セキュリティシステム内の個別のモジュールとして活用できるものです。これらのモジュールは、スマートロックがボルトを移動させようとする前にドアを完全に閉じた状態にするのに役立ちます。ドアが完全に閉じる前にボルトを動かすと、モータにストレスを与えたり、部分的にロックされているだけなど、ボルトが標準以下の状態になる可能性があり、システムが危険にさらされる可能性があります。

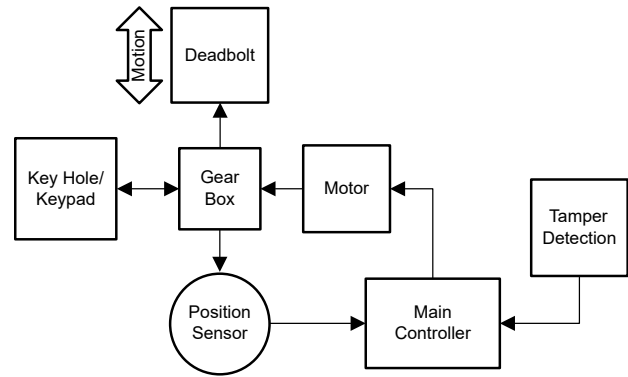


図 1. スマート ロック位置センシングのブロック図

図 1 に、電子スマート ロックで位置センサを使用する実装例を示します。この図では、デッド ボルトの動きではなく、位置センサがトランスミッションからの変化を監視しています。さらに、改ざん検出情報をメイン コントローラに提供するためにセンサを使用しています。

さまざまな種類のホール効果センサ

TI は、リニア、ラッチ、スイッチという 3 種類のホール効果センサを提供しています。リニア センサーは変化する磁場を検出し、その強度を報告します。これは、変位によるスライド、角度計算、近接センシングなどのアプリケーションに役立ちます。リニア センサは、デバイスの向きや、デバイスが敏感な寸法の大きさに応じて、異なる方向の磁界に敏感になる可能性があります。2 次元 (2D) または 3 次元 (3D) のセンシング用に構築されたデバイスを使用して、角度測定を実行し、磁石の回転方向を決定できます。回転検出を実装するのに必要な寸法は 2 つのみなので、3D デバイスは 2 つの軸を使用して角度データを決定し、3 番目の軸を使用して改ざん検出を実装できます。

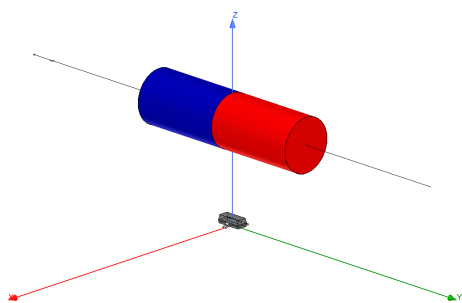


図 2. スライドバイ磁石の例

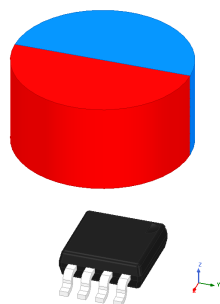


図 3. 回転磁石の例

ラッチ デバイスとスイッチ デバイスは、磁界強度がスレッシュホールドを超えたときにデジタル信号を出力できます。これは、イベント計数、非接触型スイッチ、改ざん検出などのアプリケーションに便利です。

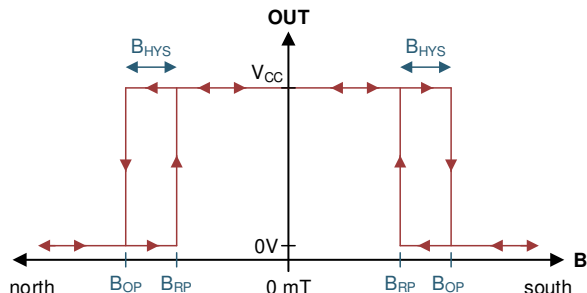


図 4. オムニポーラ ホール効果スイッチ機能

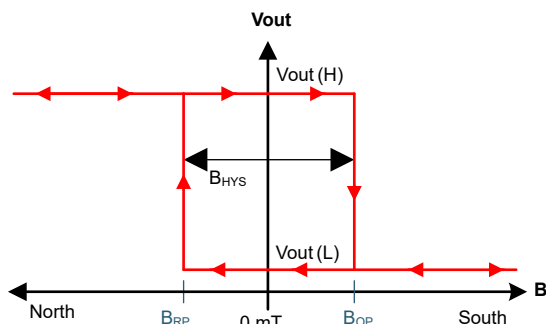


図 5. ホール効果ラッチ機能

ホール効果センサの利点

ホール効果センサは、磁気スイッチを実装するための唯一の選択肢ではありません。リード スイッチは、オン/オフまたは開閉の単純な近接検出を必要とするアプリケーションでもう 1 つの一般的な部品です。ただし、リード スイッチを使う主な欠点の 1 つは、デバイスの機械的性質により、寿命が限られていることです。ホール効果センサには、リード スイッチのような機械的接点がありません。また、機械的な磨耗や破損による影響を受けない堅牢性の高い設計を実現できます。リード スイッチを置き換えるホール効果センサの詳細については、[TI のホール効果およびリニア 3D ホール効果センサーによるリード スイッチの置き換えアプリケーション ノート](#)を参照してください。

スマート ロックのリニア ホール効果センサの使用

スマート ロックでのリニアホール効果センサの一般的な実装の 2 つは、ボルトの動作を追跡することと、キーまたはモーターの回転を追跡することです。ボルトの位置の追跡は、1 軸 (1D) リニアホール効果センサを使用して変位ごとのスライドを作成することで実現できます。スライド バイの実装の詳細については、[「リニア ホール効果センサーを使用したスライド バイ変位の追跡」アプリケーション概要](#)を参照してください。

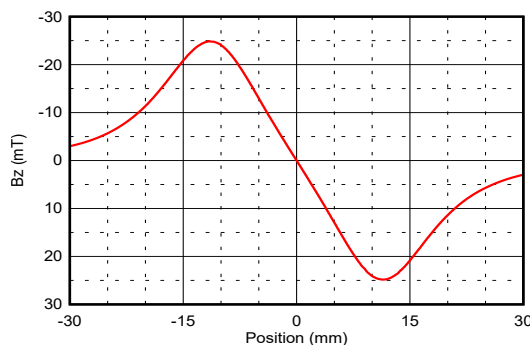


図 6. 線形スライドバイ磁石の磁界

モーターとリニア ホール効果センサとともに回転する単純な円柱型磁石を使用して、キーまたはモーターの回転をトラッキングできます。磁石が回転すると、2 軸の磁界成分が正弦波のパターンで変化します。これらの正弦波の変化を検出するには、ホール エフェクト センサに少なくとも 2D の感度が必要であり、変化する磁界を使用して磁石の角度を決定できます。このため、2 つの 1D リニア ホール効果センサまたは 1 つの 3D リニア ホール効果センサを使用してダイヤルを実装できます。さらに、[TMAG5273](#) や [TMAG5170](#) などの一部のリニア 3D ホール効果センサには、レジスタを介して角度を計算して報告する CORDIC エンジンが組み込まれており、MCU 処理の負担を軽減します。これらのデバイスにはウェーク モードとスリープ モードもあり、低消費電力実装を実現するのに役立ちます。

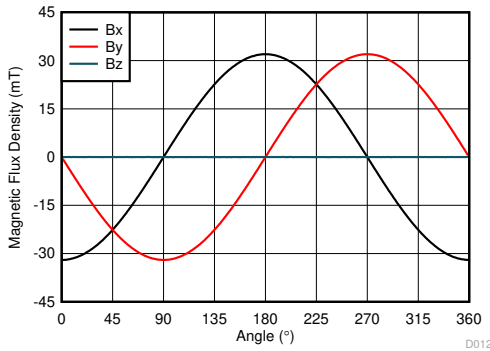


図 7. 軸上のフィールド コンポーネント

スマート ロックで使用されるスイッチとラッチ ホール効果 センサ

スイッチとラッチのホール効果センサはどちらも、同じ方法で実装できます。これらのデバイスを使用して、ボルトが完全にロックされているか、完全にロック解除されているかを判断するためのストローク終了を実装できます。複数のスイッチまたはラッチを使用すると、ボルトの中間状態に関するより正確な情報が得られます。ただし、複数のセンサを使用すると合計消費電力が増加するため、バッテリー駆動システム向けの低消費電力ホール効果センサ ([DRV5032](#) FB バージョンなど) を検討する必要があります。

パッケージのマーキング面と平行な磁場を感知するインプレーン ホール効果スイッチが必要な場合は、[TMAG5233](#)、[TMAG5133](#)、または [TMAG5134](#) を検討してください。ほとんどの従来型のホール効果スイッチとは

異なり、面内センサではデバイス パッケージの Z 軸 (水平センサ) ではなく、パッケージ (垂直センサ) と平行な磁界を測定します。

スイッチやラッチは、スマート ロック内に開閉機能や改ざん検出を実装する場合にも役立ちます。このアプリケーションは複数方向の感度を持つことは利点ですが、シンプルな低消費電力スイッチまたはラッチを使用してこれを実現できます。改ざん検出はさらに進歩し、外部磁石の浮遊磁界耐性を実現できます。この機能は、磁石が実際に開いている、または改ざんされている場合に、外部の磁石がセンサの開閉を欺いてドアまたはロック ケースが閉じていると判断しようとするのを防止するのに役立ちます。これらの機能の詳細については、「[ホール効果センサーを使用した改ざんの制限検出および移動終了検出](#)」のアプリケーション概要を参照してください。

まとめ

ホール効果センサは、電子スマートロックでの位置センシングと改ざん検出のための多用途で信頼性の高いセンシング設計を実現できます。さまざまなデバイス タイプとパッケージ オプションを採用しているため、アプリケーション設計のニーズに応じてさまざまな磁石とセンサ配置を使用し、設計のフレキシビリティを高めることができます。また、低消費電力オプションを選択すると、バッテリー動作のアプリケーションに追加の利点があります。最後に、非接触式であるため、ホール効果センサは、他の設計実装のように摩耗や損傷の影響を受けない、より堅牢な設計を実現できます。

表 1. 推奨ホール効果デバイス

デバイス	特性	設計上の考慮事項
DRV5032	超低消費電力デジタル スイッチ ホール効果センサは、SOT-23、X2SON、TO-92 パッケージで供給されます。オムニポーラとユニポーラの両方のオプションが利用可能です。	低消費電力アプリケーションに最適です。このデバイスは最小 1.65V で動作し、標準消費電流は 1uA 未満です。X2SON の DU および FD バリエーションは、デュアル ユニポーラ機能を備えています。
TMAG5231	汎用、低消費電力オムニポーラ ホールエフェクト スイッチ、SOT-23 パッケージで供給。	低消費電力のコンシューマ アプリケーション向けにコスト最適化されています。
TMAG5233	同一面内デジタル ホール効果スイッチ (垂直センサ) は、業界標準の SOT-23 パッケージで供給されます。	パッケージのマーキング表面に平行な N 磁極と S 磁極の両方に反応するオムニポーラ磁気応答を備えています。
TMAG5133	同一面内デジタル ホール効果スイッチ (垂直センサ) は、業界標準の X1LGA パッケージで供給されます。	パッケージのマーキング表面に平行な N 磁極と S 磁極の両方に反応するオムニポーラ磁気応答を備えています。
TMAG5134	同一面内デジタル ホール効果スイッチ (垂直センサ) は、業界標準の X1LGA または SOT-23 パッケージで供給されます。	パッケージのマーキング表面に平行な N 磁極と S 磁極の両方に反応するオムニポーラ磁気応答を備えています。
TMAG5273	低消費電力のリニア 3D ホール効果位置センサ、I2C インターフェイス付き、6 ピン SOT-23 パッケージで供給。	3 軸すべての磁界強度を測定し、I2C インターフェイス経由でデータを報告します。このデバイスは、最小 1.7V で動作できます。電力モードオプションが構成可能なため、システム性能と消費電流を最適化できます。
TMAG5170	高精度リニア 3D ホール効果位置センサ、SPI インターフェイス付き、8 ピン DGK パッケージで供給。	3 軸すべての磁界強度を測定し、SPI 経由でデータを報告します。このデバイスは、高精度であり、システム監視に役立つ自己診断機能を備えています。

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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 テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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ます。

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 テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツ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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、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、テキサス・インスツルメンツ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テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(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ます。

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テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ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。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツ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、テキサス・インスツルメンツ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 © 2025, Texas Instruments Incorporated