Technical Article

ホール エフェクト:イン プレーン スイッチによる感度の向上と設計コストの削減

Rishi Ramabadran

ドアおよび窓のセンサ、電子スマート ロック (図 1 を参照)、ノート PC、イヤホン、タブレット、スマートフォン、水道およびガス メーターなど、スマート磁気位置センサを搭載したデバイスには、より小型で電力効率の優れたスイッチが必要です。磁気スイッチは多くの場合、プリント基板 (PCB) に平行または水平の磁界を検出する必要があります。これはセンシング方向の一種で、イン プレーンと呼ばれます。

図 1. 電子ロックは磁気センサ スイッチを使用

最も一般的なイン プレーン磁気スイッチは、異方性磁気抵抗 (AMR)、トンネル磁気抵抗 (TMR)、リード スイッチです。AMR と TMR は、磁界の角度と大きさに基づいて抵抗値が変化します。リード スイッチは、ガラス管に封入された 2 個の強磁性金属で構成されます。十分に強い磁場を強磁性金属の間にチャネリングすると、2 つの金属が接触します。

AMR、TMR、リード スイッチは市場で現在使用されているソリューションですが、いくつかの欠点があります。リード スイッチはガラス管や他の密閉式筐体に封入されているため、パッケージが大きく高価で、磁石の横に配置するとトルクの影響を受けやすくなります (図 2 を参照)。また、これらの筐体はスイッチが 10 万回から 100 万回オン / オフすると容易に破損するため、この技術は耐久性や信頼性に劣る欠点があります。また、リード スイッチでは次回を高精度で検出できません。

リード スイッチを設計するときの別の問題は、デバウンス (2 つのリードが接触した後に離れる弾性衝突の結果) が発生する可能性があることです。デバウンスが起きると信号のセトリング タイムが長くなり、対応が行われないと伝送の完全性に影響を与える可能性があります。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

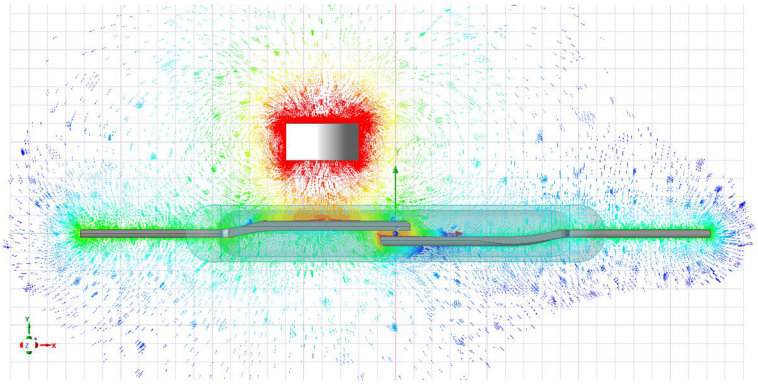

図 2. 2 つのリードの先端の間に磁束密度が集中しているリード スイッチの応答のシミュレート

AMR および TMR センサは、金属層が複雑にスタックしているため、製造コストが高くなります。これらの金属層を作成するには特化した蒸着装置が必要ですが、このような機器は入手が困難で、生産量が制限されることがあります。さらに、これらの層も磁化する必要があります。

磁気センシングの新時代

現在需要が増え続けているのが、ホール エフェクト技術です。この技術は、一般的なタイプのスイッチと同等の感度と消費電力を実現しながら、スケーラブルでより経済的なためです。ホール エフェクト スイッチは、磁界の大きさに基づく電圧の変化を監視することで機能します。

TI の TMAG5134 イン プレーン ホール エフェクト スイッチ (図 3) には磁気コンセントレータが搭載されています。このコンセントレータは、センシング素子の上に配置された 2 枚の金属プレートで構成されます。コンセントレータはセンシング素子の両端の磁界を集中し、磁界を増幅して、ホール エフェクト センサのみでは効果的に測定できない微弱な磁界を検出可能にします。TMAG5134 は最低 1mT の磁界を検出できるため、小型の磁石を使用でき、システム レベルのコストを削減できます。

TMAG5134 に搭載された磁気コンセントレータによって得られる性能と、ホール エフェクト テクノロジーの製造コストにより、AMR、TMR、リード スイッチと互角に競合でき、システム コストが大幅に削減されます。

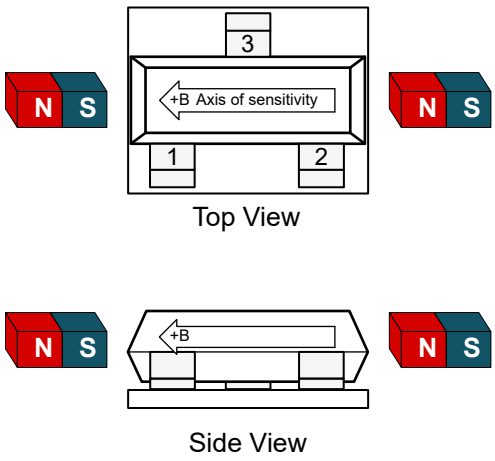

図 3. TMAG5134 ホール エフェクト スイッチのイン プレーン位置設計

磁気コンセントレータが搭載され、それによって信号が増幅されるため、センサにそれほど大きな電流をバイアスする必要がなくなり、標準的なホール エフェクト センサに比べて消費電力が削減されます。TMAG5134 の消費電流は、わずか 0.6µA 程度です。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

また、TMAG5134 はイン プレーンのセンシング方向を使用しているため、PCB に平行または水平な磁界を検出するシステムを、より柔軟に設計できます。この課題は、トランジスタ アウトライン (TO)-92 パッケージのホール エフェクト スイッチを使用しても解決できますが、この方法は基板の大きな面積を使用します。TMAG5134 はホール エフェクト スイッチなので、磁界を非接触式で検出し、機械式スイッチに比べて摩耗や損傷が低減するとともに、信頼性と復元力が向上します。

TI は Texas Instruments Magnetic Sense Simulator (TIMSS) という磁気シミュレーション ツールを提供しており、このツールを使用すると、センサの磁石の配置に基づいて磁界とセンサ出力をシミュレートできます。TIMSS を使用すると、システムと製品全体の設計の変更回数が減り、さまざまなシステム公差を使用した実験をすぐに行うことができます。TIMSS で TMAG5134 を選択すると、実際のシステムで得られるのと同じ磁界とデバイス出力を 3D で視覚化できます。

設計エンジニアは多くの場合、適切な技術を選択するとき、コスト、消費電力、動作スレッショルドを考慮する必要があります (表 1 を参照)。

表 1. TMAG5134 ホール エフェクト スイッチと、他のイン プレーン センシング技術との比較

パラメータ	TMAG5134	AMR スイッチ	TMR スイッチ	リード スイッチ
センシング方向	イン プレーン (X 軸)	イン プレーン (X 軸)	イン プレーン (X 軸)	イン プレーン (X 軸)
コスト	低	高	高	高
消費電流	最小 0.6µA	< 0.1µA	< 0.05µA	0
標準動作スレッショルド (Bop)	最小 1mT	約 3mT	最小 0.3mT	<5mT

よりスマートなセンシング アプリケーション

TMAG5134 などのイン プレーン ホール エフェクト スイッチには、次のような機能があります。

1. ドアや窓のセンサ、および電子スマート ロックなどのスマート ホーム システム:
2. ドアや窓の開閉を検出します。
3. デッドボルトの位置を監視して、ドアの状態を判定します。
4. バッテリ動作期間を延長します。
5. ノート PC、タブレット、イヤホンなどのコンシューマ エレクトロニクス機器:
   a. ノート PC の蓋やタブレットのカバーの開閉や、ノートブックを 360 度折りたたんだことを検出します。ノート PC やタブレットでは、画面の開閉状態に応じて画面のオン / オフが切り替わります。
   b. イヤホンの充電ケースの蓋を開閉した、またはイヤホンをケースに挿入またはケースから取り出したことを判定します。どちらの操作の場合も、イヤホンの充電状態が判定されます。
6. エネルギー インフラストラクチャ:
   a. 水道やガスのメーター内にある磁石のスワイプを検出して、メーターを診断モードに移行させます。
   b. メーター上の外部磁石の配置を検出して、測定を中断します。

まとめ

TMAG5134 などのイン プレーン ホール エフェクト スイッチは、将来の磁気位置センシングの鍵を握っています。将来的に、TMAG5134 のようなデバイスは、拡張現実や仮想現実用のヘッドセットやスマート眼鏡のような製品に適している可能性があります。TMAG5134 イン プレーン ホール エフェクト スイッチは優れた性能と低コストの両方を実現できるため、魅力的な選択肢です。

その他の資料

- ホール エフェクト ブレークアウト アダプタ評価基板を使用して開発を開始できます。
- TMAG5134EVM により、ホール エフェクト スイッチの設計を迅速に評価できます。
- 磁気センサに関する TI Precision Labs ビデオ シリーズをご覧ください。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

商標

すべての商標はそれぞれの所有者に帰属します。

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 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 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