

## Application Note

## リード・スイッチをテキサス・インスツルメンツのホール効果センサとリニア 3D ホール効果センサに置き換える



Brian Dempsey

## 概要

現在の世界では、IoT とホーム・セキュリティの交差から、さまざまなホーム・セキュリティ・ソリューションが生まれています。その最先端の 1 つはドア・センサと窓センサで、通常はリード・スイッチを使用して特定の場所での開閉イベントを検出します。このレポートでは、リード・スイッチに代わる方法として、ホール効果スイッチおよび 3D ホール効果センサという 2 つの検出ソリューションを紹介し、それらのソリューションによって設計を改良する方法について解説します。このドキュメントでは、リード・スイッチ、低消費電力のホール効果スイッチ DRV5032、および TMAG5170 の性能を比較します。TMAG5170 は 3D ホール効果センサで、3 軸のリニア出力があるため、リード・スイッチやホール効果スイッチよりも改ざん検出機能が強化され、機械的な柔軟性が増し、バイナリ出力が改良されています。また、このアプリケーション・ノートでは、3 種類のデバイスすべての性能と改ざんの受けやすさを評価し、それぞれの長所と短所を示します。

## 目次

1 概要.....	3
2 リード・スイッチの概要.....	3
3 ホール効果センサの概要.....	4
4 性能比較.....	6
5 DRV5032 のテストの構成と結果.....	6
5.1 DRV5032 のテストの構成.....	6
5.2 結果についての説明.....	7
5.3 DRV5032 のテスト結果.....	7
5.4 前面手法の結果.....	8
5.5 側面手法.....	10
5.6 改ざんの受けやすさのテストの構成.....	11
5.7 改ざんの受けやすさのテスト結果.....	12
6 リード・スイッチのテスト構成と結果.....	12
6.1 リード・スイッチのテストの構成.....	12
6.2 リード・スイッチのテスト結果.....	12
6.3 前面手法の結果.....	12
6.4 側面手法の結果.....	14
6.5 改ざんの受けやすさのテストの構成.....	15
6.6 リード・スイッチの改ざんの受けやすさテストの結果.....	16
7 TMAG5170 のテストの構成と結果.....	16
7.1 TMAG5170 のテストの構成.....	16
7.2 TMAG5170 のテスト結果.....	19
7.3 TMAG5170 の改ざんの受けやすさのテストの構成.....	20
7.4 TMAG5170 の改ざんの受けやすさのテストの成果.....	20
8 まとめ.....	22

## 図の一覧

図 2-1. リード・スイッチと単純な回路.....	3
図 3-1. ホール効果センサの動作原理と磁束方向.....	4
図 3-2. DRV5032 のアプリケーションの例.....	4
図 3-3. アプリケーションのブロック図.....	5

図 3-4. ドアに取り付けられた一般的なセンサでフレームを持ち上げた状態.....	5
図 5-1. 前面および側面の手法.....	6
図 5-2. DRV5032 のテストの構成.....	7
図 5-3. テスト結果についての説明.....	7
図 5-4. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 上面ビュー.....	8
図 5-5. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 側面ビュー.....	8
図 5-6. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 軸外ビュー.....	9
図 5-7. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 上面ビュー.....	10
図 5-8. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 側面ビュー.....	10
図 5-9. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 軸外ビュー.....	11
図 5-10. DRV5032 の改ざんテストの構成.....	11
図 6-1. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果: 上面ビュー.....	12
図 6-2. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果: 側面ビュー.....	13
図 6-3. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果: 軸外ビュー.....	13
図 6-4. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 上面ビュー.....	14
図 6-5. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 側面ビュー.....	14
図 6-6. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 軸外ビュー.....	15
図 6-7. リード・スイッチの改ざんの受けやすさのテストの構成.....	15
図 7-1. TMAG5170EVM ボード.....	16
図 7-2. TMAG5170 の磁気接近方向.....	17
図 7-3. TMAG5170 の X 軸上の接近.....	18
図 7-4. TMAG5170 の 45 度での接近.....	18
図 7-5. TMAG5170 の軸上の磁気検出.....	19
図 7-6. TMAG5170 の軸外の磁気検出.....	19
図 7-7. TMAG5170 の直交方向の改ざんテストのセットアップ.....	20
図 7-8. TMAG5170 直交軸磁気の検出: 結果.....	20
図 7-9. TMAG5170 の並列方向の改ざんテスト: 構成.....	21
図 7-10. TMAG5170 の並列方向の改ざんテスト: 結果.....	21

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 概要

ドアや窓のセンサは、あらゆるホーム・セキュリティ・システムのバックボーンとなるもので、家庭なオフィスでどのドアと窓が開いており、どれが開いているかの監視を目的としています。これらのデバイスの大半はバッテリーで動作し、ドアや窓が開いている / 閉じているかどうかに関する情報を、メイン・セキュリティ・システムのハブに通知します。アラームがオンのときにドアや窓が開いたり、破られたりするイベントが発生した場合、センサはメイン制御パネルにアラート信号を送信し、メイン・アラームを直ちにトリガします。

ドアや窓のセンサの内部動作を詳しく調べると、このデバイスの機能と明らかに不可分なデバイス、すなわち強磁性感度を持つデバイスが存在することが分かります。単純なリード・スイッチやホール効果センサも使用できますが、設計でどちらを、どのような理由で使用すべきでしょうか。

このドキュメントの以後のセクションでは、一般的なリード・スイッチ、DRV5032、TMAG5170 の概要について説明し、性能や改ざんの受けやすさという観点から、テストと結果に基づいて比較します。

## 2 リード・スイッチの概要

リード・スイッチは、現在のドアや窓のセンサに最も一般的に使用されている部品の 1 つでしょう。このスイッチは本質的に、ガラス管に強磁性材料で構成された 2 枚の小さなブレードを入れ、不活性ガスを注入したものです。これらのデバイスには、N.O. (通常オープン) と N.C. (通常クローズ) の構成がありますが、ビル・セキュリティ業界の多くで最も一般的に使用されるのは、通常オープンの接点です。一般的なリード・スイッチと、アプリケーションに適した方法でスイッチを活用する単純な回路を、図 2-1 に示します。

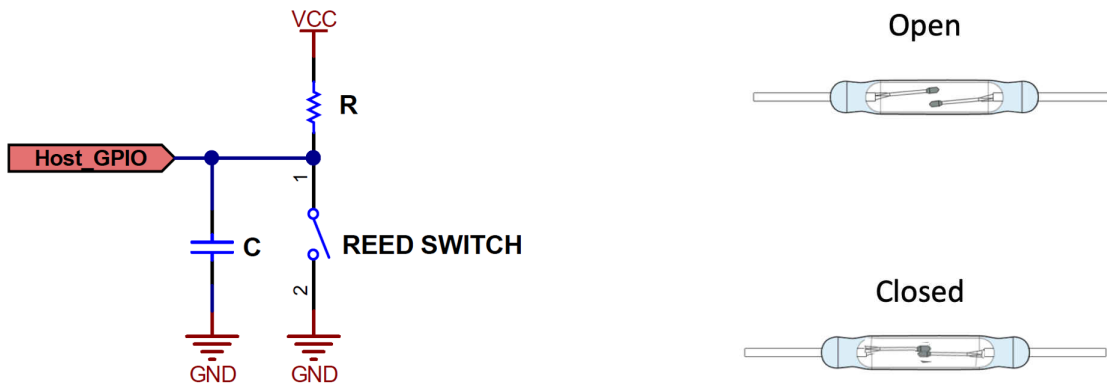


図 2-1. リード・スイッチと単純な回路

また、製造後にリード・スイッチの使用に関して問題が発生する可能性もあります。主要な懸念の 1 つは、リード・スイッチの寿命が限られていることです。このデバイスは機械的の性質を持つため、物理スイッチの自然な摩耗や破損により、デバイスの寿命が制限されます。

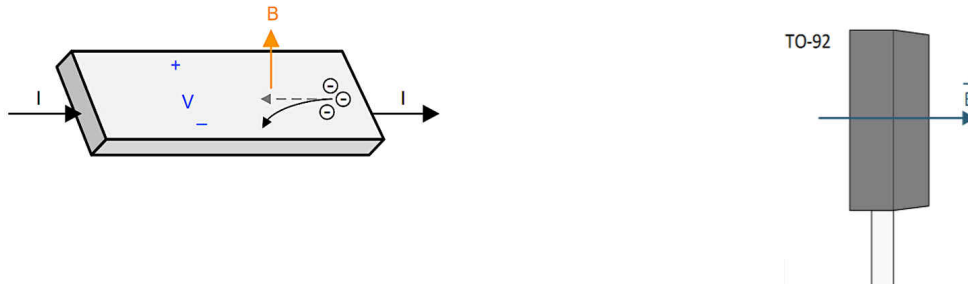
もう 1 つの問題は、使用するペリフェラル回路によって異なるリード・スイッチの消費電力です。スイッチがオープンするとき、スイッチがソース電圧にプルアップされると、このプルアップ・ネットワークに関連して電流が発生します。他の構成では、スイッチがクローズのとき、プルダウンまたはプルアップ抵抗をわずかな電流が通過します。ただし、この消費電力を最小化するために使用できる構成もあります。このような構成を次に示します。

- プルアップ抵抗のサンプリングを使用できます。これは、プルアップが接続されている電圧が制御可能なことを意味します。通常、IO ピンが数  $\mu\text{s}$  オンになり、別の IO がリード・スイッチの両端の電圧をチェックします。
- また、コンデンサや他の回路を使用して、一定の消費電流を回避する、より複雑な回路も使用できます。
- 3 端子リード・スイッチも使用できます。この場合、消費電力を 0 にできます。

### 3 ホール効果センサの概要

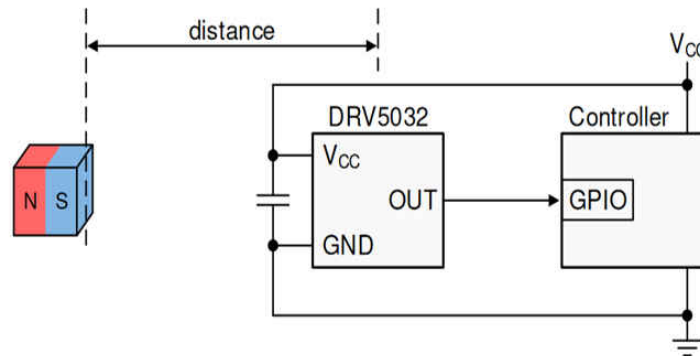
ホール効果センサは、リード・スイッチとは異なり、磁界の検出にも使用できる IC デバイスです。テキサス・インスツルメンツが供給しているホール効果センサのうち、TMAG5273 や TMAG5170 などの一部は、リニア出力で 3D 空間磁気検出も行えます。その他の製品は、特定の軸で磁界が検出されたとき、リード・スイッチと同様にバイナリを出力します。DRV5032 を VCC の 1.8V 電源電圧により、毎秒 5 サンプルで使用する場合、平均消費電流はわずか 540nA で、リード・スイッチの代替として優れた低消費電力のオプションです。

ホール効果センサは、[図 3-1](#) に示すように、磁界 (B) が存在するとき、電流 (I) が通過する導体に発生する電位差 (V) を検出します。



**図 3-1. ホール効果センサの動作原理と磁束方向**

この電気物理特性を IC に統合することで、リード・スイッチと同様に磁界を検出できます。次に示す DRV5032 の回路図は、マイクロコントローラを使用してデバイスからのバイナリ出力を検出する、このアプリケーションの例です。検出距離は、製品で利用可能な磁気スレッシュホールド感度のバリエーションによって調整できます。このドキュメントに記載されているテストでは、デバイスの全極性 FB バージョンを TO-92 パッケージで使用しています。このデバイスの詳細については、TI.com の DRV5032 製品ページを参照してください。DRV5032 のようなホール効果スイッチは、単純なオープンとクローズのステータスで十分なアプリケーションに適しています。また、このデバイスは非常に低消費電力で、毎秒 5 サンプルなら消費電流はナノアンペア単位です。バッテリー駆動のアプリケーションでは、できる限りの消費電力低減が必要なため、この低消費電力が非常に有用です。DRV5032 のアプリケーションの例を、[図 3-2](#) に示します。



**図 3-2. DRV5032 のアプリケーションの例**

より詳細な検出シナリオに適した、もう 1 つの優れたオプションは、TMAG5170 や TMAG 5273 などのリニア 3D ホール効果センサです。TMAG5170 は、このドキュメント全体を通してテストに使用されています。これらのデバイスは、3 軸の検出が必要な、または望ましい、より高度な検出方式に適しています。3 軸デバイスを活用すると、通常使用の磁気出力をアクティビティのリファレンス・ポイントとして使用し、3 つの平面すべてで改ざんを検出できます。通常のアイドル状態を想定して、デバイスからのリニア出力が変動していることが示された場合、デバイス所有者にアラートを送信して、その特定のドアや窓について異常な状態がセンサによって検出されたことを通知します。コンパニオン・ホスト・マイクロコントローラを使用する TMAG5170 のアプリケーション例を、[図 3-3](#) に示します。

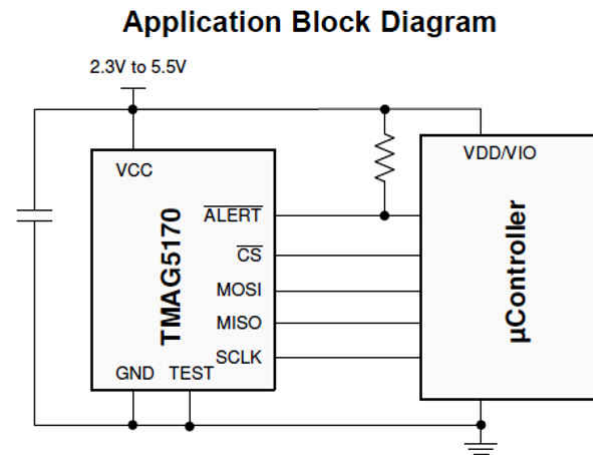


図 3-3. アプリケーションのブロック図

リニア 3D ホール効果センサは、図 3-4 に示すような位置に取り付けられ、取り付け位置の変動を必要とするセンサにも適しています。ここでは、ドア・フレームがドア自体から持ち上げられることで、X 軸と Y 軸の両方にデルタ距離が発生します。この場合にはリード・スイッチも使用可能ですが、磁石の距離と方向の関係で、配置の制限が厳しくなります。3 軸の TMAG デバイスには、ドア・フレームから追加されるオフセットによる磁石の特殊な位置を検出する機能があります。

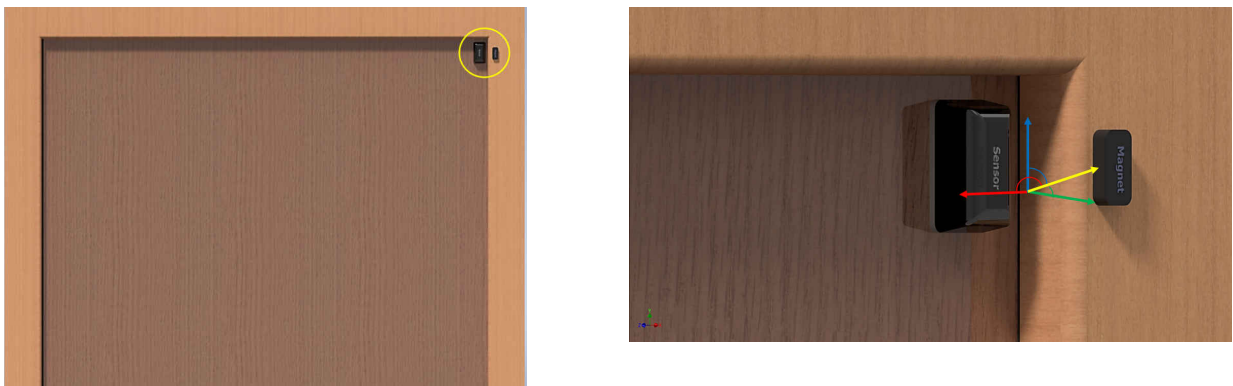


図 3-4. ドアに取り付けられた一般的なセンサでフレームを持ち上げた状態

## 4 性能比較

このセクションでは、各デバイスで使用されるテスト構成の詳細について説明し、得られたデータから性能の適切な比較と、検出の再現性について解説します。以降のセクションで説明するすべてのテストでは、同じ円柱型自社を使用し、センサやスイッチに対して同じ方式を利用します。

これら 3 つのデバイスについてもう 1 つ、製品設計者にとって重要なテストは、改ざんの受けやすさについてです。ドア・センサや窓センサの場合、センサの検出フィールドに外部から磁石を持ち込むことで改ざんされやすくなってはいけません。言うまでもありません。この条件から、各デバイスが改ざんの試みをどれだけ効率的に防ぐことができるかを判定するため、最後のテストの組が行われます。テスト環境は、以下の説明に従って設定します。

## 5 DRV5032 のテストの構成と結果

以下のセクションでは、DRV5032 のテストに使用する構成と、各テストの結果について概説します。

### 5.1 DRV5032 のテストの構成

最初のテストでは、リード・スイッチと DRV5032 ホール効果スイッチの性能を比較します。このテストでは、検出感度を上げるため X 軸の両側からいくつかの距離を選択しています。また、{Z, Y} 平面にある複数の測定ノードでの感度を示すため、Z 軸の値も変動させます。このテストの設定には、デバイスの位置に対する感度の依存性を示すため、{X, Z} 平面の変動ノードでも同一のテストのプロセスが含まれています。両方のテストで使用される磁石の方式を、[図 5-1](#) に示します。

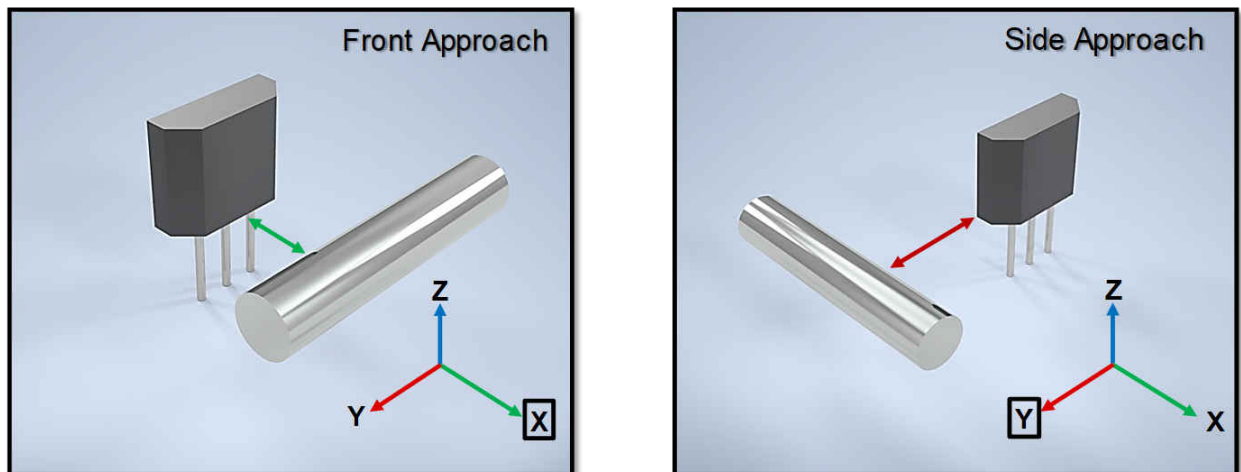


図 5-1. 前面および側面の手法

このテストで使用される円柱型磁石は、人体の長さ分だけ磁化されています。このため、磁石の中心点での磁束はごく小さな値です。この理由から、y 軸に沿った中心点の位置は DRV5032 のテスト結果として有用ではありませんが、正確なモデル化のために追加されています。

各ノードの座標 (Y 軸, Z 軸) ごとに、磁石はゆっくりとデバイスに向かって移動し、距離が記録されます。標準的なテープ測定を使用して、1/16 (0.0625) インチの精度で検出距離を測定します。DRV5032 デバイスは安定した 3.3V DC 電源から電力を供給され、小さなブレッドボードに実装されます。また、LED を活用して検出の視覚的な表示も行います。このテープ測定は、マスキング・テープのマークから DRV5032 までの距離を測定するためにのみ使用され、金属による影響を排除するためテスト中に削除されます。これは、[図 5-2](#) に示すとおりです。



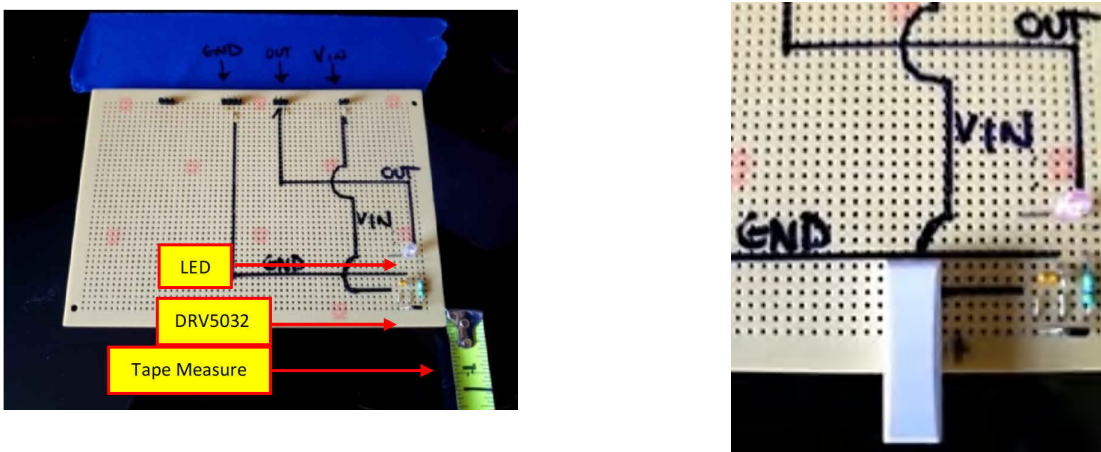


図 5-2. DRV5032 のテストの構成

## 5.2 結果についての説明

ノード・テストと、固有の各ノードの可変軸で観測された検出距離の関係で、図 5-3 に示すような表形式が使用されました。すべてのテストでセンサの高さは一定に保たれ、高さ (Z) の値を 6 回繰り返す間、Y (側面手法では X) の変化も一定に保たれます。平面からの高さは、単純に磁石の Z 位置からセンサの高さを引いた値です。最後の列にある X の値は、各ノードのテスト中に測定された、観測可能な検出ポイントの距離です。

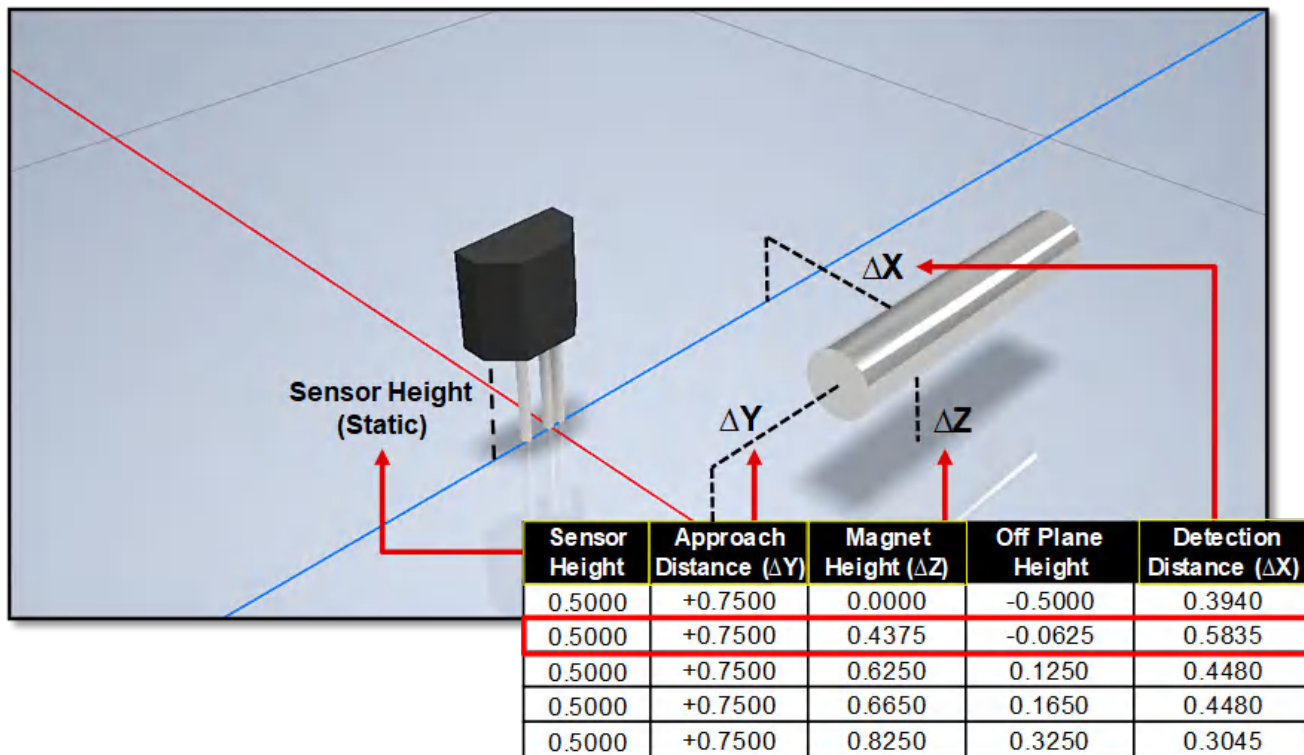


図 5-3. テスト結果についての説明

## 5.3 DRV5032 のテスト結果

これまでに説明したテスト手順を使用してテスト・データを取得し、MATLAB にインポートしてデータを視覚化すると、性能と検出範囲を容易に理解できます。以下の各サブセクションは、前面手法と側面手法の結果に分割され、それぞれに説明が加えられています。

## 5.4 前面手法の結果

DRV5032 の磁界検出フィールドの上面から下への 3 次元マッピングを上面から見たビューを、[図 5-4](#) に示します。このビューから、磁石が検出されたデバイスからの最大距離は 1 インチより少し小さいことがわかります。予測したように、中央に磁石が検出されなかったポイントがあります。これは、テストで使用された磁石の磁化特性が原因です。

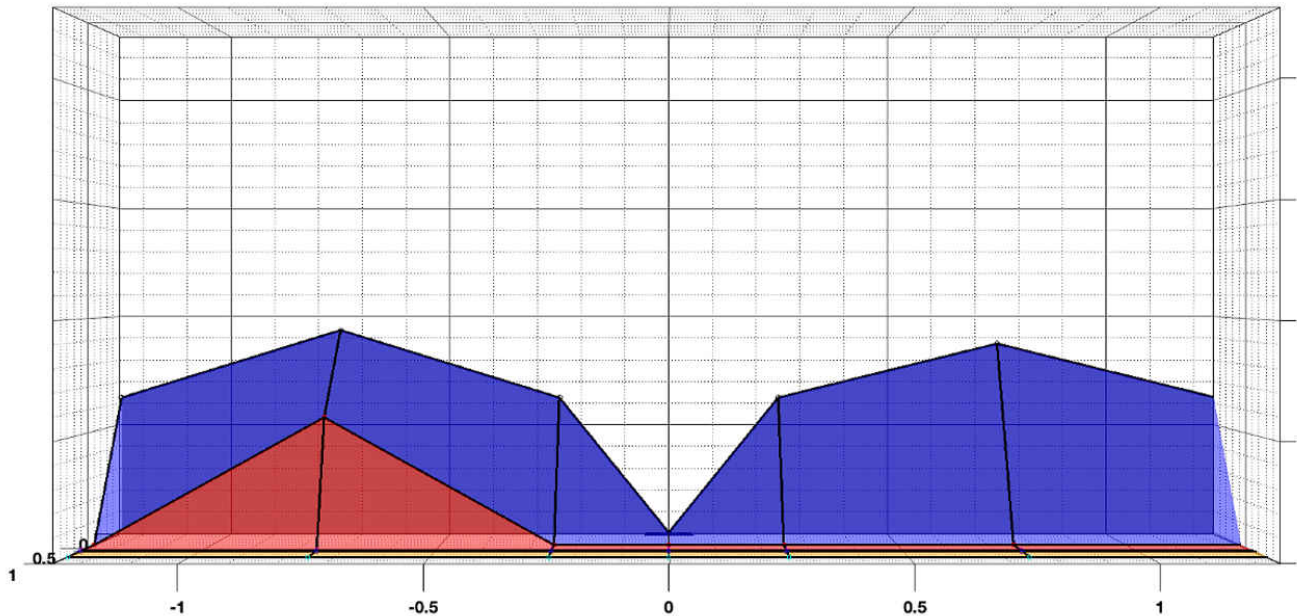


図 5-4. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 上面ビュー

検出フィールドの側面 (X, Z 平面) ビューを、[図 5-5](#) に示します。このビューでは、可変高のノードの上に感度が追加されているため、検出距離をより詳細に知ることができます。検出の高さは、DRV5032 より約 0.45 インチ高い位置で急激に細くなり、右側 (デバイスの前面を向いている) では 0.6 インチの少し上で認識不能になります。左側と右側の差は、絶対精度についてのテスト設定の限界のためだと考えられます。

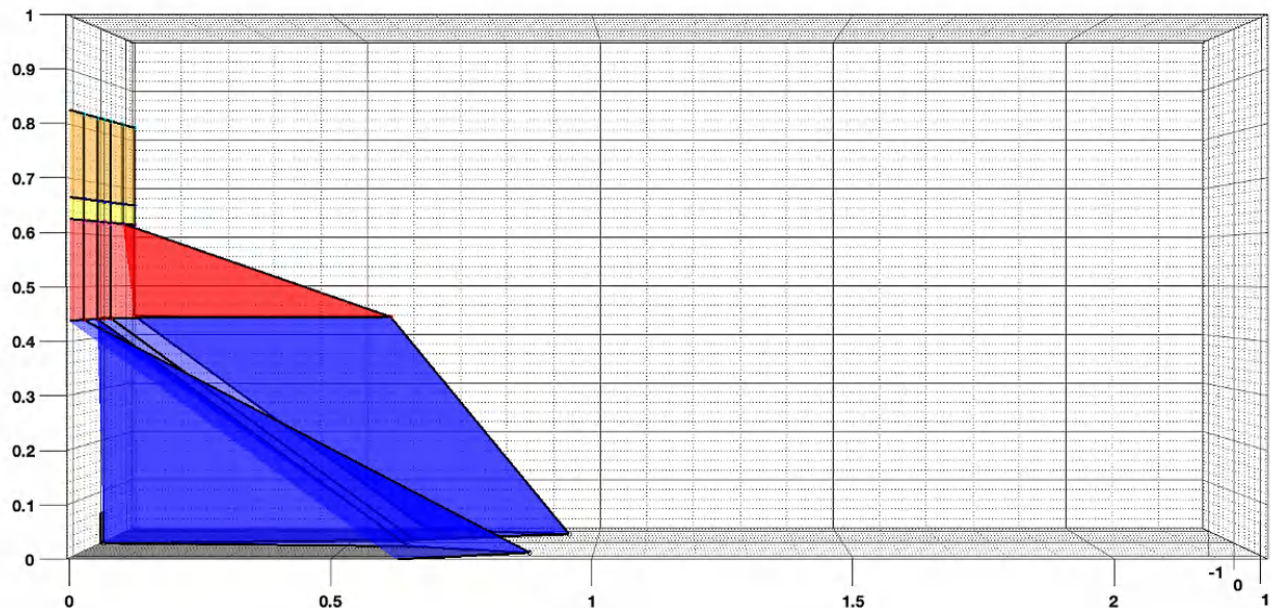


図 5-5. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 側面ビュー



最後に、磁気感度の軸外ビューを図 5-6 に示します。これにより、結果の全体像を把握できます。結果のうち、前に説明した主要な部分はすべて、このプロットにまとめて表示されています。

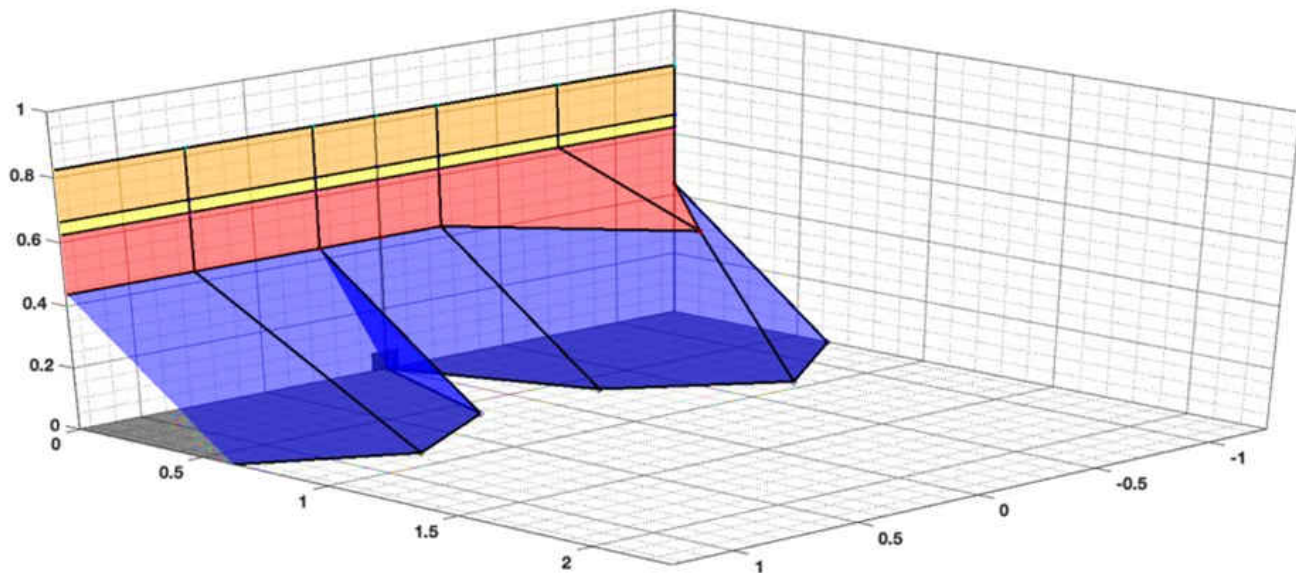


図 5-6. DRV5032 の前面手法の磁気検出フィールド: 軸外ビュー

## 5.5 側面手法

図 5-6 に示す側面手法を使用して得られる検出フィールドを、図 5-7 と図 5-8 に示します。検出フィールドは X 軸に沿ってほぼ対称で、軸からどちらの方向にも 0.25 インチにおいて、最大検出距離が約 0.75 インチです。このポイントから外側に移動すると、検出距離は減少していきます。

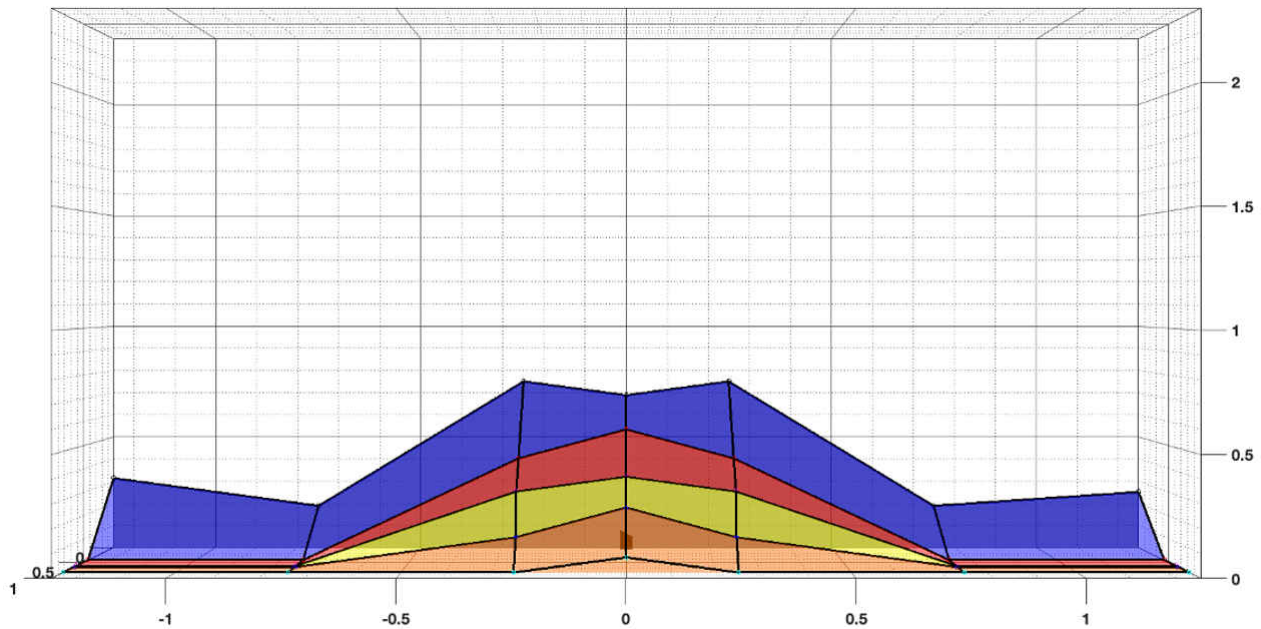


図 5-7. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 上面ビュー

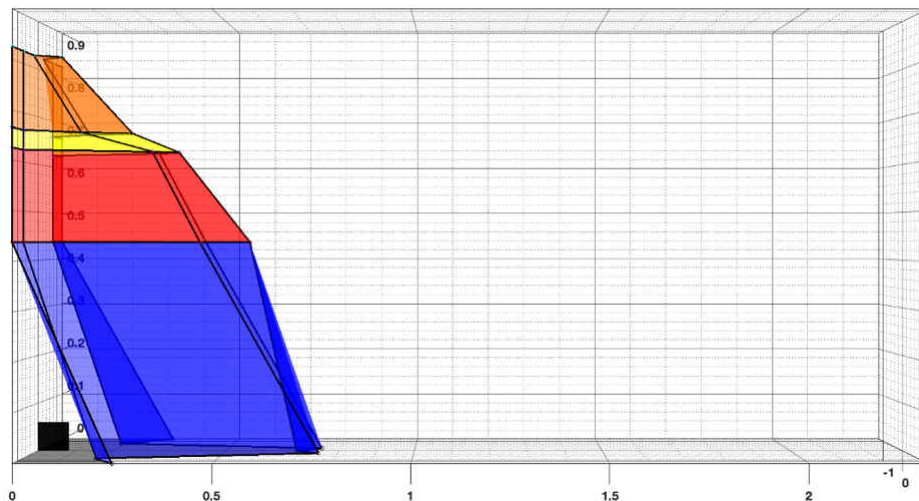


図 5-8. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 側面ビュー

軸の値とフィールドの形状をより適格に示すため、DRV5032 の側面手法によるフィールドを図 5-9 に示します。Z 軸の高さは、デバイスの 0.6 インチ 上で急激に減少し、約 0.8 インチを超えるとほぼ消滅します。

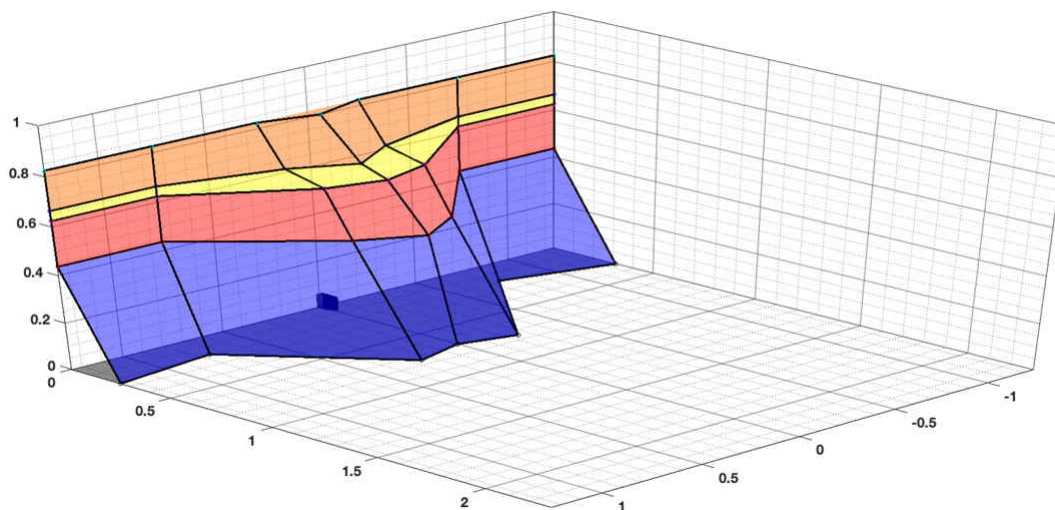


図 5-9. DRV5032 の側面手法による磁界検出の結果: 軸外ビュー

### 5.6 改ざんの受けやすさのテストの構成

このテストでは、スライド式のガラスのドアと、一般的な入口のドアに、リード・スイッチと DRV5032 を取り付け、改ざんのテストを行います。テストをより実践的なものにして、家庭やオフィスにおけるデバイスの一般的な配置を模倣できるよう、デバイスの取り付け方法を変更しています。各テストでは、ドアの反対側 (屋外側) から、LED がオフになるまで磁石をドアに近づけます。これは、センサが改ざん用磁石の磁界を検出したことを意味します。両方のドアのシナリオを、[図 5-10](#) に示します。

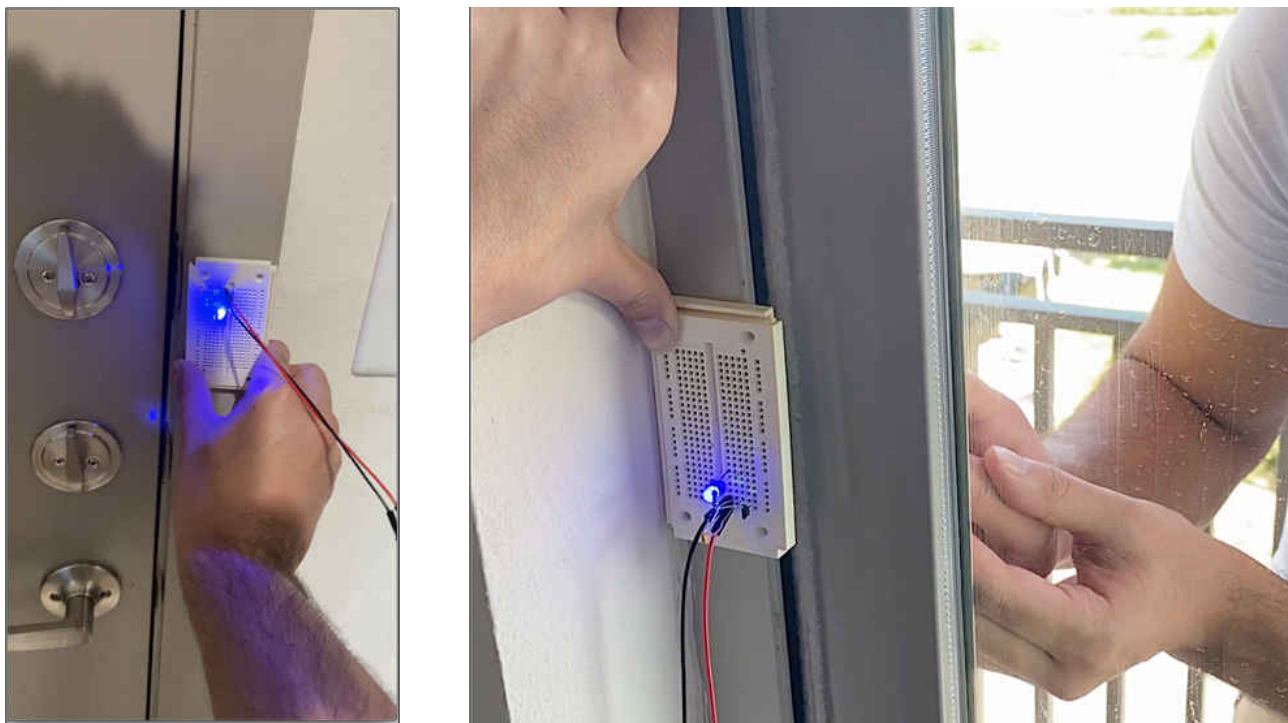


図 5-10. DRV5032 の改ざんテストの構成



## 5.7 改ざんの受けやすさのテスト結果

- 入ロドア - このテストでは、改ざん用磁石を使用して複数回の試みを行いました。DRV5032 は影響を受けませんでした。テスト中も LED は点灯し続け、これは DRV5032 が改ざんへの抵抗があることを示す一例です。
- スライド式のガラスのドア - このテストでは、磁石をゆっくりとデバイスに近づけました。この場合も、ドアを通して磁石で DRV5032 をトリップさせることはできませんでした。

## 6 リード・スイッチのテスト構成と結果

以下のセクションでは、リード・スイッチのテストに使用するテスト構成と、各テストの結果について、概要を示します。

### 6.1 リード・スイッチのテストの構成

リード・スイッチのテストの構成は、ホール効果スイッチのテストと基本的に同じです。このデバイスはすでに PCB 基板に取り付けられているため、個別のブレッドボードに実装する必要はありません。検出表示に LED を使用する代わりに、連続機能を持つマルチメータと、リード・スイッチのそれぞれの端にクランプされているワニ口クリップのテスト・リードを使用します。リード・スイッチの範囲内に磁石は存在しなければ、リード・スイッチのリード間は導通しません。磁石がリード・スイッチと十分に近づき、スイッチが閉じると、マルチメータからの可聴トーンによって導通が検出されます。このとき検出距離を測定して記録し、後で分析できます。

### 6.2 リード・スイッチのテスト結果

以下のサブセクションでは、前面手法と側面手法に基づいてリード・スイッチを分析します。

### 6.3 前面手法の結果

図 6-1 と 図 6-2 は、リード・スイッチと DRV5032 から得られた検出フィールドを同じビューに表示したものです。図 6-1 は上面ビュー、図 6-2 は側面ビューです。図に示すように、リード・スイッチは DRV5032 よりも検出距離が長くなりますが、検出フィールドの変動が多くなるため、セキュリティ・アプリケーションで、これらの変動によって改ざんの試みが成功しやすくなる場合には、好ましくない可能性があります。

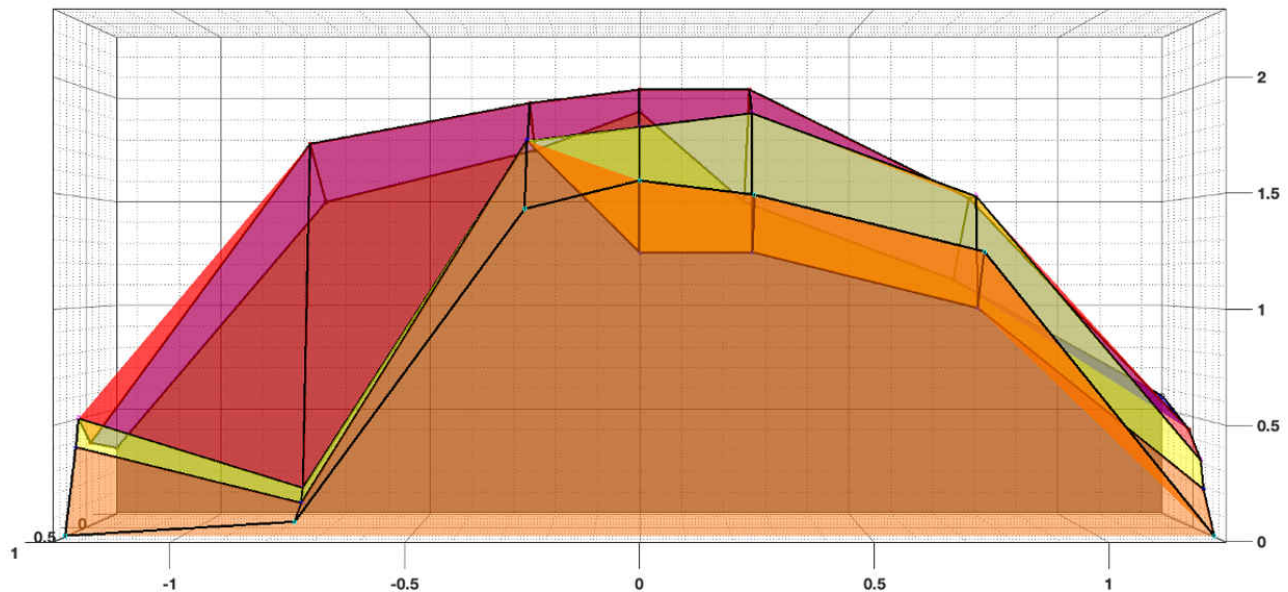


図 6-1. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果: 上面ビュー



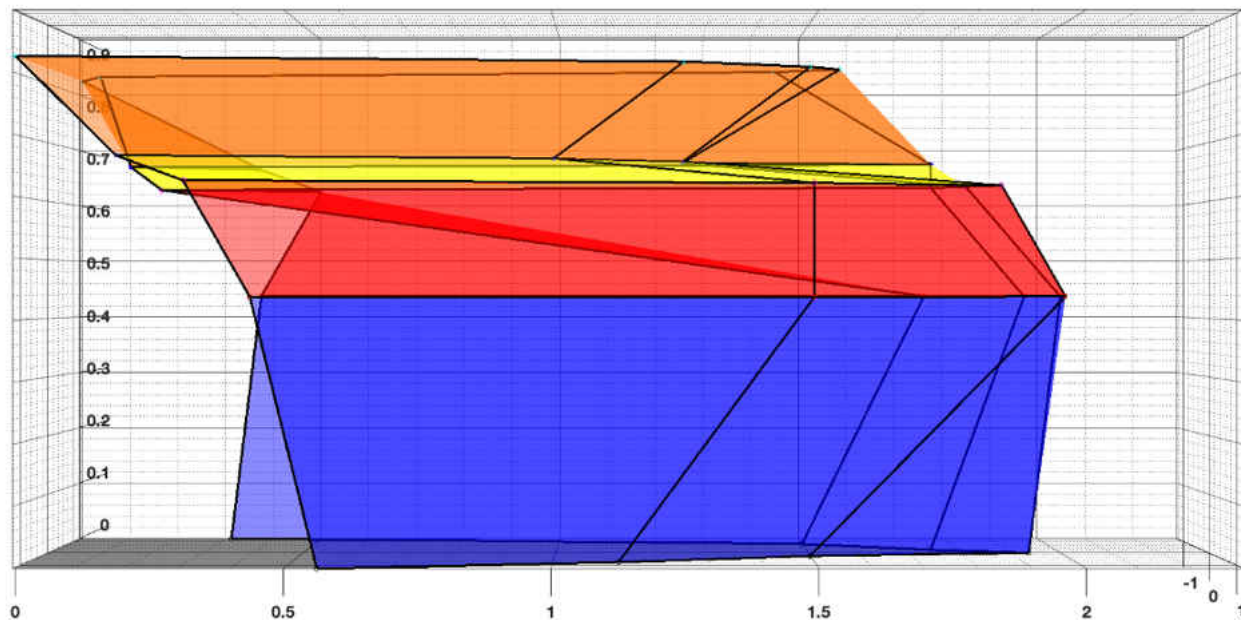


図 6-2. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果:側面ビュー

図 6-3 に、3 軸すべての検出範囲をキャプチャするための回転ビューを示します。検出範囲は非常に散発的で、観測可能な対称性はありません。

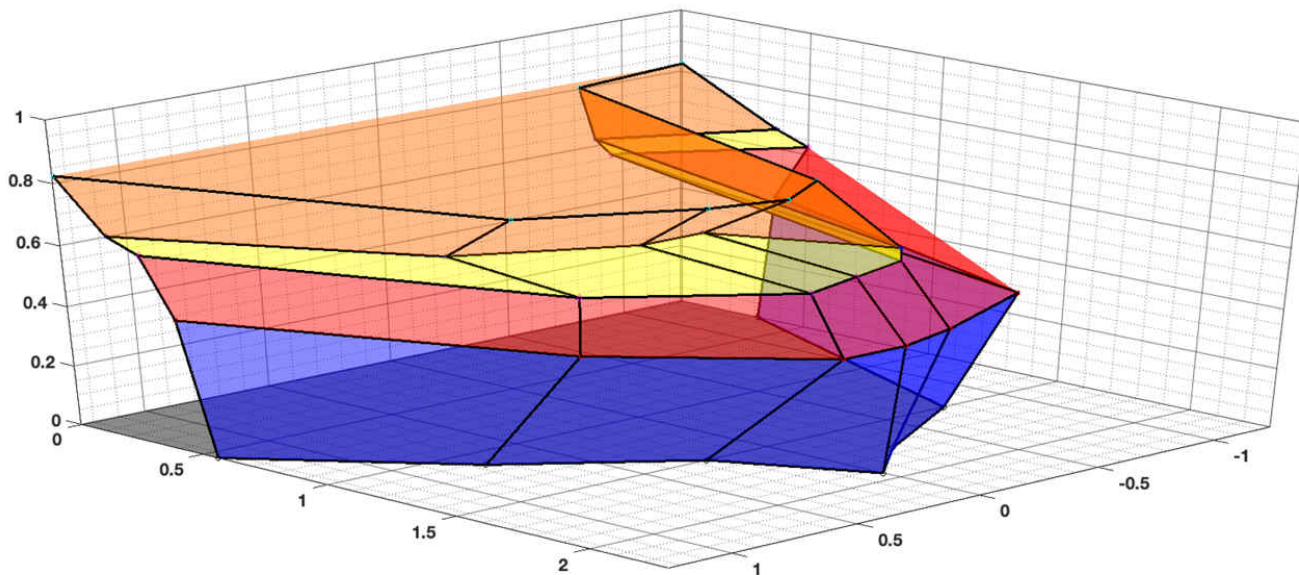


図 6-3. リード・スイッチの前面手法による磁界検出のフィールド結果:軸外ビュー

## 6.4 側面手法の結果

DRV5032 と同様に、リード・スイッチでも側面手法を実行し、検出範囲への影響と、死角があるかどうかを確認します。リード・スイッチについて得られる磁界検出ポイントを、上面手法と側面手法の両方について図 6-4 と図 6-5 に示します。検出フィールドの範囲は約 0.4 インチから 1.4 インチまでで、デバイスに沿って正弦波に近い形になります。

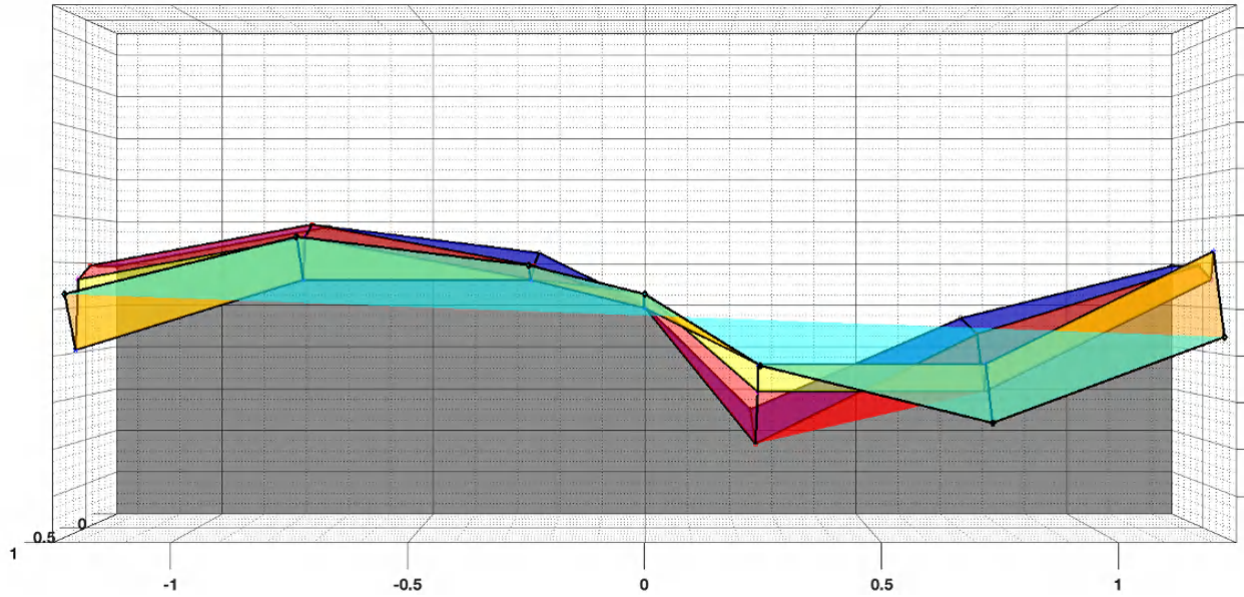


図 6-4. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 上面ビュー

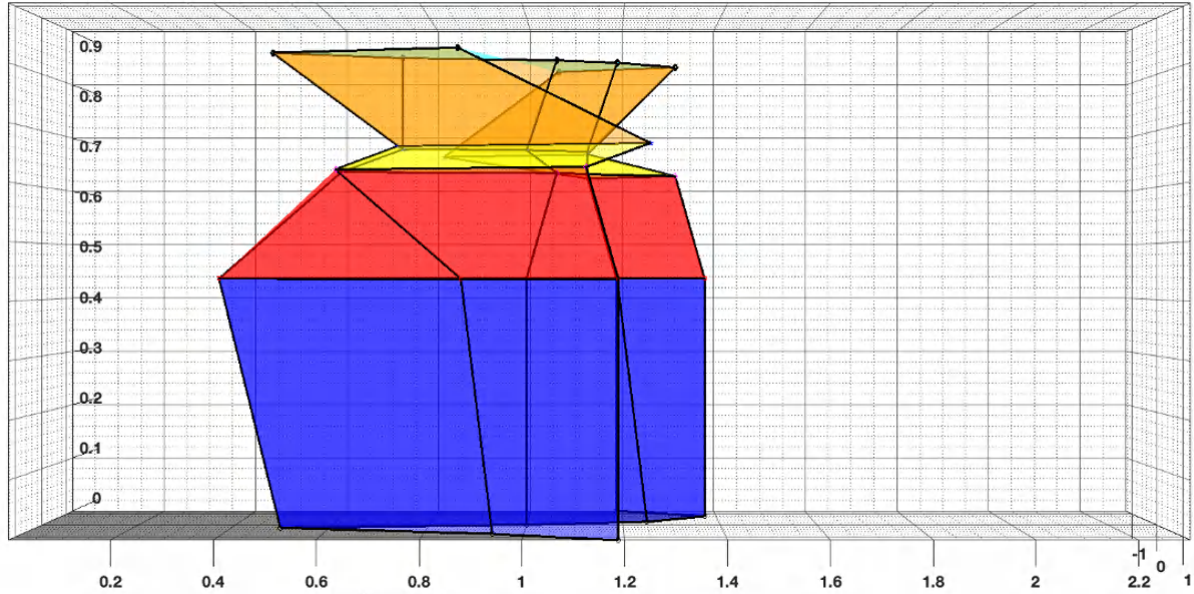


図 6-5. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 側面ビュー

検出の高さは DRV5032 とほぼ同じで、Z の高さは最大で約 0.85 インチです。3 軸のデータを特定の角度からテストした結果を、分かりやすい形で表示したのが図 6-6 です。

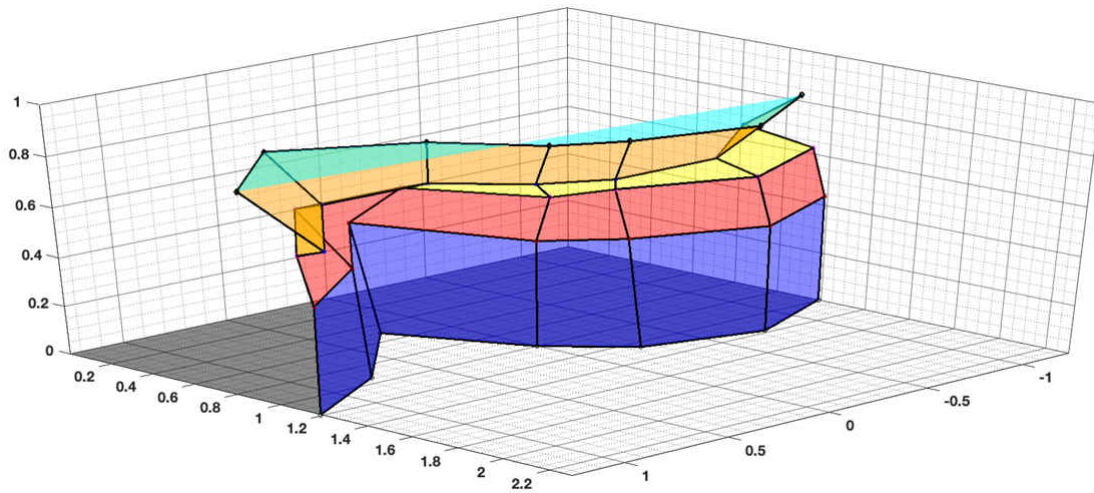


図 6-6. リード・スイッチの側面手法による磁界検出の結果: 軸外ビュー

### 6.5 改ざんの受けやすさのテストの構成

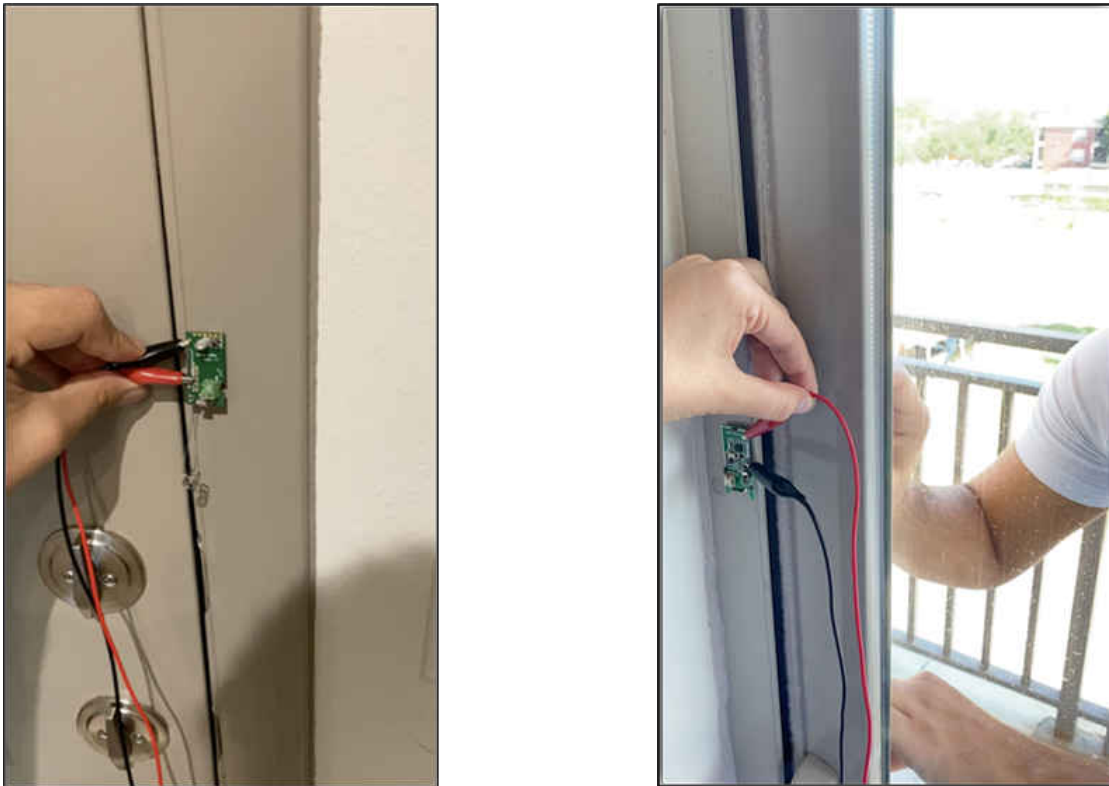


図 6-7. リード・スイッチの改ざんの受けやすさのテストの構成



## 6.6 リード・スイッチの改ざんの受けやすさテストの結果

- 入ロドア - このテストでは、いくつものテスト経路に沿って改ざん用磁石を移動し、リード・スイッチはその影響を受けました。可聴帯域の連続トーンは、改ざん用磁石をドアの外側から十分近くまで近づけると、リード・スイッチの接点がクローズすることを示しています。
- スライド式のガラスのドア - スライド式のガラスのドアでは、磁石をスライド式ドアの外側から使用し、リード・スイッチをクローズできました。これは、[図 6-7](#) に示す取り付けシナリオでは、改ざん用磁石を使用して、リード・スイッチが事実上機能しないようにできることを示しています。

## 7 TMAG5170 のテストの構成と結果

以下のセクションでは、TMAG5170 のテストに使用するテスト構成と、各テストの結果の概要を示します。

### 7.1 TMAG5170 のテストの構成

TMAG5170 のテストの構成では、[図 7-1](#) に示す TMAG5170EVM を利用しています。このボードには、TMAG デバイスが評価用 GUI と通信するために必要な、すべての接続が搭載されています。デバイスは、基板の他の部分から絶縁されるよう、突出したカンチレバーに配置されています。この場合の測定プロセスは、DRV5032 やリード・スイッチと同じで、最初の 2 つの軸に静的なノード・ポイントがあり、3 番目の軸に偏差が発生します。

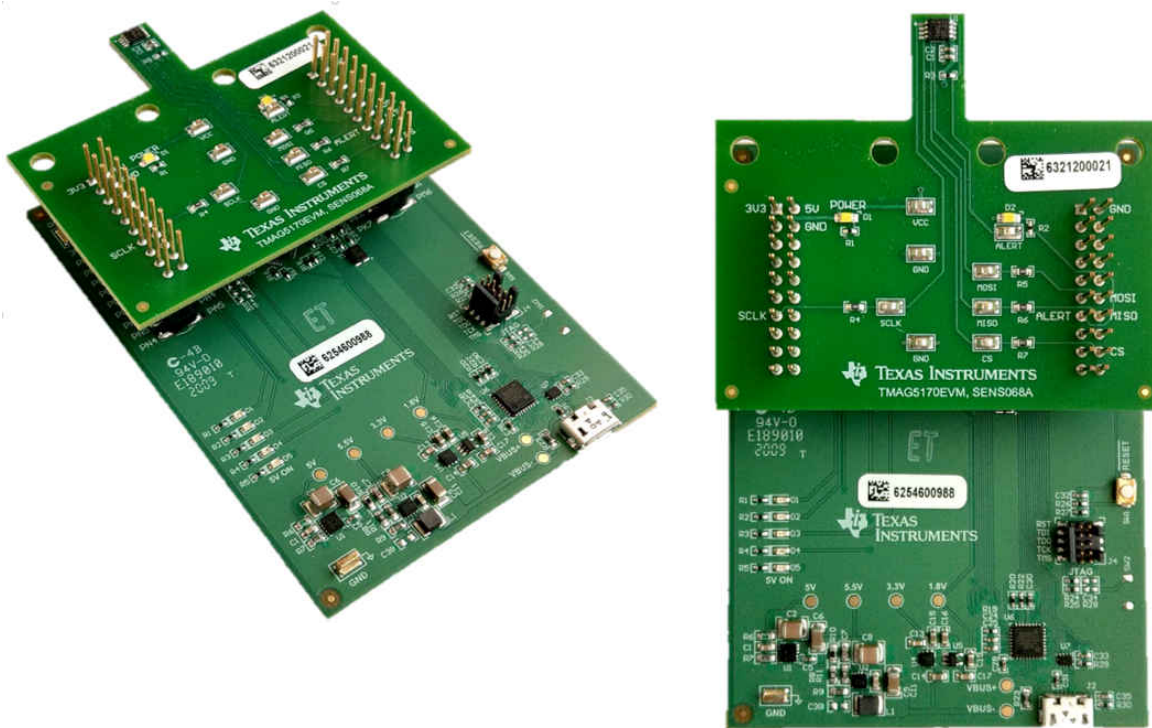


図 7-1. TMAG5170EVM ボード



デバイスの配置に加えて、各種の検出シナリオに対応するため、GUI でいくつかのパラメータを調整できます。このテストの目的には、次の構成パラメータが使用されます。

### TMAG の設定

- 構成モード
- 変換: 可能な限り高速
- すべての軸がアクティブ
- 50mT 範囲
- 大きさは X 軸と Y 軸から計算。

### 磁石: K&J Magnetics D4X0

- N42 の円柱型磁石
- 一定の方向
- グリッド全体を 1/4 インチ単位で移動

TMAG5170 の性質と、3 つの軸すべてについてリニア出力機能があることから、テストの実行方法はスライド式ドアの改ざんの方法とは多少異なります。磁界の方向が軸上だけでなく、平面上に配置されている場合のデバイスの応答を把握するため、磁石を特定の軸上でデバイスに近づけるだけでなく、デバイスは 45 度の角度にも配置されます。

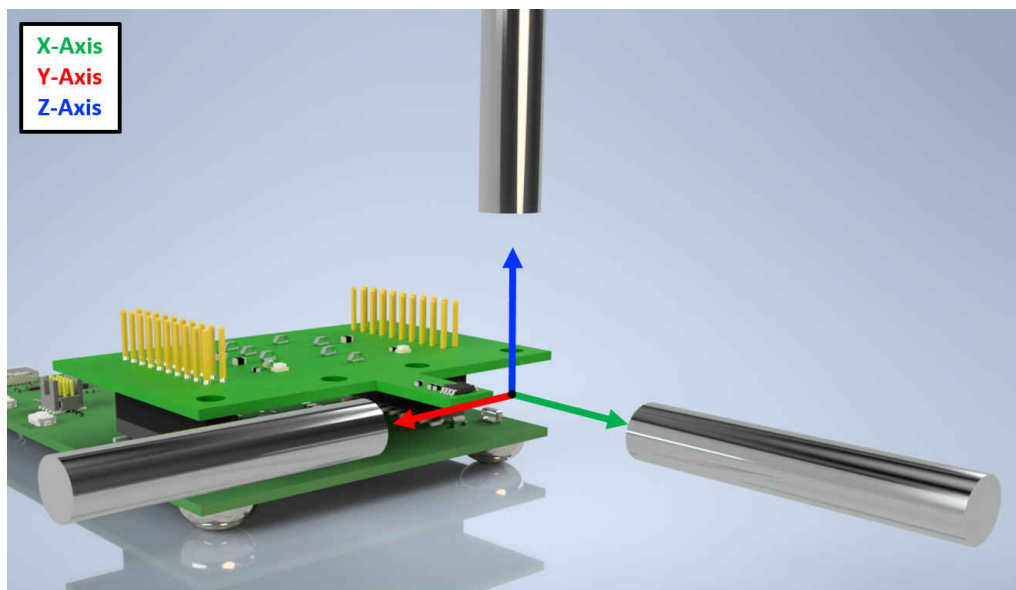


図 7-2. TMAG5170 の磁気接近方向

このテストには、1 つの方向から近づくデータセットのみが含まれます。デバイスの応答と GUI からの出力に関する限り、他の 2 つの軸もほぼ同じであるためです。このテストでは、[図 7-3](#) と [図 7-4](#) に示すように、接近の軸は X 軸です。2 次テストは、[図 7-4](#) に示すように X、Y 平面上で 45 度の角度により行われます。

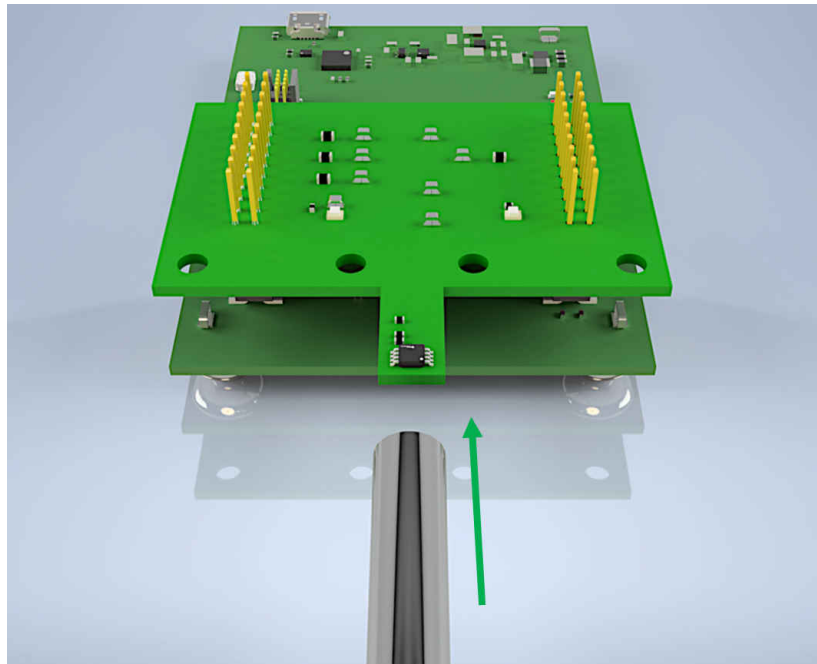


図 7-3. TMAG5170 の X 軸上の接近

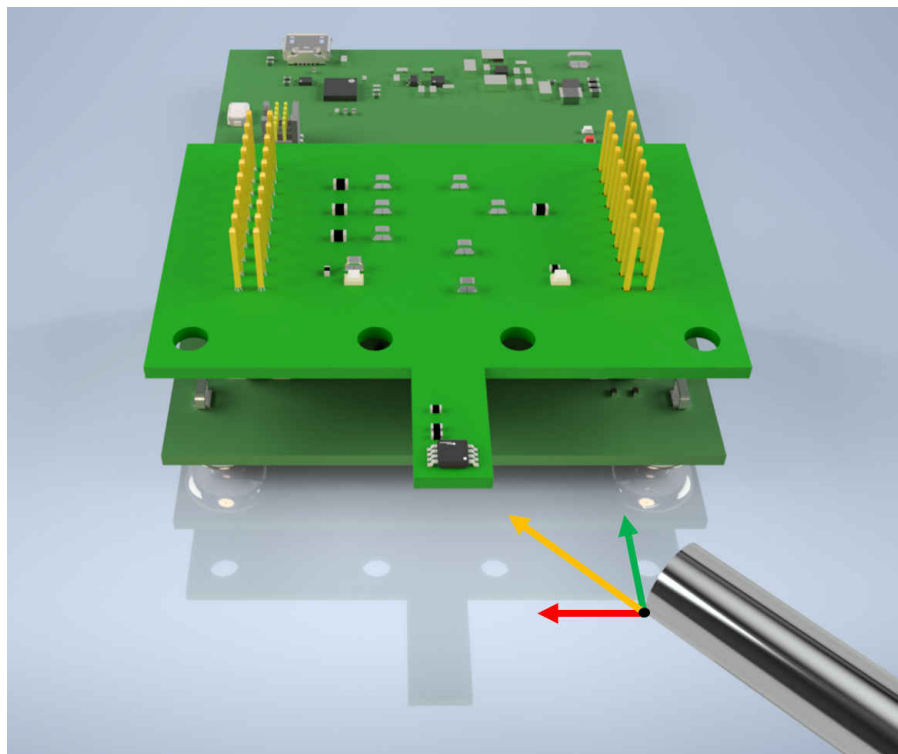


図 7-4. TMAG5170 の 45 度での接近

## 7.2 TMAG5170 のテスト結果

これまでに説明した両方の手法による TMAG5170 の 3 軸磁気応答の結果を、[図 7-5](#)と[図 7-6](#) に示します。出力で示されているように、複数の軸によって磁気配置の制約がなくなり、磁界の強度のみが重要なので、軸外の配置がより現実的になります。

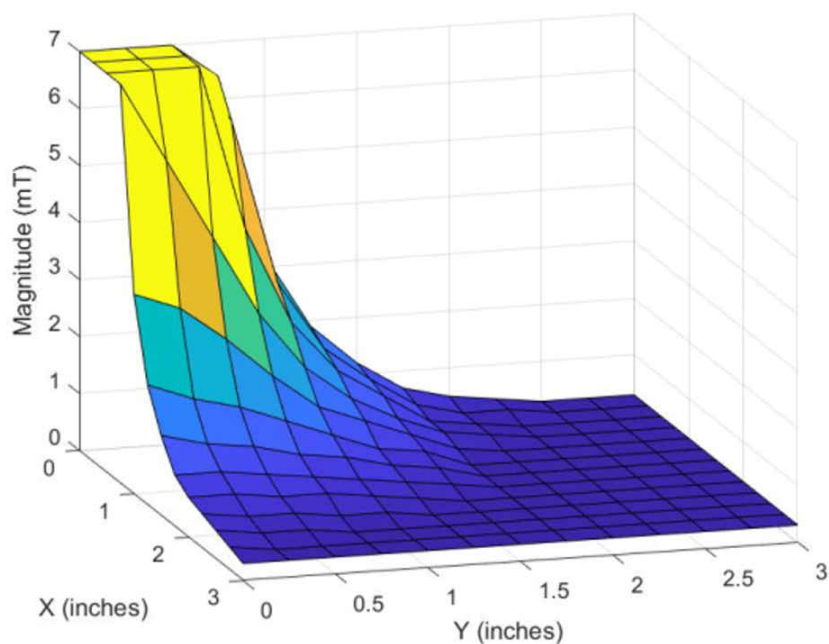


図 7-5. TMAG5170 の軸上の磁気検出

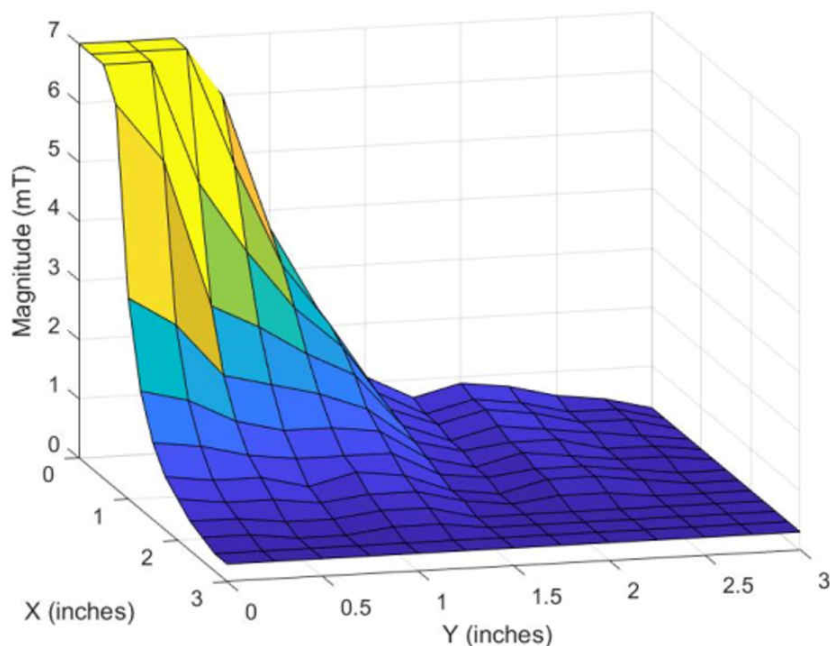


図 7-6. TMAG5170 の軸外の磁気検出

### 7.3 TMAG5170 の改ざんの受けやすさのテストの構成

リード・スイッチやホール効果センサと同様に、TMAG5170 についても改ざんの受けやすさをテストします。このテストでは、2 個の磁石を使用します。1 つを本物の磁石、もう 1 つは不正な磁石とみなします。このテストで使用するセットアップ・パラメータの概要を、次に示します。

#### TMAG の設定

- 構成モード
- 変換:1 回 / 秒
- 8 倍の平均化
- すべての軸がアクティブ、範囲 50mT

#### 磁石:K&J Magnetics D4X0 が 2 つ

- N42 の円柱型磁石
- 元の磁石を定位置に置き、窓やドアが閉じた状態を想定
- 元の磁石のシグネチャを模倣するため、2 つ目の磁石を移動

### 7.4 TMAG5170 の改ざんの受けやすさのテストの成果

直交方向と並列方向の両方で改ざんを行いました。デバイスの検出フィールド内に不正な磁石を持ち込んだときの TMAG5170 GUI からの出力を、[図 7-7](#) に示します。磁界の強度は、不正な磁石を近づけるまで X 軸で約 1.75mT です。2 つ目の磁石を近づけると、X 軸と Y 軸の両方で磁界強度が増加し、改ざんの試みが行われたことを示します。

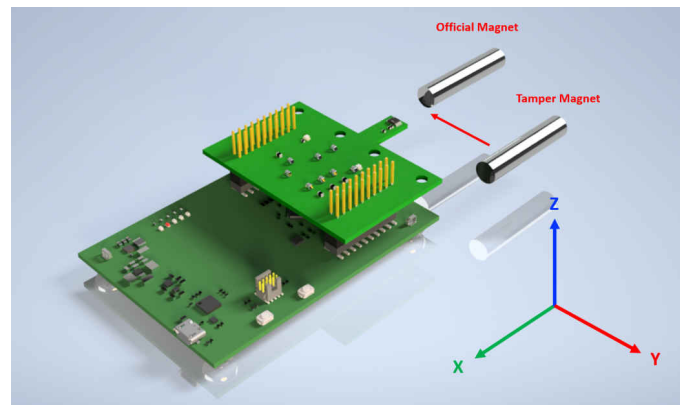


図 7-7. TMAG5170 の直交方向の改ざんテストのセットアップ

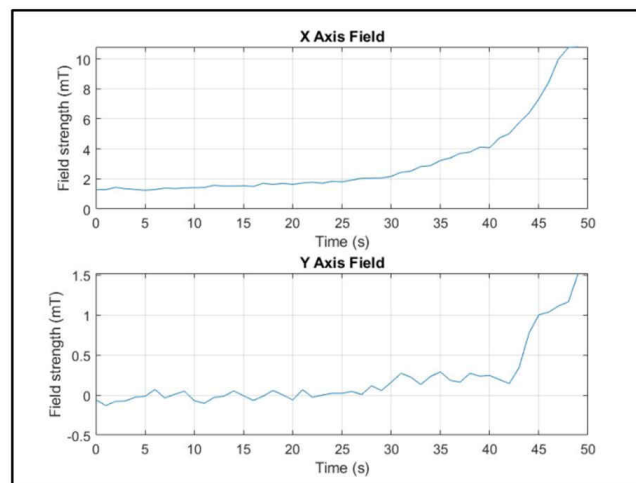


図 7-8. TMAG5170 直交軸磁気の検出:結果



次は、本物の磁石と並列に改ざんのテストを行います。改ざん用の磁石を検出範囲内に持ち込んだとき TMAG5170 から得られる応答を、[図 7-9](#) に示します。改ざん用の磁石が近づく前、X 軸の磁界強度は約 1.1mT です。改ざん用の磁石を近づけると、改ざんの試みが行われた証拠が Z 軸に現れ、新たな磁界が存在することから X 軸の磁界強度も増加します。

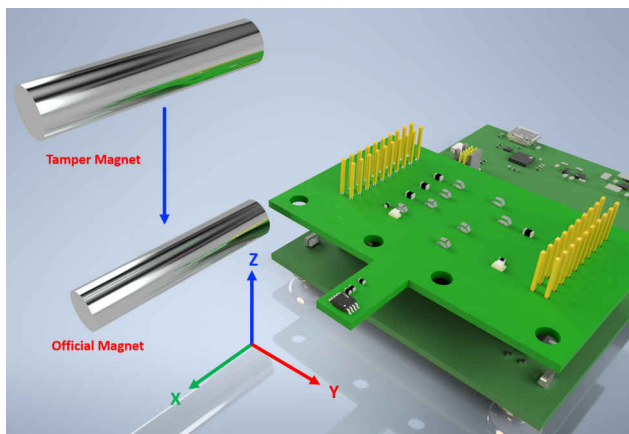


図 7-9. TMAG5170 の並列方向の改ざんテスト:構成

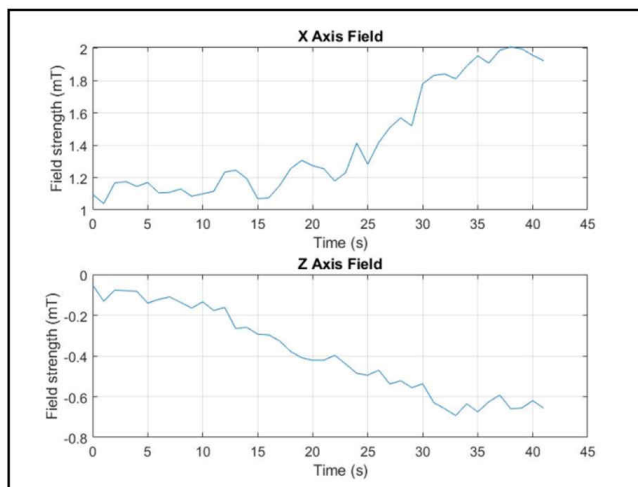


図 7-10. TMAG5170 の並列方向の改ざんテスト:結果

## 8 まとめ

セキュリティ・センサのソリューションにはいくつかの選択肢がありますが、最も堅牢なソリューションを実現し、同時に適切な程度で改ざんを阻止できるようにするには、多くの要因を考慮する必要があります。リード・スイッチは単純で初期コストが比較的低いため、多くの場合に最適なソリューションですが、このデバイスには誤った検出フィールドが発生する落とし穴があり、簡単に改ざんの標的にされる恐れがあります。DRV5032 などの低消費電力ホール効果スイッチは、非常に消費電力が小さく、コストもリード・スイッチと同程度で、リード・スイッチと比べて検出範囲がより緊密で対称的な、代替のセンシング・ソリューションになります。設計者が機械的な柔軟性や高度なフィールド検出機能を求める場合、TMAG5170 や、低コストの TMAG5273 などのリニア 3D ホール効果センサを使用すると、3 軸の検出付きでリニア応答出力が得られるため、改ざんの試みや浮遊磁界を簡単に検出できます。結論として、テキサス・インスツルメンツはセキュリティ・センサ向けに、低コストで信頼性の高い多くの堅牢なソリューションを提供しています。リード・スイッチからの切り替えは、これまで以上に簡単になりました。

## 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