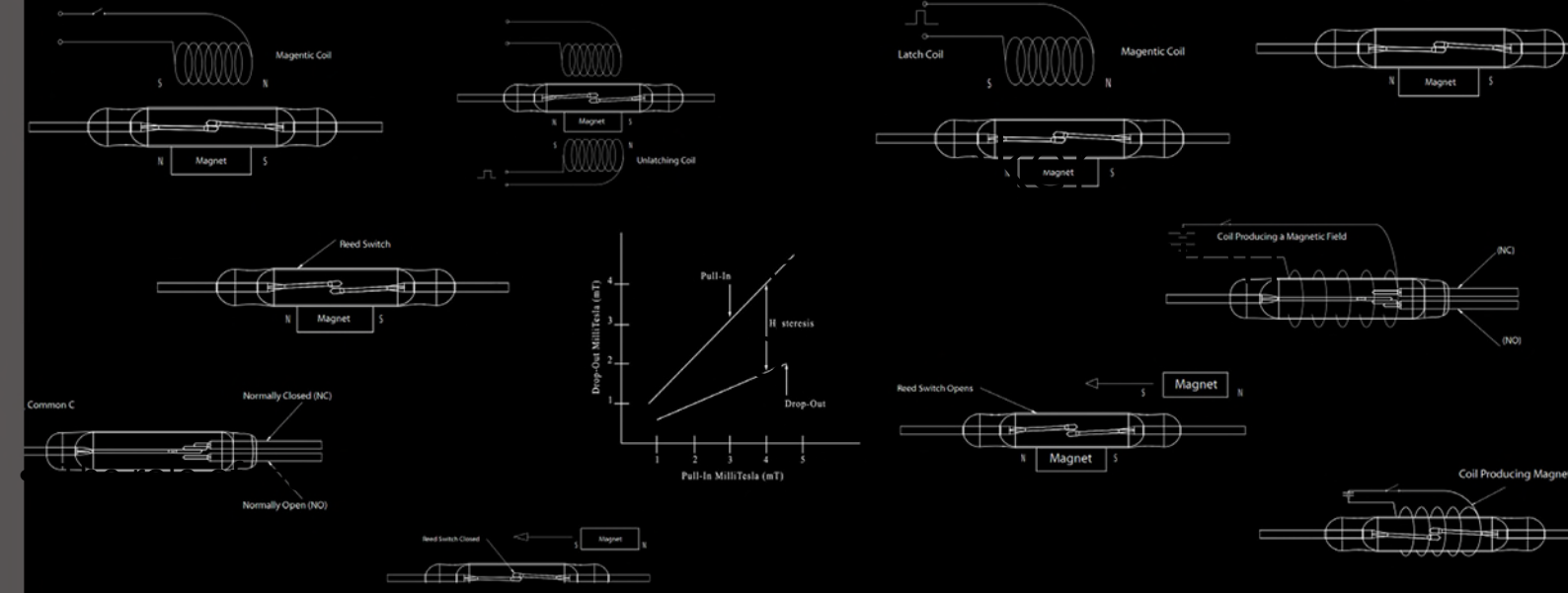

Application Alley

電源不要のスイッチングソリューション

リードセンサー/リレー技術を利用した、低電力で動作する
スイッチングソリューション

Standex Electronics
PARTNER | SOLVE | DELIVER®

はじめに

今日の電子機器市場では、携帯型電子機器の使用が劇的に増加しているため、消費電力が懸念されています。電力を必要とする部品は、電力効率の高い製品へと急速に設計変更されています。ノーマリークローズ（フォームB）のリードセンサーとリードリレーは、ノーマリークローズの状態では消費電力はゼロです。ラッチング式のリードリレーは、接点の状態を「セット」または「リセット」する動作（バイスタブル）に最小限の電力しか使わないため、電力効率の高い設計者の関心を集めています。ラッチングリードスイッチとセンサー（双安定）も同様に、永久磁石の単純な動きでリード接点の状態を変化させます。電力を全く使わずにリード接点の状態を変えることができます。電力が失われても接点が機能しなければならないような重要なアプリケーションでは、リード技術が最適なアプローチである場合が多いです。

用途

- スイッチング機能を必要とするバッテリー駆動の電子機器
- 障害状態が発生した場合にのみアクティブ化される（回路を開く）電力を消費しない、通常は閉じているスイッチを必要とする安全回路
- スイッチング機能が長時間閉じられ、電力が供給されないアプリケーション
- スイッチング機能が長時間開いているか閉じているかのどちらかで、どちらの状態でも電力を消費しないアプリケーション
- 低マイクロボルトオフセット要件
- ポータブル電子機器
- エレベーター制御
- 輸送および保管環境
- 「電力なし」または「電力損失」の要件で必要なスイッチング機能
- セキュリティおよび警報システム
- 家電
- その他多数

以下の構成でリードテクノロジーの機能を正しく理解するには、まずリードスイッチの基本を理解することが重要です。

.

1. ノーマリークローズリードセンサー
2. ノーマリークローズリードリレー
3. ラッチング（双安定）リードスイッチ/センサー
4. ラッチング（双安定）リードリレー

フォームAリードスイッチ

リードスイッチは、自然な状態ではノーマリーオープンの状態で存在しています。これは一般的に、単極常開、単極単投（SPST）、またはフォームAと呼ばれます（図1参照）

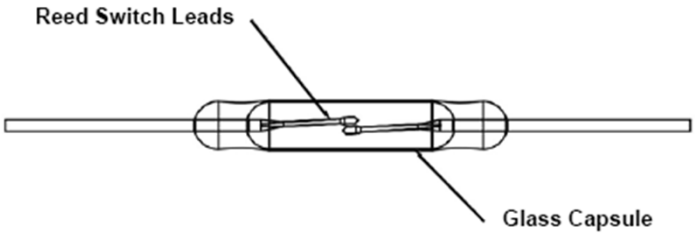

図1. ノーマリーオープン リードスイッチ

リードスイッチの2本のリード線は強磁性体で、ガラスカプセルの中に密閉されています。通常開いているリードスイッチが磁場にさらされると、接点が閉じます（図2を参照）。磁界が残っている間は、接点は閉じたままです。磁界が除去されると、接点が開きます。接点が閉じている間、エネルギーが消費されるため、消費電力の観点からは理想的ではありません。

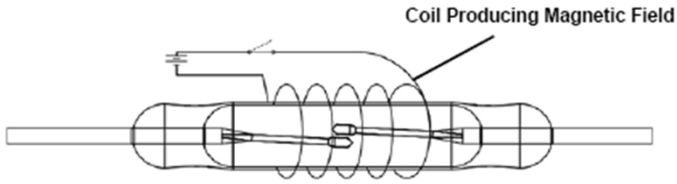

図2. フォームAリードスイッチの接点は、磁界の存在により閉じている

フォームCリードスイッチ

また、リードスイッチには、SPDT（Single Pole Double Throw）またはフォームCリードスイッチがあります（図3参照）

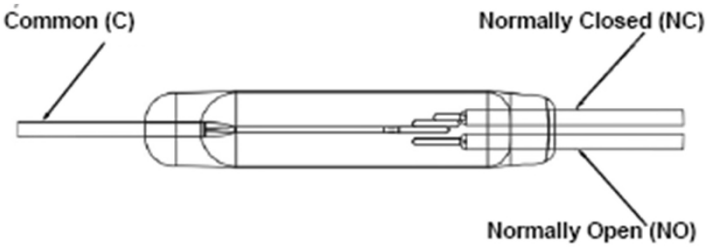

図3. 磁界が存在しない状態のフォームCリードスイッチ.

図3では、磁界が発生していないため、共通接点はノーマリークローズ接点との接続を維持しています。リードスイッチは、通常の閉じた状態では電力を消費しません。磁界が印加されると、リードリレーは100%の電力を消費しますが、その間に共通接点がノーマリークローズ接点からノーマリーオープン接点にスイングします（図4参照）。磁界が除去されると、共通接点がノーマリークローズ接点に戻ります。

ノーマリークローズ（フォームB）リードスイッチおよびセンサー

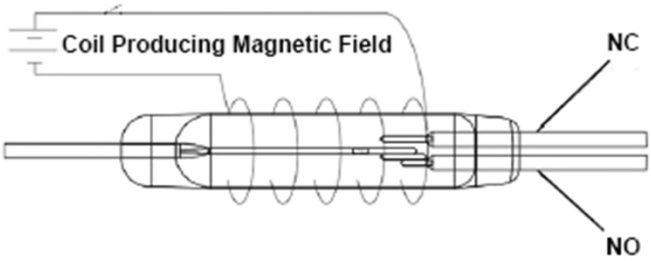

図4. 磁界の存在下で変化するフォームCリードスイッチ

フォームAのリードスイッチの自然状態はノーマリーオープンなので、リードスイッチにリードの接点を閉じるのに十分な磁力の永久磁石を当てる必要があります（図5参照）。バイアス磁石の磁界は、ノーマリーオープン状態で接点を閉じるために必要な磁界よりも大きくなければなりません。

この段階では、磁石の極性は関係ありません。しかし、接点を開くためには、永久磁石の極性を反対にして、バイアス磁石と同等かそれ以上の十分な磁力を持った磁石を近づける必要があります。（図6参照）.

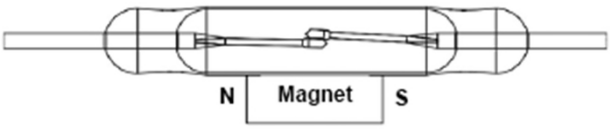

図5. 永久磁石によるバイアス磁力で接点が閉じているフォームAリードスイッチ

ノーマリークローズ（フォームB）リードリレー

リードリレーは、長時間接点を閉じておき、障害発生時にのみ接点を開く必要があるアプリケーションがあります。ノーマリークローズ（フォームB）のリードリレーは、まさにそのような用途のために設計されました。さらに、閉じた状態ではリレーコイルに電力が供給されないため、バッテリー駆動の機器や電力が不足している用途にも適しています。図7は、フォームBリードリレーの無通電状態であるノーマリークローズの概略構成を示しています。

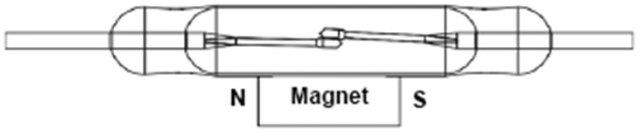

図6. バイアス磁石により接点が閉じているフォームAのリードスイッチは、逆極性の磁力印加により接点が開く

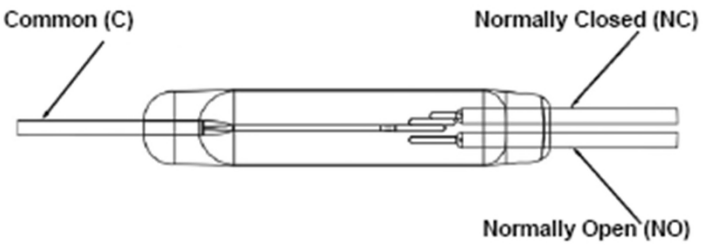

図7. フォームBリードリレーのオフ状態（接点が閉じた状態）

バイアス磁石と反対の極性を持ち，かつバイアス磁石の磁力に打ち勝つだけの磁力を持つコイルに電力を供給すると，接点が開く（図8参照）

フォームBシーケンス

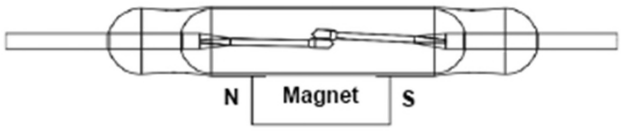

図8. 通電したForm Bは、コイルの電力が永久磁石の磁力に打ち勝って接点を開くのに十分な状態

図9は、フォームBリードリレーの動作を段階的に示したものです。まず、リードスイッチには、感動（プルイン）が4mT、開放（ドロップアウト）が2mTのものを選びます。次に、5mTの磁界を持つバイアス磁石をリードスイッチに配置します。この磁界はリードスイッチのプルインポイントより上にあるため、グラフのポイント1のように接点が閉じます。次に、コイルは4mTの逆磁極の磁界を印加します。この2つの磁界の正味の結果は1mTです。この正味の磁界の強さはリードスイッチのドロップアウトポイントを下回り、ポイント2に示すように接点が開きます。最後にコイルをオフにすると、磁界の強さが5mTに戻るため、接点が閉じます。

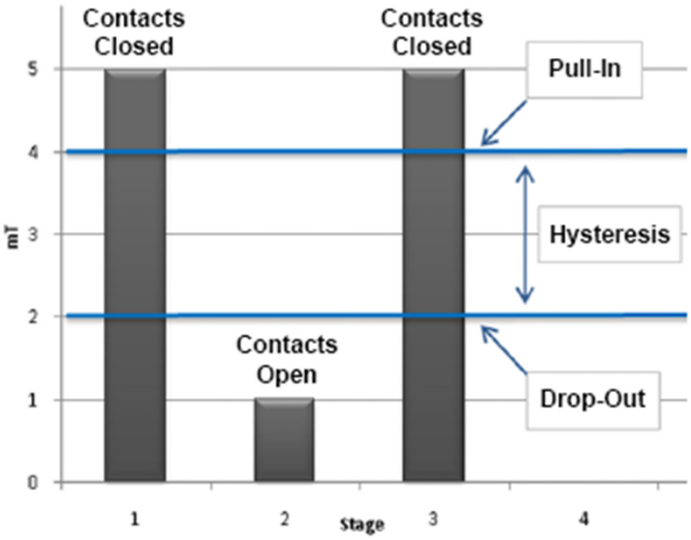

図9. フォームBリードリレーの全動作サイクルを段階的に示したもの.

フォームBリレーに印加されるコイルの電圧極性は、コイルの磁気極性を決定します。この電圧極性は設計で決められており、リレーにはその極性が記されています。逆の電圧極性を印加すると、正しい極性が印加されるまでリレーが誤動作してしまいます。また、指定された公称電圧よりも高すぎる電圧を印加すると、接点が再閉路することがあります。一般的に、再閉路電圧は公称電圧＋50％と規定されています。つまり、公称電圧5VのフォームBリレーに7.5V以上の電圧をかけると、接点が再閉路する可能性があります。もし、ユーザーの回路が公称電圧＋50％以上の電圧を発生させることが懸念される場合、リレーの設計者は、磁気設計を調整して、規定の再閉路電圧を増加させることができます。

ラッチングリードリレー／リードセンサー

ラッチング式のリードリレー／リードセンサは、定義上、ラッチされていない状態（開状態）とラッチされた状態（閉状態）の2つの状態があります。どちらの状態にあっても、リードスイッチをその状態に保つための電力は必要ありません。

ラッチングは、リードスイッチの感動点（プルイン）と開放点（ドロップアウト）の間に存在する自然なヒステリシスによって可能になります（図10参照）。図10に示すように、感動点が高いほどヒステリシスは大きくなります。ヒステリシスが大きいほど、設計上、ラッチポイントとアンラッチポイントの設定が容易になります。リードスイッチをラッチモードで動作させるためには、リードスイッチにバイアスをかけるための永久磁石が必要です。これについては後述します。

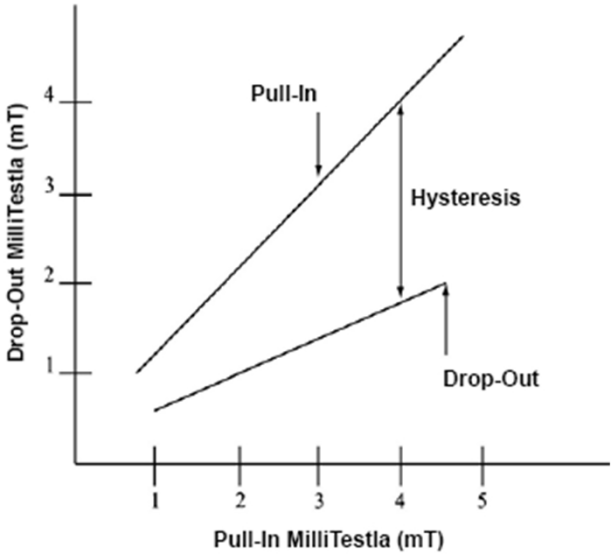

図10. 感動点（プルイン）と開放点（ドロップアウト）をmT単位で表したヒステリシスを示すグラフ。

ラッチングリードリレー

ラッチングリードリレーは、フォームAリードスイッチと永久磁石を組み合わせたものです。(図11参照)

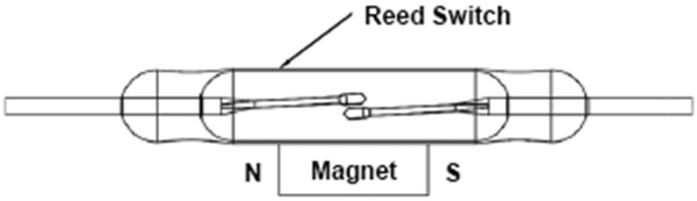

図11. フォームAリードスイッチは，永久磁石の存在によって磁気的にバイアスされている

この状態では、リードスイッチはノーマリーオープン状態またはノーマリークローズ状態になります。どちらの状態にあるかは、最後に受けた磁界によって決まります。オープン状態の場合は、正しい磁気極性の磁気パルスが印加されると、接点はノーマリークローズ状態に変わります。(図12参照)

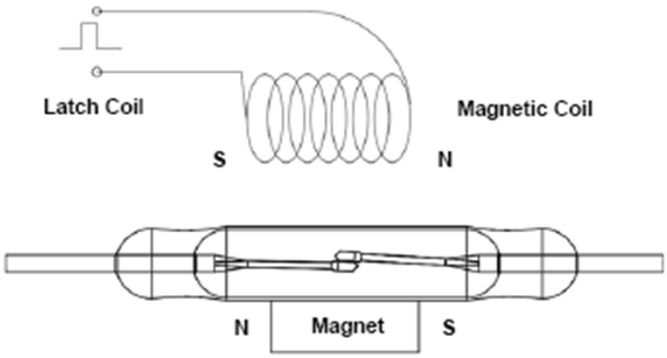

図12. 磁気パルスによってリードスイッチがクローズ状態に変化するラッチングリードリレー

パルス状の磁界がなくなると、リードスイッチは、逆極性の磁気パルスが再度印加されるまで、クローズ状態を維持します（図13参照）。このクローズ状態の間は、消費電力はありません。

ラッチングリードリレーのコイルをパルス化し、バイアス磁石と連動させてリード接点を閉じたり開いたりすることで、ごくわずかな電力で動作します。

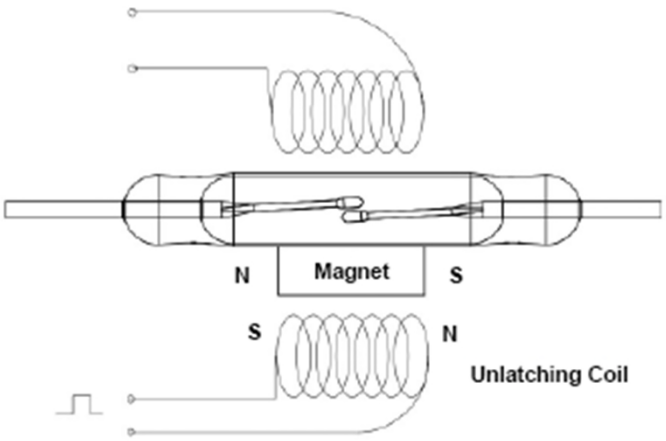

図13 図11の逆極性の磁気パルスで接点が開きます。

通常、リレーの接点の状態を変えるには、リレーの公称電圧で2msのパルスを供給すれば十分です。そのため、リレーの接点を閉じたり開いたりする際に発生する熱は最小限に抑えられ、サーマルオフセット電圧も最小限に抑えることができます。

ラッチ＆アンラッチシーケンス

ラッチ・アンラッチの仕組みを理解するために、4mTの磁界が感動点（閉接点）、2mT以下が開放点（開接点）となるリードスイッチを選択しました。バイアス磁石の磁界は3mTに設定しました。図14では、すべての動作状態を示す完全な動作サイクルを順に選択しています。見てわかるように、プルインとドロップアウトのポイントは一定で、一定の線で示されています。5つのステージとリードスイッチの接点状態の概要は以下の通りです。

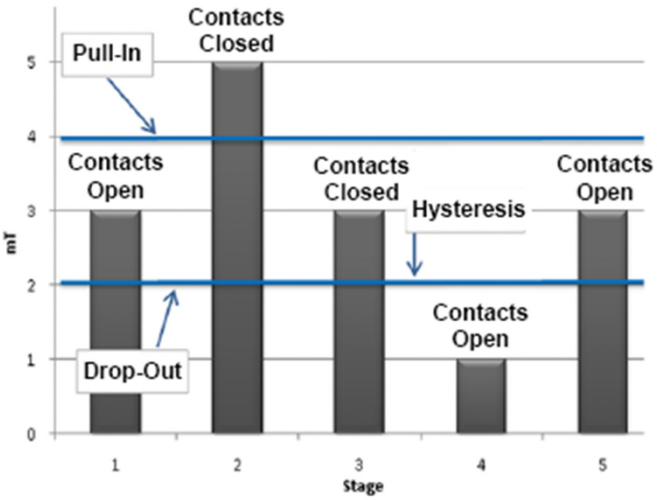

図14. 4mTのプルインと2mTのドロップアウトを持つリードスイッチに対して、ラッチとアンラッチがどのように行われるかを5つのステージの完全なサイクルで示しています。

- Stage 1: ここでは、リードスイッチに常時印加されているバイアス磁界（BMF）が、3 mTレベルで表示されています。接点は開いています。
- Stage 2：外部磁界（EMF：コイルや永久磁石など）を印加し、2mTの磁界を発生させ、バイアス磁石の磁界（BMF）を助けます。これにより、リードスイッチに印加される磁界は4mTを超える5mTとなり、接点が閉じます。
- Stage 3：EMFを除去し、BMFのみにした状態。しかし、見ての通り、磁界はまだドロップアウトレベルを超えているので、EMFを除去しても接点は閉じたままです。
- Stage 4：再びEMFが印加されますが、今度はBMFと逆極性の磁界が発生し、正味の磁界強度は1mTとなります。これで磁界はドロップアウトレベルを下回り、接点が開きます。
- Stage 5：逆極性の磁界が除去され、BMFのみが残り、リードの接点は開状態になります。

このようにして、接点をラッチしたりアンラッチしたりすることができます。

上のサイクルは、ラッチングリードリレーが接点の状態を変化させるために2つのコイルを用いるか、あるいは1つのコイルで磁気の極性を反転させる必要があることを明確に示しています。前者の場合、2つのコイルを持つリレーはコストが高くなり、後者の場合、接点の状態を変えるたびにコイルの極性を変えるため、より多くの電子回路が必要になります。

ラッチングリードスイッチの使い方

ラッチングリードスイッチは、上記と同様に、図11ではリードスイッチを永久磁石でバイアスして使用していますが、図12、13のようにコイルを使用する代わりに、図15のように極性の異なる別の永久磁石を使用しています。

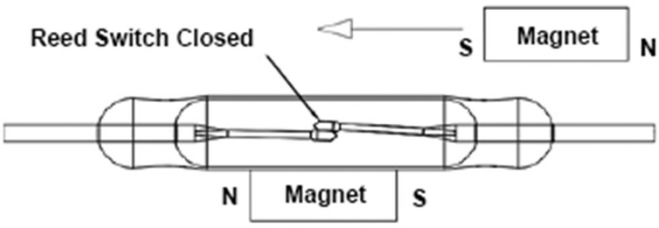

図15. 永久磁石をリードに近づけ、バイアス磁石で接点を閉じる。

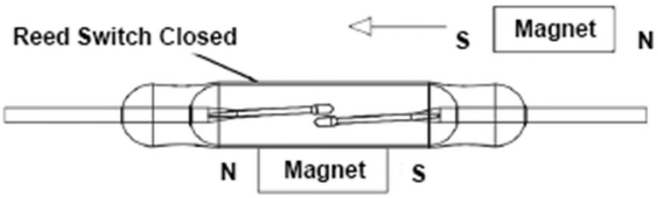

図16. 逆極性の永久磁石をリードとバイアス磁石に近づけると接点が開きます。

この場合、永久磁石を取り除いても接点は閉じたままで、永久磁石をリードに近接させて逆極性のバイアス磁石を設置するまで閉じたままになります。これは、上記のラッチングリードリレーと同じです。永久磁石を使用することで、電力を全く使用しないため、電源や電気回路、タイミング回路が不要になります。リードスイッチの状態は、ホールセンサーのように電力を使わず、磁石の出入りだけに依存しています。ラッチング式のリードリレーと同様に、1個または2個の磁石で接点の状態を変化させることができます。

- 1個の磁石を使用する場合：リードスイッチに永久磁石を近づけると、接点が閉じます。その後、永久磁石を離すと、接点は閉じたままになります。永久磁石を回転させ、磁気の極性を反転させる必要があります。その後、永久磁石を再びリードとバイアス磁石の近くに持ってくると、接点が開きます（図16参照）。
- 2つの磁石を使用する場合：ラッチングとアンラッチングは、一方の磁石が接点を閉じる方向に接近してから離すことで実現します。その後、反対側の逆極性の磁石が反対方向から近づき、それによって接点を開きます。この方法は、用途に応じていくつかの方法で効果的に行うことができます。

ラッチングリードスイッチは、特に近くに他の強磁性体がある場合、磁気システムの微妙なバランスを取る必要があります。

ラッチングリードスイッチを必要とするアプリケーションは、間違いなく最良の設計選択となり得ますが、最良の結果を得るためには、Standexのエンジニアおよびセールスエンジニアと密接に協力することをお勧めします。ラッチング環境を実現するにはさまざまな方法がありますが、特定の状況下では、当社のエンジニアが専門的でシンプル、かつコスト効率の高い方法を提案します。

まとめ

接点が長時間閉じた状態になることが予想され、消費電力が深刻な場合は、フォームBのリードセンサまたはリードリレーを使用することが最適な選択肢となります。開状態でも閉状態でも電力を考慮する場合は、ラッチングリードスイッチまたはラッチングリードリレーが最適な選択肢となります。

ラッチング方式のリードスイッチは、接点の感動と開放に電力を必要としない唯一のセンサ技術です。低消費電力部品の需要が高まる中、リードスイッチのラッチングまたはノーマリークローズの特徴は、それ自体が重要です。

私たちの製品がお客様のビジネスを推進する能力については、以下をご覧いただき、お問い合わせください。
www.standexelectronics.com
当社の優秀なエンジニアまたはセールスリーダーがすぐにお話を伺います。.

.

スタンデック エレクトロニクスについて
スタンデックス エレクトロニクスは、マグネティックス製品やリードスイッチベースのソリューションを含む、標準およびカスタムの電磁部品の設計、エンジニアリング、製造における世界的なマーケットリーダーです。

磁気製品では、平面型、電流センス型、従来型の低周波・高周波トランスやインダクタを提供しています。リードスイッチをベースにしたソリューションには、Meder、Kent、KOFUブランドのリードスイッチ、リードリレーの完全なポートフォリオ、そして流体レベル、近接、モーション、水流、HVAC凝縮水、油圧差圧、容量性、導電性、誘導性の各種センサーがあります。

輸送、自動車、医療、試験・計測、軍事・航空宇宙、航空、HVAC、家電、セキュリティ・安全、一般電力・産業の各市場における幅広い製品用途に向けて、エンジニアによる製品ソリューションを提供しています。

スタンデックス エレクトロニクスは、パートナー、解決、提供というアプローチを通じて、絶対的な顧客満足を約束します。販売サポート、エンジニアリング能力、および技術リソースを世界中に提供するグローバル組織で、私たちはお客様を第一に考えた顧客主導型のイノベーションを実行します。
お客様を第一に考えたイノベーションを実現します。

スタンデックス エレクトロニクスの詳細については、standexelectronics.comにアクセスしてください。

Contact Information:

Standex Electronics
World Headquarters
4538 Camberwell Road
Cincinnati, OH 45209 USA

Standex Americas (OH)
+1.866.STANDEX (+1.866.782.6339)
info@standexelectronics.com

Standex Electronics Asia (Shanghai)
+86.21.37606000
salesasia@standexelectronics.com

Standex Electronics Europe (Germany)
+49.7731.8399.0
info@standexelectronics.com

Standex Electronics India (Chennai)
+91.98867.57533
kkasaragod@standexelectronics.com

Standex Electronics Japan (Kofu)
+81.42.698.0026
sej-sales@standex.co.jp

Standex Electronics