



めかとり通信

Shindengen Mechatronics Co., Ltd.

利用例 紹介

ロータリソレノイド

レーザ光源の安全装置の駆動に使用。光源を機械的に遮断するシャッター機構を簡単な構成で実現できます。
シャッターの他、ストッパや、通路切換等への応用も有効です。



<ソレノイドを使う>

ソレノイドを使用するときに、コイル電流の遮断のタイミングで逆起電力が生じ、駆動接点の焼損、駆動素子の破壊などが起こることがあります。このため、適切な対策を行う必要があります。「めかとり通信」第20号ではこの対策につ

いてご紹介しました。今号ではこの中で説明しきれなかったバリスタの選定と、一般の直流ソレノイドと異なる通電方法が必要な、RM型ロータリソレノイドと自己保持型ソレノイドについて具体的な使用方法をご紹介します。

■1. 逆起電力対策

1.1. バリスタの選定

バリスタの選定にあたっては、次に記載した値を計算した上でバリスタメーカーの用意する資料から選定します。

バリスタの定格電圧は高いほど、ソレノイドの復帰時間は早くなりますが、表から読み取った V_p (制限時電圧) に電源電圧を加えた電圧がソレノイドの駆動用のトランジスタ、FET等の駆動素子に加わります。従ってこの値が素子の耐圧を超えてはいけません。これらの値を元にバリスタメーカーの定格表から選定してください。

エネルギー

$$E = 1/2 * L * I_p^2 \quad [J]$$

L: ソレノイドコイルのインダクタンス
 I_p : ソレノイド電流 (遮断時にソレノイドに流れている電流)

サージ電流波尾長

$$T = E / (I_p * V_p) \quad [mS]$$

V_p : 定格表から電流 I_p が流れたときの電圧を読み取る。(図表 1.1. 参照)

平均パルス電力

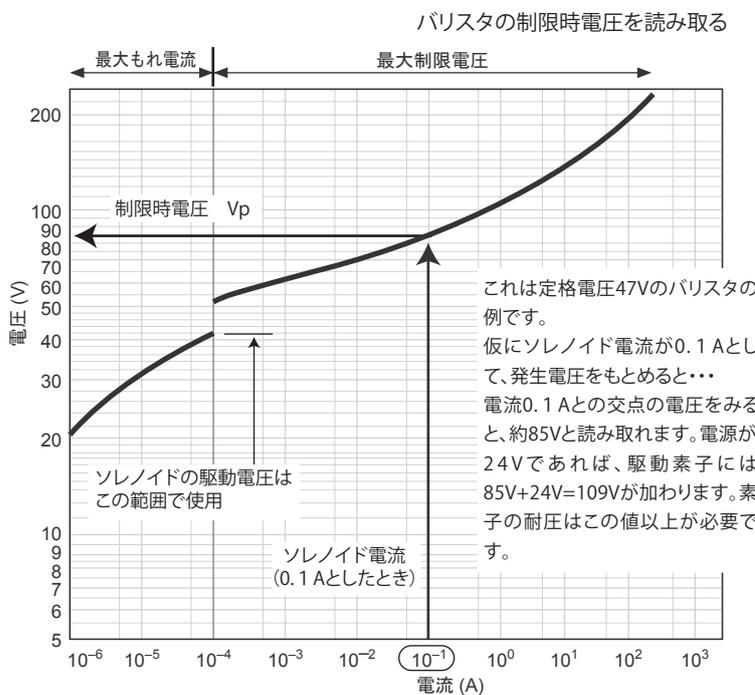
$$P_s = E * F_s \quad [W]$$

F_s : ソレノイド通電周波数 [回/秒]

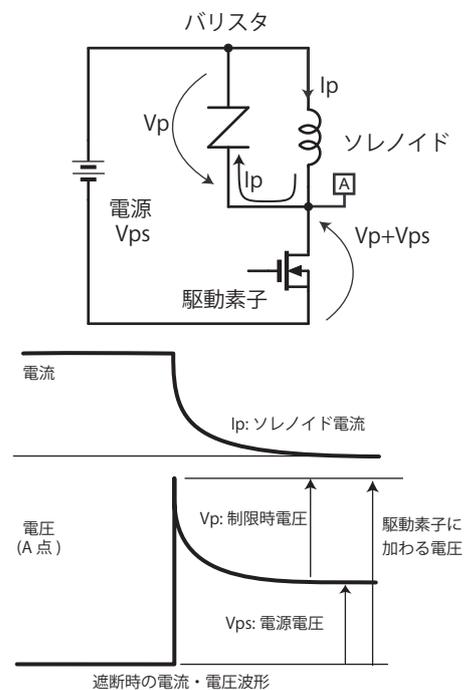
最大許容回路電圧

ソレノイドの駆動電圧はこの値以下に収まっていること。
電圧変動を十分考慮してください。

図表1.1. バリスタの電圧電流特性曲線(バリスタメーカー資料)



図表1.2. 回路と波形



Magnetic Technology & Quality

柔軟で独自の発想と豊富な実績で幅広い要求にお応えします。



■2. RM ロータリソレノイド

2.1. RM 型ソレノイドの駆動回路

当社の標準型ロータリソレノイドは、ソレノイドの吸着動作を機械的手段によって回転運動に変換したものです。直流ソレノイドは、基本的にコイルに極性はなく、どちら向きに通電しても同じように吸着力を発生します。従って、標準ロータリソレノイドには極性は存在しません。RM 型ロータリソレノイドは、永久磁石で構成されたロータと、その外周に置いたコイルから磁界を加えることで、その相互作用により直接回転力を発生します。永久磁石ですから極性があり、回転させるためには指定された極性で通電する必要があります。逆方向に通電するとトルクの発生方向も反転します。このため、標準ロータリで必要だった復帰ばねの代わりにコイルへの通電極性の反転で復帰動作を行うことができます。

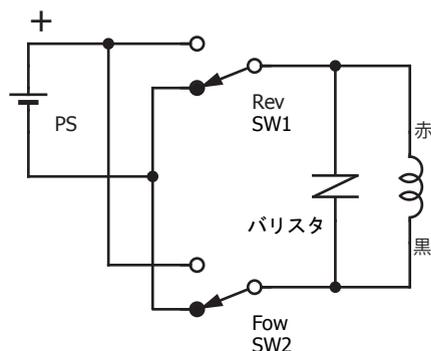
スイッチ、またはリレーを用いて極性の反転を行う回路は図表 2.1. に示したものが簡単です。SW1 を操作すると右回転方向に、SW2 を操作すると左回転方向に電流が流れます。(同時に操作すると動きません。)

また、極性の反転と通電操作を分離したい場合には図表 2.2. の回路が使用できます。SW2 を操作するとコイルに通電されますが、SW1 で指定した方向に電流が流れます。なお、SW2 を ON のまま SW1 を操作すると接点に発生した火花で電源が短絡される可能性がありますのでやめてください。

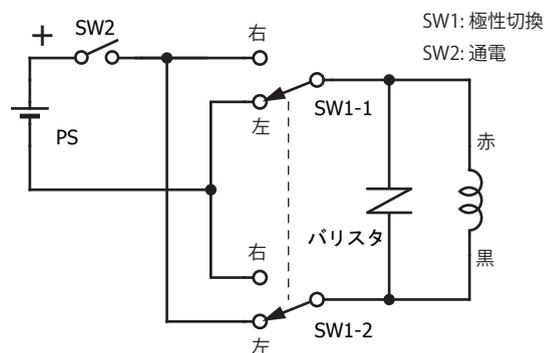
ソレノイドコイルは通電した電流を遮断する際に逆起電力を生じ、接点に損傷を与えることが知られています。この対策については前号で説明しましたが、RM 型ロータリソレノイドではその対策として挿入するフライホイールダイオードを

使用することが出来ません。コイルの通電極性が変わるためです。ですから RM シリーズの使用に当たってはバリスタの挿入を推薦いたします。

図表 2.1. RM ソレノイド駆動回路 1



図表 2.2. RM ソレノイド駆動回路 2



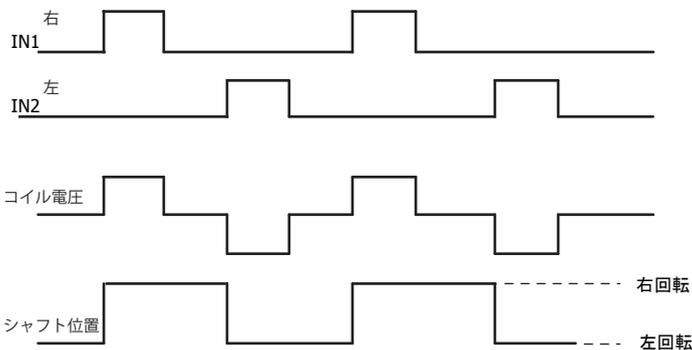
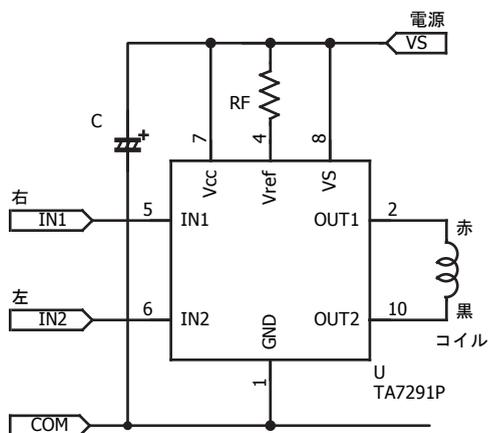
※逆起電圧保護には、コイルの通電極性が変わるので、バリスタを使用する。

2.2. モータドライバによる RM 型ソレノイドの駆動回路

通電極性で回転方向を切り替えることが出来るのは DC モータも同様です。DC モータ (ブラシ付き) の駆動用のドライバが半導体メーカー各社から供給されています。これを使用

すると RM シリーズの極性反転駆動も簡単に実現でき、マイコン等での信号から直接制御できますので便利です。これらのドライバにフライホイールダイオードが組み込まれている場合には外付けが不要になります。

図表 2.3. RM ソレノイド駆動回路 3 (Hブリッジの応用)



※通電率を計算する際のON時間はIN1とIN2の和とする



■3. 自己保持型ソレノイドの駆動

自己保持型ソレノイドは、吸着後、内部に組み込まれた永久磁石の作用でコイル電流を流さなくても吸着位置を保つことができます。自己保持型には1方向保持型と、2方向保持型があります。2方向保持型は、吸着と復帰にそれぞれ専用のコイルを持つ2コイル型で、1方向保持型は1つのコイルへの通電極性で吸着と開放（復帰）を使い分ける1コイル型です。

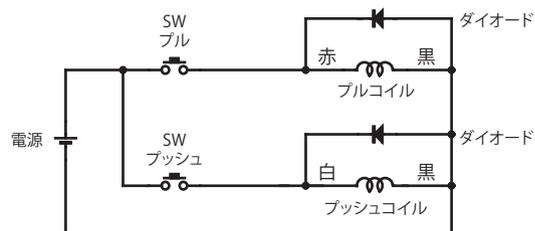
3.1. 2コイル型の駆動

2コイル型は、吸着と復帰にそれぞれ専用コイルを持っていますので、選択通電によって吸着と復帰動作を行うことができます。注意することは、コイルには極性があることと、それぞれの位置を永久磁石で保つよう設計されており、コイルへの通電は短時間のパルス駆動とする必要があることです。最大通電可能な時間はカタログに記載がありますのでこれを守ってください。

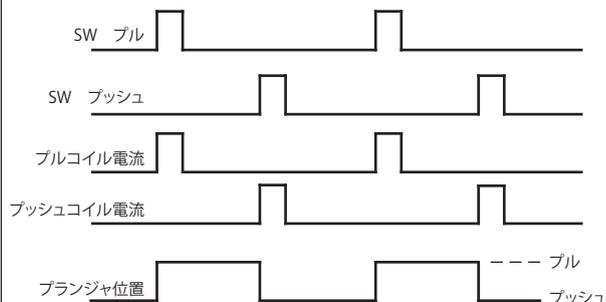
3.2. 1コイル型の駆動

1コイル型は、吸着位置の保持を永久磁石で行います。コイルに通電する極性を切り替えることで吸着と復帰動作を行います。カタログに記載された値の復帰電流を流したときに保持力が消滅して復帰します。従って、カタログ記載の復帰電流値を守る必要があります。吸着と同じ電源電圧で駆動す

図表 3.1. 2コイル型駆動回路



逆起電圧保護はダイオードを使用する
コイルの極性に注意



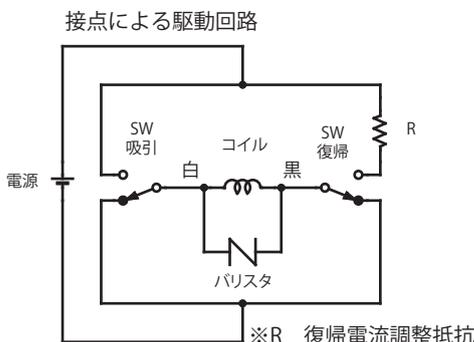
※通電率を計算する際のON時間はSWプルとSWプッシュの和とする

る場合には電流を合わせるために制限抵抗を挿入します。抵抗値は図表 3.2 に記載した方法で算出してください。

機械接点（リレー接点）を用いた回路と、DC モータ駆動用の IC を用いた回路例を示します。

なお、高周波で動作させる場合には通電率に注意が必要です。正逆両方向に通電する時間の和を通電時間として通電率を算出します。

図表 3.2. 1コイル型駆動回路



逆起電圧保護には、コイルの通電極性が変わるので、バリスタを使用する。

復帰電流調整抵抗の計算

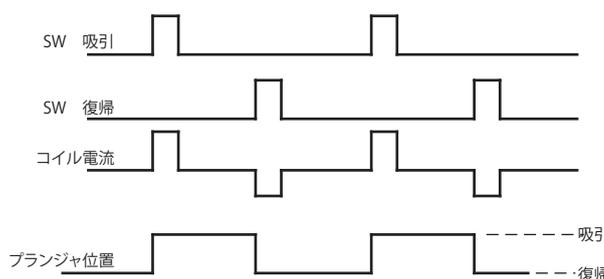
抵抗値

$$R = (\text{電源電圧} / \text{復帰電流}) - \text{コイル抵抗} [\Omega]$$

消費電力

$$Pr = R * (\text{復帰電流})^2 [W]$$

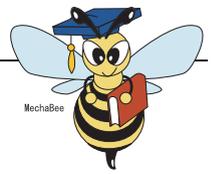
復帰電流・コイル抵抗 はカタログ記載値



※通電率を計算する際のON時間はSW吸引とSW復帰の和とする

復帰電流、コイル抵抗はカタログをご参照ください。

計算で求められた抵抗値に市販の抵抗器の中から最も近いものをご使用ください。電力定格は Pr で求められた値以上のものを使うようにしてください。



■3. 自己保持型ソレノイドの駆動

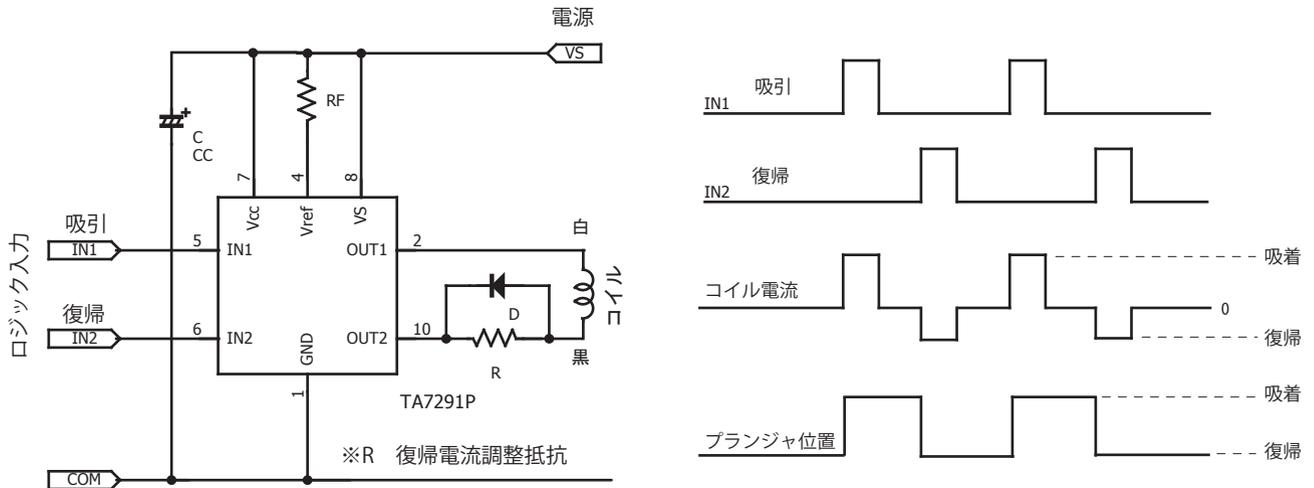
3.3. モータドライバによる1コイル型の駆動

DC モータ制御用ドライバICを使用した回路です。マイコンなどのロジック信号で制御を行うことが可能になります。復帰電流は抵抗を挿入して調整する方法としてあります。抵抗値の計算は接点による場合と同じです。PWMにより電流制御が可能なものを選択すれば、復帰時に平均電流を調整し、抵抗とダイオードを省略することも可能です。詳細はメーカーのデータシートをご参照ください。

モータドライバは多くがフライホイールダイオードを内蔵していますので用意する必要がありません。

なお、ここでは東芝セミコンダクター&ストレージ社製のものを例として取り上げましたが、類似の機能を有するものは各社で用意されていますので、一例としてご覧ください。DC ブラシ付きモータ用の中から、出力電流がソレノイドコイル電流を上回るもので、定格電圧がコイルの電圧以上のものであれば使用出来るでしょう。単純にHブリッジと呼んでいるものもありますので、機能表をよく読んでください。

図表 3.3. DC モータドライバによる1コイル型駆動回路



※通電率を計算する際のON時間はIN1とIN2の和とする



あとがき

今回は前号に続いて、ソレノイドを使用する上での具体的なテクニックをいくつかご紹介してまいりました。お役に立ちましたでしょうか。至らぬ点がございましたら、何なりとご指摘いただけたら幸いです。こんな情報がほしい、分からないというようなことがありましたら是非ご連絡ください。



■この資料の内容は改良の為、お断り無く変更することがありますのでご了承ください

2015年12月現在

「めかとり通信」に関するお問い合わせは

新電元メカトロニクス株式会社 <http://www.shindengen.co.jp/smt/>

本社：〒357-0037 埼玉県飯能市稲荷町11番8号 TEL 042(971)6212 FAX 042(971)6218
西日本支店：〒460-0003 名古屋市中区錦1-19-24名古屋第一ビル TEL 052(219)9711 FAX 052(201)4780

新電元メカトロニクスのソレノイドのご用命は

