

めかとり通信

< VCM (ムービングコイル型) >

当社の主力商品であるソレノイドは、さまざまな種類のあるアクチュエータの中の電気エネルギーを機械エネルギーに変換するもので、その作用は電磁エネルギーを使用しています。同様なア

■ 原理・ソレノイドとの比較

ムービングコイル型アクチュエータは、原理的にはスピーカと同じ原理で推力を発生します。このため、ボイスコイルモータ (VCM) と呼ばれています。固定部は永久磁石とヨークからなる磁気回路で構成され、ここで生成された磁界の中に可動コイルが配置されています。可動部はコイルで構成され、これに電流を供給するためのリード線と、可動部を支持するためのシャフトや軸受が用意されています。

コイルに通電すると、コイルの置かれた場所の磁束と電流の作用で推力が発生します。これはフレミングの左手の法則として知られています。近年は希土類磁石により、小型で強力な永久磁石が実用化され、ムービングコイル型の性能向上の大きな要因になっていま

す。一般的なリニア型のアクチュエータであるソレノイドと異なり、可動する部分がコイルのみで構成されます。従って可動部が軽量となり、応答速度を上げることが可能です。

ソレノイドは鉄心を磁化してこれ

を吸着することで力を発生しますが、鉄の磁化曲線は直線ではなく、このためコイルに流す電流と得られる吸着力の関係は非線形になります。ムービングコイル型の場合には磁界は永久磁石から与えられたもので変動しませんから、この非直線性の影響を受けることがなく、コイルに流す電流と得られる力の関係は非常に良好です。このため軽量な可動部に加えて駆動電流に対する精度も高く、極めてよい制御性が得られます。精密な位置制御や、押圧力制御が可能です。最近の HDD ドライブは高容量化が進み、その記録トラックの間隔は数十 nm とも言われています。記録ヘッドをこのピッチで制御可能にしているのは VCM 駆動ヘッドです。

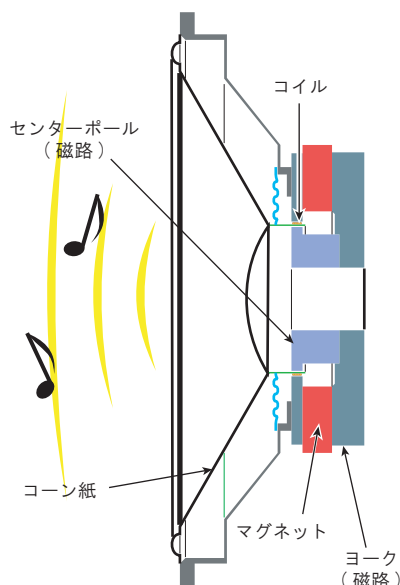
ソレノイドは鉄心をコイルで磁化することによって吸着力を発生しますが、このときコイルに流す電流の方向に依存するこ

クチュエータにムービングコイル型アクチュエータがあります。今回はこのアクチュエータの特徴を、ソレノイドやモータと比較しながら解説します。

となく、力の発生方向は一定です。ムービングコイル型は固定配置された永久磁石から供給される磁束と、コイルに流す電流で力が発生し、電流の方向を反転させると力の方向も反転します。したがって、ソレノイドの場合には吸着後に復帰させる場合には復帰ばね等を用いる必要がありますが、ムービングコイル型の場合には逆方向に通電することで復帰、または駆動することが可能です。

モータは連続で回転運動しますが、その回転中、発生トルクが一定ではなく脈動が生じます。これをコギングと呼びますが、ムービングコイル型は原理的にコギングを生じません。微細な制御を要求する際には大きなメリットです。

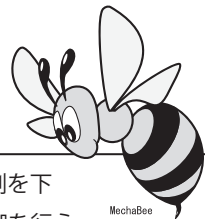
ムービングコイル型は、高速で可動するコイルに電流を供給する必要があるため、リード線を可とう性のある電線で構成する必要があり、これが性能・寿命の点で大きな注意点で、設計する上でのポイントです。また、コイルに通電すると発熱しますが、直接接



触するのは巻枠しかなく、放熱経路が限られます。このため、大電力に耐えるのは困難で、発生推力の制約になっています。

ソレノイドで制御性を高めたものに比例ソレノイドがあり、これは数 mm から 10mm 程度の範囲のものが実用化されています。ムービングコイル型では大ストロークへ対応するには大型化が避けられず、通常は 5mm 程度が実用的なところ

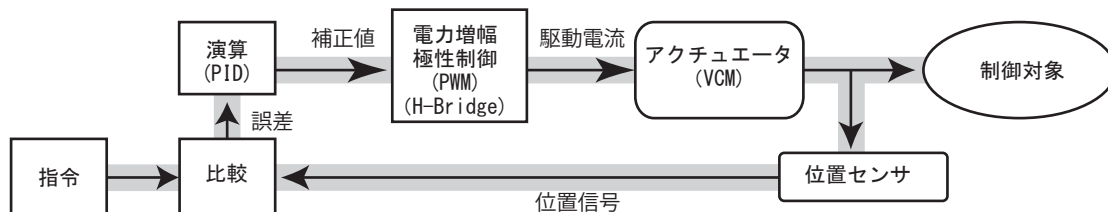
です。なお、回転型のモータでも、制御性を高めるためにロータから鉄心を除き、コイルのみが回転するようにしたものがあり、コアレスモータと呼ばれています。回転部の慣性質量が極めて小さく、良好な制御性が得られるためサーボモータとして使用されています。



■ 駆動について

ムービングコイル型の特徴を生かすには適切な方法で駆動することが不可欠です。単なる ON/OFF であれば通常のソレノイドと変わることはありませんが、位置制御、圧力制御等を行う場合には制御対象からの情報を元にサーボ回

路を構成する必要があります。位置制御の構成例を下図に示します。古典制御理論といわれる PID 制御を行う構成です。マイコン等を利用してデジタル的に処理する例が増えていますが、基本は変わりません。



■ 駆動回路について

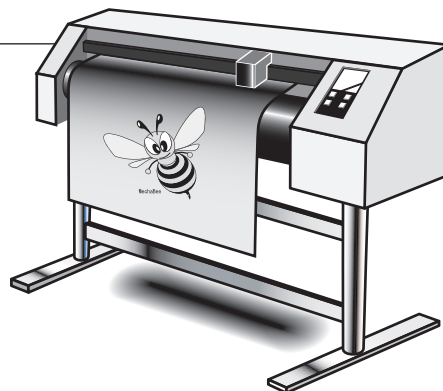
VCM を含むソレノイドを電氣的に駆動する際に注意の必要な点がいくつかあります。これらはコイルの持つインダクタンスに起因します。コイルに鉄心を持つソレノイドは大きなインダクタンスを持ちます。インダクタンスは電流の流れを阻害する方向で作用し、電圧を加えてから電流が上昇し、推力が発生するまでの時間遅れを生じます。電流を遮断するときには逆方向に起電力を生じ、接点やスイッチング素子に損傷を与えます。このために、通電回路にはこの対策が不可欠です。ムービングコイル型の可動子もコイルですからインダクタンスを有しますが、一般的なソレノイドよりも小さく、良好な制御性の一因となっています。この特徴を有効に生かすには、できるだけ高めの電圧で駆動し、電流の立ち上がり速度を確保します。小さいとはいえインダクタンスを持ちますので、逆起電力への対策は必須です。両極性で使用するムービングコイル型の場合にはバリスタ等の挿入が有効です。

ソレノイドと同じようにムービングコイル型もコイルは銅線で作られています。銅は正方向の温度係数を持ち、温度上昇と共に電気抵抗が変化します。このため、通電にはこの影響を避けるために定電流制御を行う必要があります。この方法としては PWM 制御が一般的に採用されています。ただし、高精度、超高速制御が必要な場合にはリニア制御が使われることもあります。リニア制御は高性能が得られますが、損失が大きいのので注意が必要です。

ムービングコイル型の特徴を生かすには絶対値の制御に加えて極性の制御が必要です。この用途には DC モータの駆動用に用意された、H ブリッジと呼ばれるドライバが便利です。電源は一台で済み、論理信号のみで制御できるうえ、PWM 制御部を併せ持つものもあり、ムービングコイル型の駆動にも適当なものとなっています。ブラシ付き DC モータドライバとして検索していただければ適当なものが見つかると思います。

■ 応用例

- 高速駆動と高精度な位置決め
各種精密ステージの微動軸駆動、チップマウンタの実装ヘッド Z 軸
光学レンズのフォーカシング
ワイヤーボンダーのヘッド駆動
- 微妙な加圧制御
ダイボンダー、研磨機等のヘッド加重制御
ミシン等のテンションコントロール
リモートコントローラ等のフォースフィードバック
- 高応答性
加振アクチュエータ、アクティブ制振、リニアコンプレッサ
カッティングマシンのヘッド駆動



■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

「めかとり通信」に関するお問い合わせは

2015 年 1 月現在

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