

めかとり通信

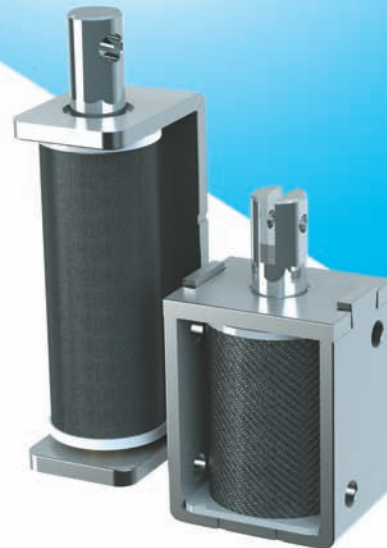
ソレノイドはこんな所に使われています

シフトレバー
ロック



AT 車のシフトレバーは誤操作防止のため、P レンジから他の位置へはブレーキペダルを踏んでロックを解除しないと操作できません。ドライバーのうっかりミスや、幼児によるいたずら防止などの大事な機能です。

そのための方式は様々ですが、いずれもソレノイドを使用したロック機構が採用されています。図はその一例です。



< モータとソレノイド >

モータは様々な形式のものが実用化されています。電源の種類、駆動力発生原理などによって細かく分類されますが、その生産数は年間 100 億個ともいわれています。また、応用されるジャンルは数えきれないほどで、モータなしでは私

たちの生活は成り立たないといっている状態になっています。ただ、そのほとんどは装置内部に組み込まれた形で使用され、直接目にすることは少なく、縁の下の力持ちに徹しています。

■ 1. 自動車への応用

究極のエコカーといわれる燃料電池車や電気自動車ではエンジンの代わりにモータで走行します。現在一般的に使われている内燃機関を動力源とする自動車においても、一台当たり 50 個から 100 個ものモータが使われていて、その使用数量は高級車のバロメータともされています。

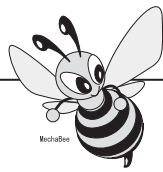
自動車を運転するためには、まず施錠を解除して乗り込み、シートの位置を合わせ、ドアミラーを展開し、鏡面の角度を調整した後、スタータモータによりエンジンを始動、エアコンを操作して、雨が降っていればワイパを作動させ、シフトレバーを操作した後に、アクセルとハンドルを操作して運転を開始します。この一連の操作一つ一つにすべてモータが関わっています。ただし、ほとんどそれを意識することはありません。強いて言えばスタータモータを回す操作くらいでしょうか。それでさえ、最近のハイブリッド

車ではエンジンの始動操作は省かれているようです。もしかしたらお気づきの方がいらっしゃるかもしれませんが、一台当たり 100 個という統計情報には通常想像する回転型のモータ以外に往復動作型のソレノイド、さらには燃料制御用のインジェクタなども含まれています。先の例でいえば施錠の解除は一定ストロークの往復動作ですからソレノイドの最も得意なところですし、シフトレバーのロック機能も往復動作で、ソレノイドが使われています。燃料を噴射するためのインジェクタは超高速ソレノイドです。このようにソレノイドも意外と身近なところで使われています。

モータの基本的な動作は回転運動です。ところが、動きたい対象の動作は回転とは限りません。シートの位置合わせは、前後、上下の直線運動が基本です。ドアミラーの鏡面調整は上下、左右の回転ですが、その角度は小さな



<モータとソレノイド>



ものです。エアコンのファンモータは回転運動で、ウインドワイパは角度を限定した往復回転運動です。ステアリングもモータにより操作力を低減しています。これらの内で、回転するモータの出力軸に直結して使用できるものはエアコンの送風ファンくらいで、そのほかは出力を変換する何らかの工夫が必要となります。それには多くの場合、減速機とリンクやカムなどの変換機構の組み合わせが用いられます。モータは直接得られるトルクがあまり大きくないので、減速機によるトルクの上昇は好都合でもあります。

一方、モータの応用にあたっては安全面の配慮が重要で、万一故障しても安全側の挙動となるようにフェールセーフは欠かせません。たとえばエンジンの出力を制御するスロットルバルブは、アクセルペダルの開度を基本情報として DC モータで駆動されていますが、その駆動用モータが故障し制御不能に陥ったときには、エンジンの出力を絞る方向に戻す必要があります。この駆動用のモータは減速機を経由して使用していますので、これに勝る強いスプリングを用いたり、モータに電磁クラッチを組み合わせたりしています。ソレノイドの場合、発生する推力が大きいため負荷を直接駆動できます。そして、戻り側はスプリングで行います。コイルへの通電を切ればスプリングの力で復帰しますから、特別な配慮を行わなくても電源を遮断することでフェールセーフ動作を行えることになります。

モータの生産量の約半数は DC ブラシモータで、自動車用途においてもその比率は同様です。これらは特別な方法を用いなくても電源に接続するだけで回転させることが出来ます。価格は安く簡単に使えますが、接触点を持つために寿命が短く、電気ノイズを発生します。DC ブラシレスモータは DC モータから整流子などを取り除き電子回路による整流子に置き換えたもので、非接触構造のため寿命が長く、高速回転が可能でノイズも発生しないといった様々なメリットがあるため需要が増えています。ただし専用の駆動回路を必要とします。また、パルスモータも専用の駆動回路を使用しないと回転させることが出来ません。それに対して、ソレノイドは特別な駆動回路が必要ありません。必要なのは電源とスイッチのみです。

モータの応用の中でも単純な往復動作は多く、またそれが回転でなく直線運動であることも少なくありません。このような場合、回転から直動への変換機構が必要なうえ、作動端を検出して回路を制御するなどの工夫が必要となります。ソレノイドではこれらが不要で機構が極めてシンプルにできる可能性があります。駆動も単純なスイッチです。モータで一定角度の往復運動を行わせることができますが、この場合はそのまま回転型のソレノイドへに置き換えが可能です。回転型のソレノイドは一定角度を往復動作するもので、トルクの大きな片回転型と、永久磁石の回転子を持ち、通電極性で回転方向を変えることが可能な双方型があります。

<モータとソレノイド>



モータやソレノイドの使われているところ

<凡例>

●モータ ○ソレノイド、ソレノイドバルブ (ON/OFF) ・(比例)

- ワイパ
- ウォッシャ
- リアワイパ
- ヘッドライト光軸調整 (スイブル (AFS))
- ヘッドライト光軸調整 (レベリング)
- ヘッドライト光軸調整 (Hi-Lo 切り替え)
- リトラクタブルヘッドランプ
- ヘッドランプワイパ
- ヘッドランプウォッシャ

- 電動パワーステアリング
- 電動油圧パワーステアリング
- 電動ステアリングロック
- 電子制御式ギア比可変ステアリング
- シフトロック



- 電動オイルポンプ (T/M 油圧保持・潤滑用、モータ冷却用)
- AT/CVT 用電動オイルポンプ (アイドルストップ車)
- DCT/AMT のクラッチアクチュエータ
- フューエルポンプ
- 電子制御スロットル
- アイドルスピードコントロールバルブ
- フューエルインジェクタ
- スタータ
- オルタネータ
- モータジェネレータ
- 電動可変バルブ (タイミング・リフト)
- ラジエータ冷却ファン
- 電動 EGR バルブ
- ターボ /EGR 冷却用電動ウォータポンプ
- 電動コンプレッサ
- バッテリ冷却ファン
- エンジン冷却用電動ウォータポンプ
- AT 変速制御

- 車高調整
- 電動アクティブスタビライザ
- 電子制御サスペンション (減衰度調整)
- 電子制御ブレーキ (ABS)
- トラクションコントロール
- 横滑り防止装置・姿勢制御装置
- 後輪操舵システム (4WS)
- 電動 4WD
- 電動パーキングブレーキ
- ブレーキ用電動バキュームポンプ

- CD・DVD プレーヤ
- エアコン関連 (ブローア、ダンパ、ルーバ)
- ミラー (鏡面・格納)
- パワーウィンドウ
- サンルーフ
- ドアロック
- パワースライドドア
- パワーバックドア
- イージークローザ
- 電動カーテン
- パワーアンテナ
- パワーシート (座面、ヘッドレスト、ランバーサポート、リクライニング)

■2. モータの得意なところ・ソレノイドの得意なこと

「速度」「ダイレクトドライブ」

一般的にものを動かすというとモータの駆動を思い浮かべるほどモータは広く普及しています。形式により特徴が異なりますが、DC ブラシレスモータは問題点を解決しながら進化を続けています。ただ、前にも書いたように、動作の基本は回転運動ですが要求される動作は必ずしも回転とは限りません。そこで出力の変換に様々な工夫が必要となります。モータの出力を減速機で減速した後、リンクやカムなどの変換機構を組み合わせることで負荷を駆動します。高速回転の可能なものもありますが、起動・停止を高頻度で繰り返す用途ではその立ち上がり時間が問題になることもあります。モータは原理的にも連続回転が適しています。

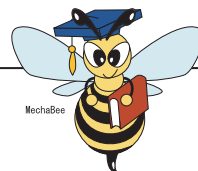
ソレノイドの基本動作は吸着、開放の直線運動です。その作動距離はあまり大きく取ることができませんが、発生する推力は大きく、直接負荷を駆動できます。そして作動速度を極めて早くすることも可能です。インジェクタでは数十 μ S 程度の応答速度を実現したものもあります。ABS 用の電磁弁なども高速応答を前提とした応用例です。減速機構が省略可能で機構をシンプルにすることが可能です。

「保持」

モータでの駆動の場合、作動終了点での位置保持には何らかの保持機構を必要としますが、ソレノイドの場合、吸着位置での保持力が極めて大きいため、特別な機構を必要としません。保持回路を用意すれば、このときの電力を低減させることも可能です。さらに、保持の時間が長期に及ぶ場合には永久磁石を併用し無電力で保持力を発生させるソレノイドもあります。永久磁石による保持型ソレノイドには、作動開始点と終了点のどちらでも無電力で保持可能なものもあります。

「電力効率」「負荷ロック」

永久磁石を使用した DC モータは AC モータに比べると電力効率が高く、DC ブラシレスモータではより高効率となっています。さらに鉄心を除いた構造のコアレスモータでは電力効率が 95% にも及ぶものがあります。ただ、これらの高効率モータでも高頻度で起動、停止を繰り返す用途では消費電力が大きくなります。また、作動の途中で負荷ロックがかかることと異常発熱や最悪では焼損の原因となりますので何らかの対策が必要となります。一方でソレノイドの場合には、吸引、復帰を繰り返しても電力消費が増えるようなことはありませんし、作動の途中でロックしても異常発熱や焼損の心配はありません。



「モータにはできない応用」

油圧による駆動は損失が大きいため近年は減少しています。パワーステアリングなどはほぼ電動に置き換わりました。ただし足回りのダンパなど電気駆動部品へ置き換えにくい部分もあり、油圧が用いられます。そしてこれらの制御を行う ON/OFF 弁や比例制御弁といった油圧用のバルブ類はモータでの駆動は難しく、ソレノイドが用いられています。

「位置制御」

モータで作動量を制御したい場合、位置や仕事量などを

何らかのセンサで検出して制御を行います。スロットルバルブであればスロットルの開度とアクセルペダルの踏み込み量とを比較して適切な通電量を決定してモータに通電します。ソレノイドにも、このように作動量の制御が可能です。代表的な用途は油圧バルブの比例制御で、通電量に応じた開弁量が得られます。このほかにエンジンのアイドル時における空気量の制御弁としても使用されています。

■3. モータの進化とソレノイド

代表的な DC ブラシモータは開発当初、界磁にもロータにもコイルが使用され、必要な磁界を発生させることで回転運動を得ていました。高性能な永久磁石が発明されると、界磁を永久磁石に置き換えることで効率の向上と小型化を実現しました。さらに希土類磁石の開発で急速に高性能が進み、今のモータはこの永久磁石の存在なしで性能を語れなくなりました。

ソレノイドも地味ながら技術開発が行われています。単なる吸着型として使われ始めたソレノイドですが、回転型や永久磁石を使用した自己保持型、ストロークが変化しても推力の変化の無い比例型などが開発され、実用化されています。ソレノイドはその磁極形状が性能に大きく影響し

ます。近年ではその開発過程にコンピュータによる磁場解析技術が用いられ、用途に応じた最適な磁極形状の開発効率が向上しています。効率よく推力を得る構造の開発はもちろんですが、性能を維持しながらコストを下げるためにも重要な働きをしています。

当社ではお客様の様々なご要望に応えるべく研究を続けています。



ロータリソレノイド

■4. あとがき



今回は、例として乗用車の応用を挙げましたが、これ以外にも私たちの生活に密着したところで多くのモータが使用されています。これらも同様に回転動作だけでなく往復運動、直線運動のものが、ソレノイドへの置き換えが可能な機構が数多くあります。ぜひ探してみてください。

当社ホームページには様々なソレノイドの情報を掲載しておりますのでぜひご覧ください。

私たちの身の回りでは様々な装置が使用されています。高性能なコンピュータが手軽に使用できるようになり、その演算結果を機械的な動作に置き換えたり、補助したりすることで装置の機能が向上し、利便性が向上しています。その主な手段としてモータやソレノイドが使用されていますが、DC ブラシモータ、ソレノイド共に息の長い製品で、30 年以上前に販売開始したものが今も現役でその役目を果たしているのは面白いところです。

■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

2016 年 5 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
茜台工場 : 〒357-0069 埼玉県飯能市茜台 2 丁目 1 番 5 号

新電元メカトロニクスのソレノイドのご用命は