

モータの制御

ステッピングモータの基本

今回は主に位置決めなどに使われるステッピングモータの種類と構造を紹介します。

9章 ステッピングモータの制御

9-1 ステッピングモータの基本

ステッピングモータは、コイル各相に順番にパルス状に通電し、パルス列入力に同期動作させるモータです。

運転方法としては、DCモータやブラシレスモータと異なりパルス列入力を連続すれば、予め設定した運転パターンに従い回転し、パルス列入力を停止すれば、モータも停止します。制御パターンで正転、逆転の制御が可能になります。また、パルス周波数で回転速度を制御できます。この様にパルスで制御することから、パルスモータ、ステップモータ、ステッパモータとも呼ばれます。

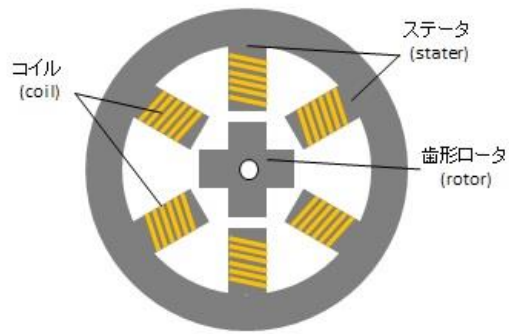
ステッピングモータの種類と構造

ステッピングモータは、構造別に下記の3種類があります。

①可変リラクタンス(VR)型

可変リラクタンス(VR)型は、永久磁石を用いない構造で、複数の歯形を持つ軟鉄製のロータ(回転子)と、ステータ(固定子)に巻いた電磁コイルで構成されます。ステータコイルに電流が流れると電磁力により励磁され、ロータの歯がステータ極に引き寄せられることによって回転します。

可変リラクタンس型 (VR type)

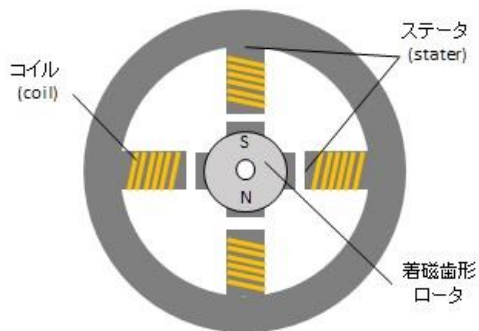


VR型の利点は、永久磁石が必要ないことですが、欠点は分解能を高くするには、数多く細かな歯形の精密加工とステータとロータ間のギャップ長を短くすることが必要で低コスト化、小型化が難しいことです。

②永久磁石(PM)型

VR型とは別に、永久磁石ロータを利用したものがPM型 (Permanent Magnet stepping motor) です。2相構造(4 コイルステータと2 極磁石ロータの組み合わせ)が典型です。ロータにはVRモータのような機械歯はなく、代わりにS極とN極に磁化されています。この磁化されたロータ極によって磁束密度が増大されているため、PM型モータはVRモータに比べ強いトルクを発生します。

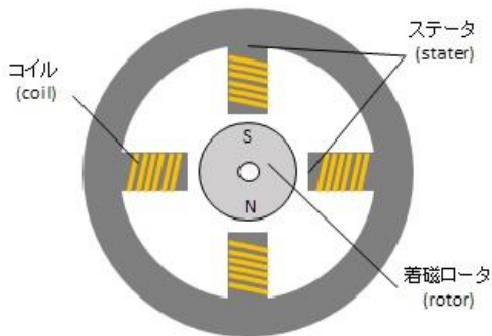
HB型 (HB type)



③ハイブリッド(HB)型

VR 型と PM 型の両方の利点を生かした複合構造のものが、ハイブリッド (hybrid stepping motor) 型です。HB 型は、現在、最も普及しているものです。

永久磁石型 (PM type)

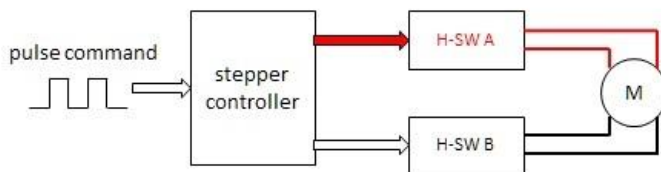


ステッピングモータの基本システム

ステッピングモータの制御システム図を示します。

- ①パルス列指令を入力
- ②ステッパコントローラで A,B コイルへの通電位相パターンをデコード
- ③H-SW ドライバ(バイポーラの場合) で電力増幅しモータコイルを通电

ステッピングモータの基本システム (Basic system of stepping motor)



オープンループ動作

ステッピングモータの最大の特徴は、基本的にオープンループ制御で精密な位置制御が可能な点で、ステップパルスの状況を把握するだけで、位置を知ることができます。

この場合のオープンループ制御とは、位置情報のフィードバックが不要ということです。この特長を利用して、高価な変位センサー、エンコーダなどの部品を組み合わせた位置検出機構や、フィードバック処理制御回路が不要になり、低コストかつ、簡単な構成で位置制御が実現できます。

ステップ分解能

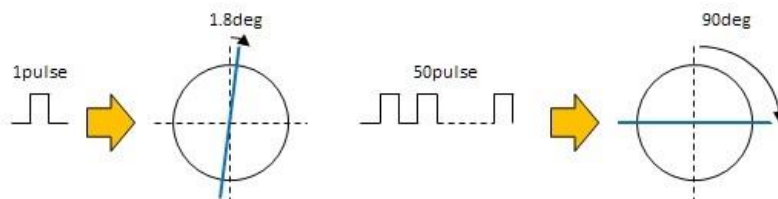
ステップモータの仕様の一つにステップ数があります。ステップ数は、ロータ1回転（360deg）をいくつに分割できるかを表しています。例えば、200ステップのモータであれば、1ステップ当たりの角度は、 $360\text{deg} \div 200 = 1.8\text{deg}$ になります。つまり、モータの基本ステップ分解能 = 1.8deg と表現します。

例えば、モータ軸を 90deg 進めるには、

$$90\text{deg} \div 1.8\text{deg} = 50\text{step}$$

と50ステップ必要なので、50個のパルスを入力すれば良いことになります。

パルス数とステップ角の関係 (Relation between pulse number and step angle)



ステップモータの長所と短所

長所

- ・オープンループ制御で簡単に精密な位置決め運転が行える
- ・モータ回転速度は、入力パルス周波数に比例するので簡単に速度制御ができる
- ・モータ回転軸角度は、入力パルス数に比例するので簡単に角度位置決めができる
- ・モータにブラシを用いないので寿命が長く信頼性が高い

短所

- ・コギングが大きいので高速、急加減速運転が苦手（脱調し易い）
- ・コギングが大きいので連続回転時に振動リップルが大きい

- ・位置決め保持（ロータ停止固定）時には電流が流れ続けるため、電力消費が多く発熱が大きい

ステッピングモータの使用例

簡単な仕組みで低コスト、小型に構成できるので、下記に示す様に民生、工業、産業用など多くの幅広い分野で使用されています。

- ・プリンタ、スキャナのヘッド位置決め、紙送りメカ
- ・スチルカメラのレンズメカ（AF,Zoom,IRIS）
- ・セキュリティカメラのレンズメカ、パン／チルト制御メカ
- ・エアコンの風向ルーバ
- ・スロットマシンのリールドラム
- ・天体自動追尾型望遠鏡の追尾モータ
- ・顕微鏡ステージ