

第3章

リニア駆動からPWM駆動まで ブラシレスDCモータ制御回路の設計

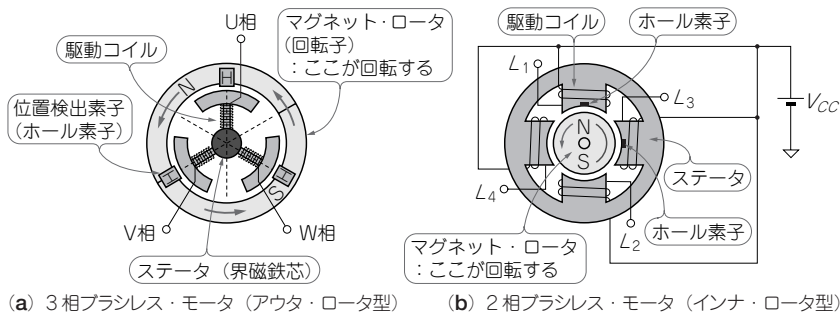
近藤 俊一
Shunichi Kondo

3相ブラシレスDCモータの構造

■ 構造と駆動方法

● 構造

図3-1(a)にブラシレスDCモータの基本構造を、写真3-1に外観をそれぞれ示します。



〈図3-1〉 3相ブラシレス・モータの構造



〈写真3-1〉 スピンドル・モータ用3相ブラシレスDCモータの外観 [日本電産サンキョー(株)]

その名のとおり、第2章の図2-1に示すブラシ付きDCモータにある整流子がありません。ブラシ付きDCモータは、この整流子を利用して機械的にコイル(巻き線)に流れる極性を変化させていました。しかしブラシレスDCモータの場合は、なんらかの方法でロータの位置を検出して、その信号をいったん制御回路にフィードバックし、駆動電流の極性を変化させる必要があります。そして、このロータの位置検出センサとして利用されるのが、図3-1に示すホール素子です。写真3-2はホール素子の外観、写真3-3はFDD(Floppy Disk Drive)用ブラシレスDCモータの制御用基板に実装されているホール素子のようすです。

通常、回転子は永久磁石で、ステータ(電機子)はコイルで構成されます。図3-1(a)に示すブラシレスDCモータはロータが2極で構成されているので、3相(U相、V相、W相)の電機子巻き線 (L_U , L_V , L_W)は120°間隔に配置されています。ホール素子は120°間隔に3個配置されており、ロータに着磁された正弦波や台形波状の磁束の変化を電圧に変換して出力します。

なお図3-1(a)は、ステータが内側にあり、外側のマグネット・ロータが回転します。一方、図3-1(b)に示すようにステータが外側にあり、内側のマグネット・ロータが回転する構造のものもあります。前者をアウト・ロータ型、後者をインナ・ロータ型と言います。

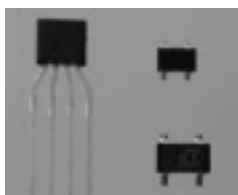
また、ステータに巻かれたコイルの結線パターンは2種類あります。図3-2(a)に示すデルタ結線と図3-2(b)に示すスター結線です。デルタ結線は、つねにU相、V相、W相の三つのコイルに電流が流れます。スター結線は、二つのコイルに電流が流れます。

なお、このホール素子を利用したブラシレスDCモータを「センサ付きブラシレスDCモータ」と呼び、第4章で解説する「センサレスDCモータ」と区別します。

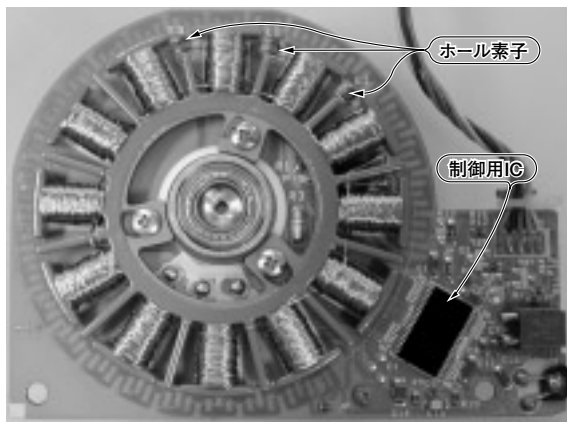
● 駆動方法

図3-3に示すように、ブラシレスDCモータを駆動するときは、これらのホール素子からの出力電圧を利用してロータの位置を検出し、U相、V相、W相のコイル電流 I_U , I_V , I_W の方向を順番に切り替えます。

図3-4は、図3-3に示す3相ブラシレス・モータが回転するときの駆動電流の転流パターン、つま



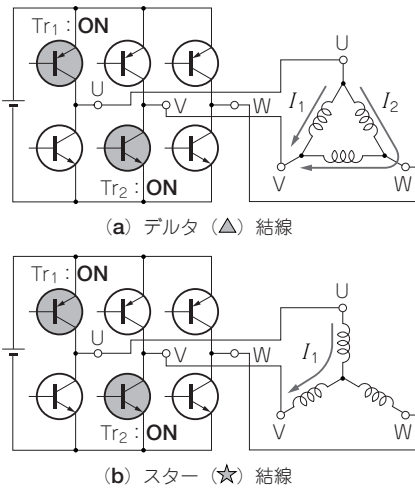
〈写真3-2〉ホール素子の外観(左: HW-302B, 右上: HW-108A, 右下: HW-101A) [旭化成電子株]



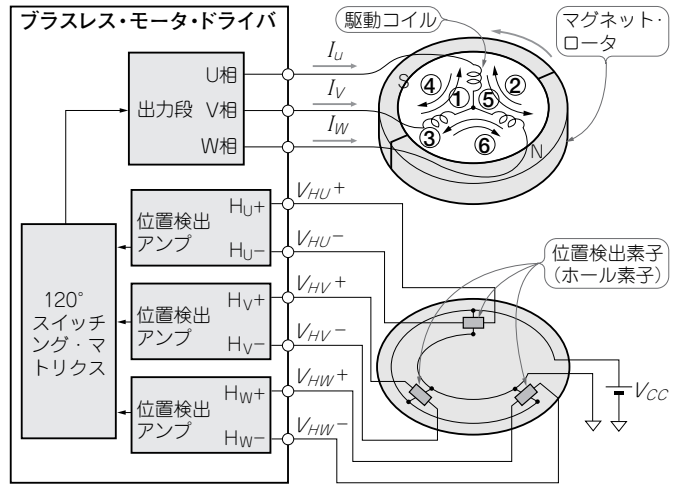
〈写真3-3〉FDD用スピンドル・モータ用ブラシレスDCモータのステータと制御回路の様子(アウト・ロータ型なので、このステータに蓋の形状をした回転子がかぶさる)

りコイルに流れる電流の方向を示しています。種類は①～⑥の計6パターンあります。制御回路は、これら6パターンの転流制御を繰り返しています。

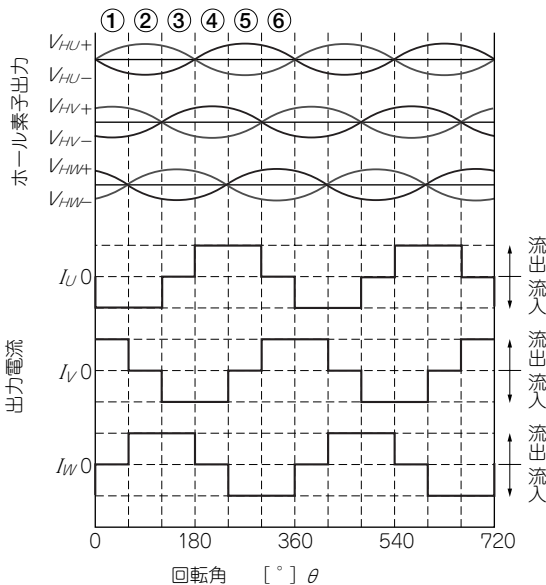
図3-5は、制御回路の出力段の駆動方式例です。図3-5(a)を半波(ユニポーラ)駆動方式、図3-5(b)を全波(バイポーラ)駆動方式と呼びます。図からわかるように全波駆動方式は半波駆動方式に比べて2倍の出力トランジスタ数が必要です。ただし、全波整流駆動回路は、つねに二つのコイルに電流が流れるのに対し、半波駆動回路は一つのコイルにしか流れません。つまり、全波駆動のほうがコイルの利用効率が高く、高トルク性能が得られるということです。



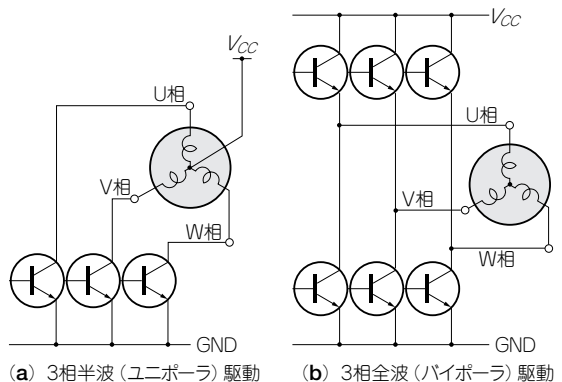
〈図3-2〉ステータ・コイルの結線の種類



〈図3-3〉ホール・センサ付きブラシレス・モータと制御回路のつながり



〈図3-4〉ホール素子出力と電機子電流の関係



(a) 3相半波(ユニポーラ)駆動 (b) 3相全波(バイポーラ)駆動

〈図3-5〉3相ブラシレス・モータの駆動回路の構成