モータの制御

「モータ制御」の技術解説は、過去には半導体メーカーでモータードライバーIC 開発の豊富な経験を持ち、現在も第一線で半導体を使う立場のセット開発に携わる技術者が、主にモータの駆動や制御に関して開発上の技術やノウハウを具体的な事例を基に紹介します。

ブラシレスモータの基本

この回および次回は駆動回路設計の前提としてブラシレスモータの構造や特性を概説します。

１２章 ブラシレスモータ

ブラシレスモータの成り立ち

ブラシレスモータは、ブラシ付き DC モータの欠点であったブラシと整流子を省き、寿命やメンテナンス性を改善し、静音性に優れています。 また、構造上の自由度が高く様々な機器に組み込み易いモータです。 効率が高く省エネであることから、産業機器ばかりでなく、 情報機器や、家電製品にまで幅広く使用されるようになってきました。

ブラシ付きとブラシレスモータの比較

ブラシレスモータとブラシ付きモータの比較(Comparison between brushless motor and motor with brush)

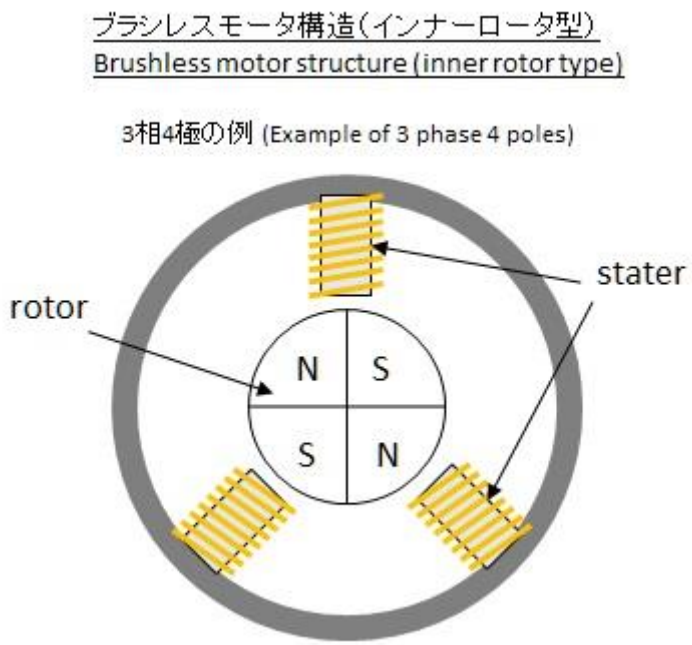
	電源 (Power supply)	制御項目 (Control item)	制御回路 (Controllability)	構造の特徴 (Characteristics of structure)
ブラシ付きモータ (brush motor)	DC電源を繋ぐだけで回る Just by connecting DC power supply	モータに流す電流でトルク、回転数が変わる Torque by current flowing to the motor,The rotation speed changes	◎簡単 easy	・整流子とブラシが必要 Commutators and brushes are necessary ・小型化困難 Miniaturization difficulty
ブラシレスモータ (brush less motor)	交流電源が必要 AC power supply required	・モータに流す電流でトルクが変わる Torque changes with current flowing to the motor ・駆動周波数で回転数が変わる Rotation speed changes at driving frequency ・位相制御が必要 Phase control required	×複雑 Difficult	・シンプルな構造で耐久性有り ・Simple structure with durability ・小型化し易い Easy miniaturization

井上　雅博

ブラシレスモータの構造種別

インナーロータ型

磁石をロータ（回転子）にし、巻線をステータ（固定子）にして外側に配置した構造です。



この構造形式のモータは、次のような特長があります。

・回転軸のイナーシャ（慣性モーメント）が小さい

・小型化できる

・放熱性能が良い

アウターロータ型

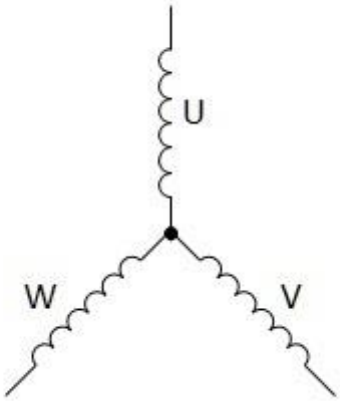
インナーロータ型と逆に、内側にコイルを、外側に磁石を配置し外側を回転させるもので、 これをアウターロータ型といいます。 アウターロータ型はインナーロータ型に比べ、 回転軸のイナーシャは大きいのですが、磁石を小型化する必要がなく、 コイルを巻く加工も楽にできる構造で比較的低コストです。 また、ロータを扁平にして、コイルをプリント基板に直接取り付け、 薄型平板構造にしたモータもあります。

アウターロータ型モータは、 HDD のスピンドルモータやポリゴンスキャナやガルバノスキャナモータ、 ブラシレスファンモータ、ドローンの動力モータなどに採用されています。

ブラシレスモータのコイル結線

一般に 3 相ブラシレスモータのコイル結線は、 下記の様な Y 字型の中点を持ったスター結線にします。

ブラシレスモータのコイル結線(Coil connection of brushless motor)



ブラシレスモータは 3 相が主流

一般的なブラシレスモータは 3 相モータで、3 相交流電源(モータドライバなど)で駆動します。これは回転磁界を得られる最も少ない相数が 3 相で配線数などが合理的なためです。最も単純な 3 相ブラシレスモータは 2 極 3 スロットモータです。 その他に 4 極 3 スロット、4 極 6 スロット、8 極 12 スロットと極数、スロット数ともに数の大きいものもあります。極とは回転ロータの永久磁石の極数を表し、N 極/S 極が一対で 2 極モータと呼びます(従って必ず偶数になります)。相とはモータを駆動するために必要な最小コイル数で駆動電源の相数と一致します。3 相モータは 3N 個のコイルを等間隔に配置し、隣接する 3 個を一組にして 120 度の位相差、つまり三相で駆動します。スロットもまたステータのコイル数を表しますが、駆動に必要な最小コイル(3 相モータの場合 3 個)を一組として、二組を配置した場合には 6 スロット(3 個×2

組のコイル)、四組を配置した場合は 12 スロット(3 個×4 組)になります。極数、スロット数が大きくなるほど大きなトルクが得られトルクリップルも小さくなるなどのメリットがあります。一方、モータ制御の観点では極数が 2 倍になると回転数は 1/2 倍、4 倍になると 1/4 倍になるために同じ回転数を得るためには極数が多いほど制御回路の処理能力が求められます。