

モータのしくみから位置/速度制御の実践テクニックまで

実践講座 小型モータの選定と制御技術

第3回 ブラシ付き DC モータの駆動方法

萩野 弘司
Hiroshi Hagino

第2回(2006年9月号)では、ブラシ付きDCモータについて、モータの構造や特徴を説明し、ブラシ付きDCモータDMN37シリーズ(日本サーボ)で、その動きや特性を実測して確認しました。

ブラシ付きDCモータは、電圧を印加するだけですぐに回転するシンプルなモータですが、使いこなすためには用途に応じて、回転/停止、加速/減速、正転/逆転、定速/変速といったきめ細かな運転が求められます。そのためには、回路を使ってモータを駆動し、必要に応じていろいろな制御を加える必要があります。

今回は、ブラシ付きDCモータを電気回路あるいは電子回路で動かすこと、すなわち駆動方法について説明します。

一方向回転と停止

モータを回したり止めたりするには、電源とモータの間に接点を入れて回路を開閉する方法が考えられます。

一般に、接点の開閉を直接手動操作で行うときはスイッチを用い、電気信号で行うときは電磁リレーを用いることになります。いずれも接点を使っているので**接点方式**あるいは**有接点方式**と呼ぶことがあります。これに対比して、接点をトランジスタなどの半導体スイッチに置き換えたときには、**無接点方式**と呼びます。

● 接点方式

接点方式の回路を図3-1に示します。SW₁を回転側にするると、モータに電圧が印加されモータが起動します。単純な機能で動作がわかりやすい方式ですが、ブラシ付きDCモータは、停止しているときは**誘導起電力**が発生していないので、起動時には電機子抵抗と

電機子インダクタンスの直列回路に電圧が印加され**突入電流**が流れます。したがって、接点の電流容量はこれを考慮して決める必要があります。

モータが回転中にSW₁を停止側に戻すと、電源が切り離されモータに電圧が印加されなくなるので、モータは慣性で回転しやがて止まります。電流を遮断するときには、電機子インダクタンスの影響で高い誘導起電力が発生して、接点間にアークが生じて電流がながる現象が起こりやすくなります。アークの発生は接点寿命を短くするので、アークの発生をできるだけ抑える対策が必要になります。

▶ モータの停止時間の短縮

図3-1において、SW₁を停止側にしたときにモータが停止するまでの時間を、第2回で使用したDMN37JBを用いて測定してみました(図3-2)。この時間は、負荷を含めたロータの慣性モーメントが大きいくらいほど長くなります。

ここではわかりやすくするために、モータ軸に慣性負荷としてプーリを取り付けて、停止時間が長くなるようにして測定してみました。使用したプーリの慣性モーメントは約 $23.4 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ で、モータのロー

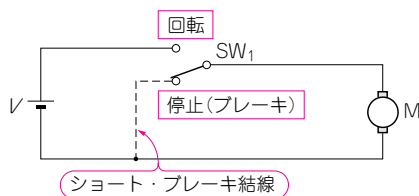


図3-1 スwitchを使った「接点方式」の回転/停止制御回路
回路の動作がわかりやすい

Keywords

電流駆動回路, ロー・サイド・スイッチ, PWM 制御, ハーフ・ブリッジ回路, Hブリッジ回路, フル・ブリッジ回路, 貫通電流, 上アーム, 下アーム, フル・ブリッジ・ドライバIC, TA8429, 接点方式, 無接点方式, 電圧駆動回路, TA7291, TB6549, ショート・ブレーキ, 貫通電流

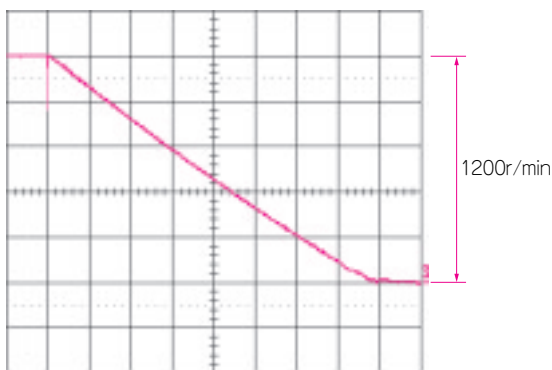


図3-2 電源オープン時の停止特性(0.1 s/div.)
負荷を含めたロータの慣性モーメントが大きいほど長くなる

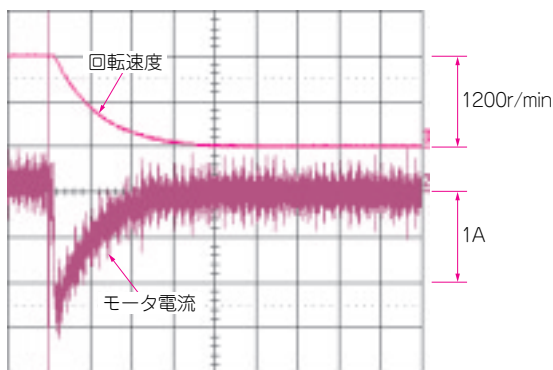


図3-3 ショート・ブレーキ時の停止特性(50 ms/div.)
ショート・ブレーキの効果でモータの停止時間は図3-1に比べると短くなる

タ慣性モーメント $5.9 \times 10^{-6} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ の約4倍の値です。

ここで、図3-1の破線のように結線を追加して、 SW_1 を停止側にしたときにモータの端子がショート(短絡)されるようにすると、モータが回転中に発生している誘導起電力が短絡され、電機子巻き線に電流が流れます。

このときの電流の方向は回転中とは逆の方向になるので、モータにはブレーキ力(制動力)が加わり、モータの停止時間は早くなります。この方法を**ショート・ブレーキ(短絡制動)**と呼びます。図3-3に示すように、ショート・ブレーキの効果でモータの停止時間は図3-1に比べるとずっと短くなります。

ショート・ブレーキによる停止時間の短縮は確かに効果がありますが、停止までの時間や回転数(あるいは回転角)などは成り行きで、決まった値は期待できません。より停止精度が要求される用途の場合は、速度センサや角度センサを使って、速度制御や位置制御を行う必要があります。

▶接点方式の特徴

半導体スイッチが進歩した現在では、無接点方式が主流ですが、接点方式にもそれなりのメリットがあります。接点方式のメリットとデメリットを下記に示します。

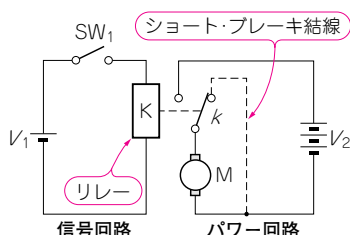


図3-4 リレーを使った接点方式の信号回路とパワー回路のアイソレーション

接点方式の場合、アイソレーションが容易に実現できる

- 回路の動作がわかりやすく、開放型あるいは透明ケース入りのリレーを用いれば、動作状態を目で見るができる
- モータ部のパワー回路と、制御部の信号回路間のアイソレーション(絶縁)が簡単にできる
- リレーには動作時間が必要で、あまり早い動作は難しい
- リレーには機械的な動作寿命と電気的な接点寿命があり、いずれも有限の値である

回路の動作がわかりやすいことは重要なことで、モータが動かなくなったときの動作チェックやその原因究明、さらには復旧までの時間が短縮できます。特に半導体部品の動作は外観から判断できませんが、接点部が見えるリレーを用いた場合、機械的な動きや火花の発生具合、あるいは接点溶着の有無などが目で確認できるので、大きなメリットになることがあります。

ハイ・パワー・モータの高電圧/大電流のパワー回路には電磁ノイズが発生しやすく、それが信号回路に飛び込むと誤動作の原因になります。接点方式の場合、図3-4のようにパワー回路と信号回路間には、何も接続のない状態(アイソレーション)が容易に実現できます。

● 無接点方式

接点をなくして無接点化するには、接点部をトランジスタなどの半導体スイッチに置き換えます。

小型モータには、半導体スイッチとして主にトランジスタが使われます。

▶トランジスタでモータを駆動する方法

トランジスタでモータをどのように駆動するかを考えてみることにします。電源に対してトランジスタを介してモータを接続するには、図3-5に示すようにエミッタ側に入れる方法と、コレクタ側に入れる方法の2種類が考えられます。