

やってはいけない①

マイコンが暴走して駆動トランジスタが破壊
リレーにはダイオードを並列に接続しておく



- リレーをON/OFFするとマイコンが暴走したり駆動トランジスタが破壊する

図1に示すのは、DCモータの正逆転が可能な駆動回路です。

リレーを使ったモータの正逆転駆動回路は、デッド・タイム制御などの特別なことをしなくても、電源からグラウンドに向かって過大な電流(貫通電流)が流れることはありません。

これはリレーが半導体と異なり、機械的にスイッチ動作をするからです。機械的な接点は、高速な応答ができませんから、制御信号に対して実際の切り替え動作が自然に遅れます。この遅延が、正転から逆転に切り替わるときにほどよいデッド・タイムを作り出します。

さて、図1においてリレーを駆動して逆転から正転に切り替えたところ、マイコンが暴走してしまいました。また繰り返しリレーをON/OFFしたら、駆動用のトランジスタ(Tr_1)までが壊れてしまいました。

● 原因

リレーの内部には電磁石が内蔵されています。電磁

石のコイルに電流を流すと、電磁石は磁化して接点を引き付けます。

図2(a)に示すように、 Tr_1 がONするとリレー内部のコイルに徐々に電流が流れ始め、ある大きさに達して安定します。

次に Tr_1 がOFFして電流をしゃ断しようとするとき、コイルは Tr_1 のコレクタ側に高い電圧を加えて、 Tr_1 を壊してでも流れようとします。これは、次式で表されるコイルの基本的な性質によるものです。

$$V_L = L \Delta I / \Delta t$$

ただし、 V_L :コイル両端に生じる電圧、 ΔI :コイルに流れる電流の変化量、 L :コイルのインダクタンス、 Δt :変化に要する時間

例えば Tr_1 がOFFする時間を10 μs 、 ΔI を20 mA、 L を約0.4 Hとすると、計算上で V_L は800 Vにもなります。

V_L は、 Tr_1 のコレクタ側のほうが電源側よりも高くなるように発生します。 Tr_1 がOFFした直後、コイルに誘起した電圧 V_L は逃げ場がありません。結局、 Tr_1 の耐圧を越えるまで上昇していき、ついには Tr_1 を破壊してグラウンドに流れ出します。流れ出したパルス状の電流は、大きな放射ノイズを発生させながら、グラウンドの電位を大きく揺さぶります。

これらのさまざまな大きなノイズが、マイコンの動作に支障を与えます。

- ダイオードを並列につけて起電力の逃げ場を作る

図3に示すように、リレー・コイルと並列にダイオードを接続すれば、誘導起電力はダイオードを循環して吸収されます。ダイオードとリレー・コイル間の配線はノイズ発生の要因になりますから、このダイオードはリレー・コイルの近くに取り付けます。

〈鈴木 憲次〉

G6A-274P(オムロン、コイル抵抗250 Ω 、コイル・インダクタンス0.44H(復帰時)、0.35H(動作時)、5V用、接点容量2A)

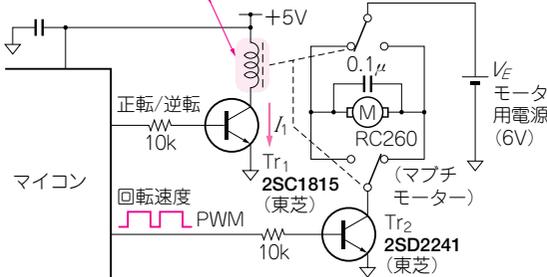
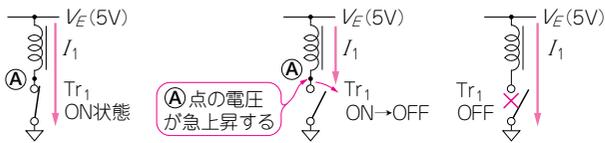


図1 リレーを使ったモータの正逆転制御回路

リレーのON/OFFを繰り返すとマイコンが暴走して Tr_1 が破壊した



Tr_1 がONして安定状態にある期間は一
定の電流(I_1)が流れる

(a) 状態1

Tr_1 がOFFしてリレー・
コイルに流れる電流 I_1
が急激にしゃ断される

(b) 状態2

リレー・コイルに流れる
電流は急には止まれない
(コイルの宿命)。行き
場のなくなった電流は Tr_1
を破壊してグラウンドに
流れ出ていく

(c) 状態3

図2 トランジスタが破壊するしくみ

ダイオードをリレー・コイルの両端
に接続して Tr_1 のOFF時に発生する
誘導起電力を循環させる

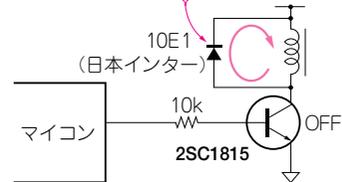


図3 リレーにはダイオードを並列に接続しておく

やっつけはいけない②

サーボ制御しているのにDCブラシレス・モータが暴走
回転パルスは最大回転数まで確実に捕らえる



● DC ブラシ・モータが暴走して回転数が急上昇

図1に示すのは、回転ムラの小さいDCブラシレス・モータのサーボ制御回路です。M₁は3相ホール・モータです。図2に示すようにH_a、H_b、H_cはロータの磁界を検出するセンサです。IC₁は、これらのセンサの出力信号を読みながら、モータの起動とコイル電流の切り替えタイミングを調整します。

図2においてロータの周囲には、360歯のNS対(FG歯)が着磁してあり、ロータが回転することで生じる磁界をホール素子やMRセンサなどの磁気センサで検出します。マイコンは、これらのセンサが検出する信号(FG信号)の周期を測定して必要な回転数になるように、PWMのデューティを変化させます。

FGパルスの周波数は、最大回転数が6000rpm(=100rps)の場合、36kHz(=100×360)となります。この周波数に対して、IC₂でFG信号が減衰し、FGパルスが欠落すると、次に示すしくみでモータの回転数は上昇し続けます。

FG信号がなくなる、または欠ける→マイコンはFG周期がとてもし長いと判断→モータ回転数を上げる

欠落の原因は、モータから発生する大きなノイズが

FGセンサの出力に重畳したり、IC₂の周波数特性が狭いことなどです。

● 対策

次のようにマイコンのソフトウェアで対策します。

- ①目標回転数の範囲が狭い場合は、リミッタを入れて回転数を制限する
- ②目標値への追従時間にタイム・リミットを設け、それ以上は暴走と判断してモータを止める

〈漆谷 正義〉

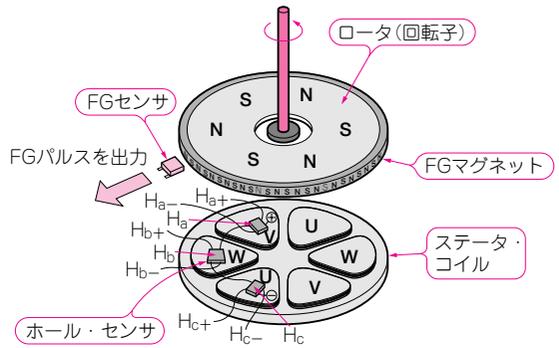


図2 3相ホール・モータのしくみ

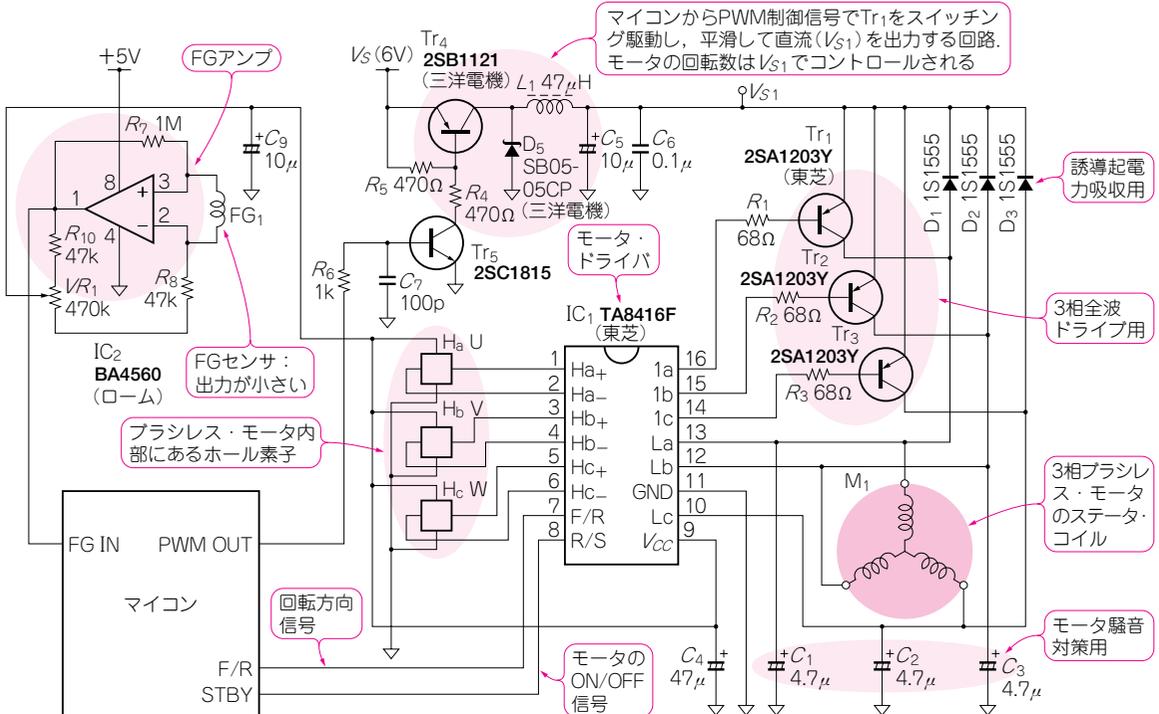


図1 DCブラシレス・モータのサーボ制御回路