

解説

センサレス駆動によるモータの高精度回転技術

ローム LSI商品開発本部
モータコントロールLSI商品開発部
<http://www.rohm.co.jp>

はじめに

ブラシレス DC モータのセンサレス駆動には、モータ駆動専用の IC (モータドライバ IC) を使用する方法や、マイコンを使用したセンサレスベクトル制御などさまざまな手法がある。モータドライバ IC を使用する場合は必要な駆動制御アルゴリズムや FLL (速度制御)、PLL (位相制御)、パワーランジスタなど必要な要素のほとんどが IC チップ内に内蔵されており、モータ駆動に関する詳細な知識がなくてもモータ技術者がソフトウェアで手軽に扱うことができる。一方で、近年マイコンのコストダウンにより、マイコンを使用したセンサレスベクトル制御による高効率な駆動が注目を集めている。このセンサレスベクトル制御に使用されるマイコンには専用のベクトル演算を行うソフトウェアを実装する必要があり、使用する側がソフト、モータ、アナログスイッチング回路などに対する十分な知識をもって設計、メンテナンスを行う必要がある。センサレスベクトル制御の特徴の 1 つとして高効率な駆動が挙げられるが、これは IC を使用した場合でも自動進角技術などを使用することにより実現できる。このように IC を使ったセンサレス駆動には日々さまざまな技術が開発されている。

ロームでは、車載、エアコン、プリンタ、カメラなどさまざまなアプリケーションに向けて、ブラシ付 DC モータ、ステッピングモータ、単相・三相ブラシレス DC モータ用などのドライバ IC を開発している。

この中で、センサレス駆動で超高精度な回転を実現した例がロームの BD6415EFV である (図 1)。この IC は、高精度な回転精度が要求されるレーザスキャナ用モータに向けて開発されたものであり、レーザプリンタや複合機、医療機器などのアプリケーションに適用することができる。

本文では小型モータ用センサレスモータドライバ IC の高精度回転技術について説明する (以下、本文で使用する IC とは、モータ駆動専用 IC を意味し、モータとは小型三相ブラシレス DC モータを指す)。

センサレス駆動の利点と課題

センサレス駆動とはロータ (磁石) 位置検出用のホールセンサを使用せずにモータを駆動する手法であり、ホールセンサを使用する駆動システムに比べてコストダウン、信頼性の向上、配線削減などのメリットがある。一方で、モータを駆動するドライバ用 IC 側から見るとホールセンサからの位置情報が得られないため、IC 自体でモータの位置検出 (逆起電圧検出など) を行う必要がある。ホールセンサを使用した駆動方法に比べてセンサレス駆動は複雑である。たとえば、ロータ停止状態から回転させる場合、ホールセンサ付きでは特別な処理は必要ないが、センサレス駆動の場合は、逆起電圧が発生していない状態でロータ位置を検出しなければならない。また一般的にこのようなシーケンスは個々のモータ特性に合わせてカスタマイズ

する必要があり、センサレス駆動を難しくしている一因である。

これまで小型モータの分野では、CD/DVD、ゲーム機、ファンモータなどさまざまな分野で、ブラシレス DC モータの駆動方法はホールセンサ付きからセンサレスへと推移し、それに合わせてさまざまなセンサレス駆動モータドライバ IC が開発されてきた。しかし、モータ負荷の種類によっては、いまだにホールセンサの力を借りなければ駆動が難しい分野も存在し、その一例として、高精度な回転が求められる分野がある。以下では、このような高精度な回転が必要となるアプリケーションに向けたセンサレス駆動の課題点と対策方法を紹介する。

高精度回転とは？

まず本文中で扱うモータの回転精度を示す指標である「回転ジッタ」について説明する。回転ジッタ

とは、モータを n 回連続回転させた場合のモータ 1 回転平均時間に対する回転バラつき時間であり次式の通り定義する。

$$\text{回転ジッタ}[\%] = 100 \times \frac{T_{\text{max}}[\text{s}] - T_{\text{min}}[\text{s}]}{T_{\text{avg}}[\text{s}]}$$

T_{avg} ：モータ 1 回転時間の n 回平均値

T_{max} ：モータ 1 回転時間の最大値

T_{min} ：モータ 1 回転時間の最小値

ここで n は母集団バラつきも含め信頼度の得られる適切な値とし、通常 5,000 程度である。図 2 は回転ジッタの測定例である。この波形はモータを 20,000rpm ($T_{\text{avg}} = 3.0\text{ms}$) で回転させており、バラつきの幅 ($T_{\text{max}} - T_{\text{min}}$) は $3.9\mu\text{s}$ であるから

$$\text{回転ジッタ}[\%] = 100 \times \frac{3.9\mu\text{s}}{3.0\text{ms}} = 0.13\%$$

となる。この回転ジッタ (0.13%) は、DVD などの光 DISC 向け (要求値例：10% 未満) に対しては、

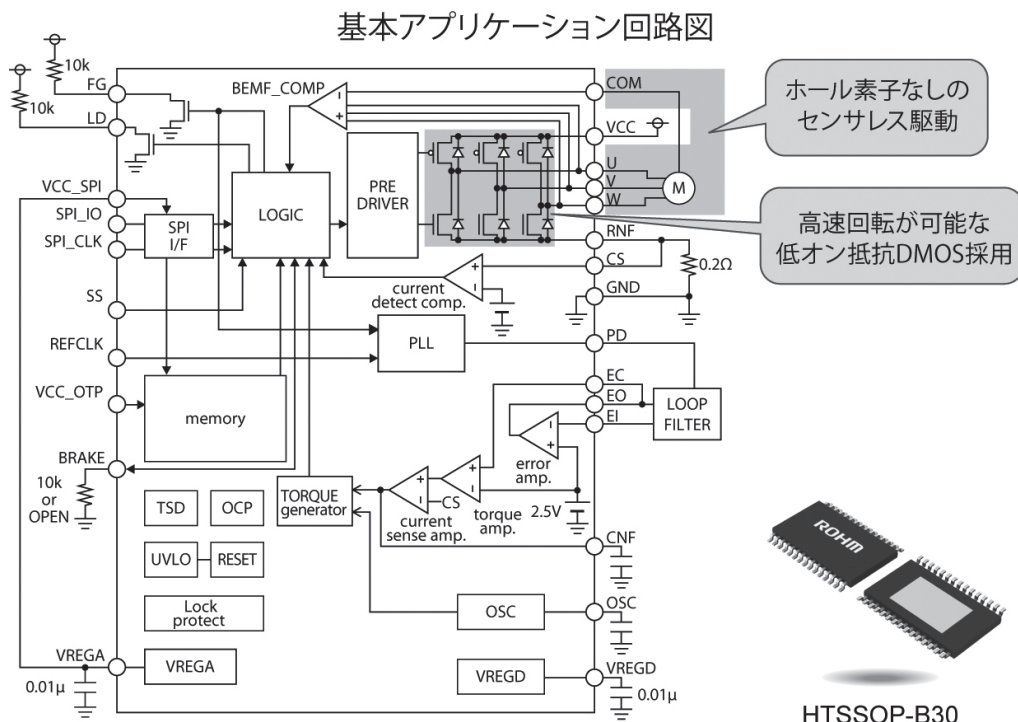


図1 高精度回転を実現するセンサレスモータドライバ IC BD6415EFV (ローム)