

第7章

部品選定のポイントから電流ループやサーボ・コントローラの演算処理まで

SHマイコンとFPGAを使った ACサーボモータの制御システムの設計

石島 勝

本章では、実際にどのようにACサーボモータを制御をすればよいのか、そして、その制御システムをどのように設計するのかについて、実際の開発事例を挙げて解説する。すなわち、モータを制御するためのハードウェア設計からサーボ処理のアルゴリズムをソフトウェア実装する方法までを詳しく説明する。
(編集部)

本章では、スイス maxon motor 社のブラシレス・モータ EC32 (80W, 48V 品) をターゲットとして、ACサーボモータの制御システムを設計する方法について解説します。ACサーボモータの制御回路を設計するに当たり必要な部品を選定するポイントや回転させるために必要なPWM変換、正弦波の作り方、電流ループやサーボ・コントローラの演算処理などについて説明します。

本システムの制御用マイコンはルネサス テクノロジーのSH7084を、ACサーボモータの制御回路にはFPGA〔米国Xilinx社のSpartan-3A (XC3S50A)〕を使用しています。

1. ACサーボモータを駆動する

まず、ACサーボモータを駆動するために必要な知識について説明します。今回設計するモータ駆動回路を図1に示します。

● 設計対象になる駆動部の仕様を理解する

設計とは、対象となるモータの仕様を正しく理解することが初めの一歩です。今回、制御回路を設計するブラシレス・モータ EC32 (80W, 48V 品) の駆動部の仕様を次に示します。定格電流は1.6A、定格電圧は48Vです。瞬間最大電流は定格電流の3倍以上とします。

- 駆動方式 : 3相正弦波PWM駆動
- 駆動部電源電圧 : 最大48V
- 瞬間最大モータ電流 : 6A

● パワー素子を選定する

最初に、モータ駆動回路で使用するパワー素子を選定します。代表的なものには、バイポーラ・トランジスタや

MOSFET, IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) などがあります。これらを使い分ける場合、低電圧&低出力用途にはバイポーラ・トランジスタやMOSFETを、高電圧&高出力用途にはIGBTが選ばれることが多いようです。今回は低電圧&低出力用途のため、MOSFETを選択しました。

● MOSFETを選定する

MOSFETの種類は豊富です。データシートにも多くの項目があり何を基準に選んでよいのか悩みます。そこで、データシートのどの項目について注目すればよいのかを、今回の駆動回路で選択したMOSFET〔米国International Rectifier社(以下IR社)IRFU2407〕で説明します。

(1) ソース-ドレイン耐圧 (V_{DSS})

モータ駆動回路では、モータ・コイルのインダクタンスのサージ電圧とモータの誘起電力を配慮して、駆動電源の電圧の1.5倍から2倍程度の耐圧が必要です。

IRFU2407の V_{DSS} は75Vです。したがって、設計する駆動回路の駆動電圧48Vに対して $75 \div 48 = 1.5625$ 倍の耐圧があります。

(2) ドレイン電流 (I_D)

モータ電流以上のドレイン電流が必要なことはもちろんですが、どの程度マージンが必要になるかはケース・バイ・ケースです。IRFU2407の I_D は29A(周囲温度100℃)です。最大モータ電流6Aに対して大きなマージンをとっています。これは、基板設計の都合上、大きなヒートシンクを実装できないため、ドレイン電流に余裕を持たせてMOSFETの発熱量を極力抑えているのです。