

## 第7章 高効率な充放電回路の設計に欠かせない

# スイッチング・パワー回路用 キー・パーツの基礎知識

笠原 政史 Masaji Kasahara

電池やキャパシタの特性や充放電回路の構成が分かっても、適切な部品を選択できなければ回路を作れません。本章では、キーとなるパワー部品について、選び方や測定方法を紹介します。  
(編集部)

蓄電デバイスへの充電電流を制御したり、商用電源へ大電力を回生するパワー回路は、装置を小型化するため数kHz～数百kHzでスイッチングするのが一般的です。大電力を高周波スイッチングすると、スイッチ素子とはもとより、ダイオード、コンデンサ、はたまたケーブルまで発熱します。大電力を安全に扱いつつ小型化するために、スイッチング・デバイスと受動部品の選択ガイドを説明します。

### スイッチング用のパワー半導体

現在のパワエレでは、高速スイッチング素子として主にMOSFET、IGBT、バイポーラ・トランジスタ(以降、バイポーラ)が使われています。

これらの素子をどのように選ぶか、各素子の出力特性に着目してみました。

図1に示すとおり、高電圧大電流はIGBTが有利、低電圧大電流はMOSFETが有利になります。なおバイポーラは、コストを抑えたいときに有利です。

#### ● スwitchング・デバイスの動作

スイッチング回路の例として、降圧コンバータのブ

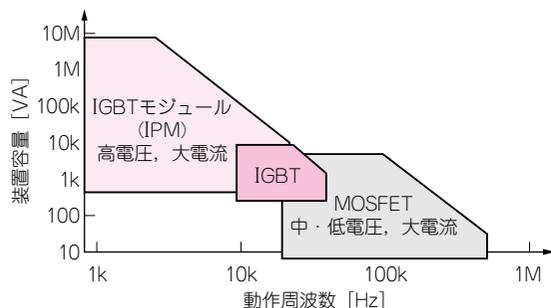


図1 スwitchング用パワー・デバイス「MOSFET、IGBT」の使い分け

バイポーラは、コストを抑えたいときに有利

ロック図を図2に示します。PWM信号によりSW<sub>1</sub>のON/OFFを繰り返すことで出力電圧を希望の電圧に制御します。

スイッチング・デバイスがONしたときの抵抗が0Ωなら、電流が何kA流れてもスイッチは電力を損失せず、高効率電源を作れます。しかし現実の半導体はONしたときにオン抵抗 $R_{on}$  [Ω]が存在します。電流が $I_{on}$  [A<sub>RMS</sub>] 流れれば $I_{on}^2 R_{on}$  [W]の導通損が生じます。

図3は各スイッチング・デバイスの制御方法です。

NPNトランジスタはベース電流 $I_B$ を十分に流すとコレクタ電流 $I_C$ が流れ、C-E間をONできます。 $I_B$ を遮断することでOFFできます。

NチャンネルMOSFETは $V_{GS}$ をゲートしきい値電圧以上にするとON、ゲートしきい値電圧以下にするとOFFになります。ゲート入力には直流抵抗が非常に高いのですが、寄生容量が大きいためON/OFFする瞬間は1Aオーダの電流が流れます。なおMOSFETはD-S間にダイオードが寄生しています。これをボディ・ダイオードと言い、インダクタ電流の転流用にボディ・ダイオードを高速化したMOSFETもあります。

IGBTの駆動はNチャンネルMOSFETと同じです。原理的にC-E間に寄生ダイオードはありませんが、転流ダイオードを内蔵している品種もあります。

#### ● 出力特性の比較

各素子の出力電圧・電流特性を図4に並べてみまし

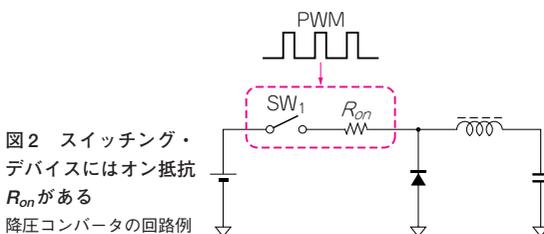


図2 スwitchング・デバイスにはオン抵抗 $R_{on}$ がある降圧コンバータの回路例