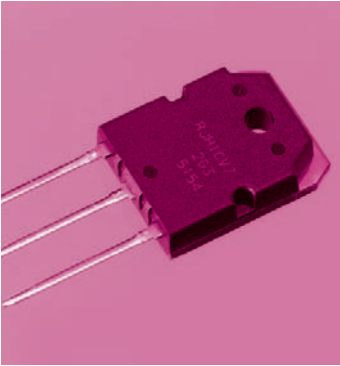


第6章 数十kWの巨大電力を
小さな回路でスムーズに！



クールにパワー制御！ 三つのキー・テクノロジーを チェック

田久保 拓 Hiromu Takubo

みなさんの家庭にあるACコンセントからは、 $100V_{RMS}$ の交流電圧が出ています。ここから取り出せる最大電力は、20 A契約なら2 kWですが、EVや電車、エレベータなどのパワー・エレクトロニクス装置のモータに供給され制御されているのは10 kW超の大電力です。さぞかし巨大な冷却器や電子部品が使われていて図体のどでかいものなんだろうと想像します。しかし、今時のパワー・エレクトロニクスは、想像以上に小型でスマートです。

本章では、小型な電子回路で数kW超の巨大パワーの出力を制御できるON/OFFスイッチング技術とこの技術を理想的なものにするために必要なパワー・トランジスタの性能について解説します。〈編集部〉

キー・テクノロジーその1… ON/OFFスイッチング

● 飯を食わずに働いてくれるON/OFFスイッチング回路
パワー・デバイスによって電力を自由にコントロールするパワー・エレクトロニクス機器のイメージを図1に示します。図1の回路は、バッテリーなどの直流電圧源から負荷(ここではヒータ)へ供給する電力を調整するイメージを表しています。仮に、直流電源の電圧が $V_{CC} = 100 V$ 、ヒータが $R_L = 1 \Omega$ だったとしましょう。ここでスイッチをONにするとヒータに与えられる電力 $P[w]$ は、次式から10kWです。

$$P = V_{CC}/R_L \dots\dots\dots (1)$$

スイッチをONさせればなしではなく、例えばONとOFFを半分ずつ繰り返したとすると(デューティ比50%という)、ヒータに与えられる電力は平均的に見ると、10kWの半分で5kWです。このスイッチのONとOFFの時間の比率をコントローラによって調整し、パワー・デバイスをスイッチングさせることで0~10kWまでヒータの電力を自由に調整しています。ポイントは、ON/OFFしながら出力電力の大きさを調整するという働きをしているにも関わらず、パワ

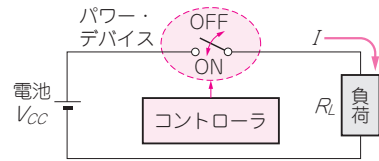


図1 パワー・デバイスによる大電力コントロールのイメージ

ー・トランジスタはほとんどエネルギーを食わないことです。ONのときオン抵抗が 0Ω 、OFFのときのオン抵抗が $\infty \Omega$ の理想的なパワー・トランジスタなら、ONのときもOFFのときも全動作において消費する電力は0Wです。

● 電力制御のしくみ

必要があるなら、ヒータに温度センサを取り付けて、温度情報をコントローラにフィードバックしてやれば、ヒータの温度は周囲の影響を受けずに、一定値に保たれます。これがパワー・エレクトロニクス機器による電力調整の原理です。

スイッチとなるパワー・デバイスとコンデンサ・リアクトルなどのエネルギー蓄積要素、さらにそれら回路要素の構成を用途・目的に応じて組み合わせ、ON/OFFを操ることで負荷に与える電圧や周波数などを調整できます。

● パワー・トランジスタは必須

パワー・エレクトロニクス機器の中で、重要な役目を果たすスイッチとして使われるのは、リレーなどの機械スイッチではなく、MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor) や IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) と呼ばれるパワー半導体デバイスです。電力を精密に調整するために、パワー・エレクトロニクス機器ではスイッチを数k~数百kHzで高速にスイッチングさせているので、機械スイッチでは対応できません。