

パワエレ初心者のための基礎知識と実用ノウハウ

パワー・スイッチ(MOSFET)の 実践活用技術

第10回 小容量スイッチング電源設計(1)

吉岡 均 Hitoshi Yoshioka

MOSFETを用いた電力変換のアプリケーション例として、トランス設計を含むAC-DC変換のスイッチング電源設計例を解説します。パワエレを知るには、マグネチックスに精通することも必要です。

フォワード・コンバータ設計のあらまし

● スwitching電源の大半は1石式コンバータ

ACアダプタなど小型スイッチング電源では、トランジスタを1~数個使用したRCC(Ringing Choke Converter: リンギング・チョーク・コンバータ)や、パワー・スイッチとしてのMOSFET+コントロールICによるフライバック・コンバータやフォワード・コンバータが多く使用されています。これらはパワー・スイッチを1素子で担っていることから、1石式コンバータとも呼ばれています。

ACアダプタなるものの普及はトランジスタやICを応用した小型電子機器に注目が集まった1960年代後半からですが、100W以下の世界ではブロッキング発振回路から発展したRCC回路が長いこと活用されていました(たぶん現在でも…)。

スイッチング電源はAC-DCコンバータとも呼ばれますが、何と言ってもAC入力ラインとDC出力ラインとがトランスによって電気的に絶縁されているところが大きなポイントです。マグネチックスへの精通が要求される所以でもあります。

1石式コンバータはシンプルな回路なので安価です。

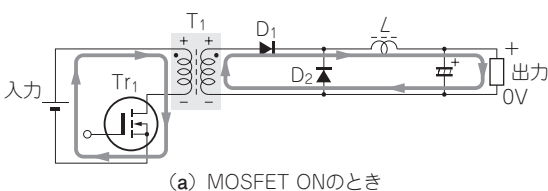
数W~100W程度の電力変換に用いられ、スイッチング電源市場での数量割合は70~80%を占めていると考えられます。本稿では、動作のわかりやすいICとMOSFET 1石を使用した50W出力のフォワード・コンバータの設計について紹介します。

● フォワード・コンバータの基本動作

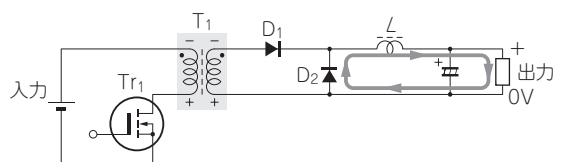
フォワード・コンバータの基本回路とその動作を図1に示します。トランスの1次側巻き線と2次側巻き線は同相で、コアには基本的にギャップがありません。出力の平滑回路はインダクタとキャパシタによるLCフィルタで構成します。

図(a)に示すように1次側のMOSFETがONすると、トランスが同相の巻き線なので、2次側ダイオード D_1 も導通(ON)して出力インダクタ L を励磁しながら出力に電力供給します。エネルギー伝達時のMOSFETとダイオードの動作から、ON-ONコンバータとも呼ばれます(フライバックはON-OFFコンバータになる)。

図(b)に示すように1次側のMOSFETがOFFすると、トランスの2次側は極性が逆になり出力できません。すると、インダクタ L に蓄えられたエネルギーをダイオード D_2 が導通して還流します。 D_2 は回路動作からFWD(Free Wheeling Diode)と呼ばれます。このONとOFFの動作を設定したスイッチング周波数で繰り返し、出力に電力を供給するのがフォワード・コンバータです。



(a) MOSFET ONのとき



(b) MOSFET OFFのとき

- トランスの巻き線は同相にする
- トランスは基本的にギャップなし
- 平滑回路はインダクタ入力

図1 フォワード・コンバータの基本動作