

技術展望

新型半導体スイッチによる 電源の高効率化

—低発熱化で製品の小型化・信頼性向上—

電子情報部 田村陽一 (たむら よういち)

tamura@irii.jp

専門：電子回路

一言：デジタル／アナログ電子回路の
ご相談承ります。



多くの電気製品はその機能を実現するために「電源」とよばれる電気・電子回路を備えています。一般家庭では、電力源であるコンセントから交流100Vの商用電源を得ることができます。一方、電気製品の内部で使われる電圧の多くは数Vから10V前後の直流となっています。そこで、交流100Vから直流数Vの電圧を得ることが電源回路の役目のひとつとなっています。

交流電圧の変換には、図1のようなトランスを用いる方法が一般的でした。トランスの大きさは入力される交流の周波数に反比例する傾向があり、商用電源の周波数である50Hzや60Hzでは、サイズが大きく重量のあるトランスを使用することになります。これは、電気製品を軽く・小さくしたいという要望に反します。

この問題を解決するために、より高い周波数の交流を電子回路で生成して小さなトランスやコイルに入力する「スイッチング電源」が普及しています。この「高い周波数の交流」を作るために使用されるのが、シリコンを用いた半導体スイッチです。図1のトランス型電源では、商用電源からの周波数のまま電圧を下げて整流・平滑化することで目的の電圧を得ています。それに対して、図2に示すスイッチング電源では、まず交流を整流・平滑化したところへ、トランスと半導体スイッチを接続し、半導体スイッチ

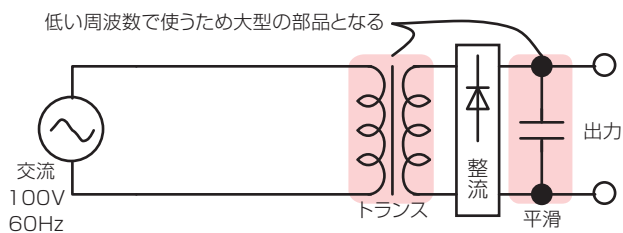


図1 トランス型電源

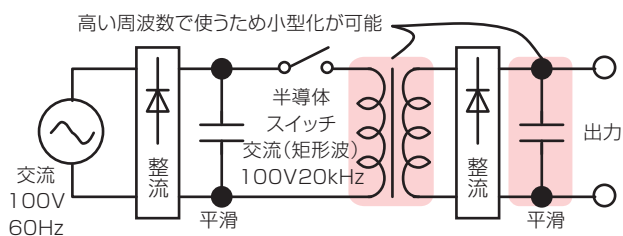


図2 スwitchング電源

を素早くON/OFFすることで、トランスやコイルに「高い周波数の交流」が印加されるような回路となっています。この時の切替え周波数は数kHz～数十kHzと、商用電源の50Hzや60Hzと比較して非常に高く、小型のトランスやコイルを使用することができるようになり、後段の平滑化に用いるコンデンサも小型化が可能となります。

半導体スイッチをON/OFFすることで交流を生成し電圧変換を行うスイッチング電源では、理想的にはスイッチのON時にスイッチへの印加電圧が0Vとなり電流が流れ、スイッチOFF時に印加電圧が最大となり電流が0Aとなります。しかし、実際に観測するとONとOFFの切替わり時に電圧が掛かりながら電流が流れている瞬間があります。この瞬間的な電圧と電流を乗じた電力がロスするエネルギーであり、スイッチのON/OFF時に熱として放出されます(図3)。この切替え周波数を高くし過ぎると、場合によっては熱によって半導体スイッチが破壊されます。このため、スイッチング電源はトランス型電源に比べると十分に小型ですが、その小型化には限界がありました。

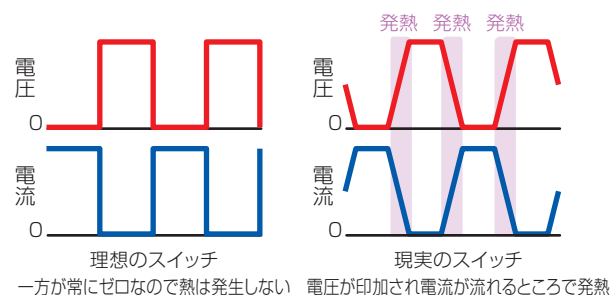


図3 理想のスイッチと現実のスイッチ

最近、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどを使用した新型の半導体スイッチが市場で見られるようになってきました。新型半導体スイッチは、(1)ON/OFFの切替え速度が速い(2)ON時の抵抗が小さい(3)OFF時の抵抗が大きいなどの特長があります。これらの特長は、発熱の低下や、ON/OFF切替え周波数の高周波数化にもつながります。新型半導体スイッチでは数百kHzから数MHzでのON/OFFの切替えも可能となっており、トランスやコイル、コンデンサの更なる小型化が実現できます。身近では、スマートフォン用急速充電器、ハイブリッド車、自動車バッテリーの48V化、高電圧出力太陽光パネル対応パワーコンディショナなど、様々な電圧変換のアプリケーションが製品化されています。

現在、工業試験場では単純な電圧変換回路に新型半導体スイッチを使用し、その特性を評価しています。また、新型半導体スイッチを使用した直流交流変換回路を作製して、電力損失の低減を図っているところです。今後も、県内企業と協力して技術開発に取り組んでいきます。