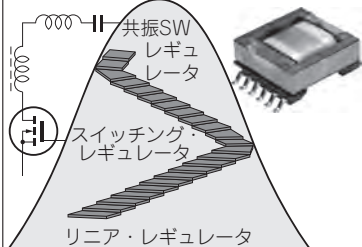


電源工房



小型&高効率・低ノイズの定番! LLC共振電源の設計入門

〈1〉スイッチング・ロスの解明と共振コンバータへの道程

森田 浩一 Kouichi Morita

電力変換効率が高く、小型で、ノイズ発生が少ないのがスイッチング電源の究極の姿とされています。それを実現する回路技術として長年研究されてきたのが、共振型コンバータあるいはソフト・スイッチング電源と呼ばれるものです。

本稿では液晶テレビなどを中心に、薄型・低ノイズ・高効率などの強い需要に応える形で開発され普及してきたLLC共振コンバータの設計と、その基盤になっているスイッチングのロスレス化検討について紹介します。

安定化電源は「損失」との闘い

● リニア電源からスイッチング電源へ

エレクトロニクス草創期の(安定化)電源…レギュレータでは、電圧安定化のために熱を消耗させることは仕方がない、あたり前のことでした。しかし、ICの時代になってデジタル回路技術が広がり一般化してくると、たとえば5V・数Aなどという安定化電源が必要になってきました。5V・10Aという50W、5V・20Aなら100Wの出力です。しかし、それまでに培われてきたリニア回路技術による電源では、電圧安定化のために、出力と同じくらいの放熱が必要だったのです。出力が大きくなってきた結果、放熱の工夫だけでは間に合わない状況になってきたのです。

そこで普及しだしたのが、スイッチング電源です。図1にスイッチング電源による電力変換イメージを示

します。スイッチング電源以前のリニア回路による安定化電源は、スイッチング電源が登場すると、比較のためにリニア電源と呼ばれるようになりました。

● スwitchング電源はMOSFETの高速ON/OFF技術
スイッチング電源の動作理解は、単純なモデルで考えるのがよいでしょう。図2に典型的な降圧(たとえばDC12VからDC5Vを得る)コンバータの構成と動作を示します。

この回路では電力をスイッチングするために「パワー・スイッチ」と呼ぶものが使用されます。もちろん半導体スイッチングによるものです。当初のパワー・スイッチは(バイポーラ)トランジスタでしたが、近年ではMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)が主流です。

図2においては、パワー・スイッチを駆動するための回路は示していません。MOSFETは単なるスイッチとして示しています。MOSFETはゲート(G)-ソース(S)間に駆動電圧 V_{GS} を加えるので、この信号を G_q として示しています。MOSFETに所定の駆動信号 G_q (V_{GS})が加わるとドレイン-ソース間がスイッチONになり、ドレイン-ソース間は数 Ω ~数m Ω 以下のON抵抗をもつ導通状態になります($R_{DS(on)}$)。

逆に駆動信号のない状態…スイッチOFF時のドレイン-ソース間はほぼ非導通(絶縁)に近い状態となります。そして、このON/OFFスイッチングが数百~数MHzという高速で行えるのがMOSFETの特徴です。

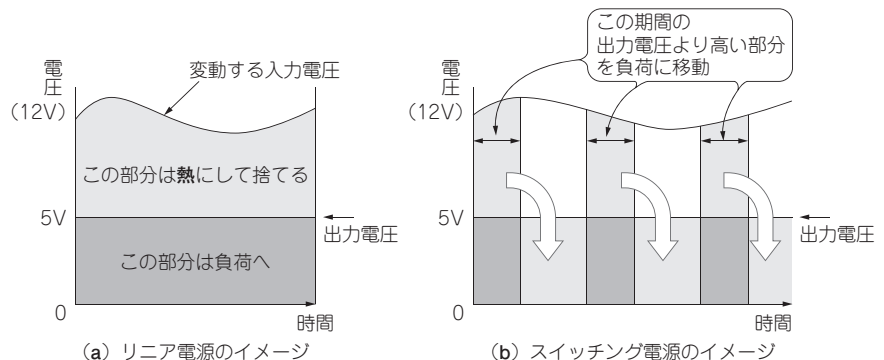


図1 リニア電源とスイッチング電源のイメージ