

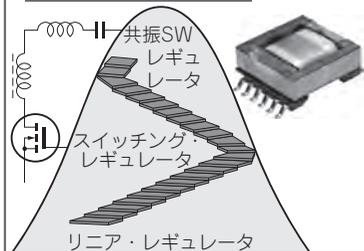
電源工房

電源回路でネックになりやすい重要パーツ

スイッチング電源のトランス設計法

〈2〉トランス損失の徹底説明(その1)

森田 浩一 Kouichi Morita



スイッチング電源を高効率・低ノイズ、そしてコンパクトにする秘訣は、トランスの損失(loss…ロス)とトランスの巻き線技術をしっかり把握しておくことです。この点はトランス屋さん「お願いする」だけではうまくいきません。

トランス損失のあらまし

● 鉄損と銅損がメインだが

トランスは図1に示すように複数素材の組み合わせで作られるので、生じる損失(ロスと記述することあり)は多岐にわたります。トランスで生じる主なロスを表1に示します。それぞれについては以下で詳述します。またトランスのロスに関わる記号も表2に示しておきます。

主なロスは3つ。鉄損と、銅損と、^{ひょうゆう}漂遊負荷損と呼ばれるものです。鉄損はコアで発生するロス、銅損は

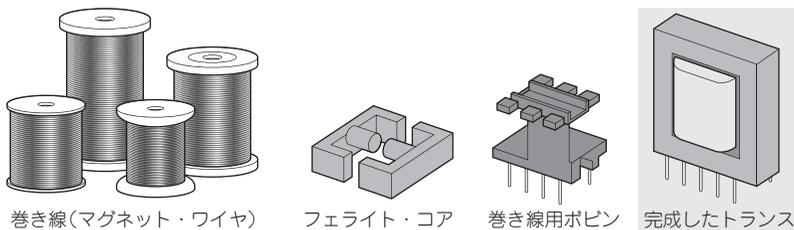
コイルの銅線…巻き線に関連して発生するロス、漂遊負荷損はその他のロスです。

なお、トランスのロスには無負荷損と負荷損に分ける考え方もあります。無負荷のトランスに電圧を加えたときに流れる電流を励磁電流と呼びますが、このロスは無負荷損です。無負荷損は鉄損がほとんどですが、励磁電流による銅損もいくぶん含まれます。

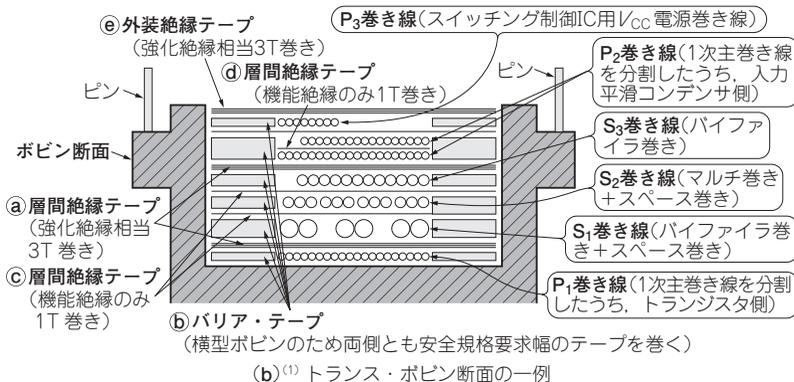
負荷損は負荷が加わったとき増加する損失です。ほとんどは巻き線抵抗による銅損です。よって、負荷電流 I_o の2乗に比例します。銅損はこの測定によって最も簡単に測定できます。

● スイッチング周波数が100 kHz以上になると

スイッチング電源に使用するトランスには、小型化への強いプレッシャがあります。そのためスイッチング周波数の高速化(高周波化)、加えて流行のLLC共振コンバータで使用されるようになってきた複合トラ



(a) トランスを構成している主な部材、他に絶縁テープ、バリア・テープも必要



(b) ① トランス・ボビン断面の一例

図1 トランスは複数部品・素材の組み合わせ

表1 トランス損失のうちわけ
スイッチング周波数が100 kHzを超えるときや、LLC共振コンバータなどでは巻き線に関わる銅損…表皮効果損、近接効果損、漏れ磁束効果損、巻き線ループ損が(灰色部分)増えてくる

鉄損	ヒステリシス損	} 今回
	渦電流損	
	残留損	
銅損	直流抵抗損	}
	表皮効果損	
	近接効果損	
	漏れ磁束効果損	
	巻き線ループ孫	
漂遊負荷損		