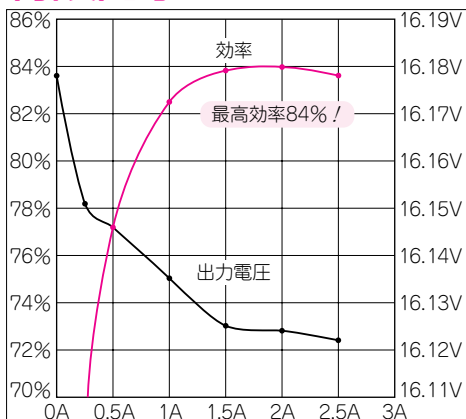


特設記事



接触給電にせまる高効率と
安定した負荷変動率が得られる

非接触給電型スイッチング電源の試作実験

中川 伸
Shin Nakagawa

最近、私たちの身のまわりで、金属と金属を接触させずに、電力を供給できる電子機器(写真1)が増えています。この給電方法を**非接触給電**と呼びます。負荷側に充電式のバッテリーをもつ場合は、特に**非接触充電**とも呼びます。

非接触給電なら、接触不良が生じないので、水周りの接点が腐食しやすい用途で特にメリットがあります。また、高電圧や高電流といった接点が傷みやすい用途では信頼性が向上します。

非接触給電は、回転体への電源供給や、クリスマスのイルミネーションなどに窓ガラスを通しての電源供給を可能にします。また、漏洩電流が少なく人体への影響が小さいため、医療機器への応用なども期待できます。バッテリーや電気2重層コンデンサなどの蓄電装置と組み合わせると、ドアなどを着脱する部分への電源供給も可能になります。

非接触給電にはデメリットもあります。それは金属と金属の接触によって電力を供給する**接触式に比べて効率が低く、大きな電力では発熱が増える**ことです。コストアップにもつながります。

本稿では、非接触給電のしくみを説明したのち、実

際に電源回路を作って評価してみます。ここで紹介するのは、83%以上の高効率と出力電圧の高い安定性が得られるスイッチング電源回路です。写真2のように、モバイルPCを薄い電源板の上に置くだけで動作させたり、充電したいと思ったのが製作のきっかけです。

従来の非接触給電のしくみと特徴

● 回路構成はスイッチング電源と同じ

非接触給電の多くは、トランスの原理、つまり電気エネルギー→磁気エネルギー→電気エネルギーという変換原理を利用しています。

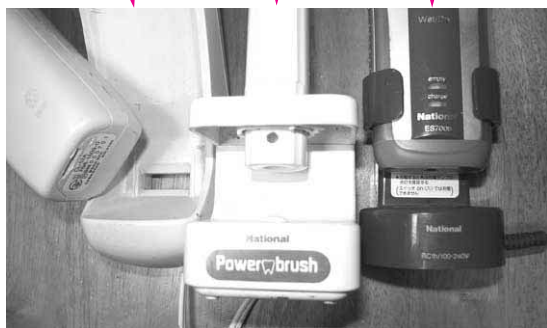
このため直流を交流に変換し、それを交流の磁気エネルギーとして放出します。その磁気エネルギーを受け、変換した交流の電気エネルギーを整流、平滑して、直流に戻します。

この回路はまさしくスイッチング電源そのものです。

● 接触式に比べて効率が悪い

非接触給電回路に使われるトランスは、プラスチックの強度や絶縁規格を満たすために、1次側と2次側の距離が大きくなります。送り側1mm、受け側1mmで合計2mm程度に離れることが多くなります。

コードレス電話 電動歯ブラシ 電動ひげそり

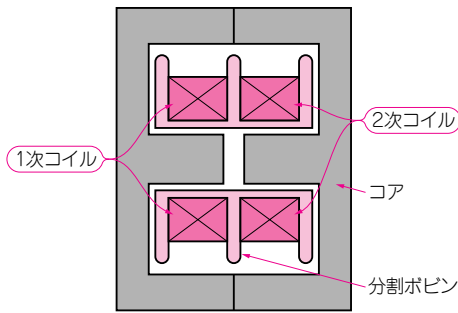


〈写真1〉 増えている非接触給電機器



〈写真2〉 非接触給電ならモバイルPCを薄い給電板の上に置くだけで動作させることも可能

〈図1〉非接触給電の技術を応用すればトランスは分割ボビンを使えるので巻くのが簡単になる



そのため、トランスの結合係数が悪くなり、漏れインダクタンスが大きくなります。

このような状態では、トランスの1次側から電力を供給し2次側へ送ろうとしても、一部が跳ね返ってきて、2次側にうまく電力が伝わりません。跳ね返ってきたエネルギーは1次側で暴れ、サージと呼ばれる高電圧が発生するので、スイッチング・ノイズが大きくなったり、スイッチング素子を破壊する原因になります。サージ・エネルギーは、スナバと呼ばれる回路で吸収することもできますが、効率が悪化します。

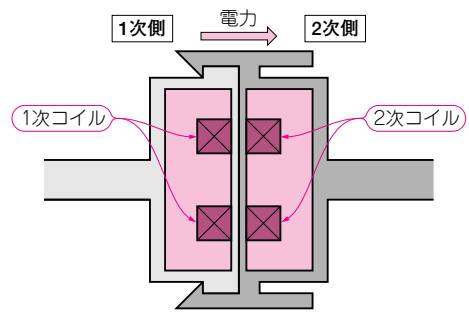
● 2次側電圧の安定化の方法

2次側の出力電圧は、フォト・カプラを使って2次側の電圧を1次側に戻して、負帰還制御すれば安定化できます。しかし、**フォト・カプラは汚れの影響を受けやすいので、あまり使われていないようです。**

一般に、出力電圧がある程度安定する回路をベースに設計して制御回路を省いたり、1次側に設けた3次巻き線による簡易的な制御で2次側電圧を安定化する場合が多いようです。

非接触給電の技術を応用すれば、絶縁耐圧が大きく取れることから高圧部分への電源供給が可能です。また図1に示すように、1次と2次が分かれたボビン

〈図2〉非接触給電スイッチング電源用のトランスは1次側と2次側の組み合わせの変更が容易



(分割ボビン)を使うことができるので、**トランスの巻き方がシンプルになり、自動機で巻くことができます。**

図2に示すように1次と2次を分割できるため、組み立てやすく、また組み替えやすいというメリットもあります。例えば、1次側だけ安全規格を取得すれば、2次側は自由に組み替えできそうです。

ただし、1次側と2次側の間隔が突然離れたり、クリップなどの磁性体や導電体の異物がはさまったり、位置ずれを起こして所定の間隔が狂うような場合は対策が必要です。

高効率化のためのアイデア

■ 非接触給電ではソフト・スイッチングが有効

● ハード・スイッチングは損失が大きい

スイッチング電源は、スイッチング周波数を上げるとトランスやインダクタを小型化できますが、**周波数に比例してスイッチング損失が増えます。**

スイッチの動作速度が極めて高速ならば、スイッチがONした瞬間に電圧は0Vになり、逆にスイッチがOFFになった瞬間に電流が0Aになります。したがって、スイッチングの瞬間に電圧と電流の積が生じることはなく、スイッチング損失は生じません。

しかし、実際のスイッチはそこまで高速ではありません。図3に示すようにスイッチがターン・オンすると、ある傾斜で電圧が下がると同時に、ある傾斜で電流が上がります。スイッチがターン・オフする場合はこの反対の動きになります。**スイッチのターン・オン時やターン・オフ時に電圧と電流の積が生じて、これがスイッチング損失になります。**

なお、OFFからONする動作をターン・オン、ON状態が継続している状態をONと呼ぶのが一般的です。

● ソフト・スイッチングならスイッチング損失を低減できる

ハード・スイッチング方式で発生するスイッチング

〈図3〉一般的なハード・スイッチングの波形…スイッチング損失が発生する

