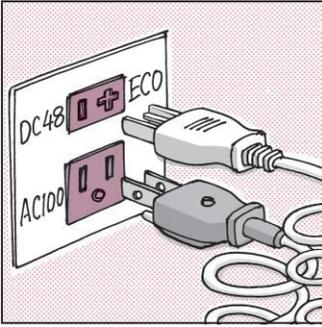


## 第3章



# わかと楽しい トランス&チョーク・コイルの活用 スイッチング電源に使われる 磁性部品のあらし

鈴木 幸春  
Yukiharu Suzuki

磁性部品はスイッチング電源を構成するときの<sup>かなめ</sup>要です。磁気回路部品とも呼ばれ、慣れてないと取っつきにくいイメージがあります。しかし定性的なトランスやチョーク・コイルの働きさえ理解しておけば、スイッチング電源回路設計の楽しさに弾みがつきます。

数ある電子部品の中で、**細部まで自分で設計(場合によっては製作)できる点**が、トランスやチョーク・コイルの**魅力**でもあります。

### 磁性部品のあらし

DC-DCコンバータを含むスイッチング電源では、磁性部品が多く使われています。たとえば図1に示すように入力フィルタ用チョーク・コイル、商用周波数で電力変換する電源(低周波)トランス、スイッチング周波数で動作する高周波トランス、出力平滑用チョーク・コイル、電流検出用トランス(CTとも呼ばれる)、スイッチング素子ドライブ用トランスなどとして活躍しています。

トランスやコイル部品の基本構造は、磁性材料による**磁心(コア: Core)**と**巻線(コイル: Coil)**から構成されています。

#### ● 磁心(コア)がある

電線を巻いただけのコイルは、空芯コイルと呼ばれます。これはMHz以上の高周波回路でよく使用されていますが、スイッチング電源回路に使われる**トランスやチョーク・コイル部品…インダクタには磁心…コ**

アの入ったコイルが使われます。

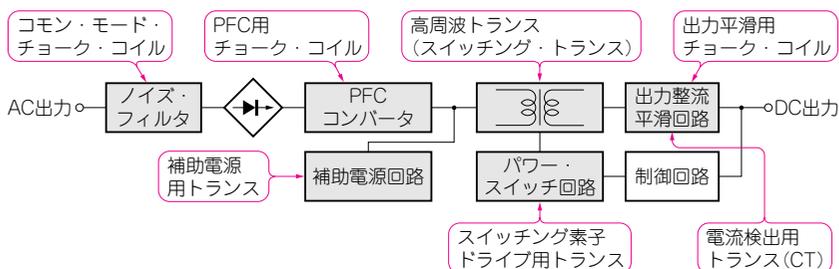
コイルのインダクタンス(Inductance)は、コイルに流れる電流変化が誘導起電力となって現れる性質で、コイルの巻数が多いほど、また発生する磁束変化が大きいほど、大きなインダクタンスを得ることができます。同じ巻数の空芯コイルとコア入りコイルのインダクタンスを比較すると、コア入りコイルでは大きなインダクタンスを得ることができます。

コア入りコイルのほうが大きなインダクタンスを得られる理由は図2に示すように、**磁性材料コア**があることによってコア内部が、コイルに電流が流れて発生する**磁束の通り道…磁路**になるのに対し、空芯コイルでは発生する磁束の多くが空間に漏れ出し、磁路を通る磁束の変化が少なくなるためです。言い換えると、コイルにコアを入れることで高いインダクタンスをもつトランスやコイルを実現することができ、トランスやコイルの小型化につながります。

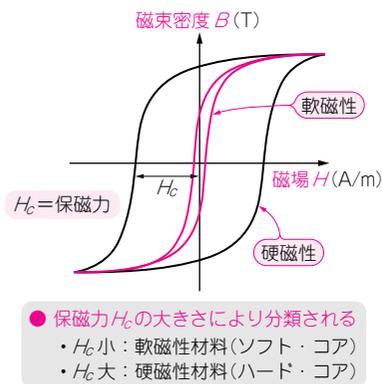
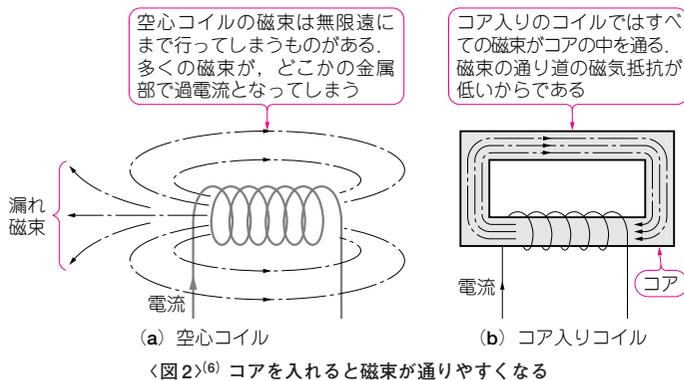
#### ● 磁気抵抗が低い→磁束が通りやすい

電気回路に電気抵抗があるように、磁気回路にも磁束の通りやすさを示すものとして磁気抵抗と呼ぶものがあります。これも電気抵抗と同様に、材質によって違いがあります。**鉄系金属は磁気抵抗が低く、磁束が通りやすい**性質をもっています。したがって、鉄系材料によるコアにコイルを巻くと多くの磁束がコア内部を流れ、発生した磁束を有効に利用でき、磁性部品の小型化と効率の向上が図れます。

なお、磁気回路では、磁束がコア内部を通らずに空



〈図1〉スイッチング電源を構成している磁性部品



間に漏れ出すことがあります。この磁束のことを**漏洩磁束**あるいは**漏れ磁束…リーケージ・フラックス** (Leakage Flux)と呼び、周囲の電気回路に電磁気的な悪影響を与えます。デリケートな**アナログ回路**に対して**ノイズ発生源**になり、トランスやコイルなどを使用するときの重要な設計要素となります。

### ● 軟磁性材料…ソフト・コアを使う

前述のように、スイッチング電源用のコイルやトランスでは、コア…磁性材料が使用されます。

ところが磁性材料には、正確には**軟磁性材料**(soft magnetic material)と呼ばれるものと**硬磁性材料**(hard magnetic material)と呼ばれるものがあります。コイルやトランスに使用される磁性材料は、軟磁性材料…**ソフト・コア**と通称されるものです。軟磁性材料は、保磁力( $H_c$ )が小さいことを特徴とするコアです。

対して、永久磁石また磁気記録用の磁性体などに用いられる材料が硬磁性材料で、保磁力が大きいことを特徴とするコアです。

図3に磁性材料の特性を表す **$B$ - $H$ カーブ**(磁化曲線)と呼ばれるものを示します。縦軸が**磁束密度  $B$  (T: テスラ)**、横軸が磁性材料を磁化させるための**磁場の大きさ  $H$  (A/m)**で、曲線が  $B = 0$  の横軸を通過する点を保持力:  $H_c$  と呼び、曲線が  $H = 0$  の縦軸を通過する点を**残留磁束:  $B_r$**  と呼びます。いずれも、磁性材料特性の重要なパラメータです。

### ● ソフト・コアの特性

スイッチング電源のチョーク・コイルやトランスに使用されるコアには以下に示す磁気特性があります。

- (1) 初透磁率  $\mu_i$  が大きい
- (2) ヒステリシス損失が小さい
- (3) 小さい磁場では磁気分極が飽和しやすい
- (4) 容易に磁気分極の向きを変え、消磁することができる

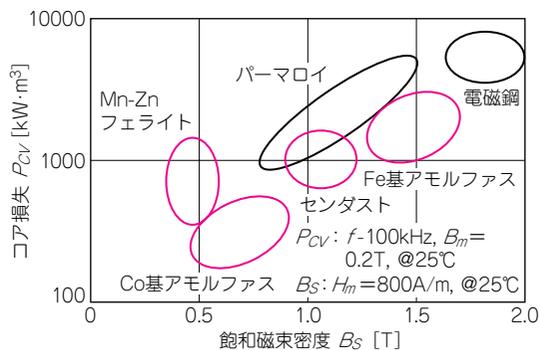


表1にソフト・コアの主な特性比較をまとめました。また、図4にそれぞれのコアの損失と飽和磁束密度の比較を示します。

### ● 低周波トランスに使われる電磁鋼板

普通の電源トランス(低周波)などに使われているものです。低周波チョーク・コイルや音声周波トランスにも使われています。

電磁鋼板はもっとも重要な特性の一つである磁気特性によって分類され、結晶方位のそろい方から、

- ・ 方向性電磁鋼帯
- ・ 無方向性電磁鋼帯

に大別されます。

方向性電磁鋼帯には、**オリエントコア**、オリエントコア・ハイビー、オリエントコア・アイビー・レーザーなどがよく知られ、結晶の磁化容易軸をできるだけ圧延方向にそろえたもので、**鋼板の圧延方向に優れた磁気特性**を示します。

無方向性電磁鋼帯には、ハイライト・コア、ホーム・コアなどがあり、鋼板の特定方向に偏って磁気特性を示さないよう、各結晶の結晶軸方向をできるだけランダムに配置させたものです。

電磁鋼板の代表的な用途としては、**主に商用周波数(50/60 Hz)で動作するトランスやコイル**があります。