



第7章 特徴を理解し回路に合ったものを選ぼう

コイルの種類と特徴

不動 雅之
Masayuki Fudo

巻き線構造/実装形態/磁芯材料で分ける

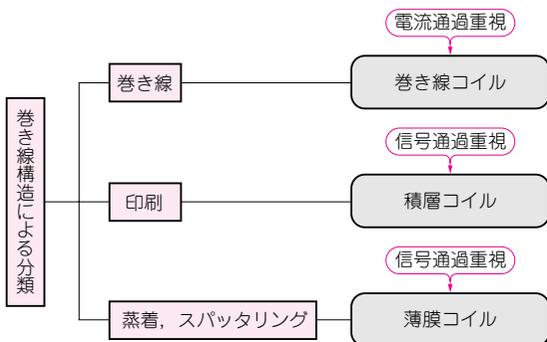
コイルは、チョーク・コイルやイグニッション・コイルなどのように、コイルの果たす機能で呼ばれたり、チップ・コイルのように形状で表現されたりとさまざまです。一つのコイルが、登場する場面によって幾通りにも呼ばれるので混乱しがちです。

ここでは、コイルをいろいろな切り口で紹介します。

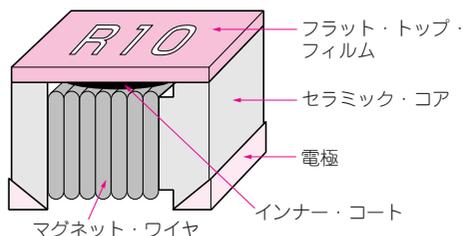
■ 巻き線構造による分類

図1に示します。

〈図1〉巻き線構造によるコイルの分類



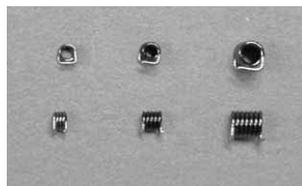
〈図2〉巻き線コイルの構造



● 巻き線コイル

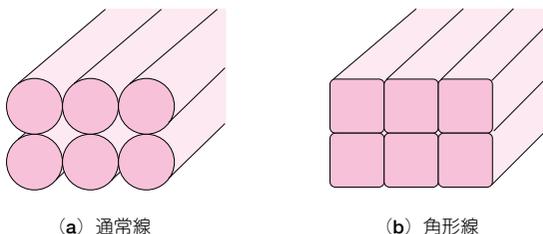
コイルという言葉に一番なじみ深いのがスプリング型のコイル(写真1)でしょう。マグネット・ワイヤと呼ばれる絶縁皮膜付き銅線をばねのようにらせん状に巻いたものを基本としますが、プラスチックのポビン上に巻いたものや、成形したフェライト・コアに直接巻きつけたもの(図2)などがあります。

このタイプのコイルでも、小さく薄くしたいという希望に応える形で、さまざまな巻き線構造のものが開発されています。円形ではなく角形のマグネット・ワイヤ(図3)を使ったタイプもあります。こうすることで、巻き線部に隙間がなくなります。同じ巻き数を施した場合、銅線の断面積が増えるぶん、直流抵抗が小さくなって銅損が少なくなります。これによって効率の良いコイルを作ることができるのです。



〈写真1〉スプリング型コイル(KSシリーズ, KOA)

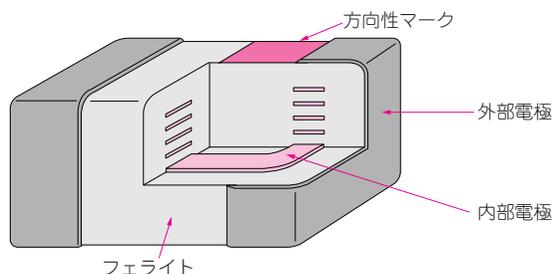
〈図3〉角形マグネット・ワイヤの効果…銅線の断面積が増えるぶん直流抵抗が小さくなって銅損が少なくなる



Keywords

鉄芯, ヒステリシス特性, 鉄損, うず電流損, ヒステリシス損, 銅損, Qファクタ, 自己共振周波数, 巻き線コイル, 積層コイル, 薄膜コイル, けい素鋼鉄, パーマロイ, ダスト・コア, フェライト・コア, ノイズ除去, 高周波, 電源.

〈図4〉 積層コイルの構造



同じ理由でマグネット・ワイヤの代わりに銅板を使ったものなども古くから実用化されています。

● 積層コイル

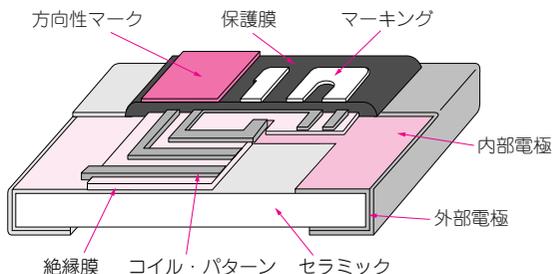
エネルギー効率よりも、小型化や高周波特性が重要視される高周波回路用コイルでは、巻くという発想を捨てて、導体金属をシートや基板の上に印刷した製品(図4)が登場しました。

フェライトやセラミックス材料を薄いシート状に伸ばしたグリーン・シートに、数分の1ターンのコイルを印刷します。これを何層も重ね合わせてコイルが完成します。グリーン・シートの薄層化や微細印刷技術、層間をビアで接続する技術の進歩によって、小型で高インダクタンスな製品ができるようになりました。

● 薄膜コイル

積層コイルがスクリーン印刷によって巻き線を印刷するのに対し、スパッタ・リングや蒸着技術を使って、印刷よりもさらに薄い金属膜でコイルを形成したもの

〈図5〉 薄膜コイルの構造



が薄膜コイル(図5)です。半導体製造技術の応用によって、小型で高精度なコイルが提供されています。

■ 実装形態による分類

図6に示します。フロー実装をするためのリード線型コイルと面実装型チップ・コイルがあります。

■ 磁芯材質による分類

図7に示します。

● けい素鋼板

低周波領域を得意とする材料であり、50/60 Hzの商用周波数帯において、電源トランス、コイルなどに多く使われています。

鉄に数%のシリコンを混ぜると透磁率が上がり、経年変化も減らすことができます。これを材料として冷間圧延し、厚さ0.05～0.5 mm程度の板状にしてE型やI型に打ち抜き、数十枚を重ね合わせて使用します。

コイルと磁芯の関係

コイルは、断面積 S が広いほど、また、磁束の通る道 l が短いほど、磁束を多くすることができます。

磁束は磁気抵抗の少ないところに集まる性質をもっています。そこで、透磁率の大きな強磁性体をコイルに挿入することで、磁束を多くすることができます。これが磁芯の存在理由であり、**大きなインダクタンスが欲しいときや、コイルを小型化したいときは透磁率の大きな磁性体磁芯(図A)を挿入します。**

インダクタンスは巻き数 n の2乗、巻き線の半径 a の2乗に比例し、磁芯の透磁率 μ に比例します。無限長ソレノイドにおけるインダクタンス L [H] は次式で表されます。

$$L = \mu n^2 S$$

この L をインダクタンスと定義します。 μ は磁芯の透磁率で、空芯の場合、つまり空気の透磁率は1.0です。

ここで S は磁芯の断面積 [m²] で、次式で表さ

れます。

$$S = \pi a^2$$

磁芯にはヒステリシス特性があります。 磁束や材料、温度によって特性が変化したり、損失やひずみが発生します。さらに、磁気飽和でインダクタの特性がなくなってしまうという、やっかいな性質も抱えています。

〈図A〉 コイルに磁性体を挿入すると大きなインダクタンスが得られる

