

トランスコア

(1947年～現在)

見学可能(図1):

TDK 歴史館

秋田県にかほ市

<http://www.tdk.co.jp/museum/home/index.htm>

Key-words: フェライト、酸化物磁性材料、トランス、変圧器、変成器

注1 家庭用電源コンセントに供給される交流の周波数。関東では50Hz、関西では60Hz。

注2 電波によりアンテナに発生した高周波信号を、一旦中間周波に変換してから増幅するラジオの方式。再生検波を使用する並四式では、発振により妨害電波が発生する可能性があるため、戦後GHQから切り換え指令が出た。

トランスの発明は、1831年のファラデーの実験に端を発するが、トランスが電子機器に大量に使用されるようになったのは、磁性セラミックスであるフェライトコアの特性に負うところが大きい。フェライトは1930年、加藤、武井両博士により発明された(図1)。その後、用途を模索しつつ工業化が進められたが、中間周波トランスやスイッチング電源トランス等に用途が急拡大し、現在に至っている。

1. 製品適用分野

電子機器全般

2. 適用分野の背景

トランス(変圧器)の原理は、1831年、ファラデーによる電磁誘導現象の実験により発見された。その後、最初の実用的なトランスは、1882年にフランスのゴラル、イギリスのギブスによって考案されている。

トランスの原理は、コアに2つのコイルを巻き、一方のコイル(1次コイル)に交流を流し、コア中に磁束を発生させ、この磁束による電磁誘導により他方のコイル(2次コイル)に電圧を誘起させる。2つのコイルの巻数比を変えることにより、電圧を自在に変える(変圧する)ことができる。

トランスは当初、商用周波数^{注1}での配電用に使われてきた。身近な例では、柱上トランスや、電源電圧(200V-100V)変換トランス等があり、現在でも使用されている。コアは積層ケイ素鋼板が主体であった。このコア材質は、商用周波数程度の低周波では問題がなかったが、高周波では特性が悪化して使用が難しくなった。

フェライトは1930年、加藤、武井両博士により発明された。フェライトのうち、コアに使用されるソフトフェライトは、当初用途が見つからず、模索の状態が続いたが、1947年、GHQの指令により従来の並四式ラジオの生産が止められ、スーパーヘテロダイン方式^{注2}のラジオが生産されるようになると、高周波で使用される中間周波トランス(図2)のコアとして大量に使用されるようになった。

1953年にテレビの本放送が開始され、テレビ時代を迎えると、ブラウン管を発光させるための高圧トランス(フライバックトランス)(図3)が必要になり、



図1 世界最初のフェライトコア

1930年、加藤、武井両博士により発明された、世界最初のフェライトコア。

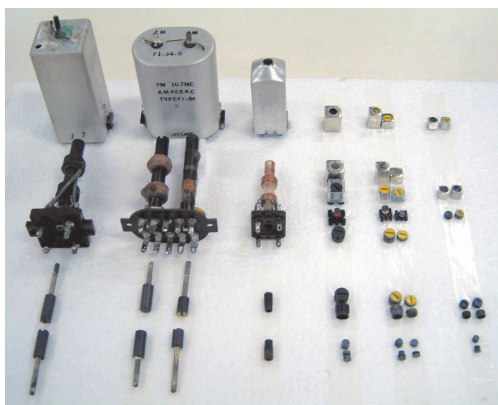


図2 中間周波トランスの構造とその変遷

従来のラジオでは、再生検波を使用していたため、発振により妨害電波が発生する可能性があったが、アンテナに発生する高周波信号を中間周波トランスを用いて中間周波に変換してから増幅することでノイズの発生が低減された。



図3 初期のフライバックトランスとフェライトコア

初期の黒白TVに使用されていたフライバックトランスとフェライトコア。10kV程度の高圧を発生させていた。

生産されるようになった。以来フライバックトランスは大幅に小型化されながら、ブラウン管テレビ用に数多く使用されてきた。

1970年代に入ると、NASAで人工衛星用に開発されたスイッチング電源の実用化が始まり、民生用電子機器にも使用されるようになった。従来の電源には、積層ケイ素鋼板をコアにした電源トランスが使用されており、大きく重かったが、スイッチング電源では10kHz以上の高周波でトランスを動作させるため、電源トランスが大幅に小型・軽量化できた。セットの小型・軽量化に大きく貢献できたため、これ以降スイッチング電源トランスは、極めて広範な電子機器に使用されるようになり、現在に至っている。

また、フェライトコアを使用したトランスは、インピーダンス変換、絶縁、平衡・不平衡変換、センサー等、信号・計器用としても広く使用されている。

3. 製品の特徴

トランス用コア材として使用されるフェライトは、酸化鉄を主成分とする酸化物磁性材料である。結晶構造はスピネル型であり、フェリ磁性を示す。鉄(Fe)と組み合わせる2価の金属元素の種類およびその比率により、様々な特性を示す。

フェライトは、ケイ素鋼板やパーマロイ等の金属磁性材料と比較して体積抵抗が高いという大きな特長を持っており、コア内に渦電流が発生し難いため、高周波用のコア材として広く使用されている。

トランス用に使用されるフェライトには、大きく分けてMn-Zn系とNi-Zn系とがある。

Mn-Zn系のフェライトは、初透磁率、飽和磁束密度、コアロス等でNi-Zn系よりも優れた特性を示すが、Ni-Zn系よりも体積抵抗が低い。このため、コアにコイルを直に巻くことが出来ず、ボビンを介する構造

になる。コア形状は、用途に対応して、多種多様なものが設計され生産されている(図4)。

Ni-Zn系のフェライトは、特性的には若干Mn-Zn系より劣るものの、体積抵抗が高く絶縁体とみなせる。したがってコイルを直巻きできるため、小型製品に適している。また、Mn-Zn系よりもさらに高周波での使用に適している。

図5にそれぞれの適用周波数を示す。



図4 トランス用フェライトコアの代表形状

様々なトランスに対応して、多種多様なコア形状が生産されている。フェライトの材質も各種トランスに最適なものが開発され、実用に供されている。

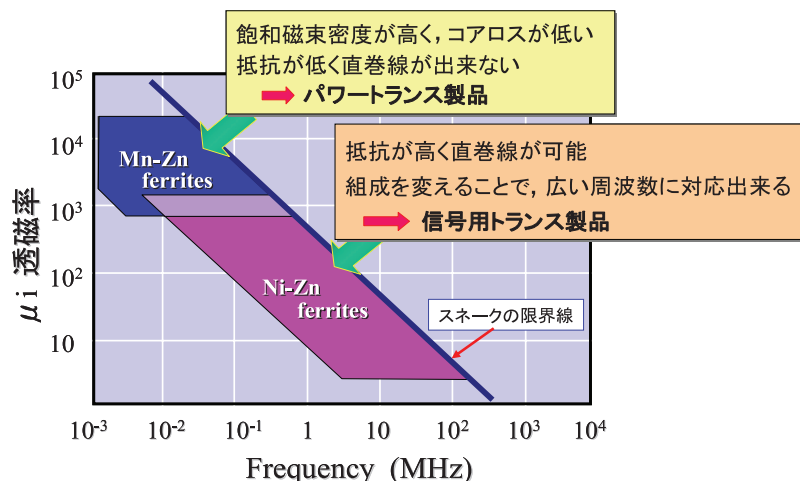


図5 フェライトの種類と適用周波数

Mn-Zn系のフェライトは、比較的低周波での使用に適し、パワートランスとして使用される。Ni-Zn系のフェライトは高周波での使用に適し、主に信号用トランスとして使用される。

また表1にフェライトコアを使用したトランスの代表例を示す。信号用トランスでも、信号の歪みが問題になるような伝送トランスや、結合が重要なパルストランス等には、一般にMn-Zn系のフェライトが使用されている。

4. 製法

図6に一般的なフェライトコアの製法を示す。原料は一般に酸化物を使用し、目標の組成になるよう混合を行う。フェライトは組成や不純物により特性が敏感に反応するので、秤量の精度やコンタミに留意する必要がある。次に配合粉を900℃程度で仮焼し、ある程度のフェライト化を進め、その後微粉碎を行う。この際、粉碎の状態により、焼結性が異なるため、粉碎後

の粒子の平均粒径や粒度分布に留意する。次に、粉碎粉にバインダを加え造粒を行い、粉末成型を行う。フェライトコアは複雑な形状のものが多いため、成型時にクラックが入りやすく、バインダや成型機には様々な工夫がなされている。次に1100～1300℃程度で本焼成を行い、必要に応じて研磨等を行い、完成する。フェライトコアは、焼結後の結晶状態によっても特性が変化するため、焼成条件に関しても様々な工夫がなされている。

5. 将来展望

トランス用フェライト材質に対しては、特性向上のため様々な試みがなされており、現在でも日々特性が向上し、新材質が発表されている。また、スイッチング周波数の高周波化に伴い、MHz帯でのトランスコア材の開発も積極的に行われている。今後、回路技術や他の電子部品の進歩に伴い、最適なコア材質の開発もさらに進むと考えられる。

コア形状についても、現在では、磁場解析シミュレーションが活用され、磁気回路的に無駄がなく、漏洩磁束が少なく、小型・薄型化が可能なものが設計されている。今後、さらに薄型設計や放熱性を考慮したコア形状の設計・開発が進んでいくと考えられる。

文 献

山田一、宮澤永次郎、別所一夫、“基礎磁気工学”，学献社（1975）pp.102-122.

〔連絡先〕 TDK（株）



図6 フェライトコアの製法

フェライトコアは、他のセラミックス製品と同様に、粉末冶金法により生産される。組成ズレや不純物の他、焼結体の結晶構造によっても特性が変化するため、工程管理が重要である。

表1 フェライトコアを使用したトランスの種類と主な用途

区分	種類	主な用途
パワートランス	フライバックトランス	ブラウン管TV、パソコンモニタ
	スイッチング電源トランス	電子機器全般、ACアダプタ
	コンバータトランス	DC/DCコンバータ（パソコン、ノートパソコン、HEV）
	インバータトランス	液晶バックライト（液晶テレビ、液晶モニタ） Hf蛍光灯 インバータモータ（白物家電、エレベータ、産業機器）
	カレントトランス	測定器、センサー
	非接触給電	コードレス電話、電動歯ブラシ 産業用搬送機
信号トランス	中間周波トランス	ラジオ、TV
	整合トランス	アンプ
	パルストランス	アンテナ（不平衡・平衡変換）
	伝送トランス	ADSLモデム
	パルス伝送トランス	LAN端子
	ロータリートランス	ビデオ