

スイッチング電源用小型電源トランス

(1975年～現在)

民生用および産業用のさまざまな電子機器の電源部には、小型化、高効率化の目的から、スイッチング電源が広く採用されているが、昨今の電子機器の更なる小型化、高密度化の要請に対し、ますます高性能化を要求されている。そこに使用するトランスはスイッチング素子である半導体デバイスとともに、電源の性能を左右する重要な電子デバイスであり、その高性能化が電源の高性能化に与える影響は非常に大きい。そしてそのトランスの性能を左右するのが、そこに使われている磁性材料であり、一般にはフェライト磁性材料が使われており、従来より材料特性についてさまざまな性能改善が試みられて現在に至っている。コアの形状についても変革があり、トランスの小型化、さらにコアを含むすべての使用材料の低減、低コスト化、省資源化など、コストのみならず環境への配慮という点からも進歩、改善が進められている。

見学可能：
TDK 歴史館
http://www.tdk.co.jp/
museum

Key-words：フェライト
コア、High B 材、Low
Loss 材、磁場解析

注1 磁性体に印加する磁場を増加させていった場合、これ以上磁束が増加しない状態になり、この現象を磁気飽和といいそのときの磁束密度の大きさを言う。

注2 磁性体に印加する磁場の周波数を上げていくと、磁場の周波数に磁性体内部の磁化が追いつかなくなり、その分は損失として観測される。これをコアロスと言う。

1. 製品適用分野

各種電子機器のスイッチング電源。

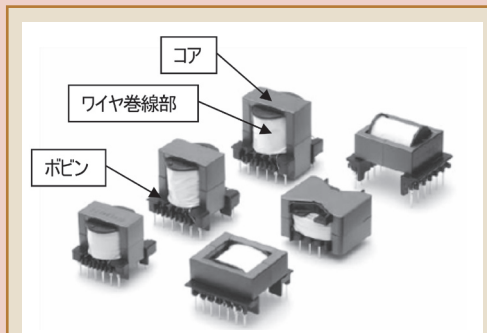


図1 スイッチング電源用小型電源トランス

フェライトコアを使用した小型電源トランスであり、ポビンに絶縁銅線を巻きつけた後、フェライトコアを組み込んで固定する。

2. 適用分野の背景

民生用および産業用のさまざまな電子機器の電源部には、小型化、高効率化の目的から、スイッチング電源が広く採用されているが、昨今の電子機器の更なる小型化、高性能化、高密度化の要請に対し、電源に対しても小型化、高性能化の要求が強くなってきている。そこに使用するトランスはスイッチング素子である半導体デバイスとともに、電源の性能を左右する重要な電子デバイスであり、その高性能化が電源の高性能化に与える影響は非常に大きい。そしてそのトランスの性能を左右するのが、そこに使われている磁性材料であり、一般にはフェライトコアが使われており、従来よりフェライトの材料特性についてさまざまな性能改善が試みられて現在に至っている。

図1にスイッチング電源用小型トランスの形状例を示す。図2にフェライト磁性材料の種類とその応用製品について示すが、電源トランスには、一般的にMn-Zn フェライトコアが使用されている。トランスの小型化のためには、フェライトの材料特性として、飽和磁束密度 (Bs) ^{注1)} とコアロス (Pcv) ^{注2)} の二つの特性が大きく影響する。トランスの小型化のためには、Bs は高いほど (High B)、Pcv は低いほど (Low Loss) 良く、

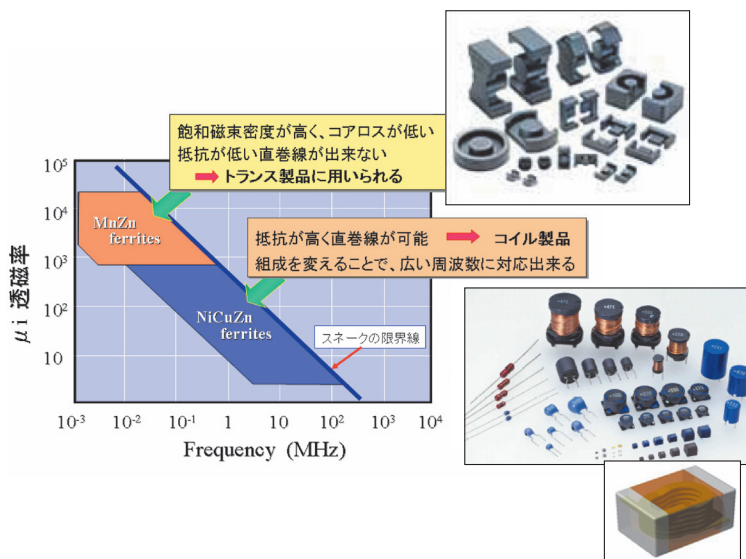


図2 フェライト材質の種類と応用製品

フェライトコアの材質には、Mn-Zn フェライトと Ni-Zn フェライトの2種類あり、電源トランスには Mn-Zn フェライトコアが適している。

スネークの限界線：フェライトの特徴は高周波まで一定の透磁率と低い磁気損失を維持することができることであるが、フェライトの物性によって決まる特定の周波数付近で損失の急増を伴いながら透磁率が急減する。この周波数は透磁率が高いほど低い周波数となり、一般に透磁率と限界周波数の積が一定となる。これをスネークの限界線と呼ぶ。

この方向で材料特性の改善の努力が続けられている。

3. 製品の特徴と仕様

電源トランスに使用するフェライトコアの形状については近年大きな変革、進歩はなく、したがってトランスの小型化において大きな進展がないのが現状だった。最近になって、コア形状に対する改善を行って、コア材質の改善との併用により、大幅な小型化の実現が可能となった。

その具体例として、トランスが使用される電源の特徴に注目し、家電製品などに広く使用されている多出力電源トランスのコアの断面形状を非対称形状にするとともに、高性能なフェライトコアの材質特性を見出し、応用することにより、同一出力特性で、従来コア材質、従来形状のトランスに対して最大25%の体積を低減できるトランスが開発された。図3にこの事例の従来製品との比較を示す。

このトランスは、その小型化、低コスト化の特徴から、インバーターエアコンやDVDプレーヤー、液晶TVといった家電製品に使われるようになっており、今後も広範囲な電子機器に採用されていくことが期待される。

このトランスの小型化は、コアを含むすべての使用材料の低減が可能となり、低コストのみならず、省資源、さらにはその製造時の省エネルギー化、使用電子装置の省エネルギー化など、環境への配慮という観点からも貢献が期待される。

4. 製法

フェライトコアの製造方法は、図4に示すようなフローで行われる。

主成分である、 Fe_2O_3 、 MnO 、 ZnO の3種類の材料を目的特性に応じて所定の割合に秤量、混合した後、

仮焼により原料同士を反応させてフェライト化させる。その後ミクロンオーダーまで細かく粉碎した後、

バインダーを添加し、適切な流動性を有する顆粒にする。

次に目的形状の金型に顆粒を充填して圧力をかける

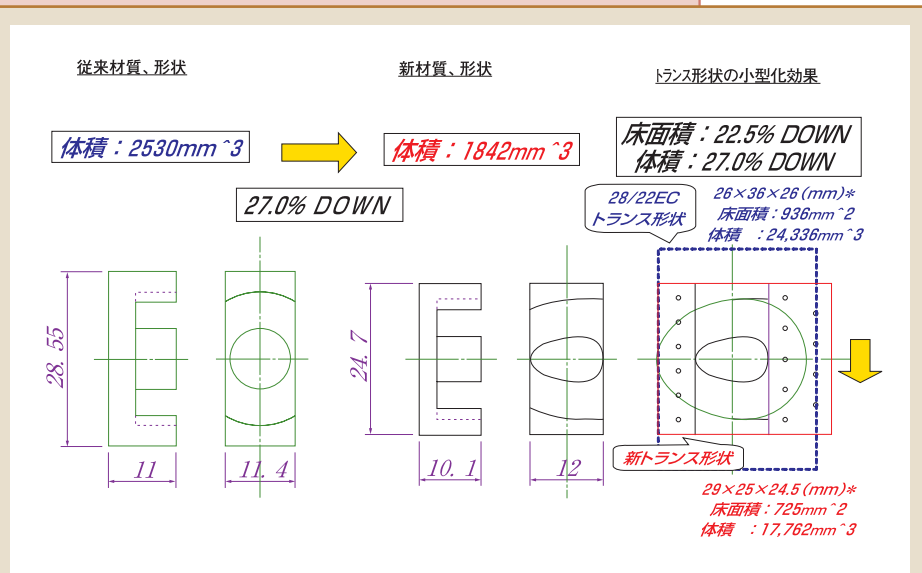


図3 コア形状の工夫によりコア体積の削減を行った事例

従来形状（EER形状）に比較して27%の体積を削減した新形状（EGG形状）でも同一特性が得られた。

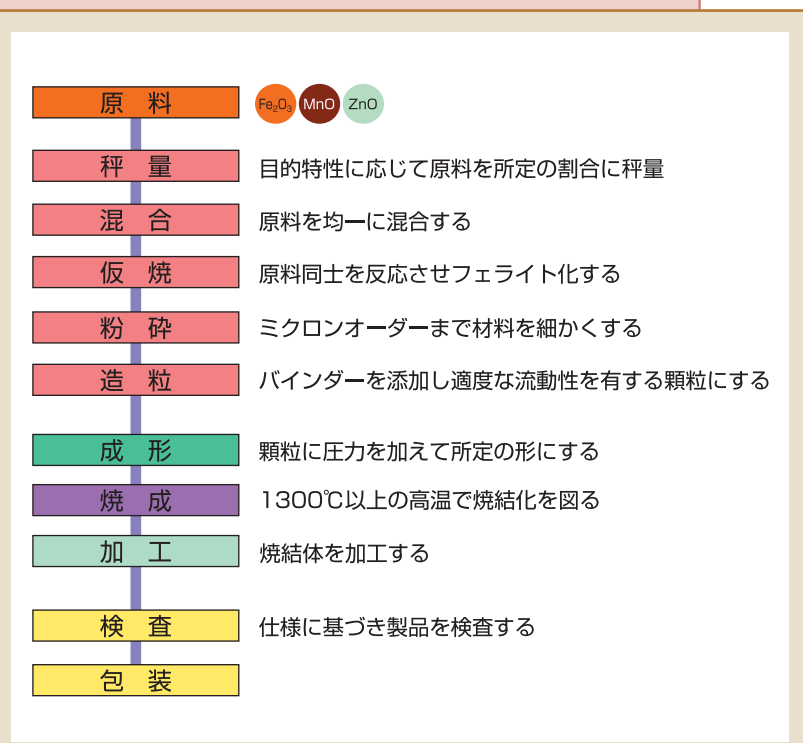


図4 Mn-Zn フェライトの製法

3種類の材料（ Fe_2O_3 、 MnO 、 ZnO ）を混合し、仮焼きの後プレスによる目的の形状にした後、高温で焼結して完成。

注3 一般にトランスに用いられる銅線は、ウレタン樹脂などでコーティングされた銅線であり、巻線後に両端の絶縁コーティングをはがして端子に接続する。

ことにより、コアの形状にプレス成型する。これを1300℃以上の高温で焼結することによりフェライトコアが作られる。

その後は、機械的加工を施してトランス用に使用できるようにする。

トランスの製法は、ボビンと呼ばれる巻軸に絶縁銅線^{注3}を巻くことにより必要な巻線を施し巻線コイルを作り、このコイルとフェライトコアを組み合わせ固定することによりトランスとして仕上がる。

5. 将来展望

フェライトコアの材料特性は、今後も更なる High B 化、Low Loss 化が検討されている。一方では、フェライトコア材質だけでなく、コア形状についても磁場解析シミュレーションを駆使して無駄のないコア形状を追究し、材質と形状の双方の改善によって更なる小型化が期待できる。

[連絡先] 北原 覚
TDK(株) 回路デバイスビジネスグループ
〒272-8558 千葉県市川市東大和田 2-15-7