

## 1 緒 言

一般の家庭用電気製品， 機器などのスイッチング電源回路においては，100 程度の高周波で駆動するトランスが必要である。このトランスの磁心材料には，小さい磁界で磁化されかつ鉄損が小さい，いわゆる軟磁性であることが要求される。軟磁性材料は金属

性を求め、それから磁気異方性定数を算出して、鉄損、初透磁率の温度依存性に対する置換効果を考察した。

で、 $K_1 = 0$  で渦電流損失 |  $K_1$  競争 疏良 行関ク 異耿 緒許 溥薩 獨溥 将 炎、 $K_1$  主 磁 磁 異 性

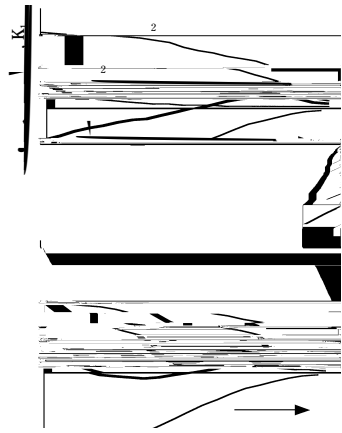
## 2 鉄損に影響を及ぼす因子

### 2.1 損失分離

トランスとしての損失は、コア自体の損失である鉄損と、巻線抵抗による銅損から成り立っている。このうち鉄損はその発生機構により、渦電流損失 ( ), ヒステリシス損失 ( ), 残留損失 ( ) に分類される。渦電流損失は交流抵抗値とコア断面積から古典式<sup>1)</sup>を用いて計算でき、ヒステリシス損失は測定により直接求められる。残留損失は上記の 2 損失以外の、損失起源の特定できないものを総称している。典型的な電源材 フェライトコアで、100 , 200 で駆動した場合、これらの損失の比率は、 , 5 30 65 となり、残留損失は最も大きい比率を占める<sup>2)</sup>。これまでの実験から、この残留損失はヒステリシス損失と比例する傾向が見られ<sup>2)</sup>、基本的にはヒステリシス損失が全体の鉄損を決定しているとみなせる。

ヒステリシス損失を低くするには、磁気異方性定数  $K_1$ 、磁歪定数、応力、気孔・欠陥や不純物の割合を小さくし、飽和磁束密度  $B$  を高めることが必要である<sup>3)</sup>。ここで、磁気異方性定数  $K_1$  は、磁気モーメントがある特定結晶方向に向きやすさを表した定数であり、主成分組成により決まる。F . 1 に、フェライトのマトリックスであるスピネル結晶構造を示す。単純立方格子であり、 $K_1 = 0$  のとき 111 方向、 $K_1 = 0$  のとき 100 方向が容易磁化方向となる。 $K_1 = 0$  で方向による磁化の難易が消失する。この点で、鉄損が最小となり、透磁率が極大 (セカンダリーピーク) を示し、優れた軟磁気特性が得られる。また、磁歪定数は、磁化による歪みを意味し、結晶方向により  $111$  ,  $100$  で表される。多結晶体の場合は、等方的になり、 $2/5$   $100$   $3/5$   $111$  となる<sup>4)</sup>。磁歪定数もほぼ主成分組成で決まる。 $2$   $3$  - 三元系では、室温の磁気異方性定数  $K_1$ 、磁歪定数の値は F . 2 のようになっている<sup>5)</sup>。ここ





に働き、鉄損および透磁率の温度変化が平坦化したと考えられる。この場合、 $K_1 = 0$  となる温度は置換により変わっていない。過剰の  $^{2+}$  置換では低温で鉄損の増大、透磁率の低下が見られる。また、 $^{2+}$  における  $0.64\%$  の鉄損の温度依存性では損失が最小となる温度が 2 点ある。 $^{2+}$  量が多くなった場合に、 $^{2+}$  からの説明にあるように<sup>11)</sup>、 $K_1 = 0$  となる温度が 2 点存在するならば、低温側の損失の増大ならびに初透磁率の低下は、 $^{2+}$  10 (%) に示すように、 $^{2+}$  イオンからの寄与が大きくなりすぎたために、 $K_1$  が正で大きくなっているとも考えられる。 $^{2+}$  置換したフェライトでは、これらの議論から、 $^{2+}$  と  $^{2+}$  からの磁気異方性の寄与が、ホストの磁気異方性に対してうまく打ち消しあう成分範囲あるいは温度範囲においては、鉄損の温度依存性が非常に小さくなり、そして、この磁気異方性の相殺がくずれると、鉄損の増大をきたすと結論づけられる。先に述べた  $^{2+}$  量が多い高透磁率材の組成では、この異方性の打ち消しあい極端に低温、あるいは高温で起こっているために、 $^{2+}$  量に対して不連続な挙動を示したと推測される。

### 3.4 応用

これらの結果から、 $^{2+}$  を含めた四元系で主成分組成を選択すれば、0 から 100 の間において、各々の磁性イオンからの磁気異方性への寄与を打ち消しあい鉄損の温度依存性を小さくすることが

珉詰 ノ誨 豈 簞 狛 嫫 驪 突 確 餓 ネ 幸 Z 珉詰 ノ誨 豈 簞 狛 嫫 档 荷 々 々