

高周波電源トランス用MnZnフェライトの開発

(FDK株式会社) ○加藤充次・山中哲

1. はじめに

近年のパワーエレクトロニクスは、SiC、GaNなどパワー半導体の進化が著しく、スイッチング電源の高周波化および小型化が急速に進んでいる。これらスイッチング電源を構成する部材の中で、現状最も大きな体積を占め、高周波化により最も小型化が期待されるのがトランスである。数百kHzから数MHzの周波数においては、周波数に対して指数関数的に増大するコアロスが、小型化を困難にしている。本研究ではMHz帯用の低損失フェライトの開発、およびその開発指針を得ることを目的に、LLG方程式を用いたマイクロ磁化シミュレーションによる損失解析を、結晶粒子径分布などの微構造を考慮して行った。

2. 高周波用MnZnフェライト

MHz帯の高周波で使えるフェライトと言え、まずは抵抗率の高いNiCuZnフェライトが挙げられる。しかしながら、数MHz程度まではMnZnフェライトを選択した方が、より低損失であると考えている。図1は、体積あたりのコアロス P_{cv} が 1000 kW/m^3 となるときの周波数と励磁磁束密度 B_m の関係を示している。ここで、 B_m が大きい値をとるということは、より低損失であり、より高い励磁磁束で使える可能性を示唆している。つまり、コア設計においては磁路断面積を小さくでき、より小型化できることになる。図より、4MHzまでは2種のNiCuZnフェライトよりもMnZnフェライト7H20材の方が B_m は大きく、より低損失である。これは、MnZnフェライトの磁気異方性がNiCuZnフェライトに比べて小さく、ヒステリシス損失が圧倒的に小さいためである。

3. 微構造（結晶粒径）の影響

7H20材の結晶粒径が減少した場合のB-Hループを解析した結果を図2に示す。現行材の平均粒径（ $11\mu\text{m}$ ）に対して、結晶粒の位置や粒径のばらつき度合いは同じとし、平均粒径のみを $8\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ と設定して多結晶粒モデルを作成し、解析を行った。平均粒径の減少と共に透磁率が低下し、特に粒径が $5\mu\text{m}$ になると結晶粒内部の磁区が単磁区化し、透磁率が大きく低下する。この時、磁壁移動が抑制され、高周波域の損失が低減する。

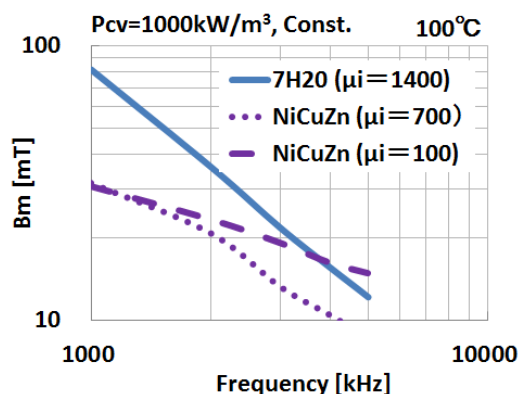


Fig.1. Relationship of frequency and the magnetic flux density under the condition of $P_{cv} = 1000\text{ kW/m}^3$.

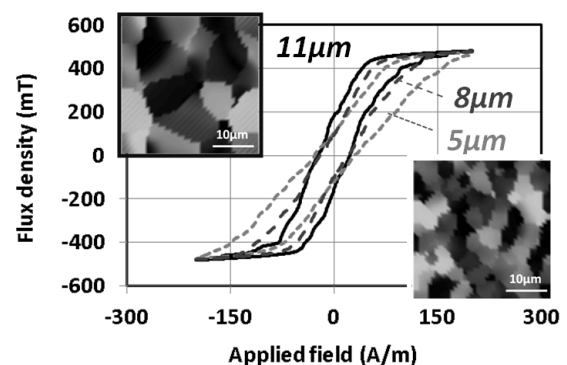


Fig.2. Effect of grain size on B-H curve and domain structure.