

広い温度範囲において鉄損が低い MnZn フェライト

0²MāszŪāYā²qgQē”ä ¶öä ¶özŪā ¶Ŷāē āH qzāē- ÅzŪāēŪā- Ō”z

1. はじめに

JFE スチールグループでは、10kHz 以上の高周波領域に対応する軟磁性 MnZn フェライトの製造を、JFE ケミカルの子会社である JFE フェライトと江門傑富意磁性材料有限公司において行っている。主要な製品としては、低損失材 MB4¹⁾ や高透磁率材 MA055 などがある。フェライトコアの製造拠点は、国内に 1ヶ所(岡山県倉敷市)、国外に 2ヶ所(タイ ラヨン県、中国 江門市)あり、お客様の需要に即応可能な供給体制を構築している。

近年の情報化社会の進展にともない、社会のいたるところでさまざまな電子機器が使用されるようになった。これら電子機器の電源には、スイッチング電源が多用される。その主要部品である変圧器の磁心には、低損失フェライトコアが不可欠であり、目的に応じてさまざまな特性が要求される。

JFE スチールグループでは、特に広い環境温度下で低損失を維持できる MBT1 を 1998 年に世界で初めて量産化した。MBT1 は、たとえば自動車機器用電源のように、-40~ 150°C という広い温度にさらされる用途に最適である。また 2003 年には、お客様の低損失化要求に応

験室規模ではあるが、鉄損最小値が 90°C において 245kW/m³(100kHz, 200mT)となり、140°C においては 335kW/m³を示す、広い温度領域で業界トップレベルの低損失を有する MBT3 の開発にも成功した。本報ではこれらの材質について紹介する。

2. MBT2 および MBT3 開発のポイント

MBT1²⁾ は、MnZn フェライトの主成分である Fe₃O₄ の一部を CoO で置換することにより、結晶磁気異方性の温度変化を緩和し³⁾、鉄損の温度依存性を小さくした、量産品としては世界初の材料 制御を実施することにより、超低損失を実現している。

3. MBT2 および MBT3 の磁気特性

MBT1 と MBT2、および汎用低損失材 MB3³⁾ の材質特性を μ_{iac} に、各材質の鉄損 P_{cv} の温度依存性を μ_{iac} に

Table 1 Magnetic characteristics of MB3 MBT1, and MBT2

	Temperature (°C)	MB3	MBT1	MBT2
Initial Permeability, μ_{iac}/μ_0	23	2 500 ±25%	3 400 ±25%	3 300 ±25%
	23	510	510	530
	60	450	460	470
	100	390	390	400
	23	130	90	70
	60	90	70	50
	100	55	60	40
	23	14.3		
	60			
	100			
μ_{iac}			390	370
			330	310
			340	300
			400	370
(kW/m ³)		≥215	≥230	≥215
		≥6	≥4	≥4
		4.9×10 ³	4.8×10 ³	4.8×10 ¹⁰

示す。MBT2は、MB3に比較して温度依存性が小さいだけでなく、MBT1と比較しても15%の低損失化を実現している。さらに、実験室レベルで開発したMBT3の鉄損の温度依存性をFig. 1に併記する。MBT3は、MBT2よりもさらに15%低損失であり、室温から140°Cにわたる温度範囲でトップレベルの性能を確保している。

次に、MBT2とMB3の損失因子を $\frac{P_e}{P_h}$ に示す。ここでは、全損失 P_e を、ヒステリシス損失 P_h とそれ以外の因子(渦電流損失 P_c と残留損失 P_r の和)に分けて、解析した。MBT3においては、MBT2のヒステリシス損失を上昇させることなく、全損失の約65%を占める渦電流損失と残留損失の和を15%低減することによって、低損失化が実現された。

最後に、MB3, MBT1, MBT2の比初透磁率 μ_i/μ_0 (真空の透磁率)の温度依存性を $\frac{\mu_i}{\mu_0}$ に示す。) A