

スイッチング電源用低損失 MnZn フェライト「MB3」\*<sup>1</sup>成谷 哲\*<sup>2</sup> 吉松 秀格\*<sup>3</sup> 山崎 正勝\*<sup>3</sup> 奥谷 克伸\*<sup>4</sup> 藤原 煌三\*<sup>5</sup>

## Low Power Loss MnZn Ferrite “MB 3” for Switching Power Supply

Tetsu Narutani, Hidekaku Yoshimatsu, Masakatsu Yamazaki, Katsunobu Okutani, Kozo Fujiwara

## 1 はじめに

川崎製鉄は、これまで商用周波数域で使用される軟磁性材料である珪素鋼の有力な供給者としての役割を果たしてきたが、これに加えて新たに高周波対応の軟磁性材料であるソフトフェライトコアの製造を事業化し、1990年10月より川鉄マグネックス㈱で製品製造を開始した。

近年、OA化、FA化およびHA化の著しい進展に伴い、各種電子機器の需要が高まっており、同時に小型化、広帯域化、高信頼性化等の機器の高性能化に対する要求も非常に強いものがある。これらの機器の電源としてスイッチング電源が使用され始めてから10余年経過したが、この間、小型・軽量・高効率の特徴を生かしコンピューターを始め通信機器、OA機器、計測制御機器および民生用機器に急速に普及し市場も急成長を見せている。それに伴い電源の小型化・高性能化のねらいを軸に高周波化・低損失化の技術革新が進んでおり、トランス部の主要構成材料であるソフトフェライトコアの材質特性に対する要求も厳しいものになってきている。

川崎製鉄は、このようなすう勢から、鋭意材料開発を進め、同時に主原料となる酸化鉄の製造からフェライトコア焼成に至るまでの工程を一貫して管理することにより、従来の材質レベルを大幅にし、低損失 MnZn フェライト MB3 を開発し製品化した。

## 2 低損失 MnZn フェライト MB3

## 2.1 材料開発

現在、スイッチング周波数として主に使用されている100~200 kHz 下において、MnZn フェライトの鉄損は約35%の履歴損と約65%の渦電流損から成っているが、これら2項に対する組成・添加物要因および結晶組織制御を中心とする工程要因の影響を定量的に把握し、ある要因は上記2項に対して相反する影響を与えることも考慮して各製造条件の最適化を図ることによって低損失化を実現した。その際、重要となった因子は以下の5点である。

- (1) 平均結晶粒径と粒径分布
- (2) 空孔分布と焼成密度
- (3) 粒界への高抵抗相の形成
- (4) 組成成分の均一性
- (5) 残留応力

MB3の結晶組織の一例を Photo 1 に示す。

## 2.2 製造工程の革新

MB3の基本原料となる酸化鉄は、当社化学事業部が開発した中高純度酸化鉄 KH-CP を使用している。この酸化鉄はソフトフェラ

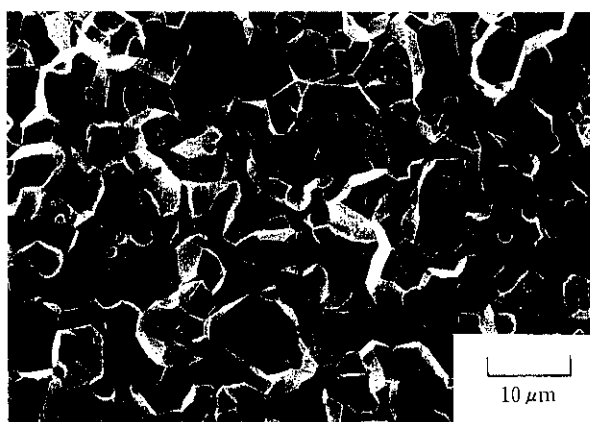


Photo 1 Microstructure of MB 3

\*<sup>1</sup> 平成4年1月8日原稿受付\*<sup>2</sup> ハイテク研究所 新素材研究センター 主任研究員(部長補)\*<sup>3</sup> ハイテク研究所 新素材研究センター\*<sup>4</sup> 川鉄マグネックス㈱ 水島工場長(理事)\*<sup>5</sup> 新事業本部 新素材事業推進部 主査(部長)

Table 1 Magnetic characteristics of MB 3

Initial permeability	$\mu_{iac}$	2 500 ± 25%	
Saturation flux density (1 200 A/m (15 Oe))	$B_{ms}$	25°C	510 mT (5100 G)
		60°C	450 mT (4500 G)
		100°C	390 mT (3900 G)
Remanence	$B_{rms}$	25°C	95 mT (950 G)
		60°C	65 mT (650 G)
		100°C	55 mT (550 G)
Coercivity	$H_{cms}$	25°C	14 A/m (0.18 Oe)
		60°C	10 A/m (0.13 Oe)
		100°C	9 A/m (0.11 Oe)
Core loss at 200 mT (100 kHz)	$P_L$	25°C	600 kW/m <sup>3</sup>
		60°C	450 kW/m <sup>3</sup>
		100°C	410 kW/m <sup>3</sup>
		120°C	500 kW/m <sup>3</sup>
Curie temperature	$T_c$	> 215°C	
Resistivity	$\rho$	> 6 Ω·m	
Density	$d$	4.9 × 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>	
Frequency		< 500 kHz	

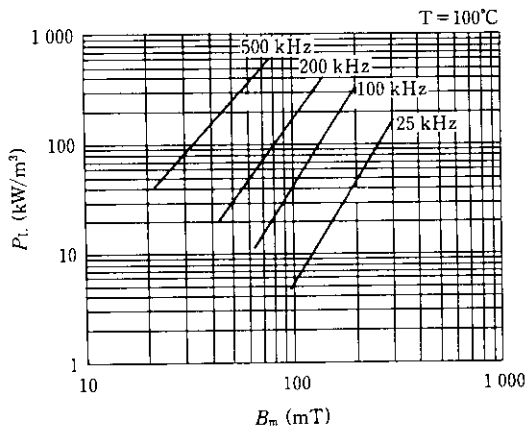


Fig. 1 Dependence of power loss at high frequencies on flux density

イトの磁気特性に大きな影響を与える SiO<sub>2</sub> 等の不純物を従来レベルから大幅に改善したものである。また、フェライトコアの焼成に関しても従来のブッシャー式焼成炉に加えて、著しい高速焼成を可能としたローラーハース式焼成炉を実用化する等、製造工程のあらゆる部分で技術革新を進めた成果が MB3 に結実した。

### 2.3 製品の磁気特性

Table 1 に MB3 の材質特性を示す<sup>1)</sup>。Fig. 1 および 2 にそれぞれ 25~500 kHz の周波数範囲での鉄損の磁束密度特性および直流ヒステリシス特性を、また Fig. 3 に EI 28 形状のコアについて、現

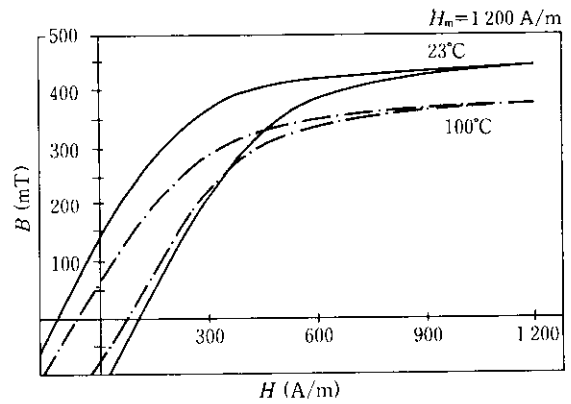


Fig. 2 B-H curves under direct current

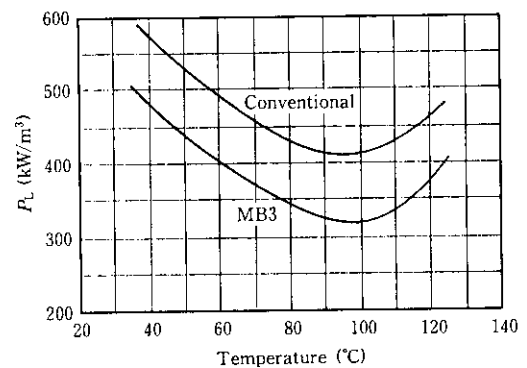


Fig. 3 Temperature dependence of power loss at 100 kHz and 200 mT

市場の最高級材質と MB3 の鉄損の温度特性を比較した結果を示す。MB3 により約 20% の鉄損の改善が達成されていることがわかる。

### 3 おわりに

以上に高周波鉄損を著しく改善した MnZn フェライト MB3 を紹介したが、今後さらに鉄損低減を図るとともに、より高周波化という要求にこたえ得る材料開発を進めていく予定である。

### 参考文献

- 1) 川鉄マグネックス㈱: フェライトコア (カタログ)

### 〈問い合わせ先〉

川鉄マグネックス株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋小伝馬町 14-4 岡谷ビル  
Tel 03 (3662) 2351 (代表) Fax 03 (3662) 2359