

電源向け高Bs 低損失 Fe-Nb-B-P 系ナノ結晶合金の開発

中畑 功、長谷川暁斗、熊岡広修、森智子、堀野賢治、松元裕之
(TDK 株式会社)

Development of high Bs type Fe-Nb-B-P nanocrystalline alloy with low core loss for power supply
I.Nakahata, A.Hasegawa, H.Kumaoka, S.Mori, K.Horino, H.Matsumoto
(TDK Corporation)

はじめに

近年の環境への意識の高まり、また電子機器の小型化にともない、それらに用いられる電源において更なる高効率化、高電力密度化が望まれており、それに対しより小型かつ低損失な電子部品が求められている。特にコイルなどの磁性部品は、電源容積に占める体積が大きく、大電流への対応、小型化、低損失化が強く望まれており、それに適応可能な軟磁性材料の実用化が期待されている。

一般的に広く用いられている MnZn 系フェライトは、低損失という点で優れているが、飽和磁束密度が低く、小型化と大電流対応の両立は困難であり、金属系軟磁性材料の高い飽和磁束密度を利用する必要がある。実用化されている高飽和磁束密度金属軟磁性材料として Fe-Si-B 系アモルファス材料があるが、これはコアロスが高いという問題があり、高飽和磁束密度かつ低損失な材料が求められている。

本報では、優れた軟磁気特性で知られるナノ結晶系軟磁性合金に着目し、Fe-Si-B 系アモルファス合金同等の飽和磁束密度を示し、かつ低損失である新しい Fe-Nb-B-P 系ナノ結晶合金を見出したので、その磁気特性について報告する。

実験方法

Fe(99.99%), B(99.5%), Fe3P(99.9%), Nb(99.9%)の原料を用いて高周波溶解にて母合金を作製し、単ロール液体急冷法により幅 50mm、厚み約 18 μ m のアモルファス薄帯を作製した。作製した薄帯に Ar 雰囲気中で 600℃、1 時間熱処理を施しナノ結晶化し、その磁気特性及び微細構造を評価した。飽和磁束密度(Bs)は室温において振動試料型磁力計(VSM)を用いて、コアロス(Pcv)は交流 BH アナライザを用いて測定し、また初透磁率(μ_i)はインピーダンスアナライザにより測定した。微細構造は透過型電子顕微鏡(TEM)を用いて評価した。比較には市販の Fe-Si-B 系アモルファス薄帯を用いた。Fe-Si-B 系アモルファス薄帯は、Ar 雰囲気中で 400℃、1 時間熱処理し、同様に磁気特性の評価を行った。

実験結果

Table 1 に、作製した Fe-Nb-B-P 系ナノ結晶合金、市販の Fe-Si-B 系アモルファス合金の Bs、Pcv、 μ_i を、Figure 1 に Pcv の最大磁束密度(Bm)依存性を示す。Bs は、Fe-Nb-B-P 系で 1.64T と Fe-Si-B 系の 1.63T と同等の特性を有している。また Pcv は、測定周波数 f=100kHz、最大磁束密度 Bm=0.2T の測定条件下において、Fe-Nb-B-P で 646kW/m³ と、Fe-Si-B 系の 1992kW/m³ に対して、半分以下となることが確認された。また初透磁率を比較しても、Fe-Nb-B-P は Fe-Si-B に対し高い値を示している。Fe-Nb-B-P は、電源向け磁性材料として優れた軟磁気特性を有しており、大電流対応・小型・低損失な磁性部品への適用が期待できる。

	Fe-Nb-B-P	Fe-Si-B
Saturation magnetic flux density (Bs) [T]	1.64	1.63
Core loss (Pcv) [kW/m ³] at f=100kHz, Bm=200mT	646	1922
Initial permeability(μ_i) at 1kHz	12356	3360
Initial permeability(μ_i) at 100kHz	8411	3012

Table 1. Magnetic properties of Fe-Nb-B-P, Fe-Si-B

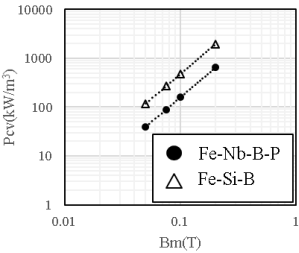


Figure 1. Bm dependence of core loss at f=100kHz