

CoPt 基グラニューラ媒体の磁気特性と微細組織におよぼす粒界酸化物種の効果

◦タム キム コング^{a)}, 櫛引 了輔^{a)}, 日向 慎太郎^{b)}, 斉藤 伸^{b)}(^{a)}田中貴金属工業株式会社, ^{b)}東北大学)

Effect of oxide boundary materials on magnetic properties and microstructure of CoPt-based granular media

◦Kim Kong Tham^{a)}, Ryosuke Kushibiki^{a)}, Shintaro Hinata^{b)}, and Shin Saito^{b)}(^{a)}TANAKA KIKINZOKU KOGYO K.K., ^{b)}Tohoku University)

はじめに 近年、磁性層として CoPt 基強磁性金属合金-酸化物の薄膜 (グラニューラ媒体) を用いた現行の垂直磁気記録媒体の記録密度は、trilemma 問題のため伸び悩みを迎えており、これを打破するためにマイクロ波アシスト磁気記録 (MAMR) 等が提案されている¹⁾。この方式では、磁性結晶粒の微細化による熱擾乱に抗するため、 10^7 erg/cm^3 台以上の一軸結晶磁気異方性エネルギー (K_u) を有するコラム状の結晶粒が適用される。しかしながら、これまでの磁性結晶粒の K_u は添加する粒界酸化物材料 (例: SiO_2 , TiO_2 , Ta_2O_5) によって 1.2×10^7 から $5.5 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ 以下まで大きく減少することが報告されているが²⁾、この減少を抑制する粒界材料の選定指針がない状況である。本講演では、室温で作成した種々の粒界酸化物材料を有する CoPt 基のグラニューラ媒体を作製し、その磁気特性と組織について調べ、粒界酸化物の選定指針についてまとめたので報告する。

実験結果 検討に用いた CoPt 基グラニューラ媒体の下地層は $\text{Co}_{60}\text{Cr}_{40}$ -26 vol% SiO_2 (2 nm) / Ru (20 nm) / Pt (6 nm) / Ta (5 nm) / glass sub. とした。CoPt 基グラニューラ媒体は、 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ -30 vol% 酸化物 (酸化物: ZrO_2 , Cr_2O_3 , Y_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , TiO_2 , WO_2 , SiO_2 , Mn_3O_4 , WO_3 , Co_3O_4 , MoO_3 , B_2O_3) を室温で作製した。一例として、これらのグラニューラ媒体の中で最も高い保磁力 (H_c) を示す CoPt- B_2O_3 グラニューラ媒体の磁化曲線を Fig. 1 に示す。挿入図は、同媒体の平面 TEM 像である。グラニューラ媒体の膜厚 (d_{mag}) が 16 nm の場合、 H_c と核生成磁界 (H_n) はそれぞれ 8.0 と 1.6 kOe であり、これまで報告されたグラニューラ媒体の磁気特性より高くなっている²⁾。この際に、粒間交換結合の強度に関する保磁力近傍の磁化勾配 $4\pi[dM/dH]$ は 1.5 程度であり、粒間交換結合が低いことを示唆している。TEM 像から、各結晶粒が円形と仮定し、その直径を結晶粒径とする場合、その平均値は 6.5 nm であり、従来のグラニューラ媒体の平均粒径の 8~9 nm³⁾ よりも小さくなっている。Fig. 2 には、CoPt- B_2O_3 グラニューラ媒体のコラム状成長の様式を調べるため、全体の (a)飽和磁化 ($M_s \times d_{\text{mag}}$) と (b)一軸結晶磁気異方性 ($K_u \times d_{\text{mag}}$) を d_{mag} に対してプロットした結果を示す。 d_{mag} を 4~16 nm に変化させたとき、 $M_s \times d_{\text{mag}}$ が原点を通過しており、膜厚方向に非磁性の部分が存在しないことを示している。また、このプロットの傾きから求めた M_s は 780 emu/cm^3 である。 $K_u \times d_{\text{mag}}$ のプロットにおいては、 d_{mag} を 4~16 nm に変化させたとき、直線に変化し、膜厚方向に均一な組織を持っていることを示唆している。また、このプロットの傾きから求めた K_u は $7.6 \times 10^6 \text{ erg/cm}^3$ である。30 vol%の酸化物を除き、各結晶粒の飽和磁化と一軸結晶磁気異方性がそれぞれ約 1115 emu/cm^3 と $1.1 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ であり、 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金の M_s と K_u ⁴⁾ にほぼ一致しており、CoPt の結晶粒と B_2O_3 酸化物がほぼ完全に相分離していることを示唆している。以上の結果を総括すると、CoPt 基合金グラニューラ媒体の結晶粒と粒界との相分離を促進し、 10^7 erg/cm^3 を超える高い K_u を得るためには B_2O_3 が有望な粒界酸化物材料であるといえる。講演では他の酸化物材料を添加した際の磁気特性を併せて紹介し、磁性結晶粒の K_u に及ぼす酸化物材料種中の主要素について系統的に議論する。

参考文献 1) J. G. Zhu et al., *IEEE Tran. Magn.*, **44**, 125 (2008). 2) J. Ariake et al., *IEEE Trans. Magn.*, **41**, 3142 (2005). 3) V. Mehta et al., *Appl. Phys. Lett.*, **106**, 202403 (2015). 4) N. Nozawa et al., *IEEE Tran. Magn.*, **49**, 3596 (2013).

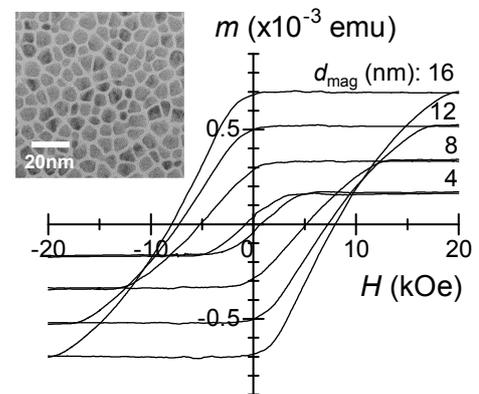


Fig. 1 m - H loops of CoPt- B_2O_3 granular media with layer thickness (d_{mag}): 4-16 nm. Inset shows in-plane-view TEM image the granular media.

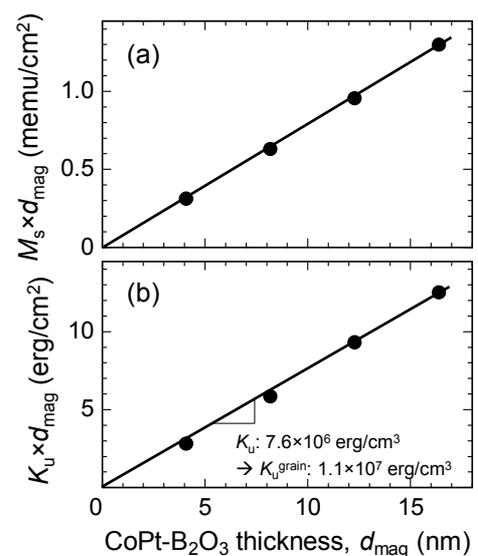


Fig. 2 Dependences of (a) $M_s \times d_{\text{mag}}$ and (b) $K_u \times d_{\text{mag}}$ on d_{mag} of a CoPt- B_2O_3 granular medium.