

種々の融点を有する粒界材により 2 相析出させた FePt グラニューラ薄膜の構造と磁気特性 (2)

○齊藤 節¹, タム キム コング², 櫛引 了輔², 小川 智之¹, 齊藤 伸¹

(1. 東北大学, 2. 田中貴金属)

Structure and magnetic properties of FePt granular film precipitated in two phases by grain boundary materials with various melting points (2)

○Takashi Saito¹, Kim Kong Tham², Ryosuke Kushibiki², Tomoyuki Ogawa¹, and Shin Saito¹

(1. Tohoku Univ., 2. TANAKA KIKINZOKU KOGYO K. K.)

はじめに 次世代の熱アシスト磁気記録用の媒体では、室温で高い一軸結晶磁気異方性を有する L1₀ 型 FePt 結晶粒を非磁性粒界材 (Grain boundary material: GBM) で孤立化させたグラニューラ薄膜が有力な候補材料である¹⁾。この FePt グラニューラ薄膜の GBM の材料開発に関する先行研究では、GBM として C, GeO₂, SiO₂, TiO₂, C-Ag のうち何種かを用いた試料の特性評価の報告はあるが^{2,3)}、材料種が少なく GBM がもたらすグラニューラ薄膜の構造と磁気特性について系統的にはまとめられていない。そこで、今回我々は FePt 相と粒界相との 2 相析出の指標である粒界材の融点^{4,5)}に着目し、450 °C の B₂O₃ から 3500 °C の C (カーボン) まで 12 種の融点の異なる GBM を用いて FePt-GBM グラニューラ薄膜を作製し、垂直磁気異方性 ($K_{u\perp}^{\text{exp}}$) と粒界材融点との相関を議論したので報告する。

実験結果 試料の層構成は FePt-30vol.%GBM (5 nm)/ MgO(5 nm)/ a-Co₆₀W₄₀(80 nm)/ Sub.とした。GBM は B₂O₃, SnO, GeO₂, WO₃, Nb₂O₅, SiO₂, TiO₂, MnO, Y₂O₃, ZrO₂, BN, C である。磁性層は FePt 相の規則化のため、基板温度を 550 °C として成膜した。XRD 測定により GBM によっては面直、面内に *c* 軸配向した結晶粒が混在していることがわかった。Fig. 1 に一例として、(a) FePt-B₂O₃, (b) -SnO, (c) -C グラニューラ薄膜の垂直磁気トルク曲線を示す。なお、 θ は基板法線方向からの磁化のなす角度である。Fe-Pt の組成や、FePt 相と非磁性粒界材との体積割合が一定であるにもかかわらず、トルク曲線の振幅は GBM に依存して変化することがわかった。また、FePt-B₂O₃, SnO グラニューラ薄膜では、トルク曲線中の $\theta = 0, 180, 360$ (deg) でうねりが観測された。これは *c* 軸面内配向結晶粒に起因する 90 (deg) 位相がずれたトルク曲線が重畳したためと考えられる。Fig. 2 には $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ を粒界材融点に対してプロットした。 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ は 5.8×10^6 から 2.2×10^7 erg/cm³ まで様々な値をとるが、その分布には傾向が認められず、 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ は粒界材融点に依存しないことがわかった。Fig. 3 には $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ と FePt 結晶粒の規則度 (S_{in}) との相関を示した。ここで、 S_{in} は in-plane XRD の FePt 相(110)、(220)面からの回折線の積分強度を用いて算出した⁵⁾。 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ は GBM に依存せず、 S_{in} と正の相関があることがわかった。このことから、 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ は FePt 相と粒界相との 2 相析出ではなく、FePt 結晶粒の規則化と強い相関があることがわかった。

参考文献 1) D. Weller et al., *Phys. Status Solidi A*, **210**, 1245 (2013). 2) T. Ono et al., *Appl. Phys. Lett.*, **110**, 022402 (2017). 3) L. Zhang et al., *J. Magn. Magn. Mater.*, **322**, 2658 (2010). 4) R. Kushibiki et al., *IEEE Trans. Magn.*, **53**, 3200404 (2017). 5) T. Saito et al., *Jpn. J. Appl. Phys.*, **59**, 045501 (2020).

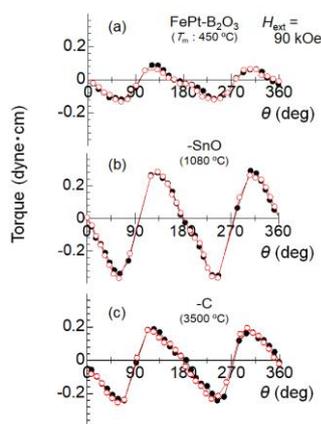


Fig. 1 Typical torque curves for FePt granular films with (a) B₂O₃, (b) SnO, and (c) C GBMs.

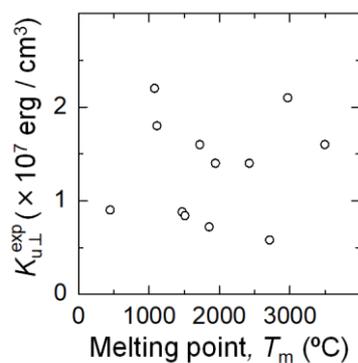


Fig. 2 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ for FePt granular films as a function of T_m for the various GBMs.

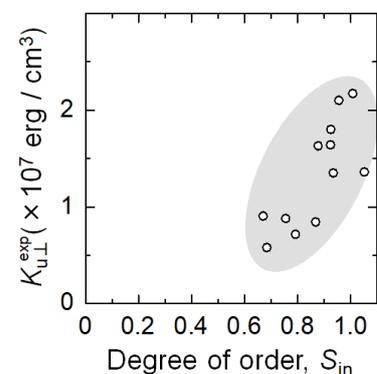


Fig. 3 $K_{u\perp}^{\text{exp}}$ as a function of S_{in} for L1₀ typed FePt granular films.