

スピン・軌道選択磁化曲線で見える CoFeB/MgO 多層膜の垂直磁気異方性

山添誠敏、加藤忠、田久保翔太、鈴木宏輔、星和志、*伊藤真義、*櫻井吉晴、櫻井浩
(群馬大学、*JASRI)

Perpendicular magnetic anisotropy behavior of CoFeB/MgO multilayers by spin/orbital specific magnetization measurement

M.Yamazoe, T.Kato, S.Takubo, K.Suzuki, K. Hoshi, *M.Itou, *Y.Sakurai and H.Sakurai
(Gunma Univ., *JASRI)

研究背景

Fe/MgO などの磁気トンネル接合は垂直磁気異方性を示すと報告されている[1]。Kato らは、磁気量子数別スピン選択磁化曲線・軌道選択磁化曲線測定法を開発し、Fe/MgO 多層膜の垂直磁気異方性と軌道選択磁化曲線・磁気量子数別スピン選択磁化曲線の関係を報告している[2]。本研究では、CoFeB/MgO 多層膜の垂直磁気特性とスピン選択磁化曲線・軌道選択磁化曲線について報告する。

実験方法

RF スパッタ装置を用いて Si 基板および Al フォイル (12 μ m) 基板上に (CoFeB (4nm) /MgO(1nm))₁₅₀ 多層膜を作製した。CoFeB を結晶化するために 360 $^{\circ}$ C で 2 時間熱処理を行った。X 線回折測定により Fe(001)/MgO(001)配向を確認した。SQUID 磁力計を用いて全磁化曲線を測定した。SPRING-8-BL08W にて、磁気コンプトン散乱を測定しスピン選択磁化曲線を求めた。軌道選択磁化曲線は全磁化曲線とスピン選択磁化曲線の差から求めた。いずれの測定も印加磁場は膜面に垂直で、室温で行った。

実験結果

Figure 1 は CoFeB/MgO 多層膜における全磁化曲線 (黒太線)、スピン選択磁化曲線 (黒線)、軌道選択磁化曲線 (点線) である。磁場を H とすると、 $|H| < 10000$ Oe では軌道磁気モーメントの寄与が増大していることが分かる。これは、 $|H| < 10000$ Oe では、磁化容易軸である(001)方向の寄与が大きくなるためと考えられる。Figure.2 に、スピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントの比の磁場依存性を示す。 $\mu_S = 2.18\mu_B$ と考え Fig.2 より $\Delta\mu_L$ を求め、Bruno の式 [3] $K = -\frac{\xi}{4} \frac{G}{H} \frac{\Delta\mu_L}{\mu_B}$ を用いて、 $\xi = 50$ meV[4]、 $G/H = 0.2$ [5]の条件で計算すると、垂直磁気異方性エネルギー $K = 2.7$ meV が得られる。これは Fe/MgO/Fe の計算結果 1.6 meV[1]と同程度である。この結果から本系は、垂直磁気異方性を持つと考えられる。

参考文献

- [1] R. Shimabukuro, et al., Physica E42, 1014 (2010).
[2] Kato et al., Appl. Mech. and Mater., 423-426, 271 (2013).
[3] P. Bruno: Phys. Rev. B 39, 865(1989)

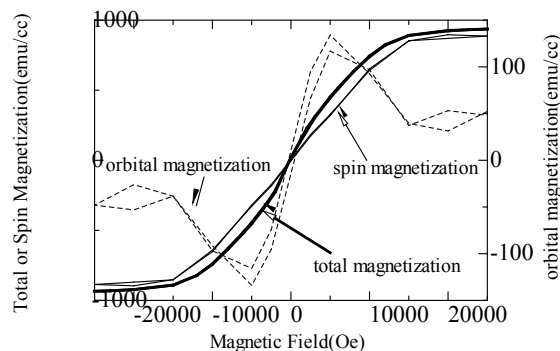


Fig.1 CoFeB/MgO 多層膜の全磁化曲線、スピン選択磁化曲線および軌道選択磁化曲線

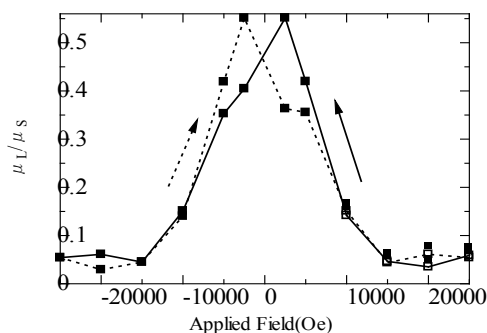


Fig.2 スピン磁気モーメントと軌道磁気モーメントの比の磁場依存性

- [4] D. Weller et al., Phys. Rev. Lett. 75, 3752(1995)
[5] A.R. Mackintosh, O.K. Anderson: In: Electrons at the Fermi Surface, ed. by M. Springford (Cambridge Uni. Press, Cambridge, England 1980)