

垂直磁化 $L1_0$ -FePd 薄膜における低ダンピング定数

○飯浜賢志, 水上成美*, 永沼博, 大兼幹彦, 宮崎照宣*, 安藤康夫

(東北大学大学院工学研究科応用物理学専攻, *東北大学原子分子材料科学高等研究機構)

Low magnetic damping in $L1_0$ -FePd thin films with a large perpendicular magnetic anisotropy

S. Iihama, S. Mizukami*, H. Naganuma, M. Oogane, T. Miyazaki*, and Y. Ando

(Department of Applied Physics, Tohoku Univ., *WPI-AIMR, Tohoku Univ.)

はじめに

大きな垂直磁気異方性を有する合金薄膜は、磁気抵抗ランダムアクセスメモリの高い熱安定性を確保するための磁性電極材料として重要である。他方、スピン注入磁化反転における反転電流密度は、垂直磁気異方性定数(K_u^{eff})とギルバートダンピング定数(α)に比例する。よって、高い垂直磁気異方性を保ちつつ小さな α を示す材料の探索が必須である。これまで我々は、垂直磁化 FePt 薄膜における磁化才差ダイナミクスの光学的検出を行い、比較的大きな α 値 (0.06) を報告した¹⁾。Pd は Pt に比べて軽い元素であるため、FePd の α は FePt のそれに比べ小さな値を示すことが期待される。本研究では比較的大きな垂直磁気異方性と小さな α を兼ね備えることが期待される $L1_0$ -FePd 薄膜において磁化才差ダイナミクスを測定し、 α を評価することを目的とした。

実験方法

試料は超高真空マグネトロンスパッタ法により作製した。膜構成は SrTiO₃ (001)単結晶基板/ FePd (20 nm)/Ta 保護層とした。薄膜試料は、基板温度 T_s で成膜した後、温度 T_a で真空中熱処理した。磁気特性は振動試料型磁力計(VSM)、結晶構造を X 線回折で評価し、磁化才差ダイナミクスはフェムト秒パルスレーザーを用いた全光学的ポンプ・プローブ法により検出した。

実験結果

温度 T_s を様々に変えて作製したところ、 T_s が 300°C 以上の時に垂直磁気異方性を有する試料が得られた。また T_a が 500°C 以上の場合に表面平坦性が良く、かつ大きな垂直磁気異方性を示す試料が得られた。Fig. 1(a)に $T_s = 300^\circ\text{C}$ および $T_a = 500^\circ\text{C}$ で作製した試料の磁化ダイナミクス測定結果を示す。外部磁場は 20 kOe とし、磁場角度 θ_H を様々に変えている。非常に周波数が速く減衰の小さい才差運動が観測されている。それぞれの波形に減衰振動関数をフィッティングすることで才差周波数 f および緩和時間 τ を求め、それらから実効 α 値 α_{eff} を評価した。その際 $\alpha_{\text{eff}} = 1/2\pi f\tau$ の関係式を用いた。Fig. 1(b)に異なる T_a で作製した試料の α_{eff} の磁場角度 θ_H 依存性を示す。 α_{eff} は θ_H に対して大きく変化している。これは異方性分散や 2 マグノン散乱といった磁気的不均一性の影響によるものと考えられる。 $T_a = 500^\circ\text{C}$ の試料における α_{eff} の最小値は 0.006 であるため、FePd 垂直磁化膜の α は 0.006 よりも小さい可能性がある。この値は、垂直磁気異方性材料薄膜の中でも最も小さな値の一つである。

【謝辞】

本研究の一部は科研費(No. 24226001), 田中貴金属, NEDO 若手研究 Grant(No. 11B07018d), FIRST プログラム, JSPS 特別研究員奨励費(No. 26-4778)の援助のもと行われた。

参考文献

- 1) S.Iihama *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 073002 (2013),

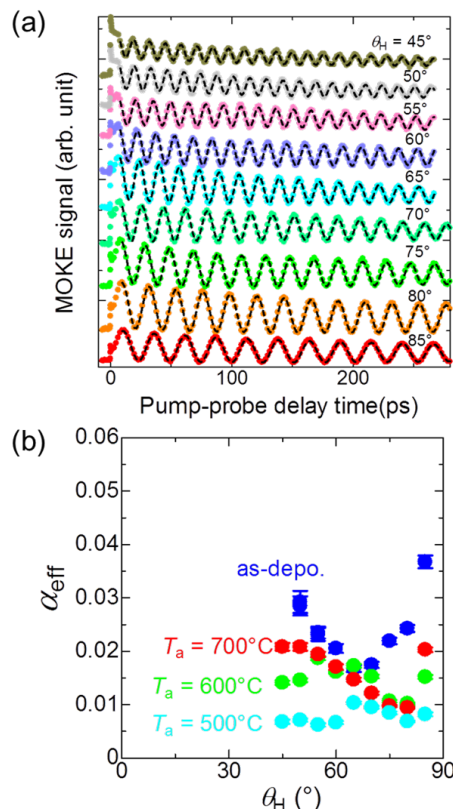


Fig. 1(a) Typical TRMOKE signals for the films with $T_s = 300^\circ\text{C}$ and $T_a = 500^\circ\text{C}$ with different field angle θ_H at fixed external field of 20 kOe. (b) θ_H dependence of α_{eff} obtained from the fitting with different T_a .