

GdFeCo/TbFe 二層膜の垂直磁気異方性とダンピング定数の TbFe 層厚依存性

東出智寛, 代兵, 加藤剛志, 岩田聡, 綱島滋*
(名古屋大学, *名古屋産業科学研究所)

TbFe layer thickness dependences of perpendicular anisotropy and damping constant for amorphous GdFeCo/TbFe bilayer

T. Higashide, B. Dai, T. Kato, S. Iwata, S. Tsunashima*
(Nagoya Univ., *Nagoya Industrial Science Research Institute)

はじめに

Gbit 級 MRAM を実現するための技術として, スピン注入磁化反転が注目されている. このスピン注入磁化反転はセルサイズの微少化に伴い反転電流が減少するため大容量化に有効な手段である. これまでに我々は希土類-遷移金属である GdFeCo や GdFeCo/TbFe 二層膜をメモリー層とする垂直磁化型のスピン注入磁化反転素子を作成し, 磁化反転臨界電流密度 J_c と磁気異方性 K_{eff} について報告してきた^{1,2)}. しかしながら J_c と密接な関係のある二層膜のダンピング定数は調べられていない. 本研究では GdFeCo/TbFe 二層膜のダンピング定数 α を超短パルスレーザーを用いた pump-probe 法により評価し, ダンピング定数 α と反転電流密度 J_c との関係調べた.

実験方法

超高真空マグネトロンスパッタリング装置により, 熱酸化膜付き Si 基板上に substrate / Ta (5 nm) / CuAl (30 nm) / Ta (3 nm) / Tb₁₆Fe₈₄ (x nm) / Gd₂₁(FeCo)₇₉(10-x nm) / Ta (2 nm) を成膜した. x = 0 ~ 5 nm の範囲で層厚を変化させた. さらに pump-probe 測定で S/N を向上させるため, この膜上に RF マグネトロンスパッタにより SiN (140 nm) を成膜した. 試料の磁化ダイナミクスは, 中心波長 1560 nm, パルス幅 1 ps, 繰り返し周波数 200 kHz のファイバーレーザーを用いた pump-probe 法により測定した. 測定時には膜面法線方向から 45 度傾けた方向に外部磁界を最大 7.8 kOe 印加した.

結果と考察

Fig. 1 は外部磁界 4.8 kOe を加えて, pump-probe 法により測定した GdFeCo(10-x nm) / TbFe(x nm) 二層膜 (x = 0, 1, 2) の歳差運動を示している (黒丸). 磁化の歳差運動を減衰振動関数 $e^{-t/\tau} \sin \omega t$ によりフィッティング (実線) し, ω と τ の外部磁界依存性を Chappert の式³⁾によりフィッティングすることでダンピング定数 α を求めた. GdFeCo 単層膜の α は 0.049 であったが TbFe 層を 1 nm 挿入することで $\alpha = 0.295$ に大幅に増加した. Fig. 2 は過去に報告した GdFeCo / TbFe 二層膜をメモリー層とするスピン注入素子の, J_c と K_{eff} の TbFe 層の膜厚依存性を示している²⁾. J_c は TbFe 層を 1 nm 挿入することで 2 倍程度になっているが, 今回求めたダンピング定数の増加は約 6 倍となったため, 二層膜の J_c は膜平均のダンピング定数では十分説明できないという結果を得た.

参考文献

- 1) B. Dai et al., IEEE Transactions Magnetics, **49**, issue7, pp.4359-4362(2013)
- 2) B. Dai et al., The 37th Annual Conference on MAGNETICS in Japan(2013)
- 3) C. Chappert et al., Phys. Rev. B, **34**, 3192 (1986).

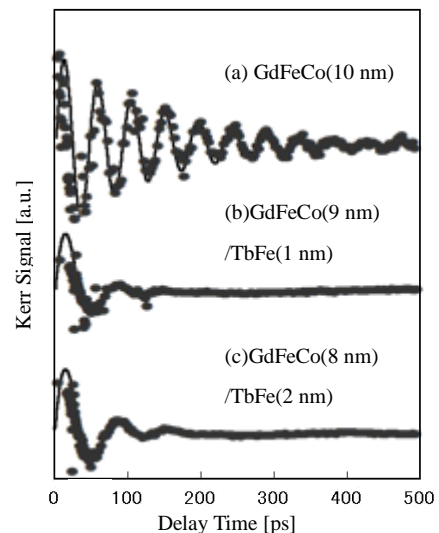


Fig1. TRMOKE waveforms of GdFeCo(10-x) / TbFe(x) multilayer with (a) x = 0 nm (b) x = 1 nm (c) x = 2 nm measured at $H_{\text{ext}} = 4.8$ kOe.

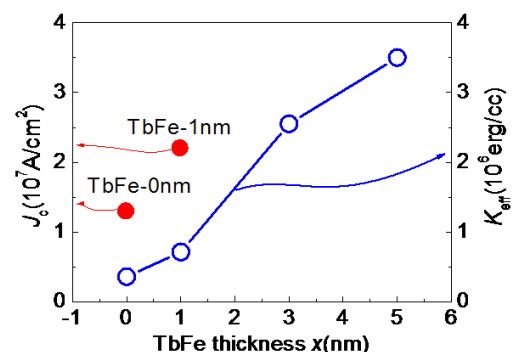


Fig2. Dependences of J_c and K_{eff} on The thickness of TbFe in the memory bilayer³⁾