

平成 27 (2015) 年度修士論文発表内容要旨

電子情報システム専攻

氏名	東出 智寛	研究室名	岩田聡 研究室
題目	磁化ダイナミクス計測によるMRAM用GdFeCo/TbFe交換結合記録層の膜構成検討		

はじめに

スピン注入磁化反転は、Gbit級の大容量MRAM(Magnetic random access memory)を実現する磁化反転技術として開発が進んでいるが、更なる高密度化のためには反転電流密度 J_c の低減と高い熱安定性定数 Δ を両立するための新技術が必要と考えられている。この新技術として、我々の研究グループでは希土類-遷移金属(RE-TM)合金をメモリ層に用いた熱アシストスピン注入磁化反転を提案している。RE-TM膜では容易に垂直磁気異方性を誘導できることから、高い熱安定性を得ることができる。また、磁化、保磁力、キュリー温度などを組成や温度制御により調整できるという優れた特性を持っている。これまでの先行研究では、RE-TM合金としてGdFeCo単層膜を用いたスピン注入磁化反転素子を検討してきたが、GdFeCo単層膜では大容量Gbit級メモリを実現するために必要な大きな実効垂直磁気異方性 K_{eff} を望めないため、低い J_c と高い Δ を両立する材料として適さない。そこで本研究では、 K_{eff} の大きいTbFeを組み合わせたGdFeCo/TbFe二層膜を検討した。 J_c は K_{eff} とダンピング定数 α の積に比例することが知られているが、二層膜でもこの関係が成立するかは分かっていない。そこで本研究では、様々な膜厚比のGdFeCo/TbFe二層膜のダンピング定数などを時間分解磁気光学 Kerr 効果 (TRMOKE) により検討した。

実験方法

超高真空マグネトロンスパッタ装置により、substrate./Ta(5 nm)/CuAl(30 nm)/Ta(3 nm)/Tb₁₆Fe₈₄(x nm)/Gd₁₉FeCo₈₁(10 - x nm)/Ta(2 nm)/SiN(40 nm)を、様々な層厚のTbFe(x nm)で成膜した。TRMOKEは、中心波長1040 nm、パルス幅500 fsec、繰り返し周波数100 kHzの超短パルスレーザーを用いて測定した。外部磁界は膜面法線方向から50度傾け、最大12kOeを印加した。

実験結果

TRMOKE測定した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し、 ω と τ の外部磁界依存性から異方性磁界 H_{keff} 、g係数、Gilbertダンピング定数 α を求めた。その結果、GdFeCo単層膜の α は0.049、異方性磁界は0.4[kOe]であったのに対し、GdFeCo/TbFe二層膜の α は0.310、異方性磁界は3.1[kOe]となり、GdFeCo単層膜とGdFeCo/TbFe二層膜の間には大きな変化が見られた。これらの膜のスピン注入磁化反転では、GdFeCo単層膜では $J_c = 1.4 \times 10^7$ [A/cm²]、GdFeCo/TbFe二層膜では $J_c = 2.2 \times 10^7$ [A/cm²] となり、GdFeCo単層膜とGdFeCo/TbFe二層膜の間には1.6倍程度の変化しか見られなかった。このことから、GdFeCo/TbFe二層膜は低い J_c と高い Δ を両立する材料として適していることがわかった。またGdFeCo/TbFe二層膜と、GdFeCo層とTbFe層の層順を入れ替えたTbFe/GdFeCo二層膜の α を同様に評価したところ、両者の K_{eff} 、 α のTbFe層厚依存性に大きな変化が見られた。このことから、GdFeCo/TbFe二層膜は積層順によっても J_c を制御できる可能性があることがわかった。

学会発表等

第38回 日本磁気学会学術講演会、慶応大、東京 4pE-7(2014)

第39回 日本磁気学会学術講演会、名古屋大、愛知 10pE-8(2015)

INTERMAG 2015 - IEEE International Magnetism Conference, Beijing, China, HP-07(2015)

MORIS2015, Penang, Malaysia, Mo-P-05(2015)