

修士学位論文概要

題 目 Co系多層膜及び交換結合三層膜における磁化ダイナミクスの研究

氏名 松本宜大

【概要】

【背景・目的】

希土類-遷移金属(RE-TM)アモルファス合金では希土類と遷移金属副格子の g 係数が異なる場合、有限磁化での角運動量補償が可能であり、高速磁化反転が期待される。これまで GdFeCo 膜の有効 g 係数、有効ダンピング定数の Gd 組成比依存性を、超短パルスレーザーを用いた pump-probe 法により評価し、角運動量補償組成付近で high- g 、high ダンピング定数が両立されることがわかっている。このような状況では超高速磁化反転が期待されるが磁化反転時間の直接計測は行われていない。本研究ではストロボ計測法である pump-probe 法により磁化反転時間を直接計測するため GdFeCo/TbFe/TbFeCo 三層構造を用いた磁化ダイナミクス計測を提案する。保磁力の小さい GdFeCo、キュリー点の低い TbFe、保磁力の大きい TbFeCo からなるこの構造は、温度の低い状態では TbFeCo-TbFe 間、TbFe-GdFeCo 間の交換結合により GdFeCo 層の磁化は外部磁界に影響されず TbFeCo 層の磁化の方向に向くが、TbFe のキュリー点以上の温度では交換結合が切れ、GdFeCo 層の磁化が外部磁界の方向に向くようになる。TbFeCo 層の磁化と反対方向に外部磁界を印可した状態で pump-probe 測定を行うことにより、GdFeCo の磁化反転過程を測定できると予想される。

【実験方法】

試料は熱酸化膜付き Si 基板上に RF マグネトロンスパッタ法により作製し、膜構成は SiN(140 nm)/Gd_x(Fe₉₀Co₁₀)_{100-x}(20 nm)/Tb₂₀Fe₈₀(10 nm)/Tb₂₂(Fe₅₀Co₅₀)₇₈(40 nm)/CuAl(50 nm)/SiN(3 nm)/Si Sub. とした。サンプルの磁化ダイナミクスを、中心波長 1560 nm、パルス幅 1 ps のファイバーレーザー(FCPA μ Jewel)を用いた pump-probe 法により測定した。レーザーの最大平均出力は 400 mW、繰り返し周期は 200 kHz である。pump 光によりスピン系を加熱後の GdFeCo 層の磁化の挙動を、probe 光の磁気光学 Kerr 効果により測定した。

【実験結果】

図に pump 光の強度を 7.0 mJ/cm² とし、外部磁界を TbFeCo 層の磁化と反対方向に 2 kOe 印可したときの pump-probe 測定結果を示す。pump 光は delay time 0 [psec] で試料に照射され、probe 光の Kerr signal は GdFeCo 層の磁化の膜面法線方向成分に比例する。図(a)(b)は GdFeCo の組成比がそれぞれ Gd₂₂(Fe₉₀Co₁₀)₇₈、Gd₂₅(Fe₉₀Co₁₀)₇₅ の試料の測定結果である。pump 光照射により pump 光照射前とは反対方向に磁化が向いていく反転過程を観察することができた。Gd₂₅(Fe₉₀Co₁₀)₇₅ は角運動量補償組成付近であり、Gd₂₂(Fe₉₀Co₁₀)₇₈ に比べ有効 g 係数、有効ダンピング定数ともに大きい値となっている。図(a)では pump 光照射後 600 ps ほどで反転しているのに対し図(b)では 300 ps 程度で反転しており、角運動量補償組成付近では磁化反転時間が短縮されることがわかった。

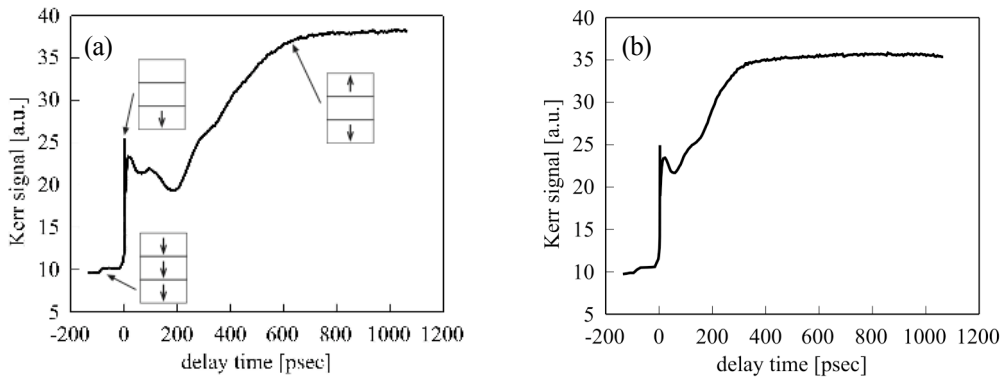


図 GdFeCo/TbFe/TbFeCo 三層膜の pump-probe 測定結果

(a)Gd₂₂(Fe₉₀Co₁₀)₇₈ (b)Gd₂₅(Fe₉₀Co₁₀)₇₅