

GdFeCo フェリ磁性体界面近傍磁気不均一構造の検討

二川康宏¹, Souliman EL Moussaoui², 吉川大貴¹, 笠谷 雄一², 塚本新²

(¹ 日本大学大学院理工学研究科, ² 日本大学理工学部)

Investigation of magnetic inhomogeneous structures at interfaces in GdFeCo ferrimagnetic thin film

Yasuhiro Futakawa¹, Souliman EL Moussaoui², Hiroki Yoshikawa¹, Yuichi Kasatani², Arata Tsukamoto²

(¹ Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., ² College of Science and Technology, Nihon Univ.)

はじめに: 磁気記録メモリやスピントルクオシレータなどのデバイスでは磁気動特性が重要となる。これらのデバイスでは, Landau-Lifshitz-Gilbert 方程式の第二項の Gilbert 減衰定数 α により磁化反転時間や電流印可時の反転電流閾値が決定される。 α は元素種や結晶構造に依存した内的要因に加え、磁性体の微細構造化、薄膜化などの界面条件に代表される外的要因の寄与が想定されているが、その α との相関は明確にはされておらず、微細構造/多層薄膜磁性材料における磁化の動的挙動の解明・制御が求められている。本研究では、膜面垂直方向に一軸磁気異方性を有するアモルファス GdFeCo フェリ磁性薄膜の磁性体界面に着目し、 α との相関について検討を行う。GdFeCo フェリ磁性体は磁気特性に鋭敏な組成依存性を示し、磁化補償現象や角運動量補償現象、独特なスピン動特性^{(1),(2)}を発現する。GdFeCo 単層膜のある膜厚範囲において飽和磁化や磁化動特性パラメータが膜厚により連続的に大きく変化することを明らかにしており⁽³⁾、これは界面近傍領域において実効的組成比の異なる特性が発現した膜厚方向に対する不均一構造の存在を示唆している。本報告ではこの界面磁気不均一に対し、磁気特性の膜厚依存性の寄与を抑制する層構成を提案し、検討を行った。

実験方法: 磁気静特性の評価には、試料振動型磁力計(Vibrating Sample Magnetometer : VSM)を用いた。測定試料には Gd 組成を膜厚に依らず遷移金属優勢の $x = 22$ at.%, 正味の磁化が 0 となる磁化補償点を挟む $x = 25$ at.% とし、マグネトロンスパッタ法で成膜した試料群 A, C : SiN(60nm) / Gd_x(Fe_{87.5}Co_{12.5})_{100-x} (t nm) / SiN(5 nm) / glass sub. ($x = 22$:A, 25:C at.%) ($t = 5 \sim 60$ nm) を用いた。また、試料群 A の界面近傍領域の磁気不均一の均質化を目的とし、同様の手順で作製した試料群 B, D : SiN(60 nm) / Gd(1 nm) / Gd_x(Fe_{87.5}Co_{12.5})_{100-x} (t nm) / Gd(1 nm) / SiN(5 nm) / glass sub. ($x = 22$:B, 25:D at.%) ($t = 5 \sim 60$ nm)を用いた。

GdFeCo フェリ磁性体界面近傍磁気不均一構造の検討

試料群 A, C における飽和磁化の膜厚依存性を Fig.1 に示す。また、試料群 B, D における飽和磁化の膜厚依存性を Fig.2 に示す。試料群 A, C では作製した全膜厚範囲で、飽和磁化 M_s の大きな膜厚依存性が確認された。膜厚依存性は定性的に膜厚に依らず界面近傍に一定の厚さの範囲に異なる磁気特性が発現しているものとして説明でき、低含有率の希土類組成が更に低下するように振る舞う。これに対し、提案した構造の試料群 B, D では試料群 A, C で確認されたような飽和磁化の膜厚依存性はほぼ見られない。隣接した Gd 層を設けることで、組成から期待される GdFeCo の磁気特性を膜厚に依らず発現可能であることを示した。

謝辞: 本研究の一部は平成 25~29 年度文部科学省私立大学戦略的基盤形成事業(S1311020), 平成 26~30 年度文部科学省科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型) ナノスピン変換科学(Grant No. 26103004), 情報ストレージ研究推進機構の助成により行った

参考文献

1. C. D. Stanciu, A. V. Kimel, F. Hansteen, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk, and Th. Rasing, *Phys. Rev. B* **73**, 220402 (R) (2006)
2. A. Tsukamoto, T. Sato, S. Toriumi, and A. Itoh, *Journal of Applied Physics*, **109**, 07D302 (2011)
3. R. Ueda, H. Yoshikawa, T. Sato, and A. Tsukamoto, *Digests of MORIS 2015*, Mo-P-06, Penang, 2015.

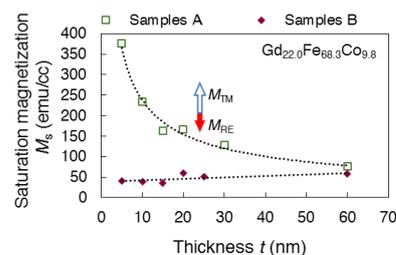


Fig.1 Thickness dependency of M_s in samples A and B measured by VSM.

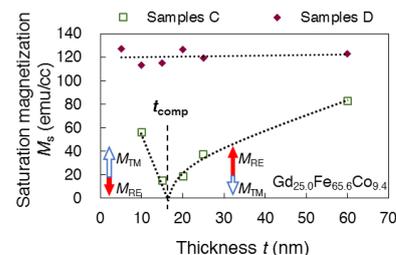


Fig.2 Thickness dependency of M_s in samples C and D measured by VSM.