

高密度ナノ磁性微粒子上連続磁性膜磁気緩和特性の増大検討

二川康宏¹, 吉川大貴¹, 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)

Enhancement of magnetic relaxation in nano grain/continuous magnetic structure

Yasuhiro Futakawa¹, Hiroki Yoshikawa¹, Arata Tsukamoto²

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

² College of Science and Technology, Nihon Univ.)

はじめに

磁場印可で誘起される歳差運動を伴う磁化反転は、不揮発で書き換え可能な磁気記録を律則する物理現象である。本現象には反転の高速化を妨げる物理的限界(強磁性共鳴限界)が存在する。そこで現在、歳差運動の減衰を示す Gilbert 減衰定数 α が大きい磁性材料の探索が検討されている。しかし、磁気記録に要求される物性値は α だけではなく、記録材料を変えずに α を大きく変えることが望まれる。

α が大きいとは、歳差運動の減衰が大きいことを意味し、磁気的エネルギーの空間的な緩和が大きいことを示す。基本となる磁性膜に対し付加的磁気構造による磁気緩和特性制御を図る。高密度、高 K_u な磁気記録材料として研究されている高い一軸磁気異方性を持った $L1_0$ -FePt では、ナノ微粒子上にて高い磁気異方性、磁化を保磁可能であり、 $\alpha \cong 0.2$ という大きな値を持つことが報告されている。^[1] 本報告では、微細な磁気的不均一による磁気緩和特性増大を図り、GdFeCo 連続薄膜を対象とし、高密度な磁気特性の大きく異なるナノ磁性微粒子上との交換結合を用いた連続/微粒子上交換結合膜につき検討する。高い一軸磁気異方性 K_u を有し、平均粒径約 8nm、面積占有率約 10% の高密度 FeCuPt ナノ孤立磁性微粒子を下地層として用い、磁化補償点近傍において Gilbert 減衰定数 α の急峻な増大が報告されている GdFeCo フェリ磁性合金薄膜^[2] の作製を行い、その磁気的特性について検討を行った。

実験方法

測定試料には、熱酸化 Si 基板上にマグネトロンスパッタ法により、Fe, Cu, Pt を総積層膜厚 $t = 1.25\text{nm}$ 成膜後、急速昇温熱処理を行い作製した FeCuPt ナノ孤立磁性微粒子上に、同じくマグネトロンスパッタ法を用いて GdFeCo 磁性薄膜を成膜した SiN(60nm)/GdFeCo(20nm)/FeCuPt ナノ孤立磁性微粒子 / SiO_x/ Si sub. を用いた。試料に対し、試料振動型磁力計を用いて試料全体の磁化を測定、磁気異方性の評価を行った。また、磁気光学 Kerr 効果を用いて、Fe 元素の磁化状態の測定を行った。

実験結果

Fig.1 に $\pm 1\text{T}$ の磁場印可時の磁気光学応答曲線を、Fig.2 に膜面垂直方向、膜面水平方向へ $\pm 7\text{T}$ の磁場を印可した際の磁化曲線を示す。Fig.1 より、単層膜において角形比の良い垂直磁気特性を有するが、FeCuPt 下地を導入することで面内磁気的特性に変わることが分かる。Fig.2 より、FeCuPt 下地を有する膜に対する、膜面垂直及び面内磁化特性の比較から、角形比の良い面内磁化膜となっていることが確認された。GdFeCo 単層膜においては比較的広い合金組成範囲においても、このような面内磁化特性は得られておらず、結合界面面積が 10% 程度にも関わらず下地ナノ微粒子群との磁気結合により磁気特性を変えることが可能である事を示している。当日は、動特性についても報告する。

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、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. J. W. Kim, H. S. Song, H. W. Jeong, K. D. Lee, J. W. Sohn, T. Shima, and S. C. Shin: Appl. Phys. Lett. 98 (2011) 092509.
2. C. D. Stanciu, A. V. Kimel, F. Hansteen, A. Tsukamoto, A. Itoh, A. Kirilyuk, and Th. Rasing, Phys. Rev. B 73, 220402, (2006).

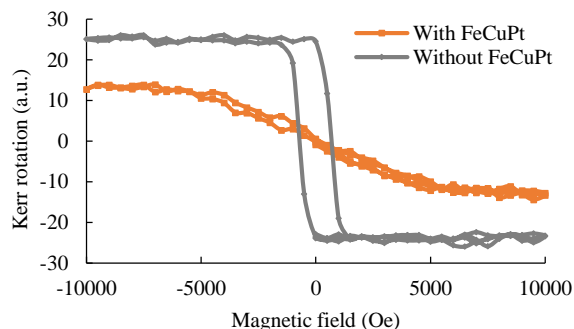


Fig.1 Magnetic hysteresis loop measured by MOKE

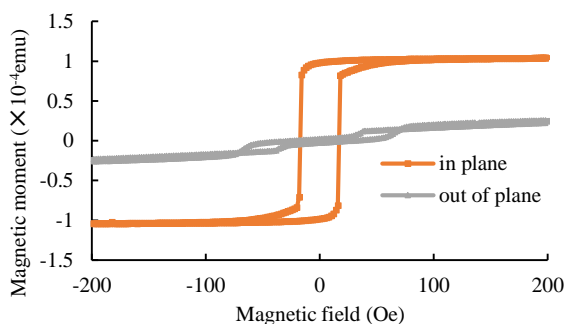


Fig.2 Magnetic hysteresis loop measured by VSM