

磁氣的膜厚依存性抑制層を付加した GdFeCo 薄膜の全光型磁化反転

飯坂岳¹, 吉川大貴², 二川康宏¹, 塚本新²

(¹ 日本大学大学院理工学部研究科, ² 日本大学理工学部)

All -optical magnetization switching in GdFeCo with the additional layers

for suppressing the magnetic thickness dependency

Takeshi Iisaka¹, Hiroki Yoshikawa², Yasuhiro Futakawa¹, Arata Tsukamoto²

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

はじめに スピントロニクスデバイスに向けた薄膜素子は、ナノメートルオーダーの微細化検討が進み、かつ高速化も望まれている。超高速磁化反転制御手段として、フェムト秒パルスレーザーによる極短時間の光をフェリ磁性 GdFeCo 薄膜に照射することのみ、外部磁場印加無しで決定論的磁化反転が誘起可能な全光型磁化反転現象 (All-Optical magnetization Switching : AOS) を報告しており¹⁾ 比較的組成依存性も小さい。一方、GdFeCo 単層薄膜は、30 nm 厚程度以下でフェリ磁性に起因した比較的大きな静磁気特性の膜厚依存性を有し、微細磁気素子設計の観点で不利である。それに対し、我々は希土類金属超薄膜を挿入することで、膜厚依存性を大きく抑制できることを報告しているが²⁾、挿入層の存在による AOS への寄与は未知であった。本報告では、同一組成で静磁気特性に大きな膜厚依存性が現れる薄膜と、同一作製条件で膜厚依存性抑制層を挿入した薄膜を作製し、同条件における AOS 誘起を行い、挿入層の寄与について実験的に検討を行った。

実験方法 測定試料には、マグネトロンスパッタリング法により作製した試料群 A : SiN(60 nm)/Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}(*t* nm)/SiN(5 nm)/glass sub.(*t* = 10, 15, 20, 25 nm), 及び、同膜厚範囲 *t* において GdFeCo 上下界面に Gd を 1 nm を挿入した試料群 B : SiN(60 nm)/Gd(1 nm)/Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}(*t* nm)/Gd(1 nm)/SiN(5 nm)/glass sub. を用いた。磁気特性の評価方法として、超伝導量子干渉素子型磁力計を用いて膜面垂直方向に磁場を印加した際の磁化曲線を計測し、飽和磁化を見積もった。次に、試料群 A, B のそれぞれ *t* = 10, 20 nm の試料を用い、中心波長 800 nm パルス幅 35 fs (半値全幅)の超短パルス光を膜面側より照射することにより室温にて磁化反転を誘起し、形成磁区を偏光顕微鏡の磁気光学像にて観察をした。

実験結果 Fig. 1 に試料群 A, B における飽和磁化 M_s の膜厚依存性を示す。試料群 A において、 M_s の大きな膜厚依存性が確認された。これに対し、試料 B で M_s の膜厚依存性が大幅に減少することを確認した。Fig. 2 に上記超短単一パルス光を各試料に照射し、形成される磁区サイズ (円面積) を各照射光強度毎に示す。照射光強度に一意に対応し、正味の磁化特性の変化や膜厚抑制層の有無によらず、GdFeCo 膜厚 *t* が小さいほど、AOS 誘起に必要な照射光エネルギーが小さくなっている。AOS は、ほぼ製膜組成比及び積層磁性層厚により、一意に形成磁区サイズとその光強度依存性が決定されることが明らかになった。

謝辞 本研究は平成 25~29 年度文部科学省私立大学戦略的基盤形成支援事業(S1311020) および平成 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) ナノスピントロニクス変換科学(Grant No. 26103004) の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) C.D.Stanciu *et al.*, Phys.Rev.Lett. 99, 047601 (2007)
- 2) Yasuhiro. Futakawa *et al.*, Technical Meeting on "Magnetics", IEE Japan, MAG-17-150 (2017).

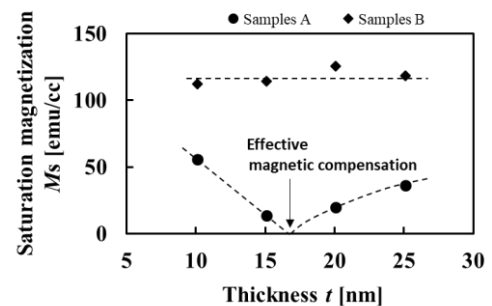


Fig. 1 Thickness dependence of M_s in samples A, B measured by VSM.

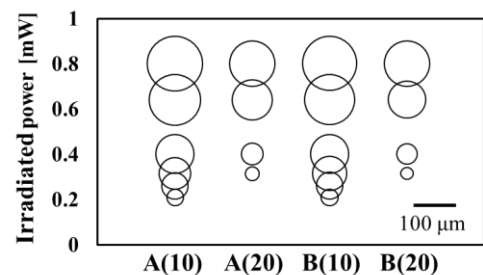


Fig. 2 The structure dependence of created domain sizes by AOS

A ($t = 10, 20$ nm), B ($t = 10, 20$ nm).