

# 誘電体中間層を有するGdFeCo二層膜における全光型磁化反転現象

寺下進之佑, 吉川大貴, 佐藤哲也\*\*\*, 塚本新\*\*

(日本大学大学院理工学研究科, \*日本大学生産工学部, \*\*日本大学理工学部)

All-optical magnetization switching in the GdFeCo double layer films with dielectric intermediate layers  
Shinnosuke Terashita, Hiroki Yoshikawa, Tetsuya Sato\*\*\* Arata Tsukamoto\*

(Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., \*College of Industrial Technology, Nihon Univ.,  
\*\*College of Science and Technology, Nihon Univ.)

**はじめに** 近年, 希土類(RE)-遷移金属(TM)フェリ磁性合金薄膜に数十フェムト秒オーダーの極短時間パルスレーザー光を照射することのみで, 全光型磁化反転現象 (All-Optical Magnetization Switching: AOS) を誘起することができる<sup>[1]</sup>. また, この AOS は円偏光照射することで, 外部磁場を印加せずに偏光面の回転方向に一意に対応した磁区の形成も可能である<sup>[2]</sup>. この AOS は従来の磁気記録原理とは異なり非常に短い作用時間で磁化反転が可能であることから, 磁気記録の飛躍的高速化への応用が期待されている. 本稿では, 偏光に依存せず常に磁化反転を生じるタイプの AOS<sup>[3]</sup>による多値磁気記録手法への応用を目的とし, 誘電体中間層を有する GdFeCo 二層膜試料に着目した. 二つの磁性層 (Layer I 及び Layer II) の間には, 磁気交換結合の分断を目的として SiN 誘電体を挿入している. これにより各層の磁気応答を独立させ, 磁化の向きに選択性を持たせ, 磁場を用いない全光型多値磁化状態形成を検討した.

**実験方法** 試料には Magnetron Sputtering 方式により作製した SiN(60nm)/[Gd<sub>27</sub>Fe<sub>63.9</sub>Co<sub>9.1</sub> (10 nm) : Layer I ]/SiN(5 nm)/[Gd<sub>22</sub>Fe<sub>68.3</sub>Co<sub>9.7</sub> (10 nm) : Layer II ]/SiN(5 nm)/glass sub. を使用する. 試料に中心波長 800 nm パルス幅 90 fs (半値全幅) のレーザー光 (直線偏光) を照射し, 室温にて磁化反転を誘起し, 偏光顕微鏡を用いて, 形成磁区を磁気光学像にて観察する. 試料を透過した光の偏光面が磁気光学ファラデー効果により回転する. この透過光が検光子を通過することで光強度変化に変換される. これにより, 磁気光学像の黒白の濃淡で磁化の向きを判断できる.

**結果と考察** 本試料は異なる組成比の磁性層を二種類有し, 各層の磁化の向きにより層全体でのファラデー回転角  $\theta_F$  が決まる. 各種外部磁場における  $\theta_F$  の推移を Fig.1(a) に示す. 単一パルス光照射実験で得られた磁気光学像を Fig.1(b) に示し, A~D の領域内の輝度値のラインプロファイルを Fig.2 に示す. 磁気光学像の各輝度値は磁化曲線の  $\theta_F$  に対応しており, Fig.1 (b) は A~D の四種の磁化状態が形成していることがわかる. これらは, 二層膜構造に AOS を用いて極短作用時間で磁化状態を任意に変えられることを示している. また, 本実験では, 単一パルス照射のみで C→B, A→D に磁化状態が遷移する. これは磁気履歴を伴う外部磁場制御においては実現しえない遷移過程である. さらに AOS は保磁力が極大となる磁化補償現象近傍領域においても誘起されることが確認出来ており<sup>[4]</sup>, 本報告は, 大きな外部磁場を要する磁性層を持つ薄膜においても, レーザー光を照射することで, 各層の磁化の向きを任意に変化させることが可能であることを示す. これは各種磁性薄膜材料における磁化動特性計測・評価及び制御方法の確立に要求が高まっている中で, 多層膜において任意に各層の磁化の向きを変えることは磁化動特性制御にも有用な手段となる可能性を示している.

## 謝辞

本研究の一部は文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 (S1311020) の助成を受けて行ったものである.

## 参考文献

- [1] C.D. Stanciu, F. Hansteen, A. V. Kimel, A. Kirilyuk, A. Tsukamoto, A. Itoh, and Th. Rasing: Phys.Rev.Lett. 99, 047601 (2007).
- [2] S. Kogure, A. Tsukamoto, A. Itoh: MAG-13-67 (2013).
- [3] T.A. Ostler, et.al: Nature Comm 1666, 3:666 (2012)
- [4] H. Yoshikawa, S. Kogure, A. Tsukamoto, A. Itoh: J.Magn.Soc.Jpn.5pA-1 (2013).

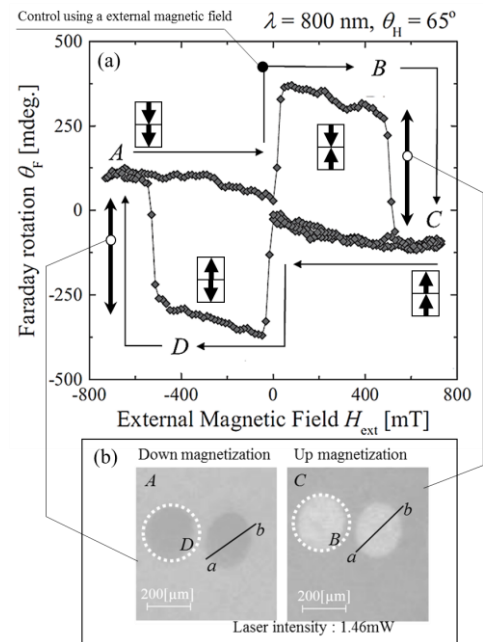


Figure.1 (a) Faraday hysteresis loop of GdFeCo double layer films. (b) Magnetic contrast of GdFeCo after laser irradiation with single linear polarized laser pulses

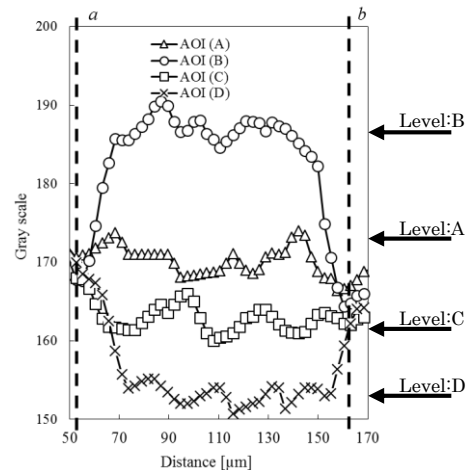


Figure.2 The line profile of magneto-optical images in Fig.1 (b)