

全光型磁化反転応答特性の試料多層構造依存性

吉川大貴, 佐藤哲也, 塚本新*, 伊藤彰義*

(日本大学大学院理工学研究科, *日本大学理工学部)

All-optical magnetization switching property depends on multi layered structure

Hiroki Yoshikawa, Tetsuya Sato, Arata Tsukamoto*, Akiyoshi Itoh*

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

はじめに

数十フェムト秒程度の極短時間パルス光をフェリ磁性薄膜に照射することで全光型磁化反転現象 (All-Optical magnetization Switching: AOS) 及び熱磁気的多磁区形成現象 (Thermo-Magnetically created Multi domain area: TMM) を誘起することができる。AOSはTMMとは原理が異なり、各副格子毎のスピンドイクミクスの差異に起源を有し、外部磁場を要せず偏光に一意に対応した磁区を形成する現象¹⁾や、単一パルス光を照射した場合、照射範囲の磁化が多磁区構造であっても初期構造に対し反転した磁区が形成する現象²⁾がある。AOSの反転可否は主としてフェリ磁性体に吸収される照射エネルギー密度 W_R に強く依存し、ほぼ被照射薄膜の正味の磁化に依存しない³⁾。同様にTMM領域も照射光強度に依存して拡大し、AOSよりも高エネルギー密度領域で形成される。本項では照射光エネルギーの吸収・拡散構造が大きく異なる層構造に超短パルス光を照射することで、超短時間の電子・格子系熱応答特性の違いを利用してAOS・TMM反転応答特性制御を試みた。

実験方法

GdFeCo 薄膜に中心波長 800nm パルス幅 90fs(半値全幅)のレーザー光照射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を用い、磁気光学像にて観察する。試料に Magnetron Sputtering 方式により作製した SiN (60 nm) / $Gd_{22}Fe_{68.2}Co_{9.8}$ (n nm) / SiN (m nm) / AlTi (l nm) / glass sub. ($\{n, m, l\} = \{20, 5, 10\}, \{20, 0, 10\}, \{20, 5, 0\}$) を使用した。

実験結果

Fig.1 に上記超短単一パルス光を各媒体(横軸)に照射し形成される磁区サイズ(円面積)を各照射光エネルギー毎(縦軸)に示す。形成磁区は Fig. 1 中磁気光学像の様になり、AOS 領域及び TMM 領域の二領域が存在する。AOS・TMM 形成磁区サイズは共に照射エネルギーに一意に対応するが、各層構造での AOS・TMM 磁区形成可否エネルギー閾値差は大きく異なる。照射エネルギーの吸収・散逸が大きく異なる層構造を有する試料に超短パルス光磁化反転を誘起することで、AOS・TMM の反転閾値等応答特性に異なる層構造依存性を見出した。これらは AOS・TMM が電子・格子温度の到達温度及び到達時定数に強く依存することを示唆する。

謝辞

本研究の一部は文部科学省私立大学戦略的基盤形成支援事業(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) T. A. Ostler, J. Barker, R. F. L. Evans, R. W. Chantrell, U. Atxitia, O. Chubykalo-Feseko, S. El. Moussaoui, L. Le Guyader, E. Mengotti, L. J. Heyderman, F. Nolting, A. Tsukamoto, A. Itoh, D. Afanasiev, B.A. Ivanov, A.M.Kalashnikova, K. Vahaplar, A. Kirilyuk, Th. Rasing and A. V. Kimel: *Nature Comm.* **1666**, 3:666 (2012).
- 3) H. Yoshikawa, S. Kogure, T. Sato, A. Tsukamoto, and A. Itoh: *J. Magn. Soc. Jpn.* **38**, 139 (2014).

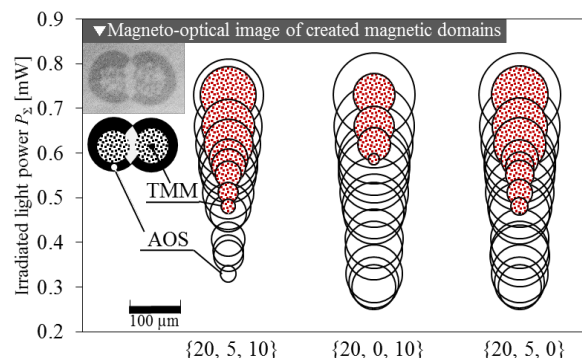


Fig. 1 The layer dependence of created domain sizes by AOS and TMM in the films of SiN (60 nm) / $Gd_{22}Fe_{68.2}Co_{9.8}$ (n nm) / SiN (m nm) / AlTi (l nm) / glass sub. ($\{n, m, l\} = \{20, 5, 10\}, \{20, 0, 10\}, \{20, 5, 0\}$). Inset: Magneto-optical image of created magnetic domains.