

全光型磁化反転の GdFeCo 層隣接 3d 遷移金属依存性

吉川大貴¹, Souliman El Moussaoui², 寺下進之佑¹, 植田涼平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)

All - optical magnetization switching in GdFeCo on the different metallic layers
 Hiroki Yoshikawa¹, Souliman El Moussaoui², Shinnosuke Terashita¹, Ryohei Ueda¹, Arata Tsukamoto²
 (¹ Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., ² College of Science and Technology, Nihon Univ.,)

序論: 数十フェムト秒の超短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)を誘起することができる。AOS は各副格子のスピンダイナミクスの差異に起源を有し、従来型の磁場駆動による磁化反転とは誘起原理が異なり、外部磁場を要せず複雑な初期磁区構造に対しても反転できることを特徴としている¹⁾。また、同磁性層を有しながらも隣接層構成の異なる試料群、磁性層膜厚の異なる試料群において、電子・スピン・格子の各系・系間の非断熱的エネルギー散逸過程が顕在化する fs ~ 数十 ps の時間領域での磁気光学応答および AOS による形成磁区評価による検討から、金属薄膜における AOS はサブ ps での電子系の膜厚方向へのエネルギー散逸が重要であることを明らかにした²⁾。本稿では更に電子系のエネルギー散逸と AOS の関係を検討するために、3d 遷移金属系隣接層の異なる GdFeCo フェリ磁性薄膜の試料群に対し、同様に超短パルス光照射による形成磁区サイズの照射光強度依存性を評価し、AOS と電子系内での空間的エネルギー散逸に関する検討を行った。

実験方法: Magnetron Sputtering 方式により作製した SiN(60 nm) / Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4} (10 nm) / { Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}, Al₉₀Ti₁₀, Cu } (5 nm) / SiN (5 nm) / glass sub. 薄膜に中心波長 800 nm パルス幅 90 fs(半値全幅)のガウシアンレーザー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する。

実験結果: Fig.1 に上記超短単一パルス光を各試料(横軸)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(縦軸)に示す。いずれの試料でも AOS 形成磁区サイズは照射光強度に一意に対応し、隣接層が GdFeCo, AlTi, Cu の順に反転エネルギー密度閾値が小さくなる。磁性層の主成分であり、3d 遷移電子系である Fe の電子比熱は 5 mJ / mol K Co は 4.7, Al は 1.35, Ti は 3.5, Cu は 0.688 である³⁾。AOS は非平衡なエネルギー散逸過程に起因する現象であるが、サブ ps での電子系による極短時間でのエネルギーの過渡的平衡化を仮定するならば、本結果は先の電子比熱の大小に対応する。電子比熱が小さい金属(Cu)では大きい金属に比べ同温度に到達するために消費するエネルギーが小さい。すなわち、磁性層に与えられるエネルギーが大きくなることになる。以上より、AOS により金属層内で電子比熱に準ずる様なサブ ps という極短時間の電子系によるエネルギー分配・散逸が示唆された。

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) ナノスピン変換科学(Grant No. 26103004)の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) 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).
- 2) H. Yoshikawa, S. El. Moussaoui, S. Terashita, R.Ueda, and A. Tsukamoto: *Jpn. J. Appl. Phys.* (2016) accepted.
- 3) 日本金属学会編: “改訂 4 版 金属データブック”, (丸善出版, Japan, 2004) p 17. [in Japanese]

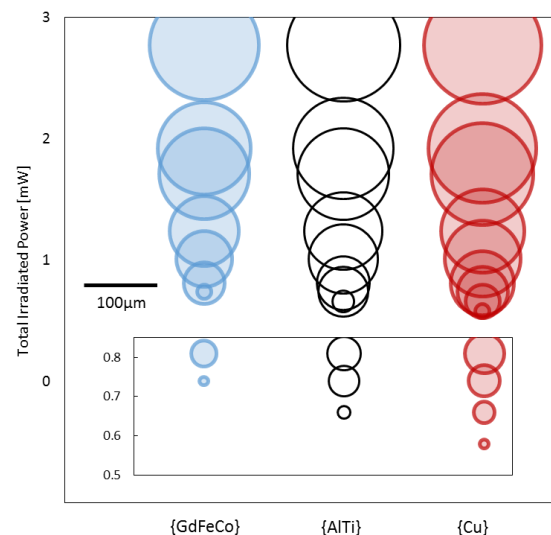


Fig. 1 The layer dependence of created domains sizes by AOS in the films SiN(60 nm) / Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4} (10 nm) / { Gd₂₅Fe_{65.6}Co_{9.4}, Al₉₀Ti₁₀, Cu } (5 nm) / SiN (5 nm) / glass sub.