

超短パルス円偏光誘起磁化反転現象への磁気円二色性の寄与

Contribution of MCD to Ultrafast All-Optical Magnetization Reversal Phenomenon

日大理工¹ ○小暮 真也¹, 塚本 新¹, 伊藤 彰義¹Nihon Univ.¹, °Shinya Kogure¹, Arata Tsukamoto¹, Akiyoshi Itoh¹

E-mail: shinya_kogure@inl.ecs.cst.nihon-u.ac.jp

【はじめに】現在, 超短パルス円偏光照射により外部磁場無しで偏光回転方向に対応した磁化形成が可能となる円偏光誘起磁化反転現象^[1]の発見により, 磁気記録の飛躍的高速化の手法として本現象の利用が期待されている. 本現象は, 現象論的に逆ファラデー効果として議論されるが, 詳細な磁化反転機構の解明が強く望まれている. 本報告では, 上記現象の発現機構の 1 つとして, 近年発見された超短熱パルス誘起磁化反転現象^[2]と超短パルス光に対する磁気円二色性の複合現象による可能性を検討した. 主に, GdFeCo 試料における超短パルス光に対する磁気円二色性の計測結果について報告する.

【実験方法】測定条件は, 中心波長 800 nm 半値全幅 90 fs の超短パルス光を繰り返し周波数 500 Hz で試料に垂直入射した. 試料はマグネトロンスパッタ法で作製した SiN (60 nm) / Gd₂₅Fe_{65.63}Co_{9.37} (30 nm) / SiN (5 nm) / AlTi (10 nm) / glass sub. を用いた. 磁気円二色性の測定では, 垂直磁化 GdFeCo 薄膜の 2 つの飽和磁化状態(+M, -M)に対し左右円偏光入射時の透過率, 反射率計測値から吸収率を求めた.

【結果と考察】まず, 本計測条件において円偏光誘起磁化反転が入射光強度 1.9 μJ/パルス 付近で生じる事を確認した. 以下の測定では磁化反転を生じない入射光強度 1.5 μJ/パルス にて行った. 図 1 は, 磁化方向がレーザ光伝搬方向と平行である+M 及び反平行である-M の状態に対し(a) 右回り円偏光, (b) 左回り円偏光を 180 パルス照射した結果より求めた実効的吸収率のヒストグラムを示す. 結果, 超短パルス光照射において, 左右いずれの偏光においても磁化方向による約 0.3% の吸収率差を確認でき, 磁気円二色性を有することを明らかにした.

一方, 超短熱パルス誘起磁化反転現象はパルス光の吸収エネルギー密度がある閾値を超えた領域にて磁化反転を生じる現象である. 従って, 図 1 に示す結果より, 磁化方向による吸収率差の中央値において超短熱パルス誘起磁化反転閾値となるよう光強度を調整する事で, 光照射後の磁化状態は初期磁化状態によらず円偏光のカイラリティのみに依存する事となる. すなわち, 超短熱パルス誘起磁化反転現象と磁気円二色性の複合モデルにより円偏光誘起磁化反転現象を生じ得ることを示している.

謝辞 本研究の一部は, 日本大学学術研究戦略プロジェクト (N.プロ) の助成により行ったものである.

【参考文献】

- [1] C. D. Stanciu, F. Hansteen, A.V. Kimel, A. Kirilyuk, A. Tsukamoto, A. Itoh and Th. Rasing: "All-Optical Magnetic Recording with Circularly Polarized Light", *Phys. Rev. Lett.* **99**, 047601 (2007).
- [2] T. A. Ostler, J. Barker, R. F. L. Evans, R. W. Chantrell, U. Atxitia, O. Chubykalo-Fesenko, S. El Moussaoui, L. Le Guyader, E. Mengotti, F. Nolting, A. Tsukamoto, A. Itoh, D. Afanasiev, B. A. Ivanov, A. M. Kalashnikova, K. Vahaplar, J. Mentink, A. Kirilyuk, Th. Rasing and A. V. Kimel. "Ultrafast heating as a sufficient stimulus for magnetization reversal in a ferrimagnet", *Nature Communications* **3**, 666 (2012).

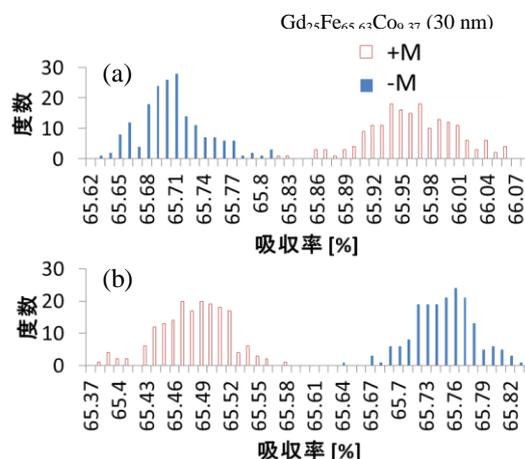


図 1 超短パルス光照射にに対する吸収率の磁化状態及び偏光依存性 (a)右回り円偏光照射, (b)左回り円偏光照射
入射光強度: 1.5 μJ/パルス
パルス長: 90 fs (半値全幅)