Pt 下地層による GdFeCo 全光型磁化反転閾値の低減効果

吉川大貴¹, Souliman El Moussaoui², 笠谷雄一², 二川康宏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)

Reduction effect of All Optical magnetization Switching threshold in GdFeCo stacked on Pt Hiroki Yoshikawa¹, Souliman El Moussaoui², Yuichi Kasatani², Yasuhiro Futakawa¹, Arata Tsukamoto² (¹Graduate School of Science and Technology, Nihon Univ., ² College of Science and Technology, Nihon Univ.,)

はじめに:外部磁場を要せず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。磁性金属薄膜では、超短パルス 光吸収後 fs ~ 数十 ps で電子・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。こ れまでに試料層構成、電子比熱の異なる金属を隣接した試料群における検討から、この時間領域において AOS ではサブ 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示唆した¹⁾²⁾。さらに、GdFeCo薄 膜に Pt 層を隣接することにより、超短パルス光照射により逆スピンホール効果を経由し、電流が誘起される ことを THz 分光計測から報告している³⁾。本稿では更に極短時間の電子系エネルギー散逸および界面ヘテロ 構造と AOS の相関を検討するために、異なる金属を隣接した試料群に対し、同様に AOS 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) / Gd₂₅ Fe_{65.6} Co_{9.4} (10 nm) / {(a)Gd₂₅ Fe_{65.6} Co_{9.4}, (b)Al₉₀Ti₁₀, (c)Cu, (d)Pt { (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、GdFeCo (10 nm)の試料の隣接層(5 nm) が(a),GdFeCo (b)AlTi, (c)Cu, (d)Pt の順に AOS 誘起光強度閾 値が小さくなる。主に光入射側の GdFeCo 層にて吸収された 光エネルギーはサブ ps という極短時間において主に電子系 でのエネルギー散逸が想定され、隣接金属層も含み各層の電 子比熱に準じFig.2の様な分配が予想される²⁾。Fe, Co, Al, Ti, Cu.Ptの電子比熱係数はそれぞれ 5, 4.7, 1.35, 3.5, 0.688, 6.8 mJ / mol K² である⁴⁾。(c)が最も大きい磁区を形成し、次いで (b), (a), となり Pt の試料(d)が最も小さく、(a), (b), (c)は電子 比熱に基づくエネルギー分配にて予想した傾向を示した。一



Fig. 1 The layer dependence of created domains sizes by AOS in the films SiN(60 nm) / Gd₂₅ Fe_{65.6} Co_{24} (10 nm) / {(a)Gd₂₅ Fe_{65.6} Co₂₄, (b)Al₉₀Ti₁₀, (c)Cu, (d)Pt (5 nm) / SiN (5 nm) / glass sub.



temperature with electronic specific heat

方 Pt 隣接試料(d)は上記エネルギー分配モデルでは説明できず、特異な結果を示すことが明らかとなった。

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) ナノスピン変換科学(Grant No. 26103004)、 また日本学術振興会特別研究員奨励費(16J01232)の助成を受けて行った。

参考文献

- 1) H. Yoshikawa, S. El. Moussaoui, S. Terashita, R.Ueda, and A. Tsukamoto: Jpn. J. Appl. Phys., 55, 783 (2016)
- 吉川大貴, Souliman El Moussaoui, 寺下進之佑, 塚本新: マグネティックス研究会, MAG-17-029 (2017) 2)
- T. J. Huisman, C. Ciccarelli, A. Tsukamoto, R. V. Mikhaylovskiy, Th. Rasing, and A. V. Kimel: Appl. Phys. Lett. 3) 110,072402 (2017)
- 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. 4)