光学干渉構造を有する GdFeCo 薄膜の全光型磁化ダイナミクス計測評価

Evaluation of all-optical magnetization dynamics measurement of GdFeCo thin film with optical interference structure

日大理工 [1], ○高橋 蒔生 [1], 吉川 大貴 [1], 塚本 新 [1]
Nihon Univ.[1], ○T. Takahashi[1], H. Yoshikawa[1], A. Tsukamoto[1]
E-mail: cstk20011@g.nihon-u.ac.jp

はじめに: 磁性薄膜材料の微細・多層構造化が進むスピントロニクスデバイスでは，高速磁化挙動の更なる詳細な理解と制御技術の進展が求められている．超短パルス光を用いた薄膜磁性体の超短時間分解磁気ダイナミクス計測・制御において，光学干渉特性の考慮・設計が重要となる．本報告では，光干渉条件の異なる SiN 誘電体/GdFeCo 磁性体に着目し，磁化ダイナミクスに与える影響につき，磁性層の構造・組成が等しく SiN 膜厚の異なる試料群を用いて検討を行った．

実験方法: 光励起された磁化挙動を磁気光学効果により検出する．試料として，SiN (t nm) / $Gd_{25}Fe_{65.6}Co_{9.4}$ (20 nm) / SiN (5 nm) / glass sub. (t = 20, 40, 60, 100 nm)をマグネトロンスパッタ法により作製(以下試料 A, B, C, D とする)した．超短パルスレーザー(半値全幅 35 fs)を光源とした全光型 Pump (λ = 800 nm) - Probe (λ = 400 nm)法により，①磁化歳差運動過程（～125 ps）および②超短時間減磁過程（～5 ps）の時間分解 Faraday 効果 θ_F 計測を行った．また，室温下にて外部磁場 $\mu_0 H_{ext}$ = 295 mT を膜面法線から 76° の角度で印加した．

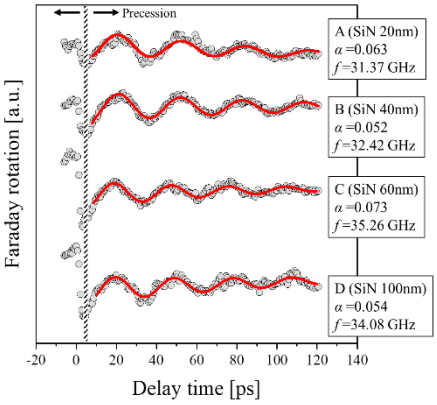

Fig. 1 Magnetization precession in samples A, B, C, and D by ultrashort pulsed light irradiation.

実験結果: Fig. 1 に Probe 光波長で校正した θ_F 信号および，LLG 方程式に基づくフィッティング曲線，対応する α, f の値を示す．結果より SiN 膜厚によらず α = 0.052～0.073, f = 31.37～35.26 GHz とほぼ一定の値を取る．連続光(λ = 800 nm)での光学干渉から期待される磁性層の光吸収率変化に対応[1]して歳差運動励起のベースラインは変化するが，今回用いた磁化変化量 10 %未満の弱励起条件において，ほぼ同様の磁化歳差運動が励起・評価可能であることを示した．一方 Fig. 2 に示す超短時間減磁過程においては，SiN 膜厚に対し非線形かつ大きく減磁量が変化している．これは，磁性体薄膜内部での光学干渉に基づく光吸収分布の差異，非断熱的電子系励起過程および非局所緩和機構の寄与が強く表われていることが示唆される．上記のように超短パルス光により励起される磁化ダイナミクスへの光学干渉構造の寄与は時間領域により異なる寄与が現れ得ること，光磁気励起特性の光学多層構造設計による制御可能性を示した．

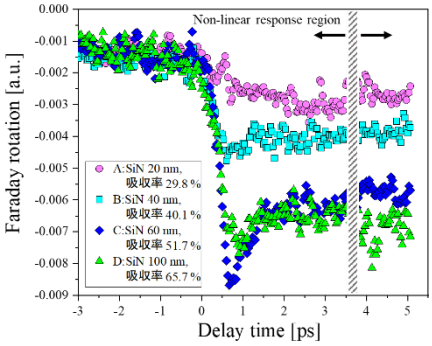

Fig. 2 Ultrashort demagnetization process by ultrashort pulsed light irradiation in samples A, B, C, and D.

謝辞: 本研究は, JST, 未来社会創造事業, JPMJMI20A1 の支援を受けたものである．

参考文献: [1] T. Iisaka, H. Yoshikawa, A. Tsukamoto, Technical Meeting on “Magnetics”, IEE Japan, MAG-18-114 (2018)