

Ta/CoFeB/MgO 薄膜におけるレーザー励起磁化歳差ダイナミクス

○佐々木悠太¹、飯浜賢志¹、安藤康夫¹、水上成美²¹東北大院工、²東北大 WPI-AIMR)

Laser-induced spin precessional dynamics in Ta/CoFeB/MgO thin film

Y. Sasaki¹, S. Iihama¹, Y. Ando¹, and S. Mizukami²¹Dept. of Appl. Phys., Tohoku Univ., ²WPI-AIMR, Tohoku Univ.

はじめに

Ta/CoFeB/MgO 構造において、CoFeB の膜厚を薄くすると、界面磁気異方性によって垂直磁気異方性(PMA)を示す。我々はポンプ・プローブ法を用いた時間分解磁気光学カー効果(TRMOKE)により、Ta/CoFeB/MgO 薄膜の磁化ダイナミクスについて調査した。その結果、垂直磁化 CoFeB 薄膜が応用上重要な低いダンピング定数を示すことを報告したり。ところで、ポンプ・プローブ法はレーザーの加熱によって試料の磁気異方性を減少させ、磁化の歳差を誘起していると考えられている²⁾。レーザーを用いた加熱は、熱アシスト磁化反転への応用が期待されている。しかしながら、昇温に対する磁化ダイナミクスの報告は少ない。そこで、Ta/CoFeB/MgO 構造における磁化歳差ダイナミクスのレーザー強度依存性を調査した。

実験方法および結果

熱酸化膜付シリコン基板上に超高真空マグネトロンスパッタ法を用いて試料を作製した。薄膜構成は Ta(5.0) / CoFeB(1.0) / MgO(2.0) / Al(2.0) (膜厚単位 nm)である。中心波長 800 nm, パルス幅 150 fs の Ti-sapphire レーザーを用いて光学測定を行った。繰り返し周波数は 1 kHz であり、ポンプ光を 365 Hz に変調し、測定時のポンプ光強度 F_p を 0.3-3.8 mJ/cm² の範囲で変化させた。ウォラストンプリズムを用いた差動方式でプローブ光のカー回転角 θ_k を測定した。測定時には外部磁場を 20 kOe 印加し、磁場と膜面垂直方向のなす角度を変化させた。特に、磁場角度を 0° とした場合、加熱による磁化の減少およびその時間変化が測定できる。磁化の二乗に磁気異方性エネルギーが比例すると仮定し、磁化の変化に伴う磁気異方性の変化を LLG 方程式の実効的な磁場に反映させ、磁化の大きさも含めて歳差シグナルの再現を試みた。

Fig. 1 に種々の F_p で測定した歳差シグナルを再現結果 (破線) と合わせて示す。ポンプ光が照射する直前(加熱前)のカー回転角 θ_{k0} で θ_k を規格化した。実験結果を再現結果と比較すると、歳差振幅の F_p 強度依存性をほぼ再現できているが、3.8 mJ/cm² における振幅の消失については再現ができていない。Fig. 2 に磁化歳差シグナルの磁場角度依存性を再現結果 (実線, 破線, 点線) と合わせて示す。 F_p の増大に伴う磁場角度依存性の減少は、加熱による磁気異方性の減少に起因すると考えられる。以上の結果から、昇温に伴う磁化の減少により歳差周波数および歳差振幅が減少することが分かった。

本研究は、科研費新学術領域研究「ナノスピン変換科学」(No. 26103004)ならびに基盤研究 S (No. 24226001) の支援で行われた。

参考文献

- 1) S. Iihama, *et al.*, Phys. Rev. B 89, 174416 (2014)
- 2) M. van Kampen, *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **240** (2002) 291-293.

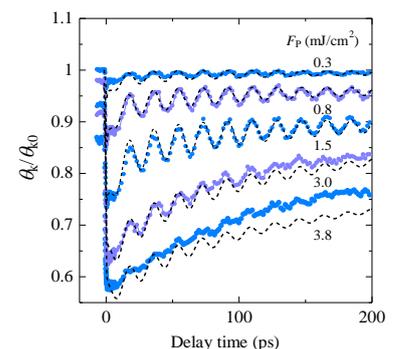


Fig. 1 TRMOKE results in Ta/CoFeB/MgO structure with various pump power (fluence). Solid lines show LLG calculation result.

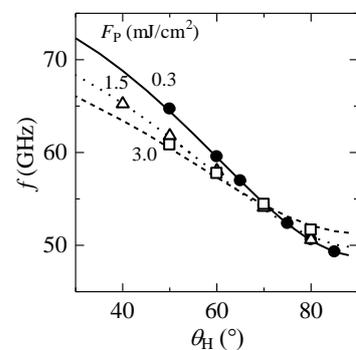


Fig. 2 Magnetic field angle dependence of precession frequency. Solid, dashed and dot line shows LLG calculation results.