

Co/Pd 多層膜における光誘起歳差運動の基板と堆積法による差異

Comparison of photo-excitation magnetization dynamics with substrates

and RF/DC sputtering methods

東工大未来研, [○]小川竣太, 西林一彦, 西沢望, 宗片比呂夫

FIRST, Tokyo Institute of Technology

[○]S. Ogawa, K. Nishibayashi, N. Nishizawa, and H. Munekata

E-mail: ogawa.s.ap@m.titech.ac.jp

【はじめに】 Co/Pd 多層膜は構造によって磁気異方性を制御することができ[1, 2]、低パワーパルスで磁化歳差運動を励起できることから光磁気デバイスへの応用が期待できる。Co/Pd 多層膜では有効磁場(従って磁気異方性定数 K_{eff})が小さい系で歳差運動の振幅が大きくなる[2]ため、デバイス応用においては $|K_{\text{eff}}|$ の小さな構造が望ましい。図1は堆積法と磁気異方性との関係を示す。前回は、RF スパッタリング法の方が DC 法よりも異方性の制御に適していると報告した[3]。今回は光素子応用を考慮し GaAs(001)基板と Si(110)基板を用いて、基板による歳差運動への影響を調べた。また、RF 法と DC 法の違いを調べたので報告する。

【実験方法】 試料構造は $[\text{Pd}(t_{\text{Pd}})/\text{Co}(t_{\text{Co}})]_5/\text{Pd}(4.2 \text{ nm})/\text{Ta}(2.2 \text{ nm})/\text{substrate}$ であり Pd と Co 膜厚をそれぞれ変化させた。基板は GaAs(001)と Si(110)の両方を用いた。成膜条件が、電力は DC 法では 30 W、RF 法では Pd, Co は 30 W、Ta は 10 W で基板温度は 150 °C とした。磁化測定は面内と面直方向に磁場を印加し比較した。光誘起磁化歳差運動はポンプ-プローブ法による時間分解カー回転測定法を用いて室温で測定した。ポンプ光の条件は、パルス幅 150 fs、波長 790 nm、強度 $6 \mu\text{J}/\text{cm}^2/\text{pulse}$ 、スポット直径 $200 \mu\text{m}$ である。また、外部磁場 (H : 0 ~ 2400 Oe) を試料法線方向から 65° の方向に印加した。

【結果】 磁気測定から GaAs 基板上的 Co/Pd 多層膜は、 $t_{\text{Pd}}=0.7 \text{ nm}$, $t_{\text{Co}}=0.57 \text{ nm}$ では面内磁化となった。図2は同じ膜厚で作製条件を変えた試料の磁化光誘起歳差運動データを示す。RF 法では Si よりも GaAs の方が振幅が大きく ($1.1 \rightarrow 4.2 \mu\text{rad}$)、周波数が小さくなった ($8.4 \rightarrow 7.7 \text{ GHz}$)。これは基板の違いが Pd/Ta シード層に歪等の影響を及ぼしている可能性を示している。DC 法においては Si よりも GaAs の方が振幅が大きくなった ($0.6 \rightarrow 0.7 \mu\text{rad}$)。これらの結果から Co/Pd 多層膜の $K_{\text{eff}} \cdot t_{\text{Co}}$ は Si よりも GaAs 基板の方が、DC 法よりも RF 法の方が小さく、相対的に大きな歳差運動の振幅が得られると予想される。

[1] P. F. Carcia, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **47**, 178 (1985).[2] K. Yamamoto, *et al.*, IEEE Trans. Magn. **49**, 7 (2013).

[3] 小川竣太 他, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会, 14p-P10-47 (2017).

※本研究は文科省・先端量子科学アライアンスならびに JSPS 科研費 16K04927 の助成を受けている。

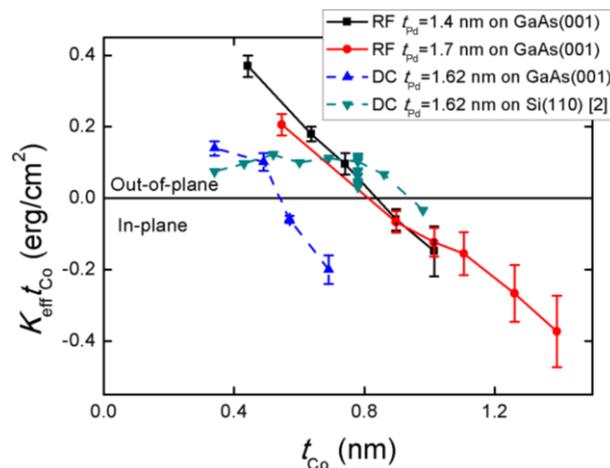
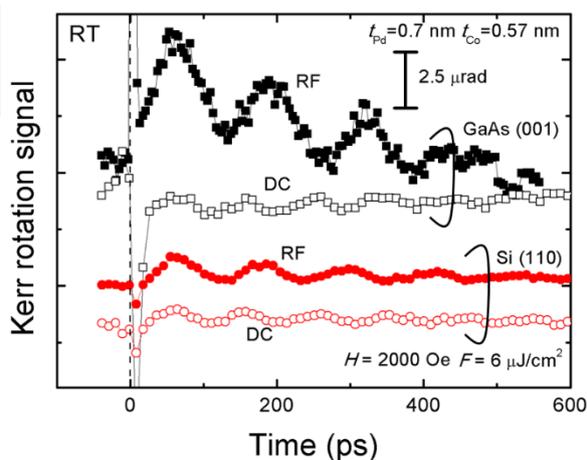
Fig.1 Magnetic anisotropy energy multiplied by thickness of Co (t_{Co}) versus t_{Co} .

Fig.2 Photo-excitation precession data for four samples with different substrates prepared by RF or DC sputtering.