

Co 多結晶薄膜のスピンポンピングへ及ぼす基板加熱成膜の効果

Effect of High Substrate Temperature Fabrication on Spin Pumping in Polycrystalline Structured Co Films

○磯上 慎二¹、日向 慎太郎² (1. 福島高専・一般教科、2. 東北大・電子)

○Shinji Isogami¹, Shintaro Hinata² (1.Fukushima NCT., 2.Tohoku Univ.)

E-mail: isogami@fukushima-nct.ac.jp

1. はじめに 電力を消費しない新奇スピントロニクスデバイスの創成へ向けて、純スピン流の高効率生成に関する研究が盛んになってきている。筆者らはこれまでに、フェルミレベルにおける伝導電子のスピン分極率が負である多結晶 Fe₄N 薄膜を試したところ、Ni-Fe より高効率でスピン流が生成できることを見出してきた¹⁾。これに対し、強磁性材料と接合する非磁性層界面の結晶性を原子スケールで高めた系において、スピンポンピング効率が改善されるという報告もなされている^{2,3)}。しかし高品質な単結晶薄膜の作製にあたり、単結晶基板や作製プロセスといった多くの制約を伴う点が応用上の課題と認識される。そこで本研究では、基板加熱中スパッタリング成膜法で作製された多結晶 hcp-Co 薄膜におけるスピンポンピングに着目した。

2. 実験方法 試料の膜構成は、glass sub./NiTa(20)/NiW(5)/Ru(20)/Co(d_{Co})/Cu(1)/Pt(15) (膜厚単位: nm)とした^{4,5)}。成膜、基板加熱にはそれぞれ、マグネトロンスパッタリング装置、赤外線加熱機構を用いた。全ての積層膜は面内結晶方位がランダムな多結晶構造となっている。Co 膜厚は $d_{Co} = 2, 4, 8, 12, 16$ nm とし、それぞれの膜厚に対して成膜基板温度 $T_{sub} = RT$ と 400 °C の 2 種類を作製した。1 nm の Cu 層は Co/Pt 接合界面での Co-Pt 合金化を抑制するために挿入した。強磁性共鳴 (FMR) 線幅と共鳴磁場は、電子スピン共鳴 (ESR) 装置の X-band (9.86 GHz) を用いて測定した。積層膜のラフネスを起源とする磁氣的不均一性を除くため、膜面直方向の印加磁場角度依存性を測定した。

3. 実験結果 Fig. 1 は $T_{sub} = RT$ と 400 °C にて作製された試料における ΔH の d_{Co} 依存性を示す。いずれの温度にて作製された場合においても d_{Co} の低下に伴い ΔH は増大することから、Co と Cu/Pt の界面にてスピンポンピングが存在することを示唆する。しかし、作製温度による違いに着目すると、 $T_{sub} = 400$ °C の試料では RT のそれより、低膜厚側での ΔH の上昇が極めて顕在化した。 $d_{Co} = 4$ nm の試料において磁氣的な不均一性を排除した本質的な FMR 線幅からミキシングコンダクタンス ($g_r^{\uparrow\downarrow}$) を見積ったところ、($T_{sub}, g_r^{\uparrow\downarrow}$) = (RT, $5.2 \times 10^{19} \text{ m}^{-2}$), (400°C , $9.5 \times 10^{19} \text{ m}^{-2}$) が得られた。これらの導出詳細ならびに結果解釈については講演会にて議論の予定である。

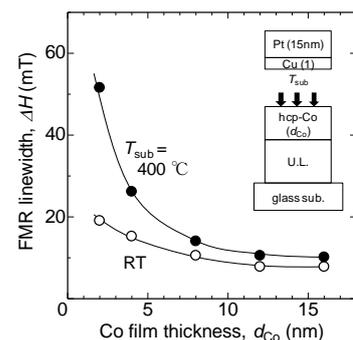


Fig. 1 Co film thickness (d_{Co}) dependence of effective FMR linewidth (ΔH). Solid and open circles represent the ΔH for substrate temperature (T_{sub}) of 400°C and room temperature (RT).

4. 参考文献

- 1) S. Isogami, *et al.*, *Appl. Phys. Express.* **6**, 063004 (2013).
- 2) Y. Ando, *et al.*, *Phys. Rev. B* **88**, 140406(R) (2013).
- 3) Z. Qiu, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **103**, 092404 (2013).
- 4) S. Saito, *et al.*, *J. Phys. D: Appl. Phys.* **42**, 145007 (2009).
- 5) S. Hinata, *et al.*, *J. Magn. Soc. Jpn.* **52**, 073001 (2013).