

非磁性金属層がスピン波の拡散長に与える影響

Influence of nonmagnetic metal layer on the attenuation length of spin wave

福岡大理 [○](M2) 赤松竜成, 笠原健司, 眞砂卓史

Fukuoka Univ., [○]R. Akamatsu, K. Kasahara, and T. Manago

E-mail: sd181001@cis.fukuoka-u.ac.jp

1. はじめに

これまで我々は、Py(Ni₈₁Fe₁₉)導波路の形状や励起・検出アンテナの形状がスピン波の伝搬特性に与える影響を調査してきた。[1] 最近、スピン軌道相互作用(SOI)が強いとされる非磁性重金属薄膜をイットリウム鉄ガーネット(YIG)上に成膜することでYIG中を伝搬するスピン波の拡散長が大幅に小さくなることが報告されている。[2] しかし、SOIの影響と導電膜が表面にある影響がどれくらいあるかは評価されていない。本研究では、Py導波路上にPtまたはSOIの効果が小さいCu薄膜を成膜し、Py中を伝搬するスピン波の拡散長に与える影響を調査した。

2. 実験方法

SiO₂付Si基板上に、電子線描画法および電子線蒸着法を用いて、Pt/PyおよびCu/Py導波路(膜厚:50 nm、縦幅:600 μm、横幅:100 μm)を形成した。PtおよびCu膜厚は1, 3 および 5 nmとした。ここでPt, CuおよびPyは同一真空中で成膜している。比較のためにPy単層の導波路も作製した。大気中にとり出し、リフトオフを行った後、層間絶縁層として、スパッタ法により80 nmのSiO₂薄膜を成膜し、Cr(5 nm)/Au(200 nm)からなるSGアンテナ(シグナル幅:1 μm グランド幅:5 μm アンテナ間距離:10~40 μm)を抵抗加熱蒸着法により形成した。磁場可変高周波プローバーでサンプルの短辺方向に外部磁場 $\mu_0 H = 10$ mTを印加し、ベクトルネットワークアナライザーを用いて、静磁表面波(MSSW)透過信号 S_{21} を測定した。シグナル強度とアンテナ間距離の関係から拡散長を算出し、PtおよびCu膜厚の影響を調べた。

3. 結果と考察

Figure 1は、 $\mu_0 H = 10$ mTの時のスピン波の拡散長における非磁性金属層の膜厚依存性である。Pt膜厚の増加とともに、拡散長 λ は単調に減少している。これはPt層へのスピンポンピングの効果によってPt膜厚の増加とともに、ダンピングが大きくなるためだと考えられる。一方Cu/PyサンプルではCu膜厚が1 nmの時に λ は急激に減少し、Cu膜厚の増加とともに λ が回復していることが分かる。この減少はSOIの弱いCu層だけの影響では全く説明できない。ごく最近、Cuの酸化物であるCuOはSOIがPt並に強いようだと報告がなされている。[3][4] 今回の結果も、Cu層の自然酸化により表面にCuO層が形成されており、Cu層の増大とともにCuO層がCu/Py界面から離れたためではないかと予想される。本公演では、Cu層の自然酸化を抑制する表面キャップ層の効果も検証する。

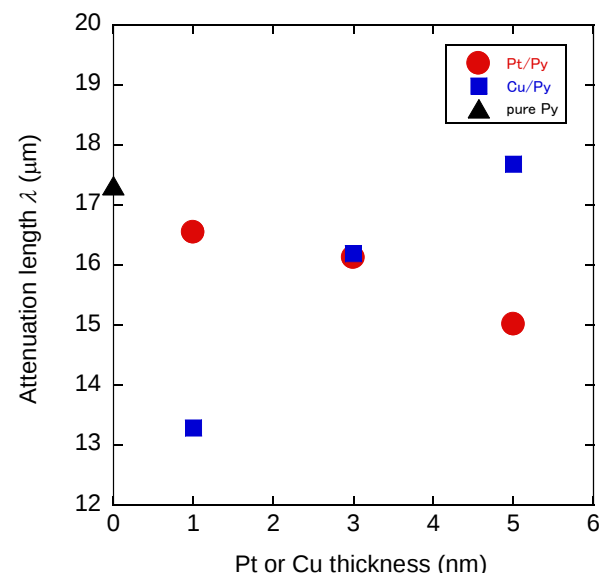


Fig.1 Normal metal thickness dependence of attenuation length of spin wave

参考文献

- [1] R.Akamatsu, *et al.*, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (18p-PB1-16) (2018) など.
- [2] P.Pirro, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 012402 (2014).
- [3] Ryoto Enoki, Hiromu Gamou *et al.* Jpn. J. Appl. Phys., **11**, 033001 (2018).
- [4] A.Hongyu, *et al.*, Nature Comm. **7**, 13069 (2016).