

非磁性金属層が静磁表面スピン波の緩和長に与える影響

Influence of a nonmagnetic metal layer on attenuation length of magnetostatic surface spin waves

福岡大理 [○] 藺島和真, 笠原健司, 眞砂卓史

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

E-mail: sd21007@cis.fukuoka-u.ac.jp

【はじめに】

これまで我々は、電気的な手法を用いて、強磁性導波路の形状や励起・検出アンテナの形状などがPy(Ni₈₁Fe₁₉)中を伝搬するスピン波の特性に与える影響を調査してきた.[1] 近年、スピン波の緩和長が長い材料として有名なイットリウム鉄ガーネット薄膜の上に、スピン軌道相互作用(SOI)が強いPtといった非磁性重金属薄膜を形成すると、スピン波の緩和長が大幅に短くなることが報告された.[2] しかし、強磁性導波路の表面にある非磁性の導電膜が、どの程度、スピン波の緩和長に影響を与えるかについて言及はなく、非磁性金属膜のSOIと導電性の影響について切り分けがなされていない。本研究では、SOIが強いPt薄膜と、SOIが弱く、導電率が高いCu薄膜をそれぞれ、Py導波路上に形成し、スピン波の緩和長 λ にどのような影響を与えるか調査した。

【実験方法】

熱酸化膜付きのSi基板上に、電子線描画法と電子線蒸着法で、Pt/PyおよびCu/Py導波路を形成した。Pt/PyとCu/Py構造は、シリーズごとに同時に25nm厚のPy膜を蒸着し、そのまま同一チャンバー内でのシャッターコントロールにより、膜厚 $t_{\text{cap}}=0\sim 9$ nmのPtまたはCu層をそれぞれ蒸着した。層間絶縁層として、スパッタ法で80nm厚のSiO₂薄膜を成膜し、Cr/Auのシグナル-グラウンド型アンテナ(アンテナ間距離: 10~30 μm)を抵抗加熱蒸着法により形成した。導波路の短辺方向に外部磁場を10mT印加し、磁場可変高周波プローバーとベクトルネットワークアナライザーにより、静磁表面スピン波(MSSW)の透過信号 S_{21} を測定した。信号強度とアンテナ間距離の関係からMSSWの緩和長 λ を算出し、PtおよびCuの膜厚 t_{cap} との関係性を評価した。

【結果と考察】

Figure 1は、 $t_{\text{cap}}=0$ nm時の緩和長からの変化量 $\Delta\lambda$ と非磁性金属膜の厚さ t_{cap} の関係である。赤丸と青四角はそれぞれ、Pt/PyとCu/Pyサンプルの結果を示している。Pt/Pyサンプルでは、Ptの膜厚にほとんど依存せず、20%ほどMSSWの緩和長 λ が減少している。一方で、Cu/Pyサンプルでは、Cuの膜厚に依らず10%ほど緩和長 λ が上昇しており、Pt/Pyサンプルとは全く逆の傾向を示すことが判明した。Cu/Py構造でMSSWの緩和長 λ が増大するメカニズムについては現在、調査中であるが、少なくとも数nm厚の非磁性金属層の導電性は、MSSWの緩和長 λ を減少させる効果はほぼなく、Pt/Pyサンプルで見られた緩和長 λ の減少は、Pt層のSOIや界面の強磁性Pt層に起因するものと考えられる。

【参考論文】

- [1] K. Kasahara, R. Akamatsu, and T. Manago, AIP Advances **11**, 045308 (2021)など。
[2] P. Pirro, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **104**, 012402 (2014).

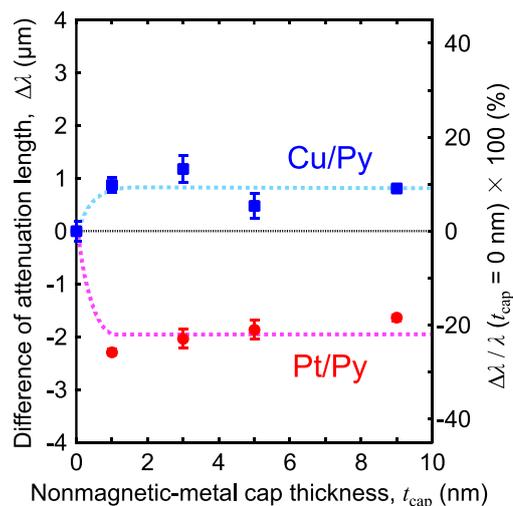


Fig.1 Attenuation length of a MSSW as a function of a nonmagnetic-metal cap thickness for the Cu/Py (blue squares) and Pt/Py (red circles) samples.