

サブミクロンサイズの Co ドットを埋め込んだ Py 中を伝搬するスピン波の伝搬特性

Propagation properties of spin waves Py strips with submicron-size Co dots

福岡大理 ○柴田晃治, 笠原健司, 中山和之, 眞砂卓史

Fukuoka Univ., ○K. Shibata, K. Kasahara, K. Nakayama, and T. Manago

E-mail: sd171003@cis.fukuoka-u.ac.jp

【研究背景】 近年、強磁性導波路中に周期的な構造を導入したマグノンニック結晶(MC)を用いて、スピン波の伝搬特性を制御しようとする研究が盛んに行われている。Tacchi らの研究グループは、Py ストリップ中に直径が 155 nm の Co ドットを格子定数 $D = 600$ nm の周期で埋め込んだ構造を作製し、ブリルアン散乱測定により、伝搬するスピン波の分散関係にバンドギャップが発現することを明らかにした[1]。しかし、電子デバイスへの応用を考慮した場合、電気的手法により MC 中のスピン波を励起・検出し、その特性を評価できることが望ましい。本研究では、Py ストリップ中にサブミクロンサイズの Co ドットを周期的に埋め込んだ構造を作製し、アンテナ法により測定したスピン波について、その伝搬特性を調査した。

【実験手法】 化学洗浄した熱酸化膜付き Si 基板の上に、電子線描画(EBL)法および電子線蒸着(EBD)法を用いて、膜厚が 50 nm、縦×横が $600 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$ である Py ストリップを形成した。更に、EBL 法、ミリング法および EBD 法を用いて、サイズが 0.1×0.1 , 0.2×0.2 , $0.5 \times 0.5 \mu\text{m}^2$ の Co ドットを、それぞれ $D = 0.2, 0.5, 1.0 \mu\text{m}$ の周期で Py ストリップ中に埋め込んだ。層間絶縁層として 80 nm の SiO_2 薄膜をスパッタ法により成膜し、励起・検出アンテナとして Au /Cr のコプレーナウェーブガイドを EBL 法および抵抗加熱蒸着法により形成した。(Fig. 1) 比較用として、同一基板の上に Co ドットを埋め込んでいない Py 膜厚ストリップのみの試料も作製した。ベクトルネットワークアナライザと磁場が印加できる高周波プローバを用いて、静磁表面スピン波の透過信号と周波数の関係を測定した。

【実験結果】 Figure 2 は、 $D = 0.2$ (black), 0.5 (green), $1.0 \mu\text{m}$ (blue)の試料と比較用の Py 膜厚試料(red)における、 $\mu_0 H = 20$ mT の時のスピン波スペクトルを示している。Py 膜厚試料に比べ、Co ドットを埋め込んだ試料は全体的にスピン波の強度が下がっており、ピークの間隔が狭くなっていることがわかる。本講演ではこれらの現象と周期構造の因果関係について、実験とシミュレーションの両面から議論する予定である。

[1]S. Tacchi *et al.*, Phys. Rev. Lett. **109**, 137202 (2012).

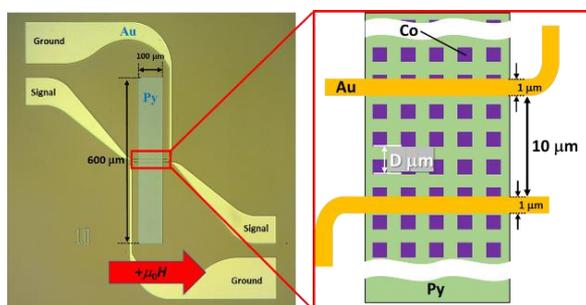


Fig.1 作製した素子の光学顕微鏡写真とアンテナ近傍の模式図。

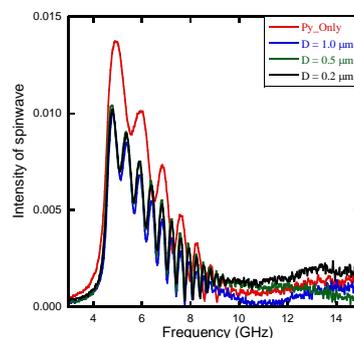


Fig.2 $D = 0.2$ (black), 0.5 (green), $1.0 \mu\text{m}$ (blue)の周期で Co ドットを埋め込んだ試料、および比較用 Py 膜厚試料 (red) のスピン波スペクトル。