

マイクロマグネティックシミュレーションを用いた スピン波の伝搬特性における強磁性導波路幅依存性の検証

Investigation of width dependence of ferromagnetic waveguide in propagation characteristics of spin wave using micromagnetic simulation

福岡大理 ^{○(M1)}赤松 竜成、柴田 晃治、笠原 健司、眞砂 卓史

Fukuoka Univ. : ^{○(M1)}R. Akamatsu, K. Shibata, K. Kasahara, and T. Manago

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

1. はじめに

最近、低消費電力な情報伝達的手段として、スピン波を用いたデバイスが注目を集めている。特に Si 大規模集積回路技術との親和性から、強磁性金属を用いたスピン波デバイスの期待が高まっている。これまで我々は、Py ($\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$)の膜厚を厚くすると、スピン波のモードの1つである静磁表面波(MSSW)の群速度が増大することや非相反性の増強が起こることを報告してきた[1][2]。今後、スピン波デバイスの微細化を試みる上で、スピン波の伝搬特性の強磁性導波路幅依存性は非常に重要な情報である。今回は Py ストリップの幅(W_{Py})を小さくすると、反磁場の影響により $W_{\text{Py}} \leq 10 \mu\text{m}$ の領域でスピン波強度とピーク周波数が急激に減少することを報告した[3]。本研究ではスピン波の W_{Py} 依存性について実験結果をマイクロマグネティックシミュレーションを用いて数値計算の結果と比較、検証した。

2. 実験方法

SiO_2 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、膜厚が 50 nm 、 $W_{\text{Py}} = 100, 50, 25, 10, 5.0, 2.0, 1.0$, および $0.5 \mu\text{m}$ である Py 導波路を形成した。次に、層間絶縁層として、スパッタ法により 80 nm の SiO_2 薄膜を成膜し、 $\text{Cr}(5 \text{ nm})/\text{Au}(200 \text{ nm})$ からなるアンテナ(コプレーナウェーブガイド)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($\mu_0 H$)を印加し、ベクトルネットワークアナライザーを用いて、MSSW 透過信号 S_{21} を測定した。OOMMF, MATLAB を用いてマイクロマグネティックシミュレーションを行った。

3. 結果と考察

Figure 1 (a)および(b)に $\mu_0 H = 10, 50$, および 100 mT の時におけるスピン波信号の W_{Py} 依存性の実験結果およびシミュレーション結果をそれぞれ示す。スピン波強度は $W_{\text{Py}} = 100 \mu\text{m}$ のときの値で規格化した。実験結果とシミュレーション結果は定量的にも一致しており、 $\mu_0 H = 100 \text{ mT}$ および 50 mT のときは W_{Py} の減少と共にスピン波信号強度は直線的に減少していることが分かる。一方、 $\mu_0 H = 10 \text{ mT}$ においては、 $W_{\text{Py}} = 5 \mu\text{m}$ で減少幅が大きくなっていることが分かる。これは、反磁場の影響が考えられ、 $\mu_0 H$ が小さい場合、 W_{Py} が小さいサンプルでは Py の磁化が $\mu_0 H$ 方向に飽和しておらず、MSSW と静磁後退体積波の中間モードとなっているものと考えられる。本講演では、マイクロマグネティックシミュレーションの結果から、磁化の向きや、 W_{Py} とスピン波モードの関係について詳細な議論を行う予定である。

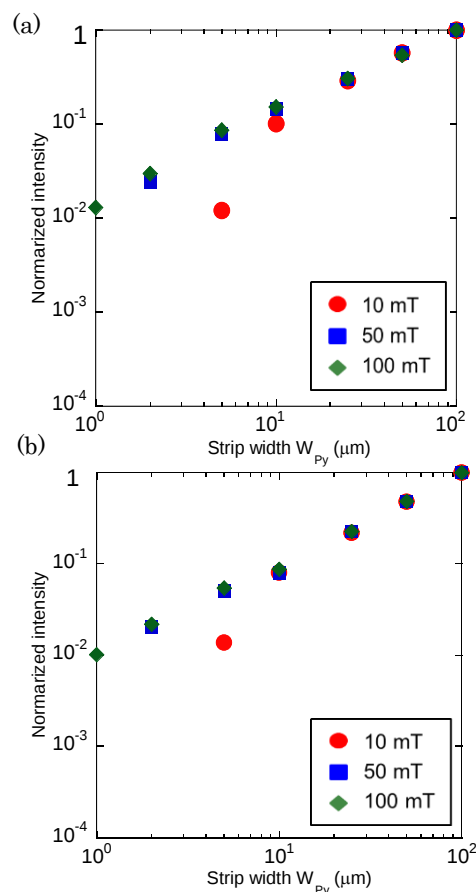


Fig.1 Py width dependence of spin wave intensity with $\mu_0 H = 10, 50$ and 100 mT . (a) and (b) show the experimental and calculated results, respectively.

参考文献

- [1] M. Nakayama, T. Manago *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys, **54**, 083002 (2015).
- [2] M. Ota, K. Yamanoi, S. Kasai, S. Mitani, and T. Manago, Jpn. J. Appl. Phys, **54**, 113001 (2015).
- [3] R. Akamatsu, T. Manago *et al.*, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会