

NiFe 細線におけるスピン波干渉の Brillouin 散乱分光測定

佐藤奈々*, 関口康爾*,**

(* 慶大理工, **JST さきがけ)

Brillouin light scattering spectroscopy of spin wave interference in a NiFe wire

N. Sato* and K. Sekiguchi*,**

(*Keio Univ., **JST-PRESTO)

1. はじめに

近年、スピン波を利用した論理演算回路が提案され¹⁾、スピン波干渉が注目を集めている²⁾。集積回路への応用を考慮すると試料を微小化する必要があるが、試料線幅とスピン波波長が同程度になると、線幅方向の波数量子化に代表されるエッジ効果が大きな寄与を示すと考えられる。そこで本研究では、細線試料におけるスピン波干渉を詳細に調べた。

2. 実験方法

Fig. 1(a) に試料の原子間力顕微鏡像を示す。Si 基板上に膜厚 35 nm、線幅 $w = 2.5 \mu\text{m}$ の $\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$ 細線を電子線描画およびリフトオフ法によって加工した。膜厚 40 nm の SiO_2 によって絶縁層を成膜した後、Ti (5 nm)/Au (125 nm) でアンテナ EX1 と EX2 を作製した。 x 方向に 300 Oe の外部磁場を印加した状態で、EX1 と EX2 に周波数 7.13 GHz のマイクロ波を入射し、EX1 と EX2 から互いに逆向きに伝搬するスピン波を励起した。対向するスピン波が干渉したときのスピン波強度分布を micro-Brillouin 散乱 (BLS) 分光法によって測定した³⁾。

3. 実験結果および考察

Fig. 1(b) は BLS 強度の測定結果を示し、白色部分はスピン波強度が強く、黒色部分はスピン波強度が弱いことを表す。図に示すように y 方向に沿って定在波が励起され、BLS 強度の明暗パターンが $1.0 \mu\text{m}$ 間隔で周期的に現れた。分散関係から計算するとスピン波の波数は $3.0 \mu\text{m}^{-1}$ となり、波長は $2.0 \mu\text{m}$ と導出される。定在波の腹と腹の間隔は波長の 2 分の 1 ($= 1.0 \mu\text{m}$) になるので、BLS 強度の明暗パターンが波の強め合い、弱め合いのスピン波干渉に対応することが分かった。 x 方向の BLS 強度は細線の中央部において最大となり、細線エッジ近傍においては BLS 強度が中央部の 25% に低下した。一方、micro magnetics 計算を行なうと、細線エッジでは反磁場が大きいいため磁化が飽和しないことが示された。従って細線試料におけるスピン波干渉では試料内の反磁場による有効幅を考慮する必要があり、線幅 $2.5 \mu\text{m}$ の細線においては有効幅は $w_{\text{eff}} = 2.2 \mu\text{m}$ であることが分かった。

参考文献

- 1) T. Schneider *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 022505 (2008).
- 2) N. Sato *et al.*, Appl. Phys. Express **6**, 063001 (2013).
- 3) P. Pirro *et al.*, Phys. Status Solidi B **248**, 2404 (2011).

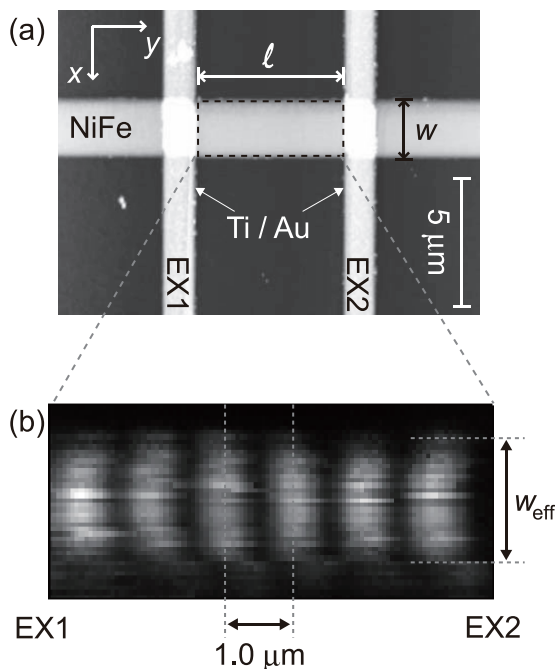


Fig. 1 (a) Atomic force microscope image of the sample. The distance between the antennas (EX1 and EX2) was set to be $l = 5.8 \mu\text{m}$. (b) BLS intensity mapping between the antennas.