

磁壁おけるスピン波伝播の研究

根津昇輝, 関口康爾
(横浜国立大学理工学部)

Study of spin-wave propagation in a magnetic domain wall

S. Nezu and K. Sekiguchi
(Yokohama National Univ.)

1. はじめに

現代の情報化社会では、あらゆる活動が情報システムに依存し、今後ますます増大するであろう膨大なデータを処理する必要がある。エネルギー消費量の増加を防ぐため、超低消費電力の情報デバイスの開発が急務であり、スピン波を超低消費電力な次世代計算機の情報キャリアとして活用するための研究が盛んに行われている。その中の一つとして、磁壁は再構成可能なスピン波導波路として利用できると考えられている¹⁾。本研究では、ナノサイズのスピン波伝播の実験とシミュレーションを行った。

2. 実験方法

Fig. 1 に試料の光学顕微鏡像を示す。熱酸化膜付き Si 基板上に二層構造で試料を作製した。一層目のスピン波導波路は Py ($\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}$) であり、膜厚 40 nm、横幅は 5 μm から 10 μm まで徐々に広がっている楕円のような形状である。二層目のアンテナは Ti (5 nm)/Au (100 nm) である。いずれもレーザーリソグラフィを用いたリフトオフ法によってパターンを形成し、その後、一層目はスパッタリング法、二層目は真空蒸着法により成膜した。磁気光学カー効果顕微鏡を用いた磁区構造の観察や磁壁を伝播するスピン波の電気的検出に先立ち、Fig. 2 に示すように Mumax3 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。Fig. 2 (a) は試料の磁区構造を示しており、形状は長辺 5 μm 、短辺 1 μm 、膜厚 10 nm の Py である。Fig. 2 (b) と Fig. 2 (c) 上の励起点から正弦波の磁場を印加してスピン波を励起した。

3. 結果および考察

試料は Fig. 1 に示すように入力用アンテナと検出用アンテナの間隔が 1 μm から 0.5 μm 間隔で 4.5 μm までのものを作製できた。Fig. 2 (b) と Fig. 2 (c) はスピン波をそれぞれ 1.28 GHz、5.68 GHz で励起したときの磁化の面外成分の様子であり、5.68 GHz のような高い周波数では磁壁だけでなく磁区においてもスピン波が伝播していることから、励起周波数を大きくすると磁区への漏れが大きくなることが分かった。Fig. 3 に励起周波数が 1.28 GHz におけるシミュレーション上でのスピン波の強度分布を示す。半値全幅が約 34 nm の信号となっており、今までに報告されている磁壁の幅と一致していることからスピン波が磁壁内に閉じ込められていることが分かった。

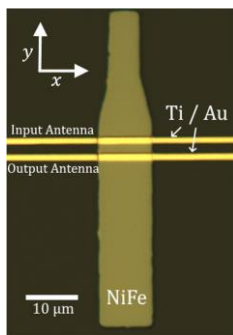


Fig. 1 | OM image of the spin-wave waveguide and the microwave antennas.

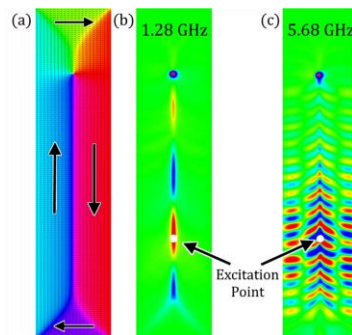


Fig. 2 | Micromagnetic simulation. (a) Magnetic domain of a Py element. Spin-wave was excited at (b) 1.28 GHz or (c) 5.68 GHz at the white dot.

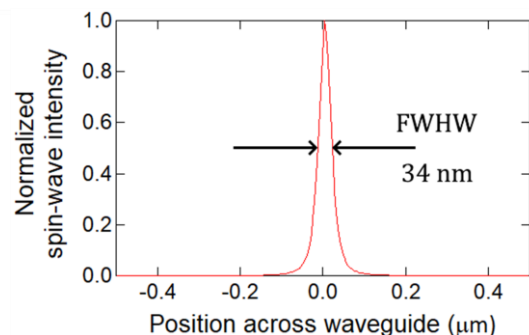


Fig. 3 | Intensity distribution of spin-wave for $f = 1.28$ GHz. The center of the short side of the waveguide is set to be zero.

参考文献

- 1) K. Wagner *et al.*, Nat. Nanotechnol, **11**, 432-436(2016).