

多重マグノニック結晶を用いたスピン波スイッチング

岩場雅司, 藤原早希, 関口康爾
(横浜国立大学理工学部)

Spin-wave switching by a double dynamic magnonic crystal

M. Iwaba, S. Fujiwara, and K. Sekiguchi
(Yokohama National Univ.)

はじめに

磁性材料に存在するスピン波は、新しい低消費電力の情報処理システムの技術基盤として有望視され、近年集中的に研究されている。たとえば、スピン波干渉を用いたデジタル論理回路研究¹⁾や、導波路中で伝搬制御するマグノニック結晶研究があげられる²⁾。マグノニック結晶として、変調磁場を用いた動的マグノニック結晶はスピン波の減衰バンドを作ることができ、CMOS回路のようなトランジスタ機構を作製することが可能である³⁾。本研究では、動的マグノニック結晶を用いたスピン波スイッチングについて研究した。

実験方法

スピン波媒体としてイットリウム鉄ガーネット (Yttrium Iron Garnet: YIG) を使用しており、厚さ 5.1 μm 、幅 1.3 mm である。図 1 に動的マグノニック結晶を用いた実験の試料・基板構成を示す。スピン波はマイクロ波パルスを入力アンテナに投入することで励起し、パルス長は 10 ns とした。出力アンテナによって、スピン波による誘導起電力を検出し、広帯域オシロスコープで測定した。スピン波の励起、検出用のアンテナは、75 μm の幅のアンテナを用いた。アンテナ間距離は 15.5 mm である。変調磁場を発生させるため、メアンダに電流 $I = 0.12\text{ A}$ を流した。外部磁場 $H_{\text{ex}} = 378\text{ Oe}$ を試料長手方向に印加し、スピン波のバックワードモード (Magnetostatic backward volume mode) を発生させた。動的マグノニック結晶であるメアンダ構造は 75 μm と 90 μm の線幅からなり、周期はそれぞれ $n=15$ である。

結果および考察

図 2 に広帯域オシロスコープで観測したスピン波の実時間波形を示す。動的マグノニック結晶であるメアンダに電流を流していないときは、スピン波の最大振幅が 70 μV であった。一方、メアンダに電流 $I = 0.12\text{ A}$ を流して変調磁場を発生させると、スピン波の最大振幅が 55 μV まで減衰した。スピン波波束の振幅が動的マグノニック結晶によって 21% 減衰していることがわかった。周波数スペクトルに対しても、減衰効果を確認することができ、スイッチングの基礎原理が確認できた。

結論

多重動的マグノニック結晶を用いることで、スピン波の減衰が起こることを確認することができた。動的マグノニック結晶による減衰強度を改善することができれば、スピン波伝搬の完全スイッチングを実現することができるため、マグノントランジスタ回路への応用が期待できる。

参考文献

- 1) N. Kanazawa *et al*: Sci. Rep., **7**, 7898(2017).
- 2) K. Sekiguchi: AAPPs Bulletin, **28**, 2 (2018).
- 3) A.V. Chumak *et al*: J. Phys D, **42**, 205005 (2009).

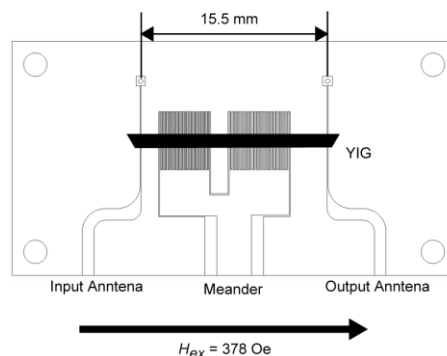


図1 マグノニック結晶基板構成

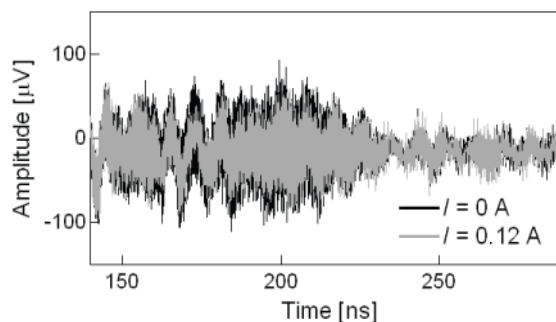


図2 スピン波の実時間波形