

イットリウム鉄ガーネットの格子不整合が及ぼす スピン波伝搬特性への影響

吉本拓矢¹, 後藤太一^{1,2}, 岩本文吾¹, 中村雄一¹, 内田裕久¹,
ロス キャロライン³, 井上光輝¹

(¹豊橋技科大, ²JST さきがけ, ³マサチューセッツ工科大)

Effect of lattice mismatch of yttrium iron garnet films on spin wave propagation properties

Takuya Yoshimoto¹, Taichi Goto^{1,2}, Bungo Iwamoto¹, Yuichi Nakamura¹,

Hironaga Uchida¹, Caroline A. Ross³, Mitsuteru Inoue¹

(¹Toyohashi Univ. of Tech., ²JST PRESTO, ³MIT)

研究背景

磁化の歳差運動が位相差を持って伝搬するスピン波 (SW) は、低発熱な情報キャリアとして注目を集めている^[1]。近年、イットリウム鉄ガーネット (YIG) 中を伝搬する前進体積 (FV) SW の干渉を用いた論理素子が報告された^[2,3]。SW の分散関係は膜厚依存性を持ち、磁性体の膜厚が薄いほど波長の短い SW が効率的に伝搬できるため、SW 集積回路の実現に向けて、薄膜導波路を用いた素子の開発が望まれている。しかし、磁性体を薄膜化すると膜面直方向の反磁界が強くなり、FV SW の励起に必要な磁界が大きくなるため、素子全体の小型化が困難となる。本研究では、異なる格子定数を持つ3つのガーネット基板に、YIG 薄膜を形成し、格子不整合に起因する応力磁気異方性を利用して、FV SW 励起に必要な磁界の低減を試みた。

実験方法

パルスレーザ堆積法 (PLD) を用いて、ガドリニウムガリウムガーネット (GGG), 希土類置換型 GGG (SGGG), ネオジウムガリウムガーネット (NGG) 基板に、膜厚約 100 nm の YIG 薄膜を形成した。FV SW の伝搬特性を評価するため、作製した YIG 薄膜上に電子線描画を用いて、電極間距離 64 μm のコプレーナ導波路 (CPW) 対を形成し、マイクロプローブを用いてネットワークアナライザと接続して、透過利得を測定した。

実験結果

SW 伝搬スペクトルの測定結果を Fig. 1 に示す。印加磁界の変化に応じて、周波数がシフトする FV SW の信号が確認できた。FV SW の信号と横軸の交点が FV SW の励起に必要な最低の磁界を表しており、NGG/YIG, SGGG/YIG, GGG/YIG の順に値が大きくなった。各基板の格子定数は NGG/YIG, SGGG/YIG, GGG/YIG の順に小さく、YIG が負の磁歪定数を持つことから、NGG 上の YIG が最も大きく歪み、その結果導入された磁気異方性によって、面直方向に磁化しやすくなったと考えられる。また、Fig.1 中にオレンジ色の直線で示した、磁気異方性を考慮した FV SW の分散関係の計算結果は、GGG/YIG, SGGG/YIG のスピン波伝搬特性と良く一致していた。以上の結果より、応力磁気異方性の変化によって、FV SW の励起に必要な磁界を低減できた。

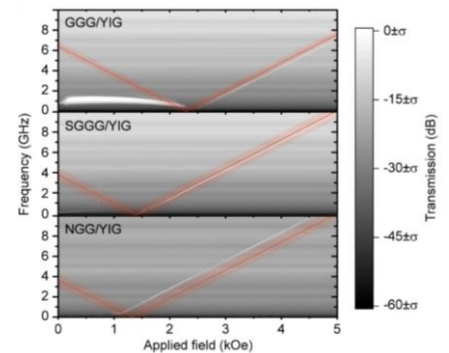


Fig.1 Spin wave propagation properties of YIG films on three garnet substrates.

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 26220902, 15H02240, 16H04329, 17K19029, JST さきがけ, 頭脳循環を加速する戦略的国際研究ネットワーク推進プログラム, 矢崎科学技術振興記念財団の助成を受けて行われた。

参考文献

- 1) A. V. Chumak *et al.*, Nat. Phys. **11**, 453-461 (2015).
- 2) N. Kanazawa *et al.*, Sci. Rep. **6**, 30268 (2016).
- 3) N. Kanazawa *et al.*, Sci. Rep. **7**, 7898 (2017).