

## イットリウム鉄ガーネットを用いた 三端子スピン波位相干渉素子の励磁場安定性の向上

金澤直輝<sup>1</sup>, 後藤太一<sup>1,2</sup>, 高木宏幸<sup>1</sup>, 中村雄一<sup>1</sup>, ロス キャロライン<sup>3</sup>,  
グラノフスキー アレクサンダー<sup>4</sup>, 関口康爾<sup>2,5</sup>, 井上光輝<sup>1</sup>  
(<sup>1</sup>豊橋技科大, <sup>2</sup>JST さきがけ, <sup>3</sup>マサチューセッツ工科大, <sup>4</sup>モスクワ大, <sup>5</sup>慶応大)

Development of magnetically stable spin-wave interferometer using yttrium iron garnet  
N. Kanazawa<sup>1</sup>, T. Goto<sup>1,2</sup>, H. Takagi<sup>1</sup>, Y. Nakamura<sup>1</sup>, C. A. Ross<sup>3</sup>, A. B. Granovsky<sup>4</sup>, K. Sekiguchi<sup>2,5</sup>, M. Inoue<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>Toyohashi Univ. of Tech., <sup>2</sup>JST PRESTO, <sup>3</sup>MIT, <sup>4</sup>Moscow State Univ., <sup>5</sup>Keio Univ.)

### はじめに

スピン波は、原理的に膜厚を制御することで波長を数十ナノメートルにまで短縮可能で、微細な位相干渉ロジック回路が作製可能と考えられており、これまでの CMOS を用いた演算素子のデザインルールに縛られない素子の開発が期待されている。特に、集積化の観点から、面内異方性の小さい前進体積波モードのスピン波を用いる事が望まれており、我々は、反射波による不要な共振を抑圧する為、導波路端部に吸収体として金を堆積させる手法を提案した<sup>1)</sup>。本稿では、これをデバイス設計に反映する為、その効果や設計手法に関して詳細に解析し、磁場外乱中においても極めて安定性よく干渉状態を維持できる干渉器を作製した。

### 実験方法

導波路として、長さ 16 mm、幅 1 mm、膜厚 18  $\mu\text{m}$  のイットリウム鉄ガーネット (YIG) 膜を利用する。静磁近似を基に、表面に金を形成した際の分散関係を導出し、その膜厚依存性や周波数依存性を調べた。また、有限要素解析により、導波路構造を用意し、吸収体に適した金薄膜の構造を検証した。これに基づき、実際に導波路を加工し、導波路表面に RF マグネトロンスパッタ法を用いて吸収体となる金を堆積させた。これを誘電体基板上に形成された励起回路に設置し、3035–3065 Oe の励磁場を膜面に垂直に印加した。信号発生器により周波数 4 GHz の正弦波信号を、Fig. 1 の EX1 端子と EX2 端子に入力した。EX1 端子に入力する信号の位相を、位相器によって EX2 信号との位相差が同相 ( $0^\circ$ , ON 状態) および逆相 ( $180^\circ$ , OFF 状態) となるように調整し、磁場依存性を測定した。

### 実験結果

数値解析の結果、導波路表面の金膜厚が 30 nm まで薄くなると、材料のダンピング定数によらず、損失の大きな波が伝送する事が判明した。有限要素解析により、これを吸収体として端部に適用する事で、従来の導波路 (Fig.1a) と比較して、動作周波数近傍で選択的に反射波が抑圧され、安定した位相面が得られる事が分かった (Fig. 1b)。この結果を基に、実際に加工した導波路を用いて、位相干渉実験を行った結果、実環境を想定した 30 Oe 以上の励磁場の外乱中でも、13 dB 以上の高い ON 状態と OFF 状態の比を保持できる事を実証した。これにより、面内等方性の高い前進体積波を用いた場合でも、極めて安定した論理状態が表現できる事が分かった。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 若手研究 (A) No. 26706009, 挑戦的萌芽研究 No. 26600043, 科研費基盤研究 (S) No. 26220902 の助成を受けて行われた。

### 参考文献

1) 後藤 太一 他, 第 39 回日本磁気学会学術講演会, 名古屋, 9pD-1 (2015)

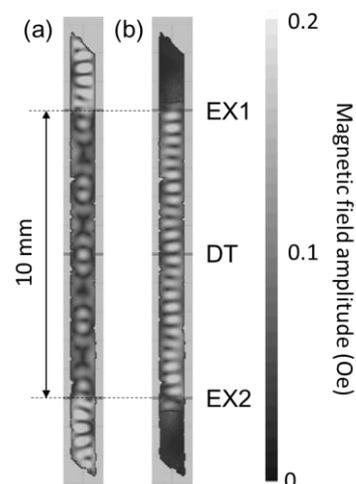


Fig. 1 Simulated spin wave distribution in three-port interferometers (a) without and (b) with Au coating at the edge. EX1 and EX2 ports excite spin waves, and DT port detects the resulting spin wave. Brighter region shows stronger excitation.