YIG 微細構造におけるスピン波の空間分布

Spatial distribution of spin waves in micro-sized YIG thin films

横浜国大院 [1],○(M2) 和田 昌樹 [1],(M1) 根津 昇輝 [1],(D1) 岩場 雅司 [1],(M2) 藤原 早希 [1], 関口 康爾 [1]
Yokohama Nat. Univ.[1], ○M. Wada[1], S. Nezu[1], M. Iwaba [1], S. Fujiwara[1] and K. Sekiguchi[1]
E-mail: wada-masaki-xg@ynu.jp

1. はじめに

超低消費電力な次世代情報処理技術として期待されるスピン波デバイスについて様々な研究がなされている [1]。スピン波デバイスの実用化には、導波路の微細化や微細構造におけるスピン波の空間分布の解明が不可欠である。今回、我々はスパッタリングにより成膜したイットリウム・鉄・ガーネット (YIG) 薄膜を微細化し、ベクトルネットワークアナライザ (VNA) と micro ブリルアン散乱 (μBLS) 分光測定法を用いて YIG 微細構造におけるスピン波の伝搬と空間分布を明らかにした。

2. 実験方法

RF マグネトロンスパッタリング法を用いて、ガドリニウム・ガリウム・ガーネット（GGG）基板上に YIG(50 nm) を成膜し 800 ℃で 5 時間アニール処理をした。その後、Ar イオンミリングにより 50 μm 幅の細線に微細化し、励起・検出アンテナは蒸着を用いたリフトオフプロセスによって作製した（Fig. 1）。YIG 細線幅方向に磁場を印加しアンテナに高周波電流を流すことで静磁表面スピン波 (MSSW) を励起し、VNA と μBLS 分光法によりスピン波信号を検出した。

3. 結果および考察

スパッタにより成膜した YIG 薄膜 (50 nm) の減衰定数 α は 1.3×10^{-3} であった。Fig. 2 は Fig. 1 に示す幅 50 μm の微細素子において VNA により測定した透過スペクトル ΔS_{21} であり、アンテナ間距離 20 μm にわたって伝搬した MSSW の信号を電気的に検出できている。Fig. 3(a) は μBLS 分光法の測定から得た YIG 導波路中におけるスピン波の空間マップである。この結果からスピン波がアンテナ中心から約 6 μm 離れた位置で励起されていることが明らかになった。また、Fig. 3(b) で $I = A_0\exp(-\frac{2y}{\lambda})$ の関係から試料における MSSW の減衰長は 5.38 μm であった。

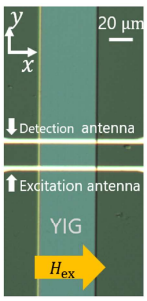

Fig. 1: Optical micrograph of the spin-wave waveguide and the microwave antennas.

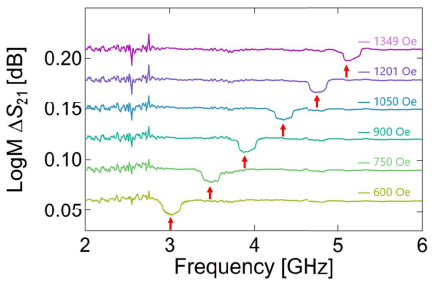

Fig. 2: Transmission spectra ΔS_{21} at different external magnetic fields.The red arrows show the spin-wave signals at each bias magnetic field.

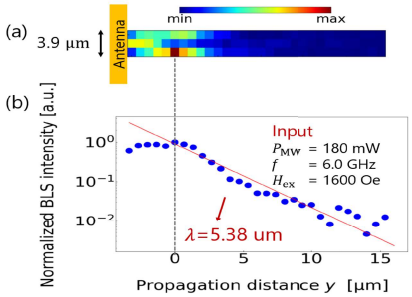

Fig. 3: (a) Space-resolved μBLS intensity mapping. (b) Corresponding BLS intensity integrated in the part of 3.9 μm-width in the 50 μm-width YIG waveguide.

References

[1] A. Chumak, A. Serga, B. Hillebrands: Nat. Commun., 5, 4700 (2014).

© 2022年 応用物理学会