

課題番号 : F-21-UT-0020
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Y₃Fe₅O₁₂微細構造を用いたスピン波周波数分割多重化デバイス
 Program Title (English) : Spin wave based frequency division multiplexing device using micro-structured Y₃Fe₅O₁₂ thin films
 利用者名(日本語) : Md. S. Sarker, 寺尾健裕, 安藤幾哉, S. Tang, C. Zang, W. Zhang, 下田優太, 杉本雛乃, 矢野泰生, 山原弘靖, 田畑仁
 Username (English) : Md. S. Sarker, K. Terao, K. Nishimura, I. Ando, S. Tang, C. Zang, W. Zhang, Y. Shimoda, H. Sugimoto, Y. Yano, H. Yamahara, H. Tabata
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学研究科
 Affiliation (English) : Grad. Sch. Eng., Univ. Tokyo
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、スピン波、スピントロニクス

1. 概要(Summary)

電荷の移動を伴わないスピン波(Spin Wave: SW)は超低消費電力の情報伝送と位相情報を利用した論理演算を可能とするため、新たな情報媒体として応用が期待されている。本研究ではスピン波の位相情報を用いた並列情報処理に向けて、スピン波周波数分割多重化デバイスの作製と評価結果を報告する。スピン波伝搬材料には優れたダンピング定数を示すイットリウム鉄ガーネット(Y₃Fe₅O₁₂, YIG)を用いた。YIG 微細構造の形状に依存して、形状異方性による反磁場($H_d = 4\pi M_s t/w$, t , w はそれぞれ膜厚、線幅)によってスピン波の共鳴周波数が変化する。そこで複数の異なる微細構造の YIG 薄膜をスピン波導波路として用いることで、複数の周波数帯のスピン波信号を同時に伝搬することが可能になる。スピン波の励起と検出にはコプレーナ線路(CPW)を用いた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、高速大面積電子線描画装置、超高速大面積電子線描画装置、電子顕微鏡、汎用平行平板 RIE 装置、汎用 ICP エッチング装置、8 インチ汎用スパッタ装置、形状・膜厚・電気特性評価装置群

【実験方法】

YIG 単結晶薄膜はパルスレーザー堆積法でガーネット基板(Gd₃Ga₅O₁₂; GGG)上に作製した。YIG 導波路と CPW はレーザー直接描画装置によるリソグラフィによって作製し、それぞれ熱リン酸によるウェットエッチングとスパッタ法による Au 薄膜堆積後のリフトオフによって得た。スピン波の検出にあたっては、ベクトルネットワークアナライザ(VNA)を接続し、外部磁場印加条件下で S パラメータを

計測した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1(a)に作製した多重通信デバイスの顕微鏡画像を示す。3つの YIG 導波路の線幅はそれぞれ 10, 20, 100 μm とした。Figure 1(b)は VNA により計測したスピン波伝搬(S_{21})を示す。1.98, 2.11, 2.18 GHz の周波数でスピン波の伝搬が見られ、それぞれ 10, 20, 100 μm 幅の導波路に起因する。以上の結果、並列情報処理に向けたスピン波周波数分割多重化デバイスの動作が実証された。

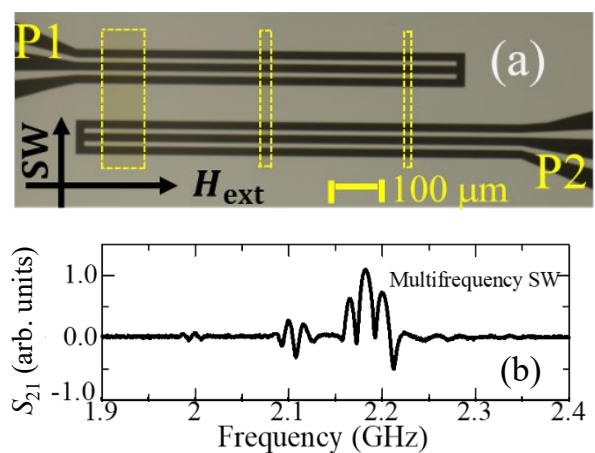


Figure 1(a) Optical image of multichannel SW device. The dotted yellow squares indicate YIG waveguides. (b) Transmitted SW signal (S_{21}) for multichannel device.

4. その他・特記事項(Others) なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) Md S. Sarker et al., IEEE Trans. Mag., (2021), DOI: 10.1109/TMAG.2021.3087812.

(2) S. Tang et al., Appl. Phys. Lett., 119 082402 (2021)

6. 関連特許(Patent) なし