

課題番号 : F-20-UT-0028
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : Pt/Y₃Fe₅O₁₂ ヘテロ構造におけるスピン波伝搬の電流制御
 Program Title (English) : Current-controlled spin wave propagation in Pt/Y₃Fe₅O₁₂ heterostructure
 利用者名(日本語) : S. Md. Shamim, 関祐一, 寺尾健裕, 安藤幾哉, C. Zang, B. Zhang, 下田優太, 杉本雛乃, 中村駿平, 矢野泰生, 山原弘靖, 田畑仁
 Username (English) : S. Md. Shamim, Y. Seki, K. Terao, I. Ando, C. Zang, B. Zhang, Y. Shimoda, H. Sugimoto, S. Nakamura, Y. Yano, H. Yamahara, H. Tabata
 所属名(日本語) : 東京大学大学院工学系研究科
 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、ライフサイエンス、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その応用が期待されている。イットリウム鉄ガーネット(Y₃Fe₅O₁₂; YIG)は優れたスピンダンピング定数を示すため、これをスピン波伝搬媒体として用いたスピン波干渉型論理演算素子が報告されている。一対のコプレーナ線路(CPW)によってスピン波の励起と検出が可能になる一方、近年、外場によるスピン波変調が注目され、精力的な研究がなされている。本研究では CPW 間に設置した Pt 電極において電流による局所加熱を実施し、それに伴うスピン波変調について報告する

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。マイクロサイズの CPW(電極線幅 10 μm、信号線間距離 145 μm)を高速大面積電子線描画装置及びレーザー直接描画装置によるリソグラフィとスパッタ法による Au 薄膜堆積(厚み 100 nm)によって作製した。同様に CPW 間に矩形の電極(幅 85 μm、厚み 90 nm)を Pt で作製した(Fig. 1)。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)

Fig. 2 にスピン波伝搬を示す Re(S₂₁)の測定結果を示す。Pt に電流印加(J_{dc}=21×10⁹ A/m²)をすることでスピン波伝搬路を局所加熱し、YIG の磁化変化に伴うスピン波周波数の変調(1.96→1.75 GHz)を実現した。さらに局所加熱によってスピン波信号強度が減衰することを見出し、マグノン散乱が寄与していると考えられる。これらの成果はマグノン FET を始めとするスピン波素子に必要なスピン波変調技術に有用であることを示している。

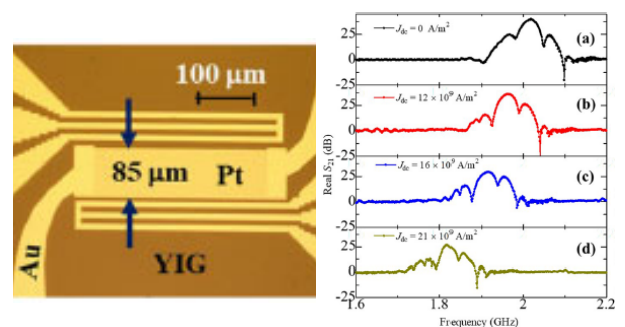


Fig. 1(left). Optical image of spin wave device with a dynamic control arrangement.

Fig. 2(right). Re(S₂₁) spectra of Pt/YIG bilayer device for (a) J_{dc}=0, (b) 12×10⁹, (c) 16×10⁹ (d) 21×10⁹ A/m²

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Md. S. Sarker, H. Yamahara, H. Tabata, AIP Advances, 10, 015015, (2020).
- (2) H. Yamahara, M. Seki, H. Tabata, J. Magn. Magn. Mater. 501, 166437, (2020).
- (3) Md. S. Sarker, H. Yamahara, H. Tabata, Appl. Phys. Lett., 117, 152403, (2020).

6. 関連特許(Patent)

なし。