

課題番号 : F-21-YA-0008
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名(日本語) : ガーネット材を用いたスピン流デバイスの開発
 Program Title (English) : Development of spin-current devices using garnets
 利用者名(日本語) : Medwal Rohit¹⁾, Rajdeep Singh Rawat¹⁾, 福間康裕²⁾
 Username (English) : R. Medwal¹⁾, R. S. Rawat¹⁾, Y. Fukuma²⁾
 所属名(日本語) : 1)南洋理工大学国立教育研究院, 2)九州工業大学大学院情報工学院
 Affiliation (English) : 1)Nanyang Technological University, National Institute of Education,
 2)Graduate School of Computer Science and System Engineering, Kyushu
 Institute of Technology
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、スピントロニクス

1. 概要(Summary)

角運動量の流れであるスピン流は、電荷の流れである電流とは本質的に異なるものであり(例えば、ジュール損失がない)、新しいエネルギーや情報の伝送媒体として有望である。そのスピン流を生成する手法として、強磁性体を励起して強磁性共鳴やマグノンを生じ、隣接する非磁性体材料へとスピンプンピングする手法が知られている。ガーネットは強磁性共鳴時における減衰定数が小さく、効率的なスピンプンピング材料として有望である。そこで本研究では、高品質なガーネットである $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) 薄膜の作製および評価を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

UHV10 元スパッタ装置、電子線描画装置 (50kV)、マスクレス露光装置、ECR エッチング装置、触針式表面形状測定装置

【実験方法】

ガーネット薄膜を UHV10 元スパッタ装置にて $Gd_3Ga_5O_{12}$ (GGG) 基板上に YIG 膜を作製した。その後、強磁性共鳴を測定するために、マスクレス露光装置により線幅 $10 \mu m$ 、長さ $1 mm$ の細線パターンをレジストへと転写し、ECR エッチング装置にて Ar イオンミリングを行った。その後、リフトオフ法にて Cu 電極を作製するために、レジストパターン+銅薄膜の形成を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

異なる面方位をもつ GGG 基板(001, 011, 111) 薄膜試料を作製した。高分解能断面電子顕微鏡測定により、基板の面方位に合わせて YIG が成長していることがわかった Fig. 1 に、それら試料の強磁性共鳴測定結果を示す。薄膜の格子歪により磁気異方性に変化して、共鳴磁場

H_{res} が変化している。また、磁気異方性の小さな(111)試料はマグノン生成が抑制され、小さな減衰定数をもつことが分かった。

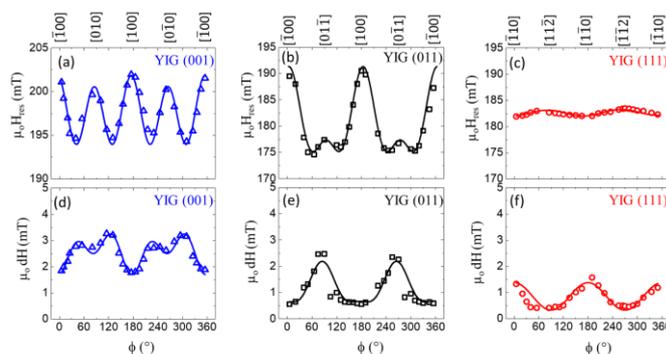


Fig. 1 Ferromagnetic resonant field H_{res} and linewidth dH as a function of in-plane angle Φ .

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) R. Medwal et al, "Facet controlled anisotropic magnons in $Y_3Fe_5O_{12}$ thin films", Applied Physics Letters, vol. 119, 162403 (2021).
- (2) E. Tyukalova et al, "Challenges and applications to operando and in situ TEM imaging and spectroscopic capabilities in a cryogenic temperature range", Accounts of Chemical Research, vol. 54, 3125 (2021).
- (3) U. Shashank et al, "Highly dose dependent damping-like spin-orbit torque efficiency in O-implanted Pt", Applied Physics Letters, vol. 118, 252406 (2021).

6. 関連特許(Patent)

なし。