

課題番号 : F-20-YA-0019  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : ガーネット薄膜のパターニング及び断面 TEM による評価  
Program Title (English) : Patterning and TEM measurement of garnet films  
利用者名(日本語) : 石橋隆幸  
Username (English) : T. Ishibashi  
所属名(日本語) : 長岡技術科学大学  
Affiliation (English) : Nagaoka University of Technology  
キーワード/Keyword : 磁性ガーネット、磁気光学効果、膜加工・エッチング、形状・形態観察

## 1. 概要(Summary)

ビスマス置換ガーネットは、大きな磁気光学効果を有することから、光アイソレーターや 3D ディスプレイなどへの応用が期待されている。それらの応用を実現するためには、薄膜作製技術とデバイス作製技術が必要不可欠である。本研究では、光誘起結晶化(光 MOD)法を用いたビスマス置換ガーネットの低温成膜における結晶化過程の観察を透過型電子顕微鏡を用いて行った。また、スピントルク磁化反転素子の基礎研究のために、有機金属分解(MOD)法で作製した磁性ガーネットを用いたデバイスの作製を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

UHV 多元スパッタ薄膜形成装置  
マスクレス露光装置

### 【実験方法】

$\text{Nd}_{3-x}\text{Bi}_x\text{Fe}_{5-y}\text{Ga}_y\text{O}_{12}$ (Bi,Ga:NIG)薄膜を  $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (GGG)基板上に光 MOD 法により作製した。レーザー照射による結晶化過程を調べるため、照射時間を変えた試料について、断面TEM観察を行った。また、スピントルク磁化反転素子作製のため、 $\text{Y}_3\text{Fe}_4\text{Ga}_y\text{O}_{12}$ (Ga:YIG)を有機金属分解法により作製し、Pt 電極の形成及びパターニングを行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に光 MOD 法で作製した Bi,Ga:NIG 薄膜の断面 TEM 像を示す。GGG 基板上に、膜厚が約 30 nm の結晶粒が形成されているのが観察された。これらの結晶粒は、回折パターンの観察により、GGG と同じ結晶構造で同じ方向に配向していることが明らかに

なった。この結果は、X 線回折測定および磁気光学測定の結果と一致する。さらに、レーザー照射時間依存性の測定から、正味のレーザー照射時間が 100  $\mu\text{s}$  以下ですでに結晶化が始まっていることが明らかになった。

Pt/Ga:YIG 構造に関しては、Pt の抵抗測定を行った結果、ガーネットの磁気特性を反映した磁気抵抗値の変化を確認することに成功した。

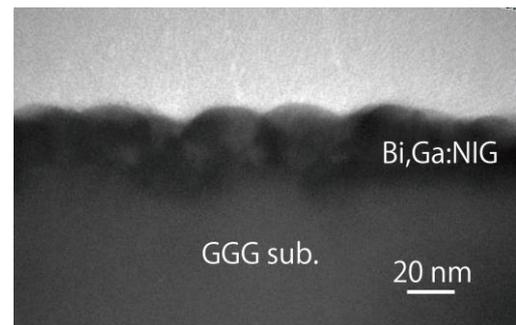


Fig. 1 TEM image of Bi,Ga:NIG thin film prepared by MOD method

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- ・相場他、光 MOD 法を用いた Bi 置換ネオジム鉄ガーネット薄膜の結晶化プロセスの評価、日本電子材料技術協会第 57 回秋季講演大会、P8、2020 年 12 月 4 日
- ・K. Aoshima et al., Spin-Hall magneto-resistance in Pt/Ga:YIG prepared by the metallic organic decomposition method, Joint European Magnetic Symposia, 3744, Dec. 10.

## 6. 関連特許(Patent)

なし