

課題番号 : F-16-BA-0051  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名(日本語) : 透明磁性誘電体の収束イオンビーム装置(FIB)による周期的微細穴加工  
Program Title (English) : Periodically nano-hole boring on transparent magnetic dielectric using FIB  
利用者名(日本語) : 東海林 篤  
Username (English) : A. Syouji  
所属名(日本語) : 山梨大学クリスタル科学研究センター  
Affiliation (English) : Center for crystal science and technology, University of Yamanashi

## 1. 概要(Summary)

透明な磁性誘電体であるセリウム置換イットリウム鉄ガーネット( $\text{CeY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ )は900nm付近を中心に強い磁気光学効果を示す。磁気光学効果は物質の持つ誘電率テンソルの非対角成分が有限の値を持つことに起因し、入射した光の電界の方向と比較して回転した光誘起分極が生じることで発現する。本研究はこの光誘起分極が回転した方位へ光を放射することを利用し、外部磁場によって光の伝搬を制御することを狙う。具体的には  $\text{CeY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  の膜に対し、FIB-SEM を用いて微小な周期的穴加工を施すことでフォトニック結晶とし、入射した光の伝搬方向の磁場依存性を観測することで実証する計画である。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

・FIB-SEM (FEI 社, Helios NanoLab 600i)

### 【実験方法】

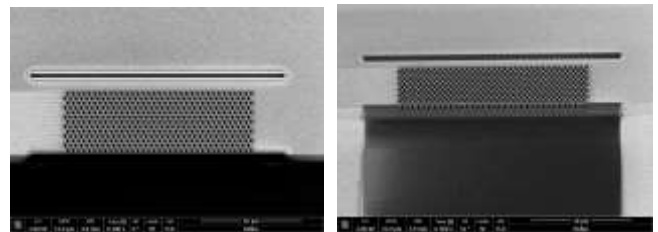
本研究では有機金属分解法(MOD法)を用いることで1  $\mu\text{m}$  厚の膜状の  $\text{CeY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  を置換型ガドリニウムガリウムガーネット(SGGG)の上に形成し、これに周期的微細穴加工を施すことでフォトニック結晶とした。フォトニック結晶の穴径と周期の決定には試料の誘電率の値が必要であるが、 $\text{CeY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  はバルク結晶を作るのが困難であることから、これまで誘電率の測定が行われたという報告はされていない。そこで昨年までは作製した薄膜における暫定的な誘電率の測定を行い、その値を基に物質材料研究機構において微細加工によるフォトニック結晶の作製を行った。ここで穴ピッチを 0.62  $\mu\text{m}$  とした。さらに作製した試料に対し、光の伝搬制御の測定を行うべく印加磁場を時間的周期的に変えつつ、且つ入射する光の波長を様々に変えながら散乱光の位置測定を行ったところ、フォトニックバンド構造の  $\Gamma$  点におけるバンドが縮退する波長において光の伝搬方向が磁場に依存して変化する様子

が観測された。ただしこの波長は  $\text{CeY}_2\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  の磁気光学効果が最大になる波長(900nm)とは大きくずれていることから、より強い効果を望むためにより詳細な誘電率測定と、より細かいフォトニック構造の作製が必要であった。

本研究では誘電率の測定をさらにすすめ、穴のピッチを 0.55  $\mu\text{m}$  に変更したフォトニック結晶の作製を依頼した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

依頼した加工はまだ完了していないが、現在加工中の試料の電子顕微鏡(SEM)画像を下記に示す。



SEM image (tilt 0°)

SEM image (tilt 52°)

とても良い加工が得られており、試料として期待できる。今後はこの試料に対して光学測定を行い、磁性フォトニック結晶による光の伝搬方向制御の実証を進めて行く予定である。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。