

利用課題番号 : F-13-NM-0007  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名 (日本語) : FIB 加工による磁性フォトニック結晶の作製  
Program Title (English) : Fabrication of magneto-photonic crystal utilizing FIB system  
利用者名 (日本語) : 東海林 篤  
Username (English) : Atsushi Syouji  
所属名 (日本語) : 山梨大学 医学工学総合研究部  
Affiliation (English) : Yamanashi University

## 1. 概要 (Summary) :

昨年に引き続き、磁性フォトニック結晶作製のための FIB 加工を依頼した。昨年度はビスマス置換イットリウム鉄ガーネットを用いていたが、本年度は光の透過率が高く、且つ加工が容易な長波長において磁気光学効果が高くなるセリウム置換イットリウム鉄ガーネットへ変更することにより、より一層大きな磁気光学効果の発現を狙った。

加工は、FIB 装置によって基材に穴を空ける手法を採用し、バンド計算から期待されるバンドギャップが磁気光学効果の高くなるエネルギー位置へ一致させるための穴の大きさと間隔を指定。加工を依頼した。

## 2. 実験 (Experimental) :

### 【利用した主な装置】

FIB-SEM ダブルビーム装置

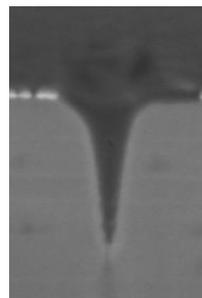
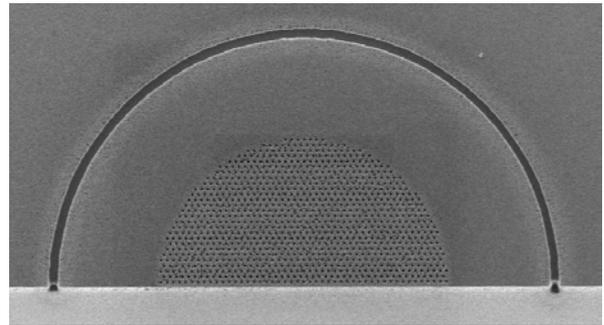
### 【実験方法】

予め置換型ガドリニウムガリウムガーネット (SGGG) 基板の上に MOD 法で  $1\mu\text{m}$  程度の厚さに成膜したセリウム置換イットリウム鉄ガーネット膜に対し、FIB 装置を使って直径  $220\text{nm}$ 、深さ  $1\mu\text{m}$ 、間隔  $350\text{nm}$  で周期的、三角格子状に穴を空けた。穴の数は  $20$  列 $\times$  $20$  行である。また穴の集合体の周りには半径  $14\mu\text{m}$  の円弧状に幅  $0.5\mu\text{m}$ 、深さ  $0.5\mu\text{m}$  の溝を掘り、光の散乱方向の変化を観察するための窓とした。尚、研究の後半では穴の集合体の全体の大きさを半径  $8\mu\text{m}$  の半円に変更した。

予め磁性膜に白金の膜を  $10\text{nm}$  の厚さでスパッタした後 Ag ペーストでサンプルホルダに固定。 $1\text{pixel}(25\text{nm}$  角)、加速電圧  $30\text{kV}$ 、ビーム電流値  $73\text{pA}$ 、Dose 量  $2,3,4\times 10^{19}\text{ion/cm}^2$ での加工を行った。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

加工結果の SEM 画像を以下に示す。



加工の結果は、装置の限界から穴の大きさと深さを共に両立させることが出来ず、期待していた円柱型の穴とはならず、左の断面図に示すような円錐状の穴の空いたフォトニック結晶となった。しかし、磁場を印加しつつ光を入射したところ、期待通りの効果が現れた。FIB 加工によるフォトニック結晶作製は、小さな領域でも効果の現れるような原理検証には使えるようである。

## 4. その他・特記事項 (Others) :

最終的な理想的なフォトニック結晶の作製のためには FIB 加工よりも他の加工法、或いは予めシリコンに作ったパターンを転写する手法がよいと考えられる。

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

なし

## 6. 関連特許 (Patent) :

なし