

※課題番号 : F-12-NM-0045
※支援課題名 (日本語) : FIB を用いた二次元フォトニック結晶の作成
※Program Title (in English) : Fabrication of 2-dimensional photonic crystal utilizing FIB
※利用者名 (日本語) : 東海林 篤
※Username (in English) : Atsushi Syouji
※所属名 (日本語) : 山梨大学
※Affiliation (in English) : University of Yamanashi

※概要 (Summary) :

ビスマス添加イットリウム鉄ガーネット(Bi:YIG)を用いた二次元フォトニック結晶の作成相談、機器利用及び作成の技術補助をしていただいた。フォトニック結晶の作成手法には種々あるが、本材質に適合できると思われる手法としてレジストモールド法と FIB を用いた微細加工を試みた。レジストモールド法では Bi:YIG の基となる有機金属の有機溶剤液(MOD 液)がレジストとほぼ同じ性質を持つため上手くエッチングできずこの手法は不適と判断。FIB による加工ではかなり良好な微細加工が可能であった。

※実験 (Experimental) :

レジストモールド法

【利用した主な装置】

- ・電子ビーム描画装置
- ・走査電子顕微鏡

【実験方法】

Si 基板の上にレジストを塗布 (厚さ $1.4\mu\text{m}$) し、電子線で直径 265nm 、間隔 500nm 、深さ $1.4\mu\text{m}$ の穴を $150\mu\text{m} \times 600\mu\text{m}$ 領域に三角格子状に空け、レジストの型とした。得られた型に MOD 液を塗布し乾燥。その後レジストを除去し MOD のネガ体を得る目的でエッチングを行った。

FIB を用いた微細加工法

【利用した主な装置】

- ・ FIB-SEM ダブルビーム装置
- ・ Pt スパッタコータ

【実験方法】

GGG 基板の上に MOD 液を塗布し仮焼成することにより Bi:YIG の前駆体 (厚さ $1\mu\text{m}$) を得た。この Bi:YIG 前駆体は絶縁体であるからスパッタ装置を用いて Pt をコート、さらに FIB 装置を用いてこの前

駆体に深さ $1\mu\text{m}$ 、間隔 500nm 、直径 250nm の穴を 10 列 \times 10 列で正方格子状に空けた。さらにこの試料を焼成することにより穴の開いた Bi:YIG 製のフォトニック結晶を得た。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

レジストモールド法

エッチングによりレジストのみを取り除くことは出来ず MOD 液部分もエッチングされた。その理由は MOD 液が有機化合物であり、レジストも有機化合物であるためと考えられる。通常レジストモールド法では無機材料を残してレジストのみをエッチングするのであるが、MOD 液は分解する温度が 300°C 程度と高く、焼成処理により無機物化を行うことが出来なかったためである。

FIB を用いた微細加工法

FIB による穴の加工は良好であり、またその後の焼成による形状の劣化は認められなかった。ただ残念ながら導電性を持たせるためにコートした Pt のせいにより得られた試料が磁性を持っているか否かの判断は確認できていない。機械的な加工であれば Bi:YIG の結晶化には影響がないが、FIB 加工では Ga 原子をぶつけて加工するという都合上、Ga が試料内部に入り込むため結晶化を妨げる恐れが危惧されている。

※その他・特記事項 (Others) :

今後 Pt のコートではなくカーボンをコートした FIB 加工を行い、磁気光学効果について調査する。また Bi ではなくセリウムドープ型の試料の作成を予定している。