

課題番号 : F-21-NM-0011
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : フォトニック結晶のための EB・RIE による石英微細加工および多層膜成膜
Program Title (English) : Glass microfabrication and multilayer deposition by EB and RIE for photonic crystals
利用者名(日本語) : 篠田一馬
Username (English) : K. Shinoda
所属名(日本語) : 宇都宮大学工学部基盤工学科
Affiliation (English) : Department of Fundamental Engineering, School of Engineering, Utsunomiya University
キーワード/Keyword : フォトニクス, 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

1. 概要(Summary)

分光と偏光の同時撮影を目的としたカメラ開発のため、 $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 多層膜のナノ構造体によるフィルタを作成する [1, 2]。本年度は、本施設にて電子線 (EB) リソグラフィおよび反応性イオンエッチング (RIE) 装置にて、石英基板表面に微細格子構造を形成した上で、多元スパッタ装置にて $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 多層膜を成膜した。微細格子構造の違いによって異なる分光透過特性を実現するとともに、成膜条件の調整により、製造容易性を維持しつつ高透過率なフォトニック結晶フィルタを実現する。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

125kV 電子ビーム描画装置、多目的ドライエッチング装置、多元スパッタ装置 (i-miller)

【実験方法】

石英基板にレジストおよび帯電防止膜をコーティングし、EB 描画装置にて、数百 nm 精度で周期的な縞状の模様を描画(露光)・現像した。その後、RIE 装置にてレジストをマスクとした石英基板のエッチングを行うことで、石英基板に微細格子構造を形成した。さらに、微細格子構造の上に $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{SiO}_2$ 多層膜を 100 nm ずつ 10 層積層させ、フォトニック結晶を製造した。屈折率は SiO_2 を 1.4616、 Nb_2O_5 を 2.3267 とした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

微細加工後の石英基板の電子顕微鏡画像、および成膜後の概観写真を Fig. 1 に示す。格子の凹凸が明瞭に形成されており、格子構造の違いにより明瞭に異なる透過特性を実現できていることがわかる。また、成膜条件の調整と成膜方法の簡素化により、高透過率なフィルタを実現できていることがわかる。

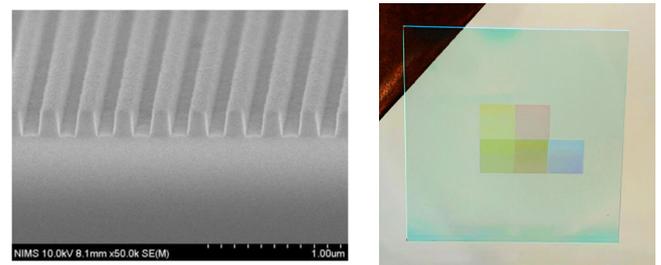


Fig. 1: Overview of fabricated filter. Left: scanning electron microscopy (SEM) image of substrate, right: fabricated photonic crystal.

4. その他・特記事項(Others)

・関連文献:

- [1] K. Shinoda, Y. Ohtera, M. Hasegawa, "Snapshot multispectral polarization imaging using a photonic crystal filter array," Opt. Express 26(12), 15948-15961, 2018.
- [2] K. Shinoda and Y. Ohtera, "Alignment-free filter array: Snapshot multispectral polarization imaging based on a Voronoi-like random photonic crystal filter," Opt. Express 28(26), 38867-38882, 2020.

・競争的資金:

1. JSPS 科研費 基盤研究 (C) 21K11952
2. 村田学術振興財団研究助成

・技術支援者: 大里 啓孝 (NIMS 微細加工 PF)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。