

課題番号 : F-20-UT-0078
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 可視光領域におけるシリコンナノ柱を用いた誘電体メタサーフェスホログラムの開発
 Program Title (English) : Development of dielectric metasurface hologram made of silicon nanopillars in the visible range
 利用者名(日本語) : 山田尚征¹⁾, 岩見健太郎²⁾
 Username (English) : N. Yamada¹⁾, K. Iwami²⁾
 所属名(日本語) : 東京農工大学大学院工学府 1)産業技術専攻、2)機械システム工学専攻
 Affiliation (English) : 1) Department of Industrial Technology, and 2) Department of Mechanical Systems Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、メタサーフェス、ホログラム

1. 概要(Summary)

Fig. 1 に示すシリコンナノ柱は、直径に応じて位相遅延を発生させる導波路として機能する。その配列を用いた誘電体メタサーフェスホログラムの製作を目的とした。SOS(Silicon on Sapphire)基板上に電子線リソグラフィと誘電結合プラズマエッチングを施すことで、シリコンナノ柱が配列された構造を製作した。

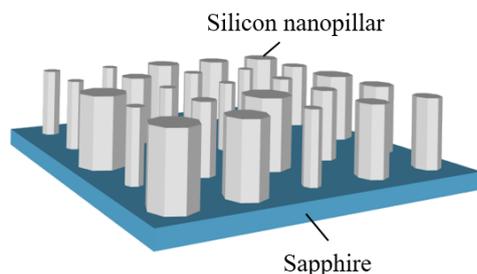


Fig. 1 Dielectric metasurface hologram

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- ・超高速大面積電子線描画装置
- ・汎用 ICP エッチング装置

【実験方法】

サファイア上に厚さ 400 nm の単結晶シリコンをエピタキシャル成長させた 2 cm 角の基板を京セラ株式会社から購入した。その基板上に東京大学武田先端知ビルのスーパークリーンルームで OAP (HDMS)を 30 sec の間 3000 rpm でスピコートし、60 sec 間、110 °C で加熱することによって焼き付けた。次に、ポジ型レジスト FEP-171D を 250 nm の厚さとなるように 30 sec の間 2000 rpm でスピコートし、90 sec 間、120 °C で加熱することによって焼き付けた。最後に、エスパーサ 300AX01 を 60 sec の間 2500 rpm でスピコートし、10 min 間、110 °C

で加熱することによって焼き付けた。以上の処理をした基板に F-7000S を用いて電子線を照射した。電子線照射後、110 °C で 90 sec 加熱した。その後、NMD-W に 60 sec 浸し、90 °C で 90 sec 間加熱することで現像した。東京農工大学クリーンルームで基板上に、厚さ 50 nm のアルミニウムを蒸着した。不要なアルミニウムとレジストを除去するために基板をアセトンに浸し、5min 間、超音波洗浄した。東京大学武田先端スーパークリーンルームの CE-300I を用いてシリコンをエッチングした。シリコンのエッチングレートは 263 nm/min であるため、92 sec の間エッチングをした。アルミニウムエッチング用の混酸に 5 min 浸すことでウェットエッチングをした。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

製作したホログラムを東京農工大学学術研究支援センターの日立 S-4500 で撮影した SEM 像を Fig. 2 に示す。幅の異なるシリコンナノ柱が配列していることが確認できる。

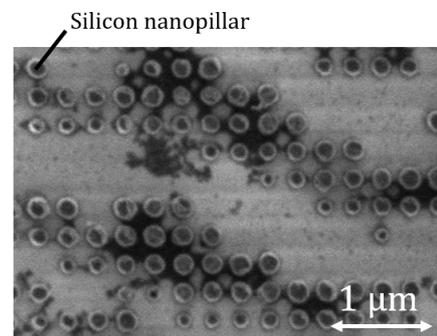


Fig. 2 SEM image of hologram

4. その他・特記事項(Others) なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 山田尚征 他, Optics & Photonics Japan 2020, 16aO14, 2020 年 11 月 16 日

6. 関連特許(Patent) なし。