

課題番号 : F-20-IT-0017  
 利用形態 : 技術代行  
 利用課題名(日本語) : 窒化シリコンメンブレン両面に正方形金属チップを配置した高屈折率低反射メタサーフェスの電子ビーム露光による作製  
 Program Title (English) : Fabrication by electron beam exposure of metasurfaces with a high refractive index and low reflection consisting of square metal chips on both front and back of a silicon nitride membrane  
 利用者名(日本語) : 鈴木健仁<sup>1), 2)</sup>  
 Username (English) : T. Suzuki<sup>1), 2)</sup>  
 所属名(日本語) : 1) 東京農工大学大学院 工学研究院 先端電気電子部門, 2) JST さきがけ  
 Affiliation (English) : 1) Division of Advanced Electrical and Electronics Engineering, Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology, 2) JST, PRESTO  
 キーワード/Keyword : メタサーフェス、熱輻射制御、リソグラフィ・露光・描画装置

### 1. 概要(Summary)

物体から放射される熱輻射の制御による、新たな熱マネジメントやエナジーハーベスティングの実現が期待されている。赤外領域の 50 THz 帯で動作するメタサーフェスは、約 50 THz に黒体輻射スペクトルの最大値を有する 500 K の物体からの熱輻射を制御できる可能性がある。

波長よりも薄い誘電体基板の両面に、サブ波長サイズの正方形金属チップを周期的に多数配置することで、50 THz 帯で高屈折率低反射なメタサーフェスを設計できる[1]。今回、50 THz 帯高屈折率低反射メタサーフェスの作製に向け、厚さ 100 nm の SiN<sub>x</sub>メンブレンの両面へのレジスト塗布、電子ビーム露光、現像を実施した。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置 (スピコート・ホットプレート・オーブン等を含む)、電子ビーム露光データ加工ソフトウェア

#### 【実験方法】

厚さ 100 nm で 3 mm 角の SiN<sub>x</sub>メンブレンを用意した。メンブレン外周に 10 mm 角の Si フレームが付いている。SiN<sub>x</sub>メンブレンにスピコートで片面ずつ PMMA を塗布し、表面側からの照射で表裏両面を電子ビーム露光した後、現像して、1 辺の長さ  $l$  の正方形を間隔  $s$  で周期的に多数並べたパターンを両面に作製した。作製するパターンは① $l = 1.2 \mu\text{m}$ 、 $s = 0.1 \mu\text{m}$ 、② $l = 1.2 \mu\text{m}$ 、 $s = 0.2 \mu\text{m}$  の 2 種類とした。パターン①の作製では、まず厚さ 150 nm となる条件で片面ずつ PMMA を塗布して、露光量  $70 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  の条件で露光した後、MIBK:IPA=1:1 15 秒、IPA 20 秒の条件で現像した。パターン②の作製では、

まず表面側には厚さ 100 nm となる条件で PMMA を塗布し、裏面側には 1<sup>st</sup> 200 rpm 5 秒, 2<sup>nd</sup> 6000 rpm 60 秒の設定で、2<sup>nd</sup> 開始時に PMMA を 1 滴滴下した。両面への PMMA 塗布後、露光量  $300 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  の条件で露光し、MIBK:IPA=1:1 45 秒, IPA 30 秒の条件で現像した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)(b)にそれぞれ、パターン①を露光、現像した SiN<sub>x</sub>メンブレンの表面側と裏面側の光顕微画像を示す。画像より表裏両側にパターンを露光できている。裏面側のメンブレンの端には Si フレームの影響で PMMA が厚く塗布されており、露光にも影響が見られる。パターン②を露光、現像した SiN<sub>x</sub>メンブレンの状態は、今後の工程で確認する。今後、パターン①、②それぞれを露光した SiN<sub>x</sub>メンブレンへの金蒸着、リフトオフ工程を進め、50 THz 帯高屈折率低反射メタサーフェスを作製する。

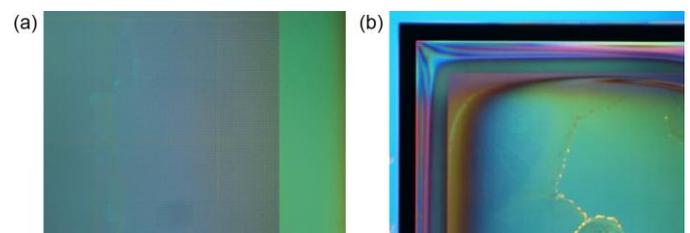


Fig. 1 (a) Front and (b) back of the SiN<sub>x</sub> membrane exposed by electron beam. The parameters are set as  $l = 1.2 \mu\text{m}$  and  $s = 0.1 \mu\text{m}$ .

4. その他・特記事項(Others) なし。

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

[1] 朝田, 鈴木, 日本熱物性学会 ふく射性質とその放射制御に関する研究会, 東京工業大学, Aug. 2020.

6. 関連特許(Patent) なし。