

課題番号 : F-21-IT-031
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 電子ビーム露光による SiN_x メンブレンの表と裏両面への正方形 Au パッチの作製
Program Title (English) : Fabrication of square Au patches on both of front and back of a SiN_x membrane by electron beam exposure
利用者名(日本語) : 鈴木健仁^{1), 2)}
Username (English) : T. Suzuki^{1), 2)}
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)

50 THz 帯高屈折率無反射なメタサーフェスは、500 K の物体から放射される熱輻射の指向性制御につなげられる可能性がある[1]。今回、厚さ 100 nm の SiN_x メンブレンを用いて、50 THz 帯高屈折率無反射なメタサーフェスを作製した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム露光装置 (スピコータ・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】

図 1(a)と(b)に作製中の素子の写真を示す。厚さ 100 nm の SiN_x メンブレンの表と裏の両面 2.5 mm 角の範囲に、1 辺の大きさ 1200 nm の正方形 Au パッチを 200 nm 間隔で周期的に配置した構造を作製した。まず、大きさ 3.0 mm 角、厚さ 100 nm の SiN_x メンブレンを用意した。SiN_x メンブレンの表面と裏面それぞれに、厚さ 250 nm を目標値としてスピナーでレジスト PMMA を塗布した。

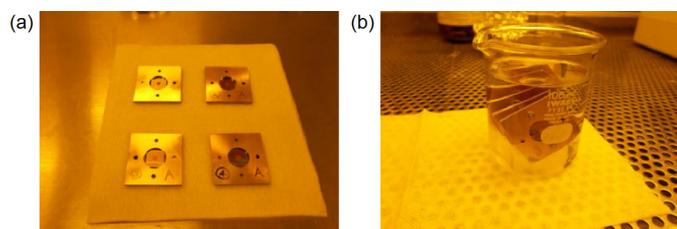


Fig. 1 Photographs of samples (a) after electron beam deposition and (b) during the lift-off process. SiN_x メンブレンの表面側からの照射で表と裏の両面の PMMA を電子ビーム露光した。次に、PMMA のパターンを現像した後、SiN_x メンブレンの表面と裏面それぞれに、電子ビーム蒸着で Au を成膜した。Au と SiN_x の密着度を上げるため、厚さ 5 nm の Ti を接着層として用いた。最後に、アセトンボイリング 130°C 10 分、アセトン浸漬 3 日

間、アセトンスプレーによりリフトオフした。

電子ビーム露光の際のドーズ量 D 、電子ビーム蒸着の際の Au の成膜厚さ t をそれぞれ変更し、次の 4 通りの条件① $D = 600 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、 $t = 50 \text{ nm}$ 、② $D = 600 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、 $t = 20 \text{ nm}$ 、③ $D = 500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、 $t = 50 \text{ nm}$ 、④ $D = 500 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ 、 $t = 20 \text{ nm}$ で 1 枚ずつ素子を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

4 枚の素子のうち、条件①、②、④の素子 3 枚は破損せずに作製が完了し、条件③の素子 1 枚はリフトオフのアセトンスプレーの際に SiN_x メンブレンが破損した。

作製後、FE-SEM により素子 3 枚の表面と裏面それぞれを観察した。条件①で進めた素子の SiN_x メンブレンの端部では、約 $150 \times 150 \mu\text{m}^2$ の範囲で表と裏の両面に正方形 Au パッチを作製できており、中央部では表と裏の両面ともに金属が一面に残ってしまっていた。条件②で進めた素子の SiN_x メンブレンの端部では、約 $20 \times 20 \mu\text{m}^2$ の範囲で表と裏の両面に正方形 Au パッチを作製できており、中央部では表と裏の両面ともに金属が一面に残ってしまっていた。条件④で進めた素子では、SiN_x メンブレンの端部でも中央部でも金属が一面に残ってしまっていた。

条件①、②の素子の結果から、表面側からの照射のみで、SiN_x メンブレンの表と裏の両面の電子ビーム露光が可能であることを確認した。一方、条件①、②の素子で表と裏の両面に正方形 Au パッチの構造を作製できた領域は狭いため、より広い領域で確実に作製できるように、リフトオフの方法などの作製工程の改善が必要と考えられる。

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, テラヘルツ科学の最先端 VIII, オンライン開催, Con-12, Nov. 2021.

6. 関連特許(Patent) なし。