

課題番号 : F-21-KT-0173  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : Si ナノアンテナシールの作製  
Program Title (English) : Fabrication of Si nanoantenna sticker  
利用者名(日本語) : 村井俊介  
Username (English) : S. Murai  
所属名(日本語) : 京都大学大学院工学研究科  
Affiliation (English) : Graduate School of Eng., Kyoto Univ.  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、表面プラズモン、蛍光材料、フォトニクス、マテリアルサイエンス

## 1. 概要(Summary)

金属 Cr 薄膜を犠牲層とする新たなナノアンテナ転写プロセスを開発した。SiO<sub>2</sub> ガラス基板上に積層した Cr 薄膜上に Si ナノ粒子ナノアンテナを作製し、Cr を酸性水溶液で溶解することで PDMS フィルムに Si ナノ粒子が埋入したナノアンテナシールを得ることに成功した。ナノアンテナシールはアレイの周期から予測される光回折挙動を示し、周期を乱すことなく転写が行われた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

深掘りドライエッチング装置 2、超高分解能電界放出型走査電子顕微鏡、多元スパッタ装置(仕様 B)、大面積超高速電子線描画装置

### 【実験方法】

SiO<sub>2</sub> ガラス基板上に電子線蒸着により積層した Cr 薄膜上に Si 薄膜(90 nm)をスパッタ成膜し、電子線リソグラフィと Si 深掘りエッチングを施し Si ナノ粒子(直径 100 nm、高さ 90 nm)の正方周期アレイ(周期 400 nm)からなるナノアンテナを構築した。研究室にある急速加熱(RTA)炉で 500°C、5 分の熱処理を施し得られたアレイを PDMS で被覆し真空乾燥器で乾燥後、エッチング液(エスクリン S24、佐々木化学)に浸漬し Cr 薄膜を取り除き PDMS に転写した。研究室において、得られたナノアンテナシールの透過率を測定した。また、研究室において、転写後のシールを発光性色素を含む PMMA 薄膜上に貼付し、背面からレーザー(波長 445 nm)で励起しナノアンテナが蛍光に与える指向性について調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

転写後のシールの写真を Fig.1 に示す。Si ナノアンテナシールの透過率スペクトルから、500°C 熱処理後の Si ナノアンテナを転写したシールでは熱処理前に転写したシールに比べ全体的に透過率が上がっていることが確認

できたが、鋭いディップは得られなかった。熱処理前に比べ熱処理後の Cr は溶解度が大幅に減少し、Cr 除去に時間がかかった結果、PDMS フィルムがダメージを受け均一性が低下していた。このため Si ナノアンテナの特性向上にも関わらずシールとしての性能が上がっていないことが分かった。

ナノアンテナシールによる発光への指向性付与の測定では、ナノアンテナの周期に対応した回折線に沿った波長・角度における発光強度の増大が見られ、シールの作用が確認された。



Fig. 1 Digital camera image of the Si nanoantenna (2 mm × 2 mm) embedded in a PDMS film. The dotted area denotes the PDMS edges.

## 4. その他・特記事項(Others) なし

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

(1) S. Murai, Y. Inoue, K. Tanaka, "Fabrication of flexible sticker of Si metasurfaces by a transfer process", J. Jpn. Soc. Powder Powder Metall., Vol. 69, p87-p90, 2022

## 6. 関連特許(Patent) なし