

課題番号 : F-20-OS-0055  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : シリコンナノディスクアレイからなる新規メタサーフェスデバイスの開発  
Program Title (English) : Novel metasurface device based on silicon nanodisk arrays  
利用者名(日本語) : 杉本泰, 長谷部宏明  
Username (English) : H. Sugimoto, H. Hasebe  
所属名(日本語) : 神戸大学大学院工学研究科電気電子工学専攻  
Affiliation (English) : Department of Electrical and Electronic Engineering, Graduate School of Engineering in Kobe University  
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、リソグラフィ・露光・描画装置、シリコンナノディスク

### 1. 概要(Summary)

Mie 共鳴を示すシリコンナノディスクが基板上に秩序配列した構造を形成し、光吸収増強や発光増強へ応用する。コロイドリソグラフィと反応性イオンエッチングにより、大面積に上記の構造を形成する技術を確立する。さらに、上記の効果を利用し、Mie 共鳴を示すシリコンナノディスク受光デバイスおよび蛍光検出センサデバイスを実現する。今回、シリコンナノディスク形成を目指し、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の設備を利用して、ナノ構造形成を行った。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

反応性イオンエッチング装置(RIE-10NOU)

#### 【実験方法】

以下の手順でシリコンナノディスクアレイを形成した。

- ①Silicon on Quartz (SOQ, Si 層 150 nm) 上に PMMA 膜(~400 nm)をスピコート法で成膜する。
- ②熱インプリント法により PMMA 膜にホールパターンを形成する。
- ③酸素アッシングによって PMMA パターンのホール部分の残膜処理及び拡張する。ホールパターンの拡張によりナノディスクの直径の制御を行う。
- ④PMMA パターン上にスパッタリング法でクロム(Cr)を堆積させる。
- ⑤PMMA を取り除き SOQ 上に Cr マスクを作製する。
- ⑥反応性イオンエッチング装置を用いてシリコン層のエッチングを行い、Cr マスク直下にシリコンナノディスクを形成し、Cr マスクを取り除く。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

手順③における酸素アッシング時間を変化させることでシリコンナノディスク直径を 220 nm, 310 nm に調整した試料について、Scanning electron microscope (SEM) 観察による形状評価を行った。反応性イオンエッチング時間を最適化することで所望の高さを有するナノディスクアレイ構造が作製されていることを確認した(Fig. 1)。直径 310 nm のサンプルに関しては、ナノディスク周囲に凹凸が見られた(Fig. 1(b))。これは作製手順③においてホールを拡張した際に PMMA パターンにダメージが入り、円形の Cr マスクが得られなかったためだと考えられる。作製したサンプルの透過スペクトル測定を行い、FDTD 計算で得られるスペクトルと比較を行った。直径 225 nm のナノディスクアレイに関して計算とおおよそ一致したスペクトルを得た。

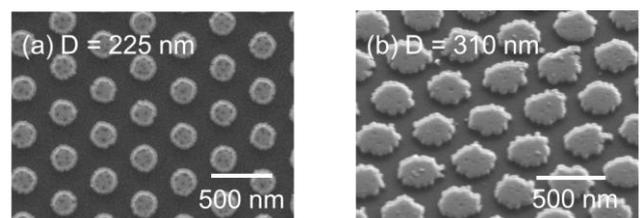


Fig. 1 SEM image of Si nanodisk samples.

### 4. その他・特記事項(Others)

なし。

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

なし。

### 6. 関連特許(Patent)

なし。