

課題番号 : F-21-UT-0016  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 電子線描画装置および反応性イオンエッチング装置を用いた可視光用可変焦点メタレンズの製作  
Program Title (English) : Fabrication of rotational varifocal metalens for visible wavelengths using EB lithography and reactive ion etching machine  
利用者名(日本語) : 小川主税<sup>1)</sup>, 岩見健太郎<sup>2)</sup>  
Username (English) : C. Ogawa<sup>1)</sup>, K. Iwami<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 東京農工大学大学院工学府産業技術専攻, 2) 東京農工大学大学院機械システム工学専攻  
Affiliation (English) : 1) Dept. of Industrial Tech. and Innovation, Tokyo Univ. of Agric. and Tech.,  
2) Dept. of Mech. Syst. Eng., Tokyo Univ. of Agric. and Tech.  
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、形状・形態観察、誘電体メタサーフェス、メタレンズ、フォトニクス

## 1. 概要(Summary)

メタサーフェスの一種でサブ波長厚のレンズとして機能するメタレンズを、Fig. 1 に示すような 2 枚 1 組のレンズの相対回転により可変焦点を実現する回転型可変焦点レンズに応用した、超薄型の可変焦点メタレンズの開発を目的とする。メタレンズは可視光で動作し、ナノスケールのシリコン柱を多数配列して構成されている。シリコン柱の配列パターンを描画し、柱状に削り出すためにナノテクプラットフォームの装置を利用した。

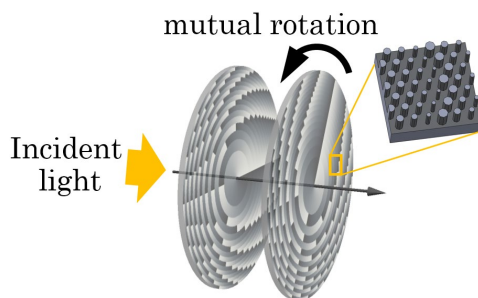


Fig. 1 Overview of rotational varifocal metalens

## 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】

シリコン膜が成膜された 20 mm 角のサファイア基板に対して、シリコン柱配列のパターンを直接描画した。描画には超高速大面積電子線描画装置を利用し、レジスト材にポジ型の共用 EBレジスト ZEP-520A を使用した。超高速大面積電子線描画装置の内蔵ステンシル(CP モード)

を併用することでナノスケールの多量のパターンを短時間で描画することに成功した。現像後、リフトオフプロセスののち、汎用 ICP エッチング装置を利用してシリコン膜のエッチングを行い、柱形状を製作した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

製作したメタレンズの構造の中心付近の 2 次元 CAD と完成後の基板表面の走査型電子顕微鏡(SEM)画像との比較を Fig. 2 に示す。ナノスケールのシリコン柱が設計どおりの寸法で林立していることが確認できる。

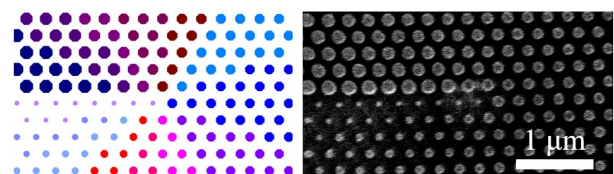


Fig. 2 CAD and SEM image of the metalens

## 4. その他・特記事項(Others)

超高速大面積電子線描画装置の利用にあたって細やかにサポートして下さった学術支援専門職員の藤原誠様に深く感謝申し上げます。

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

(1) 小川 主税, 中村 宗太郎, 麻生 巧, 池沢 聡, 岩見 健太郎, 可視光回転型可変焦点モアレメタレンズの集光特性評価、日本光学会 OPJ2021, 29aE9, 令和 3 年 10 月 29 日.

## 6. 関連特許(Patent) なし。