

単結晶シリコンを用いた回転型可変焦点モアレメタレンズ

Rotational varifocal moiré metalens made of single crystalline silicon

農工大工¹, 農工大院工² ○(B)小川 主税¹, 長瀬 智保², 池沢 聡², 岩見健太郎²

Sch. Eng.¹ and Grad. Sch. Eng.,² Tokyo University of Agriculture and Technology,

°Chikara Ogawa¹, Tomoyasu Nagase², Satoshi Ikezawa², and Kentaro Iwami²

E-mail: k_iwami@cc.tuat.ac.jp (K. Iwami)

可変焦点レンズをメタレンズ化することで飛躍的な薄型化が期待できる。我々のグループでは、回折光学素子において提案されていたモアレレンズをメタレンズに応用し、薄型可変焦点レンズを実証してきた。これまで、アモルファスシリコンを用いて、波長 900 nm で動作する偏光無依存の回転型可変焦点メタレンズを報告したが^[1], 可視光における透過性が低いことが問題であった。本研究では可視光域でより高い透過率を得るため、単結晶シリコンを用いたモアレメタレンズを製作したので報告する。

モアレレンズは2枚1組のレンズからなる。一方のレンズは、Fig. 1 に示すような位相分布 $\Phi(r, \varphi) = [ar^2]\varphi$ を持つ([...]は切り上げを表す)。このレンズを、相対回転角 θ を与え上下反転させて2枚重ねるとフレネルレンズ状の分布 $\Phi_{TOTAL}(r, \theta) = a\theta r^2$ が得られる。 a は定数であり、入射光の波長を λ とすると、レンズの焦点距離 f は $1/f = a\lambda\theta$ で表され、 θ に反比例する。本研究では、寸法に依存した位相遅延を生じる単結晶シリコン柱状メタ原子を利用し、これをモアレレンズ状の位相分布を形成するように配列することで製作した。

単結晶シリコン柱の電磁場解析結果を利用して、Fig. 2 のように所望の位相分布を満たす柱配置 CAD データを生成した。レンズ径は 2 mm とし、定数 a を 1.580 と設定して、波長 633 nm において $\theta = \pm 90^\circ$ のとき焦点距離 $f = \pm 1.73$ mm とした。2 cm 角ガラス基板の上に電子線リソグラフィ、リフトオフと反応性イオンエッチングによって製作した。メタレンズの SEM 像を Fig. 3 に示す。所望の直径分布を有するメタレンズを製作できた。当日は相対回転角ごとの焦点距離の測定結果についても報告する。

本研究の一部は科研費 (17H02754) の支援を受けた。電磁場解析には東工大 Tsubame3.0 を利用した。微細加工にはナノテクプラットフォーム東京大学拠点の装置を利用した。

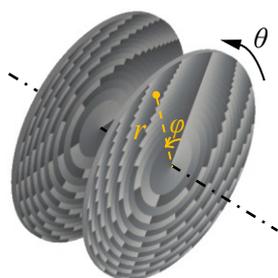


Fig. 1 Schematic of moiré lens

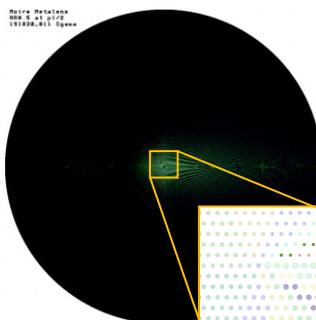


Fig. 2 CAD data

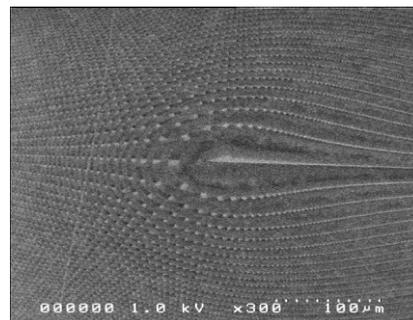


Fig. 3 SEM image

[1] K. Iwami *et al.*, Experimental demonstration of rotational varifocal moiré metalens, arXiv:1912.11829, 2019.