

## 色分離マイクロメタレンズアレイの設計と実証

## Color Splitting Micro-metalens Array: Design and Demonstration

NTT 先端集積デバイス研, °宮田 将司, 根本 成, 鹿間 光太, 小林 史英, 橋本 俊和

NTT Device Technology Labs, °Masashi Miyata, Naru Nemoto, Kota Shikama, Fumihide Kobayashi,

Toshikazu Hashimoto

E-mail: masashi.miyata.xu@hco.ntt.co.jp

近年, 集積性に優れた色分離素子として, ナノ構造を利用した微小カラープリッタが提案されている[1-4]. これらは, 光吸収性のカラーフィルタの代替としてカラーイメージセンサへ集積することで, センサの高感度化が期待できる. しかし, これまでに報告された素子は, カラー撮像を実現する上で, 色再構成計算[1, 2]や円偏光入射[3], またはセンサ上への3Dナノ構造の作製[4]を必要とし, 現在のセンサ技術および用途との整合性に乏しい. そこで我々は, 以前報告した微小カラープリッタ[2]の設計を深化させ, RGB 3色を分離可能な偏光無依存のマイクロメタレンズの設計を行った. メタレンズは単層のSiNナノポストから構成され, 入射光を波長に応じて分離しながら異なる位置へと集光する. 本発表では, この色分離メタレンズの設計とその実証について報告する.

波長に応じて異なる集光機能を実現するためには, メタレンズの組成構造(メタ原子)が多様な波長分散を伴う位相制御性を有していることが望ましい. そこで, 構造形状を多様化することで波長分散の拡張を行った. Fig. 1は, 本研究で用いたメタ原子ライブラリである(構造高さ: 1250 nm, 構造周期: 400 nm). 複数の構造形状を用いることで, 3波長に対して多様な位相の組み合わせを実現することができる.

上記ライブラリを用いて, 色分離メタレンズの設計を行った. Fig. 2(a)は, 今回設計したメタレンズの機能の概略を示す. まず, 一般的な画素配置であるベイヤー配列にしたがって, RGB 3波長の入射光をその波長に応じて異なる4点へと集光する位相分布を設計した. 次に, 位相分布に最も適合する構造群をライブラリから抽出し配置した. 今回は, 7.5  $\mu\text{m}$  と 1.6  $\mu\text{m}$  の画素サイズにそれぞれ適合したメタレンズアレイを設計した. なお設計焦点距離はそれぞれ 18.8  $\mu\text{m}$  と 4.0  $\mu\text{m}$  である. Fig. 2(b)は, 石英基板上に作製したメタレンズアレイ(画素サイ

ズ: 1.6  $\mu\text{m}$ ) の SEM 画像である. Fig. 2(c)は, ハロゲンランプ光入射時の各アレイの焦点面での光強度分布である. どちらの画素サイズにおいても, 明瞭な色分離と集光の様子が観測された. また, メタレンズアレイの可視光領域における平均透過率は実験で $\sim 65\%$ , 計算で $\sim 80\%$ であり, 高い光透過性を保持している. 本発表では, 詳細な分光特性についても報告する.

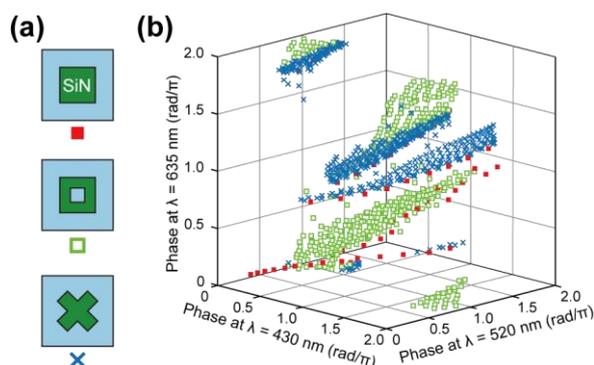


Fig. 1. Meta-atom library. (a) Schematics of meta-atom archetypes. (b) Calculated phase at three wavelengths for the library.

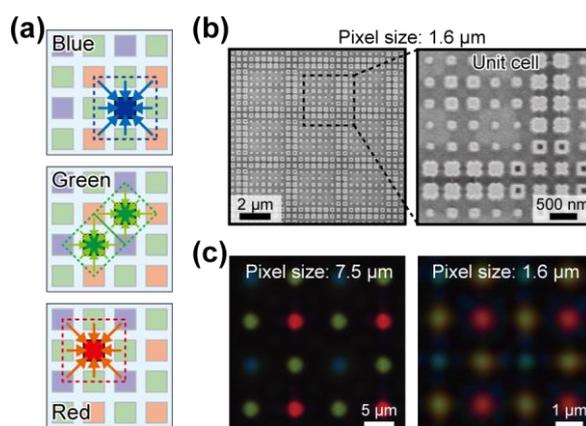


Fig. 2. (a) Schematics of color sorting and focusing with a metalens array. (b) SEM images of the metalens array. (c) Measured intensity profiles of the light transmitted through the array under white light illumination.

## References

1. S. Nishiwaki *et al.*, Nature Photon. **7**, 240–246 (2013).
2. M. Miyata *et al.*, ACS Photon. **6**, 1442–1450 (2019).
3. B. H. Chen *et al.*, Nano Lett. **17**, 6345–6352 (2017).
4. P. Camayd-Muñoz *et al.*, Optica **7**, 280–283 (2020).