

誘電体導波路型メタサーフェスによる機能性光学素子

Functional Optical Devices Based on Dielectric Waveguide Metasurfaces

農工大工, °岩見 健太郎

Tokyo University of Agriculture and Technology, °Kentaro Iwami

E-mail: k_iwami@cc.tuat.ac.jp

誘電体メタサーフェスは、位相格子として光の伝搬方向・波面・偏光状態を小体積かつ高い効率で変換する機能を有することから次世代機能性光学素子として注目されている。本講演では、誘電体導波路型メタサーフェスを用いた各種レンズ・ビームシェイパー[1-3]、多波長ホログラフイ動画[4,5]、原子時計用光学素子[6]について報告する。

誘電体メタサーフェスの位相遅延原理には共鳴位相遅延、伝搬位相遅延、幾何学的位相があり、我々はこのうち伝搬遅延を発生させる誘電体導波路型メタ原子に着目した。この方式は、透過率が高い、比較的帯域が広い、シングルモード条件が維持されれば斜入射にも強いなどの利点を有するが、高いアスペクト比での柱加工・溝加工が必要となる等の製造上の課題を有している。

Fig. 1 に誘電体導波路型メタサーフェスの概略を示す。屈折率 n_{mater} の材料からなる柱が周期 p で配列されている。基板屈折率 n_{sub} 、波長 λ_0 に対して $p < \lambda_0/n_{sub}$ を満たすと回折損が抑制され、個々の柱は独立した散乱体とみなすことができる。導波路の周囲媒質を真空、伝搬定数を β とすると、高さ h の柱による伝搬位相遅延は $\phi = (\beta - k_0)h = 2\pi/\lambda(n_{eff} - 1)h$ と表される。ここで $n_{eff} < n_{mater}$ は導波路の実効屈折率である。したがって所定の位相遅延を得るために高屈折率材料を使うことが望ましいが、Fig. 2 に示すように屈折率とバンドギャップには負の相関があるため、可視域で高い透過率を得ようとすると比較的屈折率の低い材料を選定する必要があり高いアスペクト比加工が必要となる。Fig. 3 のように $0-2\pi$ の位相遅延を生じる導波路を配列することで上述のような多様な光機能が得られる。講演では、幅広い応用展開や設計指針についても報告する。

本研究は JSPS 科研費 21H01781, 文科省 ARIM JPMXP1222UT1048 他 (東大武田クリーンルーム) の支援を受けて実施された。

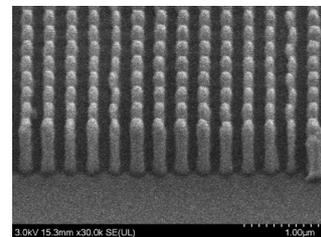
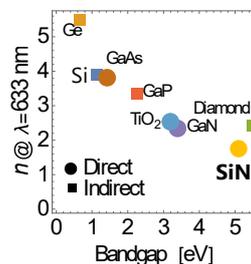
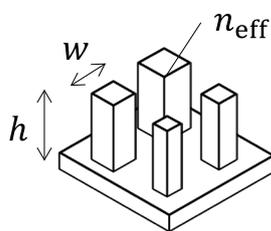


Fig. 1 Dielectric waveguide metasurface Fig. 2 Bandgap vs. R. I.

Fig. 3 SEM image of metasurface

- [1] K. Iwami, *et al.*, *Optics Express*, **28** 35602 (2020).
- [2] C. Ogawa *et al.*, *Nanophotonics*, **11** 1941 (2022).
- [3] 嶋谷ら、第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (2023).
- [4] N. Yamada, *et al.*, *Optics Express*, **30** 17591 (2022).
- [5] M. Yamaguchi, *et al.*, *Proc. IEEE MEMS 2023*, T73-h (2023).
- [6] P. Ponrapee, *et al.*, 第 70 回応用物理学会春季学術講演会 (2023).