

ナノピクセル光合波器の光透過率に関する基礎検討

Fundamental study of light transmittance of nano-pixel optical-power-coupler

九州大学大学院 総合理工学府 °庄田 啓一郎, 肖 何, 高津 溪一郎, 姜 海松, 浜本 貴一

I-Eggs, Kyushu Univ., °Keiichiro Shoda, Xiao He, Keiichiro Kozu, Haisong Jiang, Kiichi Hamamoto

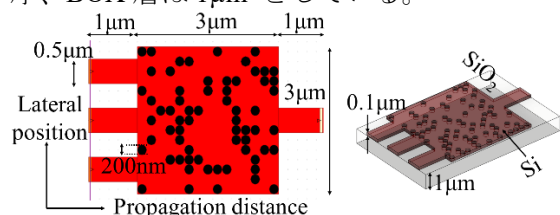
E-mail: shoda.keiichiro.961@s.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

MMI(Multi-Mode Interference)導波路による光合波器は均等出力光結合ができ、比較的単純な設計パラメータで実現できることから、広く研究開発されてきた[1]。ただし、N本合波の際にはそれぞれの入射ポートの位相整合条件を満たさないと過剰な損失が生じるという課題があった。一方で矩形導波路領域をナノ領域に多数分割してピクセルを配列したナノピクセル構造は、超小型デバイスが実現できることに加え[2-4]、設計理論が十分に確立されていない機能も実現できる可能性が報告されている[5-6]。そこで本報告では、ナノピクセル構造により、同位相3入力による光合波器をFDTDシミュレーションによって確認し[7]、そのナノピクセル内の空乏円直径依存性について検討したので報告する。

2. ナノピクセル導波路

図1(a)に、ナノピクセル合波器構造概要を示す。中央のナノピクセル導波路の前後には幅 $0.5\ \mu\text{m}$ のシングルモード導波路を接続している。ナノピクセル導波路領域は、導波路幅 $3\ \mu\text{m}$ 、導波路長 $3\ \mu\text{m}$ としており、縦 $15 \times$ 横 15 のナノピクセル領域に分割している。また図1(b)はその斜視図を示しており、Si コア層は $0.1\ \mu\text{m}$ 厚、BOX 層は $1\ \mu\text{m}$ としている。



(a) Waveguide structure (b) Waveguide overview

Fig. 1 Nano-pixel waveguide.

3. シミュレーション結果

ナノピクセルパターンをランダムに生成したうえで FDTD 法によりシミュレーションを行い、ピクセル直径 $200\ \text{nm}$ において透過特性に優れる配置を選択した。入射光は TE モードで $1550\ \text{nm}$ とした。この時入力3ポートからは同強度同位相の光を入射している。また図2は

図1のナノピクセル配置において、そのピクセル直径を変化させたときの光の透過率を示している。ナノピクセル構造による光合波器では、全ての入射光を同位相で入射しても、ピクセル直径 $200\ \text{nm}$ において $0.2\ \text{dB}$ という小さな過剰損失で光合波していることが確認でき、その径が小さくなるにつれて光の透過率が減少することを確認した。したがってピクセル配置が決まれば、高い透過率を得る最適なピクセル径が決まると考えられる。

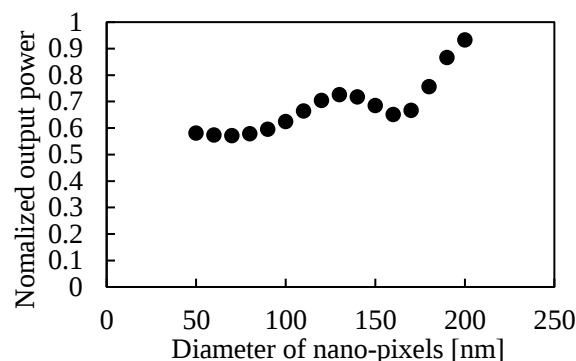


Fig. 2 Normalized output power by changing nano-pixel diameters.

4. まとめ・今後の計画

ナノピクセル構造を用いた同位相入射による光結合を確認した。シミュレーション結果では $0.2\ \text{dB}$ という少ない過剰損失を示した。また得られたナノピクセル配置において、高い透過率が得られるピクセル直径が存在することが確認された。

謝辞

本研究の一部は、科研費 B#19H02201 による。関係各位に感謝する。

参考文献

- [1] L. B. Soldano, et al, J. Lightwave Technol., **13**, 615, 1995.
- [2] Z. Li, et al, Sci. Rep., **10**, 11993, 2020.
- [3] H. Mohammad, et al, Sci. Rep., **9**, 1368, 2019.
- [4] Z. Yu, et al, Opt. Lett., **42**, 3093, 2017.
- [5] Y. Liu, et al, Opt. Lett., **44**, 4495, 2019.
- [6] Y. Han, et al, OSA Continuum, **4**, 556, 2021.
- [7] K. Shoda, et al, MOC, PO-41, 224, 2021