

### 3次元フォトニック結晶による3次元光回路の検討 — 並列水平導波路の結合特性解析 —

#### Investigation of 3D optical circuit in 3D photonic crystal

#### — Analysis of coupling characteristics of paralleled horizontal waveguides —

京大院工 ○権平 皓, 石崎 賢司, 北野 圭輔, 浅野 卓, 野田 進

Kyoto Univ. ○K. Gondaira, K. Ishizaki, K. Kitano, T. Asano, and S. Noda.

E-mail: kou.gondaira@qoe.kuee.kyoto-u.ac.jp, snoda@kuee.kyoto-u.ac.jp

**[序]**我々は、導波路およびナノ共振器を立体的に組み合わせた3次元光回路の実現に向けて、ストライプ積層型3次元フォトニック結晶(3D PC)を開発し[1], それによる光制御の検討を行ってきた。これまでに、面垂直方向に対して広帯域の光伝搬を可能とする積層型斜め導波路を開発し、これを面内方向の水平導波路と連結させることにより、面垂直方向からの光入出力が可能な立体光回路動作の実証に成功している[2]。このような構造を利用することにより微小集積光回路の実現が期待されるが、集積化においては導波路同士の相互作用を把握し、制御する必要がある。そこで今回、面内へ光を伝搬させる水平導波路において、複数の導波路を並行して配置した際の結合特性について検討したので報告する。

**[構造]**様々な導波路構造のうち、今回の検討ではストライプ積層型3D PCを構成するロッドを1本抜き取ることにより導入した水平導波路[3]について解析した(図1(a))。この導波路は、図1(b)に示すように周波数0.335-0.375( $c/a$ )に単一モード導波帯域を有する。結合特性の解析には、この導波路を2本水平に並べた構造(図1(c))を用い、導波路間距離を様々に変えて検討を行った。

**[結果]**まず、導波路間距離を $2a$ だけ離して配置した場合の分散関係を図1(d)に示す。同図からこの距離では、全ての導波帯域において結合による分裂が生じていることがわかる。次に、導波帯域の中心である周波数0.360( $c/a$ )において、導波路間距離を変化させつつ、電磁界分布の重なり積分から結合長を解析した結果を図2に示す。同図から $7a$ 程度の導波路間距離で結合長を $10^3a$ まで増大できることが分かる。これは光通信波長帯での動作( $a=500$  nm)を考えると、導波路間隔 $3.5 \mu\text{m}$ で結合長 $0.5 \text{ mm}$ が得られることに相当する。さらに、本解析結果を用いれば目的の伝搬距離に応じた集積密度を決定可能である。詳細は当日報告する。本研究の一部は科研費、経産省プロジェクトの支援を受けた。【参考文献】[1] S. Noda, *et al.*, *Science*, **289**, 5479 (2000). [2] K. Ishizaki, *et al.*, *Nat. Photon.* **7**, 133 (2013). [3] A. Chutinan, *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **75**, 3739 (1999).

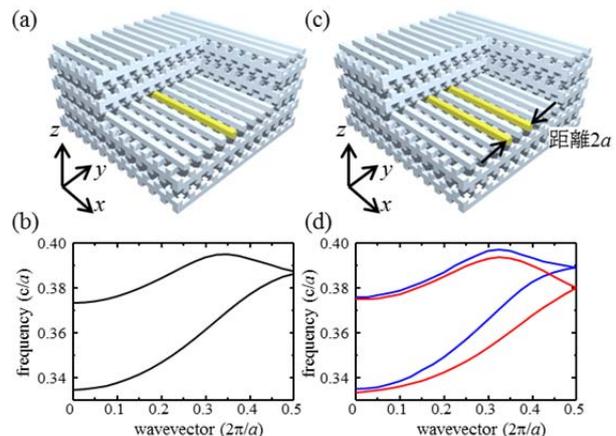


図1 水平導波路の模式図及び分散関係。

(a),(b) 水平導波路単体, (c),(d) 導波路間距離 $2a$ において結合させた水平導波路。(a),(d)は俯瞰図(黄色いロッドを抜くことで線欠陥を導入), (b),(d)は解析した分散関係。

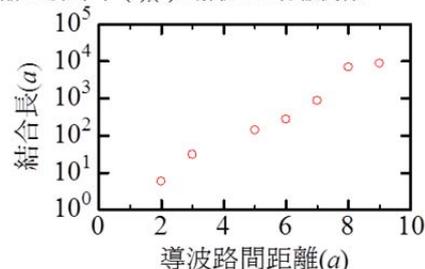


図2 結合長の導波路間距離依存性の解析結果。周波数は $0.360c/a$ とした。