

3次元フォトニック結晶における並列水平導波路の結合特性解析(II) Analysis of coupling characteristics of paralleled horizontal waveguides in 3D photonic crystal (II)

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]我々は導波路や共振器を組み合わせた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)の開発をおこなっている[1]. これまでに、面内方向および層間方向において広帯域の光伝搬が可能な導波路を開発し、これらを連結させることにより、3次元光伝搬動作の実証に成功している[2]. 前回の報告では、集積度に関する考察を行うため、同種の面内導波路を並行して配置した際の導波路間の結合を解析した[3]. 今回、異種の面内導波路を組み合わせることで、導波路間の独立性を高める検討を行ったので報告する.

[構造]ストライプ積層型3D PC (ロッド幅 $0.30a$, ロッド高さ $(\sqrt{2}/4)a$) を構成するロッドを1本抜き取ることで導入した水平導波路を導波路Aとし(図1(a)), 導波路A両隣のロッドの幅を $0.30a$ から $0.40a$ へ増大させた構造を導波路Bとする(図1(b)). これらの導波路のモード分散を図1(c)に示す. 同図から、ロッド幅の増加によって実効的誘電率が増加した結果、導波路Bの伝搬モードが導波路Aのそれよりも低周波数側にシフトしていることが分かる. 導波路AとBを伝搬する同じ周波数の光が異なる伝搬波数をもつため、導波路間の結合が抑制されて、同種の導波路を配置するよりも、高密度な集積が可能になると期待できる.

[結果]導波路AとBを同一層内で並列に配置(模式図: 図2(a))した際の結合を3D-FDTD法とモード結合理論により解析した. 解析した結合長 L と最大エネルギー移行割合 F の導波路間距離依存性を図2(b),(c)に示す. 同図には、比較のため導波路A同士を組み合わせた場合の解析結果も示している. まず、A-Aの組み合わせにおいては、導波路間距離を $6a$ とすると、結合長は $10^3 a$ 程度となるが、最大エネルギー移行割合は100%となる. その結果、エネルギー移行の許容度を例えば 10^2 程度とすると、両者を $50 a$ 程度の距離しか並列させられないことを意味する. 一方、A-Bの組み合わせでは導波路間距離を $6a$ 程度とするだけで、両者をどれだけの距離を並列させても最大のエネルギー移行割合が 10^3 程度に留まることが分かる. 以上の結果は、導波路構造の調整による異種導波路の交互配置が3次元フォトニック結晶中の高密度光配線の実現において有効であることを示している. 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] 権平 他, 応物 14 秋 17p-C8-5.

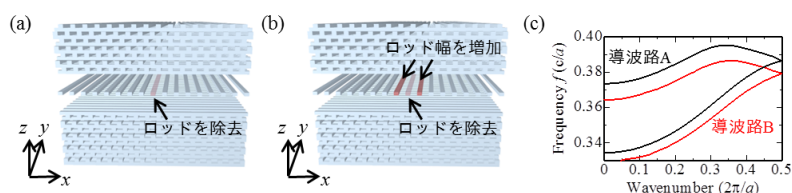


図1 水平導波路の模式図及び分散関係.

(a) 導波路Aの模式図, (b) 導波路Bの模式図, (c) 導波路AおよびBのモード分散.

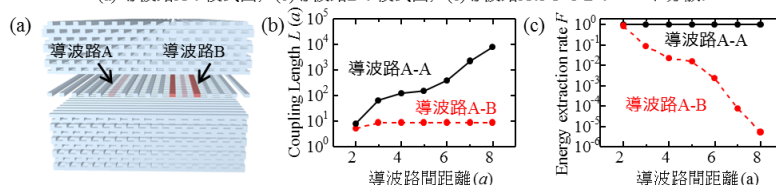


図2 結合長とエネルギー移行割合の導波路間距離依存性の解析結果.

(a) 模式図, (b) 結合長 L , (c) 最大エネルギー移行割合 F , 周波数は $0.360 c/a$ とした.