

3次元フォトニック結晶における立体交差水平導波路のクロストークの解析 Analysis of coupling characteristics of crossing horizontal waveguides in 3D photonic crystal

京大院工¹, 学振特別研究員DC² ○権平 皓^{1,2}, 石崎 賢司¹, 北野 圭輔^{1,2}, 浅野 卓¹, 野田 進¹

Kyoto Univ.¹ JSPS Research Fellow²

○K. Gondaira^{1,2}, K. Ishizaki¹, K. Kitano^{1,2}, T. Asano¹, and S. Noda¹.

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]. また、集積度に関する考察を行うため、面内導波路を並行して配置した際の導波路間の結合特性を明らかにした[3,4]. 今回、面内導波路が立体的に交差している場合におけるクロストークの影響を検討したので報告する.

【構造および計算方法】ストライプ積層型3D PC(ロッド幅 $w=0.30a$, ロッド高さ $h=(\sqrt{2}/4)a$)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を検討した. 立体交差している水平導波路の模式図を図1に示す(図は一例として、中心間の距離 d が $5h$ (導波路間に4層、一周分の3D PCが存在する)の場合を示している). 図1において、導波路1を伝搬する光は3D PC層を通じて導波路2の伝搬光と結合する. この結合によるクロストークの影響を明らかにすることで、3D PCを用いた3次元立体光配線の集積性を明らかに出来ると考えられる. そこで、FDTD法を用いた数値計算により、導波路1を伝搬する光が導波路2へ結合する割合を解析し、クロストークを算出した.

【結果】導波路1と導波路2の間の距離 d を $1, 3, 5, 7, 9h$ と変化させつつ、クロストークを解析した結果を図2に示す. ここで、構造の対称性より導波路2へ結合する全エネルギーは図2中のクロストークの2倍の値となる. 導波路間距離 d が $1h$, つまり導波路同士が上下に隣接している場合には、25%程度が結合し、 $d > 7h$ に離すことで $\text{crosstalk} < 25\text{dB}$ がなることが分かる. これは光通信波長帯での動作($\lambda=560\text{ nm}$)を考えると、導波路間隔 $3.9\text{ }\mu\text{m}$ で $\text{crosstalk} < 25\text{dB}$ が得られることに相当する. さらに、上下方向の閉じ込めが強い導波路構造を用いることでクロストークを抑制可能と期待できる. これにより、本解析結果を用いれば目的のクロストークに応じた集積密度を決定可能である. 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. [4] 権平 他, 応物 **15** 春 11a-P3-4.

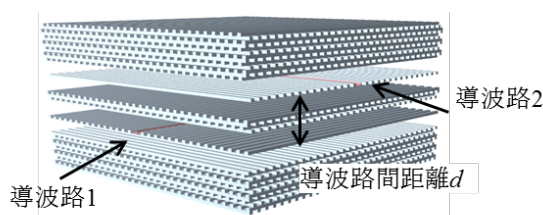


図1 立体交差水平導波路の模式図.
図には例として導波路間距離を5層とした場合を示す.

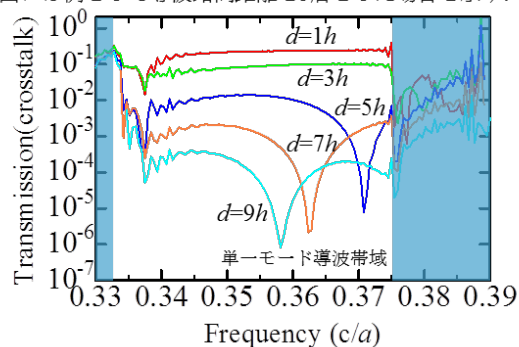


図2 立体交差した水平導波路の結合特性の解析結果.