

3次元フォトニック結晶における積層型斜め導波路の 光入出力特性に与える表面モードの影響の検討

Effects of surface-mode on light input/output characteristics of oblique waveguide in 3D photonic crystal

京大院工 ○権平 皓, 石崎 賢司, 鈴木 克佳, 北野 圭輔, 野田 進

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

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

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[2]を開発し、これを面内方向の導波路と連結させることで、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[3]。このような系において効率的に光を入出力するためには、積層型斜め導波路と外部空間との結合特性を制御することが重要となる。今回、積層型斜め導波路と外部空間との結合特性に与える界面構造 (表面モード) の影響の解析を行ったので報告する。

図 1 の模式図に示すような 3D PC (ロッド幅 $0.3a$, ロッド高さ $(\sqrt{2}/4)a$) 中に導入した積層型斜め導波路について解析を行った。通常のスライプ層を終端面にもつ場合について、導波路から空気方向への光伝搬の様子を解析した結果を図 2(a)に示す。図 3(a)には、表面層近傍の電界分布が示されているが、これを見ると、3D PC と空気の界面に局在する光成分が存在していることが見てとれる。この成分は 3D PC の表面モード[4]への結合により生じているものと考えられる。そこで、表面構造の変化により、表面モードとの結合の様子がどのように変化するかを解析した。表面構造の変調例として、第 1 層および第 2 層にストライプ間隔の 2 倍の周期をもつ超格子構造 (幅が $0.1a$ および $0.5a$ のロッドを交互に配置)を導入した場合の電界分布を図 2(b), 図 3(b)に図示する。同図より、表面モードへの結合の様子が大きく変化していることが分かる。さらに、図 2(a), (b)の比較により、垂直方向への放射の様子も変化することも見て取れる。上部への光放出割合は、この構造変調により、2 倍以上に増大しうることも判明した。これらの結果は、表面構造のさらなる変調により、入出力特性の大幅な改善が可能であることを示唆している。詳細は、当日報告する。本研究の一部は科研費、CREST、経産省プロジェクトの支援を受けた。

【参考文献】 [1] S. Noda, K. Tomoda, N. Yamamoto, and A. Chutinan, *Science*, **289**, 5479 (2000). [2] 興村, 石崎, 権平, 鈴木, 野田, 2012 年春季応用物理学会 15a-GP1-9. [3] 石崎, 興村, 権平, 鈴木, 野田, 2012 年春季応用物理学会 16p-E5-10. [4] K. Ishizaki, and S. Noda, *Nature*, **460**, 7253 (2009).

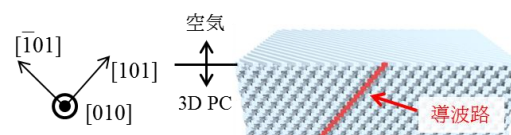


図1 積層型斜め導波路の模式図

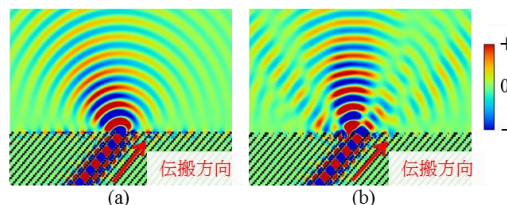


図2 伝搬光の電界 $E_{[010]}$ 分布.
(a)通常のスライプ構造終端,
(b)第1層および第2層に超格子構造を導入.

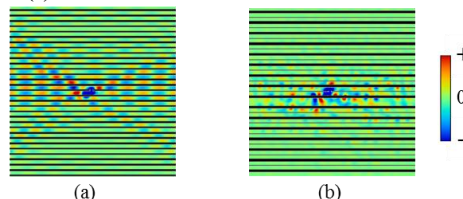


図3 表面層近傍の電界 $E_{[010]}$ 分布.
(a)通常のスライプ構造終端,
(b)第1層および第2層に超格子構造を導入.