

完全PBGを有する3次元フォトニック結晶スラブに関する検討

A Study on Three Dimensional Photonic Crystal Slab with Absolute Photonic Band Gap

佐藤克将

Katsumasa Satoh

辻寧英

Yasuhide Tsuji

室蘭工業大学

Muroran Institute of Technology

1 まえがき

光デバイスの小型化・高性能化を目指して、フォトニック結晶(PhC)の研究が盛んに行われている。そうした中、TE, TMの両方の偏波を利用するため、両方の偏波に対する完全フォトニックバンドギャップ(完全PBG)を有するPhCの構造が2次元PhCにおいて種々提案され、スラブ型PhCに対しても検討されている[1],[2]。しかしながら、文献[1],[2]では等価屈折率法を用いた2次元解析が行われており、3次元解析を行うと実際の3次元構造では完全PBGは存在しない。本研究では、3次元フルベクトル有限要素法(VFEM)により、完全PBGを有するPhC構造とその導波路応用についての検討を行っている。

2 完全PBGを有するフォトニック結晶

文献[1]を参考に、図1に示すようなPhC構造を考える。Siおよび空気の比誘電率はそれぞれ $\epsilon_{\text{Si}} = 3.4^2$, $\epsilon_{\text{Air}} = 1$ とし、各部の寸法は簡易な設計により、格子定数を a として $r/a = 0.33$, $w/a = 0.03$, $\Delta\theta = \frac{8}{15}\pi$, $t/a = 0.7$ とした。図2にこのPhCに対するフォトニックバンド図を示す。波長を λ として、 $0.3480 \leq a/\lambda \leq 0.3646$ の規格化帯域に完全PBGが得られている。ただし、カットオフしていない高次モードの分散曲線がこの周波数帯でライトラインの近傍に現れているように見えるため、このモードとの結合については注意する必要がある。

次に、図3に示すようなPhC線欠陥導波路を考える。このとき両偏波の導波モード界分布を図4に示す。両偏波のモードとも欠陥部によく閉じ込められていることがわかる。しかしながら、これらのモードはPBG帯域を全てカバーしておらず、両偏波のモードは同一波長帯には存在していない。完全PBGの特性を生かし偏波分離素子や偏波回転素子を実現するためには、動作波長帯域を拡大し、同一波長帯で伝送モードを得ることが必要である。

3 まとめ

3次元VFEM解析により完全PBGを有するPhC構造およびその導波路応用について検討した。今後は、PhC構造の最適化による完全PBG帯域の広帯域化と広帯域伝送を実現するための線欠陥形状の検討を行う予定である。

参考文献

- [1] E. Wen *et. al.*, *Opt. Express*, vol. 16, no. 16, pp. 12278-12289, Aug. 2008.
 [2] H. Wu *et. al.*, *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 27, no. 8, pp. 840-832, Apr. 2015.

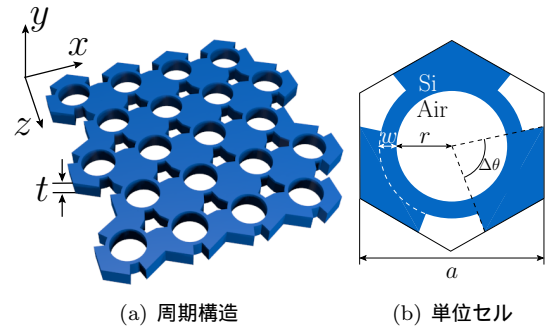


図1 PhC構造

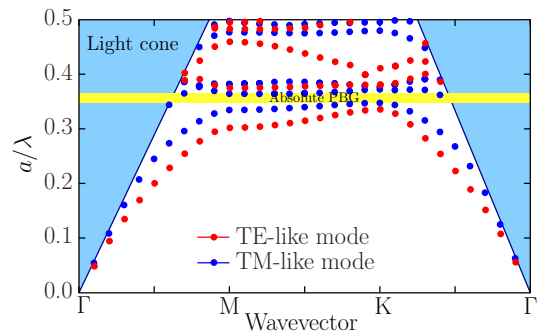


図2 フォトニックバンド図



図3 PhC導波路の一周期分の構造

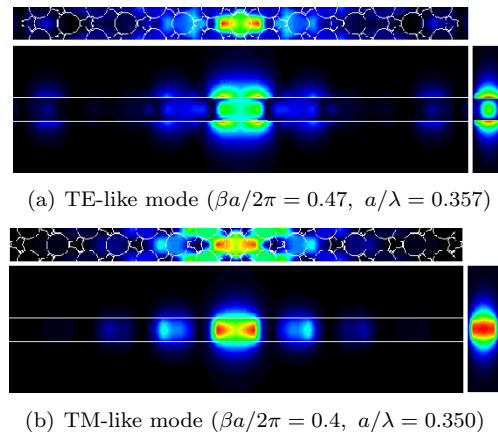


図4 PhC導波路の導波モード界分布
(中央: xy 面, 上: xz 面, 右: yz 面)