

バレーフォトン結晶を用いた極低損失分岐導波路

Ultralow-loss Branch Waveguide Using Valley Photonic Crystals

大阪大学¹, Nanyang Technological University²

○山神雄一郎¹, 兪熊斌¹, Abhishek Kumar², Prakash Pitchappa², Ranjan Singh², 富士田誠之¹, 永妻忠夫¹
Osaka University¹, Nanyang Technological University²

○Yuichiro Yamagami¹, Xiongbai Yu¹, Abhishek Kumar², Prakash Pitchappa², Ranjan Singh²
Masayuki Fujita¹, Tadao Nagatsuma¹,

E-mail: u206034e@ecs.osaka-u.ac.jp, fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp

近年、2層グラフェンなどにみられるバレー自由度の考えをフォトンクスへと展開し、その特徴であるトポロジカルな電磁波の伝搬を利用したデバイスの研究開発が盛んである。特に、スラブ型バレーフォトン結晶(Valley Photonic Crystal: VPC)は平面回路の構成が可能であり、ロバストかつ低損失な特徴を有する光¹⁻³およびテラヘルツ集積回路⁴の実現が期待されている。極低損失な分岐回路が実現できれば、クロック信号あるいはローカル信号の分配や電力合成回路への応用が期待される。我々は前回、高抵抗シリコンVPCを用いた0.3 THz帯の極低損失曲げ導波路を報告した⁵。今回は、VPCを用いた低損失分岐導波路を提案し、その解析を行ったので報告する。

図1(a)に今回提案する分岐導波路を示す。シリコンスラブに大小の三角空孔を格子定数 a にて六員環状に配置することで、ブリルアンゾーン内の K 点と K' 点付近に異符号のバレー曲率が誘起され、フォトンバンドギャップが現れる。図中の白色と黄色のユニットセルのバレーチャーン数は $C_k = 1/2$ であり、水色と桃色のユニットセルは $C_k = -1/2$ である。バレーチャーン数の異なる2種類のVPCが常に隣接するように配置し、分岐導波路を設計した。同図(b)の電磁界シミュレーションに示すように白色と水色の界面を伝搬する電磁波は、桃色と黄色の界面へは伝搬せずに、白色と桃色の界面および水色と黄色の界面に分岐していることがわかる。図2にポート1から2への透過スペクトルのシミュレーション結果を示す。ここで、比較のため、低損失化を施した円孔三角格子フォトン結晶(PC)分岐導波路の結果⁶をあわせて示す。規格化周波数0.270および0.268において、VPCとPCの透過率はそれぞれ-3.5 dBと-4.7 dBであった。2分岐による3 dBの透過率の低下を除くと、導波路への入出力を含めた正味の損失がそれぞれ0.5 dBと1.7 dB、また、3 dB帯域がそれぞれ動作中心周波数の7.4%と5.9%となり、VPCによる分岐回路の有用性を示すことができた。

謝辞：本研究の一部は、JST CREST(#JPMJCR1534)の支援を受けた。

参考文献

- [1] M. I. Shalaev, W. Walasik, A. Tsukernik, Y. Xu, and N. M. Litchinitser, *Nature. Nanotech.* **14** (2019) 31.
- [2] E. Liang, J. Yuan, H. Qiu, X. Chen, F. Zhao and J. Dong, *Nat. Commun.* **10** (2019) 872.
- [3] T. Yamaguchi, Y. Ota, R. Katsumi, K. Watanabe, S. Ishida, A. Osada, Y. Arakawa and S. Iwamoto, *Appl. Phys. Express*, **12** (2019) 062005.
- [4] Y. Yang, Y. Yamagami, X. Yu, P. Pitchappa, B. Zhang, M. Fujita, T. Nagatsuma and R. Singh, arXiv:1904.04213.
- [5] 山神, Yang, 兪, 富士田, 永妻, Singh, 春季応用物理学会 (2019) 11a-W631-8.
- [6] 犬伏, 豆塚, 黒川, 富士田, 永妻, 電子情報通信学会ソサエティ大会 (2016) C-14-15.

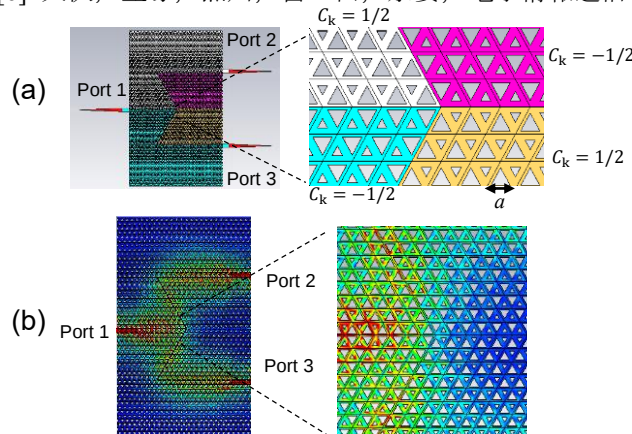


Fig. 1 Branch waveguide. (a) Simulation model and (b) Electric field distribution.

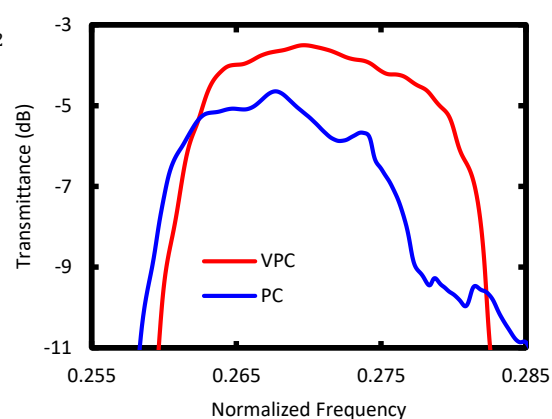


Fig. 2 Transmission spectra. Red and blue lines denote VPC and PC branch waveguide, respectively.