

# バレーフォニック結晶を用いた広帯域合分波器の設計

## Design of Broadband Diplexer using Valley Photonic Crystals

阪大基礎工<sup>1</sup>

○伊豫田圭<sup>1</sup>, 山神雄一郎<sup>1</sup>, 富士田誠之<sup>1</sup>, 永妻忠夫<sup>1</sup>

Osaka Univ.<sup>1</sup>

○Kei Iyoda<sup>1</sup>, Yuichiro Yamagami<sup>1</sup>, Masayuki Fujita<sup>1</sup>, Tadao Nagatsuma<sup>1</sup>

E-mail: u986100d@ecs.osaka-u.ac.jp, fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp

我々は周波数多重通信や光干渉計応用などに向けて、広帯域動作可能な小型合分波器として、フォニック結晶スラブを用いたデバイスに着目し、実現してきた[1]。しかしながら、円孔三角格子を用いたフォニック結晶導波路では曲げ構造における帯域制限を受け、その動作帯域は動作周波数の約2.3%に留まっている。今回、曲げによる損失が極めて低く広帯域なバレーフォニック結晶(Valley Photonic Crystals: VPC)[2,3]導波路を用いることで、従来のフォニック結晶を用いた合分波器よりも広帯域な合分波器を設計したので報告する。

図1に今回設計したVPC合分波器のモデルを示す。本構造のVPCは、格子定数を $a$ として、厚さ $0.82a$ のシリコンスラブに一辺の大きさ $0.35a$ ,  $0.65a$ と大小異なる三角孔を六員環状に配置して設計した。図1(a)のように異符号のバレーチャーン数 $C_v$ を有するVPCを、境界部分をZigzag界面もしくはBearded界面として、それらの境界を隣接させることで、フォニックバンドギャップの一部にのみ伝搬状態を有するフィルタを形成することを考えた。以上のフィルタ構造による反射・透過特性を今回設計した合分波器では利用した。ポート1から入射した電磁波は、図1(b)のように低周波側(規格化周波数0.255)ではフィルタ部分を通過しポート2へ伝搬する。一方、高周波側(規格化周波数0.275)ではフィルタ部分で反射され、VPC導波路を伝搬する電磁波はトポロジカル保護の効果によって後方散乱を受けないため、図1(c)のようにポート3方向へ伝搬する。図2に透過スペクトルのシミュレーション結果を示す。低周波側では動作周波数の約7.7%の帯域で直進方向(ポート1から2)に伝搬し、高周波側では動作周波数の約5.1%の帯域で曲げ方向(ポート1から3)に伝搬する。また、低周波側でポート3から入射した電磁波と高周波側でポート2から入射した電磁波は共に分波動作と同様の透過スペクトルでポート1へ伝搬する。以上のような広帯域合分波器がVPC導波路を用いて設計できた。

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

### 参考文献

[1] M. Yata, M. Fujita and T. Nagatsuma, *Opt. Express* **24** (2016) 7835.

[2] Y. Yang, et al. *Nat. Photon.* **14** (2020) 446.

[3] M. I. Shalaev, W. Walasik, A. Tsukernik, Y. Xu, and N. M. Litchinitser, *Nat. Nanotech.* **14** (2019) 31.

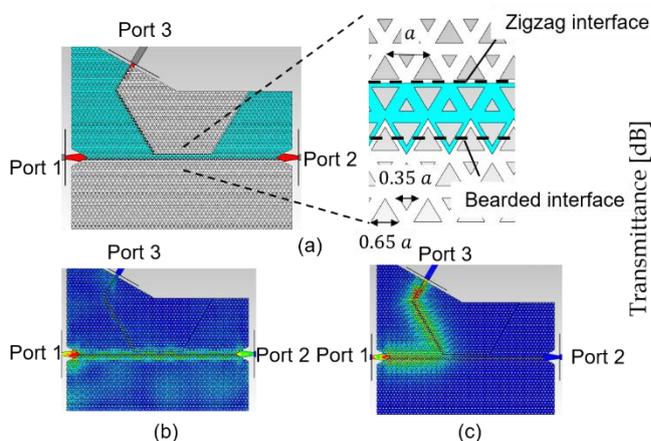


図1 VPC diplexer. (a) Simulation model and (b),(c) Electric field distribution at lower and higher frequency, respectively.

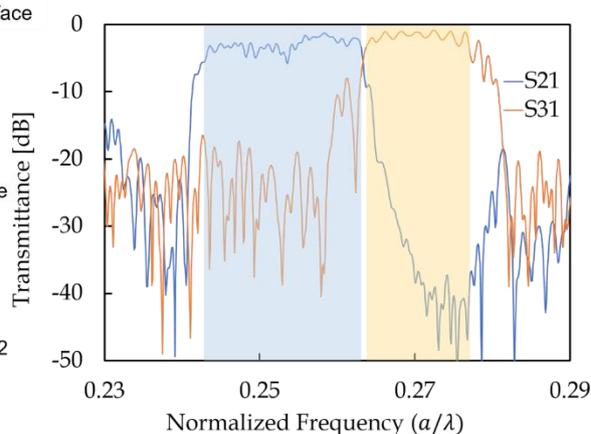


図2 Transmittance spectra. Blue and orange lines denote S21 and S31, respectively.