

バレーフォトリック結晶スラブを用いた 3 チャンネル合分波器

Three-channel Diplexers using Valley Photonic Crystal Slabs

阪大基礎工¹

○伊豫田 圭¹, 富士田 誠之¹, 永妻 忠夫¹

Osaka Univ.¹

○Kei Iyoda¹, Masayuki Fujita¹, Tadao Nagatsuma¹

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

近年, バレーフォトリック結晶(Valley Photonic Crystals: VPC)のロバスト性が注目を集め, 合分波器が提案されている[1-3]. 文献[1,2]では, 異なるトポロジカル不変量を有するロッド型 VPC を利用した 2 チャンネル合分波器の設計が報告されている. 一方, 我々は低損失動作が可能なスラブ型 VPC に着目し, 2 種類の導波路を隣接させたフィルタを新たに設計し[3], 2 チャンネルの合分波動作をテラヘルツ帯で実現した. 今回, フィルタの動作帯域を独立に調整することに成功し, 3 チャンネル合分波器を設計できたので報告する.

Fig. 1 に合分波器の概念図を示す. VPC の基本構造としては, 文献[3]同様に格子定数 a として, 厚さ $0.82a$ のシリコンスラブ(屈折率 3.4)に一边の長さ $0.35a, 0.65a$ と大小異なる三角孔を六員環上に配置した構造を採用した. Fig. 1 に示すように VPC で Zigzag 界面と Bearded 界面を隣接して配置することでそれぞれの界面で生じる 2 つの導波路モードが結合し, ストップバンドが形成される. 界面の間隔が 1 周期(Filter1)の場合は, ストップバンドの高周波端 f_{1H} が Bearded 界面導波路のカットオフ周波数 f_H より高くなるため, 直線導波路に対してカットオフ周波数 f_{1L} の低域通過フィルタとして動作するとともに, トポロジカルな性質を反映して, 曲げ導波路に対してカットオフ周波数 f_{1L} の高域通過フィルタとして動作する. 一方, 2 周期の場合, ストップバンドの高周波端 f_{2H} が Bearded 界面導波路帯域内に存在するため高周波成分も直線導波路を透過し, 曲げ導波路の帯域を制限する. そこで, Zigzag 界面の一部の三角孔の一边の長さを $0.65a$ から $0.8a$ と増大させることで, Zigzag 界面由来のモードの実効屈折率を小さくし, f_{2H} を f_H より高周波側の $f_{2H'}$ にシフトさせ, 曲げ導波路に対して, カットオフ周波数 $f_{2L'}$ の高域通過フィルタ(Filter2')として動作するようにした. 以上の Filter1 および 2' を Fig. 1 に示すように直列に配置することで, Fig. 3 に示すような動作を実現する 3 チャンネル合分波器を電磁界シミュレータを用いて設計した. その結果, Fig. 4 に示すようなポート A-B, A-C, A-D それぞれの 3 つの経路に対して, 約 7.5%, 3.0%, 2.9% の動作帯域を有する合分波器が VPC スラブを用いて設計できた.

本研究の一部は, 科研費(20H01064)および JST CREST(JPMJCR1534)の支援を受けた.

参考文献 [1] G. Wei, *et al.*, *Opt. Lett.* **45** (2020) 5608. [2] G. Wei, *et al.*, *New J. Phys.* **23** (2021) 023029.

[3] 伊豫田 他, 春季応物 (2021) 19a-Z10-7.

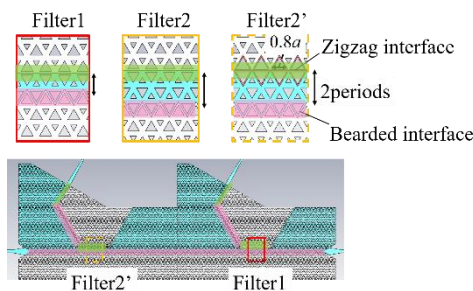


Fig.1 Schematic plane view of 3 channel diplexer and stopband filters.

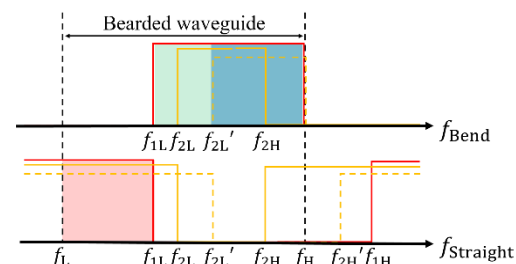


Fig. 2 Frequency response of filters. Red and yellow solid lines, yellow dotted lines denote Filter1, 2 and 2', respectively.

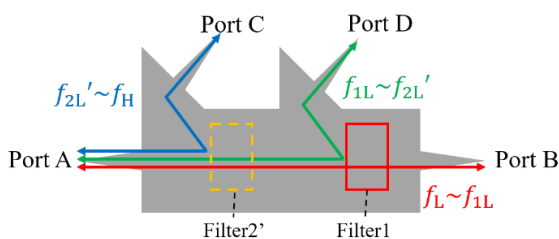


Fig. 3 Operation of three-channel diplexer.

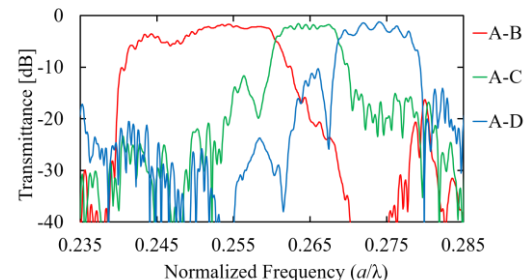


Fig. 4 Transmittance spectra. Red, green and blue lines denote that of port A-B, A-C and A-D, respectively.