17p-E16-13

フォトニック結晶方向性結合器を用いた合分波器の広帯域化に関する検討

Broadband Operation in Diplexers using a Photonic-Crystal Directional Coupler

大阪大学基礎工学研究科
○矢田将大，垣見亮磨，冨士田誠之，永妻忠夫
Graduate School of Engineering Science, Osaka University
°Masahiro Yata, Ryoma Kakimi, Masayuki Fujita and Tadao Nagatsuma
E-mail: fujita@ee.es.osaka-u.ac.jp, masahiroyata102@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

周期的な屈折率分布をもつフォトニック結晶による光デバイスの微小化・集積化が期待されており，波長オーダの大きさの微小共振器を用いた合分波器が実現されている [1]．しかし，共振器を用いた合分波器は原理的に広帯域動作させることは難しい．一方，方向性結合器は，伝送路中で特定の方向に伝搬する信号を取り出すデバイスであり，一般に共振器よりも緩やかな周波数選択性をもつため，広帯域動作の可能性がある．これまでにフォトニック結晶を用いた方向性結合器において，結合長が波長程度まで微小化されている [2]．しかし，その動作帯域は，動作周波数の約 0.2 %と制限されていた．本研究では，テラヘルツ波帯 [3]や波長多重光通信，光干渉計など，広帯域動作が要求される応用へ向けて，波長程度の極微小な結合長を保ったまま，広帯域動作を実現する方法を検討した．今回は，フォトニック結晶方向性結合器をもつ従来よりも広帯域な合分波器を設計したので報告する．

図 1 に今回設計したフォトニック結晶回路のモデルを示す．円孔三角格子 2 次元フォトニック結晶スラブの Γ-J 方向に形成された 1 列線欠陥導波路同士を，孔を 2 列間隔，結合長 4a で隣接させ，方向性結合器を形成した．ただし，a は三角格子の格子定数であり，空気孔の半径 r は 0.30a，スラブの厚さと屈折率はそれぞれ 0.83a と 3.4 とした．ここで，広帯域化のため，結合導波路部分で生じる偶モード・奇モードが結合しつつ，そのモード間隔が可能な限り広くなるよう 2 列間隔とした．さらに，偶モード・奇モードの伝搬定数ができるだけ広い周波数範囲にわたって一定となるよう，線欠陥間の孔半径 r' を 0.23a とした．また，ポート 1 の導波路と動作帯域を一致させるため，方向性結合器部分の分散曲線全体が高周波側に移動するよう，導波路幅を 0.15a 狭めた．さらには，bar 状態（ポート 1-2）と cross 状態（ポート 1-3）の分離度を向上するため，方向性結合器からポート 2 につながる線欠陥の幅を 0.15a 狭め，cross 動作の周波数帯域において，ポート 2 へのモードギャップが形成されるようにした．　図 2 に透過スペクトルのシミュレーション結果を示す．結合長 4a の方向性結合器を用いた回路において，cross 状態では，ピーク透過率を基準にした -3 dB 帯域が動作周波数の約 2.3 %と従来報告 [2]の 10 倍以上となり，cross 状態と bar 状態の分離度も 30 dB 以上となった．

本研究の一部は，総務省戦略的情報通信研究開発制度（SCOPE），SCAT 研究助成金，村田学術振興財団の支援を受けた．

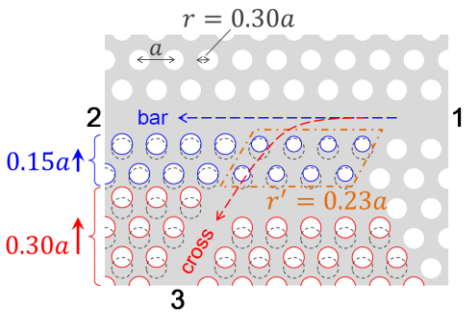

図 1 Diplexer model using a directional coupler

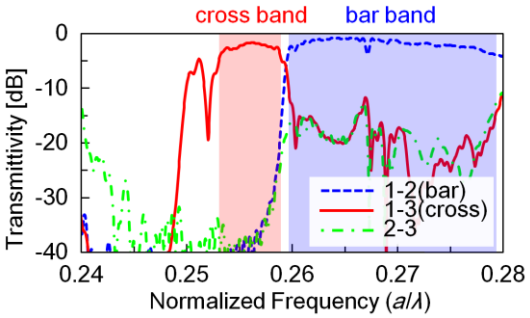

図 2 Transmission spectra

【参考文献】

[1] S. Noda, A. Chutinan and M. Imada, *Nature* **407** (2000) 608.
[2] J. Sugisaka, N. Yamamoto, M. Okano, K. Komori and M. Itoh, *Jpn. J. Appl. Phys.* **50** (2011) 32201.
[3] T. Ishigaki, M. Fujita, M. Nagai, M. Ashida and T. Nagatsuma, *IEEE Photon. Conf.* (2012) 774.

© 2014 年　応用物理学会