

مدلسازی عددی نیم تفریق گر نوری کریستال های نوری دو بعدی

رضا بیرانوند^{۱*}، علی فرمانی^۱، علی میر^۱

^۱ گروه الکترونیک، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران

چکیده: در این مقاله، یک ساختار بسیار ساده و فشرده جهت تحقق نیم تفریق گر نوری با استفاده از حفره‌های تشدید در یک ساختار بلور فوتونی، پیشنهاد شده است. در ساختار، از میله‌های سیلیکون استفاده شده است که از منظر ساخت، ساده است. برای ایجاد حفره‌های تشدید، یک میله شامل نقص بین ورودی ها و موجبر خروجی B معرفی شده است. برای کنترل رفتار نور، پس از ایجاد موجبرهای ورودی و خروجی، از یک نقص بر سر راه خروجی B و یک موجبر بر سر راه خروجی D استفاده شده است. برای تجزیه و تحلیل ساختار از روش حل عددی تفاضل محدود در زمان استفاده شده است. ابعاد ساختار پیشنهادی ۱۵*۱۵ است که بسیار فشرده است. رفتار قطعه در طول موج ۱۵۵۰ نانومتر تنظیم شده است که مناسب برای کاربردهای مخابرات نوری است.

کلید واژگان: تفریق گر نوری؛ کریستال نوری؛ حل عددی

Numerical Modeling of a Half Subtractor based on Photonics Crystal

Reza Beiranvand¹, Ali Farmani¹, Ali mir¹

¹Department of Electrical Engineering, Lorestan University, Khorramabad, Iran

Abstract: In this paper, a simple and compact structure for optical half subtractor utilizing resonance holes is proposed. The proposed structure is based on Silicon rods. For providing resonance holes, a defect rods between input and output of structure is used. For harnessing of light, with input/output waveguide, a defect in B and D path is used. To analyze of structure, Finite-Difference Time-Domain (FDTD) is done. Also, the dimension of structure is 15*15 which shows compact structure. The behavior around 1550 nm can be used for telecommunications applications.

Keywords: Optical Half Subtractor; Photonics Crystal; Numerical Solution

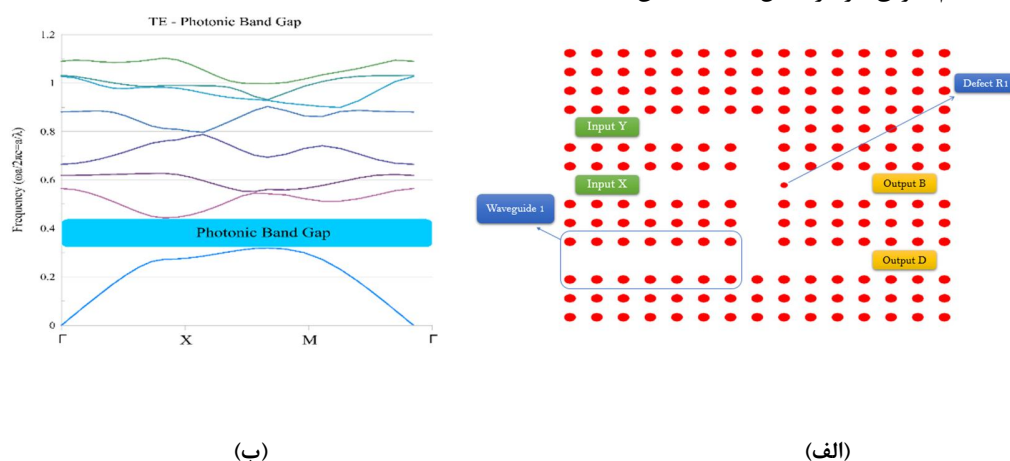
* beiranvand.re@fe.lu.ac.ir

۱- مقدمه

جهت کنترل و پردازش سیگنال‌های نوری دیجیتال یکی از المان‌های پرکاربرد، کریستال‌های فوتونی (PC) می‌باشند [۴-۱]. بر همین اساس، در سیستم‌های دیجیتال نوری طراحی واحد تفریق‌گر از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، تحقیقات اندکی درباره طراحی تفریق‌گر تا کنون انجام شده است [۲]. کریستال‌های فوتونی از شکاف باند فوتونی بهره می‌برند که در آن انتشار امواج الکترومغناطیسی قابلیت کنترل را دارد [۳]. با برهم‌زدن تناوب کریستال‌های فوتونی به وسیله نقص‌ها، می‌توان میدان مغناطیسی را کنترل نمود [۳]. بنابراین در این مقاله یک تفریق‌گر فشرده سیلیکونی در محدوده طول موج مخابراتی با روش حل عددی تفاضل محدود در حوزه زمان پیشنهاد شده است.

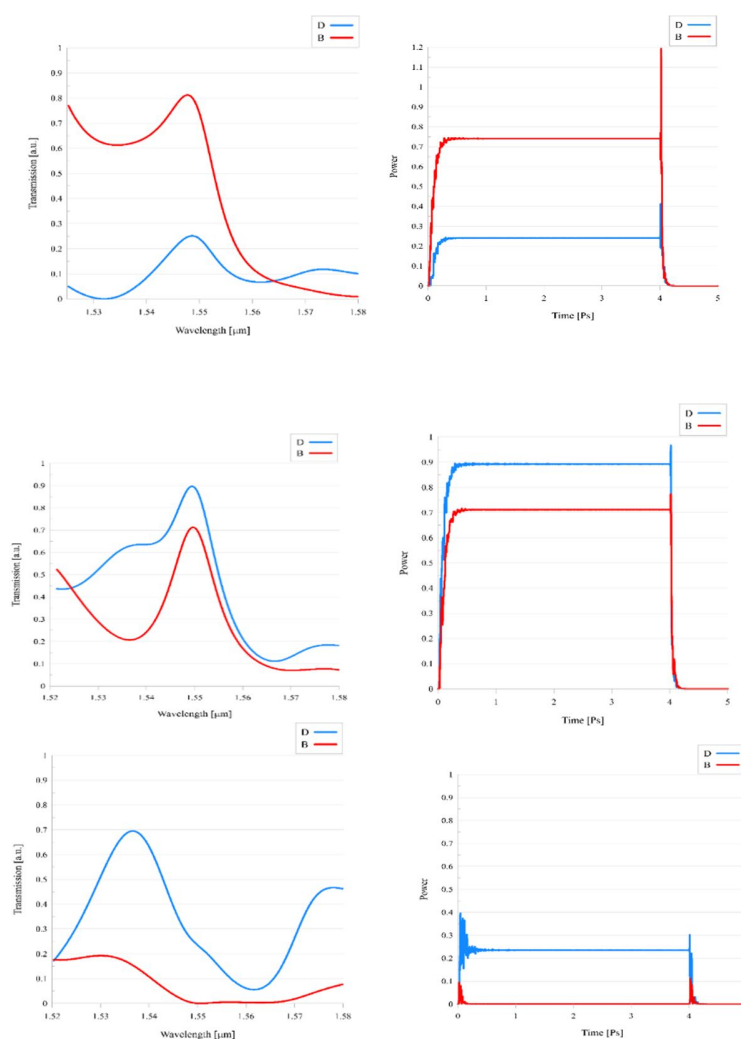
۲- تئوری و مدل

ساختار پیشنهادی (شکل ۱ الف))، یک شبکه مربعی 15×15 میله‌های دی‌الکتریک بر بستر هوا می‌باشد. ضریب شکست موثر میله‌های دی‌الکتریک بنیادی برابر $n = 3/46$ انتخاب شده است (که این ضریب شکست سیلیکون در 1550 نانومتر است، شعاع میله‌ها $105,8$ نانومتر و ثابت شبکه مشبک 529 نانومتر است. این پارامترهای ساختاری به منظور ایجاد فاصله بین باند فوتونی در حدود 1550 نانومتر انتخاب شدند. نمودار ساختار باند نیم تفریق‌گر در شکل ۱ (ب) نشان داده شده است.



شکل ۱- (الف) ساختار پیشنهادی (ب) ساختار باند انرژی

همانطور که در شکل ۱ (ب) دیده می‌شود، ساختار باند برای حالت TE بدست آمده است. ساختار باند محاسبه شده نشان می‌دهد که فاصله باند ممنوعه از $0,44 < \frac{\alpha}{\lambda} < 0,32$ واقع شده است. با در نظر گرفتن این پارامترها در ادامه با استفاده از نرم افزار آر-سافت حالت‌های مختلف ورودی‌ها برای نیم تفریق‌گر پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که برای حالت‌های یک منطقی و صفر منطقی اختلاف سطح نسبتاً بالایی برقرار است که خود سبب دستیابی به نرخ انقراض بالا خواهد شد. از طرفی باتوجه به کوچک بودن ابعاد ساختار همانطور که مشاهده می‌شود سرعت پاسخ‌دهی قابل دستیابی خواهد بود.



شکل ۲- نمودار انتقالی برای حالت‌های ۰.۱ و ۰.۱۰ و ۰.۱۱.

۳- نتیجه گیری

در این مقاله یک ساختار بسیار فشرده و ساده جهت تحقق نیم تفریق گر با استفاده از کریستال‌های فوتونی دو بعدی پیشنهاد گردید. استفاده از سیلیکون در ساختار امکان مجتمع سازی با المان‌های دیگر را فراهم خواهد کرد. جهت کنترل و دستیابی به همه حالت‌های نیم تفریق گر، شعاع میله نقص R1 تحت کنترل قرار گرفت. ساختار پیشنهادی می‌تواند جهت تحقق تمام تفریق گر نوری نیز مدنظر قرار گیرد.

مراجع

1. E. Yablonovitch, **Phys. Rev. Lett.**, vol. 58, no. 20, pp. 2059, 1987.
2. Joannopoulos, J.D., Mead, R.D., Winn, J.N. **Princeton University, Princeton**, NJ (1995).
3. Askarian, A., Akbarizadeh, G. and Fartash, M., 2019. **Applied optics**, 58(22), pp.5931-5935.
4. Soroosh, Mohammad, Atefeh Mirali, and Ebrahim Farshidi. **Journal of Optoelectronic Nanostructures** 5.1 (2020): 83-100.