همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

مدلسازی عددی نیم تفریق‌گر 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 Beiranvand[1], Ali Farmani[1],Ali mir[1]

[1]Department 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

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

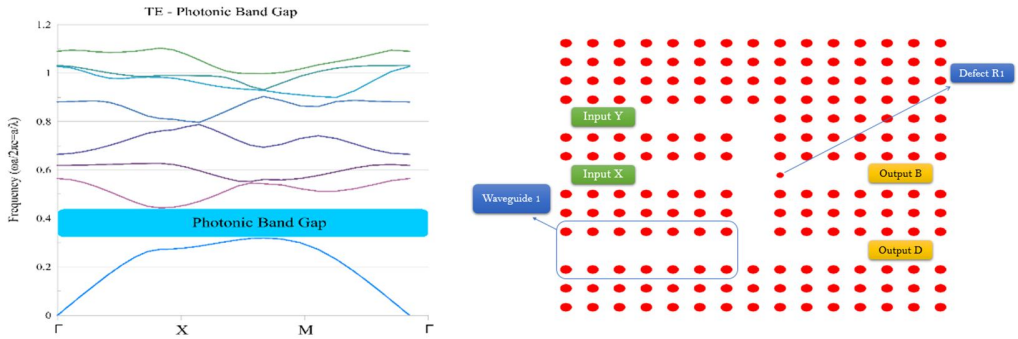
[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-04]

۱- مقدمه

جهت کنترل و پردازش سیگنال های‌نوری دیجیتال یکی از المان های پرکاربرد، کریستال‌های فوتونی (PC) می باشند [۱-۴]. بر همین اساس، در سیستم های دیجیتال نوری طراحی واحد تفریق‌گر از اهمیت بالایی برخوردار است. با این حال، تحقیقات اندکی درباره طراحی تفریق گر تا کنون انجام شده‌است [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 نقص ها، می توان میدان مغناطیسی را کنترل نمود [۳]. بنابراین در این مقاله یک تفریق گر 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 ۱۵*۱۵ میله های دی الکتریک بر بستر هوا می باشد. ضریب شکست موثر میله های دی الکتریک بنیادی برابر n = ۳/۴۶ انتخاب شده است (که این ضریب شکست سیلیکون در ۱۵۵۰ نانومتر است، شعاع میله ها ۱۰۵,۸ نانومتر و ثابت شبکه مشبک ۵۲۹ نانومتر است. این پارامترهای ساختاری به منظور ایجاد فاصله بین باند فوتونی در حدود ۱۵۵۰ نانومتر انتخاب شدند. نمودار ساختار باند نیم تفریق گر در شکل ۱ (ب) نشان داده شده است.



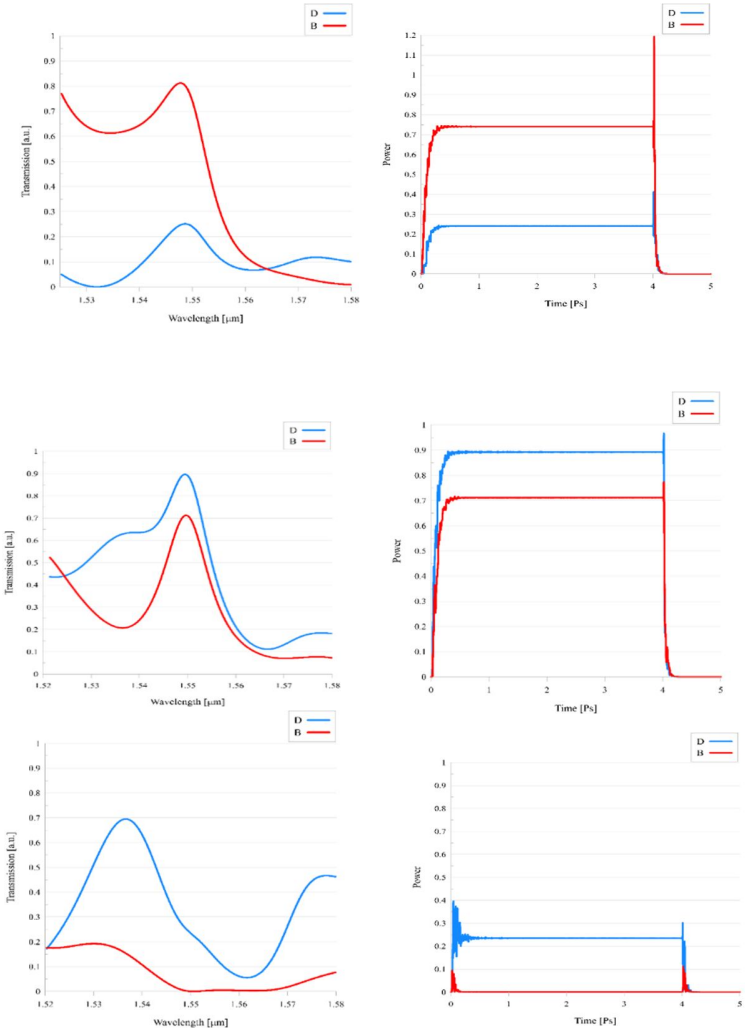
(ب) (الف)

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

همانطور که در شکل ۱ (ب) دیده می شود، ساختار باند برای حالت TE بدست آمده است. ساختار باند محاسبه‌شده نشان می‌دهد که فاصله باند ممنوعه از $۰,۳۲ < \frac{\alpha}{\lambda} < ۰,۴۴$ واقع شده است. با در نظر گرفتن این پارامترها در ادامه با استفاده از نرم افزار آر-سافت حالت های مختلف ورودی ها برای نیم تقریق‌گر پیشنهادی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج نشان می دهد که برای حالت های یک منطقی و صفر منطقی اختلاف سطح نسبتا بالایی برقرار است که خود سبب دستیابی به نرخ انقراض بالا خواهد شد. از طرفی باتوجه به کوچک بودن ابعاد ساختار همانطور که مشاهده می شود سرعت پاسخ‌دهی قابل دستیابی خواهد بود.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-04]



شکل ۲- نمودار انتقالی برای حالت‌های ۰۱ و ۱۰ و 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 المان های دیگر را فراهم خواهد کرد. جهت کنترل و دستیابی به همه حالت های نیم تفریق‌گر، شعاع میله نقص R1 تحت تحت کنترل قرار گرفت. ساختار پیشنهادی می تواند 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. Joannopoulas, 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 Optoelectronical Nanostructures** 5.1 (2020): 83-100.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترسی باشد.

[Downloaded from opsi.ir on 2026-02-04]