

طراحی مالتی/دی مالتی پلکسر باند فوق باریک بر پایه بلور فوتونی دو بعدی

علی کاظمی نسیان شتربان^۱، کامبیز عابدی^۲

^۱دانشکده برق دانشگاه شهید بهشتی، a.kazeminasaban@mail.sbu.ac.ir

^۲دانشکده برق دانشگاه شهید بهشتی، k_abedi@sbu.ac.ir

چکیده - در این مقاله یک مالتی/دی مالتی پلکسر که در آن برای تزویج موجبرها از میکروکاوک استفاده شده است، طراحی میشود. کانالهای ایجاد شده در گاف فوتونی، فرکانسهای مرکزی یکسان برای هر دو افزاره داشته و دارای پهنای باند فوق باریک هستند و فاصله مابین دو کانال و پهنای باندشان به گونه ایست که برای سیستمهای CWDM مناسب میباشد. توان خروجی از درگاههای مشخص شده برای دی مالتی پلکسر بالای 85 درصد و برای مالتی پلکسر بالای 80 درصد میباشد. در این مقاله برای شبیه سازی از روش FDTD استفاده شده است.

کلیدواژه- بلور فوتونی، میکروکاوک، دی مالتی پلکسر، مالتی پلکسر، باند باریک.

Design of Super Narrowband Multiplexer/Demultiplexer Based on 2D Photonic Crystal

Ali Kazemi Nasaban Shotorban^۱, Kambiz Abedi^۲

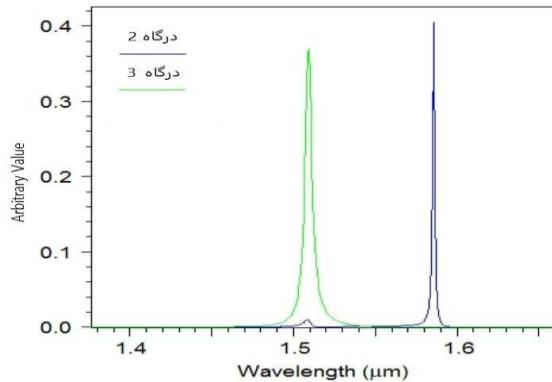
^۱Faculty of Electrical Engineering, a.kazeminasaban@mail.sbu.ac.ir

^۲Faculty of Electrical Engineering, k_abedi@sbu.ac.ir

Abstract- In this paper, a multiplexer and demultiplexer which use microcavities for coupling waveguides are proposed. Having identical central frequency for both devices, the introduced channels in photonic band gap are super narrowband and the spacing between them and their FWDMs are suitable for CWDM system applications. The output powers of distinguished ports are all more than 85 and 80 percent for de-multiplexer and multiplexer, respectively. In this paper, FDTD method has been used for simulations.

Keywords: photonic crystal, microcavity, demultiplexer, multiplexer, narrowband.

کیفیت ۴۳۱ و کانال با طول موج مرکزی 1/5841 دارای FWHM برابر 0/7 نانومتر و فاکتور کیفیت ۲۲۶۳ میباشد. پاسخ طولی موجی مالتی پلکسر به علت مطابقت کاواک های آن با کاواک های دی مالتی پلکسر با پاسخ طول موجی دی مالتی پلکسر یکسان میباشد.



شکل ۲: پاسخ طول موجی مالتی/دی مالتی پلکسر

۳-۲- پاسخ زمانی

در طراحی مربوط به دی مالتی پلکسر هر دو فرکانس مرکزی با توان واحد به صورت جداگانه به ورودی مدار اعمال شده است و نتایج به صورت جدا از هم تحلیل میشوند. این عمل به علت خطی بودن معادلات ماکسول مجاز میباشد. نتایج مربوط به ورودی 1/5084 میکرومتر در شکل ۳-الف و ورودی 1/5841 در شکل ۳-ب نشان داده شده است. مشاهده میشود توان خروجی درگاه ۲ برای ورودی 1/5084، 2/8 درصد و برای ورودی 1/5841، تقریباً 86/39 درصد توان ورودی میباشد. توان خروجی درگاه ۳ برای ورودی 1/5084، تقریباً 88/09 درصد و برای ورودی 1/5841، صفر درصد ورودی میباشد.

در طراحی مربوط به مالتی پلکسر در ابتدا الف) به درگاه شماره ۴ هر دو طول موج مرکزی مد های نقص را با توان واحد به صورت جداگانه به عنوان ورودی اعمال گردیده و درگاه شماره ۵ و ۶ به عنوان خروجی در نظر گرفته شده اند. سپس ب) به درگاه شماره ۵ هر دو فرکانس مرکزی به صورت جداگانه به عنوان ورودی با توان واحد اعمال گردیده و درگاه شماره ۴ و ۶ به عنوان خروجی در نظر گرفته شده اند. نتایج در شکل ۴ نشان داده شده اند.

توان خروجی مربوط به حالت الف برای ورودی 1/5084 و 1/5841 میکرومتر به ترتیب برای درگاه ۵، 1/7 درصد و

بهینه برای شعاع میله های آینه 1/5 برابر شعاع اولیه میباشد. همچنین این نتایج نشانگر این هستند که با افزایش یا کاهش مقدار شعاع از مقدار بهینه، مقدار خروجی به صورت قابل توجهی کاهش پیدا میکند. البته لازم به ذکر است که با انتخاب شعاع 1/5 برابری مقداری از اندازه ی فاکتور کیفیت نسبت به آینه با شعاع کمتر، کاسته میشود. به منظور بهبود فاکتور کیفیت کاهش یافته میتوان با تغییر ساختار کاواک، پهنای کانال را کاهش داد. برای باریک شدن هرچه بیشتر پهنای مد نقص مربوط به کاواک بالایی ایجاد شده در گاف فوتونی- و در نتیجه افزایش قابل توجه فاکتور کیفیت، شعاع میله های زرد رنگ (میله های واقع در ستون ۷ و ردیف های ۶،۸،۲۳،۲۵) ۱۰ درصد کاهش یافته است و هر کدام به اندازه 0/2 میکرون در جهت عمودی از یکدیگر فاصله گرفته اند. برای اطلاع از جزئیات بیشتر در مورد تاثیرات شعاع و مکان این میله ها به [13] مراجعه شود.

برای افزایش مقدار توان خروجی با استفاده از تغییر خواص میکرو کاواک، شعاع میله های فیروزه ای رنگ (میله های واقع در ستون های ۵،۹ و ردیف های ۶،۸،۲۴،۲۸ و ۷،۱۱،۲۴،۲۸) همچنین ستون های ۶،۸ و ردیف های ۶،۸،۱۰،۱۲،۲۳،۲۵،۲۷،۲۹ به اندازه ۵۰ درصد بزرگتر در نظر گرفته شده اند.

۳- بررسی نتایج شبیه سازی

به منظور شبیه سازی ساختار ارائه شده از روش شبیه سازی FDTD استفاده شده است. همچنین از PML برای مرزبندی طراحی استفاده شده است.

۳-۱- پاسخ طول موجی

برای بدست آوردن پاسخ طول موجی، موجی با طول موج 1/55 به صورت پالسی کوتاه به ورودی اعمال شده است. پاسخ طول موجی دی مالتی پلکسر در شکل ۲ نشان داده شده است. طول موج های مرکزی 1/5084 میکرومتر و 1/5841 میکرومتر میباشد. مشاهده میشود فاصله ی بین دو کانال عبوری از هم تقریباً ۷۶ نانومتر میباشد که این نتایج برای استفاده در سیستم CWDW با توجه به استاندارد ITU G.694.2 مناسب میباشد. کانال با طول موج مرکزی 1/5084، دارای FWHM برابر 3/5 نانومتر و فاکتور

صفر درصد و برای درگاه ۶، ۵/۸۴ درصد و صفر درصد توان ورودی میباشد.

صفر و برای درگاه ۶، ۴/۲ درصد و ۶۲/۸۳ درصد میباشد.

۴- نتیجه گیری

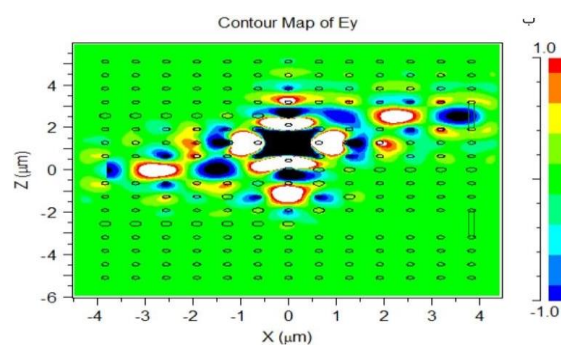
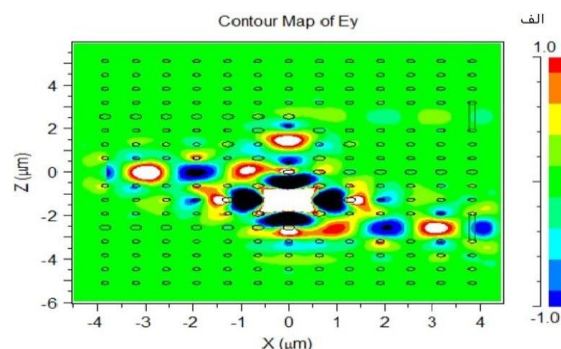
در این مقاله یک مالتی پلکسر 2×1 و یک دی مالتی پکسر 1×2 با استفاده از بلور فوتونی 17×13 که از میله های سیلیکونی بر بستر هوا تشکیل شده است، طراحی شد. کانال های این دو افزاره باند فوق باریک بوده و فاصله مابینشان ۷۶ نانومتر بدست آمد که برای استفاده در سیستم CWDM مناسب است. توان های خروجی بالای ۸۵ درصد برای خروجی های مطلوب دی مالتی پکسر و توان های خروجی بالای ۸۰ درصد برای مالتی پلکسر حاصل شد.

مراجع

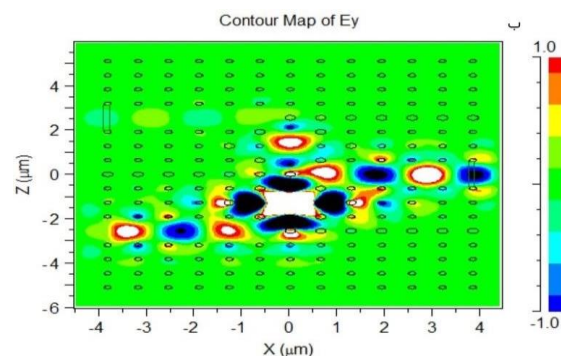
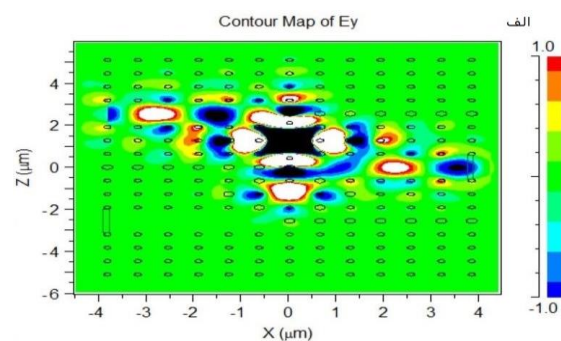
- [1] Mehdizadeh, F., et al. *An optical demultiplexer based on photonic crystal ring resonators*, **Optik - International Journal for Light and Electron Optics** 127(20): 8706-8709 (2016).
- [2] Wang, Y., et al. *A super narrow band filter based on silicon 2D photonic crystal resonator and reflectors*, **Optics Communications** 363: 13-20 (2016).
- [3] Wang, G., Li, S., An, G. et al. *Design of a polarization filtering photonic crystal fiber with a big gold-coated air hole*, **Opt Quant Electron** 48: 457 (2016).
- [4] Vaisi, A., et al. *Low Loss and High-Quality Factor Optical Filter Using Photonic Crystal-Based Resonant Cavity*, **Journal of Optical Communications** (2017).
- [5] Zhuang, Y., et al. *Cascaded chirped narrow bandpass filter with flat-top based on two-dimensional photonic crystals*, **Applied Optics** 56(14): 4185-4190 (2017).
- [6] B. Singh and S. Rawal. *Photonic-crystal-based all-optical NOT logic gate*, **J. Opt. Soc. Am. A** 32, 2260-2263 (2015).
- [7] Zhang, Y., et al. *Optical switches and logic gates based on self-collimated beams in two-dimensional photonic crystals*, **Optics Express** 15(15): 9287-9292 (2007).
- [8] Neisy, M., Soroosh, M. & Ansari-Asl, K. *All optical half adder based on photonic crystal resonant cavities*, **Photon Netw Commun** (2017).
- [9] Alipour-Banaei, H. and H. Seif-Dargahi. *Photonic crystal based 1-bit full-adder optical circuit by using ring resonators in a nonlinear structure*, **Photonics and Nanostructures - Fundamentals and Applications** 24(Supplement C): 29-34 (2017).
- [10] B. Miao, C. Chen, A. Sharkway, S. Shi, and D. W. Prather, *Two bit optical analog-to-digital converter based on photonic crystals*, **Opt. Express** 14, 7966-7973 (2006).
- [11] Mehdizadeh, F., et al. *A Novel Proposal for All Optical Analog-to-Digital Converter Based on Photonic Crystal Structures*, **IEEE Photonics Journal** 9(2): 1-11 (2017).
- [12] H.J.R. Dutton, *Understanding Optical Communications*, **Prentice Hall PTR**, 1998.

[۱۳] عابدی، کامبیز، مقدمه ای بر ادوات نوری بلور فوتونی، انتشارات

مهر جرد، ۱۳۹۵.



میکرومتر در ۱/۵۰۸۴ شکل ۳: پاسخ زمانی دی مالتی پلکسر به ورودی الف) ۱۵۰۰ cT زمان نهایی (ب) ۱/۵۸۴ cT، ۵۵۰۰ میکرومتر در زمان نهایی



میکرومتر در ۱/۵۸۴ شکل ۴: پاسخ زمانی مالتی پلکسر به ازای ورودی الف) ۶۰۰۰ cT زمان نهایی (ب) ۴ و ورودی ب) ۱/۵۸۴ به درگاه ۴ و ورودی ب) ۶۰۰۰ cT زمان نهایی به درگاه ۵، ۲۰۰۰ cT

توان خروجی مربوط به حالت ب برای ورودی ۱/۵۰۸۴ و ۱/۵۸۴ میکرومتر به ترتیب برای درگاه ۴، ۳/۳ درصد و