

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

بررسی تزویج نوری بلور فوتونی نیم دایره و موجبر w_1 بلور فوتونی دو بعدی با ساختار مربعی

اسکویی عبدل، سمیه^۱؛ بروستانی، جمال^۲

^۱دانشکده فیزیک دانشگاه تبریز، تبریز

^۲گروه فیزیک، دانشکده فیزیک، تبریز

چکیده

در این مقاله، ساختاری متشکل از یک بلور فوتونی نیم دایره و یک موجبر بلور فوتونی دو بعدی معمولی در نظر گرفته شده است. بازده تزویج مابین این ساختارها و وقتی تغییراتی اعم از کاهش، افزایش و یا تدریجی در میله‌های کنار موجبر صورت گرفته، با استفاده از روش *FDTD* محاسبه می‌شود. ملاحظه شده است که بدون تغییر میله‌های کناری، بازده تزویج $7.21dB$ ، با تغییر افزایشی آن، بازده به $5.09dB$ کاهش یافته و با تغییر کاهشی آن، بازده به $16.38dB$ می‌رسد.

The study of coupling semi-circular photonic crystal and 2D square photonic crystal w_1 waveguide

Oskooi, Somayeh¹; Barvestani, Jamal²

¹ Department of Physics, University of Tabriz, Tabriz,

² Department of electronic and solid state physics, Faculty of physics, Tabriz University

Abstract

In this paper, a structure consists of the semi-circular photonic crystal and a two dimensional photonic crystal waveguide (PCW) is considered. The coupling efficiency between these structures and the changes in adjacent rods to the waveguide, as radii decrease, increase or gradual calculated by using *FDTD* method. It has been noted that with any changes in rod radius, the coupling efficiency is $7.2dB$, with change increasing radii of them, efficiency dropped in $5.09dB$ and by decreasing radii of them efficiency reaches to $16.38dB$.

PACS No. ۴۲

تفاوت‌های ذاتی آنها در مکانیزم هدایت می‌باشد [۲]. پس تزویج مناسب نور و به حداقل رساندن تلفات تزویج می‌تواند موضوعی جالب باشد. ساختارهای زیادی جهت تحقق تزویج بین دو موجبر ارائه شده است از جمله: یک مخروط بلور فوتونی پیوسته [۳]، مخروط بلور فوتونی محدب یا مقعر شکل [۴]، بلور فوتونی مدرج [۵] و همچنین تغییرات تدریجی شعاع حفره‌های هوا در موجبر بلور فوتونی با شبکه‌ی شش گوشه همراه با تزویج گر بلور فوتونی مدرج [۶]. اگر چه با وجود نسبت کوچک عرض نور تزویج شده به نور فرودی و اندازه کوچکشان، طراحی مدارات مجتمع فوتونی با این ساختارها بسیار پیچیده می‌باشد.

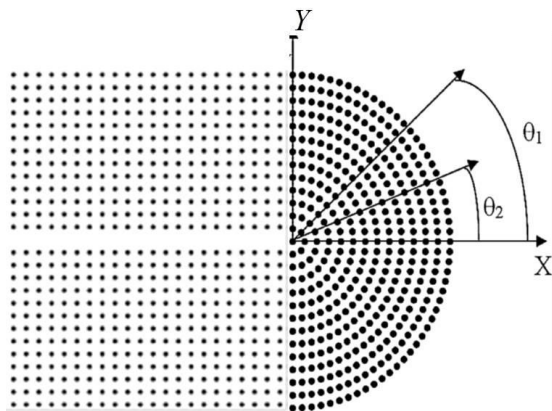
مقدمه

بلور فوتونی به جهت جذابیت‌های فراوانش در مجتمع سازی اپتیکی، بسیار مورد توجه بوده است [۱]. در این میان موجبر بلور فوتونی در مجتمع اپتیکی نقش بسیار مهمی را دارد. در موجبرهای بلور فوتونی، نور با یک فرکانس درون نوار گاف فوتونی انتشار می‌یابد و از محلی به محل دیگر هدایت می‌شود. به خاطر مدهای جایگزیده در نوار گاف فوتونی، موجبرهای بلور فوتونی می‌توانند حول انحنای تیز و پرشیب، امواج نور را انتقال دهند که با موجبرهای معمولی امکان پذیر نیست. یکی از مشکلات دستیابی به بازده بیشینه‌ی تزویج بین موجبرهای بلور فوتونی و موجبرهای معمولی، تفاوت مقیاس این دو موجبر و

اینکار را انجام دهد. بنابراین در یک PML ایده آل نباید هیچ موج بازتابیده‌ای باقی بماند.

نتایج شبیه سازی

در این مقاله بلور فوتونی دو بعدی متشکل از میله‌های دی‌الکتریک در زمینه هوا در نظر گرفته شده است که در شکل ۱ نیز نمایش داده می‌شود. مکان قرارگیری میله‌های دی‌الکتریک در بلور فوتونی دو بعدی نیم دایره (scpc) در صفحه x-y از روابط $R_{n+1}-R_n = a$ ، $\Theta_n = \pi/(4 \times n)$ ، مرکز و ثابت شبکه و Θ_n زاویه‌ی بین میله‌های دی‌الکتریک مجاور در N امین دایره هم مرکز می‌باشد که $\Theta_1 = \pi/4$ ، $R_1 = a$ است. شعاع میله‌های دی‌الکتریک $0.3a$ و جنس آنها از سیلیکون با ثابت دی‌الکتریک $11/56$ در زمینه هوا ($\epsilon = 1$) می‌باشد. همچنین موجبر بلور فوتونی از شبکه مربعی با ثابت a و شعاع میله‌های دی‌الکتریک $0.2a$ و جنس آنها از سیلیکون با ثابت دی‌الکتریک $11/56$ در زمینه هوا تشکیل شده است که یک ردیف از میله‌ها در جهت $\Gamma-X$ حذف شده است. منبع نور موج تخت $16a$ دورتر از موجبر بلور فوتونی قرار گرفته است. در این کار شعاع میله‌ها را در همسایگی اول نقص خطی PCW، در مراحل مختلف، مقادیر $0.25a$ و $0.15a$ و یا به صورت تدریجی از 0 تا $0.2a$ یا بالعکس قرار می‌دهیم. فرکانس نرمالیزه a/λ 0.344 و فقط مد TM را در نظر گرفته‌ایم. شبیه‌سازی در محیط متلب با استفاده از روش FDTD کد نویسی کرده‌ایم.



شکل ۱- ساختار بلور فوتونی نیم دایره (سمت راست) همراه با موجبر W_1 بلور فوتونی دو بعدی با ساختار مربعی (سمت چپ)

در این مقاله ساختاری از یک بلور فوتونی دو بعدی نیم دایره (scpc) متشکل از یک میله‌ی دی‌الکتریک در مرکز و چندین دایره‌ی هم مرکز از میله‌های دی‌الکتریک با شعاع $0.3a$ و از یک موجبر بلور فوتونی با ساختار مربعی و میله‌هایی با شعاع $0.2a$ تشکیل شده است. به دلیل اثر کانونی در بلور فوتونی دو بعدی نیم دایره در گستره‌ی فرکانسی مشخص، نور درون موجبر بلور فوتونی متمرکز می‌شود و بازده تزویج بالایی بدست می‌آید [۷]. ما در این کار می‌خواهیم با تغییرات تدریجی، کاهشی یا افزایشی در شعاع میله‌های دی‌الکتریک کناری موجبر بلور فوتونی بازده تزویج را مطالعه کنیم.

روش محاسبات

تفاضل متناهی در حوزه زمان که به صورت خلاصه از آن با نام FDTD یاد می‌کنند، روش مورد استفاده در این کار می‌باشد. این روش عددی از عهده‌ی حل طیفی گسترده‌ای از مسائل در حوزه‌ی الکترومغناطیسی بر می‌آید، با این حال به علت عددی بودن روش عموماً زمان محاسباتی بسیار بالایی را می‌طلبد. الگوریتم تفاضل متناهی در حوزه زمان اولین بار توسط یی در سال ۱۹۶۶ ایجاد شد. یی در الگوریتم خود از روش گسسته‌سازی تفاضل مرکزی مرتبه دوم استفاده کرده بود. ما برای گسسته نمودن معادلات ماکسول، از گسسته سازی سه جزء میدان الکتریکی و مغناطیسی استفاده کرده-ایم.

مهم‌ترین نکته در این روش، شبیه‌سازی انتشار امواج در فضای سلول محاسباتی به فضای بینهایت برای نزدیک شدن حل عددی به واقعیت فیزیکی مسأله است. که در این مورد از شرط مرز جاذب با نام PML استفاده می‌شود. از سال ۱۹۹۴ فعالیت قابل توجهی در این زمینه به وجود آمده است که این امر مدیون کار اولیه‌ای است که برنگر در معرفی مواد جاذب بسیار موثر برای شرط مرزی جاذب نموده است. ابتکار برنگر در این است که امواج تخت با هر زاویه تابش و نوع قطبش و فرکانس با این ماده در مرز کاملاً مطابق میباشند. وی با اضافه کردن درجات آزادی بیشتری که از تجزیه‌ی میدانها به دو مؤلفه به دست می‌آید، توانست

در این کار با معرفی چند تغییر در شعاع همسایه اول نقص خطی بیشینه شدت نور انتشاری را تغییر می‌دهیم.

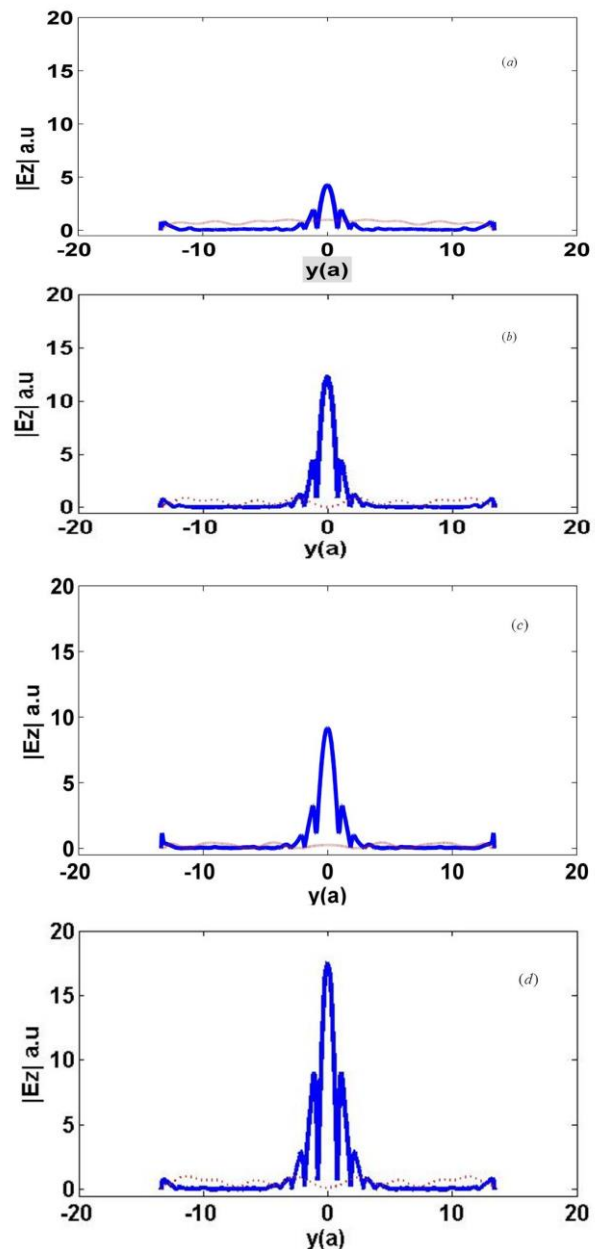
ابتدا با افزایش شعاع همسایه‌ی اول، به نسبت $1/25$ برابر شعاع موجبر بلور فوتونی، مشاهده کردیم که بیشینه شدت نور انتشاری از طریق *scpc* با شعاع همسایه اول موجبری $0/25a$ ، $2/19$ برابر بیشینه شدت نور انتشاری به طور مستقیم درون *pcw* می‌باشد و بازده آن $5/09$ dB بدست می‌آید، که در مقایسه با حالت بدون تغییر، بازده پایین‌تری دارد.

در مرحله بعد با کاهش شعاع همسایه‌ی اول، به نسبت $0/75$ برابر شعاع موجبر بلور فوتونی، مشاهده کردیم که بیشینه شدت نور انتشاری از طریق *scpc* با شعاع همسایه اول موجبری $0/15a$ ، $4/09$ برابر بیشینه شدت نور انتشاری به طور مستقیم درون *pcw* می‌باشد و بازده آن $16/38$ dB بدست می‌آید، که در مقایسه با حالت بدون تغییر، بازده بالاتری دارد. با مقایسه این دو می‌توان دریافت که بیشینه شدت نور انتشاری در تغییرات کاهش شعاع همسایه اول نسبت به تغییرات افزایشی $1/86$ برابر می‌باشد. بنابراین بیشینه شدت نور مدل بدون تغییر شعاع در مقایسه با تغییرات کاهش شعاع همسایه اول پایین‌تر، در مقایسه با تغییرات افزایشی بالاتر می‌باشد. که در شکل ۲ (c) و (d) نشان داده شده است.

سپس با تغییرات تدریجی شعاع همسایه اول نقص خطی به صورت افزایشی یا کاهش شعاع همسایه اول در جهت $\Gamma-X$ و مقایسه این دو، دریافتیم که بیشینه شدت نور انتشاری در تغییرات تدریجاً کاهش شعاع همسایه اول نسبت به تغییرات تدریجاً افزایشی بازده بهتری دارد. با این حال این بیشینه شدت در مقایسه با مدل بدون تغییر شعاع همسایه اول خیلی پایین می‌باشد، بنابراین برای بهینه سازی تزویج مناسب نیست.

با مقایسه نتایج بدست آمده، درمی‌یابیم که کاهش شعاع همسایه اول موجبر بلور فوتونی، راه حل مناسبی جهت تزویج نوری بلور فوتونی نیم دایره و موجبر $W1$ بلور فوتونی دو بعدی با ساختار مربعی، می‌باشد که توزیع شدت میدانهای آن در شکل ۳ نشان داده شده است.

با استناد به مرجع [۷] و مقایسه تزویج، در غیاب و حضور بلور فوتونی نیم دایره می‌توان دریافت که بیشینه شدت نور انتشاری از طریق *scpc* تقریباً سه برابر بیشینه شدت نور انتشاری به طور مستقیم درون *pcw* می‌باشد، بازده آن $7/21$ dB محاسبه شده و نمودار بیشینه شدت نور انتشاری آن در شکل ۲ (a) و (b) نشان داده شده است.

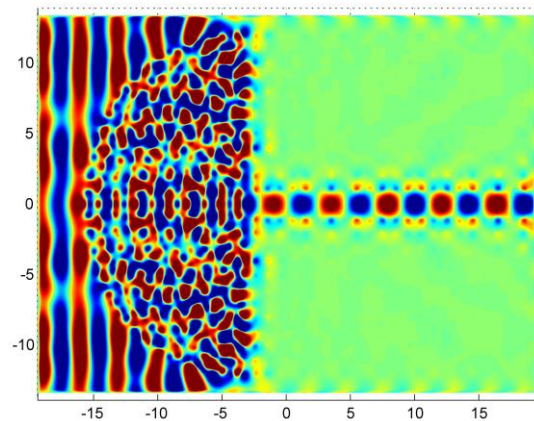


شکل ۲- (a) و (b) اندازه‌ی شدت نور خروجی (آبی) در ساختارهای بدون *scpc* و با *scpc* (c) و (d) اندازه‌ی شدت نور خروجی (آبی) با کاهش و افزایش شعاع همسایه اول نقص خطی

۴/۰۹ برابر نسبت به حالت بدون SCPC بدست می‌آید. بنابراین با کاهش شعاع همسایه اول می‌توان بازده تزویج را بهینه سازی کرد.

مرجع‌ها

- [1] S. John, Strong localization of photons in certain disordered dielectric super-lattices, *Phys. Rev. Lett.* **58** (1987) 2486–2489.
- [2] F. AbdelMalek, W. Belhadj, S. Haxha, a.H. Bouchriha, Realization of high coupling efficiency by employing a concave lens based on 2-D photonic crystals with negative refractive index, *J. Lightwave Technol.* **25** (2007) 3168–3174.
- [3] Pottier, P., I. Ntakos, and R. M. De La Rue, Photonic crystal continuous taper for low-loss direct coupling into 2D photonic crystal channel waveguides and further device functionality, *Optics Communications*, **223** (2003) 339–347.
- [4] Khoo, E. H., A. Q. Liu, and J. H. Wu, Nonuniform photonic crystal taper for high-efficiency mode coupling, *Optics Express* **13**20(2005)
- [5] Cakmak, A. O., E. Colak, H. Caglayan, H. Kurt, and E. Ozbay, High efficiency of graded index photonic crystal as an input coupler. *J. Appl. Phys.* **105** 103708 (2009).
- [6] Nauom, R., F. Bennacer, F. Salah-belkhdja and L. Dekkiche, Improved coupling efficiency by the gradual change the air holes dimensions in the photonic crystal waveguide, *Electronics, Communications and Photonics Conference (SIEPC)*, (2013)
- [7] L.H. Wang, et al., Realization of optical coupling based on semi-circular photonic crystals, *Optik - Int. J. Light Electron Opt.* (2014)



شکل ۳- توزیع میدانهای الکتریکی فضایی پرتو نور در فرکانس نرمالیزه $0.344 a/\lambda$ با افزایش شعاع همسایه اول نقص خطی

نسبت انتگرال پروفایل شدت همراه با تزویج گر SCPC به حالت بدون تزویج گر SCPC در انتهای موجبر بلور فوتونی، تخمینی از بازده تزویج به دست می‌آید.

جدول ۱- محاسبات عددی بازده تزویج برای تزویج گر SCPC، همراه با تغییراتی در شعاع همسایه اول نقص خطی PCW

شعاع همسایه اول نقص	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۵
$\frac{\int E_z ^2_{pcw+scpc}}{\int E_z ^2_{pcw}}$	۷/۲۱	۵/۰۹	۱۶/۳۸

نتیجه گیری

در این مقاله یک تزویج گر بلور فوتونی نیم دایره جهت اتصال نور از موج تخت به موجبر W_1 بلور فوتونی دو بعدی استفاده شده است. تزویج گر بلور فوتونی نیم دایره (SCPC) به دلیل کانونی کردن نور درون موجبر در گستره‌ی فرکانسی مشخص، بازده $7/21\text{dB}$ با بیشینه شدت سه برابر نسبت به حالت بدون SCPC ایجاد می‌کند. در این مطالعه با تغییر شعاع همسایه اول موجبر بلور فوتونی مشاهده می‌شود که با افزایش شعاع همسایه اول، بازده $5/09\text{dB}$ ، با بیشینه شدت $2/19$ برابر نسبت به حالت بدون SCPC و با کاهش شعاع همسایه اول، بازده $16/38\text{dB}$ ، با بیشینه شدت

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



نوبت آشنایی
بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)



PROPOSAL
پروپوزال

نوبت آشنایی
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



نوبت آشنایی
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو