

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی

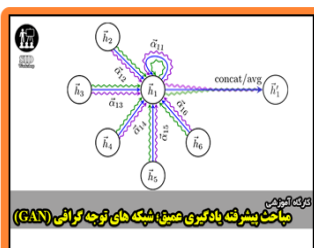


عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (GAN)

مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



آموزش استفاده از وب آو ساینس

کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی

مطالعه باند ممنوعه و اثر ضخامت لایه نقص متامواد در بلورهای فوتونی یک بعدی

درویش زاده، الهه^۱، منتظری، محمدمهدی^۲، مجلس آرا، محمد حسین^۳، حمیدی، سیده مهري^۴

^۱دانشکده فیزیک، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

^۲دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، موسسه آموزش عالی غیردولتی پویش، قم، ایران

^۳آزمایشگاه فوتونیک، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

^۴پژوهشکده لیزر پلاسما، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

در این مقاله بلور فوتونی یک بعدی با لایه نقص متامواد در نظر گرفته شده است. به کمک روش ماتریس انتقال انتشار امواج الکترومغناطیسی را بررسی کرده و با محاسبه ضریب عبور با تغییر زاویه، تعداد سلول ها و ضخامت لایه نقص، تغییرات مد نقص و باند ممنوعه بررسی شده است. نتایج نشان می دهد که با افزایش زاویه ی تابش، فرکانس مد نقص و پهنای آن افزایش و پهنای باند ممنوعه کاهش می یابد. همچنین با افزایش تعداد سلول ها در بلور مشاهده می کنیم که فرکانس مد نقص افزایش و پهنای مد نقص و باند ممنوعه هر دو کاهش می یابند و همچنین با افزایش ضخامت لایه نقص پهنای باند ممنوعه کاهش و تعداد مدهای نقص افزایش می یابد.

Study of band gap and effect thickness metamaterial in one-dimensional photonic crystals

Darvishzade, Elahe^۱; Montazeri, Mohammad mahdi^۲; Majles Ara, Mohammad Hosein^۳; Hamidi, S.Mehri^۴

^۱ Department of Physics, Qom branch, Islamic Azad University, Qom, Iran

^۲ Faculty of electrical and computer engineering, Pooyesh higher education institute, Qom, Iran

^۳ Photonics Laboratory, Physics Department, University of Kharazmi, Tehran, Iran

^۴ Laser and Plasma Research Institute, Shahid Beheshti University, Velenjak, Tehran, Iran

Abstract

In this paper a one-dimensional photonic crystals with metamaterial is considered. The characteristic matrix is used to study the propagation of electromagnetic waves and with calculation of transmission coefficient, the defect mode and the band gap are investigated by variation of angle, number of the unit cells and thickness metamaterial. The results show that the frequency and width of the defect mode increases and width of the band gap decreases as the incident angle increases. In addition, by increasing the number of the unit cells, the frequency of the defect mode increases and width of the defect mode and width of the band gap decreases. Also width of the band gap decreases and the number of defect modes increases as the thickness metamaterial increases.

PACS No: ۳۰

مقدمه
جلب کرده است. بلورهای فوتونی با ساختاری متناوب از دی الکتریک ها با ضریب شکست متفاوت هستند که دارای

بلورهای فوتونی به دلیل وجود خواص اپتیکی منحصر بفرد در دهه های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود

ناهمسانگرد و μ_A و منطقه B با ضخامت d_b و μ منفی ناهمسانگرد و ε_b می باشند که در آن $N=19$ عدد تناوب می باشد. نفوذ پذیری نسبی ε_a و گذردهی نسبی μ_b توسط دو ماتریس زیر بدست می آیند:

$$\overline{\varepsilon}_a = \varepsilon_0 \begin{pmatrix} \varepsilon_{\parallel} & 0 & 0 \\ 0 & \varepsilon_{\parallel} & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_{\perp} \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\overline{\mu}_b = \mu_0 \begin{pmatrix} \mu_{\parallel} & 0 & 0 \\ 0 & \mu_{\parallel} & 0 \\ 0 & 0 & \mu_{\perp} \end{pmatrix}$$

گذردهی اپسیلون منفی ناهمسانگرد و گذردهی میو منفی ناهمسانگرد بوسیله مدل درود بدست می آیند :

$$\mu_{\parallel} = 1 - \frac{f_{mh}^2}{f^2}, \mu_{\perp} = 1 - \frac{f_{mv}^2}{f^2} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{\parallel} = 1 - \frac{f_{eh}^2}{f^2}, \varepsilon_{\perp} = 1 - \frac{f_{ev}^2}{f^2}$$

در روابط بالا $f_{eh}(f_{mh})$ و $f_{ev}(f_{mv})$ به ترتیب فرکانس الکتریکی (مغناطیسی) در راستای افقی و عمودی هستند که در آنها f بر حسب گیگا هرتز داده شده است. برای ماده با گذردهی منفی مقادیر $\mu_a = 1$ ، GHZ ، 28.28 ، $f_{eh} = 34.64$ GHZ ، $f_{ev} = 31.63$ ، $f_{mh} = 29.66$ GHZ ، $f_{mv} = 29.66$ GHZ ، $\varepsilon_b = 1$ ، در نظر گرفته شده است.

به منظور اینکه ε_{\parallel} ، ε_{\perp} ، μ_{\parallel} و μ_{\perp} همگی منفی بدست آیند فرکانس را کمتر از $28/28$ گیگا هرتز در نظر می گیریم. بدین منظور در این مقاله فرکانس بین 16 تا 26 گیگاهرتز در نظر گرفته شده است. فرض می کنیم یک موج تحت زاویهی θ نسبت به خط عمود بر سطح ساختار به بلور تابیده شود. برای موج قطبیدهی TE، ماتریس انتقال عبارت است از:

$$M_j = \begin{pmatrix} \cos(k_z^j \Delta z) & i \sin(k_z^j \Delta z) / q_j \\ i q_j \sin(k_z^j \Delta z) & \cos(k_z^j \Delta z) \end{pmatrix}, j = (a, b) \quad (3)$$

فرمول فوق کمیت ها بصورت زیر تعریف می شوند:

$$k_z^a = \sqrt{\varepsilon_{\parallel} \mu_a k_0^2 - k_x^2}$$

$$k_z^b = \sqrt{\varepsilon_b \mu_{\parallel} k_0^2 - \mu_{\perp} k_x^2 / \mu_{\perp}} \quad (4)$$

$$q_a = k_z^a / \mu_a k_0, q_b = k_z^b / \mu_{\parallel} k_0$$

خواص الکترومغناطیسی خاصی می باشند و رفتاری همانند مانعی اپتیکی برای امواج الکترومغناطیسی دارند.

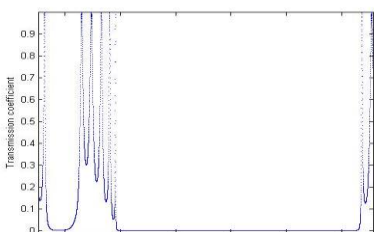
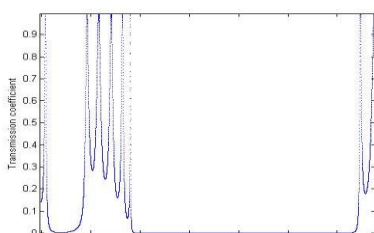
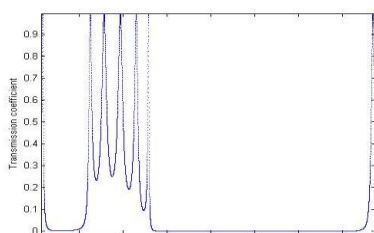
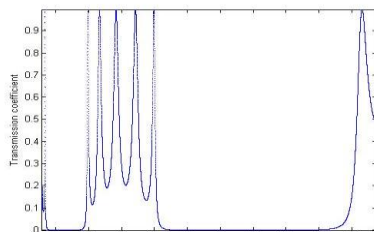
ساختار بلورهای فوتونی شباهت زیادی به بلورهای نیمه رسانا دارد. ویژگی بارز بلوهای فوتونی وجود باند ممنوعه در بلور است که عبور امواج الکترومغناطیسی در یک ناحیهی فرکانسی را تقریباً غیر ممکن می سازد و در نتیجه تداخل براگ در یک ساختار دی الکتریک چند لایه ایجاد می شود. این باند ممنوعه در بلور فوتونی شدیداً به زاویه تابش، ثابت شبکه، قطبش نور و مشخصات هندسی بلور فوتونی وابسته است. در سال ۱۹۶۷ ویکتور وسلانو با کشف موادی با ضریب شکست منفی گامی بزرگی در این شاخه از فیزیک برداشت که بعدها توسط اسمیت به صورت تجربی ساخته شدند [۱-۳]. این مواد مصنوعی، شبه مواد نامیده می شوند. در این مواد بردارهای میدانهای الکتریکی و مغناطیسی و بردار موج یک دستگاه چپگرد تشکیل می دهند. بنابراین به آنها مواد چپگرد (LHM) نیز می گویند. چنانچه به هر دلیل ساختار تناوبی بلورهای فوتونی تغییر کند، بلور دچار نقص می گردد. نقص ممکن است با تغییر دادن پارامترهای فیزیکی نظیر ثابت دی الکتریک یا تغییر ضخامت یکی از لایه ها ایجاد شود. روشهای مختلفی برای محاسبه موقعیت مدهای نقص در بلور یک بعدی وجود دارد که ما در اینجا از روش ماتریس انتقال استفاده کرده ایم. در این مقاله ما با تغییر زاویه تابش، تعداد سلولها و ضخامت لایه نقص به بررسی باند نواری و مدهای نقص ایجاد شده در یک بلور فوتونیکی یک بعدی با لایه نقص متامواد می پردازیم.

معادلات اساسی

در این مقاله ما یک بلور فوتونی یک بعدی شامل لایه های متناوب از مواد ناهمسانگرد اپسیلون منفی (AENG) و مواد ناهمسانگرد میو منفی (AMNG) با ساختار جدید بکار رفته به صورت $((AB)^N B)^m$ در نظر گرفته ایم. لایه های تشکیل دهنده ساختار معرفی شده شامل دو منطقه A و B می باشند که منطقه A با ضخامت d_a و ε منفی

نمودار(۱) ضریب عبور محاسبه شده برحسب فرکانس برای امواج با قطبش TE به ازاء زوایای به ترتیب ۴۵،۳۰،۰ و ۶۰

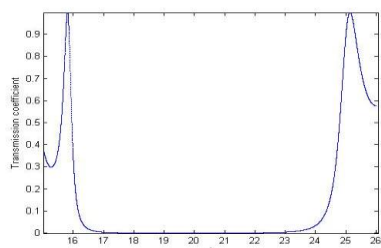
نمودارها نشان می دهند که با افزایش زاویه تابش، فرکانس مد نقص افزایش و پهنای فرکانس مد نقص نیز بیشتر شده و همچنین پهنای فرکانس باند ممنوعه کاهش می یابد.



نمودار(۲) ضریب عبور محاسبه شده برحسب فرکانس برای

امواج با قطبش TE به ازاء $N=2,4,6,8$

نمودارها نشان می دهند که با افزایش تعداد سلولها، فرکانس مد نقص افزایش و پهنای آن کاهش یافته و همچنین با افزایش تعداد سلولها پهنای باند ممنوعه نیز کاهش می یابد. حال به بررسی اثر ضخامت بر روی باند ممنوعه می پردازیم. نمودارهای زیر تحت زوایای ۰، ۳۰ و ۶۰ درجه و ضخامت لایه نقص ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر رسم شده اند.



و $k_x = k_0 \sin \theta$ زاویه تابش در جهت محور Z است. ضریب عبور این ساختار به صورت ذیل محاسبه می شود:

$$t = \frac{2p}{(M_{11} + M_{12}p)p + (M_{21} + M_{22})P} \quad (5)$$

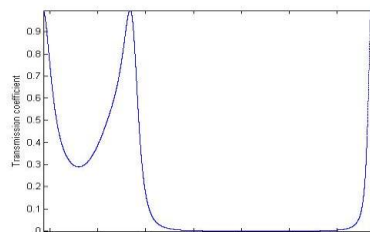
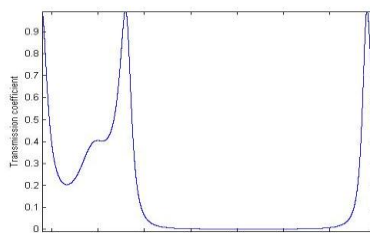
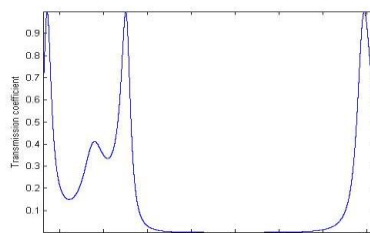
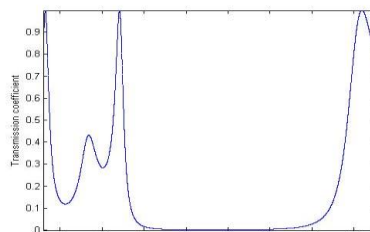
$$M_{ij} (i, j=1,2)$$

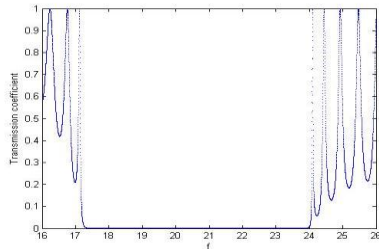
$$M_1 = M_a, M_2 = M_b$$

$$p = \sqrt{k_0^2 - k_x^2 / k_0} \quad (6)$$

شبیه سازی

حال با بدست آوردن معادلات اساسی و رسم نمودارها به بررسی نوار ممنوعه و مدهای نقص ایجاد شده در یک بلور فوتونی یک بعدی با لایه نقص متامواد می پردازیم. ابتدا تغییرات زاویه را در نمودار(۱) بررسی کرده و سپس تغییرات تعداد سلولها را در نمودار(۲) و در نهایت تغییرات ضخامت لایه نقص را در نمودارهای(۳)،(۴) و(۵) ارزیابی می کنیم. (در نمودارهای زیر تنها قسمت باند ممنوعه در نظر گرفته شده است و از باقی نمودار صرف نظر شده است.)





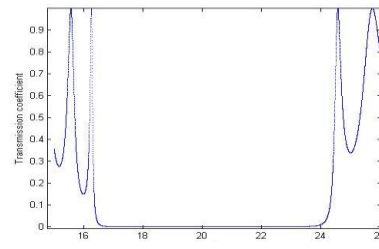
نمودار (۵) ضریب عبور محاسبه شده برحسب فرکانس تحت زاویه ۶۰ درجه و به ترتیب ضخامت لایه اول ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر و ضخامت لایه دوم دو برابر نمودارها نشان می‌دهند که با افزایش ضخامت لایه نقص پهنای باند ممنوعه کاهش یافته و تعداد مدهای نقص افزایش می‌یابد.

نتیجه گیری

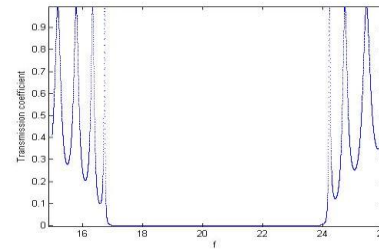
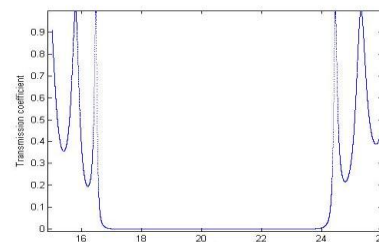
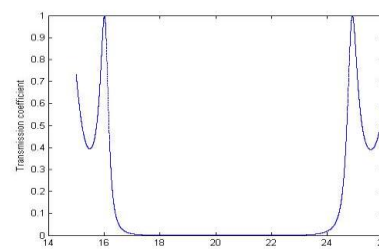
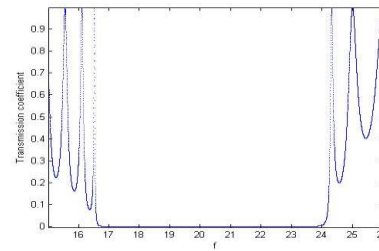
در این مقاله به بررسی بلور فوتونی یک بعدی شامل لایه های متناوب از مواد ناهمسانگرد اپسیلون منفی (AENG) و مواد ناهمسانگرد میو منفی (AMNG) پرداختیم. با توجه به نتایج محاسبات انجام شده نمودار ضریب انتقال را رسم کرده و ملاحظه کردیم که با افزایش زاویه تابش، فرکانس مد نقص افزایش و پهنای فرکانس مد نقص نیز بیشتر شده و نیز پهنای فرکانس باند ممنوعه کاهش می‌یابد. همچنین مشاهده کردیم که با افزایش تعداد سلولها، فرکانس مد نقص افزایش و پهنای آن کاهش یافته و همچنین با افزایش تعداد سلولها پهنای باند ممنوعه نیز کاهش می‌یابد و در نهایت نشان دادیم که با افزایش ضخامت لایه نقص پهنای باند ممنوعه کاهش و تعداد مدهای نقص افزایش می‌یابد.

مراجع

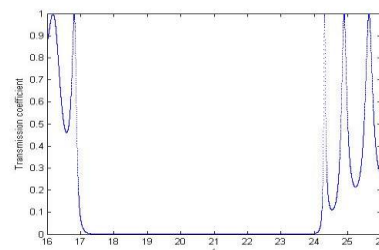
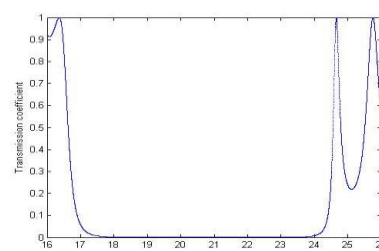
- [۱] V.G. Veselago, "The Electrodynamics of substances with Simultaneously Negative of ϵ and μ ," soviet physics uspekhi, ۱۰, ۴, ۵۰۹-۵۱۴ ۱۹۶۸.
- [۲] J.B. Pendry, A. J. Holden, D. J. Robbins and W.J. Stewart, "Magnetism from conductors, and Enhanced non-linear phenomena", word pap wecs magwires. Doc, ۱۹۹۹.
- [۳] D. R. Smith, W. J. Padilla, D. C. Vier, S. C. Nemat-Nasser, and S. Schultz, "Composite Medium with Simultaneously Negative Permeability and Permittivity", Physical Review Letters, ۸۴, ۱۸, ۴۱۸۴-۴۱۸۷, ۲۰۰۰.
- [۴] Tingting Tang n, WenliLiu, XiuyingGao, XiujunHe, Jun Yang "Band gaps and nonlinear defect modes in one-dimensional photonic crystal with anisotropic single-negative metamaterial", Optics & Laser Technology ۴۳ (۲۰۱۱) ۱۰۱۶-۱۰۱۹



نمودار (۳) ضریب عبور محاسبه شده برحسب فرکانس تحت زاویه صفر درجه و به ترتیب ضخامت لایه اول ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر و ضخامت لایه دوم دو برابر



نمودار (۴) ضریب عبور محاسبه شده برحسب فرکانس تحت زاویه ۳۰ درجه و به ترتیب ضخامت لایه اول ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱ میلیمتر و ضخامت لایه دوم دو برابر



SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی

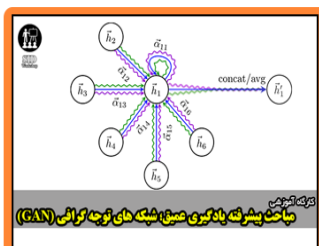


عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی