

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО КРИСТАЛІЧНИХ ХВИЛЕВОДІВ ТА ЇХ ОПТИМІЗАЦІЯ

Сологуб М.К

e-mail: mykyta.solohub@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ
м. Харків, Україна

In this work, two schemes of photonic crystal waveguides are considered. These waveguides are formed by linear defects of periodicity, which performs the function of a channel. A dielectric plate and a chain of dielectric cylinders were used. Simulation and theoretical investigation of the photonic crystal waveguides are performed with using of free packages MIT Photonic Bands and MEEP. Dispersion characteristics, spatial distributions of the electromagnetic field components and spectral characteristics are calculated for different values of waveguide systems parameters.

Фотонно-кристалічні хвилеводи мають низку важливих переваг над іншими типами оптичних хвилеводів завдяки фізичним властивостям їх періодичних оболонок [1, 2]. Звичайні діелектричні хвилеводи використовують механізм повного внутрішнього відбиття для локалізації електромагнітної енергії. Фотонно-кристалічні хвилеводи використовують додатковий механізм локалізації, обумовлений наявністю фотонних заборонених зон.

В залежності від конфігурації фотонних кристалів, на основі яких формуються хвилеводні структури, фотонні заборонені зони реалізуються для різних поляризацій випромінювання. Можливі також ситуації, коли заборонені зони існують одночасно для двох перпендикулярних поляризацій.

В даній роботі розглядаються конфігурації двовимірних фотонно-кристалічних хвилеводів, побудованих на основі системи діелектричних циліндрів, розташованих у вакуумі. В цьому випадку фотонні заборонені зони існують лише для ТМ поляризації, для якої вектор електричного поля спрямований уздовж осей циліндрів. На рис. 1 представлені дві схеми фотонно-кристалічних хвилеводів, які відрізняються елементами лінійного дефекту періодичності фотонного кристалу. В одному випадку це діелектрична пластина (рис. 1а), в іншому – решітка з діелектричних циліндрів збільшеного діаметру (рис. 1б).

Побудовані моделі таких хвилеводів з використанням двох чисельних методів (розкладання по плоским хвилям та FDTD), які імплементовані в спеціалізованих пакетах MIT Photonic Bands та MEEP [3, 4]. Визначені основні характеристики фотонно-кристалічних хвилеводів, зокрема дисперсійні та спектральні. Одною з найважливіших експлуатаційних характеристик хвилеводів є ширина робочого діапазону частот, яка

пов'язана із шириною фотонної забороненої зони фотонно-кристалічної оболонки хвилеводного каналу. В процесі моделювання двох конфігурацій фотонно-кристалічних хвилеводів були виділені параметри структури, які найбільш суттєво впливають на ширину робочої смуги частот. В першу чергу, це елементи лінійного дефекту періодичності, який виконує функції хвилеводного каналу.

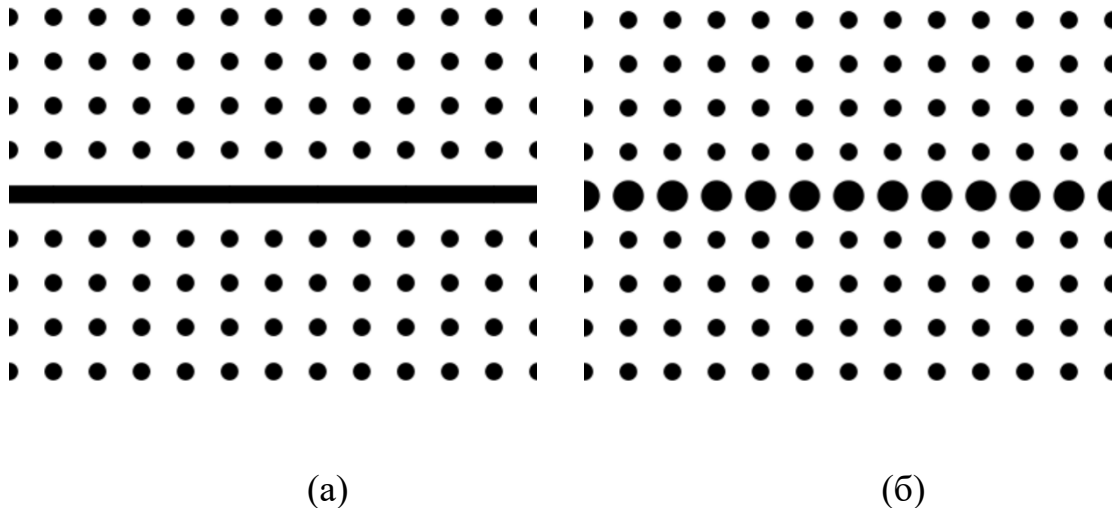


Рисунок 1– Схематичні зображення фотонно-кристалічних хвилеводів.

Результати проведених чисельних розрахунків дозволяють визначити оптимальні значення параметрів елементів хвилеводних каналів, для яких реалізуються максимальні значення ширини робочого діапазону розглянутих фотонно-кристалічних хвилеводів.

Список використаних джерел:

- 1 Joannopoulos J. D., Johnson S. G., Meade R. D., Winn J. N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton: Princeton University Press, 2nd edition, 2008. 286 p.
2. Odarenko E., Sashkova Y., Shmat'ko A., Shevchenko N., Afanasieva O. Surface modes in modified two-dimensional photonic crystal waveguide // 16th Int. Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (22-26 February 2022). Lviv-Slavske, Ukraine, 2022, P. 178–181.
3. Johnson S. G., Joannopoulos, J. D. (2001). Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis // Optics Express. 2001. 3. P. 173–190.
4. Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G.. MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method. Computer Physics Communications, 2010. 181. P. 687–702.