УДК 621.373.826:539.122

МОДЕЛЮВАННЯ НЕВЗАЄМНОЇ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ

Корсун Г. А.
e-mail: hryhorii.korsun@nure.ua
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ФОЕТ
м. Харків, Україна

Photonic crystal structure containing linear waveguide and resonator is considered. Package MEEP is used for simulation and investigation of dispersion and spectral characteristics of the photonic crystal system. Fano resonances that realized at spectral characteristics are considered. Non-reciprocal phenomena inherent in the system under study when the direction of the electromagnetic wave motion in the photonic crystal waveguide changes are studied for different values of the system parameters.

Фотонно-кристалічні пристрої – це тип технологій, який працює зі світлом на нанорозмірному рівні. Вони базуються на унікальних властивостях штучних матеріалів, що мають періодичні зміни показника заломлення і називаються фотонними кристалами [1]. Завдяки цим властивостям такі пристрої здатні ефективно керувати електромагнітними хвилями, що відкриває широкі можливості для розвитку сучасної оптоелектроніки.

Функціональні пристрої на основі фотонних кристалів різної розмірності відіграють важливу роль у сучасній науці та техніці, оскільки дозволяють створювати нові ефективні оптичні компоненти. Вони знаходять застосування в оптиці, фотоніці, мікрохвильовому діапазоні та в різних високотехнологічних галузях. Зокрема, їх використовують у телекомунікаціях, де вони сприяють покращенню передачі сигналів і розширенню пропускної здатності мереж.

На основі фотонних кристалів будуються хвилеводи, резонатори, фільтри та багато інших компонентів, які можуть бути інтегровані в сучасні оптичні та електронні системи [2, 3].

В даній роботі розглядається двовимірна фотонно-кристалічна структура на основі хвилеводу та резонатора, яка має невзаємні властивості (рис. 1). Ця структура складається з квадратної решітки діелектричних циліндрів ($\sum = 12$), розташованих у вільному просторі. Хвилеводний канал сформований шляхом видалення одного ряду циліндрів, тобто лінійним дефектом періодичності. Резонатор сформований видаленням одного циліндру, тобто локальним дефектом періодичності. Дана система, як практично і всі фотонно-кристалічні пристрої, працює в частотному діапазоні, який знаходиться в межах забороненої зони фотонного кристалу.

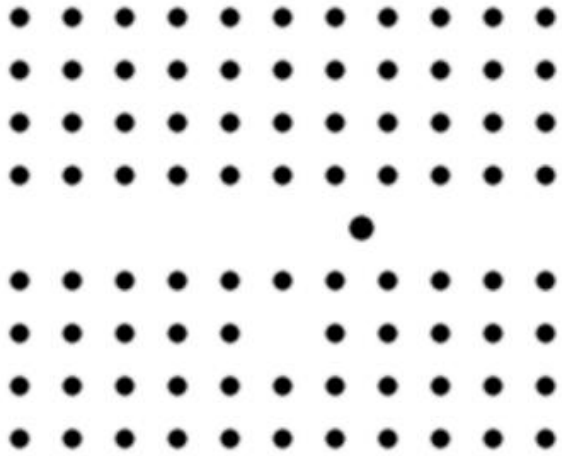

Рисунок 1. – Схема невзаємної фотонно-кристалічної структури

Моделювання та дослідження фотонно-кристалічної структури було проведено на основі використання пакету електромагнітного моделювання MEEP, що вільно розповсюджується [4].

Встановлено основні закономірності проходження хвиль через досліджувану систему. Розрахована спектральна характеристика містить характерні несиметричні резонанси, які зазвичай ідентифікуються як резонанси Фано. Виявлена суттєва різниця у спектральних властивостях фотонно-кристалічної структури при зміні напрямку розповсюдження електромагнітних хвиль на діаметрально протилежний. Це свідчить про невзаємність розглянутої системи і можливість її застосування для побудови оптичних ізоляторів.

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. Photonic Crystal and its Applications for Next Generation Systems. / S.S. Dhanabalan, A. Thirumurugan, R. Raju, S.-K. Kamaraj, S. Thirumaran Editors. Singapore: Springer, 2023. 222 p.

3. Demydenko E. E., Novytskyi V. V., Odarenko E. N., Shmat'ko A. A. Tunable photonic crystal waveguides with gyrotropic elements // 17th Int. Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (09-12 October 2024). Lviv-Slavske, 2024. P. 325–328.

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.