

УДК 621.372.8:539.122

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ ХВИЛЕВОДІВ НА ОСНОВІ ТРИКУТНИХ ТА ШЕСТИКУТНИХ РЕШІТОК

Кульбашник М.О.

e-mail: mykyta.kulbashnyk@nure.ua

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

The aim of this work is to study the principles and methodologies of numerical modeling of photonic crystal waveguides with triangular and hexagonal lattices. These structures have wide photonic band gaps and can provide common band gaps for two polarizations, which makes them promising for use in integrated optics and other applications. Dispersion characteristics, spatial distributions of the electromagnetic field components and spectral characteristics of photonic crystal waveguides have been calculated.

Фотонно-кристалічні хвилеводи є ключовими елементами сучасних фотонних пристроїв. Завдяки їхній здатності керувати поширенням світла на субхвильових масштабах, вони знаходять широке застосування в телекомунікаційних системах, оптичних обчисленнях та сенсорах [1-4].

Основною перевагою використання трикутної та шестикутної решітки є наявність ширших заборонених зон порівняно з квадратною решіткою, а також можливість отримання фотонних заборонених зон одночасно для ТЕ- та ТМ-поляризацій випромінювання.

Шестикутна решітка є особливо привабливою завдяки своїй симетрії, що сприяє утворенню загальних фотонних заборонених зон для двох поляризацій [5]. Це важлива властивість, оскільки дозволяє створювати хвилеводи, які можуть працювати з різними типами сигналів, підвищуючи універсальність їхнього застосування. Завдяки цьому такі хвилеводи можуть бути використані в оптичних комунікаціях, де необхідне ефективне керування поляризацією світла.

В даній роботі проведено комп'ютерне моделювання двох варіантів фотонно-кристалічних хвилеводів. Перший варіант базується на системі діелектричних циліндрів, які розташовані у комірках трикутної решітки. В другому варіанті фотонно-кристалічного хвилеводу використовується шестикутна решітка. Методологія моделювання ґрунтується на чисельному методі скінченних елементів, який широко застосовується у сучасних системах комп'ютерного моделювання. У ході дослідження було розраховано дисперсійні діаграми, просторові розподіли електромагнітного поля та спектральні характеристики хвилеводів з різними параметрами решіток.

Отримані результати показують, що фотонно-кристалічні хвилеводи на основі трикутної та шестикутної решіток забезпечують ефективне керування світлом, знижуючи втрати при його поширенні та дозволяючи

реалізувати компактні інтегровані оптичні схеми. Виявлено, що конфігурації з високою контрастністю показника заломлення дозволяють формувати широкі фотонні заборонені зони, що надає можливості для створення широкосмугових хвилеводів з високим ступенем локалізації електромагнітної енергії.

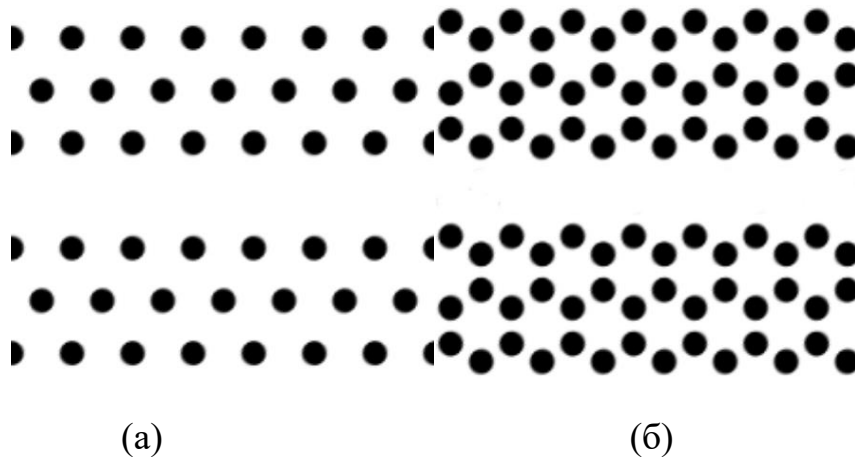


Рисунок 1. – Схематичні зображення фотонно-кристалічних хвилеводів

Результати проведених чисельних розрахунків підтверджують, що фотонно-кристалічні хвилеводні структури на основі трикутних та шестикутних решіток є перспективними для використання в сучасних та перспективних телекомунікаційних та сенсорних системах.

Список використаних джерел:

1. Sakoda K. Optical Properties of Photonic Crystals. Springer Science & Business Media, 2005. 234 p.
2. Mekis A., Chen J. C., Kurland I., Fan S., Villeneuve P. R., Joannopoulos J. D. High Transmission through sharp bends in photonic crystal waveguides // Physical Review Letters. 1996. Vol. 77, No 18. P. 3787–3790.
3. Odarenko E.N., Hnatenko O.S. Photonic crystal fibers with triangular and Kagome structures for fiber optic gyroscopes // Journal of Nano - and Electronic Physics. 2024. Vol. 16, No. 6, 06029.
4. Johnson S. G., Fan S., Villeneuve P. R., Joannopoulos J. D. Guided modes in photonic crystal slabs // Physical Review B. 1999. Vol. 60, No 8. P. 5751–5758.
5. Puerto D., Griol A., Escalante J. M., Pennec Y., Djafari-Rouhani B., Beugnot J.-C., Laude V., Martínez A. Honeycomb photonic crystal waveguides in a suspended silicon slab // IEEE Photonics Technology Letters. 2012. Vol. 24, No 22. P. 2056–2059.