

МОДЕЛЮВАННЯ ЛІНІЙНОГО ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОГО ХВИЛЕВОДА

Букреєва В.І.

Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. Одаренко Є. М.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Фізичних основ електронної техніки,
тел. 702-10-57)

Modeling of linear photonic crystal waveguides is performed with using of packages MIT Photonic Bands and MEEP. Spectral characteristics and dispersion diagrams are obtained for two configurations of photonic crystal waveguides. Effect of the hollow channel width on the electrodynamic characteristics of the photonic crystal waveguides is investigated.

Фотонні кристали – це одно- або багатовимірні періодичні структури із визначеними співвідношеннями між довжиною хвилі та періодом структури. Вони мають корисні для практичного використання фізичні властивості, серед яких можна виділити наявність фотонних заборонених зон для довільних напрямків розповсюдження електромагнітного випромінювання [1, 2]. Це дає можливість формування резонаторних та хвилеводних структур на основі внесення локальних або лінійних дефектів періодичності.

В даній роботі розглядається двовимірний варіант фотонного кристалу з лінійним дефектом періодичності, який формує хвилевід. На рис.1 представлені дві схеми таких фотонно-кристалічних хвилеводів з різними поперечними розмірами. На рис.1а зображено хвилевід, сформований через видалення одного ряду елементів (циліндрів). Рис.1б показує схему хвилеводу у випадку, коли видалено три ряди елементів.

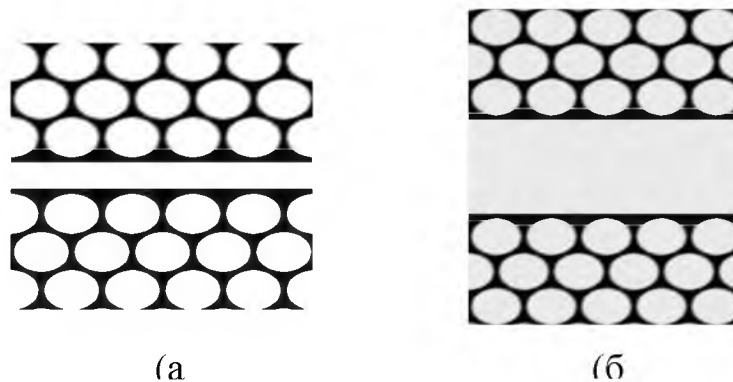


Рисунок 1. – Схеми фотонно-кристалічних хвилеводів.

Для визначення характеристик фотонно-кристалічних хвилеводів необхідно знати їх дисперсійні властивості. Це дозволяє визначити діапазони частот, що відповідають фотонним забороненим зонам. Саме в цих діапазонах можлива ефективна локалізація електромагнітної енергії в межах дефектів періодичності. Крім того, внесення дефектів періодичності до фотонного кристалу призводить до виникнення так званих «дефектних» станів хвилеводної структури. В цьому випадку в межах фотонних заборонених зон виникають додаткові розв'язки дисперсійного рівняння системи, тобто з'являються дисперсійні криві. Саме ці криві визначають смуги пропускання фотонно-кристалічних хвилеводів.

Чисельні розрахунки дисперсійних характеристик фотонно-кристалічних хвилеводів проводилися з використанням спеціалізованого комп'ютерного пакету MPB [3]. Це програмне забезпечення дозволяє з використанням методу розкладання по плоским хвилям визначати дисперсійні характеристики періодичних структур та просторовий розподіл координатних компонентів електромагнітного поля власних режимів цих структур. При розрахунках діелектрична проникність матеріалу дорівнювала 12, а радіус циліндрів, нормований на період фотонного кристалу, складав 0.45, що забезпечувало достатньо широку фотонну заборонену зону для ТЕ поляризації випромінювання.

Для розрахунку спектральних характеристик використовувався програмний пакет MEEP [4]. В цьому випадку моделювання проводиться з використанням методу скінченних різниць в частотній області (FDTD). Чисельні розрахунки проводилися для двох варіантів фотонно-кристалічних хвилеводів – одномодового та багатомодового. Ці варіанти мають істотні відмінності як у спектральних характеристиках, так і в просторовому розподілі поля в пустотілому хвилеводному каналі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Joannopoulos J.D., Meade R.D., Winn J.N. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. – Princeton Univ. Press, 1995. – 137 p.
2. Lourtioz J.M., Benisty H., et al. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
3. Johnson S. G., Joannopoulos J. D. Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis // Optics Express. – 2001, No 3. – pp. 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. – Vol. 181. – P. 687–702.