УДК 621.373.826:539.122

НЕВЗАЄМНИЙ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИЙ ХВИЛЕВІД З ФЕРИТОВИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Нєвров В.Ю.
Науковий керівник – д. ф.-м. н., проф. каф. ФОЕТ Одаренко Є. М.,
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки 14, каф. Фізичних основ електронної техніки, тел. 702-10-57)
e-mail: vladyslav.nievrov@nure.ua

Photonic crystal waveguide with ferrite elements is considered. Numerical investigations of electrodynamic characteristics of the waveguide are performed on base of packages MPB and MEEP using. Dispersion characteristics and spatial distributions of the electromagnetic field components are calculated. One-way guiding due to effect of external magnetic field is shown by means of band diagrams and time scaling calculations.

Магнітооптичні матеріали характеризуються анізотропією електричної або магнітної проникності, контрольованої зовнішнім магнітним полем. Матеріал класифікується як магнітооптичний, якщо він впливає на характеристики поширення світла, коли до нього прикладається зовнішнє магнітне поле, або сам матеріал є феромагнетиком. Ці властивості застосовуються в конструкціях невзаємних пристроїв, таких як оптичні ізолятори, циркулятори та гіратори [1, 2]. Ізолятори призначені для захисту оптичних джерел від відбитого світла і присутні в системах оптичного підсилення. Циркулятори використовуються як маршрутизатори сигналів і діють в пристроях, які відокремлюють довжини хвиль в системах WDM (спектральне ущільнення каналів). Обертання площини поляризації при проходженні світла через магнітооптичні матеріали застосовується також для розроблення прецизійних вимірювальних пристроїв та сенсорів з високою чутливістю.

Анізотропія феромагнітних матеріалів викликана застосуванням постійного магнітного поля зміщення. Це поле вирівнює магнітні диполі в матеріалі, щоб створити чистий (ненульовий) магнітний дипольний момент, і змушує магнітні диполі прецесувати з частотою, контрольованою силою поля зміщення. Корисною властивістю феромагнітних матеріалів є те, що взаємодією з прикладеним мікрохвильовим сигналом можна керувати шляхом регулювання сили поля зміщення.

В даній роботі розглянута двовимірна комп'ютерна модель невзаємного фотонно-кристалічного хвилеводу, що містить феритові елементи. Схема хвилеводу представлена на рис. 1. Видно, що оболонка пустотілого хвилеводного каналу формується фотонними кристалами двох різних конфігурацій. Дисперсійні характеристики фотонних кристалів, що

формують оболонку хвилеводу, розраховані з використанням спеціалізованого пакету MIT Photonic Bands (MPB) [3]. Результати розрахунків показують, що в умовах наявності зовнішнього магнітного поля феритовий фотонний кристал має додаткову заборонену зону. В цьому діапазоні частот досліджуваний хвилевід стає невзаємним, тобто хвиля може розповсюджуватися в ньому тільки в одному напрямку. Фактично, в цьому випадку реалізується оптичний діод. Характеристики розповсюдження хвилі в фотонно-кристалічному хвилеводі розраховувалися за допомогою пакету MIT Electromagnetic Equation Propagation (MEEP) [4].

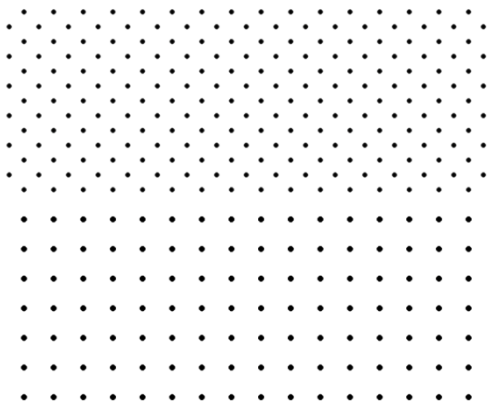

Рисунок 1. Схема фотонно-кристалічного хвилевода.

Таким чином, на основі отриманих в роботі результатів можна досліджувати та проектувати фотонно-кристалічні пристрої, які містять феритові гіротропні елементи. Чутливість характеристик до зовнішнього магнітного поля дає можливість розроблення керованих хвилеводних та резонаторних структур для задач сенсорики та точних вимірювань електродинамічних та матеріальних параметрів середовищ.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Haider, T. (2017). A Review of Magneto-Optic Effects and Its Application. International Journal of Electromagnetics and Applications, 7(1), 17–24.

2. Antonov, V., Harmon, B., & Yaresko, A. (2004). Electronic Structure and Magneto-Optical Properties of Solids. Springer.

3. Johnson, S. G., & Joannopoulos, J. D. (2001). Block-iterative frequency-domain methods for Maxwell's equations in a planewave basis. Optics Express, 3, 173–190.

4. Oskooi, A. F., Roundy, D., Ibanescu, M., Bermel, P., Joannopoulos, J. D., & Johnson, S. G. (2010). MEEP: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method. Computer Physics Communications, (181), 687–702.