

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОГО ІНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА

Росохатська А. С.

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

Model of photonic crystal Mach-Zehnder interferometer is considered in this work. Package MEEP is used for numerical calculations of spectral characteristics of the structure. FDTD method is implemented for modeling of wave propagation in the interferometer. Dispersion characteristics of the bulk photonic crystal are obtained using program package MIT Photonic Bands.

Використання фотонних кристалів для розроблення сучасних пристроїв фотоніки та оптоелектроніки є одним з головних напрямків в створенні елементної бази оптичного діапазону. Унікальні фізичні властивості цих періодичних структур дозволяють створювати хвилеводні і резонансні пристрої з поліпшеними характеристиками [1]. Одним із важливих застосувань фотонно-кристалічних структур є створення мініатюрних інтерферометрів, зокрема, інтерферометрів Маха-Цендера. Одним із прикладів використання таких систем є модулятори оптичного випромінювання, які поєднують такі важливі якості як малі габарити, низькі керуючі напруги, високу швидкість переключення та широкий діапазон робочих частот [2]. Тому розроблення вірогідних моделей для проектування фотонно-кристалічних інтерферометрів є сучасною актуальною проблемою.

В роботі розглядається модель фотонно-кристалічного інтерферометра Маха-Цендера, яка представлена на рис. 1. Основою цієї моделі є двовимірний фотонний кристал з трикутною симетрією. Ця періодична структура формується сіткою циліндричних отворів в масиві діелектрика

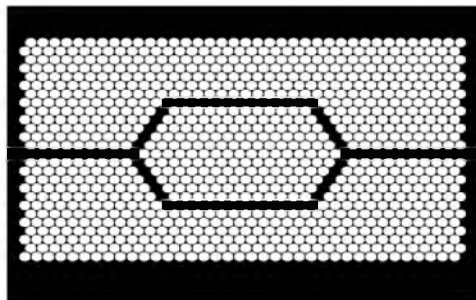


Рисунок 1. – Схема фотонно-кристалічного
інтерферометра Маха-Цендера

з проникністю 12. Відносний радіус отворів, нормований на період структури, дорівнює 0.45. Саме такі параметри фотонного кристала забезпечують максимальну ширину частотної забороненої зони, в якій звичайно функціонують сучасні прилади фотоніки [1, 3]. Розглядається ТЕ поляризація випромінювання, для якої вектор електричної напруженості розташований в площині рисунка.

Для формування інтерферометра використовуються лінійні дефекти періодичності фотонного кристала, які дозволяють формувати хвилеводні канали. В даному випадку необхідно сформувати вісім відрізків хвилеводів, розташований під різними кутами до горизонтальної координатної вісі. Кути нахилу хвилеводів визначаються симетрією фотонного кристалу і дорівнюють 0^0 та 60^0 . З рис. 1 видно, що ширина хвилеводів приблизно дорівнює періоду фотонного кристалу, що дозволяє зробити висновок про одномодовість цієї лінії передачі.

На першому етапі розроблення моделі інтерферометра розглядаються частотні залежності коефіцієнту проходження, який повинен бути якомога більшим у визначеному робочому діапазоні частот. Для розрахунку цих характеристик використовується комп'ютерний пакет МЕЕР, що вільно розповсюджується [4]. Цей пакет використовує метод скінченних різниць в частотній області (FDTD) і є досить добре апробованим в різноманітних електродинамічних задачах.

Кожне плече інтерферометра містить чотири хвилеводні повороти, які мають свої специфічні характеристики пропускання. Тому важливо підібрати такі конфігурації хвилеводних каналів інтерферометра Маха-Цендера, які б забезпечували максимальний коефіцієнт проходження світла через систему з кількома хвилеводними поворотами.

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. Hinakura Y., Terada Y., Tamura T. and Baba T. Wide Spectral Characteristics of Si Photonic Crystal Mach-Zehnder Modulator Fabricated by Complementary Metal-Oxide-Semiconductor Process // Photonics. – 2016. – Vol. 3(2). – 17.
3. Lourtioz J.M., Benisty H., et al. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
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.