

## СЕНСОР НА ОСНОВІ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНОГО ІНТЕРФЕРОМЕТРА МАХА-ЦЕНДЕРА

Росохатська А. С.

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

e-mail: anastasiia.torhonska@nure.ua

Model of photonic crystal sensor is considered in this work. Sensor scheme is based on the Mach-Zehnder interferometer. Dispersion characteristics of the bulk photonic crystal are obtained using free package MIT Photonic Bands. Package MEEP is used for numerical calculations of spectral characteristics of the structure. Sensitivity of the sensor is determined by resonance frequency shift after filling of sensor by investigated medium.

Фотонні кристали використовуються для розроблення сучасних пристроїв фотоніки та оптоелектроніки, що 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 біологічні та хімічні сенсори [2]. Тому розроблення вірогідних моделей для проектування фотонно-кристалічних інтерферометрів є актуальною проблемою.

В роботі розглядається комп'ютерна модель фотонно-кристалічного сенсора, яка побудована на основі інтерферометра Маха-Цендера (рис. 1).

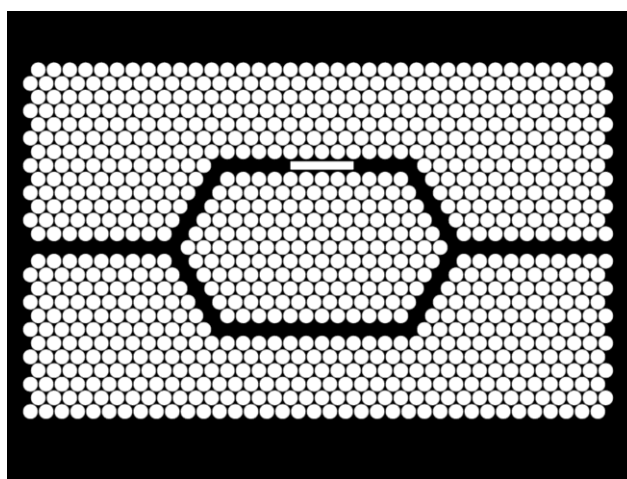


Рисунок 1. – Схема сенсора на основі фотонно-кристалічного інтерферометра Маха-Цендера

Основою цієї моделі є двовимірний фотонний кристал з трикутною симетрією. Сенсор сформовано у вигляді пустотілого отвору в одному з каналів інтерферометра. Цей отвір заповнюється рідиною, яка досліджується. Оскільки матеріальні параметри біологічного або хімічного матеріалу відрізняються від параметрів діелектрика, то в цьому випадку відбувається порушення узгодження інтерферометра. Це призводить до зміни його спектральних характеристик.

Для формування інтерферометра використовуються лінійні дефекти періодичності фотонного кристала, які дозволяють формувати хвилевідні 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.

Для розрахунку спектральних характеристик фотонно-кристалічного сенсора використовується комп'ютерний пакет МЕЕР, що вільно розповсюджується [3]. Цей пакет використовує метод скінченних різниць в часовій області (FDTD) і є досить добре апробованим в різноманітних електродинамічних задачах.

Дослідження чутливості фотонно-кристалічного сенсора включає в себе розрахунок спектральної характеристики інтерферометра у випадку, коли порожнина не заповнена досліджуваним матеріалом. Ця характеристика вважається опорною. На наступному етапі дослідження проводяться розрахунки спектральної характеристики інтерферометра у випадку, коли порожнина заповнена матеріалом.

Порівняння цих двох спектральних характеристик показує наявність зсувів найбільш чутливих резонансів. Визначення величини цих зсувів при зміні матеріальних параметрів досліджуваних об'єктів дозволяє розрахувати чутливість фотонно-кристалічного сенсора яка зазвичай вимірюється в нм/RIU (RIU – одиниця зміни показника заломлення) [2].

## 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. Optical Guided-wave Chemical and Biosensors / M. Zourob, A. Lakhtakia Editors. – Springer, 2010. – 234 p.
- Oskooi A. F., Roundy D., Ibanescu M., Bermel P., Joannopoulos J. D., Johnson S. G. МЕЕР: A flexible free-software package for electromagnetic simulations by the FDTD method // Computer Physics Communications. – 2010. – Vol. 181. – P. 687–702.