

МОДЕЛЮВАННЯ ФОТОННО-КРИСТАЛІЧНИХ НАНОРЕЗОНАТОРІВ В ПАКЕТІ МЕЕР

Невров 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

High-Q photonic crystal nanoresonators are considered in this work. Computer simulation is based on the application of the free package MEEP. The dispersion properties of a two-dimensional photonic crystal are investigated and the photonic band gap is found. Various configurations of photonic crystal nanoresonators have been investigated. Single-mode versions of resonators are considered. Complex eigen frequencies and quality factors of various photonic crystal nanoresonators were obtained. The configuration of the photonic crystal resonator was found, which provides the maximum value of the Q factor.

Фотонні кристали – це нові перспективні структури, що дозволяють здійснювати ефективне керування фотонами для створення розвинених та складних оптичних пристроїв з меншими розмірами та більшою функціональністю [1]. Такі структури широко застосовуються в фотоніці та оптиці для створення різноманітних функціональних пристроїв. Зокрема, на основі фотонних кристалів створюються хвилеводи та резонатори з унікальними експлуатаційними характеристиками [2, 3].

В даній роботі розглянуто кілька варіантів фотонно-кристалічних нанорезонаторів. Проведено розрахунок їх добротності та власних комплексних частот з використанням програмного пакету МЕЕР [4]. Періодична структура фотонного кристалу утворена сіткою однакових двовимірних діелектричних циліндрів з прямокутною симетрією. Резонатор сформовано на основі дефекту періодичності структури за рахунок заміщення одного діелектричного циліндра на вакуумний. На рис. 1 представлені схеми періодичної структури та вихідної моделі нанорезонатора.

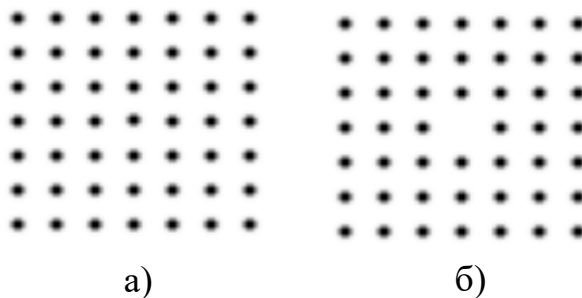


Рисунок 1 – Схема фотонного кристалу та нанорезонатора

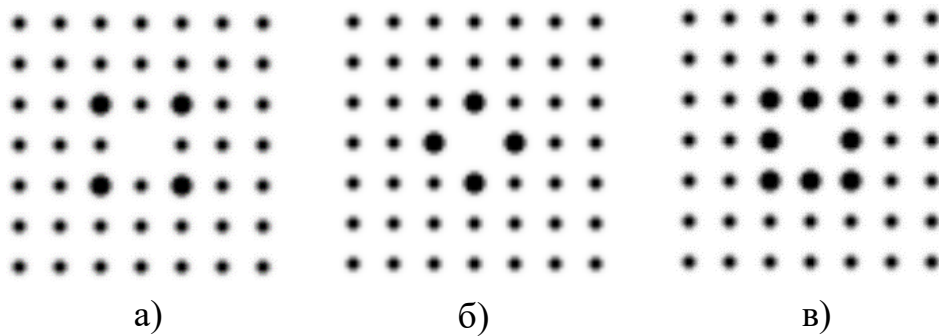


Рисунок 2 – Схеми фотонно-кристалічних резонаторів.

Одним із варіантів керування добротністю фотонно-кристалічних нанорезонаторів є зміна конфігурації елементів, що оточують локальний дефект періодичності. На рис. 2 показані кілька варіантів фотонно-кристалічних резонаторів з різними радіусами циліндрів на їх краях. Цілком природньо, що зміна геометричних розмірів елементів фотонно-кристалічного резонатора досить сильно впливає на його енергетичні характеристики. Це підтверджується результатами чисельних розрахунків.

В результаті моделювання кількох варіантів фотонно-кристалічних резонаторів була визначена конфігурація, що має максимальну добротність, тобто мінімальні втрати на випромінювання з області локального дефекту періодичності. Схема такого нанорезонатора представлена на рис. 2а.

В цьому випадку в області локального дефекту періодичності формується просторовий розподіл поля робочої моди, який забезпечує мінімальні радіаційні втрати. В результаті досягається значення добротності 57700. Слід відзначити, що розглянуті нанорезонатори є одномодовими, що забезпечується дисперсійними властивостями базового фотонного кристалу та обраними конфігураціями дефектів періодичності.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ:

1. Joannopoulos J. D., Johnson S. G., Winn J. N., Meade R. D. Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. – Princeton University Press, 2008. – 286 p.
2. Lourtioz J. M., Benisty H., Berger V., Gerard J. M. Photonic Crystals. – Springer-Verlag, 2008. – 514 p.
3. Chremmos I., Schwelb O., Uzunoglu N. Photonic microresonator research and applications. –Springer Science, 2010. – 515 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.