

Изображение соединения двух разнотипных оптических волокон загружается в память программы обработки. Качество изображения и его разрешающая способность напрямую влияют на точность расчетов. Загрузка изображения неразрывно связана с дискретизацией изображения по пространственным координатам x , y и квантованием значения яркости в каждой дискретной точке.

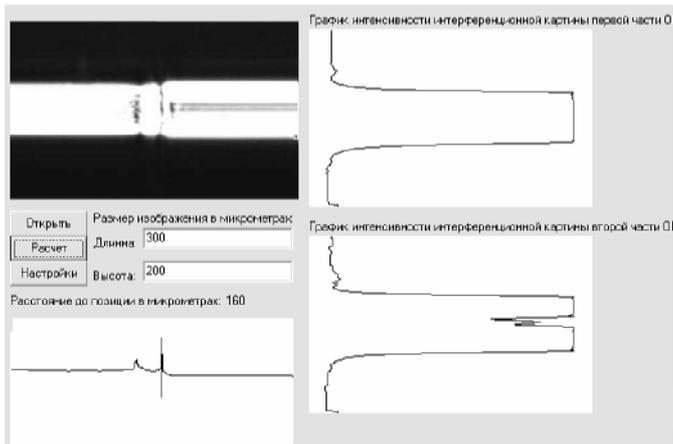


Рис. 9. Изображение экрана при расстоянии до фокальной плоскости $X=80\text{мкм}$

Поиск места соединения двух оптических волокон происходит пошаговым сравнением двух смежных интерференционных картин, при котором определяются координаты пиков оптической интенсивности и их максимальная амплитуда [4]. Прыжок количества совпадений и максимальной разницы по амплитуде

УДК 535.015

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ДВУМЕРНОМ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКОМ КОММУТАТОРЕ

Д.т.н. А.И. Филипенко, А.Н. Донсков, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В статье представлены результаты моделирования распространения поперечной составляющей электрического поля в двумерном фотонно-кристаллическом коммутаторе. Приведены результаты распределения поля в соответствующие каналы коммутатора при различных значениях длин волн излучения.

В статті представлені результати моделювання поширення поперечної складової електромагнітного поля в двовірному фотонно-кристалічному комутаторі. Приведені результати розподілу поля у відповідні канали комутатора при різних значеннях довжин хвиль випромінювання.

The article presents the results of the electric field transverse component modeling in two-dimensional photonic crystal commutator. The results of the field distribution in the waveguide for different values of wavelengths are shown.

Ключевые слова: модовое поле, фотонно-кристаллический волновод, фотонная запрещенная зона.

интенсивности является точкой перехода между двумя волокнами.

Выводы

Для определения геометрических параметров каскадных соединений волокон предлагается использовать поперечную интерференцию. Рассматривая результаты обработки изображений, можно сделать вывод о достаточно уверенном определении границы соединения компонентов каскадных волокон при разрешающей способности, которую может обеспечить ПЗС матрица и оптическая система с восьмикратным увеличением. Такие параметры системы для изготовления каскадных волокон вполне удовлетворяют требованиям технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. T. Haibara Monitoring method for axis alignment of single-mode optical fiber and splice-loss estimation [Text]: / T. Haibara, M. Matsumoto, T. Tanifuji, and M. Tokuda – Opt. Lett., – vol. 8, no. 4, Apr. 1983 – pp. 235–237.
2. Мировицкая, С.Д. Контроль геометрических и оптических параметров волокон [Текст] / С.Д. Мировицкая, Л.П. Лазарев – М.: Радио и связь, 1988 – 280 с.
3. Филипенко А.И., Определение геометрических параметров каскадных волокон. [Текст]: / Филипенко А.И., Малик Б.А., Селенкова Н.П. // Вестник национального технического университета «ХПИ», – 2011. – №58. – С.161-165
4. Филипенко А.И., Контроль геометрических параметров каскадных оптоволоконных структур. [Текст]: / Филипенко А.И., Малик Б.А., Селенкова Н.П., Гончар В.В. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий, – 2012. – №3/5(57). – С.28-31

Введение

Фотонные кристаллы - это периодические диэлектрические структуры чередующихся слоев материалов с разными показателями преломления, которые влияют на распространение электромагнитных (ЭМ) волн из-за феномена фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ). Фотонной запрещенной зоной называют область частот, характеризующую нулевой плотностью электромагнитных состояний (рис. 1). Распространение электромагнитных волн (ЭМВ) через фотонный кристалл зависит от длины волны.

Для частот в пределах ФЗЗ распространение излучения подавляется (рис. 1, б).

Существование ФЗЗ открывает возможность разработки диэлектрических отражателей с малыми потерями, способных ограничивать излучение в каналах (волноводах), или локализованных дефектов (резонаторов), с размерами, сравнимыми с длиной волны света. Фотонно-кристаллический волновод (ФКВ) может

быть создан путем удаления некоторых столбиков в структуре фотонного кристалла. Волноводы, которые созданы таким образом внутри фотонного кристалла, могут обладать малыми потерями, а также в них возможно увеличение плотности электромагнитных волн в несколько порядков. В кристаллической структуре ФКВ расстояние между столбиками из диэлектрического материала обуславливает распространение света определенных длин волн. В зависимости от расстояния между столбиками и от диаметра столбиков, волны в определенном диапазоне частот отражаются и не распространяются через кристалл.

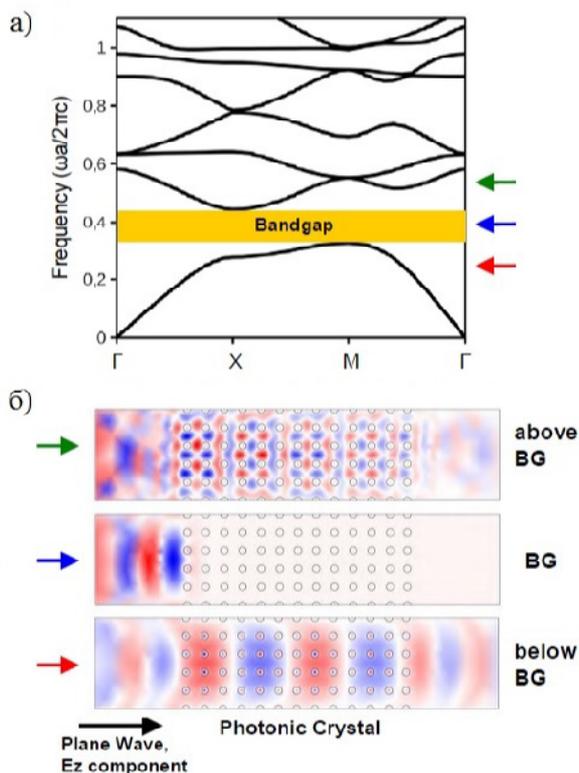


Рис. 1. Пример структуры фотонного кристалла

Удалив некоторые из столбиков в кристаллической структуре, возможно создать волновод для частот в пределах ширины запрещенной зоны. Свет может распространяться вдоль созданной таким образом волноводной структуры [2,3].

Актуальность работы

Поскольку большинство диэлектрических материалов в ИК диапазоне имеют значительно меньшие потери по сравнению с металлами, у фотонных кристаллов, полностью состоящих из полупроводника или диэлектрика, есть значительный потенциал превзойти металлические отражатели с точки зрения потерь. Наряду с возможностью проектирования положения фотонных запрещенных зон в определенной области спектра посредством изменения геометрии, фотонные кристаллы предлагают беспрецедентную гибкость в создании оптических компонентов с малыми потерями и высокой отражательной способностью среды для создания оптических волноводов практически в любом диапазоне частот видимой и ИФ областей спектра. Хотя представление фотонных кристаллов в качестве эффективных отражателей было известно с момента их

открытия, позже было установлено, что эта аналогия может быть расширена, и была предложена концепция всенаправленного отражения. По определению всенаправленные отражатели позволяют практически идеально отражать оптическое излучение в непосредственной близости от длины волны, для которой спроектирован фотонный кристалл, для всех углов падения и всех поляризацій. Хотя много работ было выполнено на многослойных диэлектриках, критерии проектирования для ненаправленных 1-D периодических многослойных отражателей впервые представлены в [1]. Эта идея впоследствии распространилась на волноводы, в которых сердцевина может быть изготовлена из любого материала с минимальными потерями, включая вакуум, при этом свет ограничивается благодаря всенаправленному отражателю в планарной или цилиндрической геометрии.

Связанным с указанным выше является использование ФК-волноводов в качестве соединительных элементов в интегральной оптике. Посредством изгиба волновода возможно перенаправить излучение от своего первоначального направления распространения, однако, при уменьшении радиуса изгиба в таких волноводах резко возрастает утечка излучения. Увеличение утечки излучения происходит потому, что при изгибе волновода происходит изменение его геометрии и, следовательно, происходит изменение отражающих свойств фотонного кристалла, делая его неэффективным в случае, когда изменение значительное. Для применения ФК-волноводов в интегральной оптике необходимо создавать компактные элементы, направляющие свет, такие как изгибы волноводов (колена волноводов), T и Y соединители и т.д. с минимально возможными потерями излучения (рис. 2).



Рис. 2. Основанные на фотонных кристаллах, компактные элементы интегральных оптических цепей, направляющие оптическое излучение

Расчет распространения ТЕ-волн методом конечных элементов

Для моделирования распространения света через фотонно-кристаллическую структуру мы рассматриваем распространение высокочастотных ТЕ-волн. Формулы расчета для высокочастотных ТЕ- и ТМ-волн могут быть получены из уравнений Максвелла в дифференциальной форме

$$\nabla \times E = -\frac{dB}{dt} \quad (\text{Faraday's law}) \quad (1)$$

$$\nabla \times H = \frac{dD}{dt} + J \quad (\text{Maxwell-Ampere law}) \quad (2)$$

$$\nabla \cdot D = \rho \quad (\text{Gauss's law}) \quad (3)$$

$$\nabla \cdot B = 0 \quad (\text{Gauss's law - magnetic}) \quad (4)$$

$$\nabla \cdot J = -\frac{d\rho}{dt} \quad (\text{Equation of continuity}) \quad (5)$$

Из этих уравнений выводится скалярное уравнение для поперечной составляющей электрического поля E_z [2]

$$-\nabla \cdot \nabla E_z - n^2 k_0^2 = 0,$$

где n – коэффициент преломления и k_0 – волновое число в свободном пространстве.

В программе создается треугольная сетка конечных элементов, для которых и производится расчет. Для упрощения расчетов мы будем проводить моделирование в двумерном пространстве.

Моделирование распространения ТЕ-волн в двумерном фотонно-кристаллическом коммутаторе

В данной работе рассмотрено распространение волн в фотонном кристалле, который состоит из периодической решетки столбиков GaAs.

Основными задачами моделирования являются:

- а) исследование распространения ТЕ-волн в фотонно-кристаллическом разветвителе (основан на использовании двумерных фотонно-кристаллических фильтров, представленных в работе [7]) в зависимости от их длины волны;

- б) создание структуры фотонно-кристаллического разветвителя (коммутатора), способного перенаправлять входящее излучение в соответствующий выходной канал разветвителя в зависимости от длины волны входящего излучения.

Внутренняя структура исследуемого фотонного кристалла представляет собой треугольную решетку, состоящую из столбиков GaAs, окруженных воздухом. Диаметр столбиков исследуемого фотонного кристалла $D=125$ нм, а расстояние между центрами столбиков (шаг) $\lambda=380$ нм. Геометрическая структура волновода представлена на рис. 3.

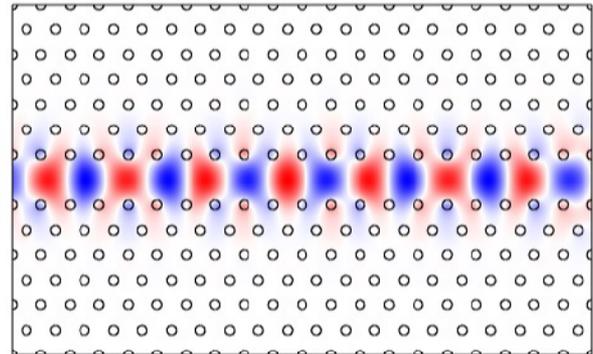


Рис. 3. Геометрическая структура исследуемого фотонного кристалла и распространение ТЕ-волн вдоль неоднородности

Для моделирования распространения света через исследуемый фотонно-кристаллический волновод плоская волна $E_z = 1$ вводилась на левой границе. Моделирование распространения излучения проводилось в диапазоне длин волн от 0,7 до 1,2 мкм. Распространение ТЕ-волн, а также структура исследуемого коммутатора приведены на рис. 4. Каждый из двух исходящих каналов имеет три области с большим или меньшим диаметром столбиков, благодаря чему осуществляется фильтрация и перераспределение входящего излучения в соответствующие каналы в зависимости от длины волны излучения.

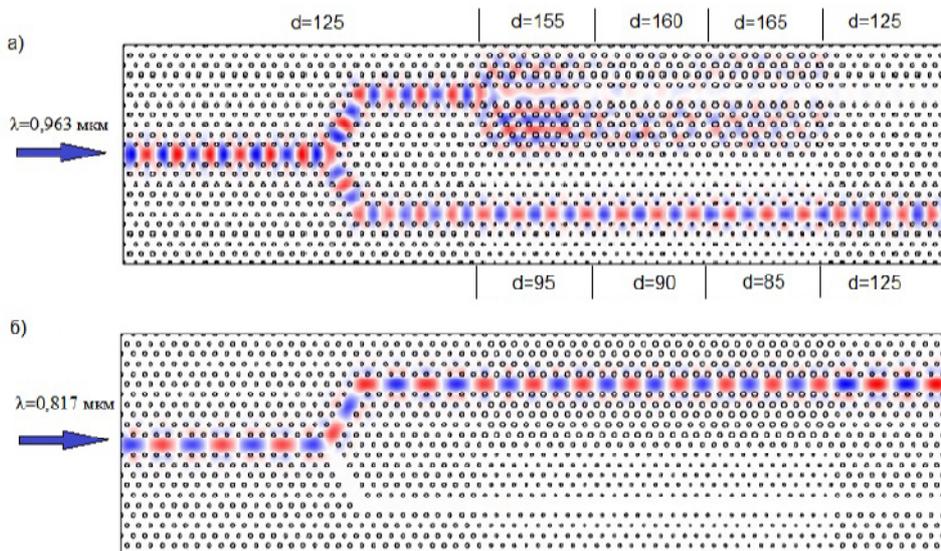


Рис. 4. Геометрическая структура исследуемого коммутатора и распространение ТЕ-волн различной длины волн

Для создания структуры, проводящей оптическое излучение с длинами волн более 900 нм (в пределах полосы пропускания фотонно-кристаллического волновода (рис.3) представленной в [6]), внедрились 3 области с диаметром столбиков 95 нм, 90 нм, 85 нм, и для структуры, проводящей излучение с длиной волны менее 850 нм, с диаметром столбиков 155 нм, 160 нм, 165 нм.

Выводы

В работе представлены результаты моделирования распространения поперечной составляющей электрического поля в двумерном фотонно-кристаллическом коммутаторе, позволяющем направлять входящее излучение в один из выходных каналов в зависимости от длины волны. Приведены результаты распределения поля в коммутаторе при различных значениях длин волн излучения. Показано, что в рассмотренных структурах распространение света возможно в определенном диапазоне длин волн. Также показана возможность использования фотонно-кристаллического разветвителя в качестве коммутатора. Отметим также, что полученные результаты хорошо согласуются с результатами моделирования распространения ТЕ-волн в двумерном фотонно-кристаллическом фильтре, рассмотренном в работе [7].

УДК 62.758.2

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ПАРАМЕТРЫ ВЫХОДНЫХ СИГНАЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

К.т.н. С.П. Новоселов, В.В. Невлюдова, Харьковский национальный университет радиоэлектроники

В статье приведено описание экспериментальной установки для исследования влияния механических колебаний на параметры выходных сигналов радиоэлектронной аппаратуры, выполненной с использованием гибких печатных плат.

У статті наведено опис експериментальної установки для дослідження впливу механічних коливань на параметри вихідних сигналів радіоелектронної апаратури, що виконані з використанням гнучких друкованих плат.

The description the experimental equipment for studying the influence of mechanical vibrations on the parameters of the output signals onboard electronics, using flex PCB.

Ключевые слова: гибкая печатная плата, вибрация, жесткость, автоматизированный метод контроля, датчик усилия, микроконтроллер.

Введение

Радиоэлектронная аппаратура (РЭА), устанавливаемая на подвижных объектах – автомобилях, самолетах, ракетах и т.д., в процессе эксплуатации подвергается интенсивным механическим воздействиям – ударам, вибрациям, линейным перегрузкам [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. M. Skorobogatiy, J. Yang, "Fundamentals of Photonic Crystal Guiding", Cambridge University Press, 2009. – 263p.
2. Jiaming Jin "The finite element method in electromagnetics", John Wiley & Sons Inc., pp. 5-9, 2002.
3. J.D. Joannopoulos, R.D. Meade, and J.N. Winn, "Photonic Crystals", Princeton University Press, 1995.
4. L. Ouyhenart, V. Vigneras, "Photonic Crystals – Introduction, Applications and Theory", Published by InTech, pp. 267–290, March 2012.
5. A. I. Filipenko, A. N. Donskov, "Investigation of the 2-D Photonic Crystal Filter", International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL 2013), pp. 58-59, 2013. ISBN: 978-1-4799-0019-0
6. Донсков А.Н. «Влияние геометрических характеристик на параметры передачи двумерного ФК волновода», Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций «РТ-2013», Материалы 9-ой международной молодежной научно-технической конференции, с 205-206
7. A. I. Filipenko, A. N. Donskov Influence of Geometrical Structure on the Pass Band of 2-D Photonic Crystal Filter «Telecommunication and radio engineering» Published by Begell House Inc., 2014. - pp. 985-992

Надежность таких РЭА может снижаться в десятки и сотни раз по сравнению с аналогичными, используемыми в стационарных условиях. Для многих видов РЭА, применяемых при воздействии вибраций в широком диапазоне частот, например, самолетных и ракетных, наиболее опасны вибрации, так как они приводят к возникновению резонансных колебаний, таких широко распространенных элементов конструкций РЭА, как ячейки, состоящие из электромонтажных плат с установленными на них электрорадиоэлементами (ЭРЭ). Виброперегрузки ЭРЭ увеличиваются при этом в десятки раз, что вызывает значительное возрастание интенсивности отказов как за счет механических разрушений элементов конструкций, так и за счет искажения параметров электрических сигналов [2].

Особенно чувствительны к механическим колебаниям СВЧ устройства, в которых используются гибкие печатные платы. Известно, что эффективность этих устройств, в основном, зависит от характеристик таких элементов, как микрополосковые линии, встроенные печатные антенны и ВЧ колебательные контуры.

Изменение геометрии платы с выполненными на ней СВЧ элементами, например, микрополосковым фильтром, может привести к потере избирательной способности узла схемы, а в следствии чего и потере функциональности целого блока РЭА.