**Дорофеенко, Александр Викторович.**

## Управление светом с использованием неоднородных оптических и плазмонных систем : диссертация ... доктора физико-математических наук : 01.04.03 / Дорофеенко Александр Викторович; [Место защиты: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова]. - Москва, 2019. - 359 с. : ил.

## Оглавление диссертациидоктор наук Дорофеенко Александр Викторович

Введение

Глава 1. Методы описания ближних полей в сложных системах, в том числе при наличии усиления

1.1 Плоские и неоднородные (эванесцентные) электромагнитные волны

1.1.1 Возникновение неоднородных волн при полном внутреннем отражении. Свойства неоднородных волн

1.1.2 Расчет распределения поля путем разложения на плоские волны

1.1.3 Расчет коэффициентов прохождения и отражения многослойной системы методом Г-матриц

1.1.4 Перенос энергии при интерференции встречных неоднородных волн

1.1.3 Плазмонный резонанс

1.2 Одномерные фотонные кристаллы

1.2.1 Одномерный ФК с двухслойной ячейкой

1.2.2 Вычисление волнового числа волны в ФК, имеющем многослойную элементарную ячейку

1.2.3 Теорема Флоке-Блоха для одномерного ФК

1.2.4 Усиление магнитооптических эффектов структурами на основе одномерных фотонных кристаллов

1.3 Линзы В. Г. Веселаго и Дж. Пендри

1.3.1 Среда В. Г. Веселаго

1.3.2 Идеальная линза

1.3.3 Возможность получения среды Веселаго

1.3.4 Линза Дж. Пендри

1.3.5 Влияние потерь на изображение. Модификации линзы Пендри

1.3.6 Линза А. Алю и Н. Энгеты

1.3.7 Гиперлинза и линза П. А. Белова

1.4 Описание поля в усиливающей среде с помощью уравнений Максвелла-Блоха

1.4.1 Основные параметры и уравнения системы «поле накачки + усиливающая среда + поле излучения»

1.4.2 Численные значения параметров квантовых точек и красителей

1.4.3 Характеристики усиливающих сред на основе квантовых точек и красителей

1.4.4 Вывод уравнений системы «поле накачки + усиливающая среда + поле излучения»

Глава 2. Фотонные кристаллы: управление распределением электромагнитной энергии на частотах разрешенных и запрещенных зон

2.1 Прямой и обратный эффект Боррманна в фотонных кристаллах

2.1.1 Оптический эффект Боррманна в литературе

2.1.2 Прямой и обратный эффекты Боррманна в одномерных ФК

2.1.3 Проявление эффекта Боррманна в усилении/ослаблении магнитооптических эффектов

2.1.4 Заключение

2.2 Поверхностные состояния в фотонных кристаллах

2.2.1. Введение

2.2.2. Поверхностные решения на границе однородных сред

2.2.3. Поверхностные волны на границе ФК

2.2.4. Таммовские поверхностные состояния

2.3 Усиление магнитооптических эффектов

2.3.1 Общая теория усиления магнитооптического эффекта Фарадея произвольной резонансной структурой

2.3.2 Усиление магнитооптических эффектов Керра и Фарадея таммовским состоянием

2.3.3 Усиление магнитооптического эффекта Фарадея поверхностным плазмоном

Приложение 2.1. Теория возмущений для фотонных кристаллов с малым контрастом

диэлектрических проницаемостей

Приложение 2.2. Условие закрытия запрещенной зоны

Глава 3. Плазмоны в композитах и наноструктурированных системах

3.1 Формулы смешения для вычисления эффективных параметров метаматериалов при наличии плазмонных наночастиц

3.1.1 Введение

3.1.2 Формулы смешения (теория гомогенизации)

3.1.3 Выбор знака коэффициента преломления для среды Веселаго

3.2 Плазмонные кристаллы: механизм образования зонной структуры

3.2.1 Введение

3.2.2 Зонная структура плазмонных кристаллов

3.2.3 Отрицательное преломление в ПФК

3.3 Аномальное прохождение света через неупорядоченную систему субволновых отверстий

3.3.1 Введение

3.3.2 Изготовление образцов и описание эксперимента

3.3.3 Эффект просветления при наличии неупорядоченной системы отверстий

3.3.4 Заключение

Глава 4. Эффекты, ограничивающие разрешающую способность плазмонных суперлинз

4.1 Влияние потерь и неточностей задания параметров на работу суперлинзы

4.1.1 Механизм разрушения изображения, создаваемого линзой Дж. Пендри, как результат наличия поглощения в материале и процесса детектирования

4.1.2 Описание суперлинзы в терминах запрещенной зоны нулевой ширины

4.1.3 Устойчивость линз Веселаго и Энгеты к неточностям в значениях е и /

4.1.4 Устойчивость линз Веселаго и Энгеты к наличию потерь

4.1.5 Выводы

4.2 Электродинамический анализ многослойной линзы Пендри

4.3 Асимметричная линза Пендри

4.3.1 Убывание передаточной функции в разрешенной зоне ФК

4.3.2 Собственные состояния в асимметричной линзе

4.3.3 Выводы

4.4 Запрещенная зона нулевой ширины в многослойной структуре А. Алю и Н. Энгеты

4.4.1 Введение

4.4.2 Запрещенная зона нулевой ширины

4.4.3 Отсутствие взаимодействия мод в системе Энгеты

4.4.4 Выводы

4.5 Формирование изображений системой проволочек в ^-поляризации

4.5.1 Фильтрация пространственных гармоник при прохождении ^-поляризованной волны через слоистые структуры

4.5.2 Экспериментальная часть

4.5.3 Качественное рассмотрение: прохождение 8-поляризованных волн через линзу Пендри

4.5.4 Влияние излучения ^-поляризованных волн конечной антенной

4.5.5 Выводы

Глава 5. Активная фотоника. Прохождение света через однослойные и многослойные системы, содержащие усиливающие слои

5.1 Введение

5.2 Описание усиливающей среды при помощи диэлектрической проницаемости с отрицательной мнимой частью

5.3 Падение света по нормали на усиливающий слой

5.3.1 История вопроса

5.3.2 Подходы Френеля и Эйри

5.3.3 Временная задача о прохождении полубесконечного цуга волн через усиливающий слой

5.4 Лазерная генерация в фотонных кристаллах

5.4.1 Ряд Эйри для ФК

5.4.2 Лазерная генерация в разрешенной зоне ФК

5.4.3 Лазерная генерация в запрещенной зоне ФК

5.5 Падение света под углом на усиливающий слой

5.6 Заключение

Глава 6. Активная плазмоника

283

6.1 Генератор плазмонов в канале на поверхности металла

6.1.1 Введение

6.1.2 Возможность компенсации потерь и генерации плазмонов параболической канавки

6.2 Генератор плазмонных импульсов с терагерцовой частотой модуляции

6.3 Двумерный массив спазеров

6.3.1 Введение

6.3.2 Система уравнений для двумерного массива спазеров

6.3.3 Синхронизация колебаний дипольных моментов отдельных спазеров в двумерном массиве

6.3.4 Сверхизлучение от двумерного массива спазеров

6.3.5 Диаграмма направленности излучения от двумерного массива спазеров

6.3.6 Теория синхронизации массива спазеров

6.3.7 Выводы

6.4 Внутрирезонаторная спектроскопия на основе спазера

6.4.1 Введение

6.4.2 Поверхностная спектроскопия

6.4.3 Спектроскопия высокого пространственного разрешения

6.4.4 Спектроскопия на основе графенового спазера

6.4.5 Экспериментальная реализация метода внутрирезонаторной спектроскопии на основе плазмонного лазера с периодической решеткой отверстий в металлической пленке

Заключение. Основные результаты работы

Благодарности

Список публикаций по теме диссертации

Список литературы

Введение