

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гартман Александры Дмитриевны «Оптические метаповерхности и интегральные фотонные структуры на основе кремния и нитрида кремния для управления светом на субволновых масштабах», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.06 — «Оптика»

Диссертационная работа Гартман А.Д. посвящена проектированию и исследованию линейно-оптических метаповерхностей и волноводных структур, элементы которых проявляют оптические резонансы Ми. Работа направлена на (1) разработку метаповерхности для детектирование величины орбитального углового момента (ОУМ) вихревых пучков и (2) усилению фотолюминесценции селенида индия и дихалькогенидов переходных металлов (MoS_2 , WS_2) при сопряжении пленок этих веществ с волноводами, состоящими из резонансных диэлектрических наночастиц. Для реализации первой части работы автором был применен оптический метод конформного преобразования цилиндрической системы координат в декартовую, в результате которого азимутальная закрученность фазы вихревого пучка трансформировалась в линейный градиент фазы. Последующая фокусировка такого пучка с помощью линзы позволяет измерить ОУМ по величине пространственного смещения точки фокусировки света. Ключевым элементов в использованном подходе является фазовая маска, с помощью которой выполняется конформное преобразование. Автором предложено использовать для этого метаповерхность с варьируемой в плоскости структуры величиной диаметра кремниевых наноцилиндров, поддерживающих электрические и магнитные резонансы Ми. При помощи численного моделирования продемонстрирована возможность измерения величины ОУМ вихревого лазерного пучка, падающего на метаповерхность.

Особое внимание в работе уделено усилению излучения света, испускаемого селенидом индия и дихалькогенидами переходных металлов при экситонных переходах. Для этого предложена схема, в которой тонкие пленки этих материалов покрывают резонансные оптические волноводы. В качестве последних рассмотрены: (1) цепочка кремниевых наноцилиндров, проявляющих Ми резонансы в спектральной окрестности фотолюминесценции рассматриваемых веществ и (2) фотонно-кристаллические резонаторы на основе брэгговского волновода с медленно варьируемой шириной. Автором проведено детальное численное моделирование излучения света и усиление эффекта Парселла для точечных диполей, расположенных вблизи рассмотренных диэлектрических структур. Полученные результаты демонстрируют потенциал практического приложения таких систем для создания источников света в интегральной оптике. Работа Гартман А.Д. включает не только численные расчеты, но и экспериментальные результаты исследования усиления фотолюминесценции слоя селенида индия, покрывающего кремниевый резонансный волновод.

Актуальность выполненных исследований связана с возможностью практического применением полученных результатов, например, для целей квантовой криптографии с применением вихревых пучков и создания источников излучения в интегральных фотонных устройствах.

В тексте автореферата приводится краткое содержание четырех глав диссертации. Одна глава посвящена изложению вводной и обзорной информации об оптике метаповерхностей, свойствам халькогенидов переходных металлов. Три главы содержат описание диссертационного исследования.

Полученные автором результаты опубликованы в известных рецензируемых журналах (*Nanomaterials*, *Письма в ЖЭТФ*), а также докладывались на международных конференциях, что подтверждает их достоверность и значимость.

ЗАМЕЧАНИЯ

Для усиления фотолюминесценции двумерных материалов в работе предлагается два дизайна волноводных структур: (1) цепочка из Ми-резонансных наноцилиндров и (2) брэгговский волновод с варьируемой шириной. В качестве замечания, не снижающего общий уровень работы, можно отметить, необходимость сравнительного анализа преимуществ применения каждой из этих структур.

Содержание, объем выполненных исследований и качество полученных результатов свидетельствуют в пользу того, что диссертационная работа «Оптические метаповерхности и интегральные фотонные структуры на основе кремния и нитрида кремния для управления светом на субволновых масштабах» соответствует паспорту специальности 01.03.06 — «Оптика» и требованиям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Гартман Александра Дмитриевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.06 — «Оптика».

Научный сотрудник
кафедры квантовой электроники
МГУ имени М.В. Ломоносова, к.ф.-м.н.
(шифр научной специальности 01.04.21) _____ Новиков В.Б.
подпись, дата

Данные об авторе отзыва:

Новиков Владимир Борисович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры квантовой электроники физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

Адрес:
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 62
Контакты:
e-mail: vb.novikov@physics.msu.ru,
тел.: +7 (495) 939-36-69

Я, Новиков Владимир Борисович, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.01.08 и их дальнейшую обработку

подпись, дата

Подпись Новикова Владимир Борисович удостоверяю:

Учёный секретарь
учёного совета
физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
д.ф.-м.н., профессор
_____ Караваев В.А.
подпись, дата