

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Чубакова В.П.
«Фотонно-кристаллические пленки опала
как матрицы оптических композитных материалов»
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – «оптика»

Диссертационная работа В.П. Чубакова посвящена изучению оптических свойств нового класса структур – трехмерных фотонных кристаллов. Развитию данного направления в последние годы способствовало непрерывное развитие материаловедения по совершенствованию методик получения наноструктурированных материалов. Несомненный научный и практический интерес вызывает исследование физических явлений наблюдаемых в трехмерных фотонных кристаллах. На эту тему опубликовано большое количество работ. В перспективе это будет способствовать миниатюризации существующих, а также разработке принципиально новых оптических устройств и датчиков. Поэтому **актуальность темы** диссертационной работы не вызывает сомнений.

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, выводов, списка цитируемой литературы и 3-х приложений. Объем работы – 94 страницы с 4 таблицами и 41 рисунком. Список цитируемой литературы насчитывает 97 наименований.

Во введении обоснована актуальность работы, сформулирована цель и задачи, отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, перечислены защищаемые положения.

В первой главе приводится краткий литературный обзор. Здесь рассмотрены различные типы фотонных кристаллов, их свойства в зависимости от методов получения, особенности получения трехмерных фотонных кристаллов при самопроизвольной укладке сферических частиц в упорядоченную матрицу гранецентрированной кубической решетки. Обсуждаются методики создания функциональных композитных материалов на основе фотонных кристаллов.

Во второй главе приведены результаты исследования оптических свойств образцов фотонно-кристаллических пленок опала. Представлена разработанная автором экспериментальная методика для измерения оптической анизотропии фотонно-кристаллических пленок. Показано, что вследствие деформации гранецентрированной кубической решетки образцы могут приобретать двулучепреломляющие свойства. Для определения анизотропии и измерения величины двулучепреломления пленок опала использовались методы измерения спектров пропускания в скрещенных поляризаторах, спектральной эллипсометрии и коноскопии.

Третья глава посвящена исследованию возможности создания функциональных материалов на основе фотонно-кристаллических пленок опала. Изучено влияние температуры и влажности на оптические свойства образцов. Разработана методика создания оптического датчика влажности на основе фотонно-кристаллических пленок опала пропитанных растворами различных гигроскопических солей.

В четвертой главе исследуется возможность детектирования паров аминов при использовании красителей пирроцианинового ряда и пленок опала. Для этого автором были изучены оптические свойства трех пирроцианиновых красителей, и был выбран один, наиболее перспективный для решения поставленной задачи. На рассмотренных

примерах было продемонстрировано, что только при реакции используемых пирроцианиновых красителей с первичными алифатическими аминами у продуктов реакции наблюдаются люминесцентные свойства, что обеспечивает селективность предложенного в работе метода. При сравнении различных подложек для нанесения красителя, таких как стекло, анодированный алюминий и пленка опала, последняя оказалась наиболее перспективной. Было показано, что развитая внутренняя поверхность фотонно-кристаллической пленки опала и возможность пространственного разделения излучения возбуждения и люминесценции позволяют десятикратно усиливать итоговый сигнал флюоресценции красителя. В результате удалось фиксировать наличие паров *n*-бутиламина концентрацией меньшей, чем предельно допустимая для человека.

В качестве основных результатов работы следует отметить следующее:

- Проведено измерение двулучепреломляющих свойств фотонно-кристаллических пленок опала и выявлена причина двулучепреломления.
- Показано, что оптические свойства ФК пленок опала слабо зависят от окружающих температуры и влажности, что позволяет их использовать в широком диапазоне внешних условий.
- Обнаружен эффект исчезновения стоп-зоны при пропитке фотонно-кристаллической пленки опала насыщенными водными растворами гигроскопических солей. На основе обнаруженного эффекта предложен новый тип энергонезависимого колориметрического датчика влажности на основе фотонно-кристаллической пленки опала.
- Измерены спектрально-люминесцентные свойства и квантовый выход трех новых красителей пирроцианинового ряда. На основе композитных материалов из пирроцианинового красителя и фотонно-кристаллической пленки опала была продемонстрирована возможность измерения паров первичных алифатических аминов на уровне предельно допустимых концентраций для человека.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением современного оптического оборудования, повторяемостью полученных результатов, тщательным анализом используемых методик и источников возможных погрешностей.

В диссертационной работе предложены новые научно-обоснованные методы исследований трехмерных фотонных кристаллов и способы создания газовых датчиков на их основе.

К содержанию и оформлению диссертации имеются замечания:

- Несмотря на то, что в литературном обзоре приводится описание основных дефектов встречающихся в фотонных кристаллах полученных методами самосборки, не отражено, может ли найденное двулучепреломление являться следствием чередования гранецентрированной кубической и гексагональных решеток.
- Не ясен возможный срок службы датчика влажности на основе фотонного кристалла.
- Не полностью описаны обозначения рис. 12б, 21 и 22.
- В тексте утверждается, что на рис. 25 продемонстрировано хорошее согласие экспериментальных и теоретических спектров пропускания, хотя такое согласие имеется только для части спектра.


Однако указанные замечания не снижают высокую значимость полученных результатов и ценность работы.

Тема диссертационной работы соответствует специальности 01.04.05 – «оптика». Поставленные задачи решены, а цель диссертационной работы достигнута. Основные результаты работы опубликованы в 3-х рецензируемых журналах ВАК и патенте,

доложены на российских и международных семинарах и конференциях. Положения, выносимые на защиту, соответствуют основным результатам работы. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой нашла отражение достаточная профессиональная подготовка автора. Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа Чубакова Вячеслава Павловича «Фотонно-кристаллические пленки опала как матрицы оптических композитных материалов» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Официальный оппонент
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института лазерной физики СО РАН
кандидат физ.-мат. наук

 В. С. Пивцов

Подпись В.С. Пивцова заверяю:
Ученый секретарь ИЛФ СО РАН
кандидат физ.-мат. наук



П. В. Покасов

630090, г. Новосибирск,
просп. Акад. Лаврентьева 13/3,
e-mail: pivtsov@laser.nsc.ru
Телефон: +7(383) 333-21-27