

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию Чубакова Вячеслава Павловича
«ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ПЛЕНКИ ОПАЛА КАК МАТРИЦЫ
ОПТИЧЕСКИХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.05 – оптика

Рецензируемая диссертация посвящена изучению оптических свойств фотонно-кристаллических пленок опала и нанокомпозитов на их основе. В работе проведено исследование влияния условий получения и внешних факторов на оптические и микроструктурные свойства фотонных кристаллов и нанокомпозитов, проанализированы методы функционализации фотонных кристаллов для получения композитных материалов с заданными откликом на внешнее воздействие, изучены возможности применимости полученных нанокомпозитов в качестве оптоэлектронных сенсорных устройств. Тема диссертации **актуальна** и представляет интерес не только для исследования фундаментальных характеристик фотонных кристаллов, но и для разработки новых оптических устройств на их основе.

Научная новизна работы заключается в том, что в ней впервые показано наличие и проведено комплексное измерение поляризационных и двулучепреломляющих свойств у фотонно-кристаллических пленок опала. Продемонстрировано, что влияние двулучепреломления на распространение света в фотонных кристаллах может быть описано в терминах кристаллооптики. Выявлено, что двулучепреломляющие свойства у фотонно-кристаллических пленок опала, формируются вследствие воздействия некомпенсированных сил в момент получения образцов.

Практическая значимость работы заключается в том, что в ней существенно развиты и усовершенствованы экспериментальные методики создания оптических композитных материалов на основе фотонно-

кристаллических матриц. Предложенные методы измерения поляризационных свойств фотонно-кристаллических пленок и полученные новые типы композитов будут полезны специалистам в области разработки новых оптических устройств на основе фотонных кристаллов.

По теме диссертации опубликовано 3 работы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, получен 1 патент на полезную модель. Результаты работы были представлены на 8 российских и международных конференциях.

Публикации полностью отражают все основные положения диссертационной работы и позволяют подтвердить личный вклад Чубакова Вячеслава Павловича, который принимал активное участие в формулировании цели и задач исследования, планировании и проведении экспериментов, обработке и интерпретации экспериментальных результатов.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов, списка цитируемой литературы и трех приложений. Диссертация изложена на 94 страницах, включая 41 рисунок, 4 таблицы и список литературы – 97 наименований.

Первая глава представляет собой обзор, содержащий две части.

В главе рассматриваются различные типы фотонных кристаллов (ФК) и их свойства в зависимости от методов получения. Отмечается, что наибольший научный интерес представляют трехмерные (3D) ФК. 3D ФК характеризуются периодической модуляцией показателя преломления в трех пространственно независимых направлениях и обобщают свойства ФК меньшей размерности. Также только в 3D ФК возможна реализация полной фотонной запрещенной зоны. В главе рассматриваются способы получения 3D фотонных кристаллов.

В главе представлены основные оптические свойства 3D ФК матриц опала, рассмотрены различные композиты на основе опаловых матриц. Рассмотрены физические принципы создания оптических композитных материалов: формирование матрицы из функциональных материалов, капиллярная

конденсация молекул на поверхности частиц составляющих матрицу, инфильтрация готовой матрицы функциональными материалами.

Во **второй главе** исследуется оптическая анизотропия фотоннокристаллических пленок опала. Рассматриваются основные микроструктурные и оптические свойства фотонно-кристаллических пленок опала. Исследуются образцы, сформированные на стеклянных подложках методом подвижного мениска (МПМ) и методом гравитационной укладки (МГУ), представляющие собой 3D ФК толщиной $\sim 2-3$ мкм и площадью несколько квадратных сантиметров. Показано, что у полученных пленок в спектрах пропускания и отражения наблюдаются запрещенные зоны, соответствующие различным семействам плоскостей. Центральные длины волн запрещенных зон с хорошей точностью описываются уравнением дифракции Брэгга. В зависимости от размера монодисперсных сферических частиц кремнезема (МСЧК) положение стоп-зоны можно варьировать во всем видимом спектре света. Показано, что коэффициент отражения в области запрещенной зоны может достигать 90%.

В **третьей главе** рассмотрена зависимость оптических свойств фотоннокристаллических пленок опала от внешних условий – температуры и влажности, показано, что опалы являются перспективными матрицами для создания композитных материалов. Представлены результаты разработки оптического колориметрического датчика относительной влажности на основе композитов пленок опала и гигроскопических солей.

В **четвертой главе** исследованы три новых красителя пирлоцианинового ряда. Нанокompозиты пирлоцианиновых красителей и силоксановых олигомеров обладают флюоресценцией в растворе и сухом виде. Нанесенные в виде тонких пленок три красителя селективно реагируют с первичными алифатическими аминами, формируя пиридоцианиновые красители.

Выбран наиболее перспективный краситель для детектирования аминов в низких концентрациях. Наибольший интерес представляло детектирование

аминов в газовой фазе, при этом многие результаты сохранились при проведении реакций в растворах.

В заключении приведены основные результаты и выводы работы.

В качестве **недостатков** работы отметим следующие:

1. К настоящему моменту времени, методики расчета оптических характеристик фотонных кристаллов хорошо развиты. В работе проведен большой цикл экспериментальных исследований оптических характеристик фотонных кристаллов. Однако, полученные экспериментальные данные не сопоставляются с теоретическими. Это сопоставление было бы полезным для интерпретации полученных данных.
2. К сожалению, работа содержит заметное число грамматических ошибок. Так, лишь на первой странице автореферата, где формулируется актуальность темы, пропущено 4 запятых и допущена ошибка в слове «подавлено».
3. Последнее замечание относится к оформлению рисунков. В ряде рисунков (рис. 2, 4, 6, 9 - 14) используются надписи и обозначения на английском языке.

Высказанные замечания не снижают высокий уровень рассматриваемой диссертации и в большей степени являются пожеланиями для дальнейшей работы.

Диссертационная работа «Фотонно – кристаллические пленки опала как матрицы оптических композитных материалов» является завершенной научно – квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне. В ней проведено исследование оптических характеристик ФК пленок опала, изучена оптическая анизотропия в этих пленках, проведена разработка оптического колориметрического датчика, что соответствует формуле специальности 01.04.05 – Оптика.

Представленные на защиту результаты характеризуются существенной новизной и практической значимостью. Автореферат полно отражает содержание диссертации, раскрывая ее результаты и научные положения, выносимые на защиту, которые, в свою очередь, соответствуют необходимым критериям научной новизны и практической значимости.

Диссертация полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, изложенным в п. 9. Положения ВАК РФ «О присуждении ученых степеней», (утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а ее автор, Чубаков Вячеслав Павлович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико – математических наук по специальности 01.04.05 «Оптика».

Ведущий научный сотрудник
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт физики полупроводников
им. А.В. Ржанова Сибирского отделения РАН,
д.ф.-м.н. , 01.04.10 – физика полупроводников
Тел. (383) 330-69-45 e-mail: haisler@isp.nsc.ru
630090, Россия, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 13



В.А. Гайслер

Подпись и фамилию сотрудника ИФП СО РАН

В. А. Гайслера удостоверяю

Ученый Секретарь ИФП СО РАН

к.ф.-м.н.



С.А. Аржанникова