

"Утверждаю"

Проректор по научной работе
федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики и
оптики», д.т.н., профессор



В.О. Никифоров

« 15 » 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» на диссертационную работу Гончара Кирилла Александровича «Оптические свойства рассеивающих сред основе кремниевых нанонитей», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.05 – «оптика» и 01.04.10 – «физика полупроводников».

Изучение наноструктур в виде ансамблей кремниевых нанонитей особенно актуально, поскольку они могут быть легко интегрируемы с устройствами микроэлектроники и сенсорики, что может привести как к улучшению характеристик последних, например, солнечных элементов и сенсоров, так и созданию принципиально новых устройств и материалов для различных применений, включая биофотонику и медицину. Диссертационная работа К.А. Гончара посвящена изучению линейных и нелинейных свойств ансамблей кремниевых нанонитей, полученные методом металл-стимулированного химического травления. Благодаря высокому значению показателя преломления кремния и близкому расположению нанонитей, полученных данным методом, такие наноструктуры могут обладать сильным рассеянием света в широком

спектральном диапазоне и представляют большой интерес для исследования. Таким образом, тема диссертационной работы К.А. Гончара, несомненно, является **актуальной**.

Цель представленной работы – исследование зависимости линейных и нелинейных оптических свойств ансамблей кремниевых нанонитей от их структурных свойств.

Объектом исследования являлись ансамбли кремниевых нанонитей, полученные методом металл-стимулированного химического травления и обладающие сильным рассеянием света в видимом и инфракрасном диапазонах спектра.

Актуальность исследования определяется необходимостью развития солнечной энергетики, а также создания новых оптических сенсоров на активные молекулы.

Практическая значимость работы обусловлена обнаруженным эффектом увеличения интенсивности комбинационного рассеяния света в структурах кремниевых нанонитей, что может быть использовано для создания сенсоров на активные молекулы; а низкое значение величины коэффициента полного отражения света в видимом диапазоне спектра в слоях нанонитей может быть использовано в фотовольтаике для повышения эффективности солнечных батарей.

Фундаментальная значимость работы обусловлена увеличением времени взаимодействия фотона с кремниевыми нанонитями по сравнению с подложками кристаллического кремния, а также низкой скоростью поверхностной рекомбинации носителей заряда в ансамблях кремниевых нанонитей.

Научная новизна диссертации состоит в следующем:

- обнаружена немонотонная зависимость величины коэффициента полного отражения света слоёв кремниевых нанонитей от их длины;
- обнаружено, что в слоях кремниевых нанонитей по сравнению с подложками кристаллического кремния возрастает эффективность комбинационного рассеяния света и генерации третьей гармоники;
- впервые было зарегистрировано многократное увеличение времени взаимодействия света с кремниевыми нанонитями по сравнению с подложками кристаллического кремния;
- впервые обнаружена немонотонная зависимость интенсивности межзонной фотолюминесценции в слоях кремниевых нанонитей от их длины.

Основными **задачами** диссертации было:

- изучить зависимость спектров отражения света в слоях кремниевых нанонитей от их длины;
- выявить особенности комбинационного рассеяния света и генерации третьей гармоники в ансамблях кремниевых нанонитей в сравнении с подложками кристаллического кремния;

- определить время взаимодействия света с веществом в ансамблях кремниевых нанонитей с помощью измерения кросс-корреляционной функции рассеянных фотонов;
- исследовать зависимость фотолюминесцентных свойств кремниевых нанонитей от их длины.

Структура диссертации

Диссертация К.А. Гончара состоит из введения, трёх глав (обзор литературы, методика эксперимента, экспериментальные результаты и их обсуждение), заключения и библиографии. Общий объём диссертации составляет 120 страниц, из них 108 страниц текста, включающих 81 рисунок и 9 таблиц. Библиография содержит 164 наименования на 12 страницах.

По содержанию диссертации сделаны следующие **замечания**:

1. Термины "локализации света" и "время задержки фотона" требуют более детального объяснения в применимости к анализируемым неоднородным средам.
2. Было бы интересным представить зависимость интенсивности сигнала третьей гармоники от длины кремниевых нанонитей, что позволило бы сопоставить с результатами по комбинационному рассеянию света.
3. Требуется более детального объяснения немонотонная зависимость интенсивности межзонной фотолюминесценции от толщины слоя кремниевых нанонитей с учётом как эффектов рассеяния света, так и безызлучательной рекомбинации.

Сделанные замечания не влияют на общую высокую оценку работы. По новизне, актуальности темы, объёму и достоверности экспериментальных результатов, глубине выводов и практической значимости **диссертация Гончара Кирилла Александровича «Оптические свойства рассеивающих сред на основе кремниевых нанонитей»** в полной мере **отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным в пункте 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней»**, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842. Она представляет собой **научно-исследовательскую работу**, которую можно квалифицировать как новое научное достижение в области синтеза и исследования новых нанокристаллических материалов. Автор, **Гончар Кирилл Александрович**, заслуживает присуждения **ученой степени кандидата физико-математических наук** по специальностям **01.04.05 – «оптика» и 01.04.10 – «физика полупроводников»**.

Основные результаты диссертации К.А. Гончара опубликованы в 7 статьях, опубликованных в высокорейтинговых журналах и многократно представлены на международных и российских конференциях. **Автореферат полностью отражает содержание диссертации.**

Результаты и выводы исследований К.А. Гончара могут быть рекомендованы для использования в организациях: Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, физический институт имени П.Н. Лебедева, ИОФ им А.М. Прохорова, НИУ ИТМО (Санкт-Петербург), ИПЛИТ РАН (Троицк), Институт физики микроструктур РАН (Нижний Новгород).

Отзыв обсужден и одобрен на семинаре Центра «Информационные оптические технологии» Университета ИТМО 15 апреля 2015 г.

Научный руководитель семинара
Директор ЦИОТ ИТМО
д.ф.-м.н., профессор



А.В. Фёдоров