

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного научного учреждения
«Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр
Сибирского отделения Российской
академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН)

чл.-корр. РАН Шпедт А.А.



“ 17 ” ноября 2023 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Жук Клавдии Владимировны «Термолюминесцентный отклик лазерно-структурированного поликристаллического и монокристаллического α - Al_2O_3 », представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертационная работа Жук К.В. посвящена вопросу повышения термолюминесцентного отклика материалов на основе поликристаллического и монокристаллического α - Al_2O_3 путем обработки их поверхности лазерным излучением. Известно, что лазерная обработка является одним из наиболее эффективных методов обработки поверхности материалов и может быть использована для модификации структуры поверхностного слоя путем изменения характеристик и свойств материала. Автором предложен метод лазерной обработки поверхности моно- и поликристаллического оксида алюминия мощным лазерным ИК-излучением, позволяющий значительно повысить термолюминесцентный отклик данных материалов, которые широко

применяются в качестве чувствительно вещества детекторов термоллюминесцентных дозиметров. В свою очередь, задача повышения выхода термоллюминесценции дозиметра является довольно актуальной, поскольку расширение применения человечеством радиационных технологий требует регулярного контроля за радиационной ситуацией объектов и экологией окружающей среды. В связи с этим решаемые соискателем проблемы, которые заключаются в разработке методов повышения термоллюминесцентного отклика материалов на основе $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ путем лазерной обработки их поверхности и создании методов контроля дефектообразования в них, представляются актуальными и имеют научное и практическое значение.

Краткое содержание работы

Диссертационная работа Клавдии Владимировны состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и трех приложений. Объем диссертации составляет 109 страниц, включая 31 рисунок и 10 таблиц. Список использованных источников включает 107 наименований. Изложение подчинено решению основных задач.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, показаны научная новизна и практическая значимость полученных результатов. Изложены основные научные положения, выносимы на защиту. Приведены сведения об апробации работы, личном вкладе автора, структуре и объеме диссертации.

Первая глава является обзорной, в ней рассмотрены термоллюминесцентные дозиметры ионизирующего излучения, а также кинетика процессов, протекающих в них.

Во второй главе рассмотрены объекты исследования и экспериментальное и диагностическое оборудование, а также методы

исследования и анализа структуры и свойств материалов на основе оксида алюминия.

В третьей главе представлены результаты исследования процесса лазерной модификации поверхности материалов на основе оксида алюминия и его влияния на их оптические свойства. Показана структурная модификация поверхности поликристаллического α - Al_2O_3 посредством обработки лазерным излучением длиной волны 1,06 мкм, а также модификация поверхности моно- и поликристаллического α - Al_2O_3 лазерным излучением длиной волны 10,6 мкм. Проведено исследования оптических свойств полученных образцов. На основе проведенного исследования сделан вывод, что лазерная обработка излучением длиной волны 10,6 мкм является более эффективной для генерации F-центров в структуре Al_2O_3 , по сравнению с обработкой лазерным излучением с длиной волны 1,06 мкм.

В четвертой главе представлены результаты разработки и описание макета экспериментальной установки для исследования термолюминесценции дозиметрического материала. Приведена схема разработанного макета установки для исследования термолюминесценции, пошагово описан процесс исследования термолюминесцентного отклика образцов оксида алюминия. Приведены результаты исследования термолюминесценции образцов моно- и поликристаллического оксида алюминия.

В выводах сформулированы основные результаты диссертации.

Научная новизна результатов диссертационной работы

Впервые показано, что лазерная обработка поверхности дозиметрического материала на основе оксида алюминия излучением CO_2 -лазера длиной волны 10,6 мкм приводит к частичной потере кислорода и образованию анион-дефектной структуры в поверхностном слое материала;

Впервые показано, что модификация поверхности дозиметрического материала на основе оксида алюминия излучением CO_2 -лазера длиной волны 10,6 мкм является более эффективной для создания анионной дефектности в

его структуре, чем модификация лазерным излучением длиной волны 1,06 мкм ввиду более высокой поглощающей способности оксида алюминия в диапазоне длин волн от 10 мкм;

Разработан макет установки для исследования термолюминесцентного отклика образцов моно- и поликристаллического оксида алюминия в диапазоне длин волн 400-500 нм, диапазоне температур 300-500 К и скорости нагрева образцов 1-3 °С/с.

Достоверность научных положений, выводов и заключений

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается согласованностью с теоретическими и экспериментальными данными, опубликованными в научно-технической литературе, а также применением современных методов научных исследований, большим объемом экспериментальных данных, полученных с помощью современного оборудования.

По материалам диссертации опубликовано 14 работ: 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых Scopus (Q2), получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Научная и практическая значимость полученных результатов

Научная и практическая значимость состоит в углублении знаний о механизмах взаимодействия лазерного излучения с материалами на основе оксида алюминия. Полученные научные результаты использованы при выполнении научных проектов и в учебном процессе на кафедре физической электроники Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники.

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертации у ведущей организации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Для обработки поверхности исследуемых образцов алюмооксидной керамики использовался одномодовый или многомодовый лазер? Был ли пучок гауссовским? Профиль пучка должен сильно сказываться на характеристике нагрева образца.

2. В диссертации приведены спектры диффузного отражения алюмооксидной керамики до и после лазерной обработки (рисунок 3.3). Однако, не приведены спектры пропускания исследуемых образцов. Исследование спектров пропускания, по крайней мере, монокристаллических образцов, представляет интерес, поскольку, как можно надеяться, их прозрачность будет достаточно высокой для этой цели, а рассеяние не станет препятствием для более точной диагностики.

3. Измерялось ли время релаксации полученных индуцированных состояний модификации поверхностей? Как оценивалась глубина анион-дефектного слоя?

4. В работе сообщается о получении 25-кратного увеличения люминесценции в монокристаллическом образце, в то время как толщина образца составляет 500 мкм. Для технических целей представляет интерес именно 25-кратное увеличение, в то время как с физической точки зрения интересует удельное увеличение люминесценции на единицу массы модифицированного материала, которое, таким образом, может составлять более 100 раз.

Заключение

Диссертация Жук К.В. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Основные результаты, представленные в диссертационной работе, обладают актуальностью, научной и практической значимостью. Приведённые выше замечания не снижают общей научной и практической ценности диссертационной работы К.В. Жук. Данные замечания необходимо рассматривать как рекомендации по углублению исследований в будущем. Работа выполнена на высоком научном уровне, материал изложен логично, последовательно. Выводы и результаты обоснованы, доказаны и

достоверны. Автореферат диссертации соответствует основному содержанию диссертационной работы, включает постановку цели и задач, основные результаты и выводы. Результаты диссертационной работы были представлены на всероссийских и международных конференциях.

Диссертационная работа «Термолюминесцентный отклик лазерно-структурированного поликристаллического и монокристаллического $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ » соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Жук Клавдия Владимировна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы. Доклад соискателя заслушан, обсужден и одобрен на научном семинаре Отдела оптики Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН (протокол № 7 от 08.11.2023 г.).

Отзыв составил:

Зам. дир. Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН, заведующий лабораторией фотоники молекулярных систем ИФ СО РАН, д-р ф.-м. н.



/Тимофеев И. В./

“ 17 ” ноября 2023 г.

Подпись Тимофеева И.В. заверяю ученый секретарь, к.ф.-м.н.



/Злотников А.О./

Сведения о ведущей организации:

Полное наименование организации: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский

научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН)

Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН

Сокращенное наименование организации: ФИЦ КНЦ СО РАН (ИФ СО РАН)

Россия, 660036, г. Красноярск, ул. Академгородок, 50

Адрес официального сайта в сети интернет: <https://ksc.krasn.ru/>

Телефон: +7 (391) 243-45-12

Адрес электронной почты: fic@ksc.krasn.ru