

ОТЗЫВ

официального оппонента 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»

Диссертация К.В. Жук посвящена решению актуальных задач, связанных с повышением термолюминесцентного отклика дозиметрических материалов на основе оксида алюминия. В работе предложен метод лазерной модификации поверхности моно- и поликристаллического оксида алюминия излучением мощного ИК-лазера длиной волны 10,6 мкм, позволяющий повысить эффективность термолюминесцентного отклика образцов дозиметрического материала на основе оксида алюминия в несколько раз.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 107 наименований. В состав диссертации также входят приложения с актом внедрения результатов, актом о проведении индивидуального испытания экспериментальных образцов и свидетельством о государственной регистрации разработанной программы для ЭВМ. Объем диссертации с приложениями составляет 109 с., 31 рисунок и 10 таблиц. Автореферат диссертации полностью отражает содержание диссертационной работы, написан и оформлен в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 и требованиями ВАК Минобрнауки России.

Во **введении** показана актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены положения, выносимые на защиту, отражен личный вклад соискателя.

В **первой главе** проведен аналитический обзор литературы по теме диссертационного исследования, рассматриваются термолюминесцентные твердотельные дозиметры ионизирующего излучения, кинетика процессов, происходящих в них, а также методы повышения дозовой чувствительности и термолюминесцентного отклика дозиметров. Сделан вывод об эффективности способа повышения термолюминесцентного отклика путем модификации поверхности дозиметрического материала с помощью электронных и лазерных воздействий, при этом наиболее перспективной является обработка с помощью лазерного излучения ИК-диапазона.

Во **второй главе** приводится описание объектов исследования и методов анализа и исследований, а также описание экспериментального и

диагностического оборудования и методы исследования и анализа структуры и свойств моно- и поликристаллического оксида алюминия.

В **третьей главе** исследуется процесс лазерной модификации поверхности дозиметрического материала и его влияние на оптические свойства моно- и поликристаллического оксида алюминия. Показано, что в результате лазерной модификации материалов на основе оксида алюминия происходит образование повышенной концентрации F-центров в их структуре.

В **четвертой главе** приведены результаты разработки и описание макета установки для исследования термолюминесценции, а также экспериментальные результаты режимов нагрева и распределения температуры в исследуемых образцах. С использованием разработанной установки проведены исследования термолюминесценции образцов моно- и поликристаллического оксида алюминия. Представлены результаты оценки дозовой чувствительности исследуемых образцов.

В **заключении** сформулированы основные результаты работы.

В **приложениях** приведены акты внедрения и проведения индивидуальных испытаний экспериментальных образцов, свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Впервые показано, что лазерная обработка поверхности дозиметрического материала на основе оксида алюминия излучением CO₂-лазера длиной волны 10,6 мкм приводит к частичной потере кислорода и образованию анион-дефектной структуры в поверхностном слое материала;

2. Впервые показано, что модификация поверхности дозиметрического материала на основе оксида алюминия излучением CO₂-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;

3. 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.

Научная значимость. В диссертации Клавдии Владимировны Жук представлено решение актуальной проблемы повышения термолюминесцентного отклика дозиметрического материала на основе

оксида алюминия путем его лазерной модификации излучением мощного ИК-лазера длиной волны 10,6 мкм.

Достоверность научных положений и выводов, содержащихся в диссертационной работе, подтверждаются согласованностью полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается современными средствами измерений и стандартными методиками проведения исследований.

По результатам исследования опубликовано 14 работ: 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 2 статьи в журналах, индексируемых Scopus (Q2), 8 статей в сборниках Всероссийских и Международных конференций, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Результаты, достигнутые при выполнении диссертационной работы, имеют большую **практическую значимость**. Это подтверждается их использованием при выполнении научных проектов и в учебном процессе на факультете электронной техники ТУСУРа при подготовке бакалавров по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Замечания по диссертационной работе

1. При облучении $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ионизирующим излучением наблюдается не только генерация электронов и дырок в их кристаллической структуре, но и жесткое излучение также может генерировать дефекты. Поэтому при ограниченной концентрации ловушек увеличение интенсивности термолюминесценции можно объяснить и увеличением концентрации ловушек. К сожалению, в диссертации не рассматривается этот эффект.

2. Кроме рекомбинации с активацией электронов в зону проводимости с уровня ловушек существует конечная вероятность непосредственной миграции электронов с ловушек на рекомбинационные центры за счет прыжковой проводимости (теория протекания). При этом должен наблюдаться еще один пик в более длинноволновой области. Вероятность таких прыжков экспоненциально возрастает с увеличением концентрации ловушек и центров рекомбинации. К сожалению, такой эффект также не обсуждается.

3. Не совсем понятно, что такое кинетика первого и второго порядка. Поскольку нет четкого определения этих механизмов.

4. В математических выражениях имеются неаккуратные записи математических символов (например, большая и маленькая буква S в выражении 1.38). В одной формуле индексы записываются строчными и заглавными буквами, например, стр. 49: $(E_a > E_d)$

5. Неоправданно большой объем диссертации занимает обзор механизмов рекомбинации по работе [18], а также свойств и способов обработки сапфира и керамики (75%). Большинство приведенных в обзоре материалов при получении оригинальных результатов не использовалось и не проводилась обработка экспериментальных данных на основе математической теории, приведенной в обзоре.

Заключение

Несмотря на перечисленные недостатки, диссертационная работа Клавдии Владимировны Жук «Термолюминесцентный отклик лазерно-структурированного поликристаллического и монокристаллического α - Al_2O_3 » является законченным научным исследованием, и соответствует требованиям, установленным в п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.6 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Официальный оппонент

доктор технических наук по специальности 01.04.10, профессор кафедры Полупроводниковых приборов ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ)

 Величко Александр Андреевич

«21» ноября 2023 г.

Адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20
Сл. тел.: +7 (383) 346-08-75, моб. тел. 8 913 934 41 19
e-mail: Velichko@amber.ref.nstu.ru, vel6049@mail.ru

Подпись профессора Величко А.А. удостоверяю

Начальник отдела кадров НГТУ

 О.К. Пустовалова



М.П.