

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ
по защите диссертации Валентины Маратовны Касимовой на тему: «Оптические свойства и дефектообразование в кристаллах $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ и $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$ », представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 22 декабря 2022 г.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 17 октября 2022 г., протокол № 5.

Диссертация выполнена в МУИЛ ППМиД «Монокристаллы и заготовки на их основе» и на кафедре материаловедения полупроводников и диэлектриков НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук (01.04.10 Физика полупроводников), старший научный сотрудник Козлова Нина Семеновна, ведущий эксперт МУИЛ ППМиД «Монокристаллы и заготовки на их основе», ведущий эксперт лаборатории физики оксидных сегнетоэлектриков НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 5 от 17 октября 2022 г.) в составе:

1. Костишин Владимир Григорьевич (председатель комиссии), доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии материалов электроники НИТУ «МИСиС».

2. Петржик Михаил Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, ведущий научный сотрудник лаборатории «Insitu диагностика структурных превращений» НИТУ «МИСиС».

3. Черепецкая Елена Борисовна, доктор технических наук, профессор кафедры физических процессов горного производства и геоконтроля, главный научный сотрудник лаборатории «Лазерных ультразвуковых методов интроскопических исследований» НИТУ «МИСиС».

4. Константинова Алиса Федоровна, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории кристаллооптики Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук».

5. Кузьмичева Галина Михайловна, доктор химических наук, профессор, профессор кафедры цифровых и аддитивных технологий института перспективных технологий и индустриального программирования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» (РТУ МИРЭА).

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов» Российской академии наук (ИПТМ РАН).

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований установлены следующие основные результаты:

- Установлено, что церий, введенный в шихту в виде двуокиси церия CeO_2 , в процессе роста меняет степень окисления ($4+$): в выращенном кристалле церий присутствует в виде Ce^{3+} и экспериментально доказано, что последующие высокотемпературные изотермические отжижки на воздухе и в вакууме не влияют на степень окисления.
- Впервые продемонстрирована возможность формирования точечных дефектов Шоттки, V-центров, F-центров в процессе роста кристаллов $\text{Gd}_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$, а при легировании церием – образование дополнительных F-центров.
- Предложены первые модели дефектообразования в кристаллах группы $\text{Gd}_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$ ($x=1\div3$) и $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$.
- С полной метрологической проработкой разработаны и подготовлены стандартные образцы предприятия (СОП), методики выполнения измерений (МВИ) для определения коэффициентов преломления спектрофотометрическими методами отражения: по методу отражения при малом угле падения света и по методу Брюстера.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Изучено влияние изменения состава кристалла (изоморфное замещение в катионной подрешетке и легирование церием), а также высокотемпературных отжигов на исследуемые оптические характеристики.
- Показано нахождение церия в кристаллах $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$ в устойчивой степени окисления $3+$, которая не меняется даже после высокотемпературных изотермических отжигов на воздухе и в вакууме.
- Показано, что широкая полоса поглощения с $\lambda_{\text{max}} \sim 440$ нм на спектральных зависимостях пропускания/поглощения связана не только межконфигурационными переходами $4f - 5d$ в Ce^{3+} , но и образованием собственных ростовых дефектов структуры в $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}^{3+}$.
- Впервые предложены модели, позволяющие описать возможные процессы образования точечных дефектов в процессе роста в кристаллах $\text{Gd}_3\text{Al}_x\text{Ga}_{5-x}\text{O}_{12}$ ($x=1\div3$) и $\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}:\text{Ce}$. (перенесено)

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Применен комплекс существующих базовых методов исследования оптических свойств и предложены новые подходы для исследования оптических свойств, например, определение коэффициента преломления спектрофотометрическими методами.

- Впервые получены экспериментальные данные оптических характеристик кристаллов группы $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ ($x=1\div 3$) и $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$, в частности коэффициентов преломления, которые могут быть применены при создании оптических устройств.

- Продемонстрировано изменение степени окисления церия (4+), введенного в шихту, в процессе роста до Ce^{3+} .

- Показаны возможные типы ростовых точечных дефектов и их комплексов в выращенных кристаллах и предложены модели дефектообразования.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Исследуемые кристаллы были выращены в компании АО «Фомос-Материалы» из загрузок известного состава, образцы подготовлены с использованием отработанных технологических режимов. Исследования оптических параметров образцов были проведены в аккредитованной испытательной лаборатории МУИЛ ППМиД «Монокристаллы и заготовки на их основе» НИТУ «МИСиС» на поверенном оборудовании. Достоверность и стабильность результатов измерений подтверждена контролем стандартных образцов предприятия и использованием разработанных аттестованных методик выполнения измерений, а также обеспечена путем применения комплексных исследований параметров разными методами.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

- Являлась исполнителем или непосредственно участвовала в проведении экспериментов на всех этапах исследований.

- Принимала непосредственное участие в разработке МВИ с полной метрологической проработкой по оценке коэффициентов преломления.

- Полностью проводила обработку экспериментальных данных, внесла ключевой вклад в их интерпретацию.

- Выполнила обширный поиск и анализ имеющихся по теме исследований литературных источников (215 ссылок).

- Непосредственно участвовала в разработке модели дефектообразования в кристаллах $Gd_3Al_xGa_{5-x}O_{12}$ ($x=1\div 3$) и $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}:Ce$.

Соискатель представил 7 опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, из них - 6 опубликованных работ в изданиях, индексируемых в наукометрических базах данных Web of Science, Scopus.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ «МИСиС» соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Касимовой В.М. соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС».

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения В.М. Касимовой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Результаты голосования:

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4-х (четырех) человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4 (четыре), против 0, недействительных бюллетеней 0 .

Председатель Экспертной комиссии



В.Г. Костишин

22.12.2022