



Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт
материаловедения им. А.Ю. Малинина»
(АО «НИИ МВ»)

Россия, 124460, г. Москва, г. Зеленоград, Георгиевский проспект, дом 5, строение 2
ИНН 7735001490 / КПП 773501001
Телефон/факс: (8) 499-731-14-76
E-mail: info@niimv.ru

«15» 05 2026 г. № 294/1

на № _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Козлова Романа Юрьевича
«Разработка основ комплексной опытно-промышленной технологии получения полированных
пластин антимонида индия диаметром до 100 мм для фотоприемных устройств
средневолнового ИК диапазона»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и
приборов электронной техники

Диссертационная работа Козлова Романа Юрьевича посвящена решению актуальной научно-технической задачи, связанной с разработкой комплексной опытно-промышленной технологии выращивания монокристаллов антимонида индия и изготовления на их основе полированных пластин увеличенного диаметра для создания фотоприемных устройств средневолнового инфракрасного диапазона. Тематика исследования представляет существенный интерес как с научной, так и с практической точки зрения, поскольку антимонид индия является одним из ключевых материалов современной оптоэлектроники и фотоники и широко применяется при производстве высокочувствительных оптоэлектронных приборов.

Актуальность диссертационной работы обусловлена необходимостью формирования отечественной технологической базы для производства материалов электронной техники, используемых в системах тепловизионного наблюдения, дистанционного мониторинга, навигации, а также в изделиях двойного и специального назначения. В современных условиях вопросы технологического суверенитета и независимости в области электронной компонентной базы приобретают стратегическое значение. В этой связи исследования, направленные на создание отечественных технологий получения монокристаллического антимонида индия высокого качества, являются исключительно востребованными.

Следует отметить, что автором выполнен значительный объем научно-исследовательских и технологических работ, охватывающих полный цикл создания полупроводникового материала: от математического моделирования тепловых процессов и разработки оборудования до формирования технологического маршрута механической и химико-механической обработки пластин. Такой комплексный подход свидетельствует о высоком уровне подготовки автора и глубоком понимании физико-химических процессов, протекающих при выращивании и обработке полупроводниковых материалов.

Научная новизна работы заключается прежде всего в том, что впервые в Российской Федерации разработана опытно-промышленная технология выращивания монокристаллов

антимонида индия диаметром 100 мм модифицированным методом Чохральского. Предложенный подход позволяет исключить ряд энергоемких и трудоемких технологических операций, характерных для классических методов получения соединений группы АШВУ, включая отдельные стадии синтеза и зонной очистки. В результате обеспечивается снижение материалоемкости и повышение эффективности технологического процесса.

Следует особо отметить выполненное автором математическое моделирование теплового узла установки выращивания. Проведенный анализ распределения температурных полей, тепловых потоков и условий кристаллизации позволил определить оптимальные тепловые и динамические параметры процесса роста монокристаллов. На основании результатов моделирования был разработан и изготовлен оригинальный графитовый тепловой узел, обеспечивающий стабильность фронта кристаллизации и получение монокристаллов с требуемыми структурными и электрофизическими характеристиками.

Значительный интерес представляют исследования, посвященные механической обработке пластин и химико-механическому полированию. Автором разработан оригинальный состав многокомпонентной полировальной суспензии на основе золя диоксида кремния, перекиси водорода, парамолибдата аммония, винной, молочной и сульфаминовой кислот. Использование данного состава позволило обеспечить получение поверхности с микрошероховатостью $Ra \leq 0,5$ нм, что соответствует современным мировым требованиям к подложкам для оптоэлектронных приборов.

Практическая значимость диссертационной работы не вызывает сомнений. Разработанные технологические решения внедрены в опытно-промышленное производство и позволяют осуществлять выпуск полированных пластин антимонида индия диаметрами 50,8 мм, 76,2 мм и 100 мм. Результаты работы обладают высокой прикладной ценностью и могут быть использованы как при производстве фотоприемных устройств инфракрасного диапазона, так и при разработке технологий получения других полупроводниковых материалов.

Следует положительно отметить, что автором разработан полный технологический маршрут получения пластин, включающий выращивание монокристаллов, резку, шлифование, химическое травление, химико-механическое полирование и многостадийную отмывку. Подобный комплексный подход существенно повышает практическую ценность выполненной работы.

Достоверность и обоснованность результатов диссертации подтверждаются использованием современного аналитического, измерительного и технологического оборудования, большим объемом экспериментальных исследований, а также хорошей воспроизводимостью полученных результатов. Основные положения работы прошли апробацию на российских и международных научно-технических конференциях и опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в российских и международных базах данных.

Автореферат написан на хорошем научном уровне, логично структурирован и достаточно полно отражает содержание выполненной диссертационной работы. Изложение материала отличается последовательностью и корректностью используемой научно-технической терминологии.

В качестве замечаний следует отметить, что в автореферате недостаточно подробно раскрыты вопросы влияния качества исходных материалов на структурные и электрофизические параметры кристаллов. Тезис об «установленном ранее (оптимальном?) отношении диаметра выращиваемого кристалла к диаметру свободной поверхности расплава ... равным от 0,5 до 0,7...» является достаточно спорным. В тексте встречаются выражения возможно приемлемые в кругу узких специалистов, такие, как «установка Чохральского», «большегрузная установка», но на наш взгляд их лучше избегать.

Указанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки выполненной работы.

В целом диссертационная работа Козлова Романа Юрьевича представляет собой завершенное научно-квалификационное исследование, выполненное на высоком научно-техническом уровне. Работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в «Национальном исследовательском технологическом университете «МИСИС», а ее автор, Козлов Роман Юрьевич, заслуживает присвоения ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

Генеральный директор
Зам Генерального директора
по науке, к.т.н.



 А.В. Сомов

 Н.В. Жаворонков