

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата физико-математических наук, Туркина Андрея Николаевича на диссертационную работу Афонина Кирилла Нильевича «Тепловой режим источника света на основе GaN/InGaN в светодиодных лампах», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы»

Задачи, связанные со снижением температуры оптических приборов на основе полупроводников, действительно, являются актуальными. Автор диссертационной работы подтверждает актуальность публикациями результатов исследований, проводимых как в России, так и в других странах.

Автором исследованы конструкции существующих светодиодных нитевидных модулей и ламп на их основе и предложены новые технические решения для задач повышения теплопередачи от GaN/InGaN кристаллов в светодиодных модулях и от модулей в светодиодной лампе.

Диссертация Афонина Кирилла Нильевича «Тепловой режим источника света на основе GaN/InGaN в светодиодных лампах» состоит из введения, трёх глав, заключения, написана на 113 страницах, содержит список литературы из 134 источников. Работа имеет ясную логическую структуру, содержит рисунки, таблицы и графики, поясняющие суть проведённого исследования.

Во введении автором приведены данные, подтверждающие актуальность работы, сформулированы цель и задачи работы, представлены положения, выносимые на защиту.

Первая глава содержит аналитический обзор методов анализа теплопередачи. Рассмотрены классические методы решения уравнения теплопроводности, описаны способы обеспечения теплового режима современных светодиодных ламп, рассмотрены и проанализированы существующие конструкции светодиодных ламп, выбрана наиболее перспективная конструкция лампы с использованием светодиодных нитей для исследований, обоснован выбор метода исследования.

Во второй главе изложены этапы построения модели, дано описание моделей светодиодных модулей на основе кристаллов GaN/InGaN и светодиодной лампы, представлены результаты тепловых расчётов для

построенных моделей в программном комплексе Ansys, а также результаты оценки адекватности модели.

В третьей главе показано использование предложенной тепловой модели для исследования тепловых свойств конструкции «последовательность GaN/InGaN кристаллов – подложка – заполняющий колбу газ – колба светодиодной лампы». На основании проведенных исследований предложены новые технические решения светодиодной ленты и светодиодной лампы.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные автором диссертационной работы, и выводы, соответствующие поставленным задачам.

В работе указаны следующие пункты научной новизны:

1. Построена модель светодиодного модуля, представляющего собой последовательность кристаллов GaN/InGaN, расположенных на плоском основании и помещенных в замкнутый объем однородной среды, ограниченный теплоизолирующей оболочкой сложной формы, позволяющая рассчитывать значения температуры кристаллов, основания, внутренней среды и поверхности оболочки, расположенной в воздушной среде.

2. Установлена гиперболическая зависимость температуры кристаллов GaN/InGaN светодиодного модуля от теплопроводности материала линзы, дополняющей конструкцию лампы.

3. Предложен новый способ стабилизации теплового режима светодиодных модулей в лампе с использованием электронного газа.

Достоверность результатов исследований подтверждается использованием современных методов моделирования, апробированных в инженерном и научном сообществах, проведением экспериментальных исследований на современном оборудовании, применением методов математической статистики для обработки экспериментальных данных. Также результаты исследований диссертант апробировал на конференциях международного, российского и регионального уровней. Результаты работы отражены в 24 публикациях, из которых две статьи в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ; восемь статей, индексируемых реферативными базами данных Web of Science и Scopus; 14 материалов докладов на всероссийских и международных конференциях. Афонин К.Н. является также соавтором одного патента на изобретение и пяти патентов на полезные модели.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что в рамках одного метода исследованы явления теплопереноса в системе «последовательность полупроводниковых кристаллов – подложка – заполняющий колбу газ – колба светодиодной лампы» с последующим конвекционным охлаждением, что позволяет учитывать влияние каждого из участков на температуру GaN/InGaN кристаллов.

Практическая значимость работы заключается в разработке, создании и внедрении светоизлучающих устройств с улучшенными тепловыми параметрами.

Результаты диссертационного исследования использованы:

- 1) при выполнении двух проектов по федеральной целевой программе «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы»;
- 2) при проектировании лампы светодиодной для общего освещения в ООО «Руслед»;
- 3) в учебном процессе ФГБОУ ВО «ГУСУР», о чём свидетельствуют акты использования результатов диссертационной работы, приведённый в приложении к диссертации.

Автореферат диссертации отражает основные идеи и результаты диссертационного исследования, показан вклад автора, степень новизны и практической значимости приведённых результатов исследований. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Замечания по диссертационной работе:

- 1) В работе не исследованы тепловые процессы, протекающие в источнике питания светодиодной лампы.
- 2) Автор на этапе моделирования не учитывает разброс параметров светодиодных кристаллов. Нестабильность технологических процессов производства кристаллов может привести к неравномерному нагреву светодиодных модулей, которые соединены по параллельно-последовательной схеме в лампе.
- 3) В тексте работы встречаются опечатки и речевые несоответствия, несколько затрудняющие восприятие материала.

Приведённые замечания и недостатки не влияют на общее положительное впечатление от диссертационной работы, а, скорее, демонстрируют возможности для продолжения научных исследований в данном направлении.

Диссертация Афолина К.Н. является законченной научно-квалификационной работой, соответствует паспорту специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:
Доцент кафедры Оптики,
спектроскопии и физики наносистем
Физического факультета
ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова
кандидат физико-математических наук

 А.Н. Туркин

Декан Физического факультета
ФГБОУ ВО МГУ имени М. В. Ломоносова
доктор физико-математических наук
профессор



Н.Н. Сысоев

«11» мая 2021 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ имени М.В. Ломоносова)
119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1 стр. 2
тел.: +7 (495) 939-5981
e-mail: andrey@turkin.su