

УТВЕРЖДАЮ

проректор СГУГиТ по УиВР,



 / Обиденко В.И./

05 декабря 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу

Гончаровой Юлии Сергеевны «Тепловой режим полупроводниковых источников света при ускоренных испытаниях на надежность и долговечность», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

На рассмотрение были представлены один том диссертации и автореферат. Диссертация изложена на 145 страницах, включает введение, четыре главы, заключение и список литературы, состоящий из 111 источников. Отзыв на диссертацию составлен на основании изучения материалов диссертации, автореферата и опубликованных автором статей.

1. Актуальность для науки и практики

Полупроводниковые источники света находят широкое применение в устройствах автоматики, системах передачи и отображения информации, телеметрии, медицины, а также в светотехнических устройствах.

В последнее время наибольшее внимание привлекают полупроводниковые источники белого света на основе кристаллов из гетероструктур GaN-GaN, покрытых люминофором. Они имеют высокие значения световой отдачи, низкое

энергопотребление и большой срок службы. Вследствие такой высокой долговечности натурные испытания полупроводниковых источников света становятся неоправданно затянутыми во времени, трудоемкими, поэтому актуальным является внедрение ускоренных методов их испытаний. В принципе, ускоренные испытания позволяют за более короткое время определить среднее время наработки источника света и сделать достоверный долгосрочный прогноз. Так как процессы ускорения основаны на превышении рабочих токовых режимов, они сопровождаются повышенной температурой, поэтому для выбора режимов испытаний необходимо учитывать основные тепловые процессы во всех функциональных элементах источников, выявить характерные параметры процесса деградации, что позволит для каждой партии продукции рассчитать коэффициент ускорения при предельно-допустимых температурах и плотностях тока.

2. Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертационные исследования направлены на разработку, совершенствование и исследование характеристик оптико-электронных систем и комплексов с использованием электромагнитного излучения оптического диапазона волн, предназначенных для решения задач передачи, приема, обработки и отображения информации с помощью полупроводниковых источников оптического излучения, что соответствует паспорту специальности 05.11.07 – «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы» по п. 2.

3. Основные научные результаты и их значимость для науки и производства

Диссертационная работа Гончаровой Юлии Сергеевны является законченным научным исследованием, полученные результаты соответствуют поставленной цели и задачам. Выполненные исследования содержат новые решения по исследованию тепловых режимов полупроводниковых источников света на основе кристаллов из InGaN с люминофорным покрытием при ускоренных испытаниях на надежность и долговечность. Основными результатами диссертационной работы, имеющими научную новизну, следует признать:

1. Разработку метода бесконтактного измерения температуры кристалла и люминофорного покрытия, отдельных изделий, а также изделий в составе устройств и комплексов в процессе их эксплуатации и ускоренных испытаний.

2. Выявление особенностей тепловыделения в полупроводниковых источниках света, заключающихся в том факте, что тепловое сопротивление полупроводникового источника света не является величиной постоянной, а зависит от плотности тока, температуры корпуса и времени испытаний.

3. Определение кажущейся энергии активации деградации источников света на основе наногетероструктур InGaN, которая для источников света КИПД154А92 составила 0,6-0,65 эВ, а для КИПД154Г92 - 0,7-0,73 эВ, двумя взаимодополняющими друг друга способами. И установлено, что значения кажущейся энергии активации, определенные из результатов ступенчатых температурных испытаний, ниже на 12-17%, чем определенные из результатов электрических испытаний.

4. Установление зависимости температуры кристалла источника света и коэффициента ускорения от времени испытаний.

Результаты работы использованы в ТУСУР и АО НИИПП, г. Томск, при выполнении х/д 37/10 по постановлению правительства РФ №218. Созданный в процессе работы макет установки для измерения температуры источников света используется в ТУСУР при выполнении учебных заданий по групповому проектному образованию студентами специальности «Электроника и микроэлектроника». Предполагается внедрение разработанной установки для контроля качества изделий в условиях серийного производства в АО НИИПП.

4. Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности

Работа построена по схеме, традиционной для кандидатских диссертаций по техническим наукам, материал изложен последовательно и методически грамотно, каждая глава диссертационной работы связана с решением одной из поставленных задач.

Во введении обосновывается актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая ценность диссертации, определяются цель и задачи работы.

Первая глава диссертационной работы посвящена обзору современных полупроводниковых источников света и подробно рассмотрены их особенности и параметры. Особое внимание уделено таким вопросам, как люминофоры для полупроводниковых источников белого света; процессы выделения и отвода тепла в полупроводниковых источниках света; методы измерения температуры кристаллов полупроводниковых источников света; ускоренные испытания полупроводниковых источников света на надежность и долговечность; основные виды отказов полупроводниковых источников света, возникающие в процессах эксплуатации и испытаний.

Во второй главе дана характеристика объектов исследования - полупроводниковых светодиодов КИПД 154А92 и КИПД154Г92 в пластмассовом корпусе 5050, производства АО НИИПП (Томск). Приведены основные, используемые в работе, методы и оборудование измерения электрических и светотехнических характеристик источников света. Приведено краткое описание оригинальных, специально, для светодиодной тематики, разработанных в ТУСУР приборов для автоматических измерений вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик типа «Метроном» и установки измерения теплового сопротивления типа «УТС». Описаны основные методы исследования и испытаний, используемые для анализа процессов деградации полупроводниковых источников света в процессе ускоренных испытаний. Приведены характеристики используемого в диссертационной работе испытательного оборудования.

В третьей главе приведены теоретические и экспериментальные результаты исследования тепловых режимов полупроводниковых источников света. Используя решение стационарного уравнения теплопроводности с граничными условиями 2-го рода, получены выражения для расчета теплового сопротивления кристалла светодиода в пластмассовом корпусе типа 5050. Экспериментально полученные результаты измерения теплового сопротивления показали, что тепловое сопротивление источника света не постоянная величина, а является функцией прямого тока. Это связано, как с уменьшением квантовой эффективности источника, так и с локализацией плотности тока в кристалле. Для непосредственного

контроля температуры p - n перехода были разработаны способ и устройство бесконтактного измерения температуры, основанный на анализе спектра излучения источника и проведена их экспериментальная апробация. Также был разработан метод контроля температуры люминофора.

Четвертая глава посвящена анализу теплового режима полупроводниковых источников света в процессах испытаний на надежность и долговечность. Определение кажущейся энергии активации проводилось по результатам ступенчатых испытаний методами, отличающимися от стандартных тем, что на каждой ступени испытаний контролировалась температура активной области кристалла источника света, разработанным в диссертации методом. В качестве чувствительного к деградации параметра выбраны величина светового потока и величина прямого тока, кроме этих параметров контролировались так же, цветовая температура и величина обратного тока.

В заключении сформулированы выводы, сделанные диссертантом на основании проведенных исследований, и приведены фактические материалы, свидетельствующие о возможности использования результатов работы для контроля качества светодиодов в условиях серийного производства.

5. Обоснованность и достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается многочисленными экспериментальными исследованиями, удовлетворительной сходимостью теоретических исследований и экспериментов, оригинальными авторскими методиками и качественной обработкой полученных результатов и обеспечена использованием современных математических методов исследования, достаточной аргументированностью принятых допущений, экспериментальными исследованиями, сравнением аналитических результатов, полученных на основе используемых теорий, с существующими экспериментальными данными.

6. По диссертации имеются следующие замечания

1. Не совсем удачное название: указание только объекта исследования не позволяет понять, что планируется сделать (предмет исследования).

2. В качестве задачи № 1, поставленной для достижения цели диссертационной работы, заявлено «исследовать процессы выделения тепла в элементах источника света». Однако в диссертационной работе эта поистине глобальная задача решения не находит.

3. Положение № 2, выносимое на защиту, в большей своей части представляется очевидным, и вполне могло бы быть опущено или переформулировано в соответствии с обоснованием его научной новизны.

4. Хотя практическая ценность представленной работы сомнений не вызывает, из представленных материалов неясен круг предполагаемых потребителей созданной интеллектуальной собственности в России и за рубежом, кроме, конечно АО НИИПП.

5. При оформлении диссертации допущено большое количество отступлений от требований ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», а в некоторых местах диссертации стиль изложения довольно небрежен.

Отмеченные недостатки несколько снижают положительное впечатление от работы, но они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Полученные в процессе диссертационных исследований результаты вносят вклад в развитие опико-электронных приборов и систем, направленных на решение задач, связанных с выбором тепловых режимов полупроводниковых источников света с люминофорным покрытием при ускоренных испытаниях на надежность и долговечность.

Новые результаты, полученные при выполнении работы, позволяют углубить

знания о процессах тепловыделения в полупроводниковых источниках света на основе наногететероструктур InGaN с люминофорным покрытием и выявить закономерности изменения их характеристик, как в процессе эксплуатации, так и в процессе ускоренных испытаний. Развитый в работе подход к анализу результатов ускоренных испытаний источников света при повышенных температурах позволяет произвести корректную оценку срока службы изделий и выявить наиболее перспективные пути повышения их ресурса работы.

Предложенные бесконтактные методы измерения температуры кристалла могут быть использованы в производстве и эксплуатации полупроводниковых светодиодов и оптоэлектронных устройств на их основе.

Практическое использование результатов исследований возможно на предприятиях различного гражданского и оборонного профиля, производящих светодиодную продукцию и использующих при этом кристаллы различных производителей.

Заключение

Основные результаты диссертации Ю.С. Гончаровой представлены в 6 публикациях, 5 из которых в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ. Получено 2 патента на изобретение и один патент на полезную модель. Знакомство с отдельными статьями автора свидетельствуют о том, что все основные положения, выводы и рекомендации достаточно полно отражены в публикациях. Итоги выполненных экспериментальных исследований легли в основу сформулированных в автореферате элементов научной новизны и научных положений, выдвигаемых автором на защиту.

Автореферат соответствует диссертации и достаточно полно отражает ее содержание. Все основные научные результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Диссертационная работа является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения в области совершенствования опико-электронных приборов,

представляющие существенное значение для передачи, приема, обработки и отображения информации с помощью полупроводниковых источников оптического излучения.

Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы, а автор работы – Гончарова Юлия Сергеевна – присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.07 – Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы.

Материалы диссертации и отзыв на нее заслушаны и обсуждены на заседании кафедры наносистем и оплотехники ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» 28 ноября 2016 г., протокол № 3.

Заведующий кафедрой наносистем и
оплотехники, доцент



Д.В. Чесноков

Сведения о лицах, подписавших отзыв:

Фамилия, Имя, Отчество	Чесноков Дмитрий Владимирович
Должность	заведующий кафедрой
Степень, звание	к.т.н., доцент
Специальность но диплому	01.04.05 – Оптика
Структурное подразделение	кафедра наносистем и оплотехники СГУГиТ
Адрес	630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10
Телефон	+7 (383) 343-91-11
e-mail:	kaf.nio@ssga.ru