

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Тер-Мартirosяна Александра Леоновича

на тему: «Мощные источники лазерного излучения на основе квантоворазмерных гетероструктур», по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», на соискание ученой степени доктора технических наук.

1. Актуальность избранной темы.

Лазерный диод (ЛД) представляет собой твердотельный лазер, в котором в качестве рабочего вещества применяется полупроводниковый кристалл. Приоритет в области создания лазерных диодов принадлежит российскому ученому, академику Ж. И. Алферову (Нобелевская премия 2000 года). Настоящая работа является достойным продолжением пионерских работ Алферова, но уже на уровне современных знаний и технологий, и демонстрацией новых уникальных возможностей, заложенных природой в полупроводниковый кристалл. Сегодня лазерный полупроводниковый кристалл – это многослойная квантоворазмерная гетероструктура. В современных лазерных диодах полупроводниковые чипы миниатюрны – 0,1-0,3 мм². Для накачки активной области кристалла используют безопасный низковольтный источник питания. Диоды универсальны, применимы во многих сферах, и более 60% мирового производства лазеров приходится именно на них. Лазерные диоды с повышенной выходной мощностью могут применяться в качестве источника лазерного излучения в целом ряде высокотехнологичных направлений хирургии, в онкологии, гинекологии. Высокая квантовая эффективность и узкая ширина линии генерации ЛД позволяют осуществлять селективную накачку в линию поглощения активного элемента твердотельных лазеров (ТТЛ) с высоким оптическим КПД, достигающим значения ~ 50%. Мощные непрерывные ТТЛ могут использоваться в различных технологических процессах благодаря компактности и надежности конструкции, стабильности параметров и возможности применения гибких волокон для доставки излучения до объекта воздействия. Кроме того, ожидается, что новые диодные лазеры произведут существенные преобразования в таких отраслях, как производство оптических систем хранения и передачи данных, машиностроение (сварка и резка кузовов автомобилей и вагонов и корпусов судов, упрочнение материалов, лазерная очистка и модификация поверхности), ядерная энергетика (применение модулей мощных лазерных диодов для разделения изотопов и производства электроэнергии в ходе управляемого лазерного термоядерного синтеза), микробиология, оборонные сектора экономики и изготовление навигационной аппаратуры. Таким образом, тема диссертации, избранная Тер-Мартirosяном Александром Леоновичем, очень актуальна.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Автором работы сформулированы и вынесены на защиту 5 научных положений: первое - о световых потерях, связанных с поглощением на свободных носителях заряда и особенностях конструкции гетероструктуры лазерных диодов, позволяющих уменьшить эти потери и реализовывать лазеры повышенной мощности; второе – о тепловом сопротивлении полупроводниковых твердых растворов и особенностях конструкции гетероструктуры лазерных диодов, позволяющих уменьшить тепловое сопротивление и реализовывать лазеры повышенной мощности; третье – о тепловом сопротивлении полосковых лазеров и наиболее эффективном отводе тепла от лазерного чипа с целью реализации приборов с повышенной мощностью оптического излучения; четвертое – об эффективности использования алмазного термокомпенсатора для отвода тепла от лазерного диода; пятое – о способе контроля температуры выходного конца волокна лазерного аппарата, применение которого приводит к увеличению срока службы и функциональных возможностей лазерного хирургического инструмента.

Все научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, хорошо обоснованы и полностью раскрыты.

3. Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность и новизна исследования, полученных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации подтверждается значительным числом публикаций автора (20 научных статей, 8 публикаций в материалах конференций). Особое внимание следует обратить на то, что приоритет исследований и разработок А.Л. Тер-Мартirosяна защищен 15 патентами.

4. Значимость для науки и практики полученных автором результатов.

Значимость полученных А.Л. Тер-Мартirosяном результатов для науки и практики состоит в том, что им получены новые знания в области физики и технологии мощных полупроводниковых лазерных излучателей, научно-обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие создание мощных полупроводниковых лазерных излучателей, и на практике реализованы мощные лазеры с выходной оптической мощностью до 15 Ватт, лазерные линейки, работающие в квазинепрерывном режиме с выходной оптической мощностью до 200 Ватт, ТТЛ с диодной накачкой с энергией в импульсе до 10 мДж, медицинские лазерные аппараты.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Научно-технические результаты, полученные автором А.Л. Тер-Мартirosяном, защищены патентами и уже широко используются при выполнении НИОКР ЗАО «Полупроводниковые приборы». Более того, внедрение результатов НИОКР на ЗАО «Полупроводниковые приборы» позволило начать выпуск серийной продукции, лазеров для технологических применений и дальнометрии, меди-

цинских лазерных аппаратов. Результаты и выводы диссертации могут быть использованы при выполнении НИОКР и внедрении в производство мощных источников лазерного излучения на других предприятиях РФ, например, предприятием ОАО «НПП «Инжект», которое является одним из ведущих предприятий России, проводит исследования и разработки критических микроэлектронных лазерных технологий и серийно выпускает высокотехнологичную оптико-электронную продукцию мирового технического уровня.

6. Оценка содержания диссертации, ее завершенность.

Диссертация А.Л. Тер-Мартirosяна представляет собой полностью завершенную научно-техническую работу по комплексному исследованию проблем создания мощных полупроводниковых источников лазерного излучения на основе гетероструктур GaInP/AlGaInP/GaAs и AlInGaAs/AlGaAs/GaAs видимого (670 нм) и ближнего инфракрасного (808 и 950 нм) спектральных диапазонов и создания на их основе твердотельных лазеров с диодной накачкой для технологических и информационных применений и медицинских лазерных аппаратов. В работе разработаны физические принципы конструирования полупроводниковых гетероструктур и чипов мощных лазерных диодов на их основе, исследованы и решены проблемы отвода тепла, что также является ключевой задачей при создании мощных лазерных диодов, их линеек и матриц, продемонстрированы лазерные системы высокого научно-технического уровня, при разработке которых использовались принципиальные решения, предложенные в диссертации.

7. Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, высказать мнение о научной работе соискателя в целом.

Основное достоинство диссертации – это то, что представленная работа содержит уникальную информацию о физике и технологии создания мощных полупроводниковых источников лазерного излучения. Диссертация хорошо оформлена.

Несмотря на высокую оценку работы в целом, отмечу ряд недостатков.

На странице 17 автореферата диссертации приводятся результаты исследования характеристик мощных лазерных диодов различной конструкции. Различные конструкции, в том числе модифицированные, обозначены различными буквенными и цифровыми обозначениями. Выделены две наиболее оптимальные конструкции G1 и G4D. Однако, при прочтении раздела возникает вопрос: в чем заключается модификация, например для оптимальной структуры G4D? Ответ можно найти только в диссертации, читателям же автореферата про это не сообщается.

На странице 94 диссертации на рис.2.9, а также на таком же рисунке в автореферате, приведены значения максимальной мощности лазеров в зависимости от длины волны излучения. Откуда взяты эти значения, об этом не сообщается.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

В заключение отмечу, что тематика диссертационной работы полностью соответствует специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики» и отрасли «Технические науки».

Диссертация Тер-Мартirosяна Александра Леоновича на соискание ученой степени доктора технических наук является научно-квалификационной работой, в которой, на основании выполненных автором исследований, разработаны научно-технические аспекты создания мощных источников лазерного излучения на основе квантоворазмерных гетероструктур, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, изложены научно-обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие лазерных технологий в РФ и повышение конкурентоспособности РФ, что соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 30.01.2002 г. № 74 (с изменениями, внесенными Постановлением Правительства РФ от 20.06.2011 г. № 475), а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Официальный оппонент,
профессор кафедры физики и технологии наногетероструктур
Федерального государственного бюджетного учреждения
высшего профессионального образования и науки
Санкт-Петербургский Академический университет
- научно-образовательный центр нанотехнологий РАН,
доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН



Егоров Антон Юрьевич

31 октября 2014 г.

Подпись член-корр. Егорова А.Ю. удостоверяю.
Проректор по высшему образованию
Федерального государственного бюджетного учреждения
высшего профессионального образования и науки
Санкт-Петербургский Академический университет
- научно-образовательный центр нанотехнологий РАН,
член-корреспондент РАН

Жуков Алексей Евгеньевич

«14» октября 2014 г.

