

Отзыв официального оппонента

о диссертационной работе

Соболевой Ольги Сергеевны

«Мощные полупроводниковые низковольтные лазер-тиристоры на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs» представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11-физика полупроводников

Актуальность темы диссертации.

Диссертация посвящена изучению физических механизмов работы и подходов к моделированию мощных полупроводниковых лазер-тиристоров на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs и их оптимизации. Лазер-тиристор представляет собой лазерный диод и токовый тиристорный ключ, интегрированные на эпитаксиальном уровне, при этом управление импульсом тока осуществляется оптически за счет спонтанной эмиссии в структуре. Такой подход позволяет получать импульсное лазерное излучение без внешнего импульсного источника тока. Таким образом, использование лазер-тиристоров выгодно с точки зрения энергоэффективности, стоимости, компактности конечных приборов и снижения паразитных потерь в цепи и необходимости согласования с нелинейной нагрузкой. Актуальность темы диссертации обусловлена тем, что для оптимизации лазер-тиристоров необходимо проведение теоретического анализа с целью определения основных физических принципов и их вклада в работу прибора, а также необходимо установить влияние конструкции гетероструктуры лазер-тиристора на его электрооптические характеристики. Поэтому очень важна разработка модели и исследование с ее помощью статических и динамических электрооптических характеристик лазер-тиристора, чему и посвящена данная работа.

Достоверность полученных результатов.

Достоверность результатов, полученных в диссертационной работе подтверждается использованием современных методов исследования, а также тем, что не противоречит ранее известным закономерностям и данным литературных источников. В части теоретического исследования достоверность результатов подтверждается соответствием результатам экспериментальных измерений пиковой оптической мощности лазер-тиристоров. Также

точность результатов моделирования повышает использование экспериментальных данных по оптической обратной связи в лазер-тиристорах. Для модели используются параметры материалов, согласованные с установленными данными.

Результаты исследований автора диссертации прошли широкую апробацию в научно-техническом сообществе, многократно докладывались на Российских и международных конференциях, публиковались в реферируемых научных журналах, индексируемых ВАК, Scopus и Web of Science.

Новизна полученных результатов.

Полученные в работе результаты оригинальны и актуальны для физики полупроводников, а также имеют прикладное значения для оптимизации и повышения мощности исследуемых лазер-тиристоров.

В работе приведены результаты оптимизации гетероструктуры лазер-тиристора, показано как особенности гетероструктуры влияют на выходные характеристики прибора. Также показано, что в зависимости от конструкции гетероструктуры лазер-тиристора работу прибора могут определять различные физические процессы (ударная ионизация, фотогенерация, перераспределение электрического поля и формирование доменов электрического поля), что не было известно до выполнения данной диссертационной работы. В частности, в работе показано, что форма распределения напряженности электрического поля при включении лазер-тиристора оказывает влияние на форму переднего фронта импульса тока и данный фактор может приводить к снижению скорости включения лазер-тиристора.

Из наиболее значимых полученных в работе результатов отмечу следующие: в результате оптимизации найдена структура лазер-тиристора для генерации импульсов высокой мощности в широком диапазоне рабочих напряжений и одновременно наиболее простая в технологическом исполнении. В данной гетероструктуре лазер-тиристора экспериментально получена оптическая мощности 55 Вт при длительности импульса 100 нс на полувывоте, что превосходит полученные ранее в лазер-тиристорах результаты. В четвертой главе приведены данные экспериментальные результаты и результаты моделирования лазерной генерации. В заключении диссертации перечислены основные результаты работы. На основании проведенных автором исследований, представленных в диссертационной работе, опубликовано в 7 научных работ, из них 3 работы, опубликованы по материалам докладов конференций. Результаты работы представлялись на 3 российских и международных научных конференциях по тематике исследования.

Обоснованность научных положений, сформулированных в диссертации.

Сформулированные в диссертации научные положения хорошо обоснованы и

резюмируют наиболее важные научные результаты, полученные в работе.

Научные результаты актуальны, достоверны, и являются новыми. Диссертационная работа выполнена на хорошем научном уровне. Основные результаты диссертационной работы апробированы на Российских и международных конференциях и изложены в профильных и высокорейтинговых научных журналах. Автореферат верно и полно отражает основное содержание диссертации.

Научная и практическая значимость

Полученные в работе результаты имеют высокую научную значимость. Представленная модель лазер-тиристора позволяет проводить исследование различных конструкций лазер-тиристора, а теоретические результаты позволяют судить об основных физических принципах, отвечающих за работу лазер-тиристоров. В результате эксперимента в оптимизированной структуре лазер-тиристора получена пиковая оптическая мощность 55 Вт на длительности импульса 100 нс.

Замечания

1. В структурах лазер-тиристора присутствуют узкие домены электрического поля, при этом в работе не учитывался разогрев носителей. Насколько данный эффект мог бы повлиять на результаты?

2. Не указано, в чем причина заметного различия рабочих напряжений в оптимизированной структуре лазер-тиристора в модели (около 50 вольт) и в экспериментальных результатах (максимальное напряжение 24 В).

3. В работе не обсуждается, каким образом паразитная индуктивность цепи, отображенная на схемах лазер-тиристора и электрической цепи, влияет на результаты моделирования. На основании каких соображений выбиралось значение индуктивности в разделе 5, где приведено сопоставление с результатами эксперимента?

Указанные замечания не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы.

Диссертация Соболевой Ольги Сергеевны представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, выполненную на высоком уровне, имеющую важное научное и прикладное значение для физики полупроводников и оптоэлектроники.

Диссертационная работа Соболевой Ольга Сергеевна “Мощные полупроводниковые низковольтные лазер-тиристоры на основе гетероструктур AlGaAs/GaAs” по своей актуальности, научной новизне, достоверности и практической значимости результатов соответствует требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в

Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физико-техническом институте им. А.Ф.Иоффе Российской академии наук» (от 20.12.2021) предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Соболева Ольга Сергеевна, **заслуживает** присуждения искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11-физика полупроводников, в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 N 118).

20 сентября 2022 г.

Васильевский Иван Сергеевич
доктор физико-математических наук,
профессор института нанотехнологий
в электронике, спинтронике и фотонике,
доцент НИЯУ МИФИ
115409, Москва, Каширское ш., 31
тел.:
e-mail: ivasilevskii@mail.ru