

Отзыв

официального оппонента на диссертацию С. Н. Лосева
«Получение и исследование нерасходящихся (бесселевых) пучков
от полупроводниковых лазеров и светодиодов»

представленную на соискание учёной степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 - физика полупроводников

Актуальность темы

Диссертация С.Н. Лосева посвящена исследованиям, целью которых является получение хорошо сфокусированных нерасходящихся пучков света от полупроводниковых лазеров, широко применяемых в самых различных областях науки и техники. Для многих применений требуется мощное, хорошо сфокусированное излучение, создаваемое обычно с помощью лазеров с резонатором Фабри-Перо и широким полоском. Однако излучение полупроводниковых лазеров часто обладает многомодовым характером, поэтому задача его эффективной фокусировки, требуемой, например, для ввода в одномодовое волокно или для манипулирования микрочастицами, до сих пор не решена. Поэтому актуальность темы диссертации С.Н.Лосева не вызывает сомнения как с научной, так и с практической точек зрения.

Первая глава диссертации посвящена обзору литературы и состоит из двух частей: в первой рассматриваются свойства гауссовых пучков, их распространение и расходимость, вторая часть посвящена получению и свойствам бесселевых пучков.

Во второй главе рассмотрены экспериментальные результаты получения бесселевых пучков от разнообразных полупроводниковых источников излучения.

В третьей главе рассмотрены параметры, влияющие на размер центрального пятна и дистанцию распространения нерасходящихся пучков: влияние скругления вершины аксикона и параметра распространения пучка M^2 .

В четвёртой главе приведены результаты экспериментов по сверхфокусировке излучения полупроводниковых источников с высоким параметром M^2 , показывающих возможность получения фокусного пятна значительно меньшего размера, нежели возможно при помощи традиционной оптики. Во второй части главы продемонстрирована модель оптического пинцета с управляющим бесселевым пучком для манипулирования микрочастицами.

Обоснованность и достоверность основных результатов и выводов

Обоснованность полученных результатов обеспечивается комплексным характером проводимых исследований на базе современного экспериментального оборудования и их сравнением с теоретической моделью.

Достоверность выводов диссертанта подтверждается внутренней непротиворечивостью результатов, соответствием эксперимента и теоретического моделирования, а также согласием использованных конкретных моделей с общепринятой картиной, описывающей физические процессы в исследуемой области.

Новизна исследований и полученных результатов

В диссертации С.Н.Лосева предложен новый для излучения полупроводниковых лазеров способ фокусировки путем создания нерасходящихся (бесселевых) световых пучков.

В результате получены пространственно-инвариантные пучки от светодиодов и полупроводниковых лазеров различных конструкций: узкополосковых и широкополосковых торцевых излучателей, поверхностно-излучающих лазеров с вертикальным резонатором и поверхностно-излучающих лазеров с внешним вертикальным резонатором. и показано, что бесселевы пучки, получаемые от широкополосковых многомодовых полупроводниковых лазеров и светодиодов, обеспечивают достижение поперечного размера центрального луча, значительно меньшего предельно малого размера фокусного пятна.

Научная и практическая значимость результатов

Показано, что пространственная однородность излучения полупроводникового лазера оказывает гораздо большее влияние на формирование бесселевых пучков, чем его временная когерентность. Поэтому трудности, возникающие при получении бесселевых пучков, связаны с пространственной неоднородностью излучения полупроводниковых лазеров с широким полоском, многомодовым характером их излучения и его астигматизмом.

Продемонстрировано, что параметры бесселевых пучков, получаемых от полупроводниковых лазеров, позволяют использовать их для оптического захвата и манипулирования микроскопическими (в т. ч. биологическими) объектами в т. н. «оптических пинцетах».

Результаты диссертационной работы представляют интерес для таких организаций, как Московский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Петербургский Институт Ядерной физики, Институт цитологии РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Институт биофизики клетки РАН, Санкт-Петербургский государственный технический университет, а также для других организаций, где требуются хорошо сфокусированные нерасходящиеся пучки света от полупроводниковых лазеров.

В целом, научные результаты, полученные диссертантом, являются новыми и интересными и могут быть оценены весьма высоко.

Тем не менее, при чтении диссертации возникло следующее замечание:

Было бы интересно проверить, существует ли влияние увеличения оптической мощности формирующего пучка на качество бесселевых пучков.

Это замечание носит скорее характер пожелания для дальнейших исследований. Работа же в целом производит хорошее впечатление, свидетельствуя о достаточной научной квалификации соискателя, включая экспериментальные навыки и способность провести теоретический анализ

полученных результатов в рамках рассматриваемой физической модели. Автореферат достаточно полно и правильно отражает содержание диссертации.

Результаты исследований опубликованы в ведущих научных журналах, докладывались на конференциях и семинарах и известны специалистам.

По объему выполненных исследований, актуальности избранной темы, достоверности, новизне и степени обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, рецензируемая работа полностью соответствует предъявляемым к кандидатским диссертациям критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор – Лосев Сергей Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Профессор физического факультета СПбГУ,

доктор физ.-мат. наук

31.10.2014

С.Ю. Вербин

ПОДПИСЬ РУКИ
ЗАВЕРЯЮ. НАЧАЛЬНИК
ОТДЕЛА КАДРОВ
Н.А.ГОРИНОВА

