

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Донцова Антона Александровича
«Спектр и динамика лазеров на модах шепчущей галереи и кольцевых лазеров»
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Теоретическое моделирование процессов, происходящих в лазерах позволяет лучше понять суть происходящих в них явлений, благодаря чему удается создавать новые лазерные источники с заданными параметрами излучения и другие более сложные приборы на их основе. В данной работе сделана попытка теоретического описания нескольких интересных явлений, происходящих в лазерах, в частности касающихся лазеров на резонаторах на модах шепчущей галереи с дефектами, взаимодействия излучения полупроводникового ИК лазера с зондом атомно-силового микроскопа и возникновения бистабильностей в кольцевых лазерах. Все эти явления лежат на переднем крае современных технологий, что делает работу А. А. Донцова, несомненно важной и актуальной.

Диссертация состоит из «Введения», четырех оригинальных глав, двух приложений, списка положений, выносимых на защиту и очень подробного списка литературы, насчитывающего 296 наименований. Объем диссертации 117 страниц. В конце диссертации приведен список работ автора, в которых опубликованы основные результаты, вошедшие в диссертацию. Вместо привычной для диссертаций отдельной главы с обзором литературы и постановкой задачи диссертации, каждая из четырех оригинальных глав начинается со своего обзора и постановки задачи. Только к первой главе сделан более общий обзор, касающийся истории обнаружения и объяснения мод шепчущей галереи. Такой подход кажется вполне оправданным ввиду специфичности явлений, обсуждаемых в разных главах диссертации.

Во введении приведена структура диссертации, обоснованы актуальность работы, степень разработанности темы диссертации, приведены цель, научная новизна и практическая значимость работы, описаны используемые методы и даны положения, выносимые на защиту и приведена информация об обработке работы.

Первая глава диссертации посвящена вопросу нахождения приближенного аналитического решения для волновых векторов мод шепчущей галереи в дисковых резонаторах неидеальной формы. Рассмотрено два типа дефектов – скол полудискового резонатора идет не точно через центр диска и скол на краю дискового резонатора. И в том и в другом случае вычисляется малая поправка к волновым векторам мод резонатора.

Результаты аналитического расчета сравниваются с численным моделированием и показывают прекрасное согласие.

Вторая глава диссертации посвящена моделированию экспериментально наблюдаемого спектра излучения микросфер, покрытых тонким слоем люминофора. В работе достаточно подробно описан эксперимент по измерению микрофотолюминесценции от таких объектов, приведены экспериментальные данные, полученные соавторами. Основным эффектом, наблюдаемым экспериментально и объясняемым автором, является возникновение узких пиков на фоне широкой полосы фотолюминесценции. Автор работы, на основании теоретического моделирования, делает заключение, что эти узкие пики связаны с собственными модами микросферы. Аппроксимация экспериментальных данных теоретическими зависимостями позволяет автору установить порядок моды и поляризацию соответствующих пиков.

Третья глава посвящена вопросу о теоретическом моделировании воздействия излучения инфракрасного полупроводникового лазера на частоту колебаний кантилевера атомно-силового микроскопа. Также, как и во второй главе помимо описания оригинальных теоретических расчетов довольно подробно изложены детали объясняемого эксперимента. Исходя из расчетов поглощаемой кантилевером мощности лазерного излучения и его теплопроводности делается вывод о том, что наблюдаемая экспериментально периодическая зависимость частоты колебаний кантилевера от его положения объясняется интерференцией лазерного света между выходным зеркалом лазера и кантилевером. Дается формула для оценки чувствительности данного метода измерения пространственного распределения излучения ИК лазера в зависимости от материала и формы кантилевера.

В четвертой главе диссертации рассмотрены эффекты, возникающие в кольцевом лазере, в котором возможна перекачка энергии между встречными модами за счет внешней перекрестной оптической обратной связи с задержкой. Рассмотрены различные режимы регулярной и хаотической генерации, реализующиеся в зависимости от силы обратной связи и длины оптической задержки. Показано, что для объяснения временной зависимости интенсивности излучения необходимо учитывать наличие оптического шума в уравнениях на интенсивности лазерных полей.

В приложениях приведен подробный вывод уравнений, используемых в главе 4. Диссертация написана ясным языком и практически не содержит опечаток или неясных формулировок. Тем не менее к работе есть несколько общих замечаний.

- 1) В главе 1 приближенный аналитический расчет проверяется путем сравнения с прямым численным моделированием. При этом ни слова не сказано ни о том, как

проводилось моделирование, ни о преимуществах приближенного расчета перед ним, если таковые имеются.

2) Не сказано, либо на этом не заострено внимание, как меняется добротность дискового или полудискового резонатора при введении в него дефекта, при том что, как правильно указано в той же главе, добротность является ключевым параметром любого резонатора. Или если рассмотренные дефекты не влияют на добротность резонатора, то какие влияют?

3) В главе 2 не сказано, какую роль может играть, нагрев микросферы с покрытием из люминофора под действием лазерного излучения. Хотя, по заверению автора, в эксперименте мощность падающего лазерного излучения выбиралась в пределах 5 мВт, учитывая очень острую фокусировку и слабый тепловой контакт между микросферой и подложкой, такая мощность вполне способна привести к значительному нагреву микросферы, что может привести к изменению показателя преломления и, соответственно, положения резонансных частот.

Хочу отметить, что сделанные замечания не являются принципиальными и не снижают высокого уровня проделанной работы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты, вошедшие в диссертацию опубликованы в четырех работах, включая одну публикацию в журнале Appl. Phys. Letters. Положения, выносимые на защиту, достаточно полно раскрыты в тексте диссертации. Применение современных математических моделей и хорошее согласие с экспериментом подтверждают обоснованность полученных результатов. Эта диссертационная работа полностью отвечает всем квалификационным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.

Доцент физического факультета

Санкт-Петербургского государственного университета

к.ф.-м.н. Чербунин Роман Викторович

Тел.: +7(921)586-80-18. E-mail: r.cherbunin@gmail.com

Адрес: 198504 Санкт-Петербург, ул. Ульяновская д. 1