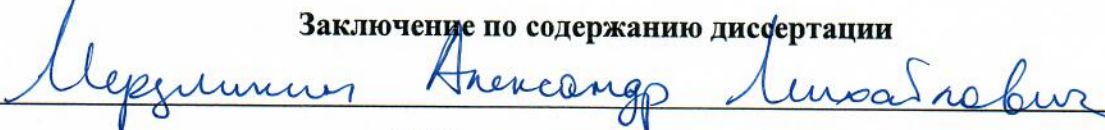


Заключение по содержанию диссертации



(Ф.И.О. члена диссертационного совета)

Тарасов Андрей Петрович

(Ф.И.О. соискателя ученой степени)

«Люминесценция микроструктур оксида цинка и влияние на нее поверхностного плазмонного резонанса и магнитного поля», кандидат физико-математических наук, 01.04.05 – «Оптика».

(Название диссертации, ученая степень, на которую представлена диссертация, специальность)

Дата защиты 03.07.2019

Оценка соответствия диссертации требованиям Положения о присуждении ученых степеней кандидата наук, доктора наук в МФТИ (далее - Положение):

1. Актуальность тематики диссертации:

В работе исследуются люминесцентные и лазерные характеристики различных микроструктур оксида цинка. Популярность исследований этого материала в качестве основы для полупроводниковых приборов различного назначения обусловлена такими его свойствами как простота изготовления разнообразных структур различными методами, возможность эффективного легирования, высокая подвижность электронов, большая величина электрического поля пробоя, термическая и радиационная стойкость, нетоксичность. Все эти качества вместе с высокой энергией связи экситонов, широкой запрещенной зоной и возможностью прямых оптических переходов позволяют оксиду цинка успешно конкурировать с такими широкозонными полупроводниками, как GaN и SiC, в производстве излучающих и детектирующих устройств синего и ближнего ультрафиолетового спектрального диапазонов, а также «прозрачной», силовой и высокочастотной микроэлектроники. Однако не только механизм спонтанной экситонной рекомбинации может обеспечивать краевую люминесценцию этого материала. Спектры люминесценции ZnO могут содержать различные полосы как в видимой, так и УФ областях. Зачастую весьма сложно определить происхождение той или иной спектральной компоненты, ситуацию также осложняют их перекрытия. В этом смысле всегда полезно искать простые способы для анализа спектров.

Эффект поверхностного плазмонного резонанса привлек внимание в оптике благодаря способности многократно усиливать такие слабые процессы, как комбинационное рассеяние, поглощение света отдельными молекулами и их флюоресценция и др. Относительно недавно была показана возможность с помощью поверхностных плазмонов увеличивать квантовый выход люминесценции различных материалов, в том числе, полупроводниковых. Среди

таких материалов активно используется и оксид цинка. В этом случае эффект может быть достаточно значительным, однако определяется многими факторами (материал и морфология металлической пленки, морфология пленок оксида цинка, поверхностные дефекты в ZnO и др.). В некоторых же случаях эффект не наблюдается вовсе. Поэтому исследования, посвященные факторам, которые могут влиять на взаимодействие поверхностных плазмонов и излучения в ZnO, востребованы.

В связи с вышесказанным тематика диссертационной работы может, несомненно, считаться актуальной.

2. Научная новизна выносимых на защиту результатов:

В диссертации впервые:

- 1) Экспериментально показано, что уровень накачки может существенным образом влиять на относительное поведение интенсивностей полос краевой люминесценции оксида цинка, одна из которых является экситонной, а вторая связана с дефектами решетки.
- 2) Экспериментально продемонстрирована нелинейная зависимость от накачки увеличения интенсивности люминесценции под влиянием поверхностного плазмонного резонанса.
- 3) Экспериментально обнаружено влияние относительно слабого магнитного поля на интенсивность люминесценции пленок ZnO в присутствии поверхностных плазмонов.
- 4) Показано, что системы скоростных уравнений могут успешно использоваться для интерпретации ряда эффектов, наблюдаемых в излучении ZnO.

3. Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы:

Практическая значимость заключается в разработке математического подхода, позволяющего оценивать вклад различных процессов в люминесценцию оксида цинка и, таким образом, способствующего интерпретации наблюдаемых в эксперименте явлений. Также прикладную ценность представляют экспериментальные результаты работы, в частности, характер зависимости усиления люминесценции ZnO за счет взаимодействия с поверхностными плазмонами в зависимости от уровня возбуждения. Этот и другие результаты исследований излучения структур оксида цинка с наночастицами серебра и сделанные по ним выводы обладают также и теоретической значимостью, поскольку дополняют сведения о природе взаимодействия ZnO с поверхностными плазмонами в серебряных наночастицах.

4. Полнота опубликования основных результатов диссертации в рецензируемых научных изданиях в соответствии с требованиями Положения:

Результаты диссертации полностью опубликованы в 20 работах. Среди них: 6 статей в рецензируемых журналах (Web of Science), 6 статей в сборниках трудов конференций (Web of Science и Scopus), 8 – тезисов по материалам конференций (2 из них – в Scopus).

5. Вопросы и замечания (в соответствии с п. 4.13 Положения соискатель отвечает на сформулированные здесь вопросы и замечания на заседании по защите диссертации):

- 1) Насколько новым является использование систем скоростных уравнений для описания люминесценции ZnO и других полупроводников?
- 2) Спектры образцов с двумя полосами краевой люминесценции довольно схожи, хотя сами образцы были выращены разными методами. Что может приводить к такому сходству?
- 3) Из подписи к рисунку 3.11 непонятно, для какой из полос люминесценции построена зависимость от накачки.

6. Общая характеристика диссертации (не включает резолютивную часть):

Диссертация Андрея Петровича Тарасова, посвященная актуальным вопросам оптики полупроводников, представляет собой научное исследование, выполненное на высоком уровне. Результаты ее имеют научную и практическую значимость. Автореферат диссертации объективно и полно отражает ее содержание. Диссертация полностью соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней кандидата наук, доктора наук в МФТИ.

Дата 17.06.2019

Подпись

Мерзанин Алексей

расшифровка (полностью)

Тогушев Мерзанин А.М.
удостоверяю.



1 пр. секретарь А.Т. Кузнецов