

Заключение по содержанию диссертации

Барышев Александр Валерьевич

(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:

Широкозонные полупроводниковые материалы (GaN, SiC, ZnS, ZnO, ZnSe, CdS и др.) являются основой для создания светоизлучающих приборов на видимую и ближнюю ультрафиолетовую часть спектра. У оксида цинка есть определенные преимущества перед каждым из конкурентов: высокая энергия связи экситонов, большая радиационная стойкость, возможность генерации коротковолнового света в ближнем ультрафиолетовом диапазоне и гомоэпитаксии на коммерческих подложках ZnO, что позволяет выращивать качественные пленки. Поэтому исследования оптических свойств этого полупроводника, способствующие его широкому внедрению в оптоэлектронные технологии, представляют большую ценность.

Способам улучшения и/или контроля люминесцентных свойств оксида цинка уделяется большое внимание. Одним из таких способов является включение металлов в структуры с ZnO в виде металлической фазы (наночастицы, микрогранулы, сплошные или островковые пленки), либо отдельных атомов. Известно, что участие металлической фазы в структуре ZnO/металл может приводить к усилению люминесценции. В большинстве случаев к такому усилению приводят процессы, сопровождающиеся возникновением поверхностного плазмонного резонанса на границах с металлическими пленками. Однако такое явление наблюдается не всегда, и вопросы, посвященные выявлению каналов потерь энергии плазмонами и разработке способов борьбы с этими потерями, остаются пока решенными не в полной мере. Кроме того, с практической и фундаментальной точек зрения интерес представляют воздействие на свойства плазмонных структур (в частности, пленок ZnO с металлическими наночастицами) различных внешних факторов, таких как мощность возбуждения люминесценции и магнитное поле. В связи с этим тема диссертации является актуальной.

2. Научная новизна выносимых на защиту результатов:
Все представленные в работе результаты получены впервые. В частности, впервые показано, что соотношение интенсивностей экситонной полосы и примыкающей к ней длинноволновой полосы, обусловленной дефектом, в пленках оксида цинка может в значительной степени меняться в зависимости от мощности накачки. Обнаружено, что с увеличением мощности накачки люминесценция пленок оксида цинка, покрытых серебряными наночастицами, может ослабляться до уровней ниже, чем в случае непокрытого серебром ZnO. Обнаружено усиление краевого излучения пленок оксида цинка с покрытием из наночастиц серебра, в магнитном поле величиной 1 Тл. Впервые метод, основанный на системе скоростных уравнений, применен к описанию кинетики процессов, участвующих в излучении оксида цинка. С помощью этого метода приближенно промоделированы некоторые экспериментально наблюдавшиеся в работе явления.
3. Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы:
В работе обнаруживаются и интерпретируются новые, ранее неизвестные оптические свойства микроструктур оксида цинка, что дополняет представления об этом материале. Некоторые экспериментальные результаты работы могут быть использованы при разработке светоизлучающих устройств, основанных на ZnO и работающих в ближней ультрафиолетовой области. Разработанный приближенный математический подход к описанию люминесценции может быть применен для моделирования различных экспериментальных ситуаций, причем не только в отношении излучения оксида цинка, но и других полупроводниковых соединений.
4. Полнота опубликования основных результатов диссертации в рецензируемых научных изданиях в соответствии с требованиями Положения:
Все результаты диссертационной работы опубликованы в 20 научных работах, список которых приведен в диссертации. 6 публикаций – статьи в рецензируемых журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, 6 – статьи в сборниках материалов конференций, 8 – тезисов конференций (всего – 14 публикаций цитируются в Web of Science и 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)
Существенных недостатков в работе не обнаружено, тем не менее, при ознакомлении с материалом диссертации и автореферата возникли следующие вопросы и замечания:
 1. Максимумы в некоторых спектрах люминесценции изучаемых пленок находятся на длинах волн 386-388 нм. Излучение в этой области часто имеет отношение к неупругим столкновениям экситонов в ZnO. Автор пишет

просто об «экситонной люминесценции», не конкретизируя её происхождения.

2. Следовало бы более детально рассмотреть роль поверхностных плазмонов в эффекте увеличения интенсивности излучения стержней ZnO с серебряными наночастицами в магнитном поле.
3. В автореферате использовались аббревиатуры, которые в тексте не расшифровывались.

Указанные замечания не затрагивают основных положений диссертации и сформулированные выводы и не влияют на общее положительное впечатление от работы.

6. Общая характеристика диссертации (не включает резолютивную часть):
Диссертационная работа Тарасова Андрея Петровича является научно-квалификационной работой, посвященной актуальным задачам физики полупроводников, наноплазмоники и оптики. Работа написана хорошим языком, сделанные в ней выводы не вызывают сомнения. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертация Тарасова А.П. полностью удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней кандидата наук, доктора наук.

Дата

14 июня 2019

Подпись

В.В. Барышев, А.В. Барышев

Подпись Барышева А.В. заверяю

Ученый секретарь НТС ФГУП ВНИИА



Л.В. Феокистова