

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Европейцева Евгения Андреевича «Кинетика экситонной фотолюминесценции в квантовых ямах в системе $(Al,Ga,In)N$ », представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – «физика полупроводников».

Диссертационная работа Европейцева Е.А. посвящена исследованию фотолюминесценции (ФЛ) в структурах с квантовыми ямами (КЯ) на основе нитридных соединений $(AlGaIn)N$, которые излучают в ультрафиолетовом и видимом диапазонах длин волн. Целью работы являлось изучение экситонных эффектов и их влияния на спектр и кинетику ФЛ. Как было отмечено в автореферате, во многих случаях экситоны в широкозонных КЯ могут существовать даже при температурах выше комнатной, оказывая большое влияние на характеристики разрабатываемых светоизлучающих устройств, поэтому актуальность данного направления исследований не вызывает сомнений.

В автореферате представлены результаты исследований ФЛ КЯ GaN/AlN с толщиной 1-4 монослоя (МС), КЯ $Al_xGa_{1-x}N/Al_yGa_{1-y}N$, и КЯ $In_xGa_{1-x}N/GaN$ в микроколонках типа ядро-оболочка. В качестве основного метода исследований применяется спектроскопия ФЛ с высоким пространственным и временным разрешением.

В работе получено много новых результатов, раскрывающих особенности кинетики ФЛ, связанные в том числе с экситонной природой излучения. К наиболее значимым результатам можно отнести следующие:

1) Показано, что кинетика и внутренний квантовый выход ФЛ КЯ GaN/AlN с толщиной 1-4 МС в существенной степени определяется энергетическим расщеплением между тёмными и лежащими выше по энергии светлыми экситонами. Величина этого расщепления достигает 30-40 мэВ в КЯ толщиной 1 МС, что объясняется усилением короткодействующего электрон-дырочного обменного взаимодействия при уменьшении толщины ямы.

2) С целью пространственного выделения ограниченного числа (вплоть до одного) экситонов из исходной планарной гетероструктуры сформированы нанокolonки с одиночной КЯ GaN/AlN , в которых продемонстрирован нульмерный характер локализации экситонов на неоднородностях потенциала ямы. Это позволило соискателю впервые изучить тонкий спектр темных и светлых состояний локализованного одиночного экситона.

3) Для КЯ $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{N}$ в результате расчётов определены толщины и составы слоёв, при которых высокий внутренний квантовый выход ФЛ может быть достигнут благодаря достаточно большой энергии связи экситона и энергии активации носителей из КЯ. Исследования ФЛ в выращенном образце с КЯ показали корректность используемого подхода.

4) Для микроколонок типа ядро-оболочка, содержащих неполярные, полуполярные и полярные КЯ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}/\text{GaN}$, определены характерные особенности мощностных зависимостей и кинетики ФЛ КЯ различной полярности, что открывает дополнительные возможности для анализа излучения из микроколонок.

Результаты исследования, представленного в диссертации, были опубликованы в авторитетных научных журналах и представлялись на российских и международных конференциях, что свидетельствует об их оригинальности и научной значимости.

Судя по материалу, изложенному в автореферате, диссертационная работа Европейцева Евгения Андреевича «Кинетика экситонной фотолюминесценции в квантовых ямах в системе $(\text{Al,Ga,In})\text{N}$ » выполнена на высоком научном уровне, является законченным исследованием и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.11 – физика полупроводников.

Доктор физ.-мат. наук

Кривобок Владимир Святославович

Лаборатория новых материалов для ИК фотоники,

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Физический институт им. П.Н. Лебедева

Российской академии наук

Подпись Кривобока В.С. заверена

04.06.24 дата

печать