

Отзыв

на автореферат диссертации

Дурнева Михаила Васильевича

«Спиновые расщепления валентной зоны в полупроводниковых квантовых ямах и квантовых точках»

на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертационная работа Дурнева Михаила Васильевича посвящена теоретическому исследованию дырочных спиновых состояний в различных наноструктурах. В отличие от электронных состояний, дырочные состояния в наноструктурах на основе полупроводников со сложной валентной зоной еще недостаточно изучены. Вместе с тем, в связи с большим прогрессом в области технологии изготовления наноструктур и их экспериментального исследования, а также большим интересом к спиновым свойствам наноструктур в связи с перспективами создания на их основе принципиально новых устройств, выполненные в данной работе исследования представляются вполне актуальными. Автор поставил и успешно решил три научные задачи, описанные в трех главах диссертации.

В первой главе рассмотрена задача о спиновых расщеплениях валентных подзон в квантовых ямах на основе полупроводников со структурой GaAs. Построена сложная 14-зонная модель, в рамках которой автору удалось учесть реальную симметрию кристаллической решетки GaAs и теоретически смоделировать смешивание состояний легких и тяжелых дырок на интерфейсе GaAs/AlAs. Автор показал, что это смешивание вносит основной вклад в линейное по волновому вектору расщепление валентных подзон в квантовых ямах определенного класса и существенно превосходит спин-орбитальное расщепление электронных состояний в зоне проводимости. Обсуждается интересный эффект гигантского линейного расщепления подзон, сформированных из близких по энергии состояний легких и тяжелых дырок. Делается сопоставление с результатами расчетов в методе псевдопотенциала. Выводятся аналитические выражения для вкладов в линейные члены расщепления для нижней подзоны в рамках упрощенной 4-х зонной модели Латтинжера.

Вторая глава посвящена теоретическому анализу расщепления состояний в продольном магнитном поле. Основной упор делается на частный случай эффекта Зеемана для нижней легкой дырки, который в квантовых ямах определенной толщины может близко располагаться к возбужденному уровню тяжелой дырки. Теория предсказывает гигантские значения g -фактора, а также корневую зависимость расщепления в малых магнитных полях. Проведено сравнение теоретических предсказаний с доступными экспериментальными данными.

В третьей главе изучается другой тип наноструктур, а именно структуры с ненапряженными тригональными квантовыми точками, выращенными в направлении [111]. Это хорошие модельные объекты с экспериментальной точки зрения, для которых наблюдался интересный эффект в продольном магнитном поле, а именно, 4 компоненты расщепления экситонной линии вместо двух. Автором построена микроскопическая теория этого эффекта, позволившая получить хорошее количественное согласие вычисленного g -фактора тяжелой дырки с полученным из эксперимента.

В качестве замечаний и вопросов отмечу следующее:

1. Модель Латтинжера является общеупотребительной, поэтому хотелось бы видеть более подробное сравнение результатов, полученных в 14-ти зонной и 4-х зонной моделях. Автор ограничился лишь замечанием, что энергии трех нижайших подзон, рассчитанные в этих моделях, согласуются в пределах 5%.
2. Согласно теории, должна наблюдаться сильная зависимость резонансного типа величины g -фактора от ширины квантовой ямы. Однако, в эксперименте это не

наблюдается, по крайней мере, в диапазоне от 5 до 20 нанометров для квантовых ям GaAs/AlGaAs. В чем причина расхождения?

В заключение хочется отметить, что работа автора апробирована на многих международных конференциях, что позволяет говорить об обоснованности сделанных в работе выводов. В целом, работа выполнена на высоком научном уровне, соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Считаю, что Михаил Васильевич Дурнев является квалифицированным специалистом в области теоретической физики полупроводниковых наноструктур и заслуживает присвоения искомой степени.

Профессор физического
факультета СПбГУ,
доктор ф.-м. наук
тел. +7(812)4284840,
ivan_ignatiev@mail.ru

/Иван Владимирович Игнатьев/

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

И. В. Игнатьев
Игн
20.05.14

