

ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Буравлева Алексея Дмитриевича
«Модекулярно-пучковая эпитаксия и свойства полупроводниковых магнитных наноструктур»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики»
01.04.01 – «физика полупроводников»

Реализация идей спинтроники требует создания новых полупроводниковых материалов и гетероструктур, позволяющих осуществлять управление спинами носителей заряда. Основной проблемой, которую необходимо решить является достижение и сохранение высокой спиновой поляризации электронов. С этой точки зрения интересным объектом исследования являются полумагнитные полупроводниковые наноструктуры на основе $(\text{A}_3, \text{Mn})\text{B}_5$, которые могут быть использованы для создания спин-поляризованных носителей заряда в полупроводниковых гетероструктурах. Наиболее изученным полумагнитным полупроводником является $(\text{GaMn})\text{As}$, который проявляет ферромагнитное упорядочение из-за обменного взаимодействия между носителями заряда и ионами магнитных примесей. Понижение размерности таких полупроводников должно повлиять на распределение и встраивание магнитной примеси в полупроводниковую матрицу, что в свою очередь может привести к усилению магнитных свойств создаваемых структур. Исследование влияния понижения размерности, поиск способов создания низкоразмерных структур с необходимой концентрацией магнитной примеси без создания вторичных фаз, исследование магнитных свойств вновь созданных структур, всё это, являясь актуально важной задачей как с фундаментальной точки зрения, так и с прикладной, составляет предмет диссертационной работы Буравлева Алексея Дмитриевича.

К наиболее значимым научным результатам диссертации необходимо отнести следующие:

- Разработаны методы синтеза структур с нитевидными кристаллами на основе MnP/InP , проявляющими ферромагнитное упорядочение вплоть до комнатной температуры;
- Найдены условия формирования $(\text{Ga,Mn})\text{As}$ нитевидных нанокристаллов без сегрегации вторичных фаз. Синтезированы структуры, проявляющие ферромагнитное упорядочение вплоть до 70 К.
- Найдены условия формирования квантовых точек на основе $(\text{In,Mn})\text{As}$ и получено свидетельство из спектров фотолюминесценции о том, что атомы Mn занимают правильные катионные места, обеспечивающие необходимое обменное взаимодействие между связанными дырками и электронами на $3d^5$ оболочках Mn.

Данные результаты получены автором впервые и представляют собой научную новизну диссертации. Практическая ценность работы состоит в разработке методов создания структур с нитевидными кристаллами на основе Ge , MnP/InP , $(\text{Ga,Mn})\text{As}$ соединений и квантовых точек $(\text{In,Mn})\text{As}$, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов спинтроники, а также нано- и оптоэлектроники.

Полученные результаты свидетельствуют о высоком научном уровне и практической ценности диссертации А.Д. Буравлева. Работа прошла хорошую апробацию: статьи опубликованы в рецензированных журналах, по результатам работы сделан ряд докладов, в том числе и на международных конференциях.

Есть некоторые замечания по автореферату диссертации:

1. Автореферат содержит описание большого количества результатов, но, к сожалению, не представлено ни одной иллюстрации. В четвертой главе при описании результатов измерения фотолюминесценции в магнитном поле написано, что наблюдается характерное поведение, обусловленное антиферромагнитным взаимодействием между электронами внутренней $3d^5$ оболочки Mn и связанными дырками. В чем заключается это характерное поведение не описано. Иллюстрация отсутствует, поэтому возникает неудовлетворенность в полноте представленной информации.

2. При описании результатов роста нитевидных нанокристаллов не всегда присутствует информация об используемых подложках. Хотя о важности этой информации свидетельствует один из результатов, полученных автором работы, когда источником материала при росте нанокристалла становится сама подложка.
3. Не приведены технологические параметры, при которых вместо ожидаемого роста тонких пленок происходит формирование нитевидных нанокристаллов (ННК). Можно было отразить хотя бы физическую сущность, назвать движущую силу, приводящую к формированию ННК.
4. В 4-м параграфе 3-й главы говорится о разработке двух методик нанесения контактов на ННК, но при этом не уточняется, в чем заключается различие между этими двумя методиками и какая из методик оказалась лучше при измерении электрофизических характеристик ННК.

В целом работа Буравлева Алексея Дмитриевича соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук, и Буравлев Алексей Дмитриевич достоин присуждения искомой степени по специальностям 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики», 01.04.10 – «физика полупроводников».



Зам. директора ФГБУН Институт физики полупроводников СО РАН
Член-корр. РАН

А.В.Двуреченский

А.Ф.Зиновьева