

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ключкова Алексея Николаевича
“Электронный спектр в модулированно-легированных гетероструктурах
InGaAs/InAlAs на подложках GaAs и InP”, представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников

Работа Ключкова А.Н. представляет собой продолжение цикла работ известной научной группы, посвященных изучению электронных свойств модулированно-легированных гетероструктур (МЛГ) на основе InGaAs/InAlAs. Исследовалось влияние архитектуры гетероструктур (геометрии и состава эпитаксиальных слоев) на спектр состояний и фотолюминесцентные свойства МЛГ $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{In}_y\text{Al}_{1-y}\text{As}$, выращенных на подложках GaAs и InP. В частности, изучалось влияние вариаций геометрии и фазового состава пленок на транспортные свойства, спектр состояний и волновые функции электронов при введении в квантовую яму обсуждаемой гетероструктуры вставок из наноразмерных слоёв InAs и GaAs, и при изменении мольного состава метаморфного буферного слоя. Выбор материала обусловлен заметными преимуществами (широкополосность, низкий уровень шума), которые позволяют использовать InGaAs/InAlAs гетероструктур в СВЧ электронике.

Совершенствование и оптимизация гетероструктур для СВЧ приложений невозможны без знания механизмов влияния архитектуры и состава гетероструктуры на спектр состояний и транспортные свойства электронов. В диссертации получены новые результаты о влиянии вставок InAs и GaAs и их толщин на положение и форму спектров фотолюминесценции. Экспериментально обнаружено и объяснено увеличение интенсивности ФЛ и смещение ее полосы в сторону меньших энергий при увеличении длительности и температуры отжига подложки InP в потоке молекул газа As_4 .

Обнаружена линейная зависимость полуширины пика фотолюминесценции квантовой ямы $\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ от слоевой концентрации электронов и влияние профиля химического состава в метаморфном буферном слое на форму спектров фотолюминесценции гетероструктур InGaAs/InAlAs выращенных на подложках GaAs.

Универсальный характер зависимости энергий оптических переходов от плотности электронов, при фиксированных толщине и фазовом составе квантовой ямы, позволил диссертанту построить соответствующую номограмму, а затем и использовать её для анализа оптических свойств широкого класса модулированно-легированных гетероструктур с различной конструкцией.

Автором предложен способ управления спектром и областью локализации дырок в гетероструктурах с квантовой ямой $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}/\text{In}_{0.52}\text{Al}_{0.48}\text{As}$ при помощи слоев-вставок

GaAs и InAs. В спектрах фотолюминесценции метаморфных МЛГ InGaAs/InAlAs обнаружены две полосы, связанные с рекомбинацией носителей заряда в квантовой яме и в метаморфном буферном слое. При этом, полуширина пика фотолюминесценции от квантовой ямы $\text{In}_{0.7}\text{Ga}_{0.3}\text{As}/\text{In}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ линейно зависит от слоевой концентрации двумерного электронного газа, а форма и положение полосы от метаморфного буферного слоя определяются профилем его химического состава.

Полученные результаты важны в прикладном плане, так как могут быть использованы при разработке приборных гетероструктур на основе InGaAs/InAlAs для СВЧ применений, а также при разработках инжекционных светодиодов, лазерных диодов, фотодетекторов, квантово-каскадных лазеров и резонансно-туннельных приборов на основе квантовых ям InGaAs/InAlAs.

Судя по материалам автореферата, диссертантом проделан чрезвычайно большой объем работ. В автореферате отмечены все этапы проведенных исследований, имеется полное обоснование всех положений диссертации, выносимых на защиту.

Однако в автореферате, утверждения автора об эффективности использования обсуждаемых материалов в технических приложениях (в приборах СВЧ электроники и полупроводниковой оптики) не подкреплены данными как об абсолютных значениях подвижностей и скоростях насыщения электронов, так и об интенсивностях спектров фотолюминесценции. Это затрудняет при знакомстве только с авторефератом дать оценку качества разрабатываемого материала. По-видимому, в диссертации этот недостаток отсутствует, однако в автореферате он, к сожалению, есть.

Несмотря на указанный недостаток, считаю, что диссертационная работа Ключкова А.Н. представляет научный и практический интерес, название работы соответствует ее содержанию, а автор, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – физика полупроводников.



Ильичев Э.А.

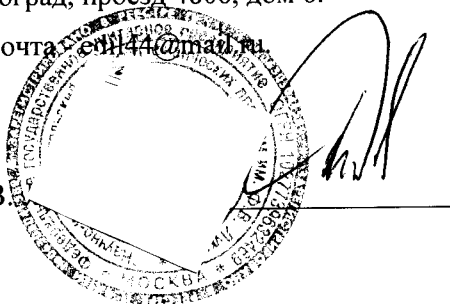
18.09.2015

Ильичев Эдуард Анатольевич, ведущий научный сотрудник ФГУП НИИ Физических проблем им. Ф.В. Лукина, доктор физико-математических наук (специальность 05.27.01 – твердотельная электроника, микроэлектроника и наноэлектроника).

Почтовый адрес - 124460, г. Москва, Зеленоград, проезд 4806, дом 6.

Телефон +7 (495) 731-98-43; электронная почта enil44@mail.ru

Подпись Э.А. Ильичева заверяю
Зам. директора ФГУП НИИФП им. Ф.В.



Дождёв В.А.