

Содержание

Введение.....	12
---------------	----

Глава 1.

В. И. Нижанковский, В. Г. Мокеров, Б. К. Медведев, Ю. В. Шалдин

Исследование влияния магнитного поля на химический потенциал

электронов в висмуте и в гетеропереходе $\text{GaAs-Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$	17
1.1. Эксперимент.....	18
1.2. Результаты.....	22
1.2.1. Висмут.....	22
1.2.2. Гетеропереход $\text{GaAs} - \text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$	23
1.3. Обсуждение.....	26
1.3.1. Висмут.....	26
1.3.2. Гетеропереход $\text{GaAs} - \text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$	29
Литература.....	32

Глава 2.

С. А. Говорков, В. Г. Мокеров, Б. К. Медведев, А. П. Сеничкин, В. И. Тальянский

Краевые магнитоплазменные колебания высших типов

в двумерном электронном канале.....	34
2.1. Введение.....	34
2.2. Эксперимент.....	35
2.3. Результаты измерений.....	38
2.4. Обсуждение результатов.....	41
Литература.....	44

Глава 3.

В. И. Поляков, П. И. Перов, М. Г. Ермаков,

О. Н. Ермакова, В. Г. Мокеров, Б. К. Медведев

Фотоэлектрические характеристики многослойных $p^+ - i - n^+$ -структур

$\text{GaAs} - \text{AlGaAs}$ с квантовыми ямами.....	45
3.1. Результаты и их обсуждение.....	46
Литература.....	54

Глава 4.

Г. Б. Галиев, А. С. Игнатьев, В. Б. Копылов, В. Г. Мокеров, А. Пфлигер

Исследование процессов формирования δ -легированных слоев

кремния в структурах $\text{GaAs}/\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ методом вторично-ионной

масс-спектропии.....	56
Литература.....	65

Глава 5.*И. Н. Котельников, В. А. Кокин, Б. К. Медведев,**В. Г. Мокеров, Ю. А. Ржанов, С. П. Анохина***Характеристика и особенности проводимости приповерхностных δ-легированных слоев в GaAs при изменении концентрации**

двумерных электронов	67
5.1. Введение.....	67
5.2. Образцы и условия измерений.....	68
5.3. Экспериментальные результаты.....	70
5.4. Самосогласованный расчет структуры двумерных подзон и обсуждение результатов.....	73
Литература.....	81

Глава 6.*А. С. Игнатьев, В. Э. Каминский, В. Б. Копылов,**В. Г. Мокеров, Г. З. Немцев, С. С. Шмелев, В. С. Шубин***Влияние спейсер-слоев на вольт-амперную характеристику**

туннельно-резонансных диодов	83
Литература.....	92

Глава 7.*Р. М. Иمامов, А. А. Ломов, В. П. Сироченко,**А. С. Игнатьев, В. Г. Мокеров, Г. З. Немцев, Ю. В. Федоров***Исследование гетероструктуры InGaAs/GaAs (100) методом рентгеновской дифрактометрии высокого разрешения**

Литература.....	102
-----------------	-----

Глава 8.*А. В. Гук, В. Э. Каминский, В. Г. Мокеров, Ю. В. Федоров, Ю. В. Хабаров***Оптическая спектроскопия двумерных электронных состояний**

в модулированно-легированных гетероструктурах N-AlGaAs/GaAs	103
8.1. Экспериментальная часть.....	104
8.2. Теоретические модели.....	110
8.3. Обсуждение результатов.....	114
Литература.....	120

Глава 9.*Д. Ю. Адамов, Ю. Ф. Адамов, В. Г. Мокеров, И. М. Щелева***Прецизионные резисторы в микросхемах на арсениде галлия**

9.1. Введение.....	121
9.2. Тестовый кристалл для исследования полупроводниковых резисторов.....	122
9.3. Эффективная ширина резисторов.....	122

9.4. Сопротивление легированного слоя, омические контакты.....	125
9.5. Количественные оценки отношений резисторов и флуктуации ширин резисторов.....	128
9.6. Выводы.....	131
Литература.....	132

Глава 10.

*В. Г. Мокеров, Ю. В. Федоров, А. В. Гук,
Г. Б. Галиев, В. А. Страхов, Н. Г. Яременко*

Оптические свойства легированных кремнием слоев GaAs (100), выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии.....	133
10.1. Экспериментальная часть.....	134
10.2. Обсуждение результатов.....	138
10.3. Заключение.....	140
Литература.....	141

Глава 11.

В. Г. Мокеров, Г. Б. Галиев, Ю. В. Слепнев, Ю. В. Хабаров

Влияние кристаллографической ориентации поверхности роста при молекулярно-лучевой эпитаксии на оптические свойства легированных кремнием слоев арсенида галлия.....	142
11.1. Введение.....	142
11.2. Экспериментальная часть.....	143
11.3. Результаты измерений.....	144
11.3.1. «Нормальные» и повышенные значения γ : $16 < \gamma < 77$	144
11.3.2. Малые значения γ ($10 < \gamma < 15$).....	149
11.4. Обсуждение результатов.....	149
Литература.....	152

Глава 12.

*Г. Б. Галиев, В. Г. Мокеров, В. Ю. Волков,
Р. М. Имамов, Ю. В. Слепнев, Ю. В. Хабаров*

Особенности молекулярно-лучевой эпитаксии GaAs на подложках ориентацией (111)A, (111)B.....	153
12.1. Введение.....	153
12.2. Получение пленок и методы исследования.....	154
12.3. Результаты исследований.....	155
12.4. Заключение.....	166
Литература.....	167

Глава 13.

*В. Г. Мокеров, Ю. В. Федоров, А. В. Гук, В. Э. Каминский,
Д. В. Амелин, Л. Э. Великовский, Е. Н. Овчаренко,
А. П. Лисицкий, В. Кумар, Р. Муралидхаран*

Субчетвертьмикронная технология полевых транзисторов

на псевдоморфных гетероструктурах с квантовой ямой	168
13.1. Введение.....	168
13.2. Экспериментальная часть.....	169
13.2.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия псевдоморфных гетероструктур.....	169
13.2.2. Технология изготовления субчетверть на микронных <i>P</i> -НЕМТ.....	172
13.3. Обсуждение результатов.....	173
13.3.1. Вольт-амперные характеристики <i>P</i> -НЕМТ-приборов.....	173
13.3.2. Оценка параметров <i>P</i> -НЕМТ-структуры из измерений С-V-характеристик транзисторов.....	178
13.3.3. Частотные характеристики <i>P</i> -НЕМТ.....	180
13.3.3.1. Измерение коэффициента усиления.....	180
13.3.3.2. Исследование шумовых характеристик.....	180
13.4. Заключение.....	186
Литература.....	187

Глава 14.**Транспортные и оптические свойства δ -легированных оловом**

GaAs-структур	188
<i>В. А. Кульбачинский, В. Г. Кытин, Р. А. Лунин, В. Г. Мокеров, А. П. Сеничкин, А. С. Бугаев, А. Л. Карузский, А. В. Пересторонин, R.T.F. van Schaijk, A. de Visser</i>	
14.1. Введение.....	188
14.2. Образцы и методика измерений.....	189
14.3. Проводимость и магнитосопротивление исследованных структур.....	190
14.4. Энергетический спектр и фотолюминесценция GaAs (δ -Sn)-структур.....	196
14.5. Осцилляции сопротивления в параллельном к δ -слою магнитном поле.....	202
14.6. Заключение.....	206
Литература.....	206

Глава 15.**Квантово-механические особенности эффекта поля**

в гетеротранзисторах с модуляционным и δ-легированием	209
<i>В. А. Гергель, В. Г. Мокеров, М. В. Тимофеев</i>	
15.1. Введение.....	209

15.2. Эффективная (самосогласованная) плотность электронных состояний в канале гетеротранзистора.....	211
15.3. Расчет электронных концентраций в канале гетеротранзистора.....	216
15.4. Заключение.....	220
Литература.....	220

Глава 16.

*Г. Б. Галиев, В. Э. Каминский, В. Г. Мокеров,
В. К. Неволин, В. В. Сарайкин, Ю. В. Слепнев*

Исследование распределения и перераспределения кремния в тонких легированных слоях арсенида галлия, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии на подложках с ориентациями (100), (111)А, (111)В.....	221
16.1. Введение.....	221
16.2. Экспериментальная часть.....	222
16.3. Результаты измерений и обсуждение.....	223
16.4. Заключение.....	231
Литература.....	232

Глава 17.

Г. Б. Галиев, В. Г. Мокеров, Э. Р. Ляпин, В. В. Сарайкин, Ю. В. Хабаров

Исследование электрофизических и оптических свойств δ-легированных кремнием слоев GaAs, выращенных методом МЛЭ на разориентированных в направлении $[2\bar{1}\bar{1}]$ поверхностях (111)А GaAs.....	233
17.1. Введение.....	233
17.2. Получение эпитаксиальных пленок и методы исследования.....	235
17.3. Обсуждение результатов.....	237
Литература.....	245

Глава 18.

В. Г. Мокеров, Г. Б. Галиев, Ю. Пожела, К. Пожела, В. Юцене

Подвижность электронов в квантовой яме AlGaAs/GaAs/AlGaAs.....	247
18.1. Введение.....	247
18.2. Структуры AlGaAs/GaAs/AlGaAs, выращенные методом молекулярно-лучевой эпитаксии.....	248
18.3. Зависимость подвижности электронов от толщины квантовой ямы.....	248
18.4. Подвижность электронов в квантовых ямах AlGaAs/GaAs/AlGaAs при вырождении электронного газа.....	253
18.5. Заключение.....	255
Литература.....	257

Глава 19.

*Э. М. Пашаев, С. Н. Якунин, А. А. Зайцев,
В. Г. Мокеров, Ю. В. Федоров, Р. М. Имамов*

Характеризация селективно-легированных многослойных гетероструктур на основе GaAs с квантовыми точками InAs	258
19.1. Введение.....	258
19.2. Эксперимент.....	260
19.3. Экспериментальные результаты и обсуждение.....	262
19.4. Заключение.....	270
Литература.....	271

Глава 20.

*В. А. Кульбачинский, Р. А. Лукин, В. А. Rogozin, В. Г. Мокеров,
Ю. В. Федоров, Ю. В. Хабаров, Е. Нарюми, К. Киндо, А. де Виссер*

Латеральный электронный транспорт в короткопериодных сверхрешетках InAs/GaAs на пороге образования квантовых точек	275
20.1. Введение.....	275
20.2. Образцы.....	276
20.3. Результаты измерений и их обсуждение.....	279
20.3.1. Температурные зависимости сопротивления.....	279
20.3.2. Магнетосопротивление, эффект Шубникова — де-Гааза.....	281
20.3.3. Фотолуминесценция и энергетический спектр.....	283
20.3.4. Анизотропия проводимости.....	288
20.4. Заключение.....	289
Литература.....	290

Глава 21.

*А. М. Афанасьев, Г. Б. Галиев, Р. М. Имамов, Е. А. Климов, А. А. Ломов,
В. Г. Мокеров, В. В. Сарайкин, М. А. Чувев*

Структурная характеристика двойных квантовых ям AlGaAs/GaAs/AlGaAs с тонкими разделяющими AlAs-слоями с помощью рентгеновской дифракции	291
21.1. Введение.....	291
21.2. Образцы и экспериментальные измерения.....	293
21.3. Результаты и обсуждение.....	295
21.4. Заключение.....	302
Литература.....	303

Глава 22.

В. Г. Мокеров, Ю. К. Пожела, Ю. В. Федоров

Электронный транспорт в униполярных гетероструктурных транзисторах с квантовыми точками в сильных электрических полях	305
22.1. Введение.....	305

22.2. Структура транзистора с квантовыми точками.....	306
22.3. Заселенность квантовых точек в канале транзистора.....	306
22.4. Ток стока в полевом транзисторе с квантовыми точками.....	308
22.5. Коэффициент усиления полевого транзистора с квантовыми точками.....	314
22.6. Заключение.....	316
Литература.....	316

Глава 23.

*Г. Б. Галиев, М. В. Карачевцева, В. Г. Мокеров,
В. А. Страхов, Г. Н. Шкердин, Н. Г. Яременко*

Фотолюминесцентные исследования двойных квантовых ям

AlGaAs/GaAs/AlGaAs с тонким разделяющим AlAs-слоем.....	318
23.1. Введение.....	318
23.2. Эксперимент.....	320
23.3. Результаты расчета.....	322
23.4. Обсуждение результатов.....	324
23.5. Заключение.....	329
Литература.....	329

Глава 24.

*И. С. Васильевский, Г. Б. Галиев, Г. В. Ганин, Р. М. Имамов, Е. А. Климов,
А. А. Ломов, В. Г. Мокеров, В. В. Сарайкин, М. А. Чуев*

Влияние легирования барьерных слоев AlGaAs на структурные и электрофизические свойства системы n-AlGaAs/GaAs/n-AlGaAs

с тонким разделяющим AlAs-слоем внутри GaAs.....	330
24.1. Введение.....	330
24.2. Образцы и методы измерений.....	333
24.3. Результаты и обсуждение.....	335
24.3.1. Вторично-ионная масс-спектрометрия.....	335
24.3.2. Двухкристальная рентгеновская дифрактометрия.....	337
24.3.3. Измерения подвижности носителей заряда.....	345
24.4. Заключение.....	349
Литература.....	350

Глава 25.

Ю. К. Пожела, В. Г. Мокеров

Большое повышение максимальной дрейфовой скорости электронов в канале полевого гетеротранзистора.....

25.1. Введение.....	352
25.2. Квантование моментов оптических фононов и увеличение дрейфовой скорости в слоистой гетероструктуре.....	353

25.3. Экспериментальное наблюдение повышения дрейфовой скорости.....	357
25.4. Заключение.....	361
Литература.....	361
Глава 26.	
<i>Г. Б. Галиев, И. С. Васильевский, Е. А. Климов, В. Г. Мокеров, А. А. Черечукин</i>	
Влияние температуры роста спейсерного слоя на подвижность двумерного электронного газа в РНЕМТ-структурах	363
26.1. Введение.....	363
26.2. Профиль зоны проводимости и распределение электронной плотности.....	365
26.3. Образцы и методы исследований.....	369
26.4. Результаты и их обсуждение.....	370
26.5. Заключение.....	372
Литература.....	373
Глава 27.	
<i>И. С. Васильевский, Г. Б. Галиев, Е. А. Климов, В. Г. Мокеров, С. С. Широков, Р. М. Имамов, И. А. Субботин</i>	
Электрофизические и структурные свойства двусторонне δ-легированных РНЕМТ-гетероструктур на основе AlGaAs/InGaAs/AlGaAs	374
27.1. Введение.....	374
27.2. Теоретический анализ и оптимизация РНЕМТ-структуры.....	376
27.3. Образцы и методы исследований.....	382
27.4. Результаты и их обсуждение.....	384
27.5. Заключение.....	391
Литература.....	391
Глава 28.	
<i>Н. Г. Яременко, Г. Б. Галиев, М. В. Карачевцева, В. Г. Мокеров, В. А. Страхов</i>	
Нестехиометрические дефекты в Si-легированных эпитаксиальных слоях GaAs, выращенных на подложках с ориентациями (111)А и (111)В	393
Литература.....	402
Глава 29.	
<i>В. Г. Мокеров, И. С. Васильевский, Г. Б. Галиев, Ю. Пожела, К. Пожела, А. Сужделис, В. Юцене, Ч. Пашкевич</i>	
Дрейфовая скорость электронов в квантовой яме в сильных электрических полях	404
29.1. Введение.....	404
29.2. Образцы.....	405

29.3. Дрейфовая скорость электронов в квантовой яме AlGaAs/GaAs.....	406
29.4. Дрейфовая скорость электронов в структуре $\text{Al}_{0,36}\text{Ga}_{0,64}\text{As}/\text{In}_{0,15}\text{Ga}_{0,85}\text{As}$	412
29.5. Заключение.....	413
Литература.....	414

Глава 30.

*В. Г. Мокеров, А. Л. Кузнецов, Ю. В. Федоров, Е. Н. Енюшкина, А. С. Бугаев,
А. Ю. Павлов, Д. Л. Гнатюк, А. В. Зувев, Р. Р. Галиев, Е. Н. Овчаренко,
Ю. Н. Свешников, А. Ф. Цацульников, В. М. Устинов*

AlGaIn/GaN-СВЧ НЕМТ-транзисторы с пробивным напряжением выше 100 В и с предельной частотой усиления по мощности f_{max} до 100 ГГц.....	415
30.1. Введение.....	415
30.2. Выращивание гетероструктур AlGaIn/GaN.....	416
30.3. Технология формирования НЕМТ-транзисторов.....	417
30.4. Вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики транзисторов.....	418
30.5. СВЧ-характеристики транзисторов.....	421
30.6. Зависимости предельной частоты усиления по мощности f_{max} и коэффициента усиления K_p от параметров топологии.....	425
30.7. Выбор оптимальной топологии секционированных затворов для различных частот функционирования транзисторов.....	427
30.8. Мощностные характеристики базовых AlGaIn/GaN-НЕМТ-транзисторов.....	428
30.9. Заключение.....	429
Литература.....	430
Список авторов.....	431