

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	7
ВВЕДЕНИЕ	8
1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ	12
1.1. МИНИАТЮРИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ	13
1.1.1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ТРАНЗИСТОРА	13
1.1.2. СОЗДАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ И РАЗВИТИЕ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ.....	16
Тесты к лекции.....	27
1.2. ВИДЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ.....	28
1.2.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....	28
1.2.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ.....	32
1.2.3. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ ПРИБОРОСТРОЕНИЯ.....	37
1.2.4. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ P-N-ПЕРЕХОДОВ.....	40
Тесты к лекции.....	41
1.3. ПОДЛОЖКИ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	42
1.3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЛОЖЕК ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	42
1.3.2. КРЕМНИЕВЫЕ ПОДЛОЖКИ ДЛЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	43
1.3.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО КРЕМНИЯ.....	45
1.3.4. ПОДЛОЖКИ ДЛЯ ПЛЕНОЧНЫХ И ГИБРИДНЫХ ИС	57
Тесты к лекции.....	62
1.4. ТОНКОПЛЕНОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.....	63
1.4.1. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ.....	63
1.4.2. ТЕРМИЧЕСКОЕ ВАКУУМНОЕ НАПЫЛЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК....	64
1.4.3. ИОННОЕ РАСПЫЛЕНИЕ	77
1.4.4. ТЕСТЫ К ЛЕКЦИИ.....	81
1.5. ТОЛСТОПЛЕНОЧНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ.....	82
1.5.1. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ.....	82
Тесты к лекции.....	85
1.6. ПЛЕНОЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГИС	86
1.6.1. ПЛЕНОЧНЫЕ РЕЗИСТОРЫ	86
1.6.2. ПЛЕНОЧНЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ	91
1.6.3. ПЛЕНОЧНЫЕ ИНДУКТИВНОСТИ.....	93
Тесты к лекции.....	94

1.7. Фотолитография.....	95
1.7.1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ЛИТОГРАФИИ.....	95
1.7.2. ФОТОРЕЗИСТЫ.....	98
1.7.3. НАНЕСЕНИЕ ФОТОРЕЗИСТА.....	105
1.7.4. СУШКА И ЗАДУБЛИВАНИЕ ФОТОРЕЗИСТА.....	107
1.7.5. ВЗРЫВНАЯ ЛИТОГРАФИЯ.....	109
1.7.6. ЭКСПОНИРОВАНИЕ.....	111
1.7.7. ИСТОЧНИКИ АКТИНичНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ для ФОТОЛИТОГРАФИИ.....	118
1.7.8. ФОТОШАБЛОНЫ ДЛЯ ФОТОЛИТОГРАФИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР.....	120
1.7.9. ПРОБЛЕМЫ ФОТОЛИТОГРАФИИ.....	125
1.7.10. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНЕОСЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ и ФАЗОСДВИГАЮЩИХ МАСОК.....	130
1.7.11. МНОЖЕСТВЕННОЕ ШАБЛОНИРОВАНИЕ.....	132
1.7.12. ИММЕРСИОННАЯ ЛИТОГРАФИЯ.....	134
Тесты к лекции.....	136
1.8. Другие виды литографии.....	137
1.8.1. ФОТОЛИТОГРАФИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО УЛЬТРАФИОЛЕТА.....	137
1.8.2. ЭЛЕКТРОНО-ЛУЧЕВАЯ ЛИТОГРАФИЯ.....	139
1.8.3. РЕНТГЕНОЛИТОГРАФИЯ.....	143
1.8.4. ИОННО-ЛУЧЕВАЯ ЛИТОГРАФИЯ.....	146
1.8.5. НАНОИМПРИТИНГ ЛИТОГРАФИЯ.....	149
Тесты к лекции.....	153
1.9. ТРЕБОВАНИЯ К ОСНОВНЫМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССАМ И ПРИМЕНЯЕМОМУ ОБОРУДОВАНИЮ.....	154
1.9.1. ЖИДКОСТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	154
1.9.2. ФИЗИКО-ТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	156
1.9.3. НАНЕСЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК из жидкой фазы.....	170
Тесты к лекции.....	175
1.10. ТЕРМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРЕМНИЯ.....	176
1.10.1. Методы получения диэлектрических пленок.....	176
1.10.2. ТЕРМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРЕМНИЯ в СУХОМ КИСЛОРОДЕ.....	182
1.10.3. ТЕРМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРЕМНИЯ в ПАРАХ ВОДЫ.....	183
1.10.4. СКОРОСТНОЕ ОКИСЛЕНИЕ КРЕМНИЯ.....	187
1.10.5. ПОЛУЧЕНИЕ ПЛЕНОК НИТРИДА КРЕМНИЯ.....	189
Тесты к лекции.....	190
1.11. ФОРМИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ.....	191
1.11.1. ЖИДКОСТНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	191
1.11.2. МНОГОУРОВНЕВАЯ МЕТАЛЛИЗАЦИЯ.....	192
1.11.3. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОВОДЯЩИХ СЛОЕВ.....	196
1.11.4. МЕЖУРОВНЕВАЯ ИЗОЛЯЦИЯ И ПАССИВАЦИЯ.....	199
1.11.5. ПРОЦЕСС ХМП диэлектрика.....	203
1.11.6. ЭПИТАКСИЯ.....	204
1.11.7. ОСАЖДЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК.....	207
Тесты к лекции.....	208

1.12. ТРАВЛЕНИЕ ПОКРЫТИЙ	209
1.12.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	209
1.12.2. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	210
1.12.3. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ	220
1.12.4. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ ТРАВЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ	221
1.12.5. ЖИДКОСТНОЕ ХИМИЧЕСКОЕ ТРАВЛЕНИЕ	226
1.12.6. ТЕРМОДИНАМИКА ТРАВЛЕНИЯ	230
1.12.7. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ КИНЕТИКИ ТРАВЛЕНИЯ.....	233
1.12.8. ЖИДКОСТНОЕ ТРАВЛЕНИЕ	236
1.12.9. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИДКОСТНОГО ХИМИЧЕСКОГО ТРАВЛЕНИЯ	251
Тесты к лекции.....	252
1.13. ТЕРМИЧЕСКАЯ ДИФФУЗИЯ ПРИМЕСИ	253
1.13.1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА	253
1.13.2. I и II законы Фика	256
1.13.3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОБОРУДОВАНИЯ	259
1.13.4. ОПЕРАЦИОННЫЙ ЦИКЛ	260
1.13.5. ТВЕРДЫЕ ПЛАНАРНЫЕ ИСТОЧНИКИ (ТПИ).....	262
1.13.6. НЕДОСТАТКИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДИФФУЗИИ.....	262
Тесты к лекции.....	263
1.14. ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ	264
1.14.1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕССА	264
1.14.2. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА	267
1.14.3. ПРОВЕДЕНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	273
1.14.4. СОЗДАНИЕ ПОДЛОЖКИ ДЛЯ КНИ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИЕЙ КИСЛОРОДА.....	281
Тесты к лекции.....	282
1.15. РАЗДЕЛЕНИЕ ПЛАСТИН НА КРИСТАЛЛЫ	283
1.15.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	283
1.15.2. РЕЗКА ПЛАСТИН ДИСКОМ С АЛМАЗНОЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКОЙ.....	284
1.15.3. АЛМАЗНОЕ СКРАЙБИРОВАНИЕ	286
1.15.4. ЛАЗЕРНОЕ И ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЕ СКРАЙБИРОВАНИЕ	288
1.15.5. РАЗДЕЛЕНИЕ СКРАЙБИРОВАННЫХ ПЛАСТИН	290
Тесты к лекции.....	292
1.16. ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	293
1.16.1. БЕСКОРПУСНАЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЯ.....	293
1.16.2. КОРПУСНАЯ ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	300
1.16.3. КОНТРОЛЬ ГЕРМЕТИЧНОСТИ	322
1.16.4. МОНТАЖ КРИСТАЛЛОВ В КОРПУС	323
1.16.5. МОНТАЖ КРИСТАЛЛА ИС НЕПОСРЕДСТВЕННО НА ПЛАТУ...	327
1.16.6. МНОГОКРИСТАЛЛЬНЫЕ МОДУЛИ	330
Тесты к лекции.....	332

1.17. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ	333
1.17.1. БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ.....	333
1.17.2. ДИОДЫ В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ.....	337
1.17.3. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ РЕЗИСТОРЫ	337
1.17.4. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ КОНДЕНСАТОРЫ	339
1.17.5. МОП-ТРАНЗИСТОР В ИНТЕГРАЛЬНОМ ИСПОЛНЕНИИ	341
1.17.6. СОВМЕЩЕННЫЕ МИКРОСХЕМЫ	350
1.17.7. ФОРМИРОВАНИЕ СЛОЕВ МЕТАЛЛИЗАЦИИ.....	352
Тесты к лекции.....	354
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	355
2.1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. АНАЛИЗ ТОПОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ.....	356
2.2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. АНАЛИЗ СОСТАВА И РАЗМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ БАЗОВОГО МАТРИЧНОГО КРИСТАЛЛА	361
2.3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ КОМПЛЕКТА ФОТОШАБЛОНОВ.....	368
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ	375
3.1. КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА.....	377
3.2. ПОДРОБНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА	379
3.2.1. РАЗДЕЛ СХЕМОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	379
3.2.2. РАЗДЕЛ ТОПОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	380
3.2.3. СТРУКТУРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МДП-ТРАНЗИСТОРОВ.....	418
3.3. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ.....	434
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ.....	437
4.1. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1. РАСЧЕТ ТОПОЛОГИИ ПЛЕНОЧНЫХ РЕЗИСТОРОВ	438
4.2. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №3. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ДИФФУЗИИ МОП ТРАНЗИСТОРОВ	440
4.3. ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №3. РАСЧЕТ ТОПОЛОГИИ МОП ТРАНЗИСТОРОВ	442

5. НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	444
5.1. ПРИМЕРНАЯ БАЗОВАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	445
5.2. СТРУКТУРА И СОСТАВ ФОНДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	463
5.2.1. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ РЕЙТИНГОВЫХ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	463
5.2.2. МАКЕТ ОФОРМЛЕНИЯ БИЛЕТА К ЗАЧЕТУ.....	465
5.3. СПЕЦИФИКАЦИЯ УЧЕБНЫХ ВИДЕО- И АУДИОМАТЕРИАЛОВ, СЛАЙДОВ, ЭСКИЗОВ ПЛАКАТОВ И ДРУГИХ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	466
5.3.1. СПЕЦИФИКАЦИЯ СЛАЙДОВ – КОНСПЕКТОВ ЛЕКЦИЙ	466
5.3.2. ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ЛЕКЦИЯМ.....	475
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	486
ЛИТЕРАТУРА	488