

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Введение.....	5
Глава 1. Основы физики полупроводниковых приборов.....	8
1.1. Зонная теория твердых тел.....	8
1.1.1. Основные термины и определения.....	8
1.1.2. Структура и типы проводимости полупроводников.....	10
1.1.3. Эффективная масса.....	14
1.1.4. Распределение свободных носителей зарядов по энергетическим зонам.....	15
1.2. Концентрация носителей зарядов в полупроводниках.....	16
1.3. Законы движения свободных носителей зарядов в полупроводниках.....	20
1.4. Электропроводимость полупроводников.....	24
1.5. Равновесное и неравновесное состояния полупроводника.....	25
1.6. Механизмы рекомбинации.....	28
1.7. Основные уравнения, описывающие процессы в полупроводниках.....	31
1.8. Электрические переходы.....	33
1.8.1. Классификация электрических переходов.....	33
1.8.2. Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия.....	34
1.8.3. Энергетическая диаграмма электронно-дырочного перехода в состоянии равновесия.....	35
1.8.4. Параметры $p-n$ -перехода в состоянии равновесия.....	37
1.8.5. Электронно-дырочный переход в неравновесном состоянии и его вольт-амперная характеристика.....	39
1.8.6. Сопротивление $p-n$ -переходов.....	44
1.8.7. Вольт-амперная характеристика реального $p-n$ -перехода.....	44
1.8.8. Пробой $p-n$ -перехода.....	46
1.8.9. Барьерная емкость $p-n$ -перехода.....	48
1.9. Задачи для самостоятельного решения.....	49
Глава 2. Полупроводниковые материалы.....	52
2.1. Характеристика основных свойств полупроводниковых материалов.....	52

2.2. Классификация полупроводниковых материалов	52
2.3. Параметры полупроводниковых материалов	53
2.4. Простые полупроводники	55
2.5. Сложные полупроводники	60
2.6. Задачи для самостоятельного решения	63
Глава 3. Полупроводниковые диоды	66
3.1. Классификация диодов	66
3.2. Выпрямительные диоды	67
3.3. Опорные диоды	68
3.4. Варикапы	69
3.5. Высокочастотные диоды	70
3.6. Импульсные диоды	71
3.7. Туннельные диоды	72
3.8. Обращенные диоды	73
3.9. Фотодиоды	74
3.10. Светодиоды	75
3.11. Задачи для самостоятельного решения	75
Глава 4. Транзисторы	78
4.1. Биполярные транзисторы	78
4.1.1. Структура биполярных транзисторов	78
4.1.2. Режимы работы биполярных транзисторов и процессы переноса зарядов в них	79
4.1.3. Способы включения биполярных транзисторов	82
4.2. Моделирование биполярного транзистора	84
4.2.1. Обобщенная эквивалентная схема биполярного тран- зистора	84
4.2.2. Малосигнальные Т- и П-образные эквивалентные схемы биполярных транзисторов	85
4.2.3. Биполярный транзистор как четырехполюсник	87
4.3. Статические вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов	89
4.4. Частотные и импульсные свойства биполярных транзисторов	92
4.5. Полевые транзисторы	96
4.5.1. Определения и классификация полевых транзисторов	96
4.5.2. Принцип действия и основные свойства полевых транзисторов	97
4.5.3. Физические процессы в МДП-структурах	98
Физические процессы в МДП-транзисторе с индуци- рованным каналом	101
Физические процессы в МДП-транзисторах со встроенным каналом	104
4.5.4. Параметры МДП-транзисторов	104

4.5.5. МДП-транзистор как четырехполюсник	106
4.5.6. Работа МДП-транзисторов на высоких частотах и в импульсном режиме	108
4.5.7. Полевые МЭП-транзисторы и транзисторы с управля- ющим $p-n$ -переходом	110
4.5.8. Полевые МЭП-транзисторы	115
4.6. Простейшие усилительные схемы на биполярных транзисто- рах	118
4.6.1. Обеспечение работы биполярных транзисторов в области активного режима	118
4.6.2. Малосигнальный усилитель, включенный по схеме с общим эмиттером	121
4.7. Малосигнальный усилитель, включенный по схеме с общей базой	126
4.8. Малосигнальный усилитель, включенный по схеме с общим коллектором	130
4.9. Частотные свойства каскадов усиления	133
4.10. Задачи для самостоятельного решения	136

**Глава 5. Физико-технологические процессы изготовления
элементов полупроводниковых и гибридных микросхем** 139

5.1. Общие сведения	139
5.2. Технология, оборудование и материалы, необходимые для со- здания тонкопленочных элементов микросхем	140
5.3. Технологии, оборудование и материалы, необходимые для со- здания активных элементов методами диффузии и ионного ле- гирования	142
5.4. Методы создания активных элементов	148
5.5. Литография	150
5.6. Технологии микропайки и микросварки	154

Глава 6. Интегральные схемы 161

6.1. Классификации и условные обозначения интегральных схем	161
6.2. Цифровые интегральные схемы	162
6.2.1. Общие сведения	162
6.2.2. Основные характеристики и параметры цифровых ин- тегральных схем	162
6.2.3. Цифровые устройства комбинационного типа	166
6.3. Аналоговые интегральные схемы	173
6.3.1. Основные определения и классификация операцион- ных усилителей	173
6.3.2. Характеристики и параметры операционных усилите- лей	174

6.3.3. Анализ типовых схем, построенных на базе операционных усилителей	176
6.4. Цифроаналоговый преобразователь	181
6.5. Аналого-цифровые преобразователи	183
6.6. Программируемые логические интегральные схемы	186
6.7. Задачи для самостоятельного решения	190
Глава 7. Устройства функциональной электроники	193
7.1. Принцип действия и структура устройств функциональной электроники	193
7.2. Устройства функциональной электроники, действующие на основе поверхностных акустических волн.....	195
7.3. Устройства функциональной электроники, действующие на основе магнитостатических волн	200
7.4. Приборы с зарядовой связью.....	204
7.5. Приборы на основе цилиндрических магнитных доменов	207
Приложения.....	213
Приложение 1. Примеры графических условных обозначений основных активных элементов на принципиальных электрических схемах.....	213
Приложение 2. Условное обозначение диодов по ОСТ и ГОСТ	218
Приложение 3. Условные обозначения транзисторов	221
Приложение 4. Условные обозначения интегральных схем.....	223
Список литературы.....	231