

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава 1. ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ	8
§ 1.1. Полупроводники и их электрофизические свойства	9
§ 1.2. Структура полупроводниковых кристаллов	11
§ 1.3. Свободные носители зарядов в полупроводниках	13
§ 1.4. Элементы зонной теории твердого тела	16
§ 1.5. Статистика электронов и дырок в полупроводниках	19
§ 1.6. Уровень Ферми в собственных и примесных полупроводниках	22
§ 1.7. Закон действующих масс и принцип нейтральности	25
§ 1.8. Удельное сопротивление полупроводников	27
§ 1.9. Основные параметры полупроводниковых материалов	28
Глава 2. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ КРИСТАЛЛАХ	30
§ 2.1. Диффузия и дрейф носителей заряда	31
§ 2.2. Уравнение плотности тока	34
§ 2.3. Генерация и рекомбинация носителей заряда	35
§ 2.4. Уравнения непрерывности	37
§ 2.5. Электрические поля в кристаллах	38
Глава 3. ЭЛЕКТРОННО-ДЫРОЧНЫЙ ПЕРЕХОД	40
§ 3.1. Технология изготовления <i>p-n</i> -переходов	41
§ 3.2. Идеальный плоскостной <i>p-n</i> -переход	44
§ 3.3. Вольт-амперная характеристика идеального <i>p-n</i> -перехода	49
§ 3.4. Токи генерации и рекомбинации в переходном слое	53
§ 3.5. Токи утечки и канальные токи	54
§ 3.6. Пробой <i>p-n</i> -перехода	55
§ 3.7. Реальный <i>p-n</i> -переход и его вольт-амперная характеристика	60
§ 3.8. Диффузионная и барьерная емкости	63
§ 3.9. Характеристики <i>p-n</i> -перехода в области высших частот	65
§ 3.10. Импульсные свойства <i>p-n</i> -перехода	67
§ 3.11. Эквивалентные схемы <i>p-n</i> -перехода	68
Глава 4. ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДИОДЫ	70
§ 4.1. Выпрямительные диоды	71
§ 4.2. Высокочастотные диоды	73
§ 4.3. Импульсные диоды, ДНЗ и диоды Шоттки	75
§ 4.4. Туннельные и обращенные диоды	77
§ 4.5. Стабилитроны	79
§ 4.6. Варикапы	82
§ 4.7. Параметры диодов и их измерение	85
§ 4.8. Эксплуатационные свойства	87

Глава 5. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТРАНЗИСТОРАХ	92
§ 5.1. Принцип действия транзистора	95
§ 5.2. Распределение носителей зарядов в базе	99
§ 5.3. Процессы в эмиттерном <i>p-n</i> -переходе	102
§ 5.4. Процессы в базе транзистора	105
§ 5.5. Процессы в коллекторном <i>p-n</i> -переходе	109
§ 5.6. Характеристики идеализированного транзистора	111
§ 5.7. Схема с эмиттерным входом (ОБ)	115
§ 5.8. Схема с базовым входом (ОЭ)	118
§ 5.9. Области насыщения, отсечки токов и умножения	122
§ 5.10. Переходные процессы в транзисторе	127
Глава 6. ПАРАМЕТРЫ, ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ СХЕМЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАНЗИСТОРОВ	131
§ 6.1. Физические параметры транзисторов	132
§ 6.2. Эквивалентные схемы для малых сигналов	136
§ 6.3. Параметры транзистора-четырёхполюсника	139
§ 6.4. Зависимость параметров от режима работы	143
§ 6.5. Зависимость параметров от температуры	145
§ 6.6. Частотные свойства	149
§ 6.7. Шумы транзисторов	153
§ 6.8. Эквивалентные схемы и параметры для больших сигналов	155
§ 6.9. Предельные режимы и максимально допустимые параметры	159
§ 6.10. Измерение электрических параметров	162
§ 6.11. Технологические разновидности биполярных транзисторов	163
§ 6.12. Эксплуатационные свойства	167
Глава 7. ТИРИСТОРЫ И ПОЛЕВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ	172
§ 7.1. Полевые транзисторы	172
§ 7.2. Полевой транзистор с управляющим <i>p-n</i> -переходом	175
§ 7.3. Полевые МОП-транзисторы	178
§ 7.4. Однопереходный биполярный транзистор	183
§ 7.5. Тиристоры	185
§ 7.6. Лавинный транзистор	188
§ 7.7. Термисторы	190
§ 7.8. Варисторы	192
Глава 8. ЭЛЕМЕНТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ	194
§ 8.1. Разновидности интегральных микросхем	196
§ 8.2. Технология изготовления интегральных микросхем	199
§ 8.3. Тонкопленочные и толстопленочные интегральные микросхемы	205
§ 8.4. Биполярный <i>n-p-n</i> -транзистор	207
§ 8.5. Биполярный <i>p-n-p</i> -транзистор	208
§ 8.6. Диоды и тиристоры	210
§ 8.7. Диффузионные резисторы и конденсаторы	212
§ 8.8. Изоляция элементов полупроводниковых ИМС	214
§ 8.9. Элементы МОП-транзисторных ИМС	215
§ 8.10. Тонкопленочные элементы гибридных ИМС	218
§ 8.11. Повышение степени интеграции	220
Глава 9. ФИЗИКА ЭЛЕКТРОННО-УПРАВЛЯЕМЫХ ЛАМП	222
§ 9.1. Электронная эмиссия	223
§ 9.2. Термоэлектронные эмиттеры-термокатоды	227
§ 9.3. Распределение потенциала в междуэлектродном пространстве	230
§ 9.4. Закон «трех вторых»	232
§ 9.5. Действующее напряжение, проницаемость и распределение токов между электродами	235

§ 9.6.	Сетки и сеточные токи	237
§ 9.7.	Динатронный эффект и методы его устранения	240
§ 9.8.	Междуэлектродные емкости	242
§ 9.9.	Аноды	243
§ 9.10.	Шумы	245
Глава 10. ЭЛЕКТРОННО-УПРАВЛЯЕМЫЕ ЛАМПЫ		246
§ 10.1.	Выпрямительные диоды	247
§ 10.2.	Усилительные триоды	251
§ 10.3.	Пентоды и лучевые тетроды	258
§ 10.4.	Смесительные и частотопреобразовательные лампы	263
§ 10.5.	Широкополосные усилительные лампы	266
§ 10.6.	Электрометрические лампы	269
§ 10.7.	Генераторные и модуляторные лампы	271
§ 10.8.	Лампы со специальными характеристиками	274
§ 10.9.	Электронно-световые индикаторы напряжения	277
§ 10.10.	Лампы повышенной надежности, механической прочности, долговечности и экономичности	278
§ 10.11.	Определение параметров	281
§ 10.12.	Эквивалентные схемы	283
§ 10.13.	Эксплуатационные свойства	285
Глава 11. ФИЗИКА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫХ ПРИБОРОВ		289
§ 11.1.	Основное уравнение электронной оптики	289
§ 11.2.	Анализ уравнения движения параксиальных электронов	292
§ 11.3.	Электростатические электронные линзы	293
§ 11.4.	Магнитные электронные линзы	296
§ 11.5.	Электронные прожекторы	298
§ 11.6.	Электростатические и магнитные отклоняющие системы	300
§ 11.7.	Экраны и мишени	303
§ 11.8.	Вторично-эмиссионные свойства экранов	305
Глава 12. ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРИБОРЫ		307
§ 12.1.	Осциллографические трубки	307
§ 12.2.	Кинескопы	310
§ 12.3.	Запоминающие трубки	312
§ 12.4.	Электронно-лучевые коммутаторы	313
§ 12.5.	Электронно-оптические преобразователи и усилители	315
§ 12.6.	Передающие телевизионные трубки	316
§ 12.7.	Знаковые и индикаторные трубки	318
Глава 13. ФИЗИКА ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ПРИБОРОВ		320
§ 13.1.	Элементарные процессы при разряде в газе	321
§ 13.2.	Электрический разряд в газах	322
§ 13.3.	Самостоятельные и несамостоятельные разряды	324
§ 13.4.	Напряжение возникновения разряда	325
§ 13.5.	Виды электрического разряда	326
§ 13.6.	Устойчивость электрического разряда	330
Глава 14. ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ ПРИБОРЫ		330
§ 14.1.	Стабилитроны тлеющего разряда	331
§ 14.2.	Тиритроны тлеющего разряда	333
§ 14.3.	Логические тиратроны	335
§ 14.4.	Декатроны	338
§ 14.5.	Знаковые индикаторы и газоразрядные индикаторные панели	339
§ 14.6.	Газотроны и тиратроны дугового разряда	341
§ 14.7.	Экситроны и игнитроны	346
§ 14.8.	Стабилитроны коронного разряда	348
§ 14.9.	Газоразрядные источники света	350

Глава 15. ФИЗИКА ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ	352
§ 15.1. Фотоэлектронные эмиттеры — фотокатоды	352
§ 15.2. Вторично-электронные эмиттеры — диоды	355
§ 15.3. Темновые токи и шумы фотоэлементов и ФЭУ	356
§ 15.4. Фотопроводимость полупроводников	357
§ 15.5. Фотоэффекты в <i>p-n</i> -переходах	359
Глава 16. ФОТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ОПТО- ЭЛЕКТРОННЫХ СХЕМ	360
§ 16.1. Электронные и ионные фотоэлементы	361
§ 16.2. Однокаскадные ФЭУ	364
§ 16.3. Многокаскадные ФЭУ	365
§ 16.4. ФЭУ в сцинтилляционных счетчиках	368
§ 16.5. Фоторезисторы	370
§ 16.6. Вентильные фотоэлементы и солнечные преобразователи	372
§ 16.7. Фотодиоды	373
§ 16.8. Фототранзисторы	375
§ 16.9. Фототиристоры	378
§ 16.10. Элементы оптоэлектронных схем	379
§ 16.11. Интегральная оптоэлектроника	382
Список литературы	386
Алфавитно-предметный указатель	387

ИБ № 1123

Ирина Григорьевна Морозова

ФИЗИКА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Редактор В. К. Мелешко
 Художественный редактор А. Т. Кириянов
 Технические редакторы Н. А. Власова, А. А. Белоус
 Корректор Н. С. Карцева

Сдано в набор 28.05.80. Подписано к печати 05.11.80. Т-18546. Формат 60 × 90/16 Бумага тип. № 2.
 Гарнитура литературная. Печать высокая Усл. печ. л. 24,5. Уч.-изд. л. 26,23. Тираж 10 500 экз.
 Зак. изд. 69273. Зак. тип. 664 Цена 1 р. 10 к.

Атомиздат, 103031 Москва К-31, ул. Жданова, 5

Московская типография № 10 Союзполиграфпрома при Государствен-
 ном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной
 торговли. 113114, Москва М-114, Шлюзовая наб., 10