

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От редактора перевода . . . . .	7
Предисловие вице-президента фирмы Bell Telephone Laboratories	8
Предисловие редактора английского издания . . . . .	15
<b>Глава первая. Терминология, определения и классификация . . .</b>	<b>19</b>
<b>1.1. Введение . . . . .</b>	<b>19</b>
<b>1.2. Терминология и определения . . . . .</b>	<b>19</b>
1. Плотность упаковки элементов . . . . .	22
2. Среднее время между отказами . . . . .	25
3. Стоимость производства, отнесенная к единичной схемной функции . . . . .	25
<b>1.3. Основные направления в микроэлектронике . . . . .</b>	<b>26</b>
1. Микроминиатюризация, основанная на дискретных элементах . . . . .	26
2. Интегральные схемы . . . . .	26
3. Функциональные приборы . . . . .	26
<b>Глава вторая. Основные положения микроэлектроники . . . . .</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Введение . . . . .</b>	<b>28</b>
1. Оценка возможностей миниатюризации . . . . .	29
2. Значение миниатюризации в быстродействующих схемах	33
<b>2.2. Минимальный размер элементов электронных схем . . . . .</b>	<b>35</b>
1. Минимальный размер пассивных элементов . . . . .	36
2. Минимальный размер магнитных, сверхпроводящих и диэлектрических приборов . . . . .	42
3. Минимальный размер полупроводниковых приборов . . . . .	44
<b>2.3. Тепловые режимы . . . . .</b>	<b>54</b>
1. Максимальная плотность упаковки электронных приборов	55
2. Теплоотвод . . . . .	64
3. Влияние допусков на приборы (элементы) и схемы . . . . .	76
4. Зависимость теплового рассеяния от рабочей частоты . . . . .	81
<b>2.4. Брак при изготовлении интегральных схем . . . . .</b>	<b>86</b>
1. Выход годных интегральных схем . . . . .	87
2. Увеличение выхода годных схем за счет улучшения способа их изготовления . . . . .	91
3. Увеличение выхода годных схем за счет резервирования	93
<b>2.5. Надежность . . . . .</b>	<b>96</b>
1. Надежность в микроэлектронике . . . . .	96
2. Надежность неремонтоспособных схем . . . . .	100
3. Повышение надежности схем за счет резервирования . . . . .	103
<b>2.6. Соображения, касающиеся источников питания для микроэлектронных устройств . . . . .</b>	<b>116</b>
1. Ограничения, налагаемые на миниатюризацию весом и размерами источника питания . . . . .	117
2. Значение снижения потребляемой мощности . . . . .	120
<b>Л и т е р а т у р а . . . . .</b>	<b>122</b>

Глава третья. Дискретные элементы . . . . .	125
3.1. Введение . . . . .	125
1. Перспективы развития методов дискретных элементов . . . . .	125
2. Основные преимущества метода дискретных элементов . . . . .	128
3.2. Параметры и технология изготовления дискретных элементов . . . . .	132
1. Элементы схемы . . . . .	134
2. Выводы и соединения . . . . .	148
3.3. Модульные (трехмерные) схемы . . . . .	165
1. Методы компоновки элементов произвольной конфигурации . . . . .	166
2. Методы компоновки элементов однородной конфигурации . . . . .	176
3. Проблемы соединений . . . . .	187
3.4. Плоские (двумерные) схемы . . . . .	193
1. Методы компоновки элементов произвольной конфигурации . . . . .	193
2. Методы компоновки элементов однородной конфигурации . . . . .	199
3. Соединения в двумерных схемах . . . . .	201
3.5. Гибридные системы и усовершенствованные технологические методы . . . . .	206
1. Гибридные узлы . . . . .	207
2. Гибридные трехмерные модули . . . . .	208
3. Гибридные двумерные модули . . . . .	209
4. Микроузлы . . . . .	211
Л и т е р а т у р а . . . . .	215
Глава четвертая. Тонкопленочные схемы . . . . .	217
4.1. Введение . . . . .	217
1. Применение тонких пленок в электронных устройствах . . . . .	217
2. Сравнение пленочного метода с другими методами микроэлектроники . . . . .	220
3. Общие сведения о пленочных материалах и процессах изготовления пленочных схем . . . . .	222
4.2. Схемы с пассивными пленочными элементами . . . . .	227
1. Пленочные сопротивления . . . . .	227
2. Пленочные конденсаторы . . . . .	238
3. Интегральные пассивные схемы . . . . .	242
4. Компоновка пленочных элементов и схем . . . . .	258
5. Рабочие характеристики интегрального узла . . . . .	264
4.3. Полупроводниковые пленки . . . . .	266
1. Пленочные приборы . . . . .	267
2. Нанесение полупроводниковых пленок . . . . .	274
4.4. Магнитные пленки . . . . .	278
1. Технология изготовления . . . . .	279
2. Магнитные характеристики пленок . . . . .	284
3. Запоминание информации . . . . .	290
4. Магнитное усиление и логические схемы . . . . .	394
4.5. Криогенные пленки . . . . .	298
1. Принципы сверхпроводимости . . . . .	298
2. Криотроны . . . . .	299
3. Вентильные схемы . . . . .	303
4. Запоминающие схемы . . . . .	304
5. Усилитель на туннельном эффекте в сверхпроводящем состоянии . . . . .	310
6. Процесс производства . . . . .	311
7. Выводы . . . . .	313
Л и т е р а т у р а . . . . .	314

Глава пятая. <b>Интегральные полупроводниковые схемы</b> . . . . .	321
5.1. Введение . . . . .	321
5.2. Технология изготовления интегральных полупроводниковых схем . . . . .	325
1. Подготовка материалов . . . . .	326
2. Диффузия . . . . .	328
3. Эпитаксиальное выращивание . . . . .	346
4. Контролирование геометрической формы поверхности элементов . . . . .	353
5. Выполнение металлизации для внутрисхемных соединений . . . . .	361
6. Сборка и упаковка . . . . .	362
5.3. Структура интегральных полупроводниковых схем . . . . .	368
1. Транзисторы . . . . .	368
2. Диоды . . . . .	370
3. Изоляция . . . . .	370
4. Внутрисхемные соединения . . . . .	376
5. Сопротивления . . . . .	378
6. Емкости . . . . .	385
7. Прочие структуры . . . . .	388
5.4. Вопросы схемотехники . . . . .	394
1. Цифровые схемы . . . . .	396
2. Линейные схемы . . . . .	403
5.5. Интегральные полупроводниковые схемы микрологических элементов . . . . .	404
1. Последовательность технологических операций . . . . .	409
2. Свойства и характеристики . . . . .	416
5.6. Стойкость и надежность . . . . .	419
5.7. Заключение . . . . .	430
Л и т е р а т у р а . . . . .	431
Д о п о л н и т е л ь н а я л и т е р а т у р а . . . . .	433
Глава шестая. <b>Функциональные приборы</b> . . . . .	434
6.1. Проблема возрастающих количеств . . . . .	434
6.2. Функциональные приборы . . . . .	437
6.3. Перспективы развития метода функциональных приборов . . . . .	447
6.4. Значение функциональных приборов . . . . .	449