

БАКАЛАВРІАТ і МАГІСТРАТУРА

А.М. Медведев

Научная библиотека

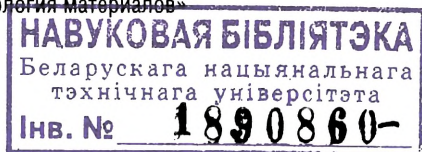
БНТУ



* 8 0 1 2 7 1 3 0 0 *

МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРОННОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ

Рекомендовано
Экспертным советом УМО в системе ВО и СПО
в качестве **учебника** для студентов
бакалавриата и магистратуры,
обучающихся по направлениям
«Электроника, радиотехника и системы связи»,
«Приборостроение», «Технология материалов»



BOOK.ru

ЧИТАТЬ ONLINE

КНОРУС • МОСКВА • 2024

Оглавление

Предисловие.....	9
Введение	11

Глава первая

КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	12
1.1. Конструкционные материалы на основе сплавов железа	18
1.1.1. Черные металлы и сплавы	18
1.2. Цветные металлы и сплавы.....	20
1.2.2. Маркировка сплавов цветных металлов	20
1.2.3. Медные сплавы.....	20
1.2.4. Титановые сплавы.....	21
1.2.5. Алюминиевые сплавы	21
1.3. Твердосплавные материалы.....	21
1.4. Инструментальные материалы	23
1.4.1. Инструментальные стали	23
1.4.2. Минералокерамика и керметы.....	24
1.4.3. Абразивные материалы.....	25
1.4.4. Алмазные материалы	25
Вопросы для самопроверки	26

Глава вторая

ДИЭЛЕКТРИКИ	27
2.1. Поляризация диэлектриков.....	27
2.1.1. Электронная поляризация.....	28
2.1.2. Ионная поляризация.....	29
2.1.3. Дипольная поляризация.....	30
2.1.4. Структурная (объемная) поляризация.....	32
2.1.5. Самопроизвольная (спонтанная) поляризация	32
2.1.6. Классификация полимерных диэлектриков по поляризации	35
2.2. Электропроводность изоляционных материалов	36
2.2.1. Физические диэлектрики	36
2.2.2. Технические диэлектрики.....	36

2.2.3. Понятия об электропроводности диэлектриков	37
2.2.4. Электропроводность газов.....	40
2.2.5. Электропроводность жидкостей.....	41
2.2.6. Вода	42
2.2.7. Объемная электропроводность твердых диэлектриков.....	43
2.2.8. Поверхностная электропроводность	44
2.3. Электрическая прочность диэлектриков	46
2.3.1. Пробой газов.....	47
2.3.2. Пробой жидких диэлектриков	52
2.3.3. Пробой твердых диэлектриков	52
2.3.4. Электрический пробой однородных диэлектриков.....	53
2.3.5. Электрический пробой неоднородных диэлектриков	53
2.3.6. Электрохимический пробой.....	54
2.3.7. Тепловой пробой.....	54
2.4. Потери в диэлектриках	56
2.4.1. Виды диэлектрических потерь в электроизоляционных материалах	57
2.5. Физико-механические и химические свойства диэлектриков.....	58
2.5.1. Гигроскопичность и влагопроницаемость диэлектриков.....	59
2.5.2. Влагопроницаемость	62
2.5.3. Влагостойкость	63
2.5.4. Тепловые свойства диэлектриков.....	64
2.5.5. Температурные фазовые переходы в полимерах.....	65
2.5.6. Морозостойкость.....	66
2.5.7. Вязкость	67
2.5.8. Теплопроводность	68
2.5.9. Тепловое расширение.....	69
2.5.10. Механические свойства диэлектриков.....	70
2.5.11. Химические свойства	73
2.5.12. Воздействие излучений высокой энергии	73
2.6. Распространенные органические диэлектрики	75
2.6.1. Конденсационные смолы	79
2.6.2. Пластические массы.....	80
2.6.3. Пластмассы с малыми диэлектрическими потерями (нейтральные)	82
2.6.4. Полиимиды	86
2.6.5. Пластмассы с повышенными диэлектрическими потерями.....	87
2.6.6. Переработка пластмасс	91
2.6.7. Компаунды	93
2.6.8. Покровные лаки и эмали.....	96
2.6.9. Влагозащитные лаки	99
2.6.10. Клеи	103

2.7. Неорганические диэлектрики.....	104
2.7.1. Керамические диэлектрики.....	104
2.7.2. Низкотемпературная керамика.....	105
2.7.3. Электротехнические стекла.....	107
2.7.4. Активные диэлектрики.....	110
Вопросы и задания для самопроверки.....	113

Глава третья

ПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	114
3.1. Материалы высокой проводимости.....	121
3.1.1. Медь.....	121
3.1.2. Сплавы меди.....	123
3.1.3. Алюминий.....	123
3.1.4. Сплавы алюминия.....	125
3.1.5. Железо.....	125
3.1.6. Биметаллы.....	126
3.1.7. Сверхпроводники и криопроводники.....	127
3.2. Металлы и сплавы различного назначения.....	128
3.2.1. Свинец.....	128
3.2.2. Олово.....	129
3.2.3. Вольфрам.....	129
3.2.4. Молибден.....	131
3.2.5. Платина.....	131
3.2.6. Серебро.....	131
3.2.7. Ртуть.....	132
3.2.8. Никель.....	132
3.2.9. Цинк.....	132
3.2.10. Индий.....	132
3.2.11. Литий.....	133
3.2.12. Сплавы — платинит, инвар, ковар.....	133
3.2.13. Органические металлы.....	134
3.3. Сплавы высокого электросопротивления.....	135
3.3.1. Нихромы.....	135
3.3.2. Жаростойкие материалы на основе карбидов и силицидов.....	137
3.3.3. Материалы на основе углерода.....	138
3.4. Контактные материалы.....	139
3.4.1. Серебро и его сплавы.....	139
3.4.2. Золото и его сплавы.....	140
3.4.3. Платина и ее сплавы.....	141
3.4.4. Палладий и его сплавы.....	141

3.4.5. Родий	143
3.4.6. Гальванические покрытия из драгоценных металлов	143
3.4.7. Вольфрам для сильноточных контактов	143
3.4.8. Молибден и сплавы вольфрама с молибденом	145
3.4.9. Биметаллические контакты	145
Вопросы и задания для самопроверки	146

Глава четвертая

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ	147
4.1. Полуметаллы (металлоиды)	147
4.2. Полупроводниковые материалы	149
4.2.1. Разновидности полупроводниковых материалов	149
4.2.2. Структуры полупроводниковых материалов	150
4.2.3. Электропроводность полупроводниковых материалов	157
4.2.4. Влияние внешних факторов на электропроводность полупроводников	158
4.3. Типы полупроводниковых материалов	160
4.3.1. Простые полупроводники	160
4.3.2. Легирование и легирующие элементы	162
4.3.3. Германий	163
4.4. Технология получения элементарных полупроводников	165
4.4.1. Получение монокристалла	166
4.4.2. Получение р-п-переходов	168
4.5. Сложные полупроводниковые материалы	169
4.5.1. Общие сведения	169
4.5.2. Сложные полупроводники типа AIVBIV	169
4.5.3. Сложные полупроводники типа AIIIBV	170
4.5.4. Бинарные соединения	171
4.5.5. Халькогениды цинка	172
4.5.6. Халькогениды кадмия	173
4.5.7. Халькогениды элементов других групп	173
Контрольные вопросы	173

Глава пятая

МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	175
5.1. Ферромагнетики	175
5.1.1. Природа ферромагнетизма	175
5.1.2. Доменная структура ферромагнитных материалов	176
5.1.3. Процессы намагничивания	177
5.1.4. Магнитная проницаемость	177
5.1.5. Температура Кюри	179

5.1.6. Петля гистерезиса.....	179
5.1.7. Потери на гистерезис	181
5.1.8. Магнитострикция	182
5.2. Магнитно-мягкие материалы для технических частот	183
5.2.1. Характеристики магнитномягких материалов	183
5.2.2. Характеристики промышленных магнитномягких материалов.....	183
5.2.3. Трансформаторное железо	184
5.2.4. Карбонильное железо	186
5.2.5. Пермаллой.....	186
5.2.6. Специальные магнитномягкие материалы.....	187
5.3. Магнитно-мягкие высокочастотные ферромагнетики	188
5.3.1. Магнитодиэлектрики	189
5.3.2. Ферриты	190
5.3.3. Свойства ферритов.....	191
5.3.4. Ферриты с прямоугольной петлей гистерезиса	194
5.4. Магнитотвердые материалы	195
5.4.1. Сплавы для постоянных магнитов.....	196
5.4.2. Неодимовые магнитные материалы	197
Вопросы для самопроверки	198

Глава шестая

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	200
6.1. Фольгированные диэлектрики.....	200
6.1.1. Технология материалов диэлектрических оснований	203
6.1.2. Основные типы материалов, фольгированных медью	206
6.1.3. Свойства фольгированных материалов	207
6.1.4. Механические свойства	208
6.1.5. Плотность	209
6.1.6. Водопоглощение	209
6.1.7. Температурный коэффициент линейного расширения	210
6.1.8. Огнестойкость	210
6.1.9. Коробление	211
6.1.10. Нагревостойкость	212
6.1.11. Влагостойкость	213
6.1.12. Термомеханическая устойчивость	214
6.1.13. Прочность сцепления фольги с диэлектриком	214
6.2. Электрические испытания	218
6.2.1. Сопротивление изоляции диэлектрика	218
6.2.2. Электрическая прочность.....	220
6.2.3. Диэлектрическая проницаемость	221

6.2.4. Диэлектрические потери	222
6.2.5. Анизотропность композиционных диэлектриков	223
6.2.6. Электрическое сопротивление фольги	227
6.2.7. Размерная стабильность	227
6.3. Фоторезисты	228
6.4. Флюсы и припои	231
6.4.1. Низкотемпературные припои	233
6.4.2. Примеры других мягких припоев	236
6.4.3. Составы промышленных припоев	239
6.4.4. Бессвинцовые припои	239
6.4.5. Флюсы для монтажной пайки	242
6.4.6. Классификация флюсов	243
6.4.7. Проверка правильности выбора припоя, флюса, температуры и времени пайки	248
6.5. Материалы для механической обработки	249
6.5.1. Твердосплавные материалы	249
6.5.2. Абразивные материалы	250
6.5.3. Алмазы	251
6.5.4. Инструментальные материалы	251
6.5.5. Быстрорежущие стали	252
6.5.6. Минераллокерамика и керметы	252
6.5.7. Инструмент для механической обработки печатных плат	253
Вопросы для самопроверки	255
Глава седьмая	
НАНОМАТЕРИАЛЫ	256
Заключение	267
Популярная литература к разделу «Нанотехнологии»	268