

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

Е. Э. БОДРОВ

2-е издание

«Инфра-Инженерия»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ 4
1.1. Законы Мура и Деннарда 4
1.2. Основные технологические процессы производства интегральных схем 10
1.3. Производство полупроводниковых пластин 12
1.4. Создание p-n-перехода 16
Глава 2. ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ 19
2.1. Формирование пассивных компонентов 20
2.1.1. Резистор 20
2.1.2. Конденсатор 21
2.1.3. Индуктивность 23
2.2. Биполярная технология 24
2.3. МОП-технология 30
2.4. КМОП-технология 36
Глава 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НАНЕСЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК НА ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ПЛАСТИНЕ 45
3.1. Оксидация 45
3.1.1. Термическое выращивание двуокиси кремния 45
3.1.2. Модель Дила-Гроува 50
3.1.3. Геометрия выращивания оксидной пленки 60
3.2. Вакуумное термическое напыление 61
3.3. Ионно-плазменное напыление 71
3.4. Химическое осаждение пара 78
3.4.1. Механизм процесса химического осаждения пара 79
3.4.2. Оборудование для химического осаждения пара 82
3.4.3. Химическое осаждение пара, ускоренное плазмой 86
3.5. Методы нанесения и создания тонких пленок на кремниевой пластине 86
3.5.1. Эпитаксиальный слой кремния 87
3.5.2. Поликристаллический кремний 87
3.5.3. Нитрид кремния 88

3.5.4. Диоксид кремния ... 88
3.5.5. Алюминий ... 89
3.5.6. Вольфрам ... 89
3.5.7. Другие металлы ... 90
Глава 4. ТЕХНОЛОГИИ ВВЕДЕНИЯ ПРИМЕСИ В ПОЛУПРОВОДНИК ... 91
4.1. Диффузия ... 91
4.1.1. Диффузия как метод введения примеси ... 91
4.1.2. Диффузия как метод перераспределения примеси ... 93
4.1.3. Виды примеси и механизмы диффузии ... 102
4.2. Ионная имплантация ... 108
4.2.1. Последовательность технологических шагов при ионной имплантации ... 109
4.2.2. Моделирование результатов ионной имплантации ... 113
4.2.3. Туннелирование ... 116
4.2.4. Повреждения при ионной имплантации ... 119
4.2.5. Быстрый термический процесс ... 120
Глава 5. ИЗОЛЯЦИЯ ТРАНЗИСТОРОВ И МЕТАЛЛИЗАЦИЯ ... 124
5.1. Изоляция транзисторов ... 124
5.1.1. Локальная оксидация кремния ... 125
5.1.2. Изоляция мелкими канавками ... 126
5.2. Химическая механическая полировка ... 127
5.3. Соединение элементов схемы ... 130
5.4. Временная задержка межсоединений ... 134
5.5. Двойной дамасский процесс ... 138
Глава 6. ВЫХОД ГОДНОЙ ПРОДУКЦИИ И КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ... 143
6.1. Процент выхода годной продукции и дефекты ... 143
6.2. Статистический контроль процесса ... 146
Глава 7. ТРАВЛЕНИЕ ... 149
7.1. Основные параметры процесса травления ... 149
7.2. Жидкое химическое травление ... 152
7.3. Травление плазменным распылением ... 152
7.4. Реактивное ионно-плазменное травление ... 155
7.5. Оборудование для выполнения травления ... 156

7.6. Проблемы травления 158
Глава 8. ФОТОЛИТОГРАФИЯ 162
8.1. Фоторезисты и фотомаски 164
8.2. Оборудование для фотолитографии 170
8.3. Явление дифракции 174
8.4. Глубина фокуса 181
8.5. Решение проблем, возникающих в пленке фоторезиста 182
8.6. Улучшение разрешения фотолитографии 185
8.7. Технологии улучшения разрешения 187
8.8. Двойное формирование рисунка 193
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 198