

Ю. А. Родионов

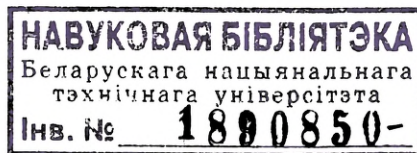
Научная библиотека

БНТУ



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКЕ

Учебное пособие



(102кз)

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»

2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ ИМС	11
1.1. Входной контроль полупроводниковых слитков	11
1.2. Механическая обработка слитка	14
1.3. Химподготовка поверхности подложки после механической обработки	16
2. ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЕ СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СЛОЯ ...	28
2.1. Кремний – основа твердотельной электроники	28
2.2. Создание высокотемпературного оксида кремния	30
2.2.1. Окисление кремния при комнатной температуре	30
2.2.2. Физический механизм роста оксида при высокой температуре ...	31
2.2.3. Структура оксида кремния	32
2.2.4. Модель Дила – Гроува	33
2.2.5. Оборудование и оснастка для окисления кремния	37
2.2.6. Методы контроля параметров диэлектрических слоёв	43
2.2.7. Контроль дефектности плёнок	46
2.3. Создание газофазного эпитаксиального слоя кремния	51
2.3.1. Хлоридный метод	52
2.3.2. Пиролиз моносилана	56
2.3.3. Гетероэпитаксия кремния на диэлектрических подложках	57
2.3.4. Перераспределение примеси при эпитаксии	59
2.4. Создание термодиффузионного слоя кремния	68
2.4.1. Механизмы диффузии примесей	68
2.4.2. Контроль параметров диффузионных слоёв	84
2.4.3. Прямые и обратные инженерные задачи при термодиффузии	86
3. НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СЛОЁВ ...	95
3.1. Элементы физики плазмы	95
3.2. Элементы физики вакуума	110
3.3. Наиболее востребованные средства откачки в микроэлектронной промышленности	116
3.4. Вакуумная арматура и комплектация	147
3.5. Датчики вакуума	150
3.6. Молекулярно-лучевая эпитаксия	154
3.7. Ионное легирование полупроводников	159
3.7.1. Элементы теории ионного легирования	162
3.7.2. Техника ионного легирования	178

3.7.3. Прямые и обратные инженерные задачи в области ионного легирования	188
3.8. Плазмохимическое травление кремния	193
3.8.1. Классификация процессов плазмохимического травления.....	195
3.8.2. Кинетика изотропного травления кремния	198
3.8.3. Анизотропия и селективность.....	203
3.9. Осаждение диэлектрических плёнок на кремний.....	205
3.9.1. Осаждение диоксида кремния.....	206
3.9.2. Осаждение нитрида кремния.....	208
3.9.3. Осаждение алмазоподобных плёнок.....	210
3.9.4. Создание сверхтонкой мембраны	213
4. ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	223
4.1. Основные термины и определения.....	225
4.2. Основные свойства и состав фоторезистов	232
4.3. Производственная схема фотолитографического процесса	236
4.4. Подробно об экспонировании.....	245
4.5. Основные оптические эффекты, вызывающие ухудшение рисунка	253
4.6. Иммерсионная литография	261
4.7. Взрывная литография	264
4.8. Электронно-лучевая литография.....	265
4.9. Рентгеновская литография	275
4.10. Электронорезисты	277
4.11. Нанопринтная литография	278
4.12. Экстремальная ультрафиолетовая литография (EUVL)	280
4.13. LIGA-процесс	285
5. МЕТАЛЛИЗАЦИЯ	288
5.1. Свойства плёнок алюминия	288
5.2. Электродиффузия в плёнках алюминия	290
5.3. Методы получения металлических плёнок	291
5.4. Создание омических контактов	295
5.5. Использование силицидов металлов.....	300
5.6. Многоуровневая металлизация.....	301
5.7. Контактные узлы.....	302
5.8. Основные технологические процессы сборки интегральных схем в корпус	311
5.9. Основные конструкции корпусов ИМС	317
5.10. Упрощённый маршрут изготовления микроэлектронного акселерометра.....	320
6. ТРЕБОВАНИЯ К ОБОРУДОВАНИЮ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ	330
7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В ТЕХНОЛОГИИ МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ	340
ЛИТЕРАТУРА	350