

Раздел 1. Технологические основы микроэлектроники.

Тема 1.1. Производство интегральных схем

Особенности интегральных схем как нового типа электронных приборов. Классификация интегральных схем. Полупроводниковые, толстопленочные и тонкопленочные схемы. Гибридные интегральные схемы. Основные материалы, применяемые при изготовлении ИС. Основные этапы изготовления биполярной ИС. Экономика интегральных схем.

Тема 1.2. Технологические особенности изготовления основных элементов полупроводниковых интегральных схем

Изготовление биполярных транзисторов. Транзисторы $n-p-n$. Паразитные параметры. Разновидности $n-p-n$ транзисторов: многоэмиттерный и многоколлекторный транзистор. Интегральные диоды. Интегральные стабилитроны.

Изготовление полевых транзисторов с $p-n$ переходом. МДП – транзисторы. Комплементарные МОП – транзисторы. Способы повышения быстродействия и уменьшения порогового напряжения МОП-транзисторов. МНОП – транзистор. Смешанные монолитные ИС на МОП и биполярных транзисторах.

Полупроводниковые резисторы: диффузионные, пинч-резисторы, ионно-легированные резисторы. Полупроводниковые конденсаторы: диффузионные, МОП- конденсаторы. Причины возникновения паразитных емкостей полупроводникового конденсатора.

Элементы ИС на полупроводниках группы $A^{III}B^V$. Корреляция параметров элементов интегральных схем.

Тема 1.3. Специальные технологические методы изготовления микросхем

Подготовительные операции. Травление. Техника масок. Техника эпитаксиального наращивания кремния. Эпитаксиальное наращивание с помощью прямых и непрямых процессов. Газовая, жидкостная и молекулярно-лучевая эпитаксия. Профили распределения примеси в эпитаксиальных слоях. Дефекты в эпитаксиальных слоях.

Методы легирования. Диффузия. Диффузия из ограниченного и неограниченного источника примеси. Ионная имплантация.

Термическое окисление. Свойства двуокиси кремния и нитрида кремния. Оксиды с высоким и низким значением диэлектрической проницаемости.

Отжиг. Термический, лазерный, электронно-лучевой отжиг.

Раздел 2. Общие сведения об интегральных микросхемах

Тема 2.1. Полупроводниковые интегральные микросхемы

Типовые процессы изготовления полупроводниковых ИС. Планарно-эпитаксиальная технология. Планарно-эпитаксиальная технология изготовления полупроводниковых ИМС с изоляцией диэлектрическим слоем SiO_2 (EPIC-технология). Совмещенная технология. Изопланарная технология. Технология изготовления МДП-ИС. Преимущества и недостатки различных методов изоляции элементов интегральных схем.

Контролирование геометрической формы поверхности элементов. Выполнение металлизации для внутрисхемных соединений. Сборка и герметизация полупроводниковых ИС.

Тема 2.2. Гибридные интегральные микросхемы

[Конструкция гибридных ИС. Подложки для гибридных ИС](#). Основные этапы изготовления толсто пленочных схем. Материалы для толсто пленочных ИС. Процесс печати. Подгонка толсто пленочных резисторов.

Технология получения тонко пленочных схем. Элементы тонко пленочных схем: пленочные резисторы, конденсаторы, индуктивные элементы, пленочные проводники и контактные площадки. Методы получения различных конфигураций пассивных элементов гибридных ИС. Основные принципы разработки и этапы проектирования гибридных ИС.

Тема 2.3. Методы контроля параметров в процессе изготовления интегральных микросхем

Исследования приборов методами микроскопии. Просвечивающие электронные микроскопы. Сканирующие электронные микроскопы. Электронные отражательные микроскопы. Электронные эмиссионные микроскопы. Микроскопы с автоионной эмиссией. Рентгеновские и ионные микроскопы. Лазерное сканирование. Сканирующий ультразвуковой микроскоп.

Тема 2.4. [Надежность интегральных схем](#)

Причины отказов интегральных схем различного типа. Статистические и физические методы оценки надежности ИС.