КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ МИНГОРИСПОЛКОМА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**РАЗРАБОТКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ БИПОЛЯРНЫХ ИМС С ЭПИТАКСИАЛЬНО-ПЛАНАРНОЙ СТРУКТУРОЙ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по учебной дисциплине

«Технология производства микроэлектронных устройств»

**КП 57МНЭ. 008.00.00.000** **ПЗ**

Разработал Игнатович Н.М.

Проверил Стрельченя В.М.

МИНСК

2023

**Содержание**

Введение.........................................................................................................................3

1. Анализ задания на проектирование..........................................................................x

2. Обзор методов выполнения ТП и выбор оптимального метода...........................x

3. Обзор оборудования для выполнения ТП и выбор оптмального оборудования..x

4. Обзор материалов, деталей, инструментов, оснастки для ТП и выбор оптимальных для разрабатываемого ТП......................................................................x

5. Анализ методов и критериев контроля качества ТП и выбор оптимальных для разрабатываемого ТП....................................................................................................x

6. Условия производства МЭУ......................................................................................x

7. Основные конструктивные элементы и принцип действия оборудования для выполенения ТП.............................................................................................................x

8. Подготовка оборудования, материалов, рабочего места к выполнению ТП.........x

9. Разработка алгоритма ТП..........................................................................................x

10. Анализ брака на разрабатываемом ТП, пути предупреждения и устранения.....x

11. мероприятия по охране труда и окружающей среды.............................................x

Заключение.....................................................................................................................x

Список используемых источников...............................................................................x

**Введение**

Интегральная микросхема (ИМС) – это изделие, выполняющее определенную функцию преобразования и обработки сигнала и имеющее высокую плотность упаковки электрически соединенных элементов, которые могут рассматриваться как единое целое , выполнены в едином технологическом процессе и заключены в герметизированный корпус.

Полупроводниковые ИМС на биполярных транзисторах наиболее часто изготовляют по планарной и планарно-эпитаксиальной технологиям, основанным на следующих технологи­ческих процессах создания транзисторных структур: окислении поверхности полупроводниковых подложек; литографии; эпитаксиальном наращивании полупроводниковых слоев; локаль­ном введении примесных атомов.

Особенностью планарно-эпитаксиальной технологии явля­ется то, что коллекторные области структур создают эпитаксиальным наращиванием слоя полупроводникового материала, главным образом кремния n-типа, на подложке р-типа, а базо­вые и эмиттерные — введением легирующих примесных атомов в эпитаксиальный слой. При этом эмиттерные области формиру­ют введением примесных атомов максимально возможной кон­центрации. Это обеспечивает создание транзисторных структур, обладающих высоким коэффициентом усиления по току. Фор­мируют элементы и соединения между ними только на одной стороне подложки (рабочей поверхности).

Примесные атомы вводят в полупроводниковые подложки ионным легированием и диффузией. Причем, как правило, сна­чала ионным легированием производят загонку атомов примеси, а затем диффузией их разгонку, в процессе которой формиру­ются слои, обладающие заранее заданными электрофизически­ми свойствами. Кроме того, в планарной технологии широко применяют нитридирование (выращивание слоев нитрида крем­ния).

Технологические процессы изготовления полупроводнико­вых биполярных ИМС классифицируют по способам формиро­вания транзисторных структур и изоляции элементов. Изоли­руют элементы ИМС в основном включением *р-п-*перехода в обратном направлении, формированием локальных полупровод­никовых областей, полностью разделенных слоем диэлектрика, или комбинируя эти способы.

Технологи­ческие процессы окисления, диффузии, фотолитографии и на­пыления при изготовлении ИМС на биполярных транзисторах проводятся так же, как при изготовлении дискретных планарных биполярных транзисторов. Однако при производстве ИМС на исходных подложках одновременно формируют различные типы активных и пассивных элементов, которые должны быть электрически изолированы, поэтому технологический маршрут изготовления их сложнее.

Кроме того, при изготовлении биполярных ИМС для повы­шения быстродействия транзисторов в их коллекторных облас­тях введением примесных атомов в исходную подложку непо­средственно перед эпитаксиальным наращиванием монокрис­таллического полупроводникового слоя формируют скрытые высоколегированные слои, что также усложняет технологию. Качество и процент выхода годных ИМС в значительной степени зависят от совершенства изоляции их элементов.

**Анализ задания на проектирование**

Особенностью планарно-эпитаксиальной технологии является то, что коллекторные области структур создают эпитаксиальным наращиванием слоя полупроводникового материала, главным образом кремния n-типа, на подложке р-типа, а базовые и эмиттерные - введением легирующих примесных атомов в эпитаксиальный слой. При этом эмиттерные области формируют введением примесных атомов максимально возможной концентрации. Это обеспечивает создание транзисторных структур, обладающих высоким коэффициентом усиления по току. Формируют элементы и соединения между ними только на одной стороне подложки (рабочей поверхности).

Примесные атомы вводят в полупроводниковые подложки ионным легированием и диффузией. Причем, как правило, сначала ионным легированием производят загонку атомов примеси, а затем диффузией их разгонку, в процессе которой формируются слои, обладающие заранее заданными электрофизическими свойствами.

**2. Обзор методов выполнения технологического процесса и выбор оптимального метода.**

В практике распространены два метода создания кремниевого эпитаксиального слоя:

восстановление кремния из его тетрахлорида водородом и термическое разложение соединений кремния (пиролиз).

Водородное восстановление тетрахлорида кремния осуществляют при температуре 1500 К по следующей реакции: SiCl4 + 2H2→Si+4HCl. Этот метод легко управляем и дает возможность получить эпитаксиальный слой с заданными параметрами.

В процессе наращивания эпитаксиальный слой кремния можно легировать донорными и акцепторными примесями. При этом в кварцевый реактор, где размещена монокристаллическая подложка, вместе с парами SiCl4 и молекулярным Н2 подают, газообразные соединения водорода с мышьяком (АsН3), фосфором (РН3) или бором (В2Н6). Подложки в кварцевом реакторе крепят на графитовом основании. Нагрев осуществляют индукционными токами высокой частоты.

Процесс термического разложения соединений кремния протекает при температурах на 150—200 К меньших, чем восстановительный процесс. В реакции пиролиза SiH4→Si+2H2 выделяется атомарный кремний, оседающий на монокристаллической подложке.

Для повышения качества эпитаксиальных слоев кремния применяют комбинацию методов восстановления и пиролиза.

Различают однослойные и многослойные эпитаксиальные структуры кремния. Однослойные структуры диаметром 25—40 мм представляют собой кремниевую монокристаллическую пластину толщиной 0,2 мм, покрытую эпитаксиальной кремниевой пленкой толщиной от 8 до 15 мкм. У многослойных структур пленка наращивается с двух сторон пластины.

Наша промышленность изготовляет также гетероэпитаксиальные структуры, в которых кремниевый слой наращивается на монокристаллическую сапфировую подложку.

Применение эпитаксии в технологии интегральных схем более чем в десять раз увеличило выход годной продукции, значительно сократило время технологического процесса и улучшило экономические показатели.

Полупроводниковые микросхемы, изготовляемые по этой технологии, формируются в тонком приповерхностном слое кристалла, образуя плоские конфигурации.

Основу планарной технологии составляют уже известные процессы:

1)окисление кремниевой подложки с целью защиты ее поверхности пленкой двуокиси кремния (иногда в качестве защитной пленки используют другой диэлектрик, например нитрид кремния Si3N4);

2)превращение защитной пленки в маску заданной конфигурации с помощью фотолитографии;

3) диффузия легирующих примесей в верхний слой подложки через окна в маске.