

Контрольные вопросы:

Часть 1. Базовые технологические процессы изготовления активных элементов твердотельной электроники

1. Основные реакции получения эпитаксиальных пленок кремния.
2. Структурная схема установки газофазной эпитаксии. Назначение и принцип работы основных узлов.
3. Кинетика роста эпитаксиальной пленки.
4. Процесс массопереноса в эпитаксиальном реакторе. Число Рейнольдса.
5. Толщина пограничного газового слоя.
6. Основные типы газофазных эпитаксиальных реакторов.
7. Легирование и автолегирование эпитаксиального слоя.
8. Основные дефекты эпитаксиальных пленок и пути их снижения.
9. Молекулярно- лучевая эпитаксия.
10. Окисление кремния в сухом кислороде. Кинетика. Качество пленок.
11. Окисление кремния в цикле сухой-влажный-сухой кислород.
12. Пирогенное окисление кремния.
13. Модель окисления Дила- Гроува.
14. Окисление под давлением.
15. Контроль параметров и качества окисных пленок.
16. CVD- методы получения пленок.
17. Назначение термодиффузии в технологии ИС и основные механизмы термодиффузии в кремнии.
18. Основные законы термодиффузии.
19. Диффузия из неограниченного источника (загонка).
20. Диффузия из ограниченного источника (разгонка)
21. Основные источники n- и p- примесей для кремния.
22. Технологические методы проведения диффузии.
23. Диффузия из твердого планарного источника.
24. Контроль толщины диффузионного слоя.
25. Контроль концентрации легирующей примеси в диффузионном слое.
26. Эффект каналирования.
27. Атомное и электронное торможение имплантированных ионов.
28. Боковое рассеяние.
29. Структурная схема и принцип работы установки ионного легирования.
30. Принцип работы массепаратора при ионном легировании.

- 31.Источник ионов установки ионного легирования. Конструкция и принцип работы.
- 32.Измерение ионного тока. Ячейка Фарадея.
- 33.Дефекты в имплантированных слоях и пути их устранения.
- 34.Назначение металлизации в ИС. Контактное сопротивление металл-полупроводник.
- 35.CVD- метод нанесения барьерных металлов.
- 36.Электронно- лучевое испарение. Принцип. Применимость.
- 37.Импульсное испарение тугоплавких металлов. Основные методы.
- 38.Магнетронное распылительное устройство.
- 39.Ионно- лучевой источник нанесения- травления (типа Кауфман).
Принцип, конструкция, применимость.
- 40.Электромиграция в металлических пленках. Технологические пути снижения электромиграции.
- 41.Создание омических контактов. Технологические пути повышения омичности контакта.
- 42.Укрупненная схема техпроцесса фотолитографии.
- 43.Химподготовка химически активных технологических слоев.
- 44.Химподготовка химически неактивных технологических слоев.
- 45.Нанесение резиста на технологический слой. Основные методы.
- 46.Нанесение сверхтонкого слоя фоторезиста (Ленгмюровские пленки).
- 47.Совмещение и экспонирование.
- 48.Оптические эффекты при контактной печати.
- 49.Проявление изображения в фоторезисте. Основные профили проявления и технологические пути достижения этих профилей.
- 50.Факторы, определяющие качество травления технологического слоя.
- 51.Травление алюминия и его сплавов.
- 52.Травление кремния в щелочных растворах и кислотных травителях.
- 53.Использование травления кремния для выявления дефектов пластин.
- 54.Химическое травления диоксида кремния.
- 55.Электрохимическое травление кремния.
- 56.Удаление фоторезиста химическим методом и в кислородной плазме.
- 57.Взрывная фотолитография.
- 58.Контактная фотолитография на микрозазоре.
- 59.Проекционная фотолитография. Используемые варианты.
- 60.Оптические эффекты, вызывающие размытость рисунка.
- 61.Основные ограничения проекционной литографии для наноструктур.

- 62.Металлизированный фотошаблон. Конструкция. Техпроцесс изготовления.
- 63.Цветной фотошаблон. Конструкция. Техпроцесс изготовления.
- 64.Мультиплицирование изображения растровой оптикой.
- 65.Электронно- лучевая литография. Основные ограничения для наноструктур.
- 66.Рентгеновская литография. Техпроцесс изготовления рентгеновского шаблона.
- 67.Основные типы плазменных реакторов.
- 68.Реактивное ионно- лучевое травление.

Часть 2. Активные элементы интегральных микросхем

1. Из каких соображений контакты делят на выпрямляющие и омические?
2. Что такое «контакт Шоттки»?
3. Напряжение какой полярности должно быть приложено к металлу диода Шоттки, для включения диода в прямом направлении?
4. Почему диод Шоттки может работать в СВЧ-диапазоне?
5. Почему в открытом состоянии на диоде Шоттки величина падения напряжения меньше чем на диоде с р-п-переходом?
6. Почему для получения омического контакта сильнолегировать полупроводник на границе с металлом?
7. О чем говорит направление стрелки эмиттера (от базы или к базе) в обозначении п-р-п и р-п-р-транзисторов?
8. Какие режимы работы транзистора вы знаете?
9. Является ли биполярный транзистор обратимым прибором? Если нет, то почему?
10. По каким причинам в базе транзистора может возникнуть электрическое поле?
11. Почему транзистор, включенный по схеме с общим эмиттером, может обеспечить усиление по току?
12. Почему один из режимов работы назван «режим насыщения»? Какие области прибора насыщаются? Почему?
13. Из чего состоит ток базы?
14. Какие виды пробоя транзистора вы знаете?
15. Как и почему коэффициент передачи постоянного эмиттера зависит от величины тока эмиттера?

16. Что такое «эффект Эрли»? К чему он приводит?
17. Что такое «эффект Кирка»? Как влияет этот эффект на величины коэффициента передачи тока и частоту отсечки?
18. Почему происходит оттеснение тока эмиттера на край эмиттера?
19. Как борются с эффектом оттеснения тока эмиттера на край эмиттера?
20. Какие процессы, происходящие в транзисторе, влияют на его частотные свойства?
21. Почему этот тип транзисторов называют «полевым» или «униполярным»?
22. По каким признакам классифицируют полевые транзисторы?
23. Как моделируется сопротивление каналов в канальных и МОП транзисторах?
24. В чем заключается идеализация МОПТ?
25. Какие зарядовые состояния на границе Si-SiO₂ вы знаете?
26. Что влияет на величину порогового напряжения МОПТ? Как можно ее регулировать?
27. Что влияет на частотные свойства МОПТ?
28. Почему МОПТ с самосовмещенным затвором более высокочастотные?
29. Какие критерии, разграничивают МОПТ на длинно- и короткоканальные?
30. Что такое «DIBL эффект»?
31. За счет какой составляющей величины порогового напряжения его значение уменьшается в короткоканальных МОПТ?
32. Почему подвижность носителей в канале является одним из основных параметров МОПТ?
33. Какие существуют методы увеличения подвижности в МОПТ?
34. Для чего производят подлегирование канала МОПТ?
35. В чем заключается «эффект паразитного биполярного транзистора» в короткоканальных МОПТ?
36. Какую роль выполняют встроенные LDD области в структуре современных МОПТ?
37. Какие перспективные структуры МОПТ вы знаете?
38. Как реализуется принцип усиления сигнала в ПТШ?
39. В чем принцип деления ПТШ на «нормально открытые» и «нормально закрытые»?
40. Какие допущения принимаются при выводе аналитических выражений ВАХ ПТШ?

41. На какие параметры ПТШ влияют сопротивления истока и стока?
42. Чем определяется величина частоты отсечки ПТШ?
43. В чем проявляется «эффект паразитного управления»?
44. Что собой представляют современные структуры ПТШ?
45. В чем преимущества и недостатки ПТШ по сравнению с полевым транзистором с управляющим р-п переходом?