

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В МАГИСТРАТУРУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ
ПОДГОТОВКИ 11.04.04 – «ЭЛЕКТРОНИКА И НАНОЭЛЕКТРОНИКА»
МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА – «ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ И
УСТРОЙСТВА» ФГБОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» НА 2017/2018 УЧЕБНЫЙ ГОД**

Содержание вступительного экзамена

Перечень основных учебных дисциплин выносимых на вступительные испытания (экзамен) при поступлении в магистратуру

1. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

1. Классификация материалов. Особенности материалов электронной техники. Электропроводность. Температурная зависимость электропроводность. Правило Маттиссена. Теплообмен, виды теплообмена. Понятие теплопроводности. Составляющие коэффициента теплопроводности. Температурная зависимость удельного сопротивления металлов. Температура Дебая.

2. Применение проводниковых материалов. Материалы высокой проводимости. Алюминий и его сплавы. Проводящая разводка ИС на основе алюминия. Электрохимическое оксидирование сплавов алюминия. Медь. Сплавы на основе меди. Проблемы технологии разводки в ИС на основе меди. Технология вольфрама технической и высокой чистоты. Технология тантала и ниобия. Особенности технологии разделения химических соединений тантала и ниобия. Технология получения титана. Классификация и общие вопросы синтеза металлоорганических соединений для микро- и наноэлектроники.

3. Сверхпроводящие материалы. ВТСП. Применение сверхпроводников. Благородные, тугоплавкие металлы и сплавы высокого сопротивления и их применение в электронной технике. Классификация и общие вопросы синтеза металлоорганических соединений для микро- и наноэлектроники.

4. Неметаллические проводящие материалы. Проводящие материалы на основе оксидов, применение. Критерии выбора металлов для формирования омических контактов. Технология омических контактов. Адгезия. Природа адгезии и способы ее определения. Критерии выбора материалов для адгезионных слоев в тонкопленочной технологии.

5. Классификация полупроводниковых материалов. Получение технического кремния. Технологическая схема получения полупроводникового кремния. Методы получения монокристаллов. Причины возникновения дислокаций в монокристаллах. Поликремний. Область его применения в технологии ИС. Классификация примесей в кремнии. Поведение примесей в полупроводниках: лимитирующие (остаточные) и легирующие примеси. Акцепторы и доноры в элементарных полупроводниках: диаграммы состояния, электрическое поведение, коэффициенты распределения, предельная растворимость. Политропия.

Собственные и примесные полупроводники. Энергетические зонные диаграммы. Легирование. Классификация легирующих примесей. Назначение легирующих примесей. Поведение легирующих примесей в полупроводниках. Контактные явления в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. Электронно-дырочный и

гетеропереходы. Электрический пробой. Эффект Холла. Германий, кремний, арсенид галлия, карбид кремния. Примеры реализации полупроводниковых структур в приборах и устройствах электроники и nano электроники.

6. Свойства кремния. Фоновые примеси в монокристаллическом кремнии. Микродефекты в монокристаллическом кремнии. Способы получения и свойства поликристаллического кремния. Применение поликристаллического кремния. Структура α -SiH. Модели структуры энергетических зон в неупорядоченных полупроводниках. Влияние легирования на проводимость α -SiH. Метастабильность и релаксационные процессы в α -SiH. Применение аморфного кремния. Свойства микрокристаллического кремния. Получение и применение микрокристаллического кремния. Эпитаксиальные слои SiGe и гетероструктуры на их основе.

7. Материалы для диффузии. Технология бора технической и высокой чистоты. Технология галлия технической и высокой чистоты. Технология индия технической и высокой чистоты. Технология фосфора и мышьяка технической и высокой чистоты.

8. Общие вопросы технологии углеродных материалов. Структурные особенности различных модификаций углерода. Технология объемных и пленочных алмазных и алмазоподобных материалов. Технологические подходы к синтезу фуллеренов и углеродных нанотрубок.

9. Материалы кремниевой оптоэлектроники. Кремний, легированный эрбием. Пористый кремний. Перспективные материалы кремниевой оптоэлектроники на основе элементов IV группы. Прямозонные полупроводники на основе элементов IV группы.

10. Гетероэпитаксиальные слои прямозонных соединений $A_{III}B_V$ на кремниевых подложках. Свойства карбида кремния. Применение карбида кремния. Свойства полупроводников типа $A_{III}B_V$. Применение полупроводников типа $A_{III}B_V$. Свойства полупроводников типа $A_{II}B_{VI}$. Применение полупроводников типа $A_{II}B_{VI}$. Термоэлектрические материалы, способы их получения. Применение термоэлектрических материалов.

11. Классификация диэлектрических материалов. Основные понятия. Активные и пассивные диэлектрики, их применение. Технология термического окисления кремния. Методы осаждения диоксида кремния. Влияние способа формирования пленки диоксида кремния на свойства диэлектрика.

12. Стекловидные диэлектрические материалы. Стекла. Строение стекол. Ситаллы и ситаллоцементы. Технология керамических и композитных материалов. Классификация, свойства и применение керамических материалов. Технология органических диэлектрических материалов. Полимеры и смолы.

13. Технологические особенности производства активных диэлектрических материалов. Диэлектрические материалы с низким значением диэлектрической проницаемости. Свойства и требования, предъявляемые к ним и области их применения.

14. Схемы основных процессов направленной кристаллизации. Сравнение эффективности очистки вещества методами направленной кристаллизации.

Условия Пфанна. Эффективный коэффициент распределения примеси и его зависимость от скорости кристаллизации.

15. Неоднородные системы, разделение на пористых перегородках, фильтры. Разделение неоднородных систем в гравитационном и центробежном поле. Разделение неоднородных систем под воздействием электрической силы.

16. Кристаллизация из растворов.

17. Решение уравнения диффузии для процесса диффузии в полубесконечное тело из бесконечного источника.
18. Решение уравнения диффузии для процесса диффузии в полубесконечное тело из ограниченного источника.
19. Сравнение методов формирования легированных областей.
20. Ионная имплантация в технологии микроэлектроники. Основные представления о механизме процесса. Пробег и распределения ионов. Распределение радиационных нарушений. Структура нарушенного слоя.
21. Применение магнитных материалов в электротехнике. Намагниченность и магнитная проницаемость ферромагнетиков. Ферромагнетики в переменных магнитных полях. Магнитные свойства ферритов. Магнитные пленки. Методы исследования материалов и элементов электронной техники.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники, учебник, СПб.:Лань, 2003
2. Покровский Ф.Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных устройств. Учебное пособие для вузов, М.:Горячая линия-Телеком, 2005
3. Кожитов Л.В., Косушкин В.Г., Крапухин В.В., Пархоменко Ю.Н. технология эпитаксиальных слоев и гетерокомпозиций, М.:МИСИС, 2001
4. А.А. Шерченков, Ю.И. Штерн. Физика и технология полупроводниковых преобразователей энергии. Часть 1. Учебное пособие.- М.: МИЭТ.- 2006
5. В.К. Прокофьева, Б.Н.Рыгалин.Кристаллизация полупроводников из расплава. М., МИЭТ, 2007.
6. Физико-химические основы интегральных микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов в 2-х т. под ред. Ю.Н.Коркишко, Т.1. Ю.Д.Чистяков, Ю.П.Райнова. Физикохимические основы технологии микроэлектроники, М.:Бином, 2009
7. Физико-химические основы интегральных микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов в 2-х т. под ред. Ю.Н.Коркишко, М.В.Акуленок, В.М.Андреев, Д.Г.Громов и др. Технологические аспекты, М.:Бином, 2010
8. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники, учебник, СПб.:Лань, 2003.
9. Физико-химические основы интегральных микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов в 2-х т. под ред. Ю.Н.Коркишко, Т.1. Ю.Д.Чистяков, Ю.П.Райнова. Физикохимические основы технологии микроэлектроники, М.:Бином, 2009
10. Физико-химические основы интегральных микро- и нанотехнологий : учебное пособие для вузов в 2-х т. под ред. Ю.Н.Коркишко, М.В.Акуленок, В.М.Андреев, Д.Г.Громов и др. Технологические аспекты, М.:Бином, 2010
11. В.К. Прокофьева, Б.Н.Рыгалин. Кристаллизация полупроводников из расплава. М., МИЭТ, 2007.

2. ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

1. Понятие вакуум. Способы получения вакуума (принцип действия механических, параструйных, магниторазрядных и криосорбционных насосов. Движение частиц в вакууме и понятие средней длины свободного пробега молекулы. Приборы для измерения давления. Классификация и основные параметры вакуумметров. Абсолютные, тепловые, ионизационные и магнитные газоразрядные вакуумметры.

2. Электронная эмиссия: основы электронной теории твердого тела, термоэлектронная, автоэлектронная, взрывная, вторично-электронная, фотоэлектронная эмиссия.
3. Электронный поток, его формирование и транспортировка: интенсивные и неинтенсивные, релятивистские и нерелятивистские электронные потоки;
4. Способы формирования электронных потоков различной интенсивности (электронные пушки и прожекторы), транспортировка электронного потока и способы ограничения его поперечных размеров; примеры использования в приборах вакуумной электроники; управление электронными потоками: электрические и магнитные способы управления плотностью и скоростью электронов.
5. Квазистатические и динамические способы управления; примеры использования в приборах вакуумной электроники.
6. Преобразование энергии электронного потока в другие виды энергии: способы, основанные на взаимодействии с внешними электромагнитными полями, энергетический эффект взаимодействия; способы, основанные на взаимодействии с твердыми телами и структурами, эффекты взаимодействия (катодолюминисценция, катодоусиление, рентгеновское излучение, нагрев);
7. Примеры использования в приборах вакуумной электроники.
8. Определение плазмы. Классификация видов. Математические модели для описания процессов в плазме. Элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях. Основные методы генерации плазмы. Особенности плазмы в газовых разрядах различных типов. Области применения плазмы газовых разрядов.
9. Общие свойства плазмы: явления переноса, плазма в магнитном поле, колебания, неустойчивости и эмиссионные свойства плазмы, излучение плазмы, методы ускорения плазменных потоков.
10. Диагностика параметров плазмы.
11. Применение плазмы в электронике.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Светцов, В. И., Холодков, И. В. Физическая электроника и электронные приборы. Иваново, 2008. 494 с.
2. Светцов В. И. Вакуумная и плазменная электроника. Иваново, 2003. 171с.
3. Протасова, Ю. С., Чувашев, С. Н. Основы плазменной электроники. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. 632 с.

3. НАНОЭЛЕКТРОНИКА.

1. Нанoeлектроника. Области применения квантоворазмерных структур (КРС). Основные преимущества приборов на основе КРС по сравнению с классическими полупроводниковыми приборами.
2. Структуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы), структуры с одномерным электронным газом (квантовые нити), структуры с нульмерным электронным газом (квантовые точки).
3. Фазовая интерференция электронных волн, квантовый эффект Холла, приборы на интерференционных эффектах (интерференционные транзисторы, полевые транзисторы на отражённых электронах).
4. Структуры с вертикальным переносом и квантовые сверхрешётки. Одноэлектронное туннелирование. Приборы на одноэлектронном туннелировании (одноэлектронный

транзистор, логические элементы на одноэлектронных транзисторах. Проблемы и ограничения.)

5. Приборы на резонансном туннелировании (диоды на резонансном туннелировании, транзисторы на резонансном туннелировании, логические элементы на резонансно-туннельных приборах).
6. Традиционные методы осаждения плёнок. Методы, использующие сканирующие зонды. Нанолитография. Сравнение нанолитографических методов.
7. Лазеры с квантовыми ямами и точками.
8. Фотоприёмники на квантовых ямах.
9. Квантово-точечные клеточные автоматы, логические устройства на их основе.
10. Нанокomпьютеры.
11. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов.
12. Сканирующая туннельная микроскопия. Основные технологические приёмы формирования наноструктур с помощью СТМ .
13. Физические процессы, используемые для атомных манипуляций. Примеры наноструктур, сформированных с помощью метода СТМ.
14. Основные элементы структур низкой размерности: свободная поверхность (реконструкция поверхности) и интерфейсы; гетероструктуры 1-го и 2-го типов (правило Андерсона).
15. Полупроводниковые сверхрешетки, сверхрешётки полупроводник-диэлектрик, напряжённые сверхрешётки. Наноструктуры с квантовым ограничением за счет приложенного внешнего электрического поля: структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-структуры); понятие о двумерном электронном газе; структуры с расщепленным затвором. Наноструктуры с квантовым ограничением за счет внутреннего (встроенного) электрического поля: модуляционно-легированные структуры; дельта-легированные и $n-i-p-i$ структуры; квантовые ямы, периодические квантовые ямы.
16. Процессы на поверхности и в приповерхностных слоях. Моделирование атомных конфигураций.
17. Квантовые колодцы.
18. Модуляционно-легированные структуры.
19. Дельта-легированные структуры.
20. Структуры транзисторов МДП и с расщепленным затвором.
21. Транзисторы КНИ. Транзисторы с двойным затвором.
22. Полевые транзисторы. НЕМТ-транзисторы. резонансно - туннельные транзисторы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Щука А.А. Нанoeлектроника.-М.:Физматлит,2007.-464с
2. Драгунов В.П., Неизвестный И.Г., Гридчин В.А. Основы нанoeлектроники: Учеб.пособ. 2-е изд. испр. и доп.-Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004.-496с
3. Воробьёв Л.Е., Ивченко Е.Л., Фирсов Д.А., Шалыгин В.А. Оптические свойства наноструктур. Уч.пособие-СПб:Изд-во Наука,2001г – 188с
4. Демиховский В.Я., Вугальтер. Физитка квантовых низкоразмерных структур. М.: Логос,2000г

4. ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

1. Электрические переходы. Основы физики полупроводников. Кинетические явления в полупроводниках, статистика Ферми-Дирака, поверхностные и контактные явления в полупроводниках, контакт металл-диэлектрик- полупроводник (МДП).
2. Виды электрических переходов. Электронно-дырочный переход и его свойства. Вывод и анализ вольт-амперной характеристики идеализированного р-п-перехода.
3. Полупроводниковые приборы. Особенности реальных полупроводниковых приборов. Особенности ВАХ реальных полупроводниковых приборов. Пробои р-п-перехода. Переходные процессы при переключении реального диода. Выпрямительные, импульсные и высокочастотные диоды.
4. Назначение, устройство и принцип действия стабилитрона и стабилитора. Их основные параметры и способы включения.
5. Назначение, устройство, принцип действия, ВАХ и параметры туннельного и обращенного диодов.
6. Методы расчета нагрузочной способности полупроводниковых приборов. Тепловые параметры приборов. Методика расчета максимальной температуры прибора.
7. Назначение, устройство, принцип работы и виды биполярных транзисторов. Режимы работы и схемы включения. Семейства ВАХ.
8. Связь между токами в транзисторе и напряжениями на р-п-переходе в виде уравнений Эберса-Молла. Модели и работа биполярного транзистора в стационарном и динамических режимах.
9. Предельные свойства биполярного транзистора. Методы улучшения динамических и частотных свойств БТ. Предельные режимы работы БТ.
10. Назначение, устройство, семейства ВАХ и модели полевого транзистора с управляющим р-п-переходом.
11. Полевые транзисторы с изолированным затвором. БТ с изолированным затвором - IGBT – транзисторы.
12. Структура и классификация тиристоров. Динистор и тринистор. Статические параметры тиристоров. Методы простой конденсации, применяемые для формирования систем металлизации. Многослойная металлизация кремниевых ИС. Структура многослойной металлизации. Сравнительные характеристики МОП и биполярных ИС. БИК МОП структуры и технологические варианты их изготовления. Конструктивные и технологические особенности изготовления затвора МОП транзистора. МОП транзистор с самосовмещенным затвором. Эволюция методов формирования межкомпонентной изоляции кремниевых ИС. Многоуровневая металлизация кремниевых ИС. Способы планирования рельефа.
- 12 Особенности технологического процесса формирования щелевой изоляции. Классификация ИС по методу изоляции. Основные параметры изолирующих областей.
- 13 Профили распределения примесей в транзисторной структуре с p+ скрытым слоем
14. Светоизлучающие и фотоприборы.
15. Классификация, назначение и особенности подложек для различных типов ИМС (пленочных, полупроводниковых и гибридных). Подложки для полупроводниковых ИМС и их условные обозначения. Подложки пленочных, гибридных ИМС и микросборок (МСБ). Загрязнения подложек и методы их очистки.
16. Пленочная микроэлектроника: пленочные структуры и их физические свойства; технологические основы пленочной микроэлектроники.
17. Полупроводниковая микроэлектроника: полупроводники и их физические свойства.

18. Технологические основы полупроводниковой микроэлектроники. Факторы, определяющие выход годных ИС. Основные технологические схемы процесса изготовления ИС с изоляцией р-п переходом. Комбинированная изоляция. Технологический маршрут изготовления ИС в структурах с р-эпитаксиальным слоем. Технологические особенности формирования подзатворного диэлектрика МОП транзистора.
19. Технология изготовления полупроводниковых элементов, ИМС и БИС.
20. Схемотехнические структуры ИМЭ: технология изготовления гибридных ИМС, БИС и МСБ.
21. Проектирование пленочных, полупроводниковых и гибридных ИМС, МСБ и БИС.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Степаненко, И.П. Основы микроэлектроники: учеб.пособие для вузов.- М.: Лаборатория Базовых Знаний 2003.
2. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. Учебник для студентов вузов по спец-ти электронной техники - С.-Петербург: Лань, 2003.
3. Коваленко, А.А. Основы микроэлектроники: учеб.пособие для вузов / А.А.Коваленко, М.Д. Петропавловский.- М.: Академия, 2006.- 238 с. 9.2.
4. Пономарев М.В., Коноплев Б.Г. Конструирование и расчет микросхем и микропроцессоров: Учебное пособие. - М.: Радио и связь, 1986.
5. Гуртов, В. А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие / В. А. Гуртов. – Москва, 2005. – 492 с.

5. ПРОЦЕССЫ МИКРО И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

1. Классификация и характеристика основных технологических процессов производства изделий микроэлектроники. Особенности микро- и наноэлектронной технологии. Тенденции и основные особенности развития современной технологии МЭ. Базовые технологические процессы МЭ.
2. Понятие о нанотехнологии. Классификация наноструктур. Характерные особенности нанообъектов. Кристаллическая решетка и магические числа. Геометрическая структура. Химическая активность и пассивация наночастиц. Электронная структура. Размерность объекта и электроны проводимости. Ферми-газ и плотность состояний.
3. Квантово-размерные эффекты. Электронная структура, оптические свойства. Связь размеров с функциональностью.
4. Методы исследования веществ в нанокристаллическом состоянии: Дифракционные методы исследования. Дифракция на кристаллических решетках и в аморфных веществах. Размерные эффекты в дифракционных картинах наноструктур. Характеризация функциональных свойств наносистем дифракционными методами. Рентген-дифракционные методы определения размеров наночастиц.
5. Методы синтеза наноматериалов. Методы механического, физического, химического диспергирования. Классификация дисперсных систем. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх". Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз". Способы получения наноразмерных материалов. Методы получения наночастиц из паровой фазы: испарения-конденсации, высокочастотного индукционного нагрева, термолит. Механосинтез. Типы и характеристики измельчающих устройств. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Методы физического

диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннингование, использование твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений. Интенсивная пластическая деформация. Кручение под высоким давлением. Равноканальное угловое прессование. Способы консолидации наноразмерных порошков. Статическое прессование. Гидростатическое прессование. Газостатическое прессование. Динамическое прессование. Магнитно-импульсное прессование. Способы консолидации наноразмерных порошков. Ударно-волновое компактирование. Горячее прессование. Спекание. Вибрационное воздействие. Ультразвуковое воздействие. Импульсное термическое воздействие. Прокатка нанопорошков. Мундштучное формование. Нанокристаллизация аморфных сплавов.

6. Механические свойства наносистем. лекционное занятие : Типы собственных дефектов кристалла. Дефекты в наноструктурированных материалах, классификация по размерности. Структура межзеренных границ. Источники Франка-Рида. Формирование наноструктуры по механизму "сверху-вниз". Механические свойства наноматериалов. Закон Холла-Петча. Пластичность. Деформационное упрочнение. Механизм пластической деформации наноматериалов. Сверхпластичность. Упругие свойства. Внутреннее трение в субмикроструктурных структурах. Усталость субмикроструктурных материалов. Наноструктурные материалы для применений в медицине и технике. Наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности.

7. Процессы самосборки в наносистемах. лекционное занятие: Движущие силы организации наносистем. Принцип локального равновесия. Термодинамические уравнения движения. Принцип симметрии кинетических коэффициентов. Самоорганизация в открытых системах. Консервативная самоорганизация. Диссипативная самоорганизация. Управление параметрами самоорганизации. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ). Самоорганизация при эпитаксиальном росте. Получение квантовых точек самосборкой атомов. Механизмы аккомодации и ослабления напряжения. Получение квантовых точек Ge самосборкой атомов. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Ионный синтез квантовых проволок. Самоорганизованные квантовые точки, полученные методом ионного синтеза. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок. Изготовление нанотрубок самосворачиванием полупроводниковых гетерослоев. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей. Периодические квантовые твердо-тельные наноструктуры, сверхрешетки из квантовых точек.

8. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах: Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты для синтеза нанокompозитов. Мезопористые молекулярные сита. Пористый диоксид кремния. Темплатный синтез. Способы контроля размера пор. Использование пленок мезопористого SiO_2 для синтеза наноматериалов. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Синтез. Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокompозитов. Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые гидроксидные системы. Получение магнитных нанокompозитов на основе слоистых двойных гидроксидов.

9. Магнитные свойства наносистем: Доменная структура ферромагнитных материалов. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц. Суперпарамагнетизм. Энергия магнитной анизотропии. Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения.

Обменная анизотропия. Магнитостатические взаимодействия нанонитей. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства. Динамика наномагнитов.

10. Углеродные наноструктуры: Синтез и механизмы роста углеродных нанотрубок. Разделение ОСНТ. Интеркалированные нанотрубки. Применение углеродных нанотрубок. Структура фуллеренов. Легирование фуллеренов. Сверхпроводимость. Методы получения и разделения фуллеренов.

11. Физико-химические основы, технология и области применения методов вакуумно-термического испарения, ионно-плазменного распыления и термохимического осаждения ТПП. Практические способы формирования тонких и сверхтонких покрытий. Физико-химические основы, технология и области применения процессов термического окисления полупроводников. Практические методы получения защитных, сверхтолстых и подзатворных диэлектриков. Физико-химические основы, технология и области применения процессов анодного и ионно-плазменного окисления. Технология получения туннельно-тонких окисных пленок.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Елисеев А. А. Лукашин А. В. Функциональные наноматериалы. Москва: Физматлит, 2010. 452 с. ил., цв. ил., портр., табл. 25. 2. Суздаев И. П. Нанотехнология: физико-химия кластеров, наноструктур и наноматериалов. Москва: URSS КомКнига, 2006.- 589 с. ил. 3. Щука А. А. Сигов А. С. (Редактор). Нанозлектроника. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012. 342 стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=4357

1. Борисенко В. Е. Нанозлектроника/ В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальностям "Микро- и нанозлектронные технологии и системы" и "Квантовые информационные системы" - М.:БИНОМ, 2009. 223 с. ил. 23 2. Пул Ч. Нанотехнологии: учебное пособие для студ., обуч. по напр. подготовки "Нанотехнологии", 2-е изд., доп / Ч. Пул, Ф. Оуэнс - М.:Техносфера, 2006. 334 с. ил.

6.ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.

1. Элементная база оптоэлектроники. История создания и развития квантовой электроники.
2. Энергетические состояния атомов, молекул и твердых тел. Взаимодействие электромагнитного излучения с атомными системами и твердыми телами.
3. Оптические переходы, структура спектров. Ширина, форма и уширение спектральных линий. Вероятность перехода. Спонтанные и вынужденные переходы, форма и ширина спектральных линий.
4. Усиление и генерация оптического излучения, методы создания инверсии.
5. Резонаторы оптического диапазона. Активные среды лазеров. Общие особенности и характеристики лазерного излучения.
6. Твердотельные лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.
7. Газовые лазеры, устройство и принципы работы. Области применения газовых лазеров.
8. Атомные, ионные, молекулярные газовые лазеры.
9. Лазеры на самоограниченных переходах, эксимерные лазеры.

10. Фотоэлектрические явления и излучательная рекомбинация в полупроводниках. Полупроводниковые лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.
11. Жидкостные лазеры, типы, особенности устройства, основные характеристики, области применения.
12. Элементы оптоэлектронных устройств. Источники излучения, полупроводниковые лазеры, светоизлучающие диоды.
13. Фотоприемники, фотодиоды, фототранзисторы.
14. Компоненты оптических схем и световоды. Волоконно-оптические линии связи. Модуляторы, дефлекторы и преобразователи электрических сигналов.
15. Оптические методы обработки информации. Оптические характеристики твердых тел.
16. Механизмы оптического поглощения, влияние внешних воздействий на свойства твердых тел.
17. Отображение информации. Оптоэлектронные датчики и преобразователи. Оптические запоминающие устройства.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Светцов В.И.. Оптическая и квантовая электроника. – Минск, 2000. – 112 с., изд. ИГХТУ. 2002. – 112 с.
2. Холодков И.В., Ефремов А.М., Светцов В.И.. Твердотельная электроника. – Иваново, изд. ИГХТУ, 2004. – 196 с.
3. Светцов В.И., Холодков И.В. Физическая электроника и электронные приборы. – Иваново, изд. ИГХТУ, 2008.– 494 с.
4. Денискин Ю.Д. и др. Сборник вопросов по курсу "Электронные приборы": Учеб. пособие для вузов/ Денискин Ю.Д., Жигарев А.А., Некрасова И.Ф. – М.: Энергия, 1972. – 296 с.

ВОПРОСЫ ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ (МЭТ)

1. Определение, основные стадии и классификация технологического процесса (режима) получения материалов ЭТ.
2. Основные стадии химического процесса в технологии материалов ЭТ.
3. Дайте определение лимитирующей стадии процесса. Как определить лимитирующую стадию гетерогенного процесса?
8. Как увеличить скорость процесса, протекающего в диффузионной и в кинетической области?
9. Дайте определение нормального и активного состояния твердофазных реагентов. Какими способами можно активировать твердофазные реагенты?
10. Дробление, размол, степень измельчения твердых тел. За счет каких факторов удается увеличить скорость процесса при измельчении?
11. Назовите способы измельчения твердых тел. Какое оборудование применяется для грубого измельчения, какое – для мелкого?
12. С какой целью проводят грохочение? приведите различные схемы измельчения.
13. Приведите классификацию процессов разделения и очистки. Дайте определение чистого вещества.

14. На чем основаны очистка и разделение веществ с помощью адсорбции? Что является количественной характеристикой адсорбции?
15. Назовите вещества, используемые в качестве сорбентов. Дайте определение ионного обмена. Чем ионный обмен отличается от адсорбции? . Приведите примеры реакций ионного обмена.
16. Изобразите схематическое изображение ионита. Механизм ионного обмена. Изобразите изотерму ионного обмена для реакции $Ств^+ + D^+ \leftrightarrow Дтв^+ + С^+$, если ионит предпочтительнее поглощает ионы D^+ .
17. Что такое коэффициент разделения в ионном обмене? Какаие значения он может принимать? Б
18. Какой раствор (рабочий или после промывки) является ценным при использовании ионита для выделения ценного элемента, сорбируемого ионитом, из большой массы слабого раствора: - очистки раствора от примесей; - разделения двух элементов, один из которых сорбируется, а другой остается в растворе.
19. Что лежит в основе хроматографического способа разделения веществ? Приведите и прокомментируйте схемы основных методов жидкостно – адсорбционной хроматографии?
20. Для каких веществ можно использовать очистку сублимацией и дистилляцией? Дайте определение этих процессов.
21. Изобразите зависимость давления насыщенного пара над раствором от его состава для идеальных и неидеальных растворов. Приведите соответствующие аналитические выражения.
22. Изобразите возможные зависимости температуры кипения раствора от его состава.
23. Покажите, каким образом можно разделить двухкомпонентный раствор на отдельные компоненты.
24. Что такое коэффициент распределения и коэффициент разделения для процессов дистилляции?
25. Какие факторы влияют на эффективность процесса очистки и разделения методом дистилляции?
26. Каким образом остаточные газы влияют на процессы разделения и очистки при дистилляции?
27. Чем ректификация отличается от дистилляции?
28. Дайте определение химических транспортных реакций (ХТР). Для очистки каких веществ рекомендуется применять ХТР? Приведите пример ХТР и поясните, как происходит очистка компонента.
29. Назовите основные типы ХТР и приведите реакции. Изобразите и прокомментируйте основные схемы осуществления процессов очистки веществ с помощью ХТР. Перечислите основные недостатки метода очистки веществ с помощью ХТР.
30. Опишите гомогенный и гетерогенный механизмы образования центров кристаллизации.
31. Назовите основные методы получения монокристаллов из твердой фазы. Достоинства и недостатки метода.
32. Опишите получение монокристаллов методом нормальной направленной кристаллизации.
33. Какие требования предъявляются к материалу тигля в методе нормальной направленной кристаллизации. Какие материалы используются?

34. Опишите выращивание монокристаллов методом нормальной направленной кристаллизации? Изобразите схему и перечислите основные этапы получения монокристаллов методом вытягивания из расплава? Преимущества методов вытягивания из расплава по сравнению с методом нормальной направленной кристаллизации.
35. Особенности выращивания монокристаллов разлагающихся полупроводниковых и диэлектрических соединений методом вытягивания из расплава. Влияние тепловых условий на различные факторы при выращивании монокристаллов методом вытягивания из расплава.
36. Изобразите схему и опишите получение монокристаллов методом зонной плавки. Преимущества метода плавающей зоны. Способы удержания расплавленной зоны. Для каких материалов рекомендуется использовать метод?
37. Опишите метод выращивания монокристаллов с пьедестала. Достоинства и недостатки метода.
38. Метод Вернейля.
39. Преимущества метода выращивания кристаллов из раствора. Требования к растворителю при выращивании монокристаллов из растворов. Область применения метода.
40. Почему скорость выращивания кристаллов из растворов на 2-3 порядка меньше, чем при выращивании из расплавов? С какой целью в растворы при получении монокристаллов добавляют минерализаторы?
41. Перечислите способы создания пересыщения при выращивании монокристаллов из растворов.
42. Назовите основные группы методов получения монокристаллов из газовой фазы.
43. Изобразите и прокомментируйте основные схемы получения монокристаллов из газовой фазы.
44. Изобразите схему и укажите основные узлы установки по выращиванию монокристаллов методом Чохральского.
45. Перечислите параметры технологического процесса, влияющие на качество кристалла при выращивании из расплава.
46. Перечислите параметры системы кристалл - расплав, влияющие на качество кристалла при выращивании из расплава.
47. Назовите основные способы контроля параметров системы кристалл – расплав при выращивании кристаллов из расплава.
48. Сформулируйте основные допущения при математическом описании распределения примеси в полупроводнике.
49. Напишите выражение и изобразите графически распределение концентрации примеси по длине кристалла при нормальной направленной кристаллизации.
50. Напишите выражение и изобразите графически распределение концентрации примеси по длине кристалла при зонной плавке.
51. Назовите причины неоднородного распределения примеси в растущем кристалле.
52. Назовите сегрегационные методы выравнивания состава кристаллов.
53. Какая часть кристалла характеризуется равномерным распределением примеси при выращивании методом нормальной направленной кристаллизации и методом зонной плавки?
54. Механическая подпитка расплава твердой фазой.
55. Механическая подпитка расплава жидкой фазой.

56. Механическая подпитка расплава газовой фазой.
57. Перечислите важнейшие факторы, влияющие на локальную неоднородность состава кристалла.
58. Каким образом гидродинамические потоки в расплаве влияют на толщину диффузионного слоя и локальную неоднородность состава кристалла? Какие условия обеспечат максимальную однородность кристалла?
59. Приведите классификацию стекол и примеры представителей различных групп.
60. В чем состоит отличие стеклообразного состояния твердого тела от кристаллического?
61. Какое состояние энергетически более выгодно – стеклообразное или кристаллическое? Почему при нормальных условиях не происходит переход из стеклообразного состояния в кристаллическое?
62. В чем отличие строения стекла от строения кристалла? Покажите, каким образом строение стекла влияет на его свойства.
63. Роль стеклообразователя и модификатора как компонентов стекла. Примеры этих соединений.
64. Изобразите графическую зависимость вязкости стекла от температуры. Объясните понятия «длинное» и «короткое» стекло.
65. Покажите как состав стекол и газовая среда в процессе варки влияют на поверхностное натяжение стекла.
66. Какие компоненты входят в состав шихты для изготовления стекла? Приготовление шихты.
67. Назовите основные способы и этапы варки силикатных стекол. Кратко охарактеризуйте каждый из них.
68. Состав шихты при изготовлении керамических изделий. Назначение основных компонентов.
69. Технологическая схема изготовления керамики. Основные методы формообразования керамических изделий.
70. Технология ситаллов.
71. Определение люминесценции. Классификация люминофоров.
72. Механизм излучения люминофора.
73. Основные этапы синтеза люминофора.
74. Влияние параметров процесса на свойства получаемого люминофора.

2. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВАКУУМНАЯ И ПЛАЗМЕНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.

1. Как определить, нужно ли учитывать волновые свойства электронов в конкретной ситуации. Покажите ход решения такой задачи.
2. Как выбрать металл, с которого можно получить максимальный ток термоэлектронной эмиссии. Покажите ход решения такой задачи.
3. Почему и при каких условиях адсорбция электроположительных атомов на поверхности металла приводит к уменьшению работы выхода.
4. Укажите достоинства и недостатки вольфрамового термокатада.
5. В чем особенности термоэлектронной эмиссии с поверхности полупроводников.
6. Сформулируйте пути обеспечения необходимой долговечности пленочных термокатодов. Ответ проиллюстрируйте примерами.
7. Нарисуйте зонную структуру оксидного катода и опишите физику его работы.

8. Почему металлы не используются на практике в качестве фотоэлектронных эмиттеров.
9. Нарисуйте зонную структуру сурьмяно-цезиевого фотокатода и опишите физику его работы.
10. Сформулируйте основные закономерности вторичной электронной эмиссии.
11. Нарисуйте схему и опишите физику работы фотоэлектронных умножителей.
12. В чем суть эффекта, лежащего в основе автоэлектронной эмиссии. Ответ проиллюстрируйте рисунком.
13. На каких объектах и при каких условиях можно получить эффективно работающий матричный автоэлектронный эмиттер.
14. Как образуется объемный заряд и каковы особенности движения электронов в режиме объемного заряда. Ответ проиллюстрируйте графиками распределения потенциала в междуэлектродном пространстве.
15. Нарисуйте ВАХ вакуумного диода и опишите ее.
16. Рассмотрите принцип усиления электромагнитных колебаний в вакуумном триоде. Ответ проиллюстрируйте графиком анодно-сеточной характеристики вакуумного триода.
17. Какую роль играет экранирующая сетка в вакуумном тетроде и как она влияет на параметры прибора.
18. В чем суть динаatronного эффекта и как его можно устранить. Ответ проиллюстрируйте графиком распределения потенциала в лучевом тетроде.
19. Какова роль защитной сетки в пентоде и как ее наличие влияет на параметры прибора. Ответ проиллюстрируйте графиком распределения потенциала в пентоде.
20. В чем заключается сходство и каковы различия электронной и геометрической оптик.
21. Рассмотрите особенности фокусирующего действия диафрагмы.
22. Нарисуйте схему и опишите работу иммерсионной линзы.
23. Нарисуйте схему и опишите работу одиночной линзы.
24. Нарисуйте схему и опишите работу катодной линзы.
25. Какие функции выполняет модулятор в катодной линзе. Ответ проиллюстрируйте графиком модуляционной характеристики.
26. Нарисуйте схему и опишите работу длинной магнитной линзы.
27. Каковы особенности фокусировки электронов в длинной магнитной линзе и где она применяется.
28. Каковы особенности фокусировки электронов в короткой магнитной линзе и где она применяется.
29. Какие требования предъявляются к электронному пучку в электроннолучевых приборах.
30. Почему с помощью одной линзы нельзя обеспечить требуемое для приборов качество электронного пучка.
31. Нарисуйте схему и рассмотрите принцип работы тетродной электронно-оптической системы.
32. Сравните свойства и параметры электростатических и магнитных линз.
33. Нарисуйте схему и опишите работу электростатической системы отклонения электронных пучков.
34. Сформулируйте основные особенности электростатического отклонения электронных пучков и укажите области их применения.
35. Нарисуйте схему и опишите работу системы магнитного отклонения электронных пучков.

36. Сформулируйте основные особенности магнитного отклонения электронных пучков и укажите области их применения.
37. Сравните свойства и параметры электростатических и магнитных отклоняющих систем.
38. Каковы принципы работы осциллографических электронно-лучевых трубок.
39. Кратко опишите принципы работы черно-белых кинескопов.
40. Кратко опишите принципы работы цветных кинескопов.
41. Укажите типы цветоделительных масок и особенности их работы.
42. Укажите основные элементы передающей электронно-лучевой трубки и их назначение.
43. Укажите основные элементы электронно-оптического преобразователя и их назначение.
44. Рассмотрите области применения электронно-оптических преобразователей.
45. Почему обычные электровакуумные приборы не могут работать в диапазоне сверхвысоких частот.
46. Нарисуйте схему и опишите работу двухрезонаторного клистрона.
47. Нарисуйте схему и опишите работу однорезонаторного клистрона.
48. Как работает замедляющая система в СВЧ приборах.
49. Нарисуйте схему и опишите работу ламп бегущей и обратной волны.
50. Рассмотрите физические основы работы магнетронов в статическом режиме.
51. Проанализируйте траектории движения электронов в ускоряющем и замедляющем СВЧ полях.
52. Какие параметры имеет многорезонаторный магнетрон и где он используется.
53. Назовите типы столкновений электронов с атомами и молекулами газа, укажите их количественные характеристики.
54. Что такое сечение столкновений и как оно связано с коэффициентом скорости двухчастичного процесса.
55. Что такое таунсендовский коэффициент и как он связан с коэффициентом скорости двухчастичного процесса.
56. Нарисуйте функцию возбуждения атомов или молекул при электронном ударе и объясните ее ход.
57. Каковы особенности спонтанного и резонансного излучения.
58. Что такое метастабильное состояние, чем определяется время его жизни.
59. Нарисуйте функцию ионизации атомов или молекул при электронном ударе и объясните ее ход.
60. Приведите примеры ступенчатой ионизации и укажите условия ее возникновения.
61. Рассмотрите процесс диссоциации молекул при возбуждении электронных состояний при электронном ударе.
62. Приведите примеры процессов образования отрицательных ионов при электронном ударе и укажите условия их протекания.
61. Рассмотрите на конкретных примерах процесс диссоциативного прилипания электронов к молекулам.
62. Рассмотрите процесс электрон-ионной рекомбинации, запишите его кинетическое уравнение.
63. Рассмотрите процесс ион-ионной рекомбинации, запишите его кинетическое уравнение.

64. Каковы основные механизмы рекомбинации нейтральных частиц в условиях разряда.
65. Приведите примеры ионно-молекулярных реакций и сформулируйте условия их протекания.
66. Сформулируйте особенности диффузии заряженных частиц в условиях разряда.
67. Что такое несамостоятельный разряд и как он возникает? Укажите, от каких факторов зависит ток в несамостоятельном разряде. Сформулируйте условие перехода разряда из несамостоятельного в самостоятельный.
68. Нарисуйте кривую Пашена и объясните ее ход.
69. Перечислите типы самостоятельных разрядов и укажите условия возникновения каждого из них.
70. Сформулируйте условия возникновения искрового разряда и дайте его феноменологическое описание.
71. Почему искровой разряд имеет прерывистый характер и сопровождается характерными звуковыми эффектами. Укажите области применения искрового разряда в технике и технологии.
72. Сформулируйте условия возникновения дугового разряда и дайте его феноменологическое описание. Укажите области применения дугового разряда в технике и технологии.
73. Сформулируйте условия возникновения тлеющего разряда и дайте его краткое феноменологическое описание. Укажите особенности катодных областей тлеющего разряда.
74. Чем характеризуется нормальный тлеющий разряд и при каких условиях он существует. Укажите применения катодных областей тлеющего разряда в технике и технологии.
75. Сформулируйте условия возникновения коронного разряда и дайте его феноменологическое описание. Укажите области применения коронного разряда в технике и технологии.
76. Высокочастотные и сверхвысокочастотные разряды и их применение.
77. Сформулируйте понятия плазмы и ее разновидностей (высокотемпературная, низкотемпературная, изотермическая, неизотермическая).
78. Назовите основные параметры плазмы и укажите, что они характеризуют.
79. Рассмотрите методы экспериментального определения концентраций частиц плазмы.
80. Нарисуйте схему и рассмотрите возможности и ограничения зондового метода исследования плазмы.
81. Рассмотрите возможности и ограничения спектральных методов исследования плазмы.
82. Рассмотрите возможности и ограничения СВЧ метода исследования плазмы.
83. Нарисуйте типичную функцию распределения электронов по энергиям и обсудите ее.
84. Напишите уравнения, описывающие дрейфовое движение заряженных частиц в плазме и обсудите их. Рассмотрите связь параметров дрейфового и хаотического движения электронов в плазме.
85. Укажите основные исходные предпосылки и ограничения диффузионной теории плазмы.
86. Укажите основные исходные предпосылки и ограничения теории плазмы высокого давления и низкого давления.
87. Назовите основные виды газоразрядных источников света и укажите их достоинства и недостатки.

88. Почему в ряде газоразрядных источников света используется ртуть. Ответ обоснуйте.
89. Сформулируйте основные принципы использования газового разряда в системах отображения информации.
90. Каковы принципы работы газоразрядных индикаторных панелей.

3. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «НАНОЭЛЕКТРОНИКА»

1. Методы нанесения тонких пленок.
2. Процессы литографии. Маски. Совмещение и самосовмещение.
3. Методы нанесения металлических пленок.
4. Процессы легирования. Диффузия и механизмы диффузии в полупроводниках.
5. Процессы травления в нанотехнологии.
6. Ограничение движения электронов при нанoeлектронных размерах.
7. Современная тенденция миниатюризации элементов интегральных схем.
8. Квантование энергии в потенциальных ямах.
9. Движение электрона над потенциальной ямой.
10. Интерференционные явления в наноструктурах.
11. Возникновение области пространственного заряда (ОПЗ) в инверсионных слоях кремния.
12. Влияние магнитного поля на квантование энергии.
13. Эффект Аронова-Бома.
14. Гигантское магнетосопротивление в наноструктурах.
15. Квантовый эффект Холла.
16. Дробный квантовый эффект Холла.
17. Кулоновская блокада.
18. Спинотроника. Приборные структуры спинтроники.
19. Практическая реализация одноэлектронных приборов.
20. Квантование энергии электронов в инверсионном слое кремния.
21. Туннелирование через двухбарьерную структуру с квантовой ямой.
22. Одноэлектронные приборные структуры.
23. Спиновая ячейка памяти.
24. Баллистическое движение носителей заряда в наноструктурах.
25. Молекулярно-лучевая эпитаксия в нанотехнологии.
26. Электронно-лучевая и рентгеновская литографии.
27. Квантовые точки и линии. Условие их возникновения.
28. Методы исследования структур нанoeлектроники.
29. Атомно-силовая микроскопия. Сканирующая туннельная микроскопия.
30. Наноструктуры с квантовым ограничением за счет приложенного внешнего электрического поля: структуры металл-диэлектрик-полупроводник (МДП-структуры); понятие о двумерном электронном газе; структуры с расщепленным затвором.
31. Наноструктуры с квантовым ограничением за счет внутреннего (встроенного) электрического поля: модуляционно-легированные структуры; дельта-легированные и $n-i-p-i$ структуры; квантовые ямы, периодические квантовые ямы.
32. НЕМТ-транзисторы, их назначение и работа.
33. Сверхрешетки в нанoeлектронике.
34. Структуры МДП.

35. Структуры транзисторов МДП и с расщепленным затвором.
36. Транзисторы КНИ. Транзисторы с двойным затвором.
37. Полевые транзисторы. НЕМТ-транзисторы. Резонансно - туннельные транзисторы.

Вопросы выносимые на экзамен по дисциплине

4.ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОЭЛЕКТРОНИКА

1. Этапы развития электроники.
2. Отличия полупроводников от диэлектриков и проводников. Их энергетическая диаграмма для отдельного атома и для объема вещества.
3. Собственные и примесные полупроводники.
4. Явления генерации и рекомбинации носителей заряда в собственных полупроводниках и в примесных полупроводниках.
5. Статистика Ферми-Дирака в собственных полупроводниках и в примесных полупроводниках.
6. Влияние температуры на состояние полупроводников.
7. Полупроводник в электрическом поле.
8. Явления в системе металл-диэлектрик-полупроводник.
9. Электрические переходы и их виды.
10. Электронно-дырочный переход, его виды.
11. Технологии получения электронно-дырочных переходов.
12. Электронно-дырочный переход в равновесном состоянии. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, возникновение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостные свойства перехода, диффузионные и дрейфовые составляющие тока через переход (для несимметричного перехода).
13. Электронно-дырочный переход при прямом смещении. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, изменение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостных свойств перехода, явление инжекции носителей заряда (для несимметричного перехода).
14. Электронно-дырочный переход при обратном смещении. Энергетическая диаграмма, распределение концентраций примесей и носителей заряда, изменение внутреннего электрического поля и запирающего слоя, емкостных свойств перехода, явление экстракции носителей заряда (для несимметричного перехода).
15. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) электронно-дырочного перехода, ее зависимость от изменения температуры, материала исходного полупроводника и площади перехода.
16. Характеристические сопротивления диода и его нагрузочный режим работы.
17. ВАХ реального диода, ее линейная аппроксимация и схемы замещения диода при прямом смещении.
18. ВАХ реального диода, ее линейная аппроксимация и схемы замещения диода при обратном смещении.
19. Пробой электронно-дырочного перехода, его разновидности и особенности лавинного пробоя.
20. Пробой электронно-дырочного перехода, его разновидности и особенности теплового пробоя.
21. Тепловые параметры полупроводниковых приборов и методика расчета температуры перехода для единичного импульса мощности.

22. Расчет температуры прибора графоаналитическим методом.
23. Высокочастотные диоды
24. Импульсные диоды. Работа диодного ключа.
25. Туннельный пробой. Туннельный и обращенный диоды.
26. Стабилитроны и стабилитроны.
27. Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия транзистора, как усилительного прибора.
28. Параметры транзисторной структуры
29. Режимы работы биполярного транзистора и схемы его включения.
30. Семейства ВАХ транзистора в схеме с общим эмиттером (ОЭ) и особенности схемы с ОЭ.
31. Семейства ВАХ транзистора в схеме с общей базой (ОБ) и особенности схемы с ОБ.
32. Т-образные эл. схемы замещения биполярного транзистора для постоянных составляющих сигнала.
33. Т-образные эл. схемы замещения биполярного транзистора для переменных составляющих сигнала.
34. П-образная гибридная эквивалентная электрическая схема замещения биполярного транзистора.
35. Малосигнальные параметры, их виды и особенности.
36. Системы h - и H -параметров
37. Системы Y - и y -параметров.
38. Системы Z - и z -параметров.
39. Импульсные биполярные транзисторы.
40. Методы улучшения частотных и импульсных свойств биполярных транзисторов. Дрейфовые транзисторы.
41. Полевые транзисторы с управляющим р-п-переходом, устройство, семейства ВАХ, схемы замещения.
42. Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом, ВАХ, схемы замещения.
43. Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом, ВАХ, схемы замещения.
44. Динисторы и принцип их работы.
45. Тринисторы, их принцип действия и семейства ВАХ.
46. Симисторы, их принцип действия и основные особенности.
47. Симисторы, их принцип действия и основные особенности.
48. Критическая скорость нарастания прямого тока тиристора. Эффект di/dt .
49. Критическая скорость нарастания прямого напряжения на тиристоре. Эффект du/dt .
50. Тиристор-диод, его устройство, принцип работы и основные особенности.
51. Параллельное включение полупроводниковых приборов.
52. Последовательное включение полупроводниковых приборов.
53. Понятие транзисторного ключа. Использование МОП-транзисторов для создания логических элементов. КМОП инвертор.
54. Принцип действия логических элементов с логикой на входе. Общая структура логических элементов ТТЛ, ДТЛ и инжекционной логики.
56. Особенности структуры n - p - n БП транзисторов ИМС с изоляцией на основе p - r перехода. Влияние общей подложки на работу биполярных транзисторов ИМС.

57. Диэлектрическая изоляция элементов биполярных ИМС. ИМС с комбинированной изоляцией.
58. Интегральные транзисторы типа *p-n-p*. Основные параметры и особенности структуры.
59. Многоэмиттерные транзисторы ИМС. Принцип действия. ИМС повышенной степени интеграции. Многоколлекторные транзисторы.
60. Работа транзистора в ключевом режиме. Прохождение прямоугольных импульсов через каскад на основе биполярного транзистора.
61. Применение полевых транзисторов в микроэлектронике. Варианты конструкции МДП-транзисторов ИМС.
62. Использование выпрямляющего контакта металл-полупроводник для увеличения быстродействия биполярных транзисторов Транзисторы с диодом Шоттки.
63. Диодные структуры в микроэлектронике. Сравнительная характеристика.
64. Влияние подложки ИМС на параметры и характеристики интегральных диодов и стабилитронов.
65. Конструктивные особенности активных элементов полупроводниковых микросхем на основе полевых транзисторов. КМОП структуры.
66. Сущность эффектов короткого канала в МДП структурах. Механизм влияния короткоканальных эффектов на пороговое напряжение транзисторов.
67. ВАХ характеристики МДП транзисторов с коротким и длинным каналом. Сравнительный анализ.
68. Основные проблемы миниатюризации МДП транзисторов. Выбор материала подзатворного диэлектрика.
69. Конструктивные особенности субмикронных транзисторов LDD структуры и их влияние на эффекты короткого канала.
70. Современные МДП транзисторы на основе технологии «напряженного» кремния. Принцип действия. Критерии выбора материала для формирования области канала таких транзисторов.
71. Структура современных МДП транзисторов, выполненных на основе технологии «кремний на изоляторе». Перспективы дальнейшего уменьшения размеров МДП транзисторов.
72. Резистивные элементы полупроводниковых ИМС. Пленочные и диффузионные резисторы.
73. Конденсаторы и индуктивные элементы в микроэлектронике.
74. Приборы с зарядовой связью, сфера применения и принцип действия.
75. Физические ограничения в микроэлектронике. Электромиграция в ИМС. Влияние межэлементных соединений на работу ИМС. Понятие задержки импульса.
76. Сравнительная характеристика подложек на основе кремния и арсенида галлия. Структура полевых транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник.
77. Принцип действия транзисторов с управляющим переходом металл-полупроводник. Анализ стоковых и сток-затворных характеристик.
78. Гетероструктуры на основе арсенида галлия. Явления сверхинжекции в гетеропереходах.
79. Понятие двумерного электронного газа. Перспективы использования нитрида галлия для формирования гетероструктур.
80. Возможности биполярной технологии в СВЧ диапазоне. Гетеропереходные биполярные транзисторы.

81. Использование гетероперехода при создании полевых приборов. НЕМТ транзистор на основе арсенида галлия.
82. Отличительные особенности структур псевдоморфных и метаморфных НЕМТ транзисторов.
83. Применение пьезоэффекта в радиоэлектронике. Принцип действия основных приборов пьезоэлектроники.
84. Акустоэлектрический эффект. Приборы на основе поверхностно-акустических волн. Акустоэлектрические усилители.
85. Элементы функциональной электроники на основе сверхпроводящих материалов. Стационарный и нестационарный эффекты Джозефсона.
86. Радиоэлектронные приборы на основе оптических и магнитоэлектрических эффектов в твердых телах.

ВОПРОСЫ ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОТЕХНОЛОГИЙ

1. Нанотехнология. Наночастицы. Наноструктуры. Классификация наноструктур. Нульмерные наноструктуры. Одномерные наноструктуры.
2. Самоорганизация в открытых системах
3. Двумерные наноструктуры. Нанокристаллические материалы.
4. Диссипативная самоорганизация. Механизмы возникновения, пороговый характер
5. Тубулярные наноструктуры. Углеродные нанотрубки Структура углеродных нанотрубок .
6. Теорема Глансдорфа-Пригожина Управление параметрами самоорганизации.
7. Механизмы роста нанотрубок . Синтез углеродных нанотрубок
8. Самособранные монослои и мультислои.
9. Формирование наноматериалов по механизму "снизу-вверх" Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз"
10. Самоорганизованные коллоидные структуры.
11. Характерные особенности нанообъектов. Кристаллическая решетка и магические числа. Геометрическая структура. Химическая активность и пассивация наночастиц.
12. Двумерные наноструктуры. Методы получения тонких пленок. Осаждение пленок из газовой фазы.
13. Электронная структура. Оптические свойства полупроводниковых наночастиц.
14. Механизмы роста пленок.
15. Характерные особенности нанообъектов. Размерные эффекты и особенности наноструктур. Размерность объекта и электроны проводимости. Ферми-газ и плотность состояний. Свойства, зависящие от плотности состояний.
16. Физические методы осаждения пленок. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ)
17. Применение наноматериалов.
18. Импульсное лазерное осаждение (ИЛО pulsed laser deposition PLD sputtering)
19. Методы химического осаждения пленок Химическое осаждение из газовой фазы. Прекурсоры
20. Распылительное осаждение.
21. Рентген-дифракционные методы определения размеров наночастиц. Метод Шеррера, метод Вильямсона-Холла и метод Уоррена-Авербаха

22. Послойное осаждение пленок. Химическое осаждение из растворов . Золь-гель метод.
23. Мезопористые молекулярные сита. Пористый диоксид кремния. Темплатный синтез. Способы контроля размера пор. Использование пленок мезопористого SiO_2 для синтеза наноматериалов.
24. Синтез наночастиц в упорядоченных матрицах. Наночастицы в нульмерных нанореакторах. Цеолиты для синтеза нанокompозитов.
25. Изготовление нанотрубок самосворачиванием полупроводниковых гетерослоев.
26. Мезопористые алюмосиликаты для синтеза наноматериалов. Пористый оксид алюминия. Синтез. Использование пористого оксида алюминия для синтеза нанокompозитов.
27. Классификация методов синтеза наноматериалов. Методы механического диспергирования. Механосинтез. Типы и характеристики измельчающих устройств.
28. Наночастицы в двумерных нанореакторах. Слоистые гидроксидные системы. Получение магнитных нанокompозитов на основе слоистых двойных гидроксидов.
29. Получение наноматериалов механическим воздействием различных сред. Методы физического диспергирования: распыления струи расплава жидкостью или газом, способы двойного и центробежного распыления, спиннингование, использование твердофазных превращений, облучения сплавов высокоэнергетическими частицами, способ циклических превращений
30. Формирование полупроводниковых и металлических нановолокон и спиралей.
31. Деформация кручением под высоким давлением. Деформация прессованием.
32. Формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Ионный синтез квантовых CoSi_2 проволок. Самоорганизованные квантовые точки SiGe .
33. Способы консолидации наноразмерных порошков. Статическое прессование. Гидростатическое прессование. Газостатическое прессование. Динамическое прессование. Магнито-импульсное прессование.
34. Сборка наноструктур под влиянием механического напряжения. Напряженные полупроводниковые гетероструктуры и приготовление из них нанотрубок.
35. Способы консолидации наноразмерных порошков. Ударно-волновое компактирование. Горячее прессование. Спекание. Вибрационное воздействие. Ультразвуковое воздействие. Импульсное термическое воздействие. Прокатка нанопорошков. Мундштучное формование.
36. Периодические квантовые твердотельные наноструктуры, сверхрешетки из квантовых точек.
37. Нанокристаллизация аморфных сплавов.
38. Термодинамические уравнения движения. Принцип симметрии кинетических коэффициентов или соотношения взаимности Онсагера.
39. Механические свойства наносистем. Типы собственных дефектов кристалла. Дефекты в наноструктурированных материалах. Источники Франка-Рида.
40. Магнитные свойства наносистем. Доменная структура ферромагнитных материалов. Зависимость коэрцитивной силы от размера частиц.
41. Формирование наноматериалов по механизму "сверху-вниз" Формирование наноструктуры (механизм).
42. Суперпарамагнетизм.
43. Механические свойства наноматериалов. Закон Холла-Петча. Пластичность. Деформационное упрочнение. Механизм пластической деформации наноматериалов.

44. Энергия магнитной анизотропии. Анизотропия формы. Анизотропия механического напряжения. Обменная анизотропия.
45. Сверхпластичность. Упругие свойства. Внутреннее трение в субмикрорекристаллических структурах. Усталость субмикрорекристаллических материалов.
46. Перемагничивание однодоменных частиц. Магнитостатические взаимодействия нанонитей.
47. Наноструктурные материалы для применений в медицине и технике. Наноструктурные материалы с эффектами памяти формы и сверхпластичности.
48. Пучковые и другие методы нанолитографии. Рентгеновская, электронная, ионная.
49. Классификация дисперсных систем по агрегатному состоянию фаз
50. Термодинамическое описание неравновесной системы. Принцип локального равновесия.
51. Методы получения наночастиц из паровой фазы: испарения-конденсации, высокочастотного индукционного нагрева, термолиз.
52. Влияние наноструктурирования объемного материала на магнитные свойства
Динамика наноманитов.
53. Коллоидные нанореакторы. Мицеллы. Типы мицеллярных систем. Амфифильность.
Структура мицелл.
54. Наноструктурированные многослойные материалы с ГМС.
55. Химический синтез наночастиц. Методы синтеза наночастиц с использованием мицелл. Морфология наноструктур.
56. Движущие силы организации наносистем. Элементы равновесной термодинамики.
57. Синтез в микроэмульсиях. Стадии. Миниэмульсии.
58. Квантовая интерференция в низкоразмерных структурах. Магнитный эффект Ааронова-Бома.
59. Синтез в полимеризованных мицеллярных структурах. Блок-сополимеры 60. Эффект Холла классический и квантовый.
61. Синтез наноструктур в пленках Ленгмюра-Блоджетт и в адсорбционных слоях.
62. Спин-зависимый транспорт носителей заряда.
63. Методы восстановления и разложения в растворах.
64. Спин-зависимое туннелирование. Туннельное магнитосопротивление.
65. Метод восстановления с использованием импульсного лазера. Метод разложения.
Метод импульсного радиолиза в растворах.
66. Управление спинами носителей заряда в полупроводниках
67. Методы разделения наночастиц по размеру: седиментации, электрофореза, размерно-селективного осаждения, молекулярных сит.
68. Эффект Кондо в квантовых точках
69. Процессы самосборки в наносистемах: блок-сополимеры, пространственное ограничение, использование градиентных полей. Примеры самосборки. Сверхкластеры.
70. Спинтронные приборы. Считывающая головка на основе гигантского магнитного сопровлжения ГМС.
71. Консервативная самоорганизация.
72. Спин-вентильный транзистор.
73. Энергонезависимая память на основе гигантского магнитосопротивления 74. Зондовые методы нанолитографии: силовая, токовая, автоэмиссионная, с использованием резиста.
75. Деформационное упрочнение. Механизм пластической деформации наноматериалов.

76. Локальное анодное окисление зондом АСМ.
77. Литография наносферами. Нанопечатная литография (НПЛ). Литографически индуцированная самосборка.
78. Физические методы получения наноразмерных металлических, полупроводниковых и диэлектрических слоев.
79. Ионно-плазменные методы в нанотехнологиях.

ВОПРОСЫ ВЫНОСИМЫЕ НА ЭКЗАМЕН ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОПТИЧЕСКАЯ И КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

1. Оптическое излучение. Шкала электромагнитных волн.
2. Представление оптического излучения в виде световых лучей. Принцип Ферма.
3. Представление оптического излучения в виде электромагнитных волн (ЭМВ). Система уравнений Максвелла, физический смысл уравнений.
4. Основные свойства и характеристики ЭМВ.
5. Плоская монохроматическая ЭМВ
6. Поляризация ЭМВ. Спектральная плотность излучения ЭМВ.
7. Представление оптического излучения в виде фотонов. Основные свойства фотона. Фотонный коллектив.
8. Законы сохранения энергии и импульса. Условие классичности.
9. Взаимодействие оптического излучения с квантовыми системами. Квантовый переход. Правило частот Бора. Спонтанные и вынужденные квантовые переходы.
10. Вероятность квантовых переходов. Коэффициенты Эйнштейна.
11. Уширение спектральных линий. Форм-фактор и добротность спектральной линии.
12. Естественное уширение спектральных линий.
13. Доплеровское уширение спектральных линий.
14. Уширение спектральных линий вследствие столкновений.
15. Уширение спектральных линий за счёт влияния внутренних и внешних электрических и магнитных полей.
16. Рассеяние света. Рэлеевское и комптоновское рассеяние.
17. Комбинационное рассеяние света.
18. Принцип работы квантовых усилителей и генераторов. Прохождение плоской монохроматической ЭМВ через оптическую среду. Условия поглощения, просветления и усиления в оптической среде.
19. Понятие инверсии населённостей. Закон Бугера-Ламберта, показатель поглощения, его влияние на свойства оптической среды. Степень инверсии (инверсная перенаселённость).
20. Общая схема и принцип работы квантового усилителя. Понятие «отрицательной температуры».
21. Общая схема и принцип работы квантового генератора (лазера).
22. Методы возбуждения (накачки) активного вещества.
23. Двухуровневая схема возбуждения.
24. Трёхуровневая схема возбуждения.
25. Четырёхуровневая схема возбуждения.
26. Устройство и принцип работы гелий-неонового лазера.
27. Устройство и принцип работы CO₂-лазера.
28. Устройство и принцип работы рубинового лазера.
29. Устройство и принцип работы неодимового лазера.

30. Устройство и принцип работы аргонового лазера.
31. Устройство и принцип работы медного лазера.
32. На каком явлении основано действие фоторезистора, фотодиода? Нарисуйте схему включения фоторезисторов и их вольт-амперные характеристики.
33. Приведите энергетические характеристики фоторезисторов. Что такое чувствительность фоторезисторов, фотодиодов? 5. Что такое темновой ток? 34. Нарисуйте схемы включения фотодиодов. Что такое фотодиодный режим работы? Приведите вольт-амперные характеристики для фотодиодного режима работы.
35. Что такое фотогальванический режим работы? Приведите вольт-амперные характеристики для фотогальванического режима работы.
36. Приведите энергетические характеристики фотодиодов.
37. Какие явления лежат в основе действия фотоприемников? Какие параметры фотоприемников Вам известны?
38. Что такое темновой ток ФЭУ? Что такое чувствительность фотоприемника?
39. Приведите схему ФЭУ, принцип действия прибора. Что такое быстродействие ФЭУ? Что такое коэффициент усиления ФЭУ?

Программа вступительных испытаний составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта ВПО по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и рассмотрена на заседании кафедры «Микроэлектроники»

Заведующий кафедрой Микроэлектроники «___» _____ 2014г