

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
нанотехнологий, электроники и
приборостроения



Федотов А.А.

" 21 " ноября 2016 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для конкурсного отбора абитуриентов

по направлению подготовки магистров

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника

Таганрог – 2016

Содержание материала, выносимого на тестовое испытание

Физико-химические основы электроники, нанотехнологий и микросистемной техники

Физика твердого тела

Кристаллическое строение твердых тел. Энергия связи в кристаллах. Дефекты кристаллизации. Колебания атомов твердого тела. Тепловые свойства твердых тел. Элементы зонной теории твердых тел. Статистика носителей заряда. Проводимость твердых тел. Поверхностные свойства твердых тел.

Физика полупроводниковых приборов

Общие свойства полупроводников. Природа химической связи. Дефекты в кристаллах. Электронно-дырочный ($p-n$) переход. Вольт-амперная характеристика $p-n$ -перехода. Барьерная и диффузионная емкость. Частотные и импульсные свойства. Полупроводниковые структуры с двумя близко расположенными $p-n$ переходами. Основные параметры транзисторов. Контакт металл-полупроводник. Вольт-амперная характеристика Омического контакта. Гетероструктуры. Гетеропереходы. Варизонные структуры. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Поглощение излучения: Фотопроводимость. Фотовольтаический эффект в $p-n$ переходе. Излучение полупроводников. Квантовый выход. Индуцированное (стимулированное) излучение. Оптический резонатор, усиление и генерация света. Полупроводниковые лазеры. Термоэлектрические явления. Термо- и гальваномагнитные эффекты. Эффект Холла. Электро-, магнито-, акустооптические эффекты.

Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии

Химическая термодинамика. Термодинамические потенциалы. Объединенное уравнение термодинамики. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Химический потенциал. Химическое равновесие. Константа равновесия химической реакции. Фазы и фазовое равновесие. Фазовые переходы первого и второго рода. Диаграммы состояния. Термодинамика растворов. Законы Рауля и Генри. Твердые растворы. Физико-химический фазовый анализ. Диаграммы состояния бинарных систем. Термодинамика поверхности. Поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Адсорбция. Механизм зарождения новой фазы на поверхности твердого тела. Механизмы роста пленок на подложках. Эпитаксия. Химическая и диффузионная кинетика. Скорость реакции. Порядок реакции. Энергия активации химической реакции. Диффузия. Кинетический анализ физико-химического процесса. Стадии гетерогенного физико-химического процесса, лимитирующая стадия процесса. Диффузия в твердом теле. Механизмы диффузии. Законы диффузии Фика. Уравнения диффузии примеси из неограниченного и ограниченного источников. Электрохимические процессы в технологии электроники. Электролитическая диссоциация.

Электропроводность электролитов. Термодинамика гальванического элемента. Электролиз. Поляризационные процессы при электролизе. Катодное осаждение металлов. Элементы химии твердого тела. Термодинамика дефектов в кристаллах.

Компоненты микросистемной техники

Классификация актюаторных компонентов МСТ. Высокочастотные микромеханические ключи. Конденсаторы и катушки индуктивностей в микросистемах. Высокочастотные микрофильтры. Микрофазовращатели. Лини передач. Микроантенны. Микрозеркала. Микрожидкостные системы. Микрохроматографы. Принципы хроматографии. Конструкции и принципы работы газовых и жидкостных микрохроматографов. Биосенсоры для медико-биологических целей. Микро- и наноинструмент. Микродвигатели, приводы движения, системы микроперемещения. Электростатические микродвигатели. Пьезоэлектрические микродвигатели. Системы микроперемещений на основе тепловой активации. Микромеханические гироскопы. Волоконно-оптические гироскопы. Акселерометры. Клинометры. Роль корпуса в микросистемах. Виды корпусов микросистем. Монтаж методом перевернутых кристаллов. Монтаж высокочастотных микросистем.

Процессы микро- и нанотехнологии

Классификация интегральных микросхем, основные понятия, термины. Технологические процессы фотолитографии. Контактная, проекционная, рентгеновская, электронно-лучевая проекционная литографии. Фоторезисты. Фотошаблоны. Получение структур методами термического, катодного и ионно-плазменного распыления. Испарение и конденсация паров. Законы Ламберта-Кнудсена. Критическая температура подложки. Критическая плотность молекулярного пучка. Распределение потенциала между анодом и катодом. Нормальный и аномальный тлеющий разряд. Механизм распыления по теории Венера. Физическое и реактивное катодное распыление. Высокочастотное плазменное распыление. Параметры высокочастотного плазменного распыления. Ионное, ионно-химическое, плазмохимическое и жидкостное травление микроструктур. Диэлектрические пленки в технологии полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Термическое окисление кремния. Анодное окисление. Фотонно-стимулированное окисление. Получение структур методом диффузии. Механизм диффузии. Диффузионные процессы при изготовлении полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Ионное легирование. Физика процесса. Технологические особенности процессов ионной имплантации. Отжиг радиационных дефектов. Применение ионного легирования в полупроводниковой технологии. Эпитаксия. Дефекты структуры в эпитаксиальных структурах. Оборудование для эпитаксиального выращивания. Методы контроля эпитаксиальных структур. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Методы изоляции элементов интегральных схем.

Особенности технологии изготовления ИМС с проектными нормами менее 90 нм, золь-гель технологии, технологии на основе углеродных нанотрубок и углеродных пленок. Сборка и герметизация полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. Монтаж элементов с проволочными выводами. Термокомпрессионная сварка. Контактная сварка расщепленным электродом. Ультразвуковая сварка. Монтаж навесных элементов методом «перевернутого кристалла». Монтаж кристалла с балочными выводами.

Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем

Классификация, особенности и свойства наноструктурированных материалов и систем. Методы анализа и контроля поверхности наноструктурированных материалов и систем. Методы анализа и контроля внутренней структуры наноструктурированных материалов и систем. Методы анализа и контроля химического и фазового состава наноструктурированных материалов и систем.

Знания и умения, проверяемые заданиями экзаменационной работы

Для успешного выполнения экзаменационной работы испытуемый должен

знать:

- физико-химические основы электроники, нанотехнологий и микросистемной техники;
- основные процессы микро- и нанотехнологий;
- конструкции и принципы работы компонентов микросистемной техники;
- технологические процессы микро- и нанотехнологий;
- методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем.

уметь:

- применять основные законы физики конденсированного состояния для описания связей между технологическими факторами и параметрами физических структур;
- использовать основы физико-химического моделирования, применять методы теоретического анализа и экспериментального исследования для определения параметров физико-химических процессов микро- и нанотехнологии;
- применять методы анализа наноструктурированных материалов и систем для контроля качества продукции, проведения научных исследований по приоритетным направлениям развития nanoиндустрии;
- разрабатывать основные процессы технологии микро- и наносистем.

Основная литература:

По разделу "Физика твердого тела"

1. Епифанов Г.И. Физика твердого тела – М: Высшая школа, 2005. – 288 с.
2. Левин И.Я. Физика твердого тела – СПб: Лань, 2008. – 264 с.

По разделу "Физика полупроводниковых приборов"

1. Червяков Г.Г., Горбина Л.А. Микроволновая электроника (уч.пособие) Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009, – 282 с.
2. Червяков Г.Г., Прохоров С.Г., Шиндор О.В. Электронные приборы. Учебное пособие – Казань: Изд-во Казан гос.техн.ун-т, 2009. – 270 с.
3. Червяков Г.Г., Гочияев Б.Р. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебное пособие – М.: УмиИЦ «Учебная литература», 2009. – 260 с.
4. Червяков Г.Г., Прохоров С.Г., Шиндор О.В. Электронные приборы. Учебное пособие – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 333 с.

По разделу "Физико-химические основы процессов микро- и нанотехнологии"

1. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физико-технологические основы – М.: Физматлит, 2006. – 424 с.
2. Салем Р.Р. Физическая химия. Термодинамика. 2004 г. – 352 с.
3. Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур – М.: Мир, 2002. – 461 с.

По разделу "Компоненты микросистемной техники"

1. Варадан В., Виной К., Джозе К. ВЧ МЭМС и их применение.– М.: Техносфера, 2004. – 528с.
2. Коноплев Б.Г., Лысенко И.Е. Компоненты микросистемной техники. Часть 1 – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 117 с.
3. Коноплев Б.Г., Лысенко И.Е. Компоненты микросистемной техники. Часть 2 – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2011. – 85 с.

По разделу "Процессы микро- и нанотехнологии"

1. Коледов Л.А. Технология конструкция микросхем, микропроцессоров и микросборок. Учебник для вузов – М.: Радио и связь, 2013. – 400 с.
2. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 1: Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 397 с.

3. Королев М.А., Крупкина Т.Ю., Ревелева М.А. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем. Часть 2: Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 422 с.
4. Наумченко А.С. Структуры кремний на изоляторе. Учебное пособие – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2009. – 70 с.

По разделу "Методы анализа и контроля наноструктурированных материалов и систем"

1. Лучинин В.В. Нанотехнология: физика, процессы, диагностика /Под ред. В.В. Лучинина, Ю.М. Таирова – М.: Физматлит, 2006. – 552 с.
2. Пул Ч. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2007. – 376 с.
3. Синдо Д. Аналитическая просвечивающая электронная микроскопия – М.: Техносфера, 2006. – 253 с.
4. Брандон, Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля – М.: Техносфера, 2006. – 384 с.

Дополнительная литература:

1. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела – М: Высшая школа, 2001. – 494 с.
2. Осадчий Е.Н., Червяков Г.Г. Основы полупроводниковой оптоэлектроники. Учебное пособие – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. – 200 с.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1988. – 496 с.
4. Щука А.А. Нанозлектроника – М.: Физматкнига, 2007г. – 464 с.
5. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Учебное пособие. – М.: Техносфера, 2009. – 144 с.
6. Неволин В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике – М.: Техносфера, 2005. – 224 с.