

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(национальный исследовательский университет)» (МАИ)

КАФЕДРА
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель

Ученого Совета Института № 12

 П.А. Иосифов

Протокол от «10» декабря 2018 г. № 6

ПРОГРАММА
вступительного испытания

ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
11.06.01 ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ

по специальности 05.27.06 «Технология и оборудование для
производства полупроводников, материалов и приборов электронной
техники»

Москва 2018 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программа вступительных испытаний в аспирантуру разработана в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (Приказ № 890 от 30 июля 2014 г.), Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (Приказ № 1259 от 19.11.2013 г.).

1.1. Цели и задачи вступительных испытаний

Вступительные испытания предназначены для определения практической и теоретической подготовленности поступающего и проводятся с целью определения соответствия знаний, умений и навыков абитуриента требованиям обучения в аспирантуре МАИ по основной образовательной программе (ООП) направления подготовки кадров высшей квалификации 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» и направленности (специальности 05.27.06 – «**Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники**», осуществляемой на кафедре «Радиоэлектроника, телекоммуникации и нанотехнологии».

Предварительные знания, умения и готовности абитуриента должны отвечать требованиям не ниже стандарта высшего образования по направлению подготовки магистра или дипломированного специалиста.

Вступительные испытания в аспирантуру проводятся и оцениваются по следующим показателям:

- оценка соответствия профиля и уровня полученного образования;
- подготовленность к научно-исследовательской работе.

1.2. Задачи программы вступительного экзамена

Задачи программы:

- определить требования к знаниям лиц, поступающих в аспирантуру, при сдаче вступительного экзамена по специальности;
- систематизировать темы специального предмета и входящие в них

вопросы;

– включить наиболее значимые учебно-методические, монографические и иные научные работы, изучение которых позволит лицам, поступающим в аспирантуру, сформировать необходимые знания по специальности.

2. СОДЕРЖАНИЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА

ТЕМА 1. ФИЗИЧЕСКОЕ РАСПЫЛЕНИЕ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СБИС

Металлизирующее контактное покрытие. Диффузионный барьер. Металлизация для диодов Шоттки. Осаждение алюминиевого сплава методом совместного распыления. Силициды тугоплавких металлов для металлизации затвора. Влияние смещения и давления на напряжения в пленке. Осаждение диэлектрических пленок. Присоединение кристалла.

ТЕМА 2. СТИМУЛИРОВАННОЕ ПЛАЗМОЙ ОСАЖДЕНИЕ ИЗ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПЛЕНОК ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ, ИХ СИЛИЦИДОВ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК

Общие принципы стимулированного плазмой осаждения. Стимулированное плазмой осаждение из газовой фазы пленок переходных металлов и их силицидов. Стимулированное плазмой осаждение из газовой фазы диэлектрических пленок. Осаждение некоторых специальных материалов.

ТЕМА 3. ТРЕХСЛОЙНЫЙ РЕЗИСТ

Плазменная обработка. Ограничения, связанные с использованием однослойного резиста. Формирование маски для травления. Применение масок. Трехслойный резист. Двухслойные системы резистов.

ТЕМА 4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМЕННОГО ТРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЕМНИЕВЫХ ПРИБОРОВ

Принципы изотропного и анизотропного травления. Химические процессы в плазме и на поверхности. Селективность при плазменном травлении. Травление во фторобразующей плазме. Травление органических

материалов в кислородной плазме. Травление в плазме, образующей фторуглеродные радикалы. Травление в плазме, содержащей атомы хлора и брома. Травление в водородной плазме.

ТЕМА 5. РЕАКТИВНОЕ ИОННОЕ ТРАВЛЕНИЕ

Общие принципы реактивного ионного травления. Параметры процесса и их роль. Травление некоторых специальных материалов и структур. Оборудование.

ТЕМА 6. ИОННО-ЛУЧЕВОЕ ТРАВЛЕНИЕ

Физика ионно-лучевого травления. Характеристики ионно-лучевого травления. Области применения ИЛТ. Оборудование для ионно-лучевого травления.

ТЕМА 7. РЕАКТИВНОЕ ИОННО-ЛУЧЕВОЕ ТРАВЛЕНИЕ

Физико-химические основы реактивно ионно-лучевого травления. Ионные источники. Применение реактивного ионно-лучевого травления.

ТЕМА 8. ДИАГНОСТИКА ПЛАЗМЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ОКОНЧАНИЯ ПРОЦЕССА ТРАВЛЕНИЯ

Методы измерений. Параметры плазмы. Определение момента окончания процесса травления.

ТЕМА 9. РАЗВИВАЮЩИЕСЯ МЕТОДЫ ТРАВЛЕНИЯ

Высокоскоростное РИТ с использованием магнетронного разряда. Пробой подзатворного оксида. Травление атомными и молекулярными пучками. Травление под действием УФ-облучения.

ТЕМА 10. ДАТЧИКИ И СЕНСОРЫ. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, СВОЙСТВА, ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ.

Области применения, основные параметры и тенденции развития сенсоров. Классификация сенсоров - электрохимические, полупроводниковые, физико-химические сенсоры, биосенсоры. Принцип действия полупроводниковых и электрохимических газовых сенсоров.

Катализаторы. Твердые и жидкие электролиты. Типы электродов электрохимических сенсоров. Ионная и электронная проводимость. Окислительно-восстановительные реакции на электродах. Каталитические процессы на трехфазной границе газ/электролит/электрод в газовых сенсорах. Транспортные свойства через границу электролит/электрод. Химическая и физическая стабильность сенсоров. Технология получения полупроводниковых и электрохимических газовых сенсоров. Особенность применения тонкопленочных нанокompозитных, многослойных и наноструктурированных материалов в производстве сенсоров. Применение ионно-плазменной технологии для формирования сенсорных структур

ТЕМА 11. МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ СТРУКТУРЫ

Классификация многослойных структур. Квантово-размерные эффекты в многослойных структурах. Методы анализа структуры и свойств многослойных структур. Технология получения многослойных структур с наноразмерными слоями. Технологические и физические ограничения при изготовлении многослойных структур. Ионно-плазменная технология синтеза многослойных C/C и Me/C структур. Области применения многослойных структур.

3. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Раскин А.А., Картушина А.А., Баревекий Н.В. Технология материалов электронной техники. М.: МИЭТ, 1999.
2. Афанасьев В.П., Ганенков Н.А., Пщелко Н.С. Материалы и компоненты функциональной электроники. СПб: СПб ГЭТУ (ЛЭТИ), 1999
3. Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. Материаловедение – М: МГТУим. Баумана 2001г.
4. Айвазов А.А., Будагян Б.Г., Вихров С.П., Попов А.И. Неупорядочные полупроводники. М.: Изд-во МЭИ, Высшая школа., 1994.
5. Будагян Б.Г., Шерченков А.А. Материалы твердотельной электроники. М.:миэт, 1999.
6. Гусев А.И., Ремпельль А.А. Нанокристаллические материалы. М.:Физматлит,2001.

7. Технология СБИС. В 2-х кн. / под ред. С. ЗиМ.: Мир, 1986.
8. Броудай И., Мерей Дж. Физические основы микротехнологии. М.: Мир, 1985.
9. Красников Г.Я. Конструктивно-технологические особенности субмикронных МОП- транзисторов. М.: Техносила, 2002.
10. Данилин Б.С., Киреев В.Ю. Применение низкотемпературной плазмы для травления и очистки материалов М.: Энергоатомиздат, 1987.
11. Данилин Б.С. Применение низкотемпературной плазмы для нанесения тонких пленок. М.: Энергоатомиздат, 1989.
12. Сорокин В.С. Методы формирования полупроводниковых сверхрешеток и квантоворазмерных структур СПб.: СПб ГЭТУ, 1996.
13. Ганенков Н.А., Закжевский В.И., Пчелко Н.С. Теория и расчет электромеханических преобразователей на активных диэлектриках. РИО ЭТУ, 1995 .
14. Павлов П.В., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. М.: Высшая школа, 2000 .
15. Кардона М. Основы физики полупроводников. М.: Физматлит, 2002.
16. Райзер Ю.П. Физика газового разряда. М.: Наука, 1987.
17. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника. М. :Высшая школа, 2001.
18. Кухаркин Е.С. Электрофизика информационных систем. М.: Высшая школа, 2001.
19. Введение в микромеханику / под.ред. М.Онами. М.: Металлургия, 1987.
20. Рьгчина Т.А., Зеленекий А.В. Устройства функциональной электроники и электрорадиоматериалы. М.: Радио и связь, 1989.
21. Шука А.А. Функциональная электроника М.: МИРЭА, 1997.
22. Краеников Г.Я., Зайцев Н.А. Физико-технологические основы обеспечения качества СБИС. М.: Микрон-принт, 1999, 4.1
23. Методы исследования состава и структуры материалов электронной техники. Методы исследования состава материалов электронной техники / Ю.Н.Коркишко, А.Г, Борисов, Н.Г. Никитина и др. Под ред. Ю.Н. Коркишко. М. :МИЭТ, 1997.
24. Матына Л.И. , Федоров В.А.; Коркишка Ю. Н. Методы исследования состава и структуры материалов электронной техники./под. ред. Ю.Н. Коркишко. М.: МИЭТ, 1997.

25. Коротеев А.А. Малогабаритные энергонапряженные системы транспортировки электронных пучков в плотные среды. М.: Машиностроение, 2003.
26. Крайнев А.Ф. Идеология конструирования. М.: Машиностроение, 2001.
27. Редин В.М., Минкин М.Л., Исследование физических процессов, загрязнения поверхности полупроводниковых пластин в чистых производственных помещениях микроэлектроники. М.: МИЭТ, 1992.
28. Чистые помещения/Под.ред. И. Хаякавы. М.:, 1990.
29. Сырчин В.К. САПР и моделирование технических систем. М.: МИЭТ, 1997.
30. Ануфриенко В.В. Процессы и оборудование фотолитографической обработки. М.: МИЭТ, 1998
31. Гусев В.В., Самойликов В.К. Физические основы проектирования оборудования. М.: МИЭТ, 1999

Зав. кафедрой РТН  Слепцов В.В.

Разработчики программы:

Профессор кафедры РТН  Баранов А.М.

Доцент кафедры РТН  Лямин А.Н.