

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

**«Утверждаю»
Директор ИЭТ**

_____ **С.А. Грузков**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ**

**Направление подготовки:
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника**

**Магистерская программа:
Полупроводниковые материалы и структуры**

Москва, 2018 год

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ (СПЕЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ)

Раздел «Физика полупроводников»

Физика строения атомов, молекул и твердых тел. Теория строения атома. Образование энергетических зон. Зоны Бриллюэна. Эффективная масса электронов в зоне проводимости и валентной зоне. Зонная структура кремния, германия и арсенида галлия. Примесные уровни в кристалле. Легирование.

Процессы рекомбинации носителей заряда. Распределение квантовых состояний в зонах. Распределение Ферми-Дирака. Концентрация электронов и дырок в зонах. Невырожденные полупроводники. Случай сильного вырождения. Эффективная плотность состояний. Определение положения уровня Ферми. Уровень Ферми в собственном полупроводнике. Температурная зависимость положения уровня Ферми в собственном полупроводнике. Полупроводник с примесью одного типа, доноры и акцепторы. Время жизни неравновесных носителей заряда. Обнаружение неравновесных носителей заряда. Диффузия и дрейф неравновесных носителей. Длины диффузии и дрейфа. Различные типы процессов рекомбинации. Время жизни при излучательной рекомбинации. Рекомбинация через примеси и дефекты.

Сверхпроводники. Высокотемпературная сверхпроводимость твёрдых тел.

Процессы рассеяния носителей зарядов. Подвижность носителей заряда.

Термо-гальвано-магнитные эффекты в полупроводниках. Магнетосопротивление и эффект Холла. Тензоэффект. Край собственного поглощения полупроводников.

Методы исследования наноструктур. Метод дифракции электронов. Полевой электронный микроскоп. Сканирующая зондовая микроскопия. Рентгеновская спектроскопия. Электронная спектроскопия. Оптическая и колебательная спектроскопия.

Раздел «Физика диэлектриков»

Основные физические явления в диэлектриках при воздействии электрического и магнитного полей, механических напряжений. Классификация диэлектриков. Классификация механизмов поляризации диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость.

Дипольный момент. Примеры полярных и неполярных молекул. Дипольная поляризуемость молекул полярного диэлектрика.

Зависимость диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь от температуры и частоты электрического поля

Диэлектрическая проницаемость неоднородных диэлектриков. Формула Лихтенеккера.

Сегнетоэлектрики и их характерные свойства. Диэлектрический гистерезис.

Электропроводность твердых и жидких диэлектриков. Характерные зависимости.

Диэлектрические потери. Понятие диэлектрических потерь.

Электрическая прочность диэлектриков. Виды пробоев диэлектриков.

Признаки электрического пробоя в твёрдых диэлектриках. Электротепловой пробой. Пробой жидких диэлектриков. Влияние влаги и механических загрязнений на электрическую прочность жидких диэлектриков.

Раздел «Физика полупроводниковых приборов и интегральных схем»

Классификация полупроводниковых приборов и ИМС.

Контактные явления. Работа выхода, термоэлектронная эмиссия, контактная разность потенциалов, контакт металл-металл, металл-диэлектрик, металл-полупроводник, полупроводник-полупроводник, омический контакт.

Полупроводниковые структуры, содержащие один р-п переход. Электронно-дырочный переход. Равновесное состояние. Физические явления в р-п переходе, энергетические диаграммы, характеристики, свойства. Стабилитрон. Принцип действия. Основные параметры.

Полупроводниковые структуры, содержащие два и более р-п переходов. Физические явления в них, энергетические диаграммы, характеристики, свойства. Модели биполярных транзисторов. Анализ явления переключения в транзисторной структуре.

Анализ идеальной МД11-структуры. Физические принципы работы униполярных приборов: полевых транзисторов с р-п переходом в качестве затвора, полевых транзисторов типа металл-полупроводник, МОП-конденсаторов, приборов с зарядовой связью, полевых транзисторов типа МОП. Свойства таких приборов, их основные характеристики, модели.

Полупроводниковые структуры СВЧ диапазона: туннельные приборы, лавинно-пролетные диоды.

Интегральные схемы на основе биполярных и полевых транзисторов.

Раздел «Основы технологии материалов электронной техники»

Кристаллическое состояние вещества. Кристаллические решетки. Понятия о симметрии кристаллов.

Теория образования зародышей при кристаллизации. Критический размер зародыша.

Зарождение и рост кристаллов. Общее представление о зарождении и росте зародышей. Центры кристаллизации. Элементарные процессы роста кристаллов.

Выращивание кристаллов из твердой фазы.

Выращивание кристаллов из жидкой фазы. Рост кристаллов из расплавов. Способы организации. Тигельные методы выращивания. Бестигельные методы выращивания. Метод выращивания из холодного тигля. Методы Чохральского, Вернеля, зонной плавки, гарниссажа. Выращивание кристаллов из раствора в расплаве.

Выращивание кристаллов из газовой фазы. Эпитаксиальное выращивание пленок. Задачи, решаемые эпитаксиальной технологией. Методы выращивания монокристаллических пленок.

Классификация дефектов в кристаллах. Макро- и микродефекты.

Точечные дефекты. Линейные дефекты. Объемные дефекты. Дефекты эпитаксиальных пленок.

Литература

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников. – М: Лань, 2010. - 392 с.
2. Сильбанс Л. С. Физика полупроводников. – М.: Советское радио, 1967. - 452 с.
3. Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов. – М.: Энергоиздат, 1982. - 320 с.
4. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники. – СПб., Изд-во «Лань», 2001. - 368 с.
5. Павлов В.П., Хохлов А.Ф. Физика твердого тела. – М.: Высш. шк., 2000. -494 с.
6. Гуртов В. А. Твердотельная электроника: Учеб. пособие - 3-е изд., доп. – М.: Техносфера, 2005. - 512 с.
7. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов / И. П. Степаненко. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. — 488 с: ил
8. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособие. – М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, 2009. - 463 с.

9. Зи С. Физика полупроводниковых приборов: В 2 кн. пер. с англ. / С. Зи . - 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Мир, 1984
10. Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. – СПб:Лань. 2002 г. - 424 с.
11. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. – М.:Металлургия. 1988. - 574 с.