

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА "ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА"

Программа курса

1. Кристаллическая структура твердого тела.

- 1.1 Кристаллическая решетка.
- 1.2 Элементарная ячейка.
- 1.3 Решетки Браве.
- 1.4 Прямая и обратная решетки.
- 1.5 Индексы Миллера.
- 1.6 Ячейка Вигнера-Зейтца.
- 1.7 Разложение функций по пространственным гармоникам.
- 1.8 Зоны Бриллюэна.

2. Колебания решетки.

- 2.1 Колебания простой цепочки.
- 2.2 Колебания сложной цепочки.
- 2.3 Акустические и оптические фононы.
- 2.4 Продольные и поперечные колебания.
- 2.5 Законы дисперсии для трехмерной решетки.
- 2.6 Теории решеточной теплоемкости твердых тел.

3. Зонная структура твердых тел.

- 3.1 Уравнение Шредингера для периодического потенциала.
- 3.2 Теорема Блоха.
- 3.3 Локализованные и делокализованные волновые функции.
- 3.4 Модель Кронига-Пенни.
- 3.5 Законы дисперсии.
- 3.6 Эффективная масса носителей.
- 3.7 Электроны и дырки в полупроводниках.
- 3.8 Движение свободных носителей в разрешенных зонах.
- 3.9 Зонная структура полупроводников Si, Ge, GaAs.

4. Статистика электронов в твердом теле.

- 4.1 Заселение состояний электронами.
- 4.2 Уровень Ферми.
- 4.3 Работа выхода.
- 4.4 Типы твердых тел: металлы, диэлектрики, полупроводники.
- 4.5 Зависимость концентрации носителей и уровня Ферми от температуры:
 - в собственных полупроводниках,
 - в примесных полупроводниках,
 - в компенсированных полупроводниках,
- 4.6 Собственная проводимость.
- 4.7 Область истощения примесей.
- 4.8 Примесная проводимость.
- 4.9 Основные и неосновные носители заряда.
- 4.10 Легирование и управление проводимостью в полупроводниках.

5. Кинетика носителей заряда в однородных полупроводниках.

- 5.1 Кинетическое уравнение Больцмана.
- 5.2 Средний импульс и средняя энергия ансамбля носителей заряда.
- 5.3 Механизмы рассеяния носителей заряда:
 - примесное рассеяние,
 - рассеяние на акустических фононах,
 - рассеяние на оптических фононах,
 - рассеяние на дефектах,

- электрон-электронное рассеяние.
5.4 Времена рассеяния импульса и энергии.
5.5 Описание движения носителей в слабых полях. 5.4 Подвижность носителей.
5.6 Эффект Холла.

6. Неравновесные явления в полупроводниках.

6.1 Разогрев электронного газа в полупроводниках.
6.3 Фотоионизация и фотопроводимость.
6.4 Механизмы рекомбинации носителей.
6.5 Времена жизни фотовозбужденных носителей.

7. Процессы переноса в неоднородных полупроводниках.

7.1 Диффузия свободных носителей заряда.
7.2 Ток диффузии.
7.3 Ток дрейфа.
7.4 Возникновение внутреннего поля в неоднородном полупроводнике.
7.5 Соотношения Эйнштейна.
7.6 Система уравнений для описания потенциалов, полей и токов.
7.7 Максвелловская релаксация основных носителей.
7.8 Время жизни неосновных носителей заряда.
7.9 Диффузионная длина.

8. Теория p-n перехода.

8.1 Резкий и диффузный p-n переходы.
8.2 Уравнения для резкого p-n перехода.
8.3 Структура поля и потенциала в переходе.
8.4 Распределение концентрации основных и неосновных носителей.
8.5 Переход в состоянии равновесия.
8.6 обедненный слой.
8.7 Диод под внешним напряжением.
8.8 Формула Шокли.
8.9 Вольт-амперные характеристики.
8.10 Барьерная емкость перехода.
8.11 Пробой p-n перехода.

9. Устройства на базе диода.

9.1 Выпрямители.
9.2 Стабилизаторы.
9.3 Варисторы.
9.4 Варакторы.
9.5 Диоды с накоплением заряда.

10. Биполярный транзистор.

10.1 Типы транзисторов.
10.2 Теория работы транзистора.
10.3 Токи созданные основными и неосновными носителями.
10.4 Вольт-амперные характеристики.
10.5 Модель Эберса-Молла.
10.6 Параметры для описания транзисторов.

11. Работа биполярного транзистора в схеме.

11.1 Режимы работы биполярного транзистора.
11.2 Схемы включения транзисторов.
11.3 Базовые элементы логики.

11.4 Высокочастотные свойства биполярного транзистора.

12. Явления на резкой границе раздела материалов.

12.1 Контакт металл-полупроводник.

12.2 Барьер Шоттки.

12.3 Омический контакт.

12.4 Структура металл-диэлектрик-полупроводник.

12.5 Структура металл-окисел-полупроводник.

12.6 Плотность поверхностных состояний.

12.7 Гетеропереходы.

12.8 Туннелирование.

13. Полевой транзистор с р-n переходом.

13.1 Эффект поля.

13.2 Распределение потенциала и поля в приборе.

13.3 Расчет статических вольт-амперных характеристик.

13.4 Типы и основные параметры транзисторов.

13.5 Высокочастотные свойства.

14. Полевой транзистор металл-диэлектрик-полупроводник.

14.1 Принцип работы транзистора.

14.2 Распределение потенциала и поля в приборе.

14.3 Расчет статических вольт-амперных характеристик.

14.4 Типы и основные параметры транзисторов.

14.5 Высокочастотные свойства.

15. Работа полевых транзисторов в схеме.

15.1 Основные способы включения транзисторов.

15.2 Комплиментарные схемы.

15.3 Базовые элементы логики.

16. Полупроводниковые приборы СВЧ диапазона.

16.1 Туннельный диод.

16.2 Лавинно-пролетный диод.

16.3 Генератор Ганна.

17. Оптоэлектронные приборы.

17.1 Фотодетекторы.

17.2 Солнечные батареи.

17.3 Полупроводниковые лазеры.

17.4 Модуляторы.

17.5 Световоды.