

1. Кристаллическая структура твердого тела.

Кристаллическая решетка Si, Ge, GaAs. Элементарная ячейка для кубической решетки. Прямая и обратная решетка. Решетка Браве. Ячейка Вигнера-Зейтца.

2. Зонная структура твердых тел.

Уравнение Шредингера для периодического потенциала. Теорема Блоха. Локализованные и нелокализованные волновые функции. Зоны Бриллюэна. Модель Кронига-Пенни. Закон дисперсии. Зонная структура полупроводников Si, Ge, GaAs. Движение свободных носителей. Эффективная масса носителей. Электронные дырки в полупроводниках.

3. Статистика электронов в твердом теле.

Заселение состояний электронами. Уровень Ферми. Работа выхода. Типы твердых тел: металлы, диэлектрики, полупроводники. Зависимость концентрации носителей и уровня Ферми от температуры: в собственных полупроводниках, в примесных полупроводниках, в компенсированных полупроводниках. Собственная проводимость. Область истощения примесей. Примесная проводимость. Основные и неосновные носители заряда. Способы управления проводимостью в полупроводниках.

4. Колебания решетки.

Колебания простой цепочки. Колебания сложной цепочки. Акустические и оптические фононы. Продольные и поперечные колебания. Законы дисперсии для трехмерной решетки.

5. Перенос и рассеяние носителей в однородных полупроводниках.

Кинетическое уравнение Больцмана. Механизмы рассеяния: примесное рассеяние, рассеяние на акустических фононах, рассеяние на оптических фононах, рассеяние на дефектах, электрон-электронное рассеяние. Описание движения носителей в слабых полях. Подвижность носителей. Эффект Холла.

6. Неравновесные явления в полупроводниках.

Разогрев электронного газа в полупроводниках. Время релаксации импульса и энергии. Фотоионизация и фотопроводимость. Механизмы рекомбинации носителей. Время жизни фотовозбужденных носителей.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА " ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА "

Программа курса

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 p-n 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 p-n перехода.
- 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 p-n переходом.

13.1 Эффект поля в полевом транзисторе с p-n переходом.

13.2 Распределение потенциала и поля в приборе.

13.3 Статические вольт-амперные характеристики.

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 Статические вольт-амперные характеристики.

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 Светодиоды.~~

ПРОГРАММА МИНИМУМ

1. Кристаллическая структура
2. Колебания решетки.
3. Зонная структура твердых тел.
4. Статистика электронов в твердом теле.
5. Перенос и рассеяние носителей в полупроводниках.
6. Диффузия и дрейф носителей заряда
7. Теория р-п перехода.
8. Устройства на базе диода.
9. Биполярный транзистор.
10. Работа биполярного транзистора в схеме.
11. Полевой транзистор.
12. Работа полевых транзисторов в схеме.
13. Полупроводниковые приборы СВЧ .
14. Оптоэлектронные приборы.