ПРОГРАММА КУРСА «ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

(баклавриат, кафедра физики низких температур и сверхпроводимости, 8 семестр)

1. ЗОННАЯ СТРУКТУРА ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Приближенные методы решения уравнения Шредингера для электрона в кристалле. Приближение почти свободных электронов и метод сильной связи.

Решение одноэлектронного уравнения Шредингера в рамках метода сильной связи. Основные следствия метода сильной связи. Заполнение энергетических зон электронами. Металлы, полуметаллы, полупроводники и диэлектрики.

Классификация полупроводниковых материалов и их основные свойства. Параметры зонной структуры полупроводников.

Зонная структура реальных полупроводников на примере германия и кремния.

Зонная структура полупроводников A^3B^5.

2. ЛОКАЛЬНЫЕ УРОВНИ ДЕФЕКТОВ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Классификация дефектов. Точечные дефекты, мелкие и глубокие уровни. Резонансные уровни.

Водородоподобная модель примеси. Классификация полупроводников по степени легирования. Сильнолегированные полупроводники, примесные зоны.

Происхождение свободных носителей заряда в полупроводниках.

3. СТАТИСТИКА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Равновесная функция распределения Ферми-Дирака. Вырожденные и невырожденные полупроводники.

Функция плотности состояний в полупроводнике с квадратичным изотропным законом дисперсии. Плотность состояний в полупроводниках со сложной зонной структурой. Эффективная масса плотности состояний.

Вычисление концентраций свободных электронов и дырок. Интегралы Ферми. Приближенные формулы для вычисления интегралов Ферми.

Функции распределения электронов и дырок по локализованным состояниям. Концентрации электронов и дырок на локальных уровнях. Уравнение электронейтральности.

Статистика собственного полупроводника. Решения уравнения электронейтральности для невырожденного и вырожденного собственных полупроводников.

4. НЕРАВНОВЕСНЫЕ НОСИТЕЛИ ЗАРЯДА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Равновесные, неравновесные и избыточные носители заряда в полупроводниках. Квазиуровни Ферми.

Эффективное сечение рекомбинации и среднее время жизни неравновесных носителей заряда. Основные механизмы рекомбинации и генерации неравновесных носителей заряда.

Уравнение непрерывности. Рекомбинация носителей заряда при монополярной генерации, определение времени жизни по экспериментальным данным.

Основная литература

1. В.Л. Бонч-Бруевич, С.Г. Калашников. Физика полупроводников. Москва, Наука, 1990.

2. П.С. Киреев. Физика полупроводников. Москва, Высшая школа, 1975.

3. К.В. Шалимова. Физика полупроводников, Москва, Энергоатомиздат, 1985; С.-Петербург, Лань, 2010.

4. П. Ю, М. Кардона. Основы физики полупроводников. Москва, Физматлит, 2002.

5. В.Л. Бонч-Бруевич, И.П. Звягин, И.В. Карпенко, А.Г. Миронов. Сборник задач по физике полупроводников. Москва, Наука, 1987.

Дополнительная литература

1. М. Грундман. Основы физики полупроводников. Нанофизика и технические приложения. Москва, Физматлит, 2012.

2. Г.Г. Зегря, В.И. Перель. Основы физики полупроводников. Москва, Физматлит, 2009.

3. Р. Смит. Полупроводники. Москва, Мир, 1982.

4. К. Зеегер. Физика полупроводников. Москва, Мир, 1977.

5. Дж. Блекмор. Статистика электронов в полупроводниках. Москва, Мир, 1964.

6. П.И. Баранский, В.П. Клочков, И.В. Потыкевич. Полупроводниковая электроника. Свойства материалов. Справочник. Киев, Наукова думка, 1975.

Темы контрольных работ

Контрольная работа №1. Электронная структура полупроводников.

Контрольная работа №2. Статистика равновесных и неравновесных носителей заряда в полупроводниках.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ
ПО КУРСУ «ОСНОВЫ ФИЗИКИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

(кафедра физики низких температур и сверхпроводимости, 8 семестр)

1. Приближенные методы решения уравнения Шредингера для электрона в кристалле. Приближение почти свободных электронов и метод сильной связи.
2. Решение одноэлектронного уравнения Шредингера в рамках метода сильной связи.
3. Основные следствия метода сильной связи.
4. Законы дисперсии, форма изоэнергетических поверхностей, эффективная масса в приближении ПСЭ и МСС.
5. Заполнение энергетических зон электронами. Металлы, полуметаллы, полупроводники и диэлектрики.
6. Классификация полупроводниковых материалов. Параметры зонной структуры полупроводников.
7. Зонная структура германия.
8, Зонная структура кремния.
9. Зонная структура полупроводников A^3B^5.
10. Классификация дефектов. Точечные дефекты. Локальные уровни дефектов в полупроводниках (мелкие, глубокие и резонансные уровни).
11. Водородоподобная модель примеси.
12. Классификация полупроводников по степени легирования. Сильно легированные полупроводники, примесные зоны.
13. Равновесная функция распределения Ферми-Дирака. Вырожденные и невырожденные полупроводники.
14. Функция плотности состояний в полупроводнике с квадратичным изотропным законом дисперсии.
15. Плотность состояний в полупроводниках со сложной зонной структурой. Эффективная масса плотности состояний.
16. Вычисление концентраций свободных электронов и дырок.
17. Интегралы Ферми, их приближенное вычисление.
18. Уравнение электронейтральности. Концентрации электронов и дырок на локальных уровнях.
19. Статистика невырожденного собственного полупроводника.
20. Статистика вырожденного собственного полупроводника.
21. Равновесные, неравновесные и избыточные носители заряда в полупроводниках. Квазиуровни Ферми.
22. Эффективное сечение рекомбинации и время жизни неравновесных носителей заряда. Основные механизмы рекомбинации неравновесных носителей заряда.
23. Основные механизмы генерации и рекомбинации неравновесных носителей заряда.
24. Уравнение непрерывности. Линейная рекомбинация, время жизни неравновесных носителей заряда.