

4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ, МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

План

лекций по дисциплине «Методы исследования наноматериалов, микро- и наносистем» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и наноэлектроника»

Лекция 1 (2 академических часа)

Методы исследования нанообъектов и наносистем.

- 1) Оптические методы исследования
 - а) Оптический микроскоп
 - б) Сканирующий микроскоп ближнего поля
 - в) Конфокальная микроскопия
- 2) Локальный анализ с помощью электронных и ионных пучков
 - а) Локальность
 - б) Просвечивающая электронная микроскопия
 - в) Сканирующая электронная микроскопия
 - г) Электроннография
- 3) Сканирующая зондовая микроскопия и спектроскопия
 - а) Краткая историческая справка
 - б) Основные методы
 - в) Принцип работы АСМ
 - г) Прецизионная силовая микроскопия

Лекция 2 (2 академических часа)

Релаксационная спектроскопия полупроводниковых микро- и наноструктур

- 1) Введение
- 2) Физические основы DLTS
- 3) Особенности применения РСГУ
- 4) DLTS с преобразованием Лапласа

Библиографический список

1 Панов, В. И. Диагностика и методы исследования нанообъектов и наносистем / В.И. Панов. – М. : МГУ им. М.В. Ломоносова.

2 Моисеев, Ю. Н. / Ю.Н. Моисеев, В.М. Мостапенко, В.И. Панов. // ЖТФ. – 1990. – Т. 60. – Вып. 1. С. 141-148.

3 Sugimoto Y. et al. // Nature. – 2007. – Vol. 446. – P. 64-67.

4 Lang, D. V. Deep level transient spectroscopy: a new method to characterize traps in semiconductors / D.V. Lang // J. Appl. Phys. – 1974. – V. 45. – P. 3023-3032.

5 Козловский, В.И. Разрыв зон в структурах с одиночной квантовой ямой Zn_{1-x}Cd_xTe/ZnTe, выращенных на GaAs(100) эпитаксией из молекулярных пучков / В.И. Козловский, Ю.Г. Садофьев, В.Г. Литвинов // ФТП. – 2000. – Т. 34. – Вып. 8. – С. 998-1003.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.ф.-м.н.  Литвинов В.Г.

План

лабораторных работ по дисциплине «Методы исследования наноматериалов, микро- и наносистем» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и наноэлектроника»

Лабораторная работа №1 (4 академических часа)

Релаксационная спектроскопия глубоких уровней

Цель работы: изучение метода релаксационной спектроскопии глубоких уровней и методов анализа спектров РСГУ.

Задание

- 1) Изучите на практике структурную схему установки РСГУ.
- 2) Измерить спектр РСГУ.
- 3) Составить таблицу с результатами, полученными при анализе спектра для данного образца.
- 4) Рассчитайте энергию активации глубоких уровней.

5) Сделайте выводы по расположению ГУ и предположения о веществах, создающих эти уровни.

Контрольные вопросы

- 1) Объясните возникновение обедненного слоя на границе p-n перехода.
- 2) Объясните назначение блоков структурной схемы установки для исследования РСГУ-спектров.
- 3) Что такое квантовая яма, квантовая нить, квантовая точка?
- 4) Какие требования предъявляются к полупроводниковым структурам, чтобы их можно было исследовать методом РСГУ.

Библиографический список

1 Lang, D. V. Deep level transient spectroscopy: A new method to characterize traps in semiconductors / D.V. Lang // J. Appl. Phys. – V. 45. – No. 7. – 1974. – P. 3023-3032.

2 Денисов, А.А. Релаксационная спектроскопия глубоких уровней / А.А. Денисов, В.Н. Лактюшкин, Ю.Г. Садофьев // Обзоры по электронной технике. Серия 7. – 1985. – Вып. 15. – С. 1141-1193.

3 Кузнецов, Н. И. Токовая релаксационная спектроскопия глубоких уровней (i-DLTS) / Н.И. Кузнецов. // Физика и техника полупроводников. – 1993. – Т. 27. – Вып. 10. – С. 1674-1679.

Лабораторная работа №2 (4академических часа)

Исследование вольт-фарадных характеристик диодов Шоттки

Цель работы: Изучение свойств барьерной емкости и расчет по экспериментальным данным электрических параметров диодов с контактом металл-полупроводник и профиля распределения концентрации свободных носителей заряда в базе диодной структуры.

Задание

- 1) Получить у преподавателя задание на исследование конкретных образцов диодов в указанном диапазоне температур и напряжений смещения.
- 2) Для каждого из образцов диодов и значения температур построить ВФХ и сохранить ее в виде файла данных.

3) Преобразовать данные из файла ВФХ, представленные в формате с десятичной запятой, в формат с десятичной точкой для использования его в программе MathCAD.

4) Рассчитать с использованием программы MathCAD основные параметры образцов диодов.

Контрольные вопросы

1) Что такое барьерная емкость р-п перехода и как она зависит от приложенного напряжения?

2) От чего зависит высота потенциального барьера диода Шоттки?

3) Какие требования предъявляются к полупроводниковым структурам, чтобы их можно было исследовать методом вольт-фарадных характеристик?

4) Какой будет зависимость емкости от обратного напряжения в случае плавного (резкого) р-п перехода?

5) Что такое *адмиттанс*, *иммитанс*, *импеданс*?

6) Нарисуйте зависимость $1/C^2 = f(U_{обр})$ для диода Шоттки на однородно легированном полупроводнике (с линейным увеличением / уменьшением концентрации примеси).

Библиографический список

1) Родерик, Э. Х. Контакты металл-полупроводник / Э.Х. Родерик. – М. : Радио и связь, 1982. – 209 с.

2) Зи, С. Физика полупроводниковых приборов: в 2 т. Т. 1 / С. Зи. – М. : Мир, 1984. – 456 с.

3) Шалимов, К. В. Физика полупроводников / К.В. Шалимов. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 390 с.

4) Зубков, В. И. Диагностика полупроводников наногетероструктур методами спектроскопии адмитанса / В.И. Зубков. – СПб. : ООО «Техномедиа», Изд-во «Элмор», 2007. – 220 с.

5) Мурыгин, В. И. Особенности зависимостей барьерной емкости диода от напряжения смещения и температуры / Мурыгин В.И. [и др.]. // Прикладная физика. – 2006. № 4. – С. 114-118.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.ф.-м.н.  Литвинов В.Г.