

5. КОНСТРУИРОВАНИЕ МИКРО- И НАНОСИСТЕМ

План

лекций по дисциплине «Конструирование микро- и наносистем» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лекция 1 (2 академических часа)

Проектирование и конструирование полупроводниковых приборов для микросистем

- 1) Резисторы ИМС
 - а) Разновидности структур и топологии диффузионных резисторов
 - б) Методы расчета и проектирования резисторов
- 2) Конденсаторы
 - а) Конденсаторы на основе барьерной емкости р-п переходов
- 3) Проектирование топологии
- 4) Межэлементные соединения, изоляция и паразитные элементы
- 5) Диоды
 - а) Структура и топологии дискретных выпрямительных диодов
 - б) Математическая модель, эквивалентная схема особенности проектирования и конструирования диодов
- 6) Биполярные транзисторы
 - а) Проектирование и разработка топологии транзисторов с учетом паразитных элементов
 - б) Проектирование и разработка топологии транзисторов с учетом паразитных элементов

Лекция 2 (2 академических часа)

Проектирование и конструирование интегральных микросхем

- 1) Интегральные схемы
 - а) Классификация ИМС и тенденции их развития
 - б) Задачи и проблемы разработки ИМС

- 2) Методы проектирования
 - а) Этапы проектирования. Физико-технологические модели
 - б) Схемотехническое проектирование
 - в) Топологическое проектирование ИМС
- 3) Конструирование ИМС
- 4) Конструкции полупроводниковых ИМС и БИС

Библиографический список

1 Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: учеб. пособие для вузов: в 2 т. Т.1: Физико-химические основы технологии микроэлектроники / ред. Ю.Д. Чистяков, Ю.П. Райнова. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 392 с.

2 Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М. : Техносфера, 2005. – 336 с.

3 Нанотехнология: физика, процессы, диагностика, приборы / ред. В.В. Лучинин, Ю.М. Таиров. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 552 с.

4 Герасименко, Н. Н. Кремний – материал нанoeлектроники / Н.Н. Герасименко, Ю.Н. Пархоменко. – М. : Техносфера, 2007. – 352 с.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.ф.-м..н.



Авачев А.П.

План

лабораторных работ по дисциплине «Конструирование микро- и наносистем» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лабораторная работа №1 (4 академических часа)

Исследование вольт-амперной характеристики туннельного перехода игла-образец

Цель работы: изучение принципов работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) в режиме $I(V)$ спектроскопии и получение вольт-амперной

характеристики (ВАХ) туннельного перехода игла — образец.

Задание

- 1) Изучите на практике структурную схему ЗНЛ «Ntegra-Aura».
- 2) Подготовьте образец и зонд для проведения эксперимента.
- 3) Получите сканированное изображение поверхности. Установите основные режимы сканирования, подведите зонд и проведите сканирование участка поверхности образца.
- 4) Проведите процедуру $I(V)$ - спектроскопии.
- 5) Обработайте результаты и сделайте выводы.

Контрольные вопросы

- 1) Расскажите про механизм прохождения электрического тока в системе зонд – вакуумный зазор – полупроводник.
- 2) Выведите выражение для коэффициента прозрачности прямоугольного потенциального барьера.
- 3) Опишите последовательность проведения эксперимента.
- 4) Сделайте обоснование выбора режимов работы туннельного микроскопа.

Библиографический список

- 1 Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учеб. пособие / В.Л. Миронов. – Н. Новгород, 2004. – 110 с.
- 2 Орешкин, П. Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин.– М. : Высшая школа, 1977. – 448 с.
- 3 Tersoff, J. Theory and application for scanning tunneling microscope / J. Tersoff and D.R. Hamann. // Phys. Rev. Lett. – 1983. – V. 50. – P. 1998-2001.
- 4 Tersoff, J. Theory of the scanning tunneling microscope / J. Tersoff and D.R. Hamann. // Phys. Rev. Lett. – 1985. – V. 31. – № 2. – P. 805-813.

Лабораторная работа №2 (4 академических часа)

Сканирующая туннельная спектроскопия электронных состояний

Цель работы: изучение метода сканирующей туннельной спектроскопии электронных состояний с использованием микроскопа NTEGRA.

Задание

- 1) Получить изображение топологии исследуемого образца в режиме СТМ.
- 2) Получить графические зависимости ВАХ образца в нескольких точках поверхности.
- 3) Получить графические зависимости $\rho_s(eV)$.
- 4) Сделать выводы по полученным результатам.

Контрольные вопросы

- 1) Назовите основные компоненты ЗНЛ NTEGRA и их назначение.
- 2) Объясните принцип работы СТМ на примере туннельного контакта металл - вакуумный зазор - металл, металл - вакуумный зазор - полупроводник.
- 3) Опишите основные параметры материала и их физический смысл, которые вы будете определять в работе.
- 4) Что такое электронные состояния?
- 5) В чем заключаются физические основы метода сканирующей туннельной спектроскопии электронных состояний?
- 6) Каковы ограничения метода сканирующей туннельной спектроскопии электронных состояний?
- 7) Выведите выражения для ВАХ контакта металл-вакуумный зазор-металл.
- 8) Выведите выражение для коэффициента прозрачности прямоугольного потенциального барьера.
- 9) Поясните, что такое плотность электронных состояний.
- 10) Выведите выражение для плотности электронных состояний в объеме.

Библиографический список

- 1 Tersoff, J. Method for the calculation of scanning tunneling microscope images and spectra / J. Tersoff. // Phys. Rev. B. – 1989. – V. 40 (17). – P. 11990-11993.
- 2 Simons, J.G. Electric tunnel effect between dissimilar electrodes separated by a thin insulating film / J.G. Simons. // J. Appl. Phys. – 1963– Vol. 34. – P. 2581.

3 Пикус, Г.Е. Основы теории полупроводниковых приборов / Г.Е. Пикус. – М. : Наука, 1965. – 448 с.

4 Duke, C.B. Tunneling in solids / C.B. Duke. – New York: Academic Press, 1969. – 353 p.

5 Туннельные явления в твердых телах / ред. Э. Бурнштейн, С. Лундквист. – М. : Мир, 1973. – 422 с.

6 Feenstra, R.M. Recent development in scanning tunneling spectroscopy of semiconductor surfaces / R.M. Feenstra, V. Ramachandran, H.Chen. // Appl. Phys. A. – 2001. – Vol. 72. – P. 193-199.

7 Программное обеспечение для СЗМ, часть 1.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.ф.-м..н.



Авачев А.П.