

2. НАНОЭЛЕКТРОНИКА

План

Лекций по дисциплине «Нанoeлектроника» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лекция №1 (2 академических часа)

- 1) Основные тенденции развития нано- и оптоэлектроники в России и зарубежом
- 2) Физические свойства мезо- и наноскопических систем:
 - характеристические длины в мезоскопических системах;
 - квантово-механическая когерентность;
 - потенциальная яма конечной глубины (прямоугольная, параболическая, треугольная);
 - плотность состояний и размерность системы
- 3) Введение в квантово-размерные эффекты:
 - квантовое ограничение. Квантовые ямы (колодцы), проволоки и точки, сверхрешётки;
 - баллистический транспорт носителей заряда;
 - туннелирование;
 - спиновые эффекты;
 - экситонные эффекты;
 - электронно-оптические эффекты

Библиографический список

- 1 Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьёва, Е.А. Уткина. – М. : Бином, Лаборатория знаний, 2009. – 223 с.
- 2 Шишкин, Г. Г. Нанoeлектроника. Элементы, приборы, устройства: учеб. пособ. / Г.Г. Шишкин, И.М. Агеев. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 408 с.
- 3 Гересименко, Н. Н. Кремний – материал нанoeлектроники / Н.Н. Гересименко, Ю.Н. Пархоменко. – М. : Техносфера, 2007. – 352 с.

- 4 Окрепилов, В. В. Словарь терминов и определений по стандартизации и метрологии в области нанотехнологий / В.В. Окрепилов. – СПб. : Наука, 2008. – 210 с.
- 5 Нанотехнологии в электронике / ред. Ю.А. Чаплыгин. – М. : Техносфера, 2005. – 448 с.
- 6 Розеншер, Э. Оптоэлектроника / Э. Розеншер, Б. Винтер. – М. : Техносфера, 2006. – 592 с.
- 7 Пул, Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс – М. : Техносфера, 2005. – 336 с.
- 8 Мартинес-Дуарт, Дж.М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники / Дж.М. Мартинес-Дуарт, Р.Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло–Рueda. – М.: Техносфера, 2007. – 368 с.
- 9 Варадан, В. ВЧ МЭМС и их применение / В. Варадан, К. Виной, К. Джозе. – М. : Техносфера, 2004. – 528 с.
- 10 Неволин, В. К. Зондовые нанотехнологии в электронике / В.К. Неволин. – М. : Техносфера, 2005. – 152 с.
- 11 Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии / В.Л. Миронов. – М. : Техносфера, 2005. – 144 с.
- 12 Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции / К. Уорден. – М. : Техносфера, 2006. – 224 с.
- 13 Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден. – М. : Техносфера, 2006. – 592 с.
- 14 Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. пособ. / В.В. Старостин. – Изд. 2-е. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 431 с.
- 15 Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: Учеб.пособ. / Д.И. Рыжонков, В.В. Лёвина, Дзидзигури. – Изд. 2-е. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.
- 16 Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы / А.А. Елисеев, А.В. Лукашин ; ред. Ю.Д. Третьяков. – М. : Физматлит, 2010. – 456 с.
- 17 Суздалев, И. П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздалев. – М.: КомКнига, 2006. – 592 с.
- 18 Нано- и микросистемная техника. От исследований к разработкам / ред. П.П. Мальцев. – М. : Техносфера, 2005. – 592 с.

19 Наноматериалы. Нанотехнологии. Наносистемная техника. Мировые достижения за 2005 г./ ред. П.П. Мальцев. – М. : Техносфера, 2006. – 152 с.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.т.н.

Вишняков Н.В.

План

лабораторных работ по дисциплине «Нанoeлектроника» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лабораторная работа №1 (4 академических часа)

Изучение устройства и принципа работы сканирующего зондового микроскопа

Цель работы: изучение основ сканирующей зондовой микроскопии, изучение конструкции и принципов работы сканирующего зондового микроскопа на примере прибора NanoEducator (НТ-МДТ, Россия).

Задание

- Изучите на практике общую конструкцию прибора NanoEducator
- Познакомьтесь с программой управления прибором NanoEducator

Контрольные вопросы

- 1) Назовите основные компоненты СЗМ и их назначение
- 2) Назовите виды датчиков и принципы их действия
- 3) Опишите общую конструкцию прибора NanoEducator

Лабораторная работа №2 (4 академических часа)

Получение СЗМ изображения на сканирующем зондовом микроскопе Nanoeducator

Цель работы: получение навыков работы СЗМ изображения тестовой структуры на сканирующем зондовом микроскопе NanoEducator (НТ-МДТ, Россия).

Задание

- 1) Проведите процедуру поиска резонанса и установки рабочей частоты колебаний зонда прибора NanoEducator

- 2) Отрабатйте процедуру подвода зонда к тестовому образцу
- 3) Установите параметры сканирования, варьируя их значения
- 4) Выполните процедуру сканирования и получите изображение выбранного участка поверхности тестового образца
- 5) Проведите обработку полученного изображения

Контрольные вопросы

- 1) Объясните понятие пьезоэлектрического эффекта и принцип действия пьезоэлектрического двигателя. Опишите различные конструкции сканеров
- 2) Объясните конструкцию зондового датчика туннельного тока/ силового взаимодействия прибора NanoEducator и принцип его действия
- 3) Объясните функциональную зависимость сил взаимодействия зонда и поверхности от расстояния между ними (потенциал Леннарда-Джонса)

Библиографический список

- 1 Борн, М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. – М. : Наука, 1973.
- 2 Руска, Э. Развитие электронного микроскопа и электронной микроскопии – Нобелевские лекции по физике – 1996 / Э. Руска // УФН. – 1988. – Т. 154. – Вып. 2. – С. 243.
- 3 Бинниг, Г. Сканирующая туннельная микроскопия – от рождения к юности – Нобелевские лекции по физике – 1996. / Г. Бинниг, Г. Рорер. // УФН. – 1988. – Т. 154. – Вып. 2. – С. 261.
- 4 Эдельман, В.С. Сканирующая туннельная микроскопия / В.С. Эдельман // Приборы и техника эксперимента. – 1989. – № 5. – С. 25.
- 5 Миронов, В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: учеб. пособие / В.Л. Миронов. – Н. Новгород, 2004. – 110 с.
- 6 Руководство пользователя прибора NanoEducator.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.т.н.

Вишняков Н.В.