

3. ФИЗИКА НАНОСИСТЕМ

План

лекций по дисциплине «Физика наносистем» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лекция 1 (2 академических часа)

Технологические особенности изготовления современных полупроводниковых ИМС

- 1) Введение.
- 2) Подходы формирования наноструктур.
 - а) Принцип «сверху-вниз».
 - б) Принцип «снизу-вверх».
- 3) Массовое производство ИС.
- 4) Технология «кремний на диэлектрике».
 - а) Метод SIMOX.
 - б) Метод Smart-Cut.

Лекция 2 (2 академических часа)

Методы контроля наносистем

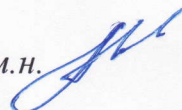
- 1) Сканирующая зондовая микроскопия (туннельная, атомно-силовая, ближнепольная оптическая микроскопия)
- 2) Электронная микроскопия (просвечивающая и растровая электронная микроскопия)
- 3) Оже-спектроскопия
- 4) Рентгеновский микроанализ
- 5) Спектроскопия обратного рассеяния
- 6) Вторичная ионная масс-спектрометрия

Библиографический список

- 1 Козырь, И. Я. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники // И.Я. Козырь [и др.]. – М. : Высшая школа, 1989.
- 2 Курносов, А.И. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники / А.И. Курносов. – М. : Высшая школа, 1989.
- 3 Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – М. : Академия, 2008.
- 4 Павлов, И.В. Физика твердого тела / И.В. Павлов, А.Ф. Хохлов – М. : Высшая школа, 1995.
- 5 Малер, Р. Элементы интегральных схем / Р. Малер, Т. Кейминс ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989.
- 6 Епифанов, Г. И. Физические основы конструирования и технологии РЭА и ЭВА: учеб. пособие для вузов / Г.И. Епифанов, Ю.А. Мома. – М. : Сов. Радио, 1979.
- 7 Орешкин, П. Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин.– М. : Высшая школа, 1977.
- 8 Холомина, Т. А. Влияние дефектов структуры на физические процессы в полупроводниках и диэлектриках: учеб. пособие / Т.А. Холомина. – Рязань : РГРТА, 1997.
- 9 Физика твердого тела: метод. указания к лаб. работам / сост. Холомина Т.А. [и др.]. – Рязань : РГРТА, 2002.
- 10 Вихров, С. П. Физические процессы в барьерных структурах на основе неупорядоченных полупроводников: учеб. пособие / С.П. Вихров, Н.В. Вишняков, В.Г. Мишустин. – Рязань : РГРТА, 2005. – 72 с.
- 11 Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники: учеб. пособие для вузов / Г.И. Зебрев. – М. : Из-во Бином, 2011.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.ф.-м.н.



Авачев А.П.

План

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

Лабораторная работа №1 (4 академических часа)

Изучение устройства и принципа работы зондовой нанолаборатории (ЗНЛ) NTEGRA-AURA (НТ-МДТ, Россия)

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

Задание

- Изучите на практике общую конструкцию прибора ЗНЛ NTEGRA-AURA.
- Познакомьтесь с программой управления прибором ЗНЛ NTEGRA-AURA.

Контрольные вопросы

- 1) Назовите основные компоненты ЗНЛ NTEGRA и их назначение.
- 2) Объясните принцип работы атомно-силового микроскопа (АСМ) с использованием понятия потенциала Леннард-Джонса.
- 3) Объясните принцип работы сканирующего туннельного микроскопа (СТМ) на примере туннельного контакта двух проводников.
- 4) Поясните, что представляют из себя зонды АСМ и СТМ.

Лабораторная работа №2 (4 академических часа)

Исследование поверхности высокоориентированного пиролиитического графита (НОРГ) методом сканирующей туннельной микроскопии в режиме постоянного туннельного тока

Цель работы: Получение топологии поверхности высокоориентированного пиролиитического графита (НОРГ) в режиме постоянного туннельного тока на зондовой нанолаборатории NTEGRA-AURA (НТ-МДТ, Россия).

Задание

- 1) Изучите работу ЗНЛ NTEGRA-AURA в туннельном режиме, в частности, в режиме постоянного туннельного тока.

- 2) Отработайте процедуру подготовки зонда (платиновой иглы) для работы в моде СТМ.
- 3) Отработайте процедуру подготовки образца пиролитического графита.
- 4) Установите параметры сканирования, варьируя их значения.
- 5) Выполните процедуру сканирования и получите изображение выбранного участка поверхности тестового образца.
- 6) Проведите обработку полученного изображения.

Контрольные вопросы

- 1) Режимы работы сканирующего туннельного микроскопа.
- 2) Что такое режим постоянного тока?
- 3) Назовите факторы, определяющие качество изображения в СТМ.
- 4) Какие требования предъявляются к СТМ-зонду?
- 5) Поясните систему обратной связи для поддержания режима постоянного тока.

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.ф.-м.н.



Авачев А.П.