

7. МИКРО- И НАНОСИСТЕМЫ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ

План

лекций по дисциплине «Микро- и наносистемы в технике и технологии» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62

«Электроника и наноэлектроника»

Лекция 1 (2 академических часа)

Литографические методы создания и переноса изображения в нанотехнологии

- Фотолитография
- Рентгеновская литография
- Электронная литография
- Низковольтная литография
- Процессы травления в микротехнологии

Лекция 2 (2 академических часа)

Методы модификации поверхностных и объемных структур

- Диффузия
- Лазерное легирование
- Ионное легирование или ионная имплантация
- Термический отжиг
- Ионно-лучевое и лазерное перемешивание

Библиографический список

1 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.

2 Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники: учеб. пособие для вузов / Г.И. Зебрев. – М. : Из-во Бином, 2011.

3 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.

4 Малер, Р. Элементы интегральных схем / Р. Малер, Т. Кейминс ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989.

5 Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – М. : Академия, 2008.

6 Орешкин, П. Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин.– М. : Высшая школа, 1977. – 448 с.

7 Павлов, И.В. Физика твердого тела / И.В. Павлов, А.Ф. Хохлов – М. : Высшая школа, 1995.

8 Физика твердого тела: метод. указания к лаб. работам / сост. Холомина Т.А. [и др.]. – Рязань : РГРТА, 2002.

9 Холомина, Т. А. Влияние дефектов структуры на физические процессы в полупроводниках и диэлектриках: учеб. пособие / Т.А. Холомина. – Рязань : РГРТА, 1997.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.т.н.



Мишустин В.Г.

План

лабораторных работ по дисциплине «Микро- и наносистемы в технике и технологии» для бакалавров по направлению подготовки 210100_62 «Электроника и нанoeлектроника»

Лабораторная работа №1 (4 академических часа)

Наклонная локальная ионная имплантация

Цель работы: изучить процессы наклонной локальной ионной имплантации с учётом распределения примеси под края защитной маски, исследовать зависимости профиля распределения концентрации примеси от параметров ионной имплантации.

Задание

1) Рассчитать отклонение пробега ионов под край маски ΔR_x .

- 2) Провести расчет эквипотенциальной зависимости распределения примеси в кремнии.
- 3) Рассчитать профиль распределения ионно-имплантированной примеси.
- 4) Провести расчет профиля распределения примеси с учётом эффекта образования теневого участка и имплантации под край маски.
- 5) Провести расчет трёхмерного распределения примеси.
- 6) Обработайте результаты и сделайте выводы.

Контрольные вопросы

- 1) Опишите процесс проникновения ионов в вещество.
- 2) Что такое доза облучения, чем она определяется?
- 3) Как зависят длина нормального пробега и отклонение нормального пробега от энергии имплантируемых ионов? Постройте графики и объясните.
- 4) Чем обусловлено проникновение примеси под защитную маску в процессе ионной имплантации?
- 5) Как изменится профиль распределения ионно-имплантируемой примеси при наличии эффекта каналирования?
- 6) Опишите физические явления, обуславливающие образование теневого участка в процессе наклонной локальной ионной имплантации.
- 7) Для чего применяется локальная наклонная ионная имплантация?
- 8) Опишите основные элементы установки для ионной имплантации.

Библиографический список

- 1 Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой наноэлектроники: учеб. пособие для вузов / Г.И. Зебрев. – М. : Из-во Бином, 2011.
- 2 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.
- 3 Малер, Р. Элементы интегральных схем / Р. Малер, Т. Кейминс ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989.
- 4 Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – М. : Академия, 2008.
- 5 Орешкин, П. Т. Физика полупроводников и диэлектриков / П.Т. Орешкин.–

М. : Высшая школа, 1977. – 448 с.

6 Павлов, И.В. Физика твердого тела / И.В. Павлов, А.Ф. Хохлов – М. : Высшая школа, 1995.

7 Физика твердого тела: метод. указания к лаб. работам / сост. Холомина Т.А. [и др.]. – Рязань : РГРТА, 2002.

8 Холомина, Т. А. Влияние дефектов структуры на физические процессы в полупроводниках и диэлектриках: учеб. пособие / Т.А. Холомина. – Рязань : РГРТА, 1997.

Лабораторная работа №2 (4 академических часа)

Термодинамический анализ и определение максимального выхода кремния при хлоридном методе эпитаксии

Цель работы: изучить процесс хлоридного метода эпитаксии, провести термодинамический анализ системы «тетрахлорид кремния – водород» и определить выход кремния при заданных параметрах процесса.

Задание

1) Выбрать необходимые для расчета параметры и константы равновесия реакций, соответствующие заданной температуре. Ввести выбранные параметры в соответствующие ячейки входных данных.

2) Определить мольные концентрации компонентов ПГС.

3) Определить выход кремния в относительных единицах.

4) По точкам построить зависимость выхода компонента химического взаимодействия от соотношения [N : 1].

5) Занести в отчет все входные и выходные данные, полученные результаты и график построенной зависимости.

Контрольные вопросы

1) Что такое эпитаксия, какие виды эпитаксиальных процессов различают по природе взаимодействия «подложка – растущая кристаллическая фаза»?

2) Что такое константа равновесия реакции, как она определяется?

3) Опишите достоинства и недостатки хлоридного метода эпитаксии.

4) Опишите достоинства и недостатки эпитаксии при газофазном химическом осаждении.

5) Чем определяются диффузионный и кинетический режимы газофазной химической реакции?

6) Какими способами осуществляется легирование эпитаксиального слоя в хлоридном методе эпитаксии?

Библиографический список

1 Борисенко, В. Е. Нанoeлектроника / В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина. – М. : Бином, Лаборатория знаний, 2009. – 223 с.

2 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.

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

4 Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой нанoeлектроники: учеб. пособие для вузов / Г.И. Зебрев. – М. : Из-во Бином, 2011.

5 Малер, Р. Элементы интегральных схем / Р. Малер, Т. Кейминс ; пер. с англ. – М. : Мир, 1989.

6 Марголин, В. И. Физические основы микроэлектроники / В.И. Марголин, В.А. Жабрев, В.А. Тупик. – М. : Академия, 2008.

Разработал:

доцент кафедры БМПЭ РГРТУ, к.т.н.



Мишустин В.Г.