

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Полупроводниковые материалы и структуры

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Технология полупроводниковых приборов и интегральных схем**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Антонов В. А.
	Идентификатор	R9081edee-AntonovVA-4b80b823

(подпись)

В.А. Антонов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Холодный Д.С.
	Идентификатор	R0bac9dac-KholodnyDS-6393810f

(подпись)

Д.С.
Холодный

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Славинский А.З.
	Идентификатор	R99b3b9ab-SlavinskyAZ-c08f5214

(подпись)

А.З.
Славинский

(расшифровка
подписи)

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен проводить и разрабатывать технологические процессы изготовления материалов и изделий микро- и наноэлектроники с заданными свойствами

ИД-2 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и наноэлектроники

ИД-3 Выбирает технологические процессы и их режимы для изготовления изделий микрои наноэлектроники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si» (Контрольная работа)

2. КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si» (Контрольная работа)

3. КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.» (Контрольная работа)

4. КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния» (Контрольная работа)

5. КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии» (Контрольная работа)

6. КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров» (Контрольная работа)

7. КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования» (Контрольная работа)

8. КМ-8 Тест «Современные методы литография» (Контрольная работа)

БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов					
Основные положения и этапы развития микроэлектроники. Физические основы и методы механической обработки полупроводниковых материалов	+	+	+	+	
Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных р – n переходов и создание омических контактов					
Маркировка слитков Ge и Si. Трансмутационное легирование слитков Si. Получение сплавных р – n переходов и создание	+	+	+	+	

омических контактов				
Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.				
Химическая, электрохимическая, плазмохимическая, газовая обработка полупроводниковых пластин.	+	+	+	+
Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии				
Защитные диэлектрические плёнки в планарной технологии	+	+	+	+
Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии				
Получение полупроводниковых структур методом эпитаксии	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	15
Планарная технология. Получение р-п переходов методом диффузии.					
Планарная технология. Получение р-п переходов методом диффузии.	+	+	+	+	+
Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига					
Ионное легирование полупроводниковых пластин. Режимы отжига	+	+	+	+	+
Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.					
Фотолитография, иммерсионная литография, рентгено- и электронная литография.	+	+	+	+	+
Вес КМ:	25	25	25	25	25

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-2 _{ПК-1} 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники	Знать: свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем. Уметь: обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС	КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si» (Контрольная работа) КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si» (Контрольная работа) КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.» (Контрольная работа) КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния» (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 _{ПК-1} Выбирает технологические процессы и их режимы для изготовления изделий микрои нанoeлектроники	Знать: технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники Уметь: выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии» (Контрольная работа) КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров» (Контрольная работа) КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования» (Контрольная работа) КМ-8 Тест «Современные методы литография» (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

1 семестр

КМ-1. КМ-1 Тест «Механическая обработка полупроводников. Маркировка слитков Ge, Si»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по тестированию

Краткое содержание задания:

Студенты должны выбрать правильные ответы и письменно обосновать свой выбор

Контрольные вопросы/задания:

<p>Знать: свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.</p>	<p>1. Сколько этапов развития микроэлектроники имело место? 1. Два этапа. 2. Три этапа. 3. Пять этапов.</p> <p>2. Сколько технологических операций содержит подготовка полупроводниковых пластин? 1. Две операции. 2. Три операции. 3. Четыре операции.</p> <p>3. Сколько видов абразивных материалов применяют при подготовке полупроводниковых пластин? 1. Два вида. 2. один вид. 3. три вида.</p>
<p>Уметь: обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС</p>	<p>1. Определить первый этап развития микроэлектроники? 2. Определить второй этап развития микроэлектроники? 3. Определить третий этап развития микроэлектроники?</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-2. КМ-2 Контрольная работа «Химическая обработка поверхности полупроводников. Трансмутационное легирование слитков Si»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по контрольной работе

Краткое содержание задания:

Студенты должны письменно, в течении отведенного времени, ответить на вопросы и выполнить задания в контрольной работе

Контрольные вопросы/задания:

Знать: свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.	1.Как проводится химическая обработка поверхности полупроводников? 2.Что такое трансмутационное легирование кремния? 3.Какими методами производится маркировка слитков германия и кремния?
Уметь: обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС	1.Уметь провести химическая обработка поверхности полупроводников? 2.Уметь провести маркировку слитков германия и кремния? 3.Уметь определить минимальный разброс технических параметров?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-3. КМ-3 Контр. работа «Получение диэлектрических слоев на поверхности полупроводников.»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по контрольной работе

Краткое содержание задания:

Студенты должны письменно, в течении отведенного времени, ответить на вопросы и выполнить задания в контрольной работе

Контрольные вопросы/задания:

Знать: свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.	1.Какими методами наносятся диэлектрические слои на поверхность полупроводника? 2.Почему в планарной технологии диэлектрические пленки являются защитными? 3.Какие защитные диэлектрические пленки применяют в планарной технологии?
Уметь: обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС	1.Уметь выбрать оптимальный процесс термического окисления? 2.Уметь определить технические критерии к защитным диэлектрическим пленкам? 3.Определить технический регламент анодного окисления кремния?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-4. КМ-4 Тест «Газовая и жидкостная эпитаксия слоёв кремния»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по тестированию

Краткое содержание задания:

Студенты должны выбрать правильные ответы и письменно обосновать свой выбор

Контрольные вопросы/задания:

Знать: свойства полупроводников и материалов, используемых при производстве приборов и интегральных схем.	1.Сколько технологических этапов включает в себя газовая эпитаксия? 1. Один этап. 2. Три этапа.
---	---

	3. Четыре этапа. 2. Сколько технологических этапов включает в себя газовая эпитаксия? 1. Один этап. 2. Три этапа. 3. Два этапа. 3. Сколько технологических дефектов возникает в эпитаксиальных структурах? 1. Три типа дефектов. 2. Пять типов дефектов. 3. Шесть типов дефектов.
Уметь: обосновывать выбор материалов, необходимых для производства приборов и ИС	1. Уметь определить технологические параметры газовой эпитаксии? 2. Уметь определить технологические параметры жидкостной эпитаксии? 3. Уметь определить технологические дефекты в эпитаксиальных структурах?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

2 семестр

КМ-5. КМ-5 Тест «Получение р-п переходов методом диффузии»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по тестированию

Краткое содержание задания:

Студенты должны выбрать правильные ответы и письменно обосновать свой выбор

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники	1. Что позволяет получать базовая диффузия? 1 Диффузионные слои транзистора. 2. высокоомные резисторы 3 диоды.
Уметь: выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	1. Уметь осуществить контроль дислокаций.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-6. КМ-6 Контрольная работа «Расчет диффузионных параметров»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по контрольной работе

Краткое содержание задания:

Студенты должны письменно, в течении отведенного времени, ответить на вопросы и выполнить задания в контрольной работе

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и наноэлектроники	1.Как определяются режимы последовательной диффузии?
Уметь: выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	1.Уметь определить степень дефектности диффузионных структур

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: не зачтено

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-7. КМ-7 Контрольная работа «Получение р-п переходов методом ионного легирования»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по контрольной работе

Краткое содержание задания:

Студенты должны письменно, в течении отведенного времени, ответить на вопросы и выполнить задания в контрольной работе

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологические методы и режимы изготовления изделий	1.В чем состоит метод ионного легирования?
---	--

микро- и нанoeлектроники	
Уметь: выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	1. Уметь определить режимы ионной имплантации

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

КМ-8. КМ-8 Тест «Современные методы литография»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты в аудитории, в течении 1 часа 30 минут, письменно выполняют задание по тестированию

Краткое содержание задания:

Студенты должны выбрать правильные ответы и письменно обосновать свой выбор

Контрольные вопросы/задания:

Знать: технологические методы и режимы изготовления изделий микро- и нанoeлектроники	1. Сколько типов фотошаблонов применяется в современной литографии? 1. Четыре типа. 2. Пять типов. 3. Три типа.
Уметь: выбирать технологические режимы производства приборов и ИС	1. Выбрать вариант изготовления фотошаблонов.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50
*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется
если задание преимущественно выполнено*

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

- Вопрос 1. Этапы развития микроэлектроники. Правило Мура?
Вопрос 2. Технология газофазной эпитаксии?

Процедура проведения

В определённый день и время, установленные учебным управлением, студенты собираются в аудитории, указанной в расписании, для проведения зачета. Условием допуска на зачет является выполнение всех пяти контрольных мероприятий (КМ), указанных в РПД и в системе БАРС. Студент сам берет вариант зачета не видя его содержания. Далее подготовка к ответу на вопросы в течении 30 минут и ответ преподавателю в течении 15 минут. На основании ответа преподаватель определяет оценку по пяти бальной системе.

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-1} 1 Умеет выбирать перспективные материалы микро- и нанoeлектроники

Вопросы, задания

1. Этапы развития микроэлектроники. Правило Мура?
2. Определение критического размера абразивного зерна?
3. Виды и свойства абразивных материалов?
4. Способы резания слитков на пластины и пластин – на кристаллы?
5. Методы маркировки слитков Ge, Si и эпитаксиальных структур?
6. Лазерное легирование как метод сплавления?
7. Влияние формы р-п перехода на его электрические характеристики (на примере точечного р-п перехода)?
8. Определение омических контактов и роль сплавления при создании омических контактов?
9. Методы получения и контроль качества деионизованной воды?
10. Обезжиривание кремниевых пластин и травление в жидких травителях?
11. Технологический процесс электрохимической обработки?
12. Ионно-плазменная обработка полупроводниковых материалов?
13. Газовая обработка кремниевых пластин?
14. Электрохимическое травление кремния?
15. Особенности окисления в сухом и влажном кислороде?
16. Методы получения и свойства нитрида кремния (Si₃N₄)?
17. Контроль параметров защитных диэлектрических плёнок?
18. Технология газофазной эпитаксии?
19. Кинетика роста эпитаксиального слоя?
20. Дефекты эпитаксиальных структур и методы их контроля?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько определено основных этапов развития микроэлектроники?
Ответы:

1. Два этапа.
 2. Три этапа.
 3. Пять этапов.
Верный ответ: 2. Три этапа.
2. Сколько параметров характеризуют абразивные материалы?
Ответы:
1. Три параметра.
 2. Четыре параметра.
 3. Пять параметров.
Верный ответ: 2. Четыре параметра.
3. Что понимают под твердостью абразивного материала?
Ответы:
1. Способность сопротивляться вдавливанию
 2. Получать остаточные деформации.
 3. Невозможность нанесения царапины.
Верный ответ: 1. Способность сопротивляться вдавливанию
4. Какие способы используют для резки монокристаллических слитков?
Ответы:
1. Резка диском с алмазной кромкой.
 2. Резка металлическими полотнами, с применением абразива.
 3. Резка с помощью ультразвука.
Верный ответ: 1. Резка диском с алмазной кромкой. 2. Резка металлическими полотнами, с применением абразива.
5. Какие операции входят в отмывку полупроводниковых подложек?
Ответы:
1. Обезжиривание в органических растворителях.
 2. Промывка в кислотном растворе
 3. Промывка в особо чистой воде.
Верный ответ: 1. Обезжиривание в органических растворителях. 3. Промывка в особо чистой воде.
6. Какая реакция происходит при электрохимической обработке полупроводниковых пластин?
Ответы:
1. Восстановительная.
 2. Окислительная.
 3. Окислительно - восстановительная.
Верный ответ: 3. Окислительно - восстановительная
7. Какие ионы применяют при ионно-плазменной обработке полупроводниковых материалов?
Ответы:
1. Ионы инертного газа.
 2. Поток ионов углерода.
 3. Поток ионов кислорода.
Верный ответ: 1. Ионы инертного газа.
8. Для чего используется плазмохимическая обработка подложек?
Ответы:
1. Для удаления загрязнений.
 2. Для удаления поверхностного слоя материала подложки.
 3. Для уменьшения дислокаций на поверхности.
Верный ответ: 2. Для удаления поверхностного слоя материала подложки.
9. Каким методом получают особо чистую воду?
Ответы:

1. Методом ионного обмена.
 2. Методом многократной фильтрации.
 3. Методом химической очистки.
Верный ответ: 1. Методом ионного обмена.
10. Сколько существует основных методов эпитаксии?
- Ответы:
1. Три метода.
 2. Пять методов.
 3. Два метода.
Верный ответ: 1. Три метода.
11. Какое явление лежит в основе гидридного метода эпитаксии кремния?
- Ответы:
1. Явление осаждения.
 2. Явление диффузии.
 3. Явление автоэпитаксии.
Верный ответ: 3. Явление автоэпитаксии.
12. На каких подложках производится гетероэпитаксия кремния?
- Ответы:
1. На сапфире.
 2. На германии.
 3. На кварце.
 4. На шпинели.
Верный ответ: 1. На сапфире. 4. На шпинели.
13. Сколько методов легирования применяют при легировании эпитаксиальных слоев?
- Ответы:
1. Два метода.
 2. Три метода.
 3. Пять методов.
Верный ответ: 2. Три метода.
14. Какой параметр определяет пригодность эпитаксиального слоя?
- Ответы:
1. Количество дислокаций.
 2. Толщина слоя.
 3. Напряжение пробоя слоя.
Верный ответ: 2. Толщина слоя.
15. Сколько методов контроля эпитаксиальных слоёв используют на практике?
- Ответы:
1. Два метода.
 2. Четыре метода.
 3. Пять методов.
Верный ответ: 2. Четыре метода.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Прибавление баллов промежуточной аттестации для получения итоговой оценки по курсу

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Вопрос 1.Создание р-п переходов методом диффузии?

Вопрос 2. Фотолитография в производстве полупроводниковых приборов?

Процедура проведения

В определённый день и время, установленные учебным управлением, студенты собираются в аудитории, указанной в расписании, для проведения экзамена. Условием допуска экзамен является выполнение всех контрольных мероприятий (КМ), указанных в РПД и в системе БАРС. Студент сам берет (вытаскивает) вариант экзаменационного билета не видя его содержания. Далее подготовка к ответу на вопросы в течении 30 минут и ответ преподавателю в течении 15 минут. На основании ответа преподаватель определяет оценку по пяти бальной системе.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-1 Выбирает технологические процессы и их режимы для изготовления изделий микрои наноэлектроники

Вопросы, задания

- 1.. Механизмы и основные уравнения диффузии?
- 2.Диффузия из бесконечного и ограниченного источников?
- 3.Распределение примесей в многослойной диффузионной структуре?
- 4.Распределение примесей в реальных диффузионных структурах?
- 5.Основные источники легирующих примесей?
- 6.Технологические методы диффузии и оборудование?
- 7.Методы контроля диффузионных структур?
- 8.Достоинства и ограничения метода ионного легирования?
- 9.Распределение ионов в полупроводниковых мишенях?
- 10.Распределение ионов в мишени при наличии каналирования?
- 11.Зависимость температуры отжига от количества структурных нарушений в полупроводнике?
- 12.Создание самосовмещенного изолированного электрода методом ИЛ?
- 13.Создание контактов для «мелких» р-п переходов с помощью ионной имплантации?
- 14.Фотолитография в производстве полупроводниковых приборов?

15. Основные этапы фотолитографии: обработка поверхности, нанесение, сушка, задубливание и удаление фоторезиста?
16. Негативные и позитивные фоторезисты?
17. Экспонирование УФ-излучением, ограничение топологических размеров?
18. Современные технологические методы, позволяющие уменьшать топологический размер?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сколько этапов фотолитографии существует в технологическом процесс?
Ответы:
 1. Три этапа
 2. Пять этапов.
 3. Шесть этаповВерный ответ: 2. Пять этапов.
2. Какие современные технологические методы, позволяют уменьшать топологический размер?
Ответы:
 1. Электронная литография.
 2. Метод диффузии.
 3. Метод ионного легирования.Верный ответ: 1. Электронная литография.
3. В чем основное достоинство в создании гетеропереходов?
Ответы:
 1. Способ уменьшения топологических размеров.
 2. Создание р-п переходов.
 3. Создание контактов для «мелких» р-п переходов.Верный ответ: 1. Способ уменьшения топологических размеров.
4. Как происходит перевод примеси в электрически активное состояние?
Ответы:
 1. Путем отжига
 2. С помощью имплантации.
 3. С помощью аморфизации.Верный ответ: 1. Путем отжига
5. Каким методом производится создание самосовмещенного изолированного электрода?
Ответы:
 1. Методом диффузии.
 2. Методом ионного легирования.
 3. Методом фотолитографии.Верный ответ: 2. Методом ионного легирования.
6. От чего зависит температуры отжига полупроводника?
Ответы:
 1. От фазового состояния полупроводника.
 2. От количества структурных нарушений в полупроводнике.
 3. От температуры окружающей среды.Верный ответ: 2. От количества структурных нарушений в полупроводнике.
7. Каким методом производится создание контактов для «мелких» р-п переходов?
Ответы:
 1. Методом ионного легирования.
 2. Методом диффузии.
 3. Методом иммерсионной литографииВерный ответ: 1. Методом ионного легирования
8. Какой технологический процесс является первым этапом в фотолитографии?

Ответы:

1. Этап резки на пластины.
2. Этап обработки поверхности.
3. Этап экспонирования.

Верный ответ: 2. Этап обработки поверхности.

9. Какой технологический процесс является вторым этапом в фотолитографии?

Ответы:

1. Этап экспонирования.
2. Этап нанесения фоторезиста.
3. Этап отжига.

Верный ответ: 2. Этап нанесения фоторезиста.

10. Какие фоторезисты применяют в фотолитографии?

Ответы:

1. Фоторезисты с большим удельным сопротивлением.
2. Негативные и позитивные фоторезисты.
3. Фоторезисты с малым удельным сопротивлением.

Верный ответ: 2. Негативные и позитивные фоторезисты.

11. Какой технологический процесс является завершающим этапом в фотолитографии?

Ответы:

1. Удаление фоторезиста.
2. Задубливание фоторезиста.
3. Процесс сушки.

Верный ответ: 1. Удаление фоторезиста.

12. Какие дефекты образуются в диффузионных структурах?

Ответы:

1. Точечные дефекты.
2. Образование дислокаций и осаждение примесей.
3. Объемные дефекты.

Верный ответ: 2. Образование дислокаций и осаждение примесей.

13. В чем состоит метод ионной имплантации?

Ответы:

1. В бомбардировке пучками ускоренных ионов.
2. В протекании химических реакций.
3. В радиационной обработке поверхности полупроводника.

Верный ответ: 1. В бомбардировке пучками ускоренных ионов.

14. Сколько критериев применимости фоторезистов применяют на практике?

Ответы:

1. Три критерия.
2. Пять критериев.
3. Восемь критериев.

Верный ответ: 2. Пять критериев.

15. Какие задачи решают при проведении расчетов диффузионных структур?

Ответы:

1. Определение профиля распределения концентрации примеси.
2. Определение режима процесса диффузии.
3. Определение количества структурных несовершенств.

Верный ответ: 1. Определение профиля распределения концентрации примеси. 2. Определение режима процесса диффузии.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Прибавление баллов промежуточной аттестации для получения итоговой оценки по курсу