

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА МИКРО- И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

по дисциплине

Б1.В.02 «Технология систем на кристалле»

Направление подготовки

11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника»

ОПОП академической магистратуры

«Микро- и нанoeлектроника»

Квалификация (степень) выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной профессиональной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной профессиональной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общепрофессиональных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимися в соответствии с этими требованиями.

ПК-2.1 – организует и контролирует процессы измерений параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;

ПК-2.2 – разрабатывает планы и графики работ в подразделениях по измерениям параметров и модификации свойств наноматериалов и наноструктур;

ПК-5.1 – разрабатывает и адаптирует типовые технологические процессы изготовления изделий микроэлектроники;

ПК-5.2 – разрабатывает планировку рабочих мест и участков на производстве изделий микроэлектроники;

ПК-6.1 – анализирует и выбирает перспективные технологические процессы и оборудование производства изделий микроэлектроники;

ПК-6.2 – организует и проводит экспериментальные работы по отработке и внедрению новых материалов, технологических процессов и оборудования производства изделий микроэлектроники;

ПК-7.1 – выбирает конструктивно-технологические варианты создания пассивной части схемы с учетом конструкции корпуса и сборки изделий "система в корпусе";

ПК-7.2 – разрабатывает технологический маршрут на изготовление изделий "система в корпусе" на основе технического задания;

ПК-7.3 – разрабатывает комплект технологической документации на изготовление изделий "система в корпусе";

ПК-8.1 – выполняет экспериментальные работы и освоение новых технологических процессов;

ПК-8.2 – выполняет экспериментальные работы по освоению новых технологических процессов, новых видов оборудования и технологической оснастки.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися в ходе выполнения индивидуальных заданий на практических занятиях. При оценивании результатов освоения практических занятий применяется шкала оценки «зачтено – не зачтено». Количество практических занятий и их тематика определена рабочей программой дисциплины, утвержденной заведующим кафедрой.

Результат выполнения каждого индивидуального задания должен соответствовать всем критериям оценки в соответствии с компетенциями, установленного для заданного раздела дисциплины.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением теоретического зачета. Форма проведения зачета – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включаются два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу

экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п.

Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Вид, метод, форма оценочного мероприятия
1	Классификация систем на кристалле (СНК)	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет
2	Основные технологические операции изготовления СНК по технологии сборки на пластине (WLP)	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет
3	Структурно-топологические ограничения технологии СНК	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет
4	WLCP и CSP – печатные платы со встроенными компонентами	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет
5	Особенности технологии при посадке кристалла в корпус. Присоединение выводов к кристаллу СНК. Способы изоляции и герметизации ИС по технологии СНК	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет
6	Методы проектирования СНК	ПК-2.1; ПК-2.2; ПК-5.1; ПК-5.2; ПК-6.1; ПК-6.2; ПК-7.1; ПК-7.2; ПК-7.3; ПК-8.1; ПК-8.2	зачет

Шкала оценки сформированности компетенций

В процессе оценки сформированности знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплине, производимой на этапе промежуточной аттестации в форме теоретического зачета, используется оценочная шкала «зачтено – не зачтено»:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и лабораторной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не справился с 50% вопросов и заданий при прохождении тестирования, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях элементов курса и использования предметной терминологии у обучающегося нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

Типовые контрольные задания или иные материалы

Примеры типовых тестовых заданий для укрепления и проверки теоретических знаний, развития умений и навыков, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной

1. При какой температуре производят отжиг кремниевых структур после проведения операции ионной имплантации фосфора?

1. 100 ° C;
2. 10000 ° C;
3. 600 ° C;
4. 1100 ° C.

2. Какой метод формирования подзатворного диэлектрика используют в технологии МДП транзисторов?

1. термическое окисление во влажном кислороде;
2. термическое испарение в вакууме;
3. комбинированный метод;
4. термическое окисление в сухом кислороде.

3. Для каких целей используется скрытый p⁺-слой в технологии интегральных транзисторов?

1. для увеличения степени интеграции ИС;
2. для изоляции элементов ИС;
3. для увеличения пробивного напряжения коллектора;
4. для уменьшения сопротивления коллектора.

4. При какой температуре производится термообработка кремниевых пластин непосредственно перед процессом эпитаксии :

1. 450 ° C ;
2. 30 ° C;
3. 850 ° C;
4. 1150-1300 ° C.

5. Какими способами осуществляется легирование эпитаксиального слоя в хлоридном методе эпитаксии ?

1. легирование из жидкой или газовой фазы ;
2. автолегирование ;
3. легирование из твердой, жидкой или газовой фазы ;
4. ионное легирование .

6. От какого параметра зависит коэффициент диффузии ?

1. температура;
2. концентрация легирующей примеси;
3. давление в реакционной системе;
4. все указанные выше параметры.

7. Какая величина плотности поверхностных состояний на границе раздела полупроводник-диэлектрик считается допустимой в технологии комплементарных МДП-транзисторов:

1. 10^{10} см^{-2} ;
2. 10^{14} см^{-2} ;
3. 10^{-2} см^{-2} ;
4. 10^{13} см^{-2} .

8. В каких случаях применяют ионную имплантацию через слой диэлектрика?

1. для увеличения коэффициента усиления транзистора;
2. для повышения коэффициента использования площади пластины;
3. для корректировки порогового напряжения транзистора;
4. для увеличения пробивного напряжения транзистора.

9. От каких технологических параметров **в основном** зависит глубина залегания р-п-перехода в диффузионных структурах?

1. температура;
2. фоновая концентрация примеси в подложке;
3. энергия иона;
4. коэффициент диффузии, время диффузии;

10. Чем определяется поверхностная концентрация примеси после проведения диффузии из бесконечного источника при заданной температуре?

1. фоновая концентрация примеси в подложке;
2. доза легирования;
3. предельная растворимость;
4. время диффузии.

Список типовых контрольных вопросов для подготовки к теоретическому зачету по дисциплине:

1. Полирование пластин, виды. Нарушенный слой поверхности.
2. Травление. Очистка пластин. Жидкостное травление, травители.
3. Плазменное травление пластин, принцип, классификация.
4. Ионное травление, разновидности. Преимущества и недостатки. Установки ионного травления.
5. Газовое травление. Травители. Методы химического травления.
6. Плазмохимическое и ионно-химическое травление. Оборудование.

7. Диффузия из неограниченного (бесконечного) источника примеси. Уравнение диффузии, распределение примеси.
8. Диффузия из конечного (ограниченного) источника примеси. Уравнение диффузии, распределение примеси.
9. Двойная последовательная диффузия примеси в п/пр. Формирование транзисторной структуры. Распределение примеси.
10. Техника проведения процессов диффузии. Разновидности, классификация.
11. Диффузионные системы, оборудование. Последовательность проведения диффузии.
12. Ионная имплантация, сущность, принцип. Параметры распределения примеси.
13. Ионная имплантация через слой диэлектрика. Распределение примеси, параметры, эквивалентная толщина.
14. Процессы эпитаксиального наращивания п/пр. пленок. Назначение, классификация.
15. Эпитаксия из молекулярных пучков (МЛЭ). Принцип, оборудование, достоинства, недостатки.
16. Реакции химического взаимодействия при эпитаксии кремния в газовой фазе.
17. Последовательность технологического процесса эпитаксии. Установки для проведения эпитаксии.
18. Хлоридный и гидридный методы эпитаксии кремния.
19. Гетероэпитаксия кремния на диэлектрике.
20. Процессы легирования эпитаксиальных структур. Особенности технологического оборудования.
21. Функциональные назначения диэлектрических пленок в п/пр. электронике. Требования, параметры.
22. Процесс термического окисления кремния в парах воды.
23. Процесс термического окисления кремния в сухом и во влажном кислороде.
24. Комбинированный метод термического окисления кремния. Оборудование.
25. Процессы осаждения оксида кремния термическим разложением тетраэтоксисилана и окислением силана кислородом.
26. Методы химического осаждения пленок нитрида кремния. Оборудование.
27. Реактивное катодное и ионно-плазменное осаждение пленок нитрида кремния. Оборудование.
28. Процесс термического вакуумного напыления, описание, оборудование.
29. Литографические процессы, назначение, описание, разновидности.
30. Разновидности литографии, сравнение методов, достоинства, недостатки.
31. Резистивные пленки в литографии. Требования, параметры. Позитивные и негативные фоторезисты.
32. Контактная фотолитография, последовательность операций.
33. Фоторезисты. Назначение. Фотохимические процессы в фоторезистах.
34. Методы нанесения фоторезистивных пленок.
35. Контактная фотолитография. Операции совмещения и экспонирования.
36. Проявление фоторезиста. Оптические эффекты при экспонировании. Виды брака при фотолитографии.
37. Проекционная фотолитография. Способы. Современные методы и устройства оптической коррекции.
38. Рентгенолитография и электронно-лучевая литография. Резист РММА.
39. Современные методы литографии (нано-литографии). Зондовая, перьевая. Нанопечать.
40. Технологические особенности сборки современных компонентов микро- и нанoeлектроники.

Составил
доцент кафедры
микро- и наноэлектроники

М.В. Зубков

Зав. кафедрой МНЭЛ
д.ф.-м.н., доцент кафедры микро-
и наноэлектроники

В.Г. Литвинов