Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра полупроводниковых приборов и микроэлектроники

Паспорт
расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Основы конструирования и технологии производства электронных средств», 5 семестр

1. Методика оценки

Выполнение расчетно-графического задания (работы) (далее – РГЗ(Р)) является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель РГЗ(Р): студенты должны научиться определять круг основных и вспомогательных задач по разработке технологического процесса и этапов конструирования при изготовлении электронных средств, отработать навыки по их решению путем расчета необходимых режимов, видов и объема необходимых производственных работ. Студенты, в соответствии с индивидуальным заданием, должны дать характеристику используемых материалов и оборудования; произвести оценку режимов осаждения и травления пленок; рассчитать режимы получения p-n переходов; описать характер сборочных операций.

При выполнении РГЗ(Р) студенты должны разработать технологическую схему изготовления электронного средства (сенсора или микроэлектромеханической системы) в соответствии с индивидуальным заданием; выбрать и обосновать технологические режимы получения подложек и конструктивных слоев объекта разработки; рассчитать технологические режимы осаждения и травления пленок и подложек, получения p-n переходов; охарактеризовать сборочные операции объекта исследования.

Обязательными элементами РГЗ(Р) являются определение необходимых видов и расчет объемов производственных работ, расчеты технологических режимов, определение списка требуемого оборудования, формулировка задач для выполнения технологического процесса.

Все задания являются необходимыми к выполнению, номер темы РГЗ(Р) определяется генератором случайных чисел.

РГЗ(Р) выполняется индивидуально.

Количество заданий и тем достаточно для обеспечения каждого обучающегося индивидуальным заданием РГЗ(Р).

Замена темы РГЗ(Р) осуществляется по согласованию с преподавателем из числа резервных (не занятых) тем.

Перед выполнением задания студент должен ознакомиться с технологиями и этапами конструирования при производстве электронных средств, основным оборудованием, используемым в технологических процессах при производстве электронных средств, режимами его работы.

Преподаватель осуществляет руководство по выполнению задания, оказывает консультационную помощь и принимает отчет по РГЗ(Р).

По результатам выполнения РГЗ(Р) выполняется отчет, который состоит из следующих частей:

1. Титульный лист.
2. Теоретическая часть, представляющая собой четкий и развернутый ответ на вопросы: характеристика объекта технологической разработки; описание основных входных и выходных параметров объекта технологической разработки;

характеристика материалов, используемых в объекте технологической разработки.

3. Практическая часть, включающая следующие части: блок-схема основных технологических этапов изготовления объекта технологической разработки; эскизы эволюции структур объекта технологической разработки; расчет технологических режимов осаждения и травления пленок и подложек, получения p-n переходов; характеристика сборочных операций объекта исследования; характеристика оборудования, используемого в технологическом процессе, и примеры такого оборудования, имеющегося на предприятиях и в организациях Новосибирска и Новосибирской области.
4. Выводы.
5. Список использованной литературы, интернет-источников и программных средств.

Требования к оформлению

Объем РГЗ(Р) до 15 страниц машинописного текста формата А4. Шрифт Times New Roman, 12. Формулы набираются в редакторе Math Type. Размещение сканированных формул не допускается. Нумерация страниц сквозная, в нижней части листа по центру арабскими цифрами. Работа должна быть отредактирована, не содержать орфографических, синтаксических и стилевых ошибок.

Отчет в установленные сроки сдается на кафедру для проверки. Преподаватель оценивает качество работы, отмечает положительные стороны и недостатки работы и определяет, допускается ли она к защите. При необходимости преподаватель возвращает РГЗ(Р) студенту для доработки и устанавливает сроки повторного предоставления для проверки. До защиты работы студентом должны быть сделаны необходимые исправления и дополнения по всем замечаниям преподавателя.

При положительном результате оценивания РГЗ(Р) студент ее распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита РГЗ(Р) состоит в индивидуальном устном собеседовании студента с преподавателем. В процессе защиты выявляется уровень знаний студента, степень его самостоятельности при выполнении работы. По результатам защиты студенту выставляется оценка в соответствии с критериями, приведенными в п. 2 настоящего Паспорта.

2. Уровни сформированности компетенций и критерии оценки

РГЗ(Р) считается выполненной **на продвинутом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно и в полном объеме; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и не возвращалась для доработки; даны полные и развернутые выводы и рекомендации; на защите студентом даны уверенные и аргументированные ответы, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне. Оценка составляет от 18 до 20 баллов.

РГЗ(Р) считается выполненной **на базовом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно и без существенных ошибок; все разделы РГЗ(Р) выполнены правильно, но есть замечания к полноте предоставления информации; работа оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю в указанные сроки и однократно возвращалась студенту для незначительной доработки; в заключении даны выводы и рекомендации; на защите студентом допущены непринципиальные ошибки, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне. Оценка составляет от 14 до 17 баллов.

РГЗ(Р) считается выполненной **на пороговом** уровне, если все необходимые расчеты произведены самостоятельно, но с ошибками, часть из которых носит принципиальный характер; есть замечания к полноте предоставления информации; работа

оформлена в соответствии с требованиями; сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки; в заключении даны краткие выводы; защита РГЗ(Р) вызывает у студента серьезные затруднения, что свидетельствует об уровне сформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне. Оценка составляет от 10 до 13 баллов.

РГЗ(Р) считается **не выполненной**, если расчеты произведены с серьезными ошибками; есть замечания к полноте предоставления информации и оформлению; РГЗ(Р) была сдана преподавателю, но неоднократно возвращалась студенту для доработки, что не привело к улучшению ее качества; РГЗ(Р) не допущена до защиты, что свидетельствует о несформированности компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Оценка составляет менее 10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ(Р) учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

РГЗ(Р) как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если полученные баллы составляют от 10 до 20 баллов включительно.

4. Примерный перечень заданий и тем РГЗ(Р)

Задания:

1. Разработать технологическую схему электронного средства (из списка тем) с описанием видов необходимых производственных работ – используемых технологий и этапов конструирования.
2. Рассчитать процессы и режимы технологий и этапов конструирования, рассчитать топологию (если применимо), оценить необходимый объем работ.
3. Сформулировать задачи для выполнения технологического процесса (технологу, конструктору, проектировщику и т.д.).
4. Привести список примеров необходимого для выполнения производственных работ оборудования (задания 1 – 3), используемого на предприятиях и в организациях Новосибирска и Новосибирской области.

Темы:

1. Сопло с квадратным отверстием. Материалы защитных пленок SiO_2 и Si_3N_4. Описать процесс фотолитографии. Рассчитать режимы получения защитных пленок. Описать процесс фотолитографии. Рассчитать режимы анизотропного травления.
2. Сопло с круглым отверстием. Материал защитной пленки Si_3N_4. Рассчитать режимы получения защитной пленки. Рассчитать режим получения стоп-слоя. Описать процесс фотолитографии. Рассчитать режим анизотропного травления.
3. Микрошарнир. Описать процесс фотолитографии. Описать процесс травления жертвенных слоев. Рассчитать процессы осаждения поликремния и фосфорсиликатного стекла (ФСС).
4. Сенсор давления с диффузионными резисторами p-типа проводимости. Рассчитать режим диффузии для получения сопротивления резистора 1 кОм. Рассчитать топологию резистора. Рассчитать режим анизотропного травления. Нарисовать электрическую схему сенсора.
5. Сенсор давления с поликремниевыми резисторами p-типа проводимости. Рассчитать режим легирования для получения сопротивления резистора 1 кОм. Рассчитать топологию резистора. Рассчитать режим анизотропного травления. Нарисовать электрическую схему сенсора.
6. Высокотемпературный сенсор давления на основе КНИ технологии. Описать режим сращивания кремниевых пластин. Рассчитать режим получения стоп-слоя. Описать

процесс получения тензорезисторов. Описать процесс металлизации. Описать процесс двухсторонней литографии. Рассчитать режим анизотропного травления.

7. Сенсор потока газа. Рассчитать режим осаждения пленки Si_3N_4. Выбрать материалы для изготовления нагревательных резисторов и терморезисторов, описать технологию их получения. Описать процесс двухсторонней литографии. Рассчитать режим анизотропного травления. Нарисовать электрическую схему сенсора.

8. Емкостной акселерометр. Выбрать материалы защитных пленок и рассчитать режимы их осаждения. Описать процесс двухсторонней литографии. Рассчитать режимы анизотропного травления. Описать технологию сборки сенсора.

9. Сенсор угловой скорости. Рассчитать режим нанесения пленки SiO_2. Описать режимы фотолитографии и нанесения пленки металла. Подробно описать технологию ГРИТ (GRIT – постепенное взаимное уменьшение напряженности). Подробно описать технологию анодного соединения.

10. Камертонный сенсор угловой скорости. Рассчитать режим нанесения пленки SiO_2. Описать технологию сращивания кремниевых пластин. Рассчитать режим легирования для получения сопротивления резистора 1 кОм. Рассчитать режимы анизотропного травления.

11. Сенсор угловой скорости компании Роберт Бош. Рассчитать режим нанесения пленки SiO_2. Рассчитать режим осаждения пленки поликремния. Рассчитать режимы анизотропного травления. Подробно описать технологию ГРИТ. Подробно описать технологию анодного соединения и сборки сенсора.

12. Газовый сенсор на CO. Рассчитать режим нанесения пленки SiO_2. Описать технологии получения толстого окисла, поликремниевого нагревателя, пленки SnO_2 и металлизации. Рассчитать режимы анизотропного травления. Описать технологию сборки сенсора.

13. Ячейка инжекторного струйного принтера. Описать режимы осаждения и травления пленок металлов и защитных покрытий. Описать принцип действия ячейки.

14. Микроклапан с ИМ-актюатором. Рассчитать режим нанесения пленки SiO_2. Рассчитать режимы анизотропного травления. Описать режим осаждения-травления пленки TiNi и металлизации. Описать технологию сборки микроклапана.

15. Микронасос с электростатической актюацией. Рассчитать режимы осаждения пленки Si_3N_4 Рассчитать режим получения стоп-слоя. Рассчитать анизотропного травления. Описать процесс сборки микронасоса.

16. Цифровое микрозеркало. Описать технологию осаждения-травления пленок, жертвенных слоев, спейсеров и отражающих покрытий.

17. Микроконденсатор переменной емкости. Bulk Micromachined Variable Capacitors. Описать технологию осаждения-травления пленок, РИТ, ГРИТ. Сборка микроконденсатора.

18. Микрокатушка. Описать технологию осаждения-травления пленок.

19. Звуковой микрорезонатор. Film Bulk Acoustic Resonators. Рассчитать режимы получения SiO_2 и ФСС. Описать режимы получения пленок проводника и пьезоэлектрика. Травление жертвенного слоя.

20. Микромеханический выключатель. Описать и рассчитать технологические режимы осаждения слоев.

21. Цифровой затвор на основе дифракционной решетки. Описать и рассчитать технологические режимы осаждения слоев.