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

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Технология компонентов микро- и наносистемной техники», 6 семестр

1. Методика оценки

Выполнение контрольной работы является формой текущей аттестации (контроля) по дисциплине, предусмотренной учебным планом.

Цель контрольной работы: 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 контрольной работы 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 контрольной работы 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 контрольной работы определяется генератором случайных чисел.

Контрольная работа выполняется индивидуально.

Количество заданий и тем достаточно для обеспечения каждого обучающегося индивидуальным заданием контрольной работы. Замена темы контрольной работы 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 контрольной работы.

По результатам выполнения контрольной работы 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 контрольной работы 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 контрольную работу 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 контрольной работы студент ее распечатывает, передает на кафедру и защищает до сессии в назначенное преподавателем время.

Защита контрольной работы 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

Контрольная работа выполнена **на продвинутом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует об уровне сформированности у студента компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на продвинутом уровне. Оценка составляет *от 36 до 40 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на базовом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит единичные не принципиальные ошибки, исправленные после замечаний преподавателя. Все части контрольной работы согласованы, текст логично выстроен и является авторским. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует об уровне сформированности у студента компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на базовом уровне. Оценка составляет *от 28 до 35 баллов*.

Контрольная работа выполнена **на пороговом** уровне, если структура, содержание и оформление работы соответствует требованиям, но работа содержит ошибки, неоднократно исправляемые после замечаний преподавателя. Части контрольной работы в целом согласованы. Присутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы свидетельствует об уровне сформированности у студента компетенций и соотнесенных с ними индикаторов на пороговом уровне. Оценка составляет *от 20 до 27 баллов*.

Контрольная работа считается **не выполненной,** если структура, содержание и оформление работы не соответствует требованиям, работа содержит существенные ошибки, не исправленные после замечаний преподавателя. Части контрольной работы не согласованы. Отсутствуют ссылки на нормативные документы и актуальную литературу. Работа не представлена для проверки в установленные сроки. Анализ каждого из разделов контрольной работы позволяет сделать вывод о несформированности у студента компетенций и соотнесенных с ними индикаторов. Оценка составляет *менее 20 баллов*.

3. Шкала оценки

Контрольная работа как форма текущей аттестации (контроля) по дисциплине считается успешно выполненной, если сумма полученных баллов по всем ее заданиям составляет от 20 до 40 баллов включительно.

В общей оценке по дисциплине баллы за выполнение контрольной работы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы и таблицей соответствия баллов, традиционной оценки и буквенной оценки ECTS, установленными в НГТУ.

4. Примерный перечень заданий и тем контрольной работы

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 SiO2 и Si3N4. Описать процесс фотолитографии. Рассчитать режимы получения защитных пленок. Описать процесс фотолитографии. Рассчитать режимы анизотропного травления.
2. Сопло с круглым отверстием. Материал защитной пленки Si3N4. 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 Si3N4. 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 SiO2. 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 SiO2. 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 SiO2. 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 SiO2. Описать технологии получения толстого окисла, поликремниевого нагревателя, пленки SnO2 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 SiO2. 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 Si3N4 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 SiO2 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.