

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	14
1.1. ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНОЛОГИЮ КОММУТАЦИОННЫХ СТРУКТУР....	15
1.1.1. Общие сведения о коммутационных структурах.....	15
1.1.2. Геометрия и электрические параметры коммутационных структур	18
1.2. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ СТРУКТУР.....	26
1.2.1. Концепция развертывания цифрового инструментального произ- водства в рамках единой цифровой среды.....	26
1.2.2. Концепция интеграции программной среды AltiumDesignerв еди- ную инфраструктуру синхронного производства.....	29
1.2.3. Методика автоматизированного проектирования электронных коммутационных структур в пакете AltiumDesigner.....	31
1.3. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ И ПЛОТНОСТИ ПЕЧАТНОГО МОНТАЖА.....	35
1.3.1. Общие понятия о точности и плотности печатного монтажа.....	35
1.3.2. Методика расчета геометрических параметров печатного монтажа с учетом технологических ограничений.....	40
1.4. ТИПЫ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ.....	50
1.4.1. Типы печатных плат и их конструктивные особенности.....	50
1.5. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.....	60
1.5.1. Анализ способов получения рисунка печатной платы	60
1.5.2. Фотографический способ получения рисунка печатной платы.....	62
1.5.3. Сеткографический способ получения рисунка печатной платы.....	63
1.5.4. Способ фотоформирования рисунка печатной платы.....	64
1.5.5. Механический способ получения рисунка печатной платы.....	64
1.6. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОВОДЯЩЕГО РИСУНКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ.....	68
1.6.1. Анализ способов получения проводящего рисунка печатной пла- ты.....	68
1.6.2. Способ химического травления для получения проводящего ри- сунка печатной платы.....	69
1.6.3. Способ химического осаждения для получения проводящего ри- сунка печатной платы.....	69
1.6.4. Электрохимический способ наращивания проводящего рисунка печатной платы.....	70
1.6.5. Термический способ вакуумного напыления для получения про- водящего рисунка печатной платы.....	71
1.7. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	73
1.7.1. Общие сведения о методах изготовления печатных плат.....	73
1.7.2. Химический метод изготовления печатных плат.....	76
1.7.3. Комбинированный позитивный метод изготовления печатных плат.....	78
1.7.4. Тентинг - метод изготовления печатных плат.....	81
1.7.5. Электрохимический метод изготовления печатных плат.....	82

1.7.6. Фотоаддитивный метод изготовления печатных плат.....	84
1.7.7. Аддитивное производство печатных плат.....	87
1.8. ОСНОВНЫЕ ОПЕРАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	91
1.8.1. Химическое осаждение меди.....	91
1.8.2. Гальваническое осаждение меди.....	93
1.8.3. Травление меди.....	95
1.8.4. Сверление монтажных отверстий.....	96
1.9. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	100
1.9.1. Односторонние печатные платы с неметаллизированными отвер- стиями.....	100
1.9.2. Односторонние печатные платы без монтажных отверстий.....	101
1.9.3. Двусторонние печатные платы на диэлектрическом основании.....	101
1.9.4. Двусторонние печатные платы на металлическом основании.....	102
1.9.5. Двусторонние печатные платы без монтажных отверстий.....	102
1.9.6. Гибкие печатные платы.....	107
1.9.7. Гибкие печатные кабели.....	108
1.9.8. Рельефные платы.....	108
1.10. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	111
1.10.1. МПП попарного прессования.....	111
1.10.2. МПП с металлизацией сквозных отверстий.....	113
1.10.3. МПП послойного наращивания.....	122
1.11. АНАЛИЗ ГИБКО-ЖЕСТКИХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	126
1.11.1. Гибко-жесткие печатные платы (ГЖПП).....	126
1.12. ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МАКЕТИРОВАНИЯ И ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ.....	131
1.12.1. Методы и средства макетирования и прототипирования печат- ных плат.....	131
1.13. ОБЗОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ КОМИНИРОВАННЫМ ПОЗИТИВНЫМ МЕТОДОМ.....	143
1.13.1. Этапы производства печатных плат.....	143
1.13.2. Получение заготовки.....	144
1.13.3. Сверление переходных и монтажных отверстий.....	144
1.13.4. Предварительная металлизация отверстий.....	144
1.13.5. Получение рисунка схемы.....	146
1.13.6. Гальваническое осаждение меди.....	149
1.13.7. Травление меди.....	149
1.13.8. Нанесение паяльной маски.....	150
1.13.9. Горячее лужение.....	152
1.13.10. Оптический контроль качества.....	153
1.14. КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ В ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И ПЛАЗМЕННЫХ ПАНЕЛЯХ.....	157
1.14.1. Технологии плоскоэкранных дисплеев.....	157
1.14.2. Низкотемпературная поликремниевая технология.....	160
1.14.3. Плазменные панели.....	161

1.15. ОПТОВОЛОКОННЫЕ КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ.....	165
1.15.1. Оптические коммуникации проводящие среды.....	165
1.15.2. Перспективы использования.....	168
1.15.3. Оптическое волокно.....	169
1.15.4. Классификация оптических волокон.....	171
1.15.5. Основные параметры волокон.....	174
1.15.6. Конструкционные особенности оптического кабеля.....	177
1.15.7. Технология изготовления.....	178
1.15.8. Печатные платы с оптоволоконными проводниками.....	179
1.16. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КОММУТАЦИОННЫХ СТРУКТУР	183
1.16.1. Общие положения электрического контроля коммутационных структур.....	183
1.16.2. Электрические методы локализации неисправностей.....	185
1.17. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОММУТАЦИОННЫХ СТРУКТУР.....	210
1.17.1. Методы и средства управления качеством коммутационных структур.....	210
1.17.2. Основы дефектоскопии коммутационных структур.....	211
1.17.3. Методы и средства рентгеновского контроля коммутационных структур.....	214
1.17.4. Общие положения оптического контроля коммутационных структур.....	215
1.17.5. Оптические методы анализа паянных соединений.....	216
1.17.6. Анализ дефектов печатных плат по микрошлифам.....	227
1.17.7. Выводы и рекомендации по управлению качеством коммутац ионных структур.....	238
1.18. РАЗРАБОТКА ПАКЕТА ДОКУМЕНТАЦИИ НА КОММУТАЦИОННЫЕ СТРУКТУРЫ.....	241
1.18.1. Этапы производства печатных плат.....	241
1.18.2. Получение заготовки.....	
1.18.3. Сверление переходных и монтажных отверстий.....	
1.18.4. Предварительная металлизация отверстий.....	
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	274
2.1. Общие требования по технической безопасности при выполнении ла бораторных работ	
2.2. Лабораторная работа № 1. Изготовление печатной платы технологией лут	
2.3. Лабораторная работа № 2. Изготовление печатной платы технологией с использованием фотолитографии	
2.4. Лабораторная работа № 3. Исследование геометрических параметров проводящего рисунка коммутационных структур	
2.5. Лабораторная работа № 4. Исследование качества переходных отвер сий пп	
2.6. Лабораторная работа № 5. Локализация неисправностей компонентов на смонтированных коммутационных структурах	
2.7. Лабораторная работа № 6. Контроль пассивных компонентов: кон троль резисторов	
2.8. Лабораторная работа № 7. Контроль пассивных компонентов: кон	

- троль конденсаторов
- 2.9. Лабораторная работа № 8. Контроль пассивных компонентов: контроль индуктивностей
- 2.10. Лабораторная работа № 9. Контроль полупроводниковых компонентов: контроль диодов, светодиодов, стабилитронов
- 2.11. Лабораторная работа № 10. Контроль полупроводниковых компонентов: контроль транзисторов

3. Методические указания по выполнению практических работ

- 3.1. Семинар № 1. Проектирование в пакете altium designer: этап управления проектом
- 3.2. Семинар № 2. Проектирование в пакете altium designer: этап разработка библиотеки компонентов
- 3.3. Семинар № 3. Проектирование в пакете altium designer: этап разработка библиотеки посадочных мест
- 3.4. Семинар № 4. Проектирование в пакете altium designer: этап разработка создания схемы электрической принципиальной
- 3.5. Семинар № 5. Проектирование в пакете altium designer: этап разработка топологическое проектирование
- 3.6. Семинар № 6. Проектирование в пакете altium designer: этап разработка синтез проекта коммутационной структуры
- 3.7. Семинар № 7. Анализ сборочного состава изделий электронной техники
- 3.8. Семинар № 8. Эскизирование коммутационных структур
- 3.9. Семинар № 9. Расчет узких мест проводящего рисунка
- 3.10. Семинар № 10. Метод расчета ширины печатного проводника

4. Методические материалы

- 4.1. Примерная базовая программа дисциплины
- 4.2. Структура и состав фондов оценочных средств по дисциплине
- 4.2.1. Перечень вопросов для рейтинговых и контрольных мероприятий
- 4.2.2. Примеры вариантов экзаменационных билетов
- 4.3. Спецификация учебных видео- и аудиоматериалов, сайдов, эскизов плакатов и других дидактических материалов
- 4.3.1. Спецификация слайдов – конспектов лекций
- 4.3.2. Пример оформления дидактических материалов по лекциям

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛИТЕРАТУРА

ПРИЛОЖЕНИЕ 1