# Разработка процесса изготовления печатной платы

|  |
| --- |
| Московский техникум космического приборостроения.**Курсовой проект****По технологии и автоматизации производства.****Разработка процесса изготовления****Печатной платы****Э41-95****Разработал:                     Демонов А. В.****Проверил:                       Шуленина** **1998** |

|  |
| --- |
| **Содержание.**1.  Введение.2.  Назначение устройства.3.  Конструктивные особенности и эксплуатационные требования.  4.  Выбор типа производства.4.1. Сравнительные характеристики методов производства и обоснование применяемого в данном проекте.5.  Составление блок-схемы ТП изготовления печатной платы.6.  Выбор материала, оборудования, приспособлений.7.  Описание техпроцесса. Приложение 1: Перечень элементов.Приложение 2: Маршрутные карты ТП.  |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 2 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **1. Введение.**В техническом прогрессе ЭВМ играют значительную роль: они значительно облегчают работу человека в различных областях промышленности, инженерных исследованиях, автоматическом управлении и т.д.     Особенностями производства ЭВМ на современном этапе являются:·  Использование большого количества стандартных элементов. Выпуск этих элементов в больших количествах и высокого качества – одно из основных требований вычислительного машиностроения. Массовое производство стандартных блоков с использованием новых элементов, унификация элементов создают условия для автоматизации их производства.·  Высокая трудоёмкость сборочных и монтажных работ, что объясняется наличием большого числа соединений и сложности их выполнения вследствие малых размеров.·  Наиболее трудоёмким процессом в производстве ЭВМ занимает контроль операций и готового изделия.  ·  Основным направлением при разработке и создании печатных плат является широкое применение автоматизированных методов проектирования с использованием ЭВМ, что значительно облегчает процесс разработки и сокращает продолжительность всего технологического цикла.Основными достоинствами печатных плат являются:·  Увеличение плотности монтажа и возможность микро-миниатюризации изделий.·  Гарантированная стабильность электрических характеристик.·  Повышенная стойкость к климатическим и механическим воздействиям.·  Унификация и стандартизация конструктивных изделий.·  Возможность комплексной автоматизации монтажно-сборочных работ.  |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 3 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **2. Назначение устройства.**Данный раздел является связующим между разработкой принципиальной электрической схемы и воплощением этой схемы в реальную конструкцию. Проектируемое устройство предназначено для выполнения операции выравнивания порядков перед сложением чисел. Данная операция производится над числами с плавающей запятой в дополнительном коде. В современных ЭВМ одним из основных элементов является блок АЛУ, которое осуществляет арифметические и логические операции над поступающими в ЭВМ  машинными словами. Одной из них является операция выравнивания порядков. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 4 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |
| --- |
| **3. Конструктивные особенности** **и эксплуатационные требования.**      ТЭЗ является составной частью ЭВМ – модулем второго уровня. В ЕС ЭВМ используют 5 модульных уровней, которые могут автономно корректироваться, изготавливаться и налаживаться. Каждому модульному уровню соответствует типовая конструкция, построенная по принципу совместимости модуля предыдущего с модулем последующим. ·   Модули первого уровня: ИМС, осуществляющая операции логического преобразования информации.·   Модули второго уровня. ТЭЗ типовые элементы замены или ячейки. Связующей основой которых, является ПП - печатная плата. ·   Модули третьего уровня – панели (блоки), которые с помощью плат или каркасов объединяют ТЭЗы или ячейки в конструктивный узел. На этом уровне может быть получена самостоятельно действующая мини-ЭВМ.·  Модули четвертого уровня - рамы или каркасы.·  Модули пятого уровня – объединение в стойки и шкафы.Условия эксплуатации ЭВМ могут быть различными, они зависят в основном от климатических воздействий, которые необходимо учитывать при выборе материалов и конструктивных особенностей ЭВМ, кроме того, они определяют программу и объём контрольных испытаний. Для определения влияния окружающей среды на работу ЭВМ  рассматривают следующие зоны климата: умеренную, тропическую, арктическую, морскую. Для ракетной и космической аппаратуры учитывают специфику больших высот.Данное устройство по условиям технического задания будет эксплуатироваться в условиях с повышенной температурой. Следовательно, в методике испытаний необходимо предусмотреть испытания на теплостойкость и тепло прочность.Исходя из этого наиболее подходящим, является способ изготовления устройства  на печатной плате (ТЭЗ 2го уровня) с расположенными на плате микросхемами 555 серии. Так как печатная плата обладает большой поверхностью и будет быстрее охлаждаться, она имеет преимущество перед другими технологиями.  |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 5 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **4. Выбор типа производства.**Типы производства: (Таблица 1.)·    Единичным называется такое производство, при котором  изделие выпускается единичными экземплярами. Характеризуется: Малой номенклатурой изделий, малым объёмом партий, Универсальным оснащение цехов, Рабочими высокой квалификации.·    Серийное – характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых повторяющимися партиями сравнительно небольшим объёмом выпуска. В зависимости от количества изделий в партии различают: мелко средне и крупно серийные производства.·   Универсальное – использует специальное оборудование, которое располагается по технологическим группам, Техническая оснастка универсальная, Квалификация рабочих средняя.·   Массовое производство характеризуется: узкой номенклатурой и большим объёмом изделий, изготавливаемых непрерывно; использованием специального высокопроизводительного оборудования, которое расставляется по поточному принципу. В этом случае транспортирующим устройством является конвейер. Квалификация рабочих низкая. Также различной может быть серийность: (Таблица 2.) |
|  | Таблица 1.ТипПроизводства | Количество обрабатываемых в год изделий одного наименования |  |
| Крупное. | Среднее. | Мелкое. |  |
|  | Единичное | До 5 | До 10 | До 100 |  |
|  | Серийное | 5-1000 | 10-5000 | 100-50000 |  |
|  | Массовое | >1000 | >5000 | >50000 |  |
|  | Таблица 2. |  |
|  | Серийность. | Количество изделий в год. |  |
| Крупные. | Средние. | Мелкие. |  |
|  | Мелкосерийное | 3-10 | 5-25 | 10-50 |  |
|  | Среднесерийное | 11-50 | 26-200 | 51-500 |  |
|  | Крупносерийное | >50 | >200 | >500 |  |
| В зависимости от габаритов, веса  и размера годовой программы выпуска изделий определяется тип производства.Тип производства и соответствующие ему формы организации работ определяют характер технологического процесса и его построение. Так как по условию технического задания объём производства равен 100 изделиям в год, то производство должно быть среднесерийным. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 6 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **4.1** **Сравнительные характеристики методов производства и обоснование применяемого в данном проекте.**Достоинствами ПП являются:+увеличение плотности монтажа.+Стабильность и повторяемость электрических характеристик.+Повышенная стойкость к климатическим воздействиям.+Возможность автоматизации производства. Все ПП делятся на следующие классы:1. Опп – односторонняя печатная плата.Элементы располагаются с одной стороны платы. Характеризуется высокой точностью выполняемого рисунка.2. ДПП – двухсторонняя печатная плата.Рисунок распологается с двух сторон, элементы с одной стороны. ДПП на металлическом основании используються в мощных устройствах.3. МПП – многослойная печатная плата.Плата состоит из чередующихся изоляционных слоев с проводящим рисунком. Между слоями могут быть или отсутствовать межслойные соединения.4. ГПП - гибкая печатная плата.Имеет гибкое основание, аналогична ДПП.5.ППП - проводная печатная плата.Сочетание ДПП с проводным монтажом из изолированных проводов.Достоинства МПП: + Уменьшение размеров, увеличение плотности монтажа.+ Сокращение трудоёмкости выполнения монтажных операций.Недостатки МПП: -      Более сложный ТП.По условиям технического задания устройство состоит из 53 микросхем. Следовательно, печатная плата должна быть многослойной. Существует 3 метода изготовления многослойных печатных плат:1. Металлизация сквозных отверстий.   Данный метод основан на том, что слои между собой соединяются сквозными, металлизированными отверстиями.Достоинства:    *Простой ТП.**Высокая плотность монтажа.*   Большое колличество слоёв. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 7 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| 2. Попарное прессование. Применяется для  изготовления МПП с четным количеством слоёв.  Достоинства: *Высокая надёжность.**Простота ТП.**Допускается установка элементов как с штыревыми так и с* *планарными выводами.*  3. Метод послойного наращивания.Основан на последовательном наращивании слоёв. Достоинства:    *Высокая надёжность.*Мпп изготавливают методами построенными на типовых операциях используемых при изготовлении ОПП и ДПП.Исходя из соображений технологичности производства, я выбираю метод металлизации сквозных отверстий, так как он наиболее подходит к выбранной мною схеме среднесерийного производства.Так как на среднесерийном производстве используется автоматизация производства, для разработки чертежей платы я использовал программы автоматической трассировки P-CAD, которая создала 4 слоя платы размером 160´180 мм. Из этого получается один двухсторонний слой и два односторонних слоя для внешних слоёв.Выходные файлы системы P-CAD позволяют значительно автоматизировать дальнейший технологический процесс в таких сложных операциях как сверление межслойных отверстий.      |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 8 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **5. Составление блок схемы типового техпроцесса.**Правильно разработанный ТП должен обеспечить выполнение всех требований, указанных в чертеже и ТУ на изделие, высокую производительность. Исходными данными для проектирования технологического процесса  являются: чертежи детали, сборочные чертежи, специализация  деталей, монтажные схемы, схемы сборки изделий, типовые ТП.Типовой ТП характеризуется единством  содержания, и последовательностью большинства технологических операций для группы изделий с общими конструктивными требованиями.   Типовой ТП разрабатываемый с учётом последних достижений науки и техники, опыта передовых производств, что позволяет значительно сократить цикл подготовки производства и повысить производительность за счёт применения более совершенных методов производства.При изготовлении ЭВМ и их блоков широко применяют прогрессивные типовые ТП, стандартные технологические оснастки, оборудование, средства механизации и автоматизации производственных процессов.Учитывается информация о ранее разработанных технологических процессах, особенностях и схемы изделия, типе производства.Печатные платы – элементы конструкции, которые состоят из плоских проводников в виде покрытия на диэлектрическом основании обеспечивающихСоединение электрических элементов.Достоинствами печатных плат являются:·    Увеличение плотности монтажных соединений и возможность микро миниатюризации изделий.·    Гарантированная стабильность электрических характеристик·    Повышенная стойкость к климатическим и механическим воздействиям.·    Унификация и стандартизация.Возможность комплексной автоматизации монтажно-сборочных работ.Заданное устройство будет изготавливаться по типовому ТП.Так как он полностью соответствует моим требованиям. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 9 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **5.1 Блок схема типового техпроцесса.** |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 10 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
|     **5.2 Описание ТП.**Метод металлизации сквозных отверстий применяют при изготовлении МПП.     Заготовки из фольгированного диэлектрика отрезают с припуском 30 мм на сторону. После снятия заусенцев по периметру заготовок и в отверстиях, поверхность фольги защищают на крацевальном станке и обезжиривают химически соляной кислотой в ванне.    Рисунок схемы внутренних слоёв выполняют при помощи сухого фоторезиста. При этом противоположная сторона платы должна не иметь механических повреждений и подтравливания фольги.    Базовые отверстия получают высверливанием на универсальном станке с ЧПУ. Ориентируясь на метки совмещения,  расположенные на технологическом поле.    Полученные заготовки собирают в пакет. Перекладывая их складывающимися прокладками из стеклоткани, содержащими до 50% термореактивной эпоксидной смолы. Совмещение отдельных слоёв производится по базовым отверстиям.    Прессование пакета осуществляется горячим способом. Приспособление с пакетами слоёв устанавливают на плиты пресса, подогретые до 120…130°С.     Первый цикл прессования осуществляют при давлении 0,5  Мпа и выдержке15…20 минут. Затем температуру повышают до 150…160°С, а давление – до 4…6 Мпа. При этом давлении плата выдерживается из расчёта 10 минут на каждый миллиметр толщины платы. Охлаждение ведётся без снижения давления.    Сверление отверстий производится на универсальных станках с ЧПУ СМ-600-Ф2. В процессе механической обработки платы загрязняются. Для устранения загрязнения отверстия подвергают гидроабразивному воздействию.    При большом количестве отверстий целесообразно применять ультразвуковую очистку. После обезжиривания и очистки плату промывают в горячей и холодной воде.    Затем выполняется химическую и гальваническую металлизации отверстий.     После этого удаляют маску.    Механическая обработка по контуру, получение конструктивных отверстий и Т.Д. осуществляют на универсальных, координатно-сверлильных станках (СМ-600-Ф2) совместимых с САПР.   Выходной контроль осуществляется атоматизированным способом на специальном стенде, где происходит проверка работоспособности платы, т.е. её электрических параметров. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 11 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **1.** Входной контроль осуществляется по **ГОСТ 10316-78**2. Нарезка заготовок осуществляется станком с **ЧПУ** СМ-60-Ф2, потому, что этот станок управляется программой совместимой с системой **P-CAD**3. Подготовка поверхности фольгированного диэлектрика: в данную операцию входят две подоперации, одна из них механическая обработка (это обработка с помощью абразивных материалов) и химическая (это обработка с помощью химикатов). На этом этапе заготовка очищается от грязи, окислов, жира и др. веществ.4. Получение рисунка схемы. Данная операция основана на фотохимическом методе получения рисунка из-за того, что для данной ПП требуется высокая точность исполнения рисунка. В этой операции содержится 3 операции: нанесение ФР (ФР выбирается сухой, т.к. требуется высокая точность), экспонирование (здесь заготовка проходит через мощное УФ излучение, в процессе чего незащищенный слой ФР засвечивается, и полимеpизyется) и промывка заготовки в воде (для снятия засвеченного ФР).  5. Травление меди с пробельных мест. Данная операция основана на вытравливании незащищенной поверхности фольгированного ДЭ химическим методом. После травления снимается ФР с защищенной поверхности, затем проводится промывка от химикатов и сушка. После всего этого делается контроль. Проверяется пpотpавленность фольги, сверяется с контрольным образцом.6. В операции сверления базовых и крепежных отверстий используется сверлильно-фрезерный станок CМ-600-Ф2 со сверлом D=3mm. Проделываются 4 отверстия для совмещения слоев платы.7. Прессование слоев. Формируется пакет из 3х слоёв, слои совмещаются по базовых отверстиям, затем укладывается в пресс-форму и прессуется. Затем производится сушка всего этого пакета. Прессование производится автоматической линией, что обеспечивает полностью автоматизированное прессование.8. Операция образование межслойных и монтажных отверстий. Эта операция производиться на станке с ЧПУ CМ-600-Ф2. После образование отверстий требуется очистить плату и края отверстий от заусенцев и прилипших крошек стеклотекстолита. Эта операция производиться гидроабразивным методом. Затем идет подтравливание диэлектрика, промывка от химикатов и сушка. По окончанию производиться контроль на правильность расположения отверстий и их форма.9. После идет операция УЗ промывки, сенсибилизация и активация поверхности отверстий. После этого на авто операторной линии АГ-38 идет операция химического мед нения. Этим добиваются нанесения на поверхность отверстий тонкого слоя меди. |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 12 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| 10.   Затем идет операция гальванического осаждения меди. Операция проводиться на авто операторной линии АГ-44. На тонкий слой осаждается медь до нужной толщины. После этого производится контроль на толщину меди и качество её нанесения.11.   Далее производиться обработка по контуру ПП. Эта операция производиться на станке CМ-600-Ф2 с насадкой в виде дисковой фрезы по ГОСТ 20320-74. В этой операции удаляется ненужный стеклотекстолит по краям платы и подгонка до требуемого размера.12.   Затем методом сеткографии производиться маркировка ПП. операция производиться на станке CДC-1, который требуемым штампом произведет оттиск на ПП маркировки.13.   Весь цикл производства ПП заканчивается контролем платы.Здесь используется автоматизируемая проверка на специальных стендах.Применяемое оборудование и режимы его использования сведены в таблицу3 |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 13 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
| **6.Выбор материала.**Для производства Многослойных печатных плат используются различные стеклотекстолиты. Так как по условию моего технического задания устройство должно работать в условиях с повышенной температурой для производства внутренних слоёв платы я использую двухсторонний фольгированный стеклотекстолит с повышенной теплостойкостью СТФ-2. Для внешних слоёв печатной платы я использую аналогичный односторонний фольгированный стеклотекстолит с повышенной теплостойкостью СТФ-1.**Основные характеристики:****Фольгированный стеклотекстолит СТФ:****Толщина фольги** *18-35 мм.***Толщина материала** *0.1-3 мм.***Диапазон рабочих температур** *–60 +150 с°.***Напряжение пробоя** *30Кв/мм.***Фоторезист СПФ2:****Тип** *негативный.***Разрешающая** **способность** *100-500.***Проявитель** *метилхлороформ.***Раствор удаления** *хлористый метилен.*   |
|  |  |  |  |  | МТКП. 420501.000 ПЗ | Лист |
|  |  |  |  |  | 14 |
| Изм. | Лист | № документа | Подпись | Дата |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Таблица 3**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Операция | **Оборудование** | **Приспособления** | **Материал** | **Инструменты** | **Режимы** |
| 1 | Входной контроль | Контрольный стол | Бязь | Спирт | Лупа |  |
| 2 | Нарезка заготовок слоёв | Универсальный станокСМ-600Ф2 | Дисковая фреза ГОСТ 20321-74 | Стеклотекстолит фольгированный |  | 200-600 об/минскорость подачи 0,05-0,1 мм |
| 3 | Подготовка поверхности слоёв | Крацевальный станок, ванна |  | Соляная кислота |  | 30°-40°T=2-3 Мин |
| 4 | Получение рисунка схемы слоёв | Установка экспонирования, Ванна | Ламинатор | Сухой фоторезист СПФ2 |  | Т=1-1,5 Мин |
| 5 | Травление меди(набрызгиванием) | Ванна | Ротор |  |  | 40°с. 12  Мин |
| 6 | Удаление маски | Установка струйной очистки |  | Горячая вода |  | 40°-60° |
| 7 | Создание базовых отверстий | Универсальный станокСМ-600Ф2 | Сверло Æ3ммПрограмма ЧПУ |  | Координатор | V=120 об/мин |
| 8 | Подготовка слоёв перед прессованием | Автооператорная линия АГ-38 |  | Стеклоткань с 50% термореактивной смолы |  |  |
| 9 | Прессование слоёв МПП | Установка горячего прессования |  |  | Координатор | 120-130°С. 0,5 Мпа 15-20 мин |
| 10 | Сверление отверстий | Универсальный станокСМ-600Ф2 | Сверло Æ1мм |  | Координатор | V=120 об/мин |
| 11 | Подготовка поверхности перед металлизацией | Установка УЗ очистки. |  |  |  | 18-20 КГц |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 12 | Химическая металлизация отверстий | Ванна | Рамка крепления | Медь сернокислая CuSo4x5H2O |  |  |
| 13 | Гальваническая металлизация отверстий | Гальваническая ванна | Рамка крепления | Сернокислый электролит |  |  |
| 14 | Обрезка плат по контуру | Универсальный станок СМ-600Ф2 | Дисковая фреза ГОСТ 20321-74 |  |  |  |
| 15 | Маркировка и консервация | Установка сеткографии  СДС-1 |  |  | Штамп |  |
| 16 | Выходной контроль | Установка автоматизированного контроля. |  |  | Программное обеспечение |  |