

Разработка технологии изготовления микросборки с переходной платой на основе виртуальной и физической моделей

1. Актуальность

Проблема интеграции в одном узле нескольких функциональных устройств микроэлектроники стоит довольно давно, начиная с изобретения первой интегральной схемы. Интеграцию следует понимать более широко, не только как размещение на одном кристалле схемы нескольких логических элементов, но и как сборку компонентов различного назначения в едином корпусе. Ранее и сейчас применяются гибридные интегральные схемы, содержащие трансформаторы, катушки индуктивности, сверхвысокочастотные элементы, мощные полупроводниковые преобразователи. В последнее время из-за довольно существенных различий в технологии производства микропроцессоров, памяти с нанометровыми элементами, сложных радиочастотных схем беспроводной связи сантиметрового и миллиметрового диапазонов волн стало актуальным объединять такие кристаллы в единый вычислительный и телекоммуникационный узел. Делается это не с использованием печатной платы, а с применением кремниевых интерпозеров — переходных плат, соединяющих один кристалл с другим. Применение технологий, используемых в полупроводниковом производстве, позволяет создать большую плотность соединений и увеличить пропускную способность передачи данных за счёт более широкой шины, достигающей вместо 64 бит до 1024 и более.

Таким образом, основным элементом таких сборок является интерпозер — плата между кристаллами, позволяющая объединить их с высокой степенью интеграции, выражаемой в плотности выводов и количестве соединений. При этом трудность заключается в обеспечении пайки кристаллов к интерпозеру. Технология пайки является сложной и требует учёта профиля температуры, равномерности её распределения, наличия давления при пайке, наполнителя, который может исполнять роль флюса, или наполнителя, который заполняет пустоты между выводами после пайки.

Данный кейс представляет собой пример технологий, которые позволяют реализовать интеграцию разнородных схем интерпозером с использованием виртуальной модели производственного процесса и демонстрацией физической модели пайки.

2. Условия задачи

Целью кейса является разработка интегральной сборки с интерпозером — устройством, содержащим микропроцессор, память и непосредственно схему межсоединений (интерпозер).

В ходе решения задачи учащиеся подбирают те параметры технологического оборудования и последовательность операций, которые необходимы для создания работоспособной трёхмерной модели со спаянными кристаллами и интерпозером. Работая в интерактивной виртуальной среде, учащиеся могут путем варьирования параметров технологического процесса добиться оптимальных результатов. Это вносит в их работу процесс анализа полученных результатов и помогает развить их исследовательские навыки. Наряду с этим участники кейса смогут на практике проверить и продемонстрировать технологию пайки интерпозера.

3. Техническое задание

1. Разработать технологический маршрут изготовления трёхмерной структуры в виртуальной лаборатории.
2. Рассчитать параметры каждой технологической операции.
3. Задать правильную последовательность операций с верными параметрами, продемонстрировать работоспособность модели.
4. Разработать объёмную конструкцию с чипами процессора, памяти и интерпозера, продемонстрировать смачивание шариковыми выводами поверхности имитируемых контактных площадок.
5. Продемонстрировать полное покрытие шариковыми выводами моделируемой поверхности контактной площадки физического образца.

Оборудование и материалы

1. Прозрачная пластина, имитирующая интерпозер.
2. Прозрачная пластина, имитирующая процессор.
3. Предметная поверхность (керамика, стекло).
4. Груз, создающий давление на пластину.
5. Линейка.
6. Маркер, ручка.
7. Печь (духовой шкаф или паровая баня).
8. Термометр до +100°C (при необходимости и наличии) или температура, установленная на регуляторе печи.

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический профиль
Командный кейс

9. Компьютер с произвольным браузером из серий Firefox, Opera, Edge, Chrome версии 2020 года.

Требования

1. Демонстрация работы виртуальной модели (модель адекватно отражает процесс пайки, все выводы спаяны).
2. Наличие в отчёте обоснования выбора параметров моделирования каждой технологической операции и выбора материалов.
3. Физическая модель, представляющая собой две прозрачные пластины, между которыми находятся парафиновые шарики после запекания.

Ограничения

1. Виртуальная модель предоставляет заданные ограничения по параметрам, которые можно определить интерактивно и исходя из прилагаемой литературы.
2. Макет интерпозера и процессора представляет собой две пластины из прозрачного стекла, пластика, выдерживающего температуру до +100 °С, размерами не менее 50x50, но не более 120x120 мм. Толщина выбирается таким образом, чтобы не было деформаций.
3. Время запекания определяется расчётным путём и экспериментально.
4. Контактная площадка представляет собой нарисованную на контактной площадке окружность диаметром 8 мм.
5. Шарик припоя имитируется шариком из парафина с отклонением от сферичности не более чем на 1,5 мм, диаметр шарика 9 мм.
6. После пайки, диаметр, образуемый парафином при контакте с прозрачной поверхности, должен соответствовать нарисованной контактной площадке, с отклонением не более 1 мм от окружности.

4. Шаблон пояснительной записки

Пояснительная записка в своей структуре должна отражать последовательное описание создания микросборки с переходной платой. Дополнительно прилагаются результаты визуальной оценки образцов.

Содержание

для виртуальной системы проектирования:

- последовательность операций в виде их наименований;
- перечень технологического оборудования с привязкой к технологическим операциям;

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
Технологический профиль
Командный кейс

- перечень параметров и их расчёт (формулы, результаты подбора, графики, иллюстрирующие выбор);
- перечень взаимосвязей между операциями (раскрывающими суть переходов, для чего они нужны).

для физического образца:

- фотографии макета в двух состояниях - до пайки и после пайки, приближённые
- фотографии самих контактных площадок с налагаемой линейкой (для масштаба), фотографию установки, в которой производится пайка с наличием в ней образца в этот момент;
- перечень технологических операций для изготовления физического образца;
- перечень инструментов и оборудования;
- последовательность выполнения операций;
- расчёты параметров, методов измерений температуры, размеров и т. д.;
- задание технологических параметров: методика формирования заданной температуры.

Структура пояснительной записки включает описание вышеперечисленных критериев объемом не больше 2 страниц печатного текста (с приложением фотографий образцов). Работа выполняется шрифтом Times New Roman, размер – 12, межстрочный интервал – 1,5, красная строка – 1 см, выравнивание текста – по ширине. Перенос слов не допускается. Все прилагаемые таблицы или рисунки должны быть подписаны с указанием пояснения в тексте.

Отчёт формируется в редакторе Microsoft Word / OpenOffice. Наименование текстового файла должно содержать фамилию и инициалы авторов, школу, например: Школа111_Иванов_А.М.docx. Титульный лист проекта имеет следующие заголовки:

Разработка технологии изготовления слоя металлизации микропроцессора нового поколения

Фамилия И.О. авторов

курсивом класс, школа, адрес электронной почты автора