

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ШАРИКОВЫХ ВЫВОДОВ МИКРОСХЕМ В КОРПУСАХ BGA/CSP

Миниатюризация портативной электронной аппаратуры привела к использованию в ней большого числа микросхем в корпусах BGA/CSP, что затрудняет проведение ремонта модулей. Основную проблему составляет правильная пайка/выпайка таких компонентов с высокоточным поддержанием термопрофиля. При нарушении контактов микросхема, цена которой может достигать 1000 долл., после выпайки часто оказывается рабочей. Восстановление выводов позволяет использовать ее в электронном модуле вторично, поэтому разработка продуктивных и качественных способов восстановления выводов представляет большой интерес.

При ремонте электронных модулей в случае необходимости повторного использования микросхемы проводится операция восстановления ее выводов (реболлинг) (рис. 1).

К реализации процесса восстановления шариковых выводов отечественные сервисные центры шли долго – каждый делал это так, как ему представлялось наиболее удобным. Первоначально монтажники восстанавливали выводы паяльником, формируя полусферы припоя жалом типа, например, мини-волна. Процесс трудоемкий, требует много времени и не обеспечивает необходимого качества выводов из-за невозможности получить одинаковую высоту контактов. При пайке появлялись непропаи, снова приводящие к браку, после чего следовала выпайка микросхемы, повторное восстановление выводов и новая попытка запайки. Все это вызывало дополнительный термостресс микросхемы и печатной платы.

Следующим шагом стало появление специальных трафаретов для нанесения паяльной пасты на контактные площадки микросхе-

мы с дальнейшим ее оплавлением. В общем виде процесс включает следующие этапы:

- фиксация компонента на основании;
- флюсование контактных площадок;
- совмещение шаблона с контактными площадками и его закрепление;
- продавливание паяльной пасты сквозь отверстия трафарета;
- оплавление пасты в печи;
- съем трафарета.

Данный метод восстановления контактов наиболее дешевый, однако не лишенный ряда недостатков. Во-первых, хотя для этого метода и рекомендуются специальные печи оплавления паяльной пасты, большинство монтажников используют обыкновенный термофен, и речь об отработке правильного термопрофиля тут не идет. Во-вторых, из-за неравномерной структуры паяльной пасты (частицы свинца и олова с флюсовой и спиртовой составляющими) и невозможности равномерного ее нанесения вручную выводы получаются разной высоты.

Таким образом, можно сказать, что главные проблемы качественного реболлинга связаны с использованием паяльной пасты, отработкой термопрофиля и поиском подходящего шаблона. Как уйти от использования паяльной пасты? Большинство поставщиков паяльных материалов предлагают готовые шарики для восстановления выводов. Распределить их по контактным площадкам микросхемы можно при помощи специального шаблона, апертуры которого соответствуют матрице выводов микросхемы, а оплавить их гораздо проще, чем паяльную пасту.

В настоящее время существует два основных способа восстановления контактов микросхем BGA/CSP, обеспечивающих наиболее стабильные результаты и высокое качество. Первый, разработанный американской компанией Winslow Automation, предусматривает применение одноразовых бумажных шаблонов с нанесенной на них матрицей выводов требуемого диаметра. Второй метод – восстановление выводов при помощи шаблонов и мини-печей фирмы Martin (Германия).

Для обоих методов в целях достижения высокого качества необходимо соблюдение общих правил и мер безопасности:

- чем сложнее и дороже микросхема, тем чувствительнее она к электростатическому разряду, поэтому при проведении ремонта необходимо помнить о защитных перчатках, напальчниках, заземлении оператора и о применении специальных упаковочных материалов для хранения и транспортировки восстановленных изделий;

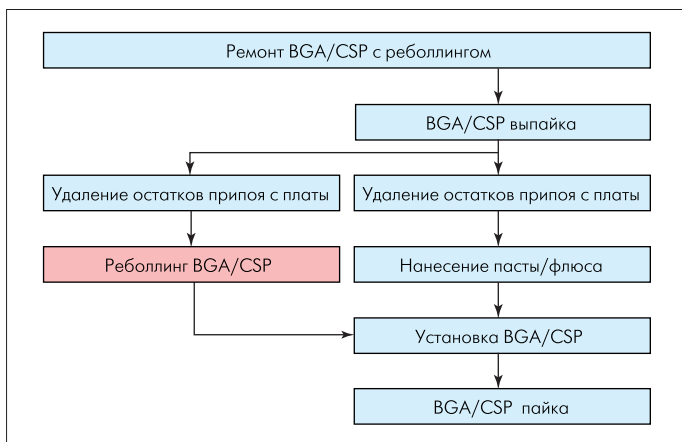



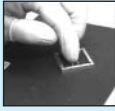



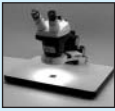


Рис. 1. Схема ремонта электронных модулей

**Таблица 1. Реболлинг по методу Winslow Automation**

Шаг 1.		Шаг 2.	
Очистить контактные площадки микросхемы при помощи оплетки или вакуумного отсоса		Нанести небольшое количество гель-флюса на очищенные контактные площадки микросхемы	
Шаг 3.		Шаг 4.	
Установить шаблон с шариками в фиксатор лицевой стороной вниз. Проконтролировать отсутствие перекоса шаблона		Установить компонент в крепление на шаблон. Убедиться, что компонент расположен параллельно плоскости шариков	
Шаг 5.		Шаг 6.	
Поместить собранный комплект в печь с конвекционным оплавлением или в паяльную станцию для пайки горячим воздухом и начать температурный цикл		После завершения температурного цикла микросхему охлаждать около 2 мин. Микросхему поместить в антистатический поддон с деионизованной водой и подождать около 30 с. Удалить размокшую бумагу при помощи пинцета	
Шаг 7.		Шаг 8.	
После удаления остатков бумаги немедленно произвести очистку выводов деионизованной водой при помощи антистатических щеток. Для получения лучших результатов щетка должна двигаться в одном направлении. Ополоснуть		Для контроля качества реболлинга используется микроскоп, с помощью которого выявляются остатки флюса, загрязнения и непропаянные шариковые выводы	

- перед началом проведения процесса необходимо убедиться, что оснастка и весь применяемый инструмент тщательно очищены;
- важным фактором, влияющим на качество проведения процесса, является правильно подобранный термопрофиль, при создании которого надо руководствоваться размером корпуса, его типом и сплавом, используемым для изготовления шариков. Термопрофиль при реболлинге – ключевой момент в достижении соответствующего качества восстановления контактов. Каждый тип компонента требует формирования своего термопрофиля. Регулировка термопрофиля должна основываться на измерении температуры самого компонента, а не температуры в печи. Общее правило – температура компонента не должна превышать 220–240°C;
- при стандартных выводах компонентов, т.е. сплаве с температурой плавления 179–183°C, температурный профиль имеет пик при 205°C в течение около 60 с. Полное время оплавления составляет 320–330 с;
- очень важно во избежание повреждения и коробления компонента, который, кстати, представляет собой сложнейшую систему, обеспечить равномерный нагрев его по

всей площади. Если оплавление шариков происходит в печи, нагрев корпуса будет проходить равномерно. В случае, когда шарикоплавление происходит конвекционным обдувом, правильнее применять нижний дополнительный подогрев;

- перед началом процесса восстановления выводов компонент рекомендуется выдержать в сушильном шкафу при температуре 40°C в течение 12 ч. Это связано с тем, что в корпусе может накапливаться влага, которая при нагреве, расширяясь, приводит к растрескиванию корпуса и повреждению прибора. Естественно, если компоненты хранились в сушильном шкафу, такая операция не требуется.

Остановимся более подробно на каждом из упомянутых способов восстановления выводов микросхем.

СПОСОБ 1. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ SOLDERQUICK

Для проведения реболлинга по методике американской компании Winslow Automation (табл. 1) требуются следующие материалы и инструменты:


- шаблон с шариками для реболлинга;
- крепление;
- флюс;
- деионизованная вода;
- проводящий лоток для очистки;
- очистительные щетки;
- пинцет с закругленными концами (15 см);
- печь для плавления припоя или система с горячим воздухом.

СПОСОБ 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ФИРМЫ MARTIN

Для проведения выпайки, очистки контактных площадок, реболлинга и запайки микросхемы на плату по методу фирмы Martin (табл.2) требуются:

- шаблон из нержавеющей стали, полноматричный или соответствующий матрице восстанавливаемой микросхемы;
- специальная мини-печь под габарит микросхемы;
- термофен и вакуумный отсос фирмы Martin;

Таблица 2. Процесс восстановления по методу Martin

Шаг 1.		Шаг 2.	
При помощи термофена и вакуумного отсоса аккуратно удалить остатки припоя с поверхности микросхемы		Выбрать мини-печь, соответствующую габаритам микросхемы и шаблона. Приготовить подходящие по диаметру шарикоприпоя	
Шаг 3.		Шаг 4.	
Установить микросхему в мини-печь, нанести флюс, установить трафарет		Высыпать на поверхность трафарета шарикоприпоя с избытком. Каждая ячейка трафарета должна быть заполнена. Аккуратно ссыпать оставшиеся шарикоприпоя обратно в емкость и проконтролировать отсутствие шариков на поверхности и в углах печи	
Шаг 5.		Шаг 6.	
Установить термофен в магнитный держатель на подставке, поставить мини-печь в сопло термофена и закрыть крышкой. Запустить процесс оплавления шариков микросхемы по заданному термопрофилю		После окончания обработки термопрофиля открыть крышку мини-печи и извлечь микросхему с трафаретом	
Шаг 7.			
Аккуратно отделить трафарет от микросхемы. Проверить наличие всех шариков на микросхеме и качество пайки механическим воздействием при помощи заостренной палочки			

- подставка для термофена;
- управляющей модуль для регулировки и отработки термопрофиля;
- набор магнитных держателей для фиксации микросхемы;
- набор паяльных материалов (шарики припоя соответствующего диаметра, флюс, очиститель).

Основное различие рассмотренных методов состоит в применяемом шаблоне. Если необходимо разовое восстановление микросхемы со сложной матрицей, не следует заказывать шаблон из нержавеющей стали, целесообразнее воспользоваться одноразовой матрицей шариков. Если же производится ремонт большого объема однотипных микросхем, то оптимальным решением будет ис-

пользование оборудования Martin. Подчеркнем, что эти два метода можно совмещать: с оснасткой фирмы Martin возможно использование одноразовых шаблонов SolderQuick фирмы Winslow Automation.

В заключение следует отметить, что несмотря на кажущуюся сложность процесса, восстановление выводов с получением высокого качества легко можно реализовать при правильном выполнении всех операций, использовании качественной оснастки и материалов.

Новый автомат трафаретной печати MPM Accela

Недавно фирма Speedline Technologies выпустила новый автомат трафаретной печати, обеспечивающий максимальную параллельную обработку. Благодаря высокой точности, воспроизводимости и производительности оборудование Accela позволяет производителю сконцентрироваться на качестве, объеме выпуска годных плат и их стоимости. Новый автомат выпускает в час на 20% плат больше, чем ближайшие конкуренты.

В отличие от традиционной оценки автоматов трафаретной печати по времени цикла печати при пользовании новым автоматом рекомендуется сравнивать его с аналогами по производительности, которая отражает все этапы получения качественной ПП. Автомат Accela способен достичь высокой производительности благодаря использованию системы управления CAN-архитектуры и запатентованному принципу работы.

Независимая сертификация показывает, что автомат Accela имеет погрешность при совмещении трафарета с ПП ±12,5 мкм, а при трафаретной печати ±25 мкм. Интенсивные лабораторные испытания определили все величины, которые влияют на процесс печати бессвинцовых паяльных паст.

Важные характеристики автомата Accela:

- возможно одновременное движение по осям без электрических и механических ограничений;
- совмещение, перемещение ракеля, нанесение пасты, транспортировка и контроль могут проходить одновременно;
- конструкция стационарного очистителя трафарета обеспечивает простоту эксплуатации и замены;
- оптимальная манипуляция ПП обеспечивает время цикла печати менее 6 с;
- ПО обеспечивает удобный интерфейс с оператором и простоту подключения к сети;
- резко снижено время установки, перехода с режима на режим и простоя с 20 до 5 мин;
- расширены возможности количественного контроля;
- расширен диапазон применения, включающий ПП высокой плотности компоновки, высокой сложности и ПП с бессвинцовыми паяльными пастами.

Новый автомат обрабатывает ПП размерами от 50x50 до 500x500 мм, толщиной от 0,15 до 12,7 мм и массой до 7 кг.

Circuits Assembly, March 2005, p.43.

Слабая смачиваемость бессвинцовых припоев

Технология бессвинцовой пайки способствует росту таких дефектов, как перемычки, обрывы, раковины, рассогласование, "вздыбливание" компонентов, заполнение сквозных отверстий.

Одна из основных причин роста дефектов – ослабление смачивания новыми сплавами по сравнению с оловянно-свинцовыми сплавами. Характеристика смачивания расплавленным припоем поверхности, с которой он соприкасается, определяет качество покрытия припоем контактных площадок и выводов и

форму паяных соединений. Слабое смачивание бессвинцовых припоев означает, что припой стремится остаться там, куда он попал вначале. В результате возрастают дефекты.

Если компоненты рассогласованы, самосовмещение во время расплавления не произойдет. Ожидается большее число перемычек, поскольку новые сплавы не попадают на место во время расплавления. Оба явления вызывают необходимость в оптическом контроле правильности размещения компонентов и припоя до процесса расплавления.

Усложняются и проблемы с изогнутыми выводами. Из-за пониженной смачиваемости вокруг этих выводов могут не образоваться наплывы, что ослабит соединения и при вибрации и нагреве приведет к отказам.

По-видимому, волновая пайка в сквозных отверстиях также увеличит дефекты. Пониженная смачиваемость бессвинцовых припоев может вызвать плохое наполнение отверстий, поскольку поступать туда новые сплавы будет слабее.

Проведение оптического контроля до расплавления припоя позволит скорректировать большую часть дефектов на самых дешевых этапах. Многие дефекты невозможно обнаружить до расплавления, поэтому эффективные методы контроля важны также и после расплавления.

Circuits Assembly, March 2005, p.40.

Проводящие пасты для гибких печатных плат

Высокопроводящие серебряные пасты составляют основу для разработки компактных и легких электронных устройств необычной формы на гибких основаниях, в том числе на текстильных подложках и даже на бумаге. Один из расширяющихся объектов применения этих паст – группа так называемых интеллектуальных тканей. Уже существуют опытные образцы одежды с различными датчиками, обеспечивающими, например, регулировку температуры среды под одеждой или цвет и рисунок ткани. Хотя все это пока находится в начальной стадии развития, к 2007 году прогнозируется ежегодный рост рынка интеллектуальных тканей в 1 млрд. долл.

Постоянно увеличивается применение высокопроводящих паст при изготовлении интеллектуальных антенн и проводников, соединяющих чипы с антеннами. Многообещающей областью применения должны стать таги радиочастотной идентификации (RFID).

Характеристики различных образцов термопластичных материалов

Характеристика	Термопластик 1	Термопластик 2	Термопластик 3
Отверждение	10 мин при 100°C	10 мин при 100°C	9 мин при 120°C
Поверхностное удельное сопротивление	22 мВт/квадрат	81 мВт/квадрат	4,9 мВт/квадрат

Температурные испытания новых термопластичных материалов с серебряными наполнителями новых составов, как видно из таблицы, показали высокие и стабильные результаты.

Printed Circuit Design & Manufacture, March 2005, p.44-51.