

Продолжение. Начало в № 1 `2009

Стандарт IEC (МЭК) 61192-1

«Процесс пайки»

Людмила Круглова

Пайка оплавлением

Пайка оплавлением используется, как правило, для сборок поверхностного монтажа, и ее можно проводить в разных газовых средах: воздушной, азотной или состоящей из инертных газов. Требования к качеству изготовления в зависимости от состава среды могут незначительно отличаться.

Метод заключается в подаче тепла, необходимого для расплавления припоя, и применения соответствующей системы охлаждения. Для групповой пайки оплавлением тепло подается без физического контакта между источником тепла и сборкой.

Для поточной групповой пайки оплавлением достижение низкой интенсивности образования дефектов паяного соединения в большей степени зависит от паяемости компонентов и точности их размещения, чем для других методов.

Для уменьшения влажности и удаления других летучих примесей сборки перед пайкой можно нагревать.

Пайка инфракрасным оплавлением

Описание технологического процесса

При прохождении сборок на сетчатом или цепном носителе через последовательно установленное оборудование тепло подается на компоненты и плату путем прямого воздействия инфракрасного излучения в последовательно расположенных зонах нагрева, после чего сборки поступают в зону охлаждения. Относительное изменение температуры на каждом компоненте зависит от его положения на плате, его тепловой массы и, в меньшей степени, от его цвета. Может иметь место избыточный нагрев.

Температурно-временной профиль предварительного нагрева, пайки и охлаждения.

Параметрические характеристики установки

Транспортный механизм, система предварительного нагрева, высокотемпературная зона расплавленного припоя и система охлаждения вместе должны обеспечивать температурно-временной профиль, позволяющий осуществлять пайку каждого компонента на плате в диапазоне максимальных пределов температурно-временного воздействия, заданных для каждого компонента.

Требования к сборкам, содержащим чувствительные компоненты поверхностного монтажа

Для изделий всех уровней следует проводить проверку профилей для каждого конкретного про-

екта платы, для изделий уровня С она обязательна. Проверки должны демонстрировать полученные результаты для самых чувствительных компонентов, например, для многослойных керамических конденсаторов, светодиодов, маленьких компонентов в черных пластиковых корпусах, а также для компонентов с наибольшей тепловой массой. Следует предусматривать испытания, подтверждающие, что требования данного и предыдущего подразделов выполняются как на самых горячих, так и на самых холодных участках платы:

- Для некоторых типов многослойных керамических конденсаторов поверхностного монтажа скорость роста и снижения температуры в секциях предварительного нагрева и охлаждения, соответственно, следует задавать меньше, чем 2 °C/с.
- Для некоторых типов корпусов полупроводниковых КИМ не рекомендуется оставлять расплавленный припой в соединении дольше 10 с и превышать температурно-временной предел, установленный изготовителем компонента. В случаях, где объединенные технологические процессы пайки могут превышать заданные пределы компонентов, нужно консультироваться с изготовителем(ями).
- Следует обеспечить независимое регулирование секции охлаждения. Для чувствительных компонентов допускается снижать скорость охлаждения менее заданного максимального значения (например, для некоторых типов многослойных керамических конденсаторов скорость меньше, чем 2 °C/с).
- После выполнения операций пайки сборка должна охладиться для отверждения припоя перед дальнейшей обработкой.
- Некоторые небольшие компоненты герметизируются в термопластическую смолу и имеют точку расплавления в диапазоне 270...290 °C. Во избежание их перегрева следует предусмотреть меры предосторожности.

Прогиб платы

Если имеется вероятность, что температура стеклования (T_g) материала платы, ее размеры и толщина приведут к чрезмерному прогибу платы при требуемых температурно-временных уровнях, следует предусмотреть средства ее поддержки.

Профиль температуры пасты

Оборудование должно обеспечивать температурно-временной профиль, особенно в фазе предварительного нагрева, который подходит для выбранной

паяльной пасты. На практике обычно выбирают паяльные пасты, соответствующие требованиям к профилям всего диапазона плат, которые необходимо изготовить, и используемых в них компонентов.

Расстановка плат в транспортной системе

Для обеспечения воспроизводимости профиля на практике вышеуказанные проверки и последующее производство следует проводить с применением постоянной расстановки плат на ленточном или цепном транспортере. Для этого может потребоваться загрузка пустых заготовок плат со сравнимой тепловой массой на ленточный/цепной транспортер как до, так и после производственных плат.

Пайка конвекционным оплавлением в поточном оборудовании

Описание технологического процесса

В данном методе плавка оплавлением осуществляется во время транспортирования плат через струю нагретого газа (например, воздуха, азота). Тепло на компоненты и плату передается кондуктивной теплопередачей от газа. Предъявляются требования 13.1.

Поскольку платы не получают значительно прямого излучения от источника нагрева, при конвекционной пайке отсутствуют проблемы экранирования, которые могут возникать в установках инфракрасной пайки, особенно для коротковолновых (ламповых) излучателей. Это обеспечивает более ровный нагрев и большую плотность размещения компонентов на плате по сравнению с другими методами групповой пайки оплавлением. Температура газа регулируется.

Применение азотной атмосферы допускает лучшую тепловую связь между циркулирующим газом и выходными контактами компонентов. Помимо улучшения смачивания, увеличивается технологическое окно для двустороннего оплавления, и возможно применение менее активированных пастообразных флюсов.

Комбинированная пайка инфракрасным и конвекционным оплавлением в поточном оборудовании

Печи оплавления, сочетающие конвекционный нагрев и инфракрасное излучение, больше подходят для обеспечения профилей плат, имеющих более высокие значения теплоемкости. Применяются требования 13.1 и 13.2.

Пайка оплавлением в паровой фазе (кондиционным оплавлением)

Описание технологического процесса

Пайка оплавлением в паровой фазе включает или вертикальное опускание горизонтально ориентированных плат в насыщенный (основной) пар, или поточную систему с совместным горизонтальным и вертикальным проходом, обеспечивающую подобное воздействие. Точка кипения (основной) жидкости, образующей пар, выше точки расплавления используемого припоя. Пар конденсируется на более холодных поверхностях

и посредством этого передает свою латентную теплоту, пока не установится температурное равновесие. В некоторых установках используется защитный слой дополнительного пара над основным паром для предотвращения улетучивания последнего. Применяются требования 13.1.2, 13.1.3 и 13.1.4.

Предварительный нагрев

Для уменьшения риска чрезмерного теплового удара важное значение имеет процедура предварительного нагрева, который осуществляется обычно с помощью механически объединенной инфракрасной печи. Можно использовать временные локальные теплоотводы для снижения скорости роста температуры для чувствительных компонентов.

Чувствительные компоненты

Если на плате присутствуют чувствительные компоненты (например, многослойные керамические конденсаторы, многоштырьковые интегральные схемы), следует обеспечивать температуру их предварительного нагрева при вхождении в зону основного пара, которая должна быть равна или выше установленной минимальной температуры, заданной изготовителем компонента, а если она не задана, — в пределах 100 °С температуры. Для изделий уровня С это требование обязательно.

Паяльная паста

Температурно-временной профиль предварительного нагрева должен обеспечивать заданные пределы для используемой паяльной пасты.

Дефлюсование

Независимо от типа компонента, во избежание дефлюсования паяльной пасты во время вхождения платы в зону дополнительного пара (в случае его применения), следует обеспечивать температуру предварительного нагрева, по меньшей мере, на 10 °С выше температуры основной зоны.

Вибрация

В транспортном механизме оборудования пайки не должно существовать вероятности появления вибрации, разрушающей застывающие паяные соединения при вертикальном выходе платы из зоны основного пара. Вибрация может быть причиной недостаточной гладкости поверхности в паяных соединениях, выполненных в оборудовании пайки с паровой фазой.

Пайка оплавлением лазером

Описание технологического процесса

Импульсный лазерный луч используется для сканирования последовательных выходных контактов или выводов на одном компоненте для подачи одинаковой энергии на бугорки припоя с целью их одновременного расплавления. Этот метод подходит для тех случаев, где требуется последовательная пайка отдельных компонентов.

Для более сложных вариантов данной пайки может применяться азотная атмосфера, а качество отдельного соединения проверяется автоматически. Путем измерения скорости охлаждения каждого соединения после отверждения (застывания) припоя оценивается относительная теплопроводность между каждым выводом и платой. При необходимости следует разрешать отклонения в теплоемкости контактных площадок.

Механические требования

Требования к пайке безвыводных компонентов поверхностного монтажа включают: максимально возможную воспроизводимость точности размещения контактных площадок во избежание риска повреждения подложки, очень высокую параллельность выводов, плоские платы/подложки и достаточное, направленное вниз давление во время размещения компонентов для обеспечения удовлетворительного теплового контакта между каждым выводом и паяльной пастой.

Пайка оплавлением термодами

Описание технологического процесса

Основное оборудование представляет собой устройство с обжимным штампом в виде электродов с не смачиваемыми припоем параллельными поверхностями, которые обеспечивают совмещение и сильный нажим на выводы компонентов, соприкасающиеся с соответствующими контактными площадками на подложке. Через электрод(ы) подается тепло для расплавления припоя на выводах и контактных площадках, а также дополнительный припой.

Дополнительный припой можно обеспечить локальной металлизацией контактных площадок с помощью внесения тонкого твердого отформованного припоя или через бугорки заранее осажденной паяльной пасты.

Для контактных площадок с припойным покрытием и отформованным припоем флюс осаждают перед размещением компонента на контактную площадку.

Метод подходит для случаев, когда требуется последовательная пайка отдельных компонентов. При условии, что для устройства электродов спроектирован достаточный зазор, его можно использовать для многоштырьковых корпусов компонентов после завершения групповой пайки других компонентов. Он особенно полезен, если плоскостность плат и/или параллельность выводов компонентов не соответствуют требованиям методов групповой пайки оплавлением.

Параллельность электрода(ов) и платы

Следует либо поддерживать плату в одном месте (локально) под электродом, а крайние точки платы оставлять свободно двигающимися, чтобы ее верхнюю поверхность можно было бы устанавливать параллельно поверхности(ям) электрода(ов), либо сами электроды подвешивать с самосовмещающегося шарнира.

Параллельность электрода и верхней поверхности опоры платы необходимо регулярно проверять.

Предварительный нагрев

Требуется оборудование для предварительного нагрева платы/сборки (например, до +80 °С) для предотвращения локального расслаивания платы и сокращения временного цикла пайки каждого компонента. Предварительный нагрев обязателен для изделий уровня С, если многослойные платы имеют большие заглубленные участки сплошной меди и/или не хранились в сухих условиях. Если такие условия хранения не применялись, после проведения соответствующей сушки может потребоваться предварительный нагрев для удаления поглощенной влажности непосредственно перед пайкой, например, в течение 72 часов при температуре от 80 до 100 °С, в зависимости от максимальной температуры хранения компонента.

Пайка многоструйным газовым оплавлением

Описание технологического процесса

Этот метод используется, если допускается последовательная пайка отдельных компонентов.

В небольшие форсунки, организованные в виде матрицы, настроенной под конфигурацию конкретного компонента, предназначенного для пайки, подается нагретый газ, чей поток прямо направлен на выводы компонента и на контактные площадки. Предусматривается предварительное предварительное нанесение паяльной пасты или другая или другая форма флюсования, а также точное совмещение выводов с контактными площадками перед тем, как компонент вжимается в припой.

При условии, что запроектирован достаточный зазор для матрицы насадок, метод можно применять для сборки многостырьковых корпусов компонентов после завершения групповой пайки других компонентов.

Установку следует проектировать с учетом минимизации тепла, подаваемого на корпус компонента во время пайки.

Программирование

Температурно-временную последовательность следует программировать. Для изделий уровня С это требование обязательно.

Соседние компоненты

Паяные соединения на соседних компонентах следует защищать от повторного расплавления, например, на этапе проектирования предусматривать размещение компонентов на надлежащем расстоянии друг от друга, используя специальную конструкцию насадок или подходящие экранирующие приспособления. Для изделий уровня С эти меры предосторожности обязательны, и для каждого проекта платы их эффективность должна подтверждаться соответствующим методом, например, визуальным осмотром во время пайки, краской — индикатором температуры и/или анализом уровня прироста интерметаллического слоя.

Пайка фокусированным многоточечным инфракрасным оплавлением

Описание технологического процесса

Этот метод применяется, если допускается последовательная пайка конкретных компонентов с большим числом выводов. Фокусированный инфракрасный луч прерывается маской, чьи отверстия совмещены с выводами конкретного компонента. Коротковолновое инфракрасное излучение, обычно от ламповых источников, нагревает одновременно все выводы и контактные площадки.

Маска защищает корпус компонента от прямого излучения. Риск повторного расплавления соединений соседних компонентов незначителен, и поэтому данный метод пригоден для сборок с высокой плотностью монтажа.

Программирование

Температурно-временной цикл следует программировать. Для изделий уровня С это требование обязательно.

Пайка погружением

Пайка погружением применяется для сборок штыревого монтажа, поверхностного монтажа и сборок комбинированных технологий монтажа. Ее можно выполнять с применением различных методов, например, методами двойной волны, струйной волны, пайкой волочением и в различных газовых средах: воздушной, азотной или из смеси незначительно восстанавливающихся газов. Требования к компоновке платы, выбору компонентов, типу паяльного резиста и флюса, а также температурно-временному профилю могут различаться в зависимости от применяемых методов и газовых сред.

Перед пайкой сборки можно сушить для уменьшения влажности и удаления летучих примесей.

Общие требования

Требования к технологическому процессу

Для обеспечения надежных сборок с помощью приемлемых и повторяющихся условий пайки предъявляются следующие требования для всех методов пайки погружением:

- Система флюсования должна проникать через промежутки между близко расположенными компонентами и обеспечивать ровную пленку флюса; это существенное условие, при котором используются компоненты поверхностного монтажа.
- Управляемый температурно-временной профиль во время предварительного нагрева, пайки и охлаждения.
- Механизм транспортирования, система предварительного нагрева, источник тепла и системы охлаждения вместе должны обеспечивать температурно-временной профиль, допускающий пайку каждого компонента на плате в заданных пределах воздействий.
- После выполнения операций пайки все сборки должны быть охлаждены, чтобы припой затвердел до последующей обработки.

д) Материалы и структуры, используемые для удерживания и поддержания сборок, не должны загрязнять и ухудшать печатные платы или компоненты, но должны допускать прохождение припоя через металлизированные отверстия.

Управление технологическим процессом

Параметры, требующие строгого управления:

- консистенция, температура и распределение флюса;
- температура компонентов и платы во время предварительного нагрева (спецификация изготовителя);
- температура ванны с расплавленным припоем (в пределах ± 5 °С);
- уровень примеси (загрязнения) припоя;
- время погружения для каждого компонента (спецификация изготовителя);
- степень перемешивания расплавленного припоя (если применяется);
- скорость транспортировки;
- угол поверхности платы относительно волны припоя.

Машинные регулировки

Сборочный завод должен правильно выполнять технологические процедуры технологического процесса пайки погружением и правильно эксплуатировать все автоматические установки пайки и соответствующего оборудования. Для установок пайки эти процедуры должны, как минимум, определять регулирование предварительного нагрева, температуры ванны с припоем, скорости перемещения сборок через установку, частоты измерений температуры и частоты анализа содержимого ванны.

Нанесение флюса

Используемый флюс должен покрывать все поверхности, предназначенные для пайки. Он должен быть достаточно вязким перед пайкой для предотвращения разбрызгивания.

Требования к изделиям уровня С

Проверку температурно-временного профиля следует проводить для каждого отдельного проекта платы. Для изделий уровня С эта проверка должна быть обязательной. Во всех случаях проверки предназначаются для демонстрации результатов анализа профиля для самых чувствительных компонентов, например, для многослойных керамических конденсаторов, светодиодов, элементов в малых черных корпусах и, одновременно, для компонентов с самыми большими тепловыми массами. Испытания должны планироваться с целью подтверждения выполнения требований, заданных в этом и предыдущем подразделах, как в самых горячих, так и в самых холодных участках платы.

Основными параметрами, действующими на чувствительные компоненты, являются:

- скорость роста температуры во время предварительного нагрева и скорость охлаждения после пайки;

- диапазон температур теплового удара при входе в ванну с припоем;
- время воздействия температуры выше точки плавления припоя (например, 186 °С).

Прогиб платы

Если имеется вероятность, что температура стеклования (T_g) материала платы, ее размеры и толщина приведут к чрезмерному прогибу при требуемых температурно-временных уровнях, следует предусмотреть несущую опорную раму для платы (14.1.1e).

Содержимое ванны с припоем

В методах, при которых компоненты поверхностного монтажа или металлизированные платы проходят через ванну, риск загрязнения припоя выше — за счет компонентов, падающих с платы, и/или припоя, контактирующего с не оловянно-свинцовыми материалами выходных контактов, а, например, серебряными или золотыми. Частоту анализа припоя следует подбирать в соответствии со скоростью загрязнения.

Во всех случаях чистота ванны с припоем в оборудовании для пайки погружением должна поддерживаться в соответствии с таблицей 1 стандарта МЭК 61191-2. Необходимо проводить следующие процедуры:

- Шлак должен удаляться из ванны с припоем способом, устраняющим соприкосновение шлака с паяемыми элементами. Допускаются автоматические и ручные методы.
- Паяльные масла могут перемещаться с расплавленным припоем и переноситься к поверхности припоя или наноситься прямо на его поверхность. Уровень масла следует контролировать для предотвращения попадания масла в застывшие паяные соединения.
- Состав припоя необходимо регулярно контролировать.

Пайка волной припой

Описание технологического процесса

Это метод групповой пайки. Система перемещения держателей плат применяется для прохождения сборки: в первый раз — через зону флюсования, в которой покрывается вся видимая нижняя поверхность платы; во второй раз — через зону предварительного нагрева, в которой флюс активируется и повышается температура компонентов, и еще раз — через третью зону пайки, в которой нижняя поверхность платы и любые выступающие проволочные выводы и любые компоненты поверхностного монтажа, прикрепленные к плате, быстро проходят через источник расплавленного припоя. Третья зона, как правило, представляет собой последовательность механически возбужденного, взболтанного и пассивного (спокойного) расплавленного припоя или линейные струи расплавленного припоя из насадок, после которых воздушным ножом удаляется еще жидкий избыток припоя.

Как вариант, на выходе из оборудования для пайки предусмотрен дополнительный вентилятор, охлаждающий сборку.

Пайка волочением

Описание технологического процесса

Этот процесс обеспечивает относительное перемещение путем протягивания платы по ванне с припоем. После того как плата входит в ванну, вся ее нижняя поверхность соприкасается с расплавленным припоем. С помощью механизма, прикрепленного к передней кромке платы и удаляющего впереди любой накопившийся на поверхности шлак, плата перемещается по поверхности припоя.

Контроль процесса

Типовая глубина погружения равна половине толщины несмонтированной платы, и поэтому критическими параметрами являются допустимые значения изгиба и искривления.

Метод может не подходить для многослойных печатных плат и сборок поверхностного монтажа, если отсутствует автоматическая система предварительного нагрева для уменьшения теплового удара.

Пайка окунаем в горячий припой

Описание технологического процесса

Пайка окунаем в горячий припой включает вертикальное погружение выводов или выходных контактов, предназначенных для пайки, в бочонок или бак с припоем. В некоторых случаях компоненты полностью погружаются в бак. Используются автоматизированная транспортная система или ручные приспособления. Пайку окунаем в горячий припой применяют в тех случаях, когда выходные контакты или выводы прикрепляются по краям подложки. Например, это рамки с внешними выводами и гибкие печатные монтажные планки.

Тепловой удар

Должны предприниматься меры по минимизации риска повреждения как компонентов, так и платы, например, путем предварительного нагрева сборки. Это особенно важно, если применяется припой с более высокой точкой плавления, чем припой для сборки компонентов, или используется многослойная плата.

Индивидуальная точечная пайка

Все инструменты, применяемые для пайки, должны содержаться в чистоте; на них не должно быть грязи, смазочных веществ, масел и других посторонних веществ.

Ручная пайка паяльником

Следующие требования следует выполнять для обеспечения надежных сборок с помощью паяльника в приемлемых и повторяемых условиях ручной пайки.

Паяльники

Во избежание повреждения компонентов паяльники следует выбирать в соответствии с размером и тепловой массой паяемых выходных контактов.

Паяльники для компонентов поверхностного монтажа

Следует использовать паяльник с максимальным диаметром наконечника 3 мм и с максимальной температурой в диапазоне 260...270 °С с допуском на предварительную температуру режима холостого режима ± 5 °С. Если приборы герметизируются термоотверждающейся смолой, необходимо устанавливать подходящую для них максимальную температуру наконечника.

Паяльники для компонентов штыревого монтажа

Для выводов компонентов штыревого монтажа мощность паяльника и диапазон температур должен соответствовать рекомендациям изготовителя. Если таковых нет, паяльники следует рассчитывать на мощность до 50 Вт и соответствующий диаметр наконечника, например, 6,5 мм, и устанавливать температуру в диапазоне 300...375 °С с допуском на температуру холостого режима ± 5 °С.

Платы с комбинированной технологией монтажа

Паяльники, предназначенные для применения с компонентами штыревого монтажа, не должны использоваться для пайки или доработки компонентов поверхностного монтажа.

Пайка выводов компонентов штыревого монтажа без оплавления

Нанесение флюса

В случае применения жидкого флюса он должен наноситься на паяемые поверхности до подачи тепла. Следует избегать избытка флюса. Если используется припой с сердечником из флюса, его нужно размещать таким образом, чтобы во время расплавления флюс мог растекаться и покрывать паяемые поверхности.

Нанесение припоя

Для максимальной передачи тепла хорошо луженый наконечник паяльника должен прикладываться к соединению и припою, нанесенному в стык наконечника и паяемого участка. После подачи тепла и достижения температуры плавления припоя он с сердечником из флюса должен наноситься в соединение, а не на наконечник паяльника.

Тепло можно подавать на оба края металлизированного сквозного отверстия, но припой должен наноситься только на один край.

Температура паяльника не должна превышать заданную рабочую температуру используемого припоя.

Для некоторых компонентов может понадобиться предварительный нагрев для предотвращения внутреннего повреждения вследствие теплового удара.

Теплоотводы

Если ручная пайка проходит вблизи корпуса теплочувствительных компонентов, для ограничения потока тепла на корпус компонента должны применяться теплоотводы между паяльником и корпусом.

Затекание припоя

Допускается ограниченное затекание припоя на вывод во время пайки при условии, что все заданные требования к смачиванию выполняются. Затекание припоя не должно ухудшать упругость вывода, если это важно для надежности паяного соединения.

Пайка компонентов поверхностного монтажа

Паяльники не пригодны для пайки тех компонентов поверхностного монтажа, которые планируется прикреплять к плате с применением паяльной пасты.

Нанесение флюса и припоя

Обычно флюс наносится с применением припоя с сердечником из флюса. Должны выполняться требования первого параграфа 15.1.2.2.

Пайка безвыводных керамических конденсаторов поверхностного монтажа

Допускается применять паяльник с ручным управлением для пайки безвыводных керамических конденсаторов поверхностного монтажа при условии, что температуру можно контролировать на уровне, при котором компонент не повреждается.

Если в изделиях уровня А и В их применение неизбежно, то для минимизации риска теплового удара, создающего внутренние микротрещины, способные привести к отказу компонента во время эксплуатации, никогда не следует допускать прямого соприкосновения наконечника паяльника с корпусом или наружными выходными контактами компонента.

При удерживании корпуса компонента на месте с помощью пинцета с проводящими неметаллическими кончиками следует подавать тепло, помещая наконечник паяльника сначала на контактную площадку на печатной плате, а затем двигать его в область выходного контакта.

Пайка выводов компонента поверхностного монтажа

Для компонентов с двумя или тремя выводами: для удерживания компонента на месте следует использовать пинцет с неметаллическими кончиками и низкой тепловой массой (или подобный инструмент), слегка прижимая компонент вниз, а наконечник паяльника прикладывать или прямо к выводу, или к контактной площадке, или к ним сразу.

Для компонентов с четырьмя и более выводами: два диагонально противоположных вывода нужно сначала слегка закрепить временной пайкой с точным позиционным совмещением на плате. Оставшиеся выводы затем отдельно припаять, как указано в параграфе выше, и затем окончательно надлежащим образом припаять два временно закрепленных вывода.

Пайка оплавлением газовым паяльником

Паяльная паста или отформованный припой с флюсом (таблетки, колечки и т.д.) при-

годны для использования вместе газовыми паяльниками. Проволочный припой с сердечником из флюса в данном случае использовать нельзя.

Температура газа

Максимальное значение температуры газа в момент его выхода из выпускного отверстия паяльника следует устанавливать таким, чтобы ее мог выдержать компонент в течение времени, требуемого для его пайки, и заданной изготовителем компонента. Для минимизации времени воздействия температуры в конструкцию контактной площадки и соединенную с ней разводку токопроводящих дорожек следует включать теплоизоляцию от соседних компонентов с большими тепловыми массами.

Экранирование соседних компонентов

Для предотвращения повторного расплавления паяных соединений на соседних компонентах компонента, требующий доработки, следует окружить соответствующим экраном до приложения газового паяльника.

Пайка безвыводных компонентов поверхностного монтажа

Целесообразно применять газовый паяльник для пайки отдельных многослойных керамических конденсаторов.

Расход газа

Следует контролировать скорость потока газа для предотвращения нежелательного движения небольших компонентов вследствие его действия.

Операция пайки

При наличии либо флюса, нанесенного на припой, находящийся на паяемых деталях, либо паяльной пасты, размещенной на поверхности стыка этих деталей, поток газа следует наводить последовательно на контактные площадки, соединения и корпус. Цель заключается в равномерном повышении их температуры, чтобы припой на всех стыковых поверхностях достигал стадии расплавления, по возможности, одновременно.

Если во время этого процесса поверхностное натяжение или сила струи газа сдвигают компонент до чрезмерного несоответствия или не дают ему спокойно стоять, то следует применять легкие корректирующие действия (нажимая сбоку, вниз или поворачивая), когда струя газа еще направлена на компонент. Позже, после корректирующего действия, струю удаляют, чтобы соединение затвердело.

Для сохранения максимальной прочности соединения и сокращения риска выщелачивания следует свести время нахождения припоя в расплавленном состоянии до абсолютного минимума.

Пайка компонентов с выводами поверхностного монтажа

За исключением небольших компонентов с 2, 3 и 4 вводами, трудно при помощи газо-

вого паяльника сохранять состояние расплавленного припоя одновременно для всех выводов на интегральной схеме. После временного закрепления выводов на противоположных углах можно по отдельности припаять оставшиеся выводы.

Пайка компонентов штыревого монтажа

Сравнительно большие тепловые массы выводов компонентов штыревого монтажа и соответствующих им металлизированных сквозных отверстий (МСО) означают, что газовый паяльник является неэффективным инструментом для пайки этих соединений.

После осаждения паяльной пасты на контактные площадки МСО и/или в отверстия и после установки выводов компонентов в отверстия каждое отдельное соединение следует паять по очереди. Струя газа направляется, по выбору, на МСО или вывод, пока припой не расплавится и не смочит все поверхности соединения.

Необходимо проявлять осторожность во избежание повторного расплавления соединений соседних компонентов поверхностного монтажа.

Чистота/очистка

Решение о том, проводить или не проводить очистку, зависит от требования потребителя и/или от договоренности между изготовителем и потребителем (см. раздел 9 МЭК 61191-1 (IEC 61191-1)).

Выбор не зависит от уровня изделия. На это решение влияют планируемый срок службы в условиях эксплуатации, конструкция, совместимость поверхностных материалов и потребности в конформных покрытиях.

Применение неочищаемых (безотмывочных) флюсов

Этот метод устраняет потребность в очистке путем применения флюса или паяльной пасты, которые могут оставаться на конечном изделии без ухудшения электрических и механических характеристик сборки во время расчетного срока его службы.

«Неочищаемый» флюс/паста

Остатки этого материала после пайки можно оставлять на изделии и, по желанию, затем удалять их без воздействия на его долгосрочное функционирование. Однако остатки могут мешать хорошему электрическому контакту во время операций проверки с использованием зонда.

«Никогда не очищаемый» флюс/паста

Остатки этого материала после пайки могут оставаться на изделии, но никогда не следует их удалять, поскольку это может привести к ухудшению долгосрочного функционирования изделия.

Но эти остатки могут мешать хорошему электрическому контакту во время операций проверки с использованием зонда.

Состояние плат, компонентов и других деталей перед сборкой

Перед тем как приступить к технологическим процессам осаждения, установки, размещения и пайки, все печатные платы, компоненты и другие детали следует очистить, по меньшей мере, до уровня чистоты, необходимого для законченной сборки.

Обращение во время сборки

При обращении со всеми элементами следует минимизировать риск загрязнения, используя, например, перчатки и пальчики, и избегать контакта с корродирующими материалами.

Чистящие средства

Существующие чистящие средства являются либо водными растворами, либо растворителями. Водные растворы включают воду, водорастворимые органические соединения и водорастворимые неорганические соединения. В состав растворителей входят спирты, сложные эфиры, хлорсодержащие вещества (например, метилхлорид, этиленхлорид), терпены, углеводороды и летучие метиловые силосаны. Используются соединения этих веществ.

Промывка выполняется с применением того же материала (самопромывка), спиртом, перфторкарбонами или водой (технология полуводяной очистки). Используются также промывки углеводородными и терпеновыми эмульсиями с последующей промывкой водой.

Для повышения эффективности очистки часто используется ультразвуковое взбалтывание чистящих жидкостей.

Технологические процессы очистки

Описание технологического процесса

Очистка включает воздействие жидкости или пара/газа (или тем и другим) на паяную сборку в течение необходимого времени и при соответствующей температуре для удаления потенциально опасных загрязнений, а с помощью надлежащего движения — для извлечения частиц нежелательного материала. За ней может последовать любой из двух процессов: либо последовательность дополнительных погружений в жидкость для удаления чистящей среды и загрязнений перед проведением технологического процесса сушки, в течение которого будет удалена вся оставшаяся жидкость. Либо, альтернативно, сушка может последовать сразу после удаления сборки из чистящей жидкости.

В некоторых случаях во время очистки можно добавить легкое механическое движение или заменить его ультразвуковым взбалтыванием и/или подачей чистящей жидкости под давлением через форсунки для лучшего протекания через маленькие отверстия и те участки, где имеются маленькие зазоры. Можно применять струи воздуха под давлением, которые способствуют удалению жидкости, удерживаемой под компонентами.

Выбор чистящих средств

При выборе чистящих средств не следует полагаться на предположения об их совмести-

мости, поскольку некоторые сочетания могут привести к серьезным последствиям.

Изготовители и потребители должны выбирать известные совместимые материалы в рамках серий химических составов флюсов, как для пайки, так и для доработки.

Частота очистки

Очистку нужно проводить после каждой отдельной операции пайки для того, чтобы убедиться, что любой последующий нагрев не затруднит очистку сборок. Для механизированного поточного оборудования это может не потребоваться. Очистку следует проводить после пайки настолько быстро, насколько это практически осуществимо, например в пределах 15 минут.

Тепловой удар

Следует избегать чрезмерных градиентов температуры между процессами пайки и последующей очистки и сушки (13.1.2.2).

Сушка сборок

В системах очистки с ваннами сборки необходимо правильно ориентировать для достижения максимального осушения и отсутствия разводов.

Ультразвуковое взбалтывание

Следует проверять спецификации на компоненты и прочность сборок перед применением ультразвукового взбалтывания.

Системы очистки с ультразвуковым взбалтыванием не должны применяться для изделий уровня С, содержащих полые корпуса полупроводниковых компонентов, или для сборок, имеющих бесподпорочные проволочные соединения к бескорпусным кристаллам, если они специально не квалифицированы и не разрешены потребителем.

Для больших печатных плат, несущих большое число компонентов, может потребоваться несколько циклов доработок. В этом случае не следует проводить ультразвуковую очистку после каждого цикла. За исключением окончательной очистки нужно использовать локальную очистку щетками и во всех операциях пайки — «неочищаемые» флюсы или флюсы с очень низкой активностью.

Оценка чистоты

Проверку загрязнения по функциональным последствиям, по возможности, следует выполнять в условиях, сходных с условиями вероятной производственной среды. Условия, представленные в данном подразделе, и связанные с ними расчеты для любой поверхности применяются к обеим сторонам сборки.

Для производственного оборудования необходимо иметь эталон, основанный на допустимом количестве загрязняющего вещества каждого типа. Проверка, проводимая с помощью оборудования по выделению ионов, и проверка сопротивления изоляции в заданных условиях окружающей среды способны обеспечить основу для установления стандарта оборудования (предприятия). При появлении других загрязнений

или при наличии больших изменений в пороговых значениях, следует оценивать все аномальные условия.

Остатки флюса

Перечисленные далее флюсы приблизительно аналогичны флюсам типов L, M и H, традиционным классам флюсов на основе канифоли и другим, таким как водорастворимые и синтетически-активированные флюсы:

- а) Флюсы типа LO: все R, некоторые RMA и некоторые флюсы с низким содержанием твердой фазы («неочищаемые»).
 - б) Флюсы типа L1: большинство RMA, некоторые RA.
 - в) Флюсы типа M0: большинство RA, некоторые флюсы с низким содержанием твердой фазы («неочищаемые»).
 - г) Флюсы типа M1: большинство RA.
 - д) Флюсы типа H0: некоторые водорастворимые.
 - е) Флюсы типа H1: все RSA, большинство водорастворимых и синтетически активированных.
- Остатки включают частицы флюса и продуктов коррозии.

Визуальный осмотр

Сразу после пайки следует проводить визуальный осмотр без применения увеличивающих приборов. Если видны неисправности, можно провести более тщательный осмотр с соответствующим увеличением.

О загрязнении нужно судить не только по внешним или функциональным показателям, его можно также рассматривать как признак того, что в производственной системе что-то работает ненадлежащим образом.

Измерение проводимости экстракта растворителя

Полностью погрузив сборки и измерив изменения в проводимости используемой жидкости, можно контролировать средние уровни загрязнения ионными остатками для законченных сборок. Неионные загрязняющие вещества не измеряются. Этот метод пригоден для регулярной проверки серийных образцов, и с его помощью можно формировать данные обратной связи для управления технологическим процессом в пределах меньше 1 ч.

Для компонентов с малыми «печатными» зазорами есть только одна возможность обнаружить реальные уровни загрязнения: если эти компоненты сначала приподнять для создания доступа к захваченным материалам под этими компонентами — разрушающее действие. Расплавление припоя во время частичного приподнимания должно проводиться без применения флюса, поскольку он внесет нежелательное увеличение уровня загрязнения.

Измерение проводимости экстракта растворителя не следует применять для оценки уровней загрязнения после сборки с применением «неочищаемых» («безотмывочных») и «никогда не очищаемых» флюсов.

Окончание следует