

МИКРОСХЕМЫ PoP

ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ МОНТАЖА

С.Федоров fedorov@npf-abris.ru

Одна из современных технологий поверхностного монтажа – установка микросхем друг на друга (Package on Package, PoP). Так же как и большинство новых технологий, освоение этого метода монтажа требует проведения некоторого количества проб и испытаний. При правильно подобранном оборудовании и отлаженных процессах монтажа и тестирования готовых изделий метод PoP можно успешно применять на практике.

Во многих технических статьях самого разного направления фраза "Прогресс не стоит на месте" стала практически литературным штампом. К счастью, это относится и к нашей отрасли. Производители радиоэлектронных компонентов, стремясь оказаться в лидерах в конкурентной борьбе, выводят на рынок новые продукты, не давая скучать конструкторам, инженерам, технологам и еще очень большому количеству людей, связанных с разработкой и производством радиоэлектронных изделий.

В конце прошлого десятилетия в иностранной прессе было опубликовано сразу несколько статей о новой технологии монтажа микросхем (МС) под названием PoP (Package on Package, т.е. "корпус на корпус") [1, 2]. Суть технологии PoP заключается в установке нескольких корпусов микросхем друг на друга. Корпус МС первого уровня имеет шариковые выводы, как на обычных корпусах BGA, и отличается от них только наличием контактных площадок на верхней поверхности. Микросхема второго уровня выполняется в обычном корпусе BGA. При монтаже МС последовательно устанавливаются друг на друга в несколько (до четырех)

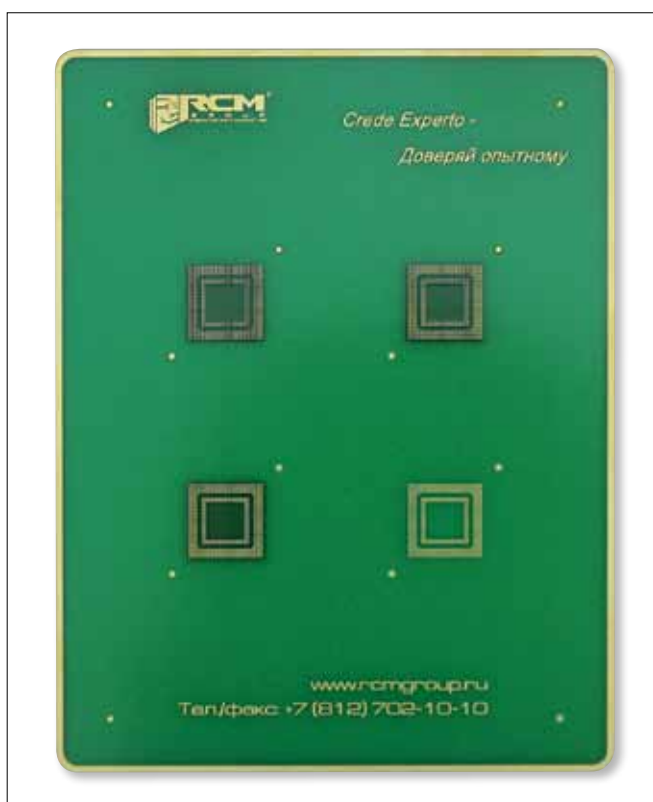


Рис.1. Тестовая плата

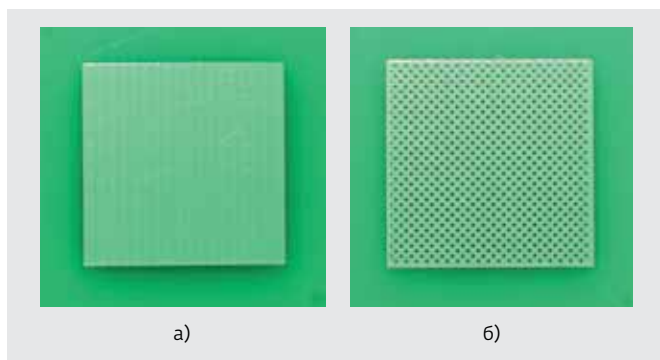


Рис.2. Полигоны на тестовой плате: а – со сплошным заполнением; б – с заполнением "сетка"

уровней. Практически сразу после появления первых публикаций несколько наших клиентов обратились с просьбой рассказать о возможности монтажа микросхем по этой технологии. В то время интерес к ней был вызван скорее любопытством, чем реальной необходимостью. Изучив имеющиеся материалы, специалисты компании "Абрис" пришли к выводу, что монтаж микросхем PoP нашими силами в принципе возможен. В начале этого года один из заказчиков решил применить МС такого типа в своих изделиях, перейдя тем самым от теоретических рассуждений к практике.

Для того чтобы выяснить возможности производства компании для работ такого рода, отладить технологический процесс монтажа, выявить особенности установки, пайки и контроля, нам предстояло также перейти от теории к практике. С этой целью специалисты технического отдела и отдела главного технолога разработали тестовые платы (рис.1).

Базовый материал платы – текстолит FR-4, финишное покрытие – иммерсионное золото. В конструкцию платы были введены различные полигоны (со сплошным заполнением и заполнением типа "сетка" (рис.2), с разной степенью перекрытия зоны установки микросхемы (рис.3)), размещенные со стороны, противоположной стороне пайки. С помощью этих полигонов предполагалось определить степень их влияния на качество паяных соединений.

Для проведения тестовых паек выбрали "тренировочные"

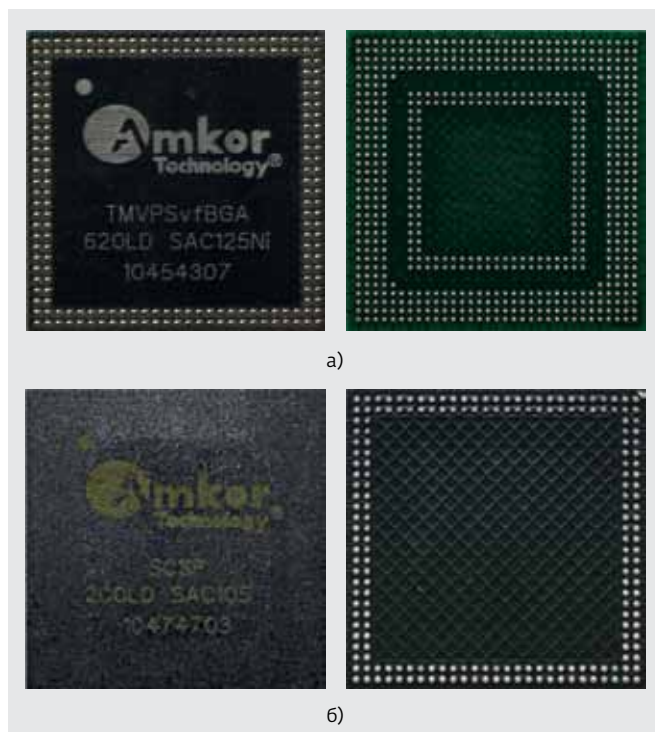


Рис.4. Тестовые микросхемы Amkor: а – А-PoP200-0.5mm-14mm-5mm-14mm-DC-LF105 (первый уровень); б – А-TMV620-0.4mm-14mm-4mm-14mm-DC-LF125 (второй уровень)

МС производства фирмы Amkor (рис.4) – масогабаритные копии серийно выпускаемых МС, предназначенные, в частности, для отладки термопрофилей пайки.

Существует несколько методов монтажа МС по технологии PoP:

- нанесение паяльной пасты на ПП, установка МС первого уровня, погружение выводов микросхемы второго уровня во флюс (используется специальный DIP-модуль, расположенный

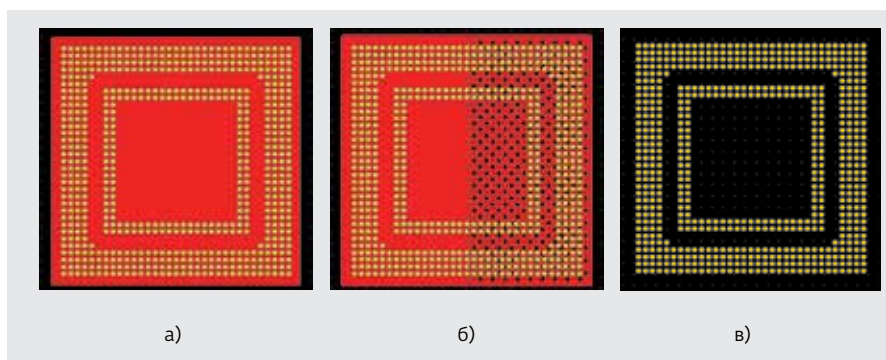


Рис.3. Перекрытие контактных площадок микросхемы сплошными полигонами на тестовой плате: а – полностью; б – на 50%; в – без перекрытия

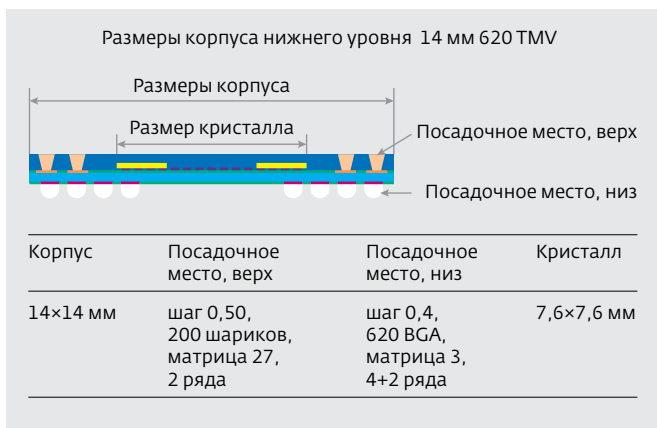


Рис.5. Микросхема первого уровня Amkor Technology A-PoP200-0,5mm-14 mm-DC-LFI05 (чертеж, вид сбоку)

- на установщике SMD-компонентов), установка микросхемы второго уровня, пайка;
- нанесение паяльной пасты на ПП, установка МС первого уровня, погружение выводов микросхемы второго уровня в паяльную пасту (используется тот же модуль, что и в первом варианте), установка микросхемы второго уровня, пайка;
 - аналогично второму варианту, но перед установкой микросхемы второго уровня паяльная паста на выводы МС первого уровня наносится с применением каплеустройной технологии.

Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Выбор метода для решения конкретной задачи зависит от многих факторов: наличия необходимого оборудования, объема работ и скорости их выполнения, конструктива изделия и др. Нами был выбран первый метод, так как он оказался самым простым в реализации.

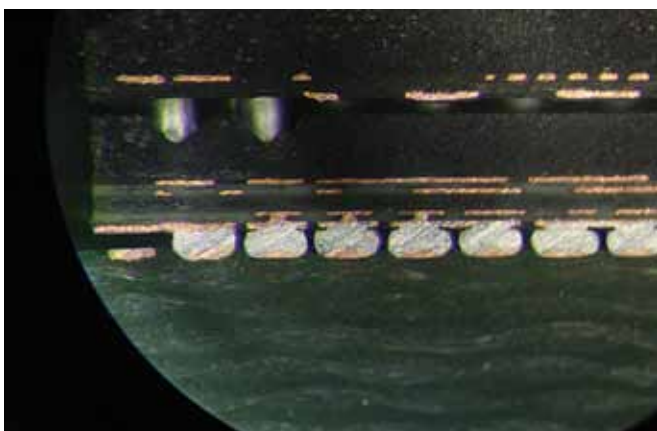


Рис.6. Микрошлиф PoP

Конструкция МС первого уровня, которые мы использовали для тестов, позволила не применять паяльную пасту для пайки МС второго уровня. МС первого уровня имеют сверху корпуса шариковые выводы, а не контактные площадки (рис.5). При этом паяные соединения получаются достаточно надежным и без применения паяльной пасты. Техпроцесс отработывался по варианту последовательной пайки: нанесение паяльной пасты, установка МС первого уровня, пайка, нанесение флюса, установка МС второго уровня, пайка.

Следует отметить, что автоматические установщики SMD-компонентов должны иметь возможность установки микросхем друг на друга, так как МС второго уровня устанавливается на ненулевую высоту (поверхность ПП + высота МС первого уровня).

Для сравнения технологий оплавления пайка выполнялась в конвекционной печи REHM VX3850 (без применения азота) и парофазной печи Ascon VP800.

При монтаже МС по технологии PoP применялось оборудование:

- принтер трафаретной печати EKRA E1;
- установщик SMD-компонентов Siemens Siplace CF;
- печь оплавления конвекционная REHM VX3850 (11 зон нагрева верх/низ);
- печь парофазная Ascon VP800 с вакуумной зоной;
- установка рентген-контроля Yxlon Y.Cheetah CT;
- система струйной отмывки Riebesam 23-O3T;
- стереомикроскоп Vision Engineering Lynx Stereo x40;
- термопрофайлер SEF MESY 570.77A;

Для пайки применяли паяльную пасту Indium NC-SMQ-92H и флюс Indium Tacflux 025.

В результате проведенной работы обнаружить влияние типа и степени перекрытия полигонами зоны пайки на качество паяных соединений не удалось. В обоих случаях (парофазная пайка и конвекция) корпуса МС располагались параллельно поверхности платы, без наклона в какую-либо сторону. Паяные соединения имели однородный вид. Влияния числа циклов пайки (один или два) на качество паяных соединений не обнаружено. Второй цикл пайки при монтаже микросхемы второго уровня не приводил к появлению дефектов паяных соединений первого уровня. Использование флюса для пайки МС второго яруса не оказало негативного влияния на качество паяных соединений (рис.6).

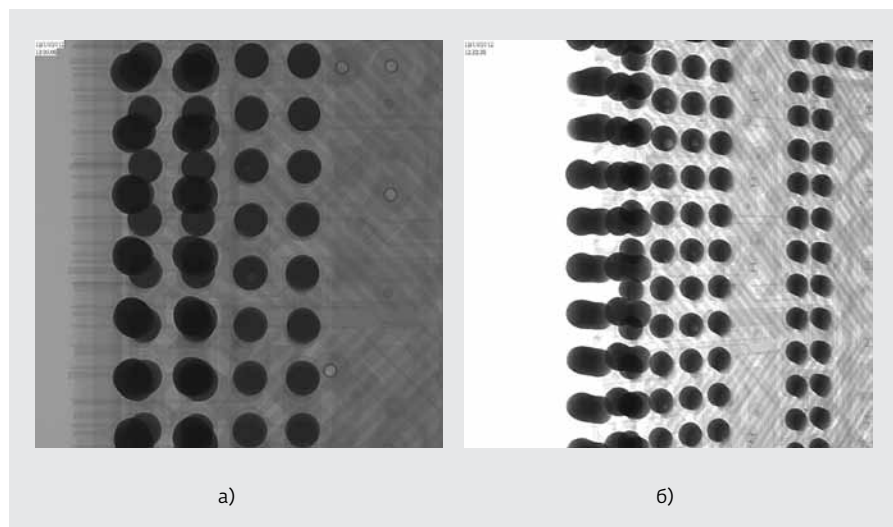


Рис.7. Рентгенограммы микросхем PoP: а – под углом 90°; б – под углом 45° к плоскости печатной платы

Были обнаружены некоторые зависимости от примененной технологии оплавления:

- при использовании конвекционной пайки отмечено большее, чем при парофазной, количество пустот в паяных соединениях. Возможно, сказались отсутствие азота в зоне пайки, о влиянии которого на качество паяных соединений известно [4];
- подбор термопрофиля при конвекционной пайке потребовал большего внимания, чем при парофазной. Многоуровневая конструкция имеет большую теплоемкость по сравнению с обыкновенными МС в корпусах BGA. При сравнении со стандартными профилями для пайки BGA, используемыми для этой печи, время нахождения электронного блока в пиковой зоне увеличилось. При этом существенных изменений в профиле для парофазной пайки замечено не было;
- обнаружено влияние вакуумной зоны в парофазной печи на зазор между МС верхнего и нижнего уровней. При использовании вакуума зазор практически исчезал, при этом, благодаря конструкции выводов микросхемы первого уровня, коротких замыканий между выводами не возникало.

После пайки было отмечено коробление МС обоих уровней. О явлении коробления и возможных причинах его возникновения указывается во многих источниках [5, 6]. Одной из причин может стать неоптимальный термопрофиль печи оплавления, приводящий к этому дефекту на пиковых и близких к ним температурах.

Рентген-контроль был затруднен из-за особенностей конструкции PoP – изображения выводов МС, расположенных друг над другом, перекрываются (рис.7а). Для корректного рентген-контроля необходима рентгеновская установка, обеспечивающая контроль под углом 25–50° к плоскости печатной платы (рис.7б) [7].

Проведение визуального контроля вызывало серьезные затруднения – так же, как и для обыкновенных МС в корпусах BGA. Контроль паяных соединений второго уровня был также осложнен из-за меньшего, чем между ПП и МС первого уровня, зазора между корпусами МС.

Итак, для качественного монтажа микросхем методом PoP необходимы современные оборудование и паяльные материалы. В статье не была затронута отдельная и не менее важная задача – правильная разработка конструкции ПП. МС в исполнении PoP имеют маленький шаг выводов – 0,4–0,5 мм. При этом ошибки в выборе диаметров контактных площадок, методе вскрытия паяльной маски над контактными площадками, расположении электронных компонентов на печатной плате и другие факторы, связанные с конструированием изделия, несомненно, будут негативно влиять на качество монтажа микросхем PoP и, следовательно, на надежность работы изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Package-on-Package: The Story Behind This Industry Hit. – Semiconductor International, 2007, т.6 (1).
2. "PoP" Goes the Future. – Assembly Magazine, 2008, т.9, с.30.
3. POP and vapor phase technology. – Global SMT&Packaging, 2009, №9.
4. PCB Assembly Guidelines for 0.4 mm Package-On-Package (PoP) Packages, Part II. – Texas Instruments, 2008, т.4.
5. A Study on Package Stacking Process for Package-on-Package (PoP). – Amkor Technology.
6. Kazuo Ishibashi. PoP (Package-on-Package) Stacking Yield Loss study. – Nokia Japan Co., Ltd, 2007.
7. Bob Willis. The challenges of package on package (PoP) devices during assembly and inspection, 2009.