

Технология поверхностного монтажа

для M2M-решений

Сегодня мобильные телефоны и беспроводные сети распространены практически повсеместно. Вездесущность сотовой связи стимулирует технические инновации и рост применения в производственной среде технологии, широко известной под названием беспроводного межмашинного обмена (M2M). Технология M2M используется предприятиями различных отраслей для автоматизации обмена данными, совершенствования бизнес-процессов, увеличения производительности и, в конечном счете, повышения доходности. Компания Cinterion Wireless Modules — мировой лидер в сфере сотовых M2M-коммуникаций.

Рональдо Робл (Ronaldo Robl)
ronaldo.robbl@cinterion.com

Cinterion постоянно инвестирует средства в обширные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки для определения наилучшей технологии поверхностного монтажа (SMT) для M2M-модулей.

Работая в сотрудничестве с независимыми техническими экспертами корпорации Siemens, специалисты Cinterion испытали и измерили характеристики более 700 интегральных схем с различными диаметрами шариков, компоновкой выводов, размерами модулей и типами паяльных паст. Среди них наиболее широко распространены три типа корпусов: с зубчатыми выводами (castellation), шариковыми выводами (BGA) и плоскими контактными площадками (LGA). Хотя всем им свойственны такие преимущества, как возможность автоматического захвата и позиционирования, автоматическая пайка и простота в обращении, позволяющая клиентам использовать различные технологические процессы, именно технология LGA обладает качествами, идеально подходящими для непрерывного массового производства. Модули LGA можно применять в системах любого масштаба, но особенно они полезны на вертикальных M2M-рынках, где устройства на их базе устанавливаются в массовых количествах — например, в системах охраны и оповещения, автоматизированного снятия показаний счетчиков (AMR) и слежения.

Поверхностный монтаж: описание технологий BGA и LGA

При поверхностном монтаже по технологии BGA (рис. 1а) к дну модуля крепятся шарики из припоя, располагающиеся в узлах воображаемой сетки. Модуль помещается на печатную плату с рисунком контактных площадок, в точности совпадающим с расположением его шариков. Каждый шарик используется для передачи электрических сигналов от интегральной схемы

на печатную плату, на которой монтируется ИС. Затем вся система нагревается — либо в специализированной печи, либо инфракрасным нагревателем. При этом шарики припоя расплавляются. Благодаря силам поверхностного натяжения расплавленный припой удерживает корпус параллельно печатной плате на надлежащем расстоянии, которое называется зазором. Когда припой охладится и затвердеет, электрическая схема готова. Такой процесс носит название «пайка оплавлением».

При поверхностном монтаже по технологии LGA (рис. 1б) вместо шариков используются плоские контактные площадки из позолоченного никеля (NiAu). Такие площадки имеются как на модуле, так и на печатной плате. Контактные площадки модуля и платы располагаются точно друг напротив друга, и между этими двумя поверхностями наносится ровным слоем паяльная паста. Нагрев производится в печи для оплавления припоя. Результатом является плоское, но широкое паяное соединение. Величина зазора в технологии LGA зависит от объема нанесенной паяльной пасты, но в целом чрезвычайно мала, благодаря чему компонент сохраняет компактность. Конструкция типа LGA экономически эффективна, создает исключительно малые нагрузки на модуль и обеспечивает возможность выбора паяльной пасты.



Рис. 1. Внешний вид контактных площадок:
а) технология BGA; б) технология LGA

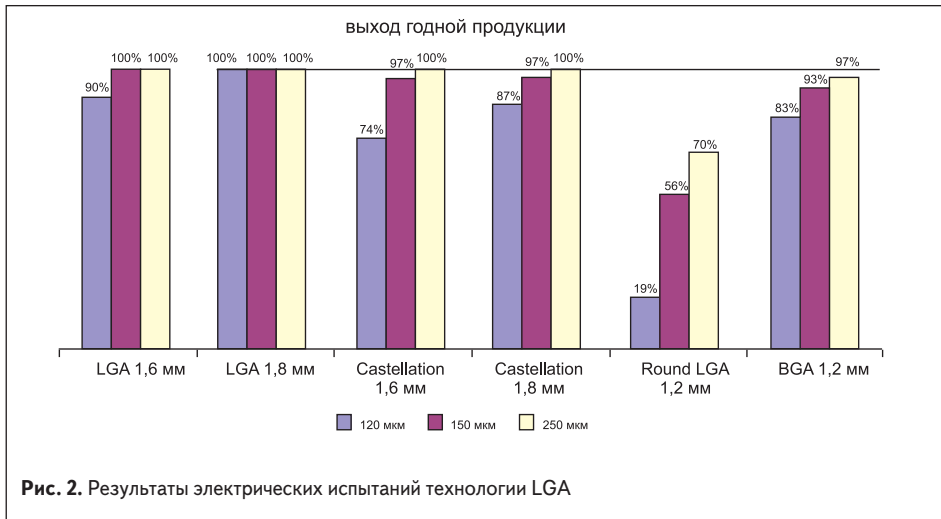


Рис. 2. Результаты электрических испытаний технологии LGA

Сравнительный анализ BGA и LGA

Для анализа технологий BGA и LGA инженеры корпорации Siemens использовали научные методы, а также оптический и рентгеновский методы контроля. Было подготовлено несколько вариантов испытаний с разным количеством наносимого припоя и разными формами трафарета. Специалисты оценили и измерили ряд характеристик и параметров поверхностного монтажа, в том числе температурные циклы, технологический процесс оплавления (тепловой обработки), смачивание (способность припоя смачивать поверхность или поддерживать контакт), количество припоя, копланарность (равномерность зазора или целостность плоскости между модулем и печатной платой) и др. Результаты испытаний электрических характеристик демонстрируют, что поверхностный монтаж по технологии LGA с плоскими контактными площадками — наиболее надежная и гибкая технология поверхностного монтажа модулей беспроводной связи. Результаты электрических испытаний LGA были оптимальными во всех вариантах, кроме одного, и дали 100%-ный выход годной продукции (рис. 2). Выход годной продукции в случае BGA был меньше и варьировался от 93 до 97%. Такой результат был связан с недостаточной копланарностью, а также остатками флюса (катализатора, содержащегося в паяльной пасте).

Cinterion выбирает LGA

Большая гибкость

По всем исследованным характеристикам и параметрам поверхностного монтажа технология LGA продемонстрировала преимущества перед



Рис. 3. Применение паяльной пасты

BGA, она идеально подходит для монтажа модулей. Технология BGA (рис. 3) является изначально менее гибкой, поскольку шарики припоя предварительно фиксируются на печатной плате. Крепление шариков к модулю требует высочайшей точности, чтобы шарики на обеих поверхностях совпали. После этого необходимо произвести нагрев, чтобы расплавить припой и закрепить элемент на плате. Ввиду того что припой в шариках имеет конкретный температурный профиль, выбор паяльной пасты для клиента предопределен. Это может увеличить затраты. Технология LGA оказывается гибче, поскольку плоские площадки из золоченого никеля имеются как на поверхности модуля, так и на поверхности печатной платы, и для скрепления компонентов и создания между ними электрического контакта можно использовать широкий ассортимент паяльных паст. Соответственно, выбор припоя производится исходя из нужд клиента, требований конкретной сферы применения, а также экологических норм.

Большая долговечность

Конструкция LGA-модулей компании Cinterion гарантирует их повышенную долговечность за счет уникального расположения контактных площадок, обеспечивающего оптимальное рассеяние тепла. Эффективное охлаждение в сочетании с оптимизированной геометрией и расположением площадок уменьшает коробление, величину зазора и механические нагрузки на паяные соединения. Кроме того, золоченые никелевые контактные площадки устойчивы к поверхностной коррозии, что также повышает срок службы компонентов. Долговечность же компонентов, выполненных по технологии BGA, потенциально ограничена за счет поверхностной коррозии. Кроме того, разброс высоты шариков припоя может составлять до 50% (рис. 4), что уменьшает

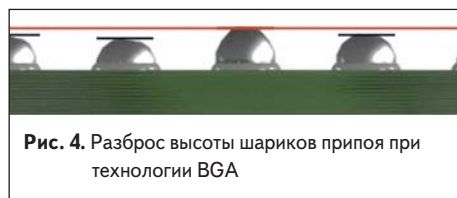


Рис. 4. Разброс высоты шариков припоя при технологии BGA

копланарность и способствует короблению, а оба эти фактора отрицательно сказываются на долговечности и целостности платы. В технологии BGA требуется дополнительная операция нагрева для крепления шариков припоя на модуле, что повышает вероятность коробления и нарушения копланарности.

Устойчиво высокие характеристики

В ходе испытаний плат на надежность у BGA-конструкции был зафиксирован один электрический отказ после 400 циклов, а LGA-конструкция выдержала 1000 циклов без единого отказа — преимущество очевидно. Оптимальный размер позолоченной никелевой контактной площадки в изделиях Cinterion позволяет клиентам наносить паяльную пасту в заданных объемах для достижения оптимального смачивания. Индивидуальный подбор объема наносимого припоя в сочетании с возможностью выбрать наилучший тип припоя для конкретного целевого назначения позволяет достичь высоких показателей выхода годной продукции. Кроме того, плоская поверхность и уникальная конструкция контактных площадок в технологии LGA уменьшает коробление и повышает копланарность, что опять-таки улучшает общие характеристики изделия. Надежность конструкций, выполненных по технологии BGA, несколько снижает количество остатков флюса на шариках припоя, которые приводят к пассивированию или ухудшению проводимости и в конечном счете — к снижению выхода годной продукции. Разброс высоты шариков может негативно повлиять на смачивание, а следовательно, и на электропроводность.

Оптимальный размер посадочного места

Компания Cinterion применила свой инженерный опыт для оптимизации размера посадочного места компонентов, задав тем самым «золотой стандарт» эффективности LGA-модулей. Оптимальный размер посадочного места обеспечивает конкретные преимущества и улучшает характеристики изделия. Разработанный компанией специальный рисунок контактных площадок предусматривает отказ от их расположения в центре и по углам модуля для устранения негативных эффектов коробления при пайке оплавлением припоя. За счет непосредственного оснащения позолоченными никелевыми контактными площадками LGA-модули Cinterion не страдают от пассивирования в процессе хранения и пайки, что повышает общую электропроводность соединений и электрические характеристики модулей. Благодаря размещению заземляющих площадок под высокочастотными компонентами в конструкциях Cinterion минимизировано влияние на антенный тракт, что улучшает функционирование беспроводной связи. Кроме того, размеры контактной площадки и горизонтальность ее поверхности позволяют клиентам индивидуально подбирать количество наносимой паяльной пасты для достижения высокого выхода годной продукции и оптимальных характеристик изделия.

Масштабируемые LGA-модули Cinterion — лидеры рынка

В 2008 году компания Cinterion первой среди производителей выпустила модули поверхностного монтажа, выполненные по технологии LGA. В серию масштабируемых LGA-модулей, являющихся частью платформы Evolution, входят следующие изделия:

- EES3 — один из самых компактных EDGE-модулей в мире. (Стандарт EDGE является самым высокоскоростным стандартом передачи данных в рамках технологии GSM.) Модуль EES3 имеет встроенный стек протоколов TCP/IP поверх AT, последовательный и USB-порты, а также RIL-драйвер для устройств на базе Microsoft Windows Mobile 6.1.
- EGS5 — встраиваемый модуль JAVA-обработки на базе современной процессорной архитектуры ARM 9. К числу прочих особенностей модуля относятся функциональность GPRS

Class 12, встроенный стек протоколов TCP/IP поверх AT, а также ряд промышленных интерфейсов — SPI, шина I²C, USB, АЦП/ЦАП и множество интерфейсов GPIO.

- EGS3 — обеспечивает расширенные возможности M2M-связи с функциональностью GPRS Class 12, имеет встроенный стек протоколов TCP/IP поверх AT, промышленные интерфейсы SPI и I²C, а также USB-порт.
- BGS3 — обеспечивает базовые возможности M2M-связи с функциональностью GPRS Class 10, имеет два последовательных интерфейса, встроенный стек протоколов TCP/IP поверх AT и RIL-драйвер для устройств на базе Microsoft Windows Mobile 6.1.

Это семейство модулей характеризуется надежностью и гибкостью и соответствует строгим требованиям, предъявляемым к компонентам M2M-систем. Помимо масштабируемости (от базовых возможностей GSM/GPRS до функциональности EDGE), все модули предусматривают полностью

автоматический захват и позиционирование, обеспечивающее стабильные характеристики технологического процесса для массового производства M2M-решений — например, систем автоматического снятия показаний счетчиков (AMR) и охраны.

Опыт компании Cinterion и внимание к нуждам клиентов дают ей конкурентное преимущество, что позволяет сократить время вывода изделий на рынок для любого предприятия, рассматривающего возможность внедрения беспроводных M2M-решений. Например, LGA-модули Cinterion имеют бобинно-ленточную упаковку (по 300 модулей на бобине), что эффективно при производстве. Кроме того, компания Cinterion предоставляет так называемые «гирляндные модули» для тестовой пайки (по 50 модулей в бобине) и пробные модули, смонтированные на DSB75-совместимой переходной печатной плате для быстрой опытной разработки. ■