

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МИКРОСВАРКИ КОМПАНИИ HESSE & KNIPPS

Один из мировых лидеров в области производства высокоточного скоростного автоматического оборудования с контролем качества для полупроводниковой промышленности – немецкая компания Hesse & Knipps, которая разрабатывает и продает такое оборудование с 1995 года. Основные заказчики Hesse & Knipps – фирмы Bosh, Infineon, Hitachi, Siemens, Seagate Technology и др. Головной офис компании, а также производственные площадки находятся в г. Падерборн (Германия). Численность компании составляет около 100 человек. Помимо главного офиса в Германии, компания Hesse & Knipps имеет представительства в США, Японии, Китае, Индии, Малайзии, Чехии, Франции и других странах. На сегодняшний день компания Hesse & Knipps занимается разработкой и производством автоматического оборудования для разварки кристаллов проволокой, монтажа компонентов методом перевернутого кристалла (Flip Chip), дозаторов для нанесения различных материалов, а также средств встраивания оборудования в производственную линию (загрузчики/разгрузчики заготовок, системы транспортирования заготовок в линии и т.п.). Особое место на мировом рынке занимают такие системы компании Hesse & Knipps, как полностью автоматизированные установки ультразвуковой клиновой разварки кристаллов моделей VJ820 (для разварки кристаллов тонкой проволокой) и VJ920 (для разварки кристаллов толстой проволокой).

Операция микросварки, несмотря на постоянное совершенствование современной электроники, появление новых видов компонентов и технологий их корпусирования, по-прежнему остается одной из ключевых при сборке электронных изделий. В настоящее время различают шариковую и кли-

П.Башта
pbashta@sovtest.ru

новую ультразвуковую микросварку (рис.1). Метод клиновой ультразвуковой микросварки основан на получении электрических соединений между контактными площадками (КП) кристалла и подложки посредством комбинации давления и ультразвуковых колебаний. Методу дала название форма сварочного инструмента. Основное достоинство клиновой ультразвуковой микросварки – малая площадь получаемого соединения, что позволяет применять этот метод при малом шаге (менее 40 мкм) между контактными площадками или выводами.

Для получения соединений при клиновой ультразвуковой микросварке используется микропроволока из алюминия, золота или меди, чаще всего – из алюминия и золота. Диаметр золотой проволоки составляет 13–76 мкм. Алюминиевая проволока подразделяется на тонкую (диаметр 12,5–85 мкм) и толстую (100–500 мкм).

Соединения формируются с помощью специального инструмента – "клина", представляющего собой стержень с коническим окончанием и отверстием для подачи проволоки (рис.2). При сварке алюминиевой проволокой применяются инструменты из карбида вольфрама, при сварке золотой проволокой – из карбида титана.

Процесс сварки происходит следующим образом. Проводник (проволока) подается в отверстие сварочного инструмента, расположенное на его задней поверхности. Наиболее часто угол подачи проволоки составляет 30–60° к горизонтальной поверхности. Для обеспечения разварки кристаллов в глубоких корпусах (микросборки и другие изделия) угол подачи проволоки составляет 89°. Сварочный инструмент совмещается с контактной площадкой кристалла или подложки для выполнения первой точки сварки. Обычно применяется так называемое "прямое направление сварки", когда первое соединение создается на КП кристалла, а второе на КП подложки. При таком направлении снижается вероятность образования коротких замыканий между проволокой и кристаллом. На следующем этапе сварочный инструмент опускается на контактную площадку и прижимает проволоку к ее поверхности. Подается ультразвуковое колебание, и инструмент с заданным усилием в течение заданного времени воздействует на проволоку для получения первой точки сварки. Затем инс-

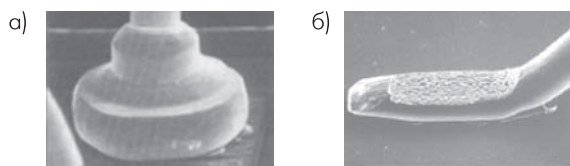


Рис. 1. Соединения, выполненные методами ультразвуковой микросварки: шариковой (а) и клиновой (б)

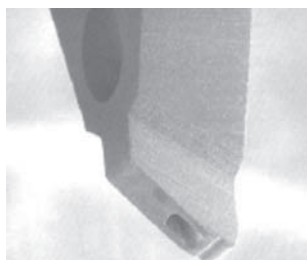


Рис. 2. Монтажный инструмент

трумент поднимается и перемещается в заданном направлении для формирования так называемой "петли соединения" и совмещения с последующей КП. После этого инструмент опускается, и повторяются предыдущие операции для получения второй точки сварки. Затем проволока обрывается. Процесс получения соединения (перемычки) завершен. Проволоку можно обрывать несколькими способами (зажимом, подложкой или обрезкой ножом, рис.3) – в зависимости от ее диаметра.

Формирование соединений с алюминиевой проволокой проводится при комнатной температуре, а при использовании золотой проволоки подложка нагревается до 100–185°C.

Рассмотрим автоматические установки ультразвуковой клиновой разварки кристаллов компании Hesse & Knipps. Флагманы данной линейки оборудования – модели VJ820 для разварки кристаллов тонкой проволокой и VJ920 для разварки кристаллов толстой проволокой (рис.4).

Модель VJ820 представляет собой самую точную из представленных сегодня на рынке полностью автоматизированную установку разварки кристаллов тонкой проволокой из

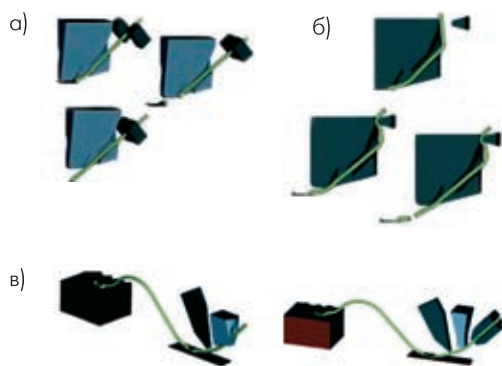


Рис. 3. Методы обрыва проволоки: а) зажимом, б) подложкой, в) обрезкой ножом



Рис. 4. Установка для разварки кристаллов

алюминия и золота диаметром 12,5–85 мкм. Точность и повторяемость позиционирования установки благодаря применению кодирующего устройства с обратной связью и разрешением 20 нм составляет 1 мкм (3σ). Такая точность позволяет применять установку при производстве изделий с малым шагом контактов (менее 40 мкм).

К основным преимуществам модели VJ820 перед конкурентами относятся:

- гранитное основание, снижающее вибрации, возникающие в

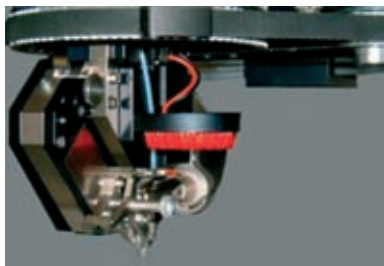


Рис.5. Монтажная головка

процессе разварки, практически до нуля и обеспечивающее стабильность процесса;

- балочная система перемещения по осям, благодаря которой повышается жесткость конструкции системы перемещения и улучшается качество сварки;
- запатентованная монтажная головка на пьезоэлементе, благодаря которой установка практически не подвержена износу, обладает более высокой точностью подачи и зажима проволоки (рис.5);
- применение запатентованного генератора и преобразователя ультразвуковых колебаний компании Hesse & Knipps;
- наличие системы технического зрения и программного обеспечения собственной разработки (рис.6). Время обработки изображения равно 15–25 мс;
- большая рабочая область – 305×410 мм, что позволяет применять установку в серийном производстве. Рабочую зону установки можно разбивать на две или более меньшие зоны для работы с малогабаритными изделиями или подложками;
- отдельная загрузка и разгрузка индивидуальных рабочих областей во время проведения процесса, что позволяет машине функционировать практически без остановок;
- угол поворота монтажной головки 400°.

Установка может работать с широким набором подложек (платы, упаковки типа Gel pack, керамика, выводные рамки и т.п.) и применяться для разварки изделий по таким технологиям, как Chip-on-Glass (COG), Chip-on-Board (COB) или при производстве трехмерных сборок. Скорость разварки модели VJ820 достигает шести–семи соединений в секунду.

Управляется машина ПК на базе двухъядерного процессора и программным обеспечением BondJet, которое позволяет программировать, сохранять, а также вести мониторинг большого



Рис.6. Программное обеспечение установки

числа параметров процесса и информации датчиков (параметры деформации проволоки, усилие сварки, интенсивность ультразвукового колебания, число сварок, обрыв проволоки, остаточная длина проволоки и многие другие). ПО позволяет оптимизировать процесс разварки путем задания допустимых интервалов параметров процесса, а также накапливать статистические данные для их последующего анализа (рис.7).

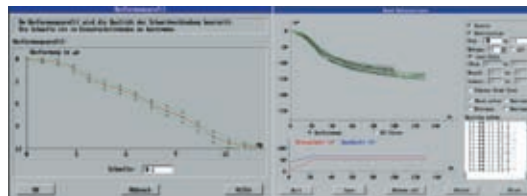


Рис.7. Окно мониторинга ультразвука и задания интервалов параметров сварки



Рис.8. Вариант построения линии, состоящей из двух установок VJ820

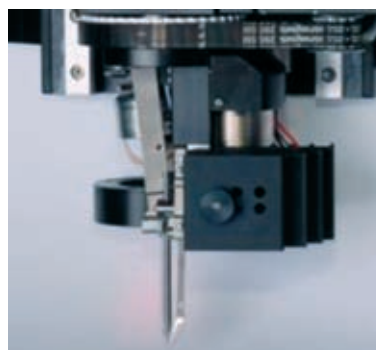


Рис.9. Конструкция монтажной головки VJ920

Еще одно достоинство установки – мгновенное распознавание сигнала о соприкосновении, т.е. момента, когда кончик клина касается чипа или подложки. В предыдущих установках использовались сенсоры, способные передать сигнал только через несколько миллисекунд. В конструкции VJ820 эта задержка уменьшена до нескольких микросекунд, что гарантирует не только высокую точность и повторяемость длительности касания, но и контроль монтажного усилия с точностью до ±1 сН (статика и динамика). Возможности автоматизации установки могут быть расширены при встраивании в производственную линию, благодаря наличию интегрируемого программируемого контроллера и интерфейса SMEMA (рис.8).

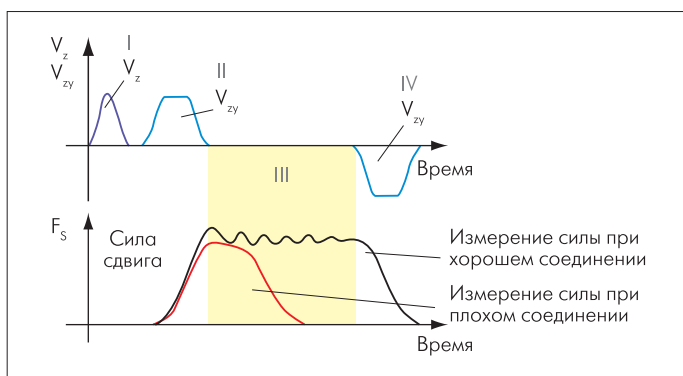


Рис. 10. Процесс тестирования на сдвиг. I – ослабление присоединения в направлении Z; 2– приложение силы сдвига; 3– период наблюдения для вычисления показателя качества; 4 – прекращение действия силы

Инженеры компании Hesse & Knipps не забыли и про эргономичность и безопасность установки. Все органы управления машины можно настроить под конкретного оператора, а встроенный контур безопасности установки исключает возможность травматизма.

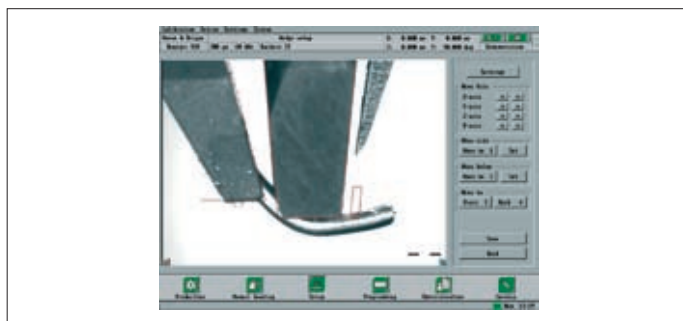


Рис. 11. Функция E-box

Установка модели VJ920 предназначена для разварки толстой проволокой (диаметр 100–500 мкм) и в целом – конструктивно и функционально (программируемые параметры процесса, контур безопасности, датчики и сенсоры, ПО, системы перемещения, технического зрения и т.п.) – похожа на установку модели VJ820.

Основные отличия модели VJ920 от VJ820 следующие:

- больший размер рабочей зоны: 400×500 мм;
- повторяемость позиционирования 10 мкм (3σ);
- скорость разварки до трех проволок в секунду;



Рис. 12. Пример автоматизированной линии, состоящей из семи установок VJ920

- конструкция монтажной головки с активным ножом для обрезки проволоки;
- интегрированные в монтажную головку средства неразрушающего испытания соединений на отрыв и сдвиг;
- функция E-box для визуальной настройки инструмента;
- возможность разварки лентой.

Модель VJ920 – единственная из представленных на рынке установка для разварки толстой проволокой с интегрированным средством проверки качества соединений на отрыв и сдвиг (рис.9, 10). Монтажная головка оснащена специальными датчиками, которые позволяют тестировать соединения практически без потери производительности, а специальная функция ПО позволяет настраивать параметры тестирования в зависимости от требуемых параметров качества соединений.

Еще одна из важнейших особенностей установки – запатентованная технология визуальной настройки монтажного инструмента, ножа и подачи проволоки. Функция E-box ПО обеспечивает возможность настройки оператором рабочей области монтажной головки с микронной точностью в режиме реального времени на экране монитора (рис.11).

Установка VJ920, как и установка VJ820, может быть встроена в автоматизированную производственную линию (рис.12).

В России официальным дистрибьютором фирмы Hesse & Knipps является компания ООО "Совтест АТЕ" (г.Курск). Более подробную информацию об оборудовании, поставляемом ООО "Совтест АТЕ", можно найти на сайте www.sovtest.ru или связавшись с менеджерами компании по телефону (4712) 54-5417. ○