УДК 621.317

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ МИКРОСХЕМ ИЗДЕЛИЙ МИКРОСХЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Невлюдов И.Ш., Палагин В.А., Разумов-Фризюк Е.А., Жарикова И.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена разработке и моделированию МЭМС-устройств тестирования компонентов в BGA/CSP-корпусах. Предложено принципиально новое многозондовое подключающее устройство для входного и функционального контроля микросхем с возможностью проверки подключения и рассмотрены параметры опытного образца прижимающей пластины МПУ для микросхем в корпусе FG-320.

ВВЕДЕНИЕ

Направления микроминиатюризации и интеграции были и остаются одними из основных путей развития микросистемной техники [1]. В то же время интеграция микроэлектронных устройств приводит к объединению в одном корпусе устройств, выполняющих различные функции и, как следствие, приводит к увеличению количества выводов микросхем.

Наиболее перспективным направлением корпусирования поверхностно-монтируемых интегральных микросхем является технология BGA (от англ. ball grid array – массив шариков). Микросхемы в корпусах BGA относительно недороги и отличаются малыми размерами.

Одновременно с увеличением количества выводов микросхемы снижается ее надежность, что приводит к необходимости дополнительных операций входного и функционального контроля BGA-компонентов. Основные сложности при контроле микросхем в BGA-корпусах связаны с их конструктивно-технологическими особенностями. Существующие методы контроля отличаются либо высокой ценой, либо необходимостью дополнительных ручных проверок.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Авторами разработано техническое решение многозондового микроэлектромеханического подключающего устройства (МПУ) для входного и функционального контроля микросистемных компонентов с матричными шариковыми выводами (типа BGA/CSP) [2-4].

МПУ реализуется в виде многослойного гибкого шлейфа, изготовленного из фольгированного диэлектрика, на котором в зоне подключения к контролируемому компоненту расположены зонды специальной формы. Контактирование с объектом контроля осуществляется за счет прижатия участка с зондами сжатым воздухом (рис. 1).

Основными требованиями к МПУ являются:

- обеспечение необходимых электрических параметров (сопротивления проводников, паразитной емкости, временных и частотных характеристик);
- обеспечение одинаковой силы прижатия всех зондов (0,03…0,3 Н на каждый контакт «зонд-шариковый вывод микросхемы»);
- контроль наличия контакта каждого зонда.

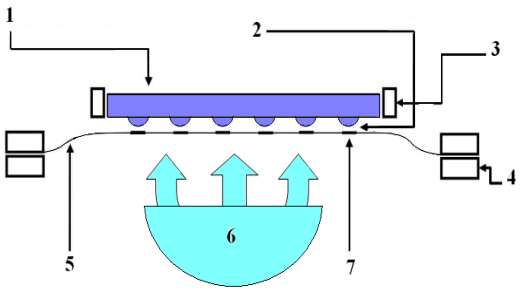

Рис. 1 Схема подключения BGA-компонентов к МПУ

На рисунке 1:
1 – BGA-компонент;
2 – шариковые выводы;
3 – центрирующая рамка;
4 – герметичные стыки;
5 – гибкий подключающий шлейф;
6 – сжатый воздух;
7 – специальные контактные площадки.

ОПИСАНИЕ МПУ

Предложенное МПУ имеет следующую конструкцию (рис. 2): гибкая подключающая пластина 2 с зондами (рис. 3), расположенная в корпусе 1 между уплотнительными прокладками 5, под действием сжатого воздуха прижимается к контролируемому объекту 3, которое позиционируется направляющим элементом 6 и фиксируется крышкой 7. Во избежание излишнего провисания прижимающей пластины в корпусе находится решетка 4.

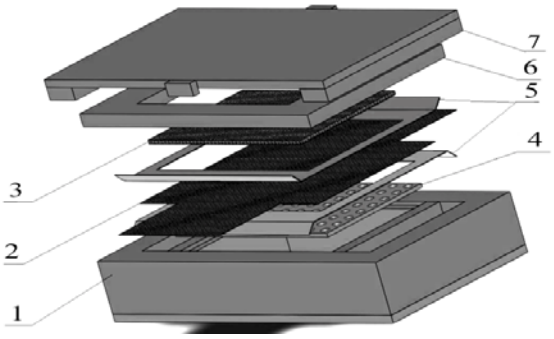

Рис. 2 Конструкция МПУ

Рис. 3 Зонд МПУ

В МПУ каждый зонд состоит из двух частей. От каждой части зонда на внешний соединитель идет отдельный проводник. При контактировании разъединенных частей зонда с шариковыми выводами микросхемы эти части электрически соединяются между собой, что может регистрироваться внешним автоматическим прибором при проведении самотестирования системы контроля.

Таким образом, МПУ не только обеспечивает подключение к контролируемой микросхеме, но и содержит информацию о наличии контакта. Кроме того МПУ обеспечивает дублирование подключения к объекту контроля, что повышает надежность тестирования и достоверность результатов контроля микросхем с матричными выводами.

Давление в корпусе МПУ составляет от 0,025 до 0,25 МПа. Благодаря одинаковому контактному давлению в контактных парах значительно снижается количество ошибок во время контроля в сравнении с другими контактными устройствами с неперемещаемыми контактами.

Помимо этого, МПУ также позволяет устранить недостатки, которые присущи аналогичным устройствам контроля микросхем, например, оно обеспечивает отсутствие деформации шариковых выводов при подключении к контролирующему устройству, которая имеет место в случае применения игольчатого метода контроля [5].

Разработанное МПУ позволяет одновременно контролировать значительное количество проводников при высокой плотности их размещения. При этом устройстро отличается малыми габаритными размерами и массой.

ПРИЖИМАЮЩАЯ ПЛАСТИНА МПУ

Для исключения ошибок при контроле микросисхем (отнесения годного изделия к бракованным или наоборот) существенное внимание необходимо уделять вопросам проектирования топологии прижимающей пластины МПУ.

Топология опытного образца прижимающей пластины разработана для контроля микросхем в корпусах FG-320 (рис. 4), которые характеризуются следующими параметрами [6]:

- количество выводов 320 (18×18, без четырех выводов в центре);
- шаг размещения выводов 1 мм;
- диаметр шарикового вывода 600 мкм.

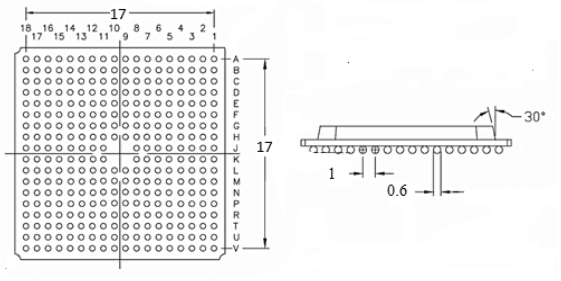

Рис. 5 Корпус микросхем FG-320

В качестве материала прижимающей пластины был выбран полиимид ФДИ-А-35 (полиимид толщиной 15 мкм и алюминий толщиной 20 мкм) [7], характеризующийся пластичностью, гибкостью и стабильностью электрических характеристик. Трасси-

ровка осуществлялась проводниками шириной 70 мкм при минимальном расстоянии между проводниками 70 мкм (рис. 5).

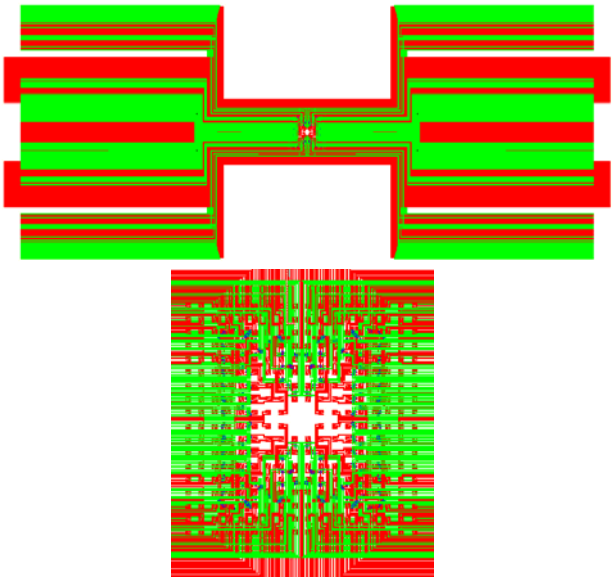

Рис. 6 Топология прижимающей пластины МПУ

Для разработки прижимающей пластины с указанными параметрами достаточно двухслойной трассировки. В первом (верхнем) слое находятся зонды и часть проводников. Для обеспечения надежного контакта зондов с шариковыми выводами и предотвращения окисления элементы зондов, представляющие собой плоские алюминиевые площадки, гальваническим способом покрываются никелем толщиной 5-10 мкм. Второй слой используется для трассировки оставшейся части проводников. Межслойные соединения проводников осуществляются ультразвуковой сваркой через окна в изоляции размерами 200×200 мкм. Склейка слоев осуществляется полиамидным клеем.

Внешние концы полиамидного шлейфа армируются восемнадцатью стандартными (40-выводными) ZIF-разъемами (шаг контактируемых проводников 500 мкм), обеспечивающими соединение прижимающей пластины с автоматизированным измерительным комплексом.

При изготовлении опытного образца прижимающей пластины МПУ с целью снижения его себестоимости было принято решение упростить конструкцию и отказаться от изготовления части шлейфов подключения к ZIF-разъемам (рис. 6).

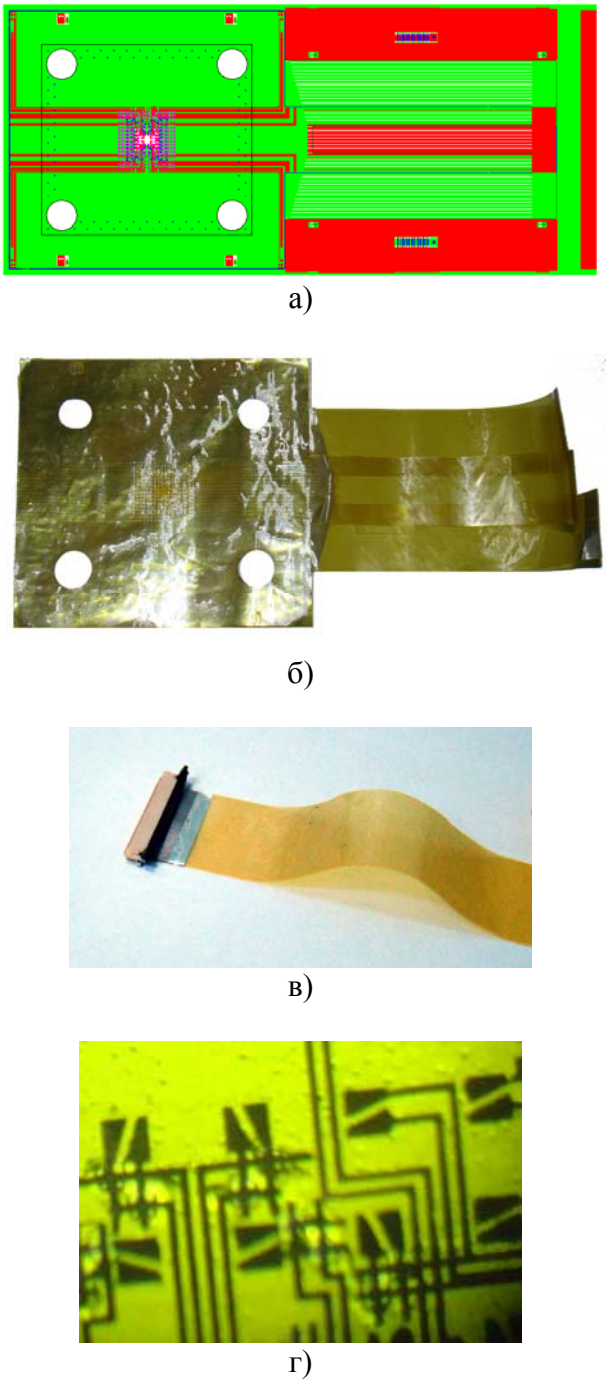

Рис. 6 Опытный образец прижимающей пластины МПУ: а) топология прижимающей пластины; б) опытный образец; в) подключение шлейфа опытного образца к ZIF-разъему; г) зонды МПУ

ВЫВОДЫ

Использование микроэлектромеханических матричных МПУ обеспечивает возможность подключения микросхем с шариковыми выводами к автоматизированным измерительным комплексам, упрощает конструкцию подключающих устройств за счет исключения сложных механических устройств с «летающими зондами», обеспечивает возможность дублирования контакта зондов и, соответственно, повышает надежность подключения контролируемых изделий к автоматизированной аппаратуре контроля, придает МПУ возможность самотестирования, самомониторинга подключения.

Использование разработанного устройства контроля BGA-компонентов позволяет:

- снизить стоимость самого устройства контроля;
- уменьшить габаритные размеры устройства и, как следствие, занимаемой им площади;
- уменьшить время операции контроля из-за исключения операций перестановки зондов – по сравнению с аналогами;
- снизить время переналадки МПУ для контроля микросхем в корпусах другого типа;
- снизить время проведения операции контроля;
- повысить надежность тестирования электронных компонентов;
- уменьшить трудоемкость изготовления МПУ по сравнению с известными аналогами.

Для функционального контроля имеется возможность за счет усложнения топологии, учета индивидуальных свойств контролируемых микросхем улучшить частотные свойства МПУ и его быстродействие для критичных к этому цепей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенец В. В. Технология межсоединений электронной аппаратуры: учеб. для вузов / В. В. Семенец, Дж. Кратц, И. Ш. Невлюдов, В. А. Палагин. - Х.: "СМИТ", 2005. - 432 с.

   Semenets V. V. Tekhnologiya mezhsoedineny elektronnoy apparatury: ucheb. dlya vuzov / V. V. Semenets, Dzh. Kratts, I. Sh. Nevlyudov, V. A. Palagin. - Kh.: "SMIT", 2005. - 432 pp.

2. Патент № 95190 України. Мікроелектромеханічний багатозондовий підмикальний пристрій / Борщов В. Н., Жарікова І. В., Кощій Л. Д., Лістратенко О. М., Невлюдов І. Ш., Палагін В. А., Разумов-Фризюк Є. А., Тимчук І. Т. та ін. - 11.07.2011.

   Patent № 95190 Ukrayiny. Mikroelektromekhanichnyy bahatozondovyy pidmykalnyy prystriy / Borshchov V. N., Zharikova I. V., Koshchiy L. D., Listratenko O. M., Nevlyudov I. Sh., Palahin V. A., Razumov-Fryzyuk Ye. A., Tymchuk I. T. ta in. - 11.07.2011.

3. Патент № 97538 України. Мікроелектромеханічний багатозондовий контактний пристрій / Борщов В. Н., Кощій Л. Д., Невлюдов І. Ш., Палагін В. А., Проценко М. А., Разумов-Фризюк Є. А., Тертишний С. М., Тимчук І. Т. - 27.02.2012.

   Patent № 97538 Ukrayiny. Mikroelektromekhanichnyy bahatozondovyy kontaktnyy prystriy / Borshchov V. N., Koshchiy L. D., Nevlyudov I. Sh., Palahin V. A., Protsenko M. A., Razumov-Fryzyuk Ye. A., Tertyshnyy S. M., Tymchuk I. T. - 27.02.2012.

4. Невлюдов И. Ш. Подключающее МЭМС-устройство для контроля BGA-компонентов / И. Ш. Невлюдов, Р. М. Мартыняк, В. А. Палагин, Б. С. Слободян, Е. А. Разумов-Фризюк, И. В. Жарикова, М. И. Дмитрив, А. С. Беляев // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. - 2012, №1. - С. 54-56.

   Nevlyudov I. Sh. Podklyuchayushchee MEMS-ustroystvo dlya kontrolya BGA-komponentov / I. Sh. Nevlyudov, R. M. Martynyak, V. A. Palagin, B. S. Slobodyan, E. A. Razumov-Frizyuk, I. V. Zharikova, M. I. Dmitriv, A. S. Belyaev // Tekhnologiya i konstruirovanie v elektronnoy apparature. - 2012, №1. - pp. 54 - 56.

5. Ching-Mai Ko. Надежность тестирования BGA-компонентов / Ko Ching-Mai, Chen Ming-Kun, Huang Yu-Jung, Fu Shen-Li // Технологии в электронной промышленности. - 2009. - №4. - С. 38-42.

   Ching-Mai Ko. Nadezhnost testirovaniya BGA-komponentov / Ko Ching-Mai, Chen Ming-Kun, Huang Yu-Jung, Fu Shen-Li // Tekhnologii v elektronnoy promyshlennosti. - 2009. - №4. - pp. 38 - 42.

6. Fine Pitch BGA (FG320/ FGG320) Package // Xilinx, Inc. - PK071 (v1.2.1). - March 23, 2005.

7. ТУ 11-83 ЫУО.037.108 ТУ "ФДИ-А".

   TU 11-83 YUO.037.108 TU "FDI-A".

© Невлюдов И.Ш., Палагин В.А., Разумов-Фризюк Е.А., Жарикова И.В.