

*Запропоновано метод підключення виробів електронної техніки до автоматизованих вимірювальних комплексів на операціях електричного контролю. Розглянуто конструктивно-технологічні рішення розробленого контактного пристрою, представлені результати порівняння запропонованого інтерфейсу з аналогами*

*Ключові слова: електричний контроль, BGA-компонент, багатозондовий підмикальний пристрій, MEMC-інтерфейс, автоматизований вимірювальний комплекс*

*Предложен метод подключения изделий электронной техники к автоматизированным измерительным комплексам на операциях электрического контроля. Рассмотрены конструктивно-технологические решения разработанного контактирующего устройства, представлены результаты сравнения предложенного интерфейса с аналогами*

*Ключевые слова: электрический контроль, BGA-компонент, многозондовое подключающее устройство, МЭМС-интерфейс, автоматизированный измерительный комплекс*

# МЕТОД ПОДКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ КОМПЛЕКСАМ

**И. Ш. Невлюдов**

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой\*

Контактный тел.: (057) 702-14-86

E-mail: tapr@kture.kharkov.ua

**В. А. Палагин**

Кандидат технических наук, профессор\*

Контактный тел.: (057) 702-14-86

**И. В. Жарикова**

Аспирант\*

Контактный тел.: 097-615-35-73

\*Кафедра технологии и автоматизации  
производства РЭС и ЭВС

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
пр. Ленина, 16, г. Харьков, Украина, 61166

## 1. Введение

Число выпускаемых электронных компонентов (ЭК) с матричными шариковыми выводами типа BGA (от англ. ball grid array) растет, увеличивается количество и плотность размещения выводов на них. Микросхемы в корпусе BGA относительно недороги и отличаются малыми размерами. Поэтому входной и функциональный контроль электронных компонентов типа BGA/CSP на этапе производства является ответственной задачей, решение которой зависит от используемых методов и средств подключения выводов микросхем к автоматическим контролирующим комплексам или специализированным пультам контроля.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Используемые для контроля ЭК типа BGA контактирующие приспособления имеют ряд недостатков, таких как: возможность деформации шарикового вывода, износ контактных зондов, недостаточная надежность тестирования компонентов [1]. Таким образом, существует необходимость разработки новых контактирующих устройств и методов подключения различ-

ных изделий электронной техники, например, многослойных коммутационных плат (МКП), электронных компонентов с матричными шариковыми выводами и компонентов МЭМС, к автоматизированному измерительному оборудованию на операциях контроля их электрических параметров.

## 3. Многозондовое подключающее устройство

Разработанное авторами многозондовое подключающее устройство (МПУ) предназначено для контроля ЭК с шариковыми выводами и отличается от аналогичных устройств тем, что [2]:

- реализуется в виде многослойного гибкого шлейфа, изготовленного из фольгированного диэлектрика (полиимид марки ФДИ-А), с алюминиевой проводниковой разводкой;

- на шлейфе в зоне подключения к контролируемому компоненту расположены зонды специальной формы (рис. 1а) – за счет подключения удвоенных или нескольких зондов к каждой контролируемой точке обеспечивается возможность самоконтроля подключения каждого зонда к выводу тестируемого ЭК; для контроля многослойных коммутационных плат зонды могут выполняться в виде шариков, созданных по технологии BGA (рис. 1);

- контактирование с объектом контроля осуществляется за счет прижатия участка с зондами сжатым воздухом (рис. 2).

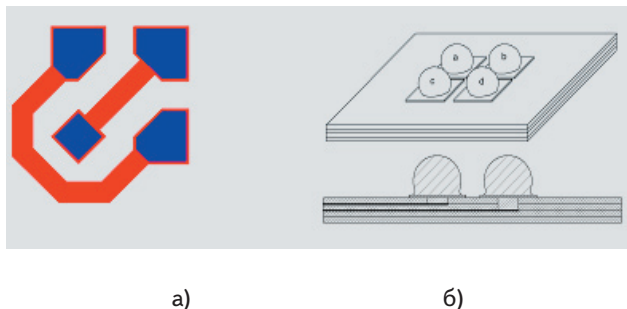


Рис. 1. Форма зонда контактирующего устройства: а) для контроля ЭК; б) для контроля МКП

Для подключения шлейфа МПУ к автоматизированным измерительным комплексам (АИК) предлагается использовать ZIF-разъемы, которые обеспечивают: точность и надежность подключения, большое количество одновременно подключаемых проводников, снижение вероятности возникновения дефектов, высокую простоту соединения и при этом имеют малые габариты и низкую себестоимость.

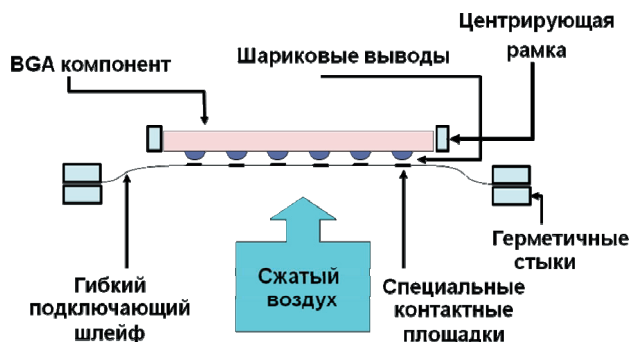


Рис. 2. Схема подключения BGA-компонентов к МПУ

#### 4. МЭМС-интерфейс многоточечных автоматических контролирующих комплексов

Двукратное увеличение количества выходящих из МПУ проводников усложняет их подключение к контрольной аппаратуре и требует новых конструктивно-технологических решений. Однако эти сложности решаются за счет миниатюризации шлейфов по сравнению с проводниково-кабельной системой соединений.

Для подключения многослойных коммутационных плат и ЭК к автоматизированным измерительным комплексам предлагается использовать МЭМС-интерфейс [3].

Данный интерфейс предназначен для устранения дополнительных соединений при подключении объектов контроля к измерительному оборудованию во время контроля целостности проводников и отсутствия короткого замыкания между разведенными цепями печатных плат, а также во время входного и функционального контроля электронных компонентов с матричными шариковыми выводами. Интерфейс может обеспечивать проверку

наличия контакта с каждой точкой тестируемых изделий.

Известны автоматизированные комплексы контроля МКП, которые содержат подключающие устройства в виде матрицы «ложе гвоздей», где каждый зонд соединен с контактом соединителя (штепсельного разъема), соответствующая часть соединителя кабелем (жгутом) подключается к соединителю АИК. В свою очередь соединитель АИК жгутами подключается к ключевым элементам комплекса. Таким образом, на пути подключения каждой точки МКП используются три разъемных соединения:

- контрольная точка – розетка многозондового контактирующего устройства;
- розетка – вставка МКУ, кабель, вставка разъема АИК;
- вставка – розетка соединителя АИК, которая при большом количестве контрольных точек повышает трудоемкость изготовления системы, уменьшает надежность контроля, повышает массу и производственную площадь, необходимую для размещения интерфейса.

Так, масса кабелей для соединения 4000 точек МКП составляет приблизительно 30 кг, а количество паек в цепях интерфейса  $4000 \times 2 = 8000$ . Наличие большого количества разъемных соединений и высокая трудоемкость изготовления являются недостатками такого интерфейса.

Реализуя интерфейс контролирующего комплекса и подключающее устройство в виде единого целого МПУ на гибком пленочном носителе, можно исключить одно или два промежуточных соединения, что упрощает его, снижает стоимость и трудоемкость его изготовления, повышает надежность контроля. Общий вид устройства, которое реализует МЭМС-интерфейс, приведен на рис. 3.

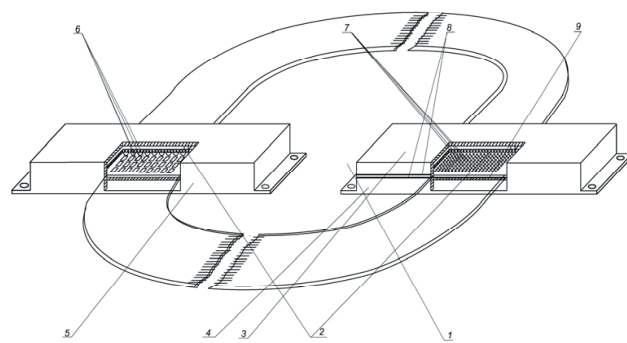


Рис. 3. МЭМС-интерфейс

Устройство состоит из нескольких функциональных частей:

- гибкая плата-шлейф 1, которая соединяет подключающую часть МПУ с контактным полем в АИК;
- подключающая часть 2 с контактами-зондами для подключения к контролируемому изделию (МКП, ЭК с матричными шариковыми выводами), которые устанавливаются и позиционируются по направляющим элементам и фиксируются крышкой 3;
- контактное поле АИК (расширочная панель), с которым соединены ключи автоматизированного измерительного комплекса;

- корпус для размещения подключающей части и контролируемого изделия 4;
- корпус для размещения контактного поля АИК 5.

Подключающая часть имеет одну форму зондов при контроле ЭК с шариковыми матричными выводами в виде площадок 6, и другую – в виде шариков 7 при контроле МКП.

Контактирование зондов подключающей части к контролируемому изделию обеспечивается прижатием гибкой платы сжатым воздухом к контролируемому изделию. Для этого подключающая часть гибкой платы устанавливается в корпусе между уплотнительными прокладками 8, которые обеспечивают герметичность корпуса. С противоположной стороны прижимной платы относительно контролируемого объекта находится защитная решетка 9.

Рассмотрим работу устройства. Прижимная плата-шлейф 1 контактирует с контролируемым объектом 2, который устанавливается и позиционируется по направляющим элементам и фиксируется крышкой 3.

Каждый зонд содержит несколько частей, например, четыре части, соединенные попарно по диагонали таким образом, что при контактировании к каждой точке контролируемого изделия подключается по меньшей мере две отдельных части зонда.

Решетка 9 защищает прижимную плату от провисания до момента подачи сжатого воздуха и обеспечивает свободный доступ воздуха ко всей площади прижимной платы.

Основной задачей, решаемой с помощью предложенного интерфейса, является устранение лишних разъемных соединений на пути от зондов контролируемых объектов к АИК, громоздкой кабельной системы между ними и создание возможности контроля наличия контакта между каждым отдельным зондом и контрольными точками тестируемых изделий.

На рис. 4 представлена функциональная схема АИК-МПУ, на которой показаны разъемные соединения, которые необходимо устранить.

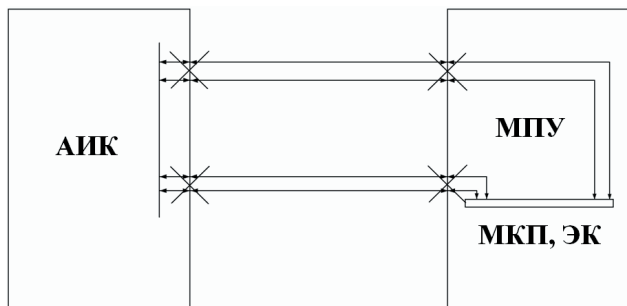


Рис. 4. Функциональная схема МЭМС-интерфейса

Эта задача решается следующим образом.

Вариант первый. Проводники от каждого зонда не заканчиваются на соединителе подключающего устройства, а продлеваются в виде гибкого многослойного шлейфа ко входной стороне соединителя АИК (пусть это будет вставка соединителя). В этом случае из схемы построения интерфейса АИК исключаются соединитель МПУ с количеством паянных точек, которое соответствует удвоенному максимальному

количеству контролируемых точек объектов контроля (пайки к точкам розетки и точкам вставки соединителя), и набор кабелей с количеством проводников, которое соответствует максимальному количеству точек контроля МКП. В АИК от розеток входных соединителей подключение к ключевым элементам осуществляется традиционными способами (проводным монтажом, жгутами или плоскими кабелями). Для контроля наличия контакта между зондами и точкой контролируемого изделия каждый зонд разделяется на электрически разъединенные части, которые соединяются между собой при контактировании этих частей через контролируемую точку изделия.

Вариант второй. Проводники от каждого зонда подключающего устройства в виде гибкого многослойного шлейфа продлеваются до расшивочной панели АИК без каких-либо промежуточных переходов через соединители. Соответствующая расшивочной панели часть шлейфа, как и часть шлейфа с зондами, прижимается к расшивочной панели сжатым воздухом. Для этого она размещается в корпусе, аналогичном по назначению и функционированию корпусу подключающей части.

Расшивочные панели применяют главным образом для ведения упорядоченного монтажа большого количества мелких деталей и элементов.

Панели представляют собой изоляционные платы с закрепленными на них в определенном порядке металлическими лепестками, к которым и припаивают выводы элементов и концы соединительных проводников.

### 5. Разработка коммутационной платы для подключения МПУ к автоматизированному измерительному комплексу

Для подключения МПУ к автоматизированному измерительному комплексу также была разработана жесткая двухслойная плата с ZIF-разъемами.

Разработанная плата состоит из 16 ZIF разъемов, из них 8 с одной стороны и 8 с обратной стороны платы, каждый разъем содержит 51 контакт, следовательно, коммутационную плату можно считать универсальной – она может быть использована не только под разработанное МПУ, но также для других видов МПУ с количеством выводов не больше 816. Коммутационная плата представлена на рис. 5.



Рис. 5. Разводка коммутационной платы

Корпус МПУ и коммутационная плата жестко закреплены между собой, что позволит снизить вероятность дефекта полиимидных шлейфов, выходящих за границы корпуса. В качестве материала коммутационной платы предлагается использовать гетинакс марки ЛГ ТУ 16-503-224-82.

ких контролирующих комплексов повышает надежность тестирования и достоверность результатов контроля электронных компонентов с матричными шариковыми выводами, создает возможность контроля наличия контакта между каждым отдельным зондом и контрольными точками тестируемых изделий, устраняет лишние разъемные переходы на пути от зондов МПУ к АИК, заменяет громоздкую кабельную систему между МПУ и АИК многослойным гибким шлейфом.

---

## 5. Выводы

---

МЭМС-интерфейс многоточечных автоматичес-

---

## Литература

1. Ching-Mai, Ko. Надежность тестирования BGA-компонентов [Текст] / Ko Ching-Mai, Chen Ming-Kun, Huang Yu-Jung, Fu Shen-Li // Технологии в электронной промышленности. – 2009. – №4. – С. 38-42.
2. Патент України № 95190. Мікроелектромеханічний багатозондовий підмикальний пристрій [Текст] / Борщев В. Н., Жарікова І. В., Кошій Л. Д., Лістратенко О. М., Невлюдов І. Ш., Палагін В. А., Проценко М. А., Разумов-Фризюк Є. А., Старченко О. П., Тертишний С. М., Тимчук І. Т., опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13.
3. Патент України № 98539. МЕМС-інтерфейс багатоточкових автоматичних контролюючих комплексів [Текст] / Невлюдов І. Ш., Палагін В. А., Размов-Фризюк Є. А., Жарікова І. В., Костенко З. І., опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10.

### **Abstract**

*Testing of multilayers commutative boards and electronic components electrical parameters is an important manufacturing operation. The devices for connecting some thousands test points on units under test to automatic testing equipment are described in report.*

*Was found nontraditional form for probes and method it pressing to contact lands on boards and connecting to matrix leads electronic components BGA/CSP. The test fixture with doubling or multitudinous probes to each testing point on unit under test give opportunity for self-monitoring contact of each probe to test point.*

*Three disconnections take place in test fixtures: the first, between unit under test and probes; the second, between transfer fixture-cable to tester; the third, in entrance of testing equipment. Proposed MEMS interface solves this problem by way elimination two disconnection from three by using whole test fixture from probes of fixture to automate testing equipment.*

*Designed connecting device are made with synthesis of known flexibility multilayers printed boards, matrix leads BGA/CSP components and air cushion press technologies. Such test fixtures are simple and cheap.*

*Described test fixture can be used as intellect interface between multilayers commutative boards, electronic components and testing equipment at the enterprises-manufacturers of electronic means for electric parameters testing and also for replacement of the old or expensive equipment*

**Keywords:** *electrical testing, BGA electronic component, Multiprobes connecting device, MEMS interface, Automated measuring complexes*