



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 134 498** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **H 05 K 1/11, 3/36, 3/42,**  
**13/04, H 01 R 4/00, 9/09**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98121773/09, 08.12.1998

(24) Дата начала действия патента: 08.12.1998

(46) Дата публикации: 10.08.1999

(56) Ссылки: Моряков О.С. Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники. - М.: Высшая школа, 1990, с.38-40. DE 4040226 OS, 17.06.92. EP 0493103 A2, 01.07.92. SU 1739529 A1, 07.06.92. SU 1757138 A1, 23.08.92.

(98) Адрес для переписки:  
117333, Москва, Ленинский пр-т, 60/2-160,  
Таран А.И.

(71) Заявитель:

Таран Александр Иванович

(72) Изобретатель: Таран А.И.

(73) Патентообладатель:

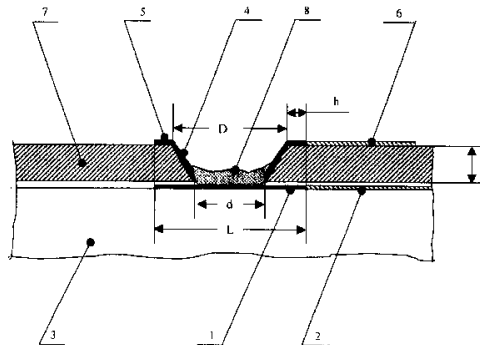
Таран Александр Иванович

(54) КОНТАКТНЫЙ УЗЕЛ

(57) Реферат:

Изобретение относится к изготовлению неразъемных соединений в процессе производства аппаратуры на основе изделий микроэлектроники и полупроводниковых приборов, а конкретно - к контактным узлам, посредством которых осуществляется сборка, в том числе многослойных коммутационных структур для многокристальных модулей (МКМ) а также монтаж кристаллов БИС на коммутационной структуре в процессе изготовления МКМ. Контактный узел содержит по крайней мере два металлизированных контакта, связанных с токоведущими дорожками, размещенными на поверхностях коммутационных слоев, выполненных на основе из диэлектрического материала, совмещенных друг с другом и соединенных между собой электрически и механически электропроводящим связующим материалом. Контактный узел представляет собой стык между контактом, изготовленным в виде металлизированной контактной площадки,

связанной с токоведущими дорожками на поверхности нижележащего коммутационного слоя и ответным контактом, выполненным в виде металлизированного отверстия в слое диэлектрического материала. Изобретение позволяет повысить универсальность контактного узла. 22 з. п.ф-лы, 11 ил.



Фиг.1

RU 2 134 498 C1

RU 2 134 498 C1



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 134 498** <sup>(13)</sup> **C1**  
 (51) Int. Cl.<sup>6</sup> **H 05 K 1/11, 3/36, 3/42, 13/04, H 01 R 4/00, 9/09**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98121773/09, 08.12.1998  
 (24) Effective date for property rights: 08.12.1998  
 (46) Date of publication: 10.08.1999  
 (98) Mail address:  
 117333, Moskva, Leninskij pr-t, 60/2-160,  
 Taran A.I.

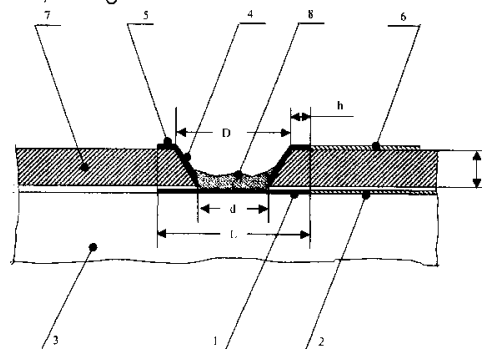
(71) Applicant:  
 Taran Aleksandr Ivanovich  
 (72) Inventor: Taran A.I.  
 (73) Proprietor:  
 Taran Aleksandr Ivanovich

(54) **CONTACT ASSEMBLY**

(57) Abstract:

FIELD: non-split joints for microelectronic and semiconductor devices.  
 SUBSTANCE: contact assembly has at least two metal-coated contacts coupled with current-carrying tracks placed on switching-layer surfaces on insulating substrate, joined together, and interconnected electrically and mechanically by means of electricity conducting binder. Contact assembly is, essentially, joint between metal-coated contact pad coupled with current-carrying tracks on surface of lower switching layer and mating contact made in the form of metal-coated hole in insulating layer. EFFECT: enlarged functional capabilities of contact assembly.

23 cl, 6 dwg



Фиг.1

RU 2 1 3 4 4 9 8 C 1

RU 2 1 3 4 4 9 8 C 1

Изобретение относится к изготовлению неразъемных соединений в процессе производства аппаратуры на основе изделий микроэлектроники и полупроводниковых приборов, а конкретно - к контактным узлам, посредством которых осуществляется сборка, в том числе многослойных коммутационных структур для многокристалльных модулей (МКМ), а также монтаж кристаллов БИС в процессе изготовления МКМ.

Как известно, высокую воспроизводимост, качество и надежность электронной аппаратуры обеспечивают неразъемные соединения. В конструкциях микроэлектронной аппаратуры большинство неразъемных соединений формируется объединением пар контактов в контактные узлы в процессе технологических операций (пайки, сварки, напыления, гальванического наращивания и т.п.).

В настоящее время требования к обеспечению быстродействия и миниатюризации становятся все более определяющими при создании и производстве современной электронной аппаратуры.

Перспективным направлением развития является создание аппаратуры на основе бескорпусных компонентов, в т.ч. БИС, в виде многокристалльных модулей, которые характеризуются высокой плотностью монтажа компонентов, оптимизацией топологии межсоединений и повышением быстродействия МКМ-аппаратуры.

В этой связи усилия многих разработчиков микроэлектронной аппаратуры направлены на разработку многослойных коммутационных структур с высокой плотностью межсоединений при надежном контактировании проводников, находящихся в смежных коммутационных слоях, а также способов присоединения бескорпусных компонентов, и прежде всего многовыводных кристаллов БИС, к монтажным контактам многослойной коммутационной структуры в составе МКМ.

Одним из самых труднопреодолимых препятствий для получения высокой плотности межсоединений в многослойных подложках МКМ является формирование большого числа (несколько тысяч) идентичных по своим характеристикам и надежных контактных узлов, соединяющих проводники из разных коммутационных слоев в единую топологию многослойной структуры.

Другой, не менее трудной проблемой является надежное и воспроизводимое присоединение контактных площадок кристаллов БИС к ответным контактным площадкам многослойной МКМ-структуры.

Кристаллы современных БИС (например чипы Pentium) имеют размеры, превышающие  $1 \text{ см}^2$ , более 400 контактных площадок и тактовые рабочие частоты более 400 МГц. Сборка таких кристаллов в единый МКМ-узел с кристаллами КЭШ-памяти является весьма актуальной задачей. С развитием микроэлектронного аппаратуростроения и БИС-элементной базы актуальность этой задачи будет все более возрастать.

Контактный узел в составе многослойной коммутационной структуры МКМ может представлять собой комбинацию по крайней мере двух металлизированных контактов, например, в виде соосно состыкованных

металлизированных отверстий, выполненных в двух смежных коммутационных слоях, электрически и механически соединенных между собой.

5 Контактный узел для монтажа кристалла БИС в составе МКМ также можно представить комбинацией из двух совмещенных контактов, один из которых находится на поверхности кристалла, а ответный контакт - на монтажном слое МКМ. Контакты соединяются между собой проводящей структурой, которая, в зависимости от способа формирования, может быть:

- проволокой, приваренной к контактам;
- перемычкой, сформированной на пленке из диэлектрического материала, и приваренной к контактам;
- 15 - облуженным выступом, предварительно сформированным на одном контакте и припаянным к другому.

Многообразие конструкций контактных узлов для монтажа кристаллов можно разделить на следующие типы (А. Мазур и др. "Процессы сварки и пайки в производстве полупроводниковых приборов", М., "Радио и связь, 1991 г., стр. 38-39).

20 Первый тип характеризуется расположением соединяемых контактов (один - на поверхности кристалла, другой - на монтажной поверхности) в разных параллельных плоскостях. При этом контакты обращены рабочими поверхностями в одну сторону и соединяются протяженными промежуточными элементами - например проволокой, приваренной к контактам.

30 Второй тип характеризуется расположением контактов в одной плоскости. Контакты также соединяются протяженными промежуточными элементами - балочными соединителями.

35 Третий тип аналогичен первому, контактные площадки также расположены в параллельных плоскостях, но рабочими поверхностями навстречу друг другу. Промежуточный элемент протяженного типа - в виде балочки на полиимидной пленке.

40 Необходимо отметить два главных недостатка указанных типов контактных узлов:

- использование дефектообразующих технологических операций (сварка);

45 - негрупповой характер основных сборочных операций (индивидуальное последовательное формирование каждого контактного узла - по две сварки на каждый контактный узел).

50 Четвертый тип аналогичен третьему, но контакты совмещены между собой, благодаря чему промежуточный элемент имеет минимальную протяженность и выполнен в виде выступа, столбиковой или шариковой формы, предварительно сформированного на контакте кристалла. Соединение контактов производится пайкой.

55 Достоинством четвертого типа контактного узла является групповой характер подготовительных и сборочных операций (сборка всех контактных узлов одновременно).

60 Главные недостатки:

- невозможность осуществления прямого визуального и электрического контроля процесса и результатов сборки контактного узла из-за того, что кристалл, обращенный "лицом" (и всеми контактными площадками) к подложке, закрывает все совмещенные

ответные контактные площадки на подложке;

- отсутствие естественного выхода для технологических отходов сборки (например, флюса) из очень узкого зазора между подложкой и кристаллом из-за значительных капиллярных сил в этом зазоре;

- отсутствие эффективных способов извлечения технологических отходов сборки из зазора между подложкой и кристаллом, что приводит к деградационным явлениям в кристалле в процессе эксплуатации и снижению надежности работы кристалла.

Известен контактный узел, используемый при сборке полиимидных коммутационных слоев в многослойную коммутационную плату, состоящий из двух контактов смежных слоев, выполненных в виде металлизированных отверстий, которые вместе с металлизированными отверстиями других слоев образуют матрицу сквозных каналов, пронизывающих все слои платы. После соосного совмещения и стыковки все пары контактных сквозных отверстий соединяются между собой способом вакуумной пайки (Е.Н. Панов "Особенности сборки специализированных БИС на базовых матричных кристаллах", М., "Высшая школа", 1990 г., стр. 33-34).

Однако такая конструкция контактного узла приводит к большим затратам полезной площади платы на матрицу сквозных каналов, что существенно уменьшает плотность разводки межсоединений, приводит к увеличению слоистости платы и количества паяных соединений, т.е. снижает технологичность платы и увеличивает ее себестоимость при ухудшении надежностных характеристик.

Наиболее близким к настоящему изобретению по технической сущности и достигаемому результату при использовании, является контактный узел, включающий два контакта, один из которых выполнен в виде металлизированного облуженного выступа, столбиковой или шариковой формы, на контактной площадке кристалла БИС, а второй контакт - в виде металлизированной контактной площадки, связанной с проводниками на монтажной поверхности коммутационной структуры. После совмещения контактов они соединяются между собой электрически и механически посредством электропроводящей связующей структуры (О.С. Моряков "Технология полупроводниковых приборов и изделий микроэлектроники", М., "Высшая школа", 1990 г., стр. 38-40).

Конструкция такого контактного узла характеризуется:

- большими технологическими сложностями при формировании на контактных площадках многовыводных кристаллов БИС (500 и более контактов), одинаковых по высоте выступов сложной формы и структуры;

- использованием дефектообразующих технологических операций и процессов при формировании объемных выступов на контактных площадках БИС;

- невозможностью осуществления прямого визуального и электрического контроля процесса и результатов сборки большого количества контактных узлов, находящихся в очень узком зазоре между подложкой и кристаллом;

- большими трудностями с удалением отходов из зазора между кристаллом и подложкой, образующихся в процессе пайки контактных узлов, что отрицательно влияет на надежность соединений.

Задача, на решение которой направлено данное изобретение, заключается в создании такого универсального контактного узла, использование которого в микроэлектронной аппаратуре позволит устранить вышеперечисленные недостатки существующих и используемых контактных узлов как при сборке многослойных коммутационных структур (МКС), так и при монтаже кристаллов на МКС.

Технический результат, обусловленный использованием универсального контактного узла предложенной конструкции в массовом производстве МКМ, позволит обеспечить:

- высокую плотность разводки в многослойных коммутационных структурах для МКМ, а также высокую плотность монтажа кристаллов БИС в составе МКМ;

- минимизацию паразитных импедансов в МКМ, улучшение соотношения "сигнал-шум" в межсоединениях МКМ и значительное увеличение рабочих тактовых частот и быстродействия МКМ-аппаратуры;

- возможность группового изготовления и подготовки составляющих элементов контактных узлов для сборки многослойных коммутационных структур в едином технологическом цикле;

- возможность групповой сборки всех контактных узлов, как в составе многослойных коммутационных структур, так и в процессе монтажа кристаллов в составе МКМ-устройств, в едином технологическом цикле;

- исключение дефектообразующих операций (типа сварки) в процессе монтажа кристаллов в МКМ-устройстве;

- раздельность процессов формирования элементов и собственно сборки контактных узлов, что особенно важно для сохранения надежностного ресурса чувствительных к технологическим воздействиям кристаллов БИС;

- исключение применения в микроэлектронной аппаратуре дорогих многовыводных корпусов для кристаллов БИС;

- исключение использования драгоценных металлов и дефицитных материалов;

- снижение себестоимости производства микроэлектронной аппаратуры на бескорпусной элементной базе (МКМ-аппаратуры) до коммерчески приемлемых уровней.

Технический результат, указанный выше, достигается за счет того, что контактный узел, содержащий по крайней мере два металлизированных контакта, связанных с токоведущими дорожками, размещенными на поверхностях коммутационных слоев, выполненных на основе из диэлектрического материала, совмещенных друг с другом и соединенных между собой электрически и механически электропроводящим связующим материалом, представляет собой стык между контактом, изготовленным в виде металлизированной контактной площадки, связанной с токоведущими дорожками на поверхности нижележащего коммутационного слоя, и состыкованным с ней ответным

контактом, выполненным в виде металлизированного отверстия в слое диэлектрического материала, причем нижний край металлизированного отверстия обращен к металлизированной контактной площадке на поверхности нижележащего коммутационного слоя, а его верхний край связан с токоведущими дорожками на верхней поверхности вышележащего коммутационного слоя;

- а также тем, что металлизированное отверстие выполнено в форме цилиндра;

- а также тем, что металлизированное отверстие выполнено в форме усеченного конуса, причем меньшее основание усеченного конуса обращено к металлизированной контактной площадке на поверхности нижележащего коммутационного слоя, а большее основание усеченного конуса связано с токоведущими дорожками на верхней поверхности вышележащего коммутационного слоя;

- а также тем, что в качестве коммутационного слоя с металлизированными контактными площадками, ответными металлизированным отверстиям в вышележащем коммутационном слое, используется кристалл интегральной схемы, ориентированный металлизированными контактными площадками к соответствующим металлизированным отверстиям в вышележащем коммутационном слое;

- а также тем, что металлизированная контактная площадка выполнена плоской;

- а также тем, что в центре металлизированной контактной площадки, ответной металлизированному отверстию, сформирован выступ, взаимодействующий с ответными металлизированным отверстием;

- а также тем, что выступ выполнен из электропроводящего материала в форме цилиндра, конуса или шара;

- а также тем, что выступ выполнен из припоя;

- а также тем, что контакт, ответный металлизированному отверстию, выполнен в виде стержня, закрепленного в нижележащем коммутационном слое, ортогонально его поверхности, и вставленного в металлизированное отверстие;

- а также тем, что стержень выполнен из электропроводящего материала в форме цилиндра или многогранника, а вдоль образующей стержня выполнены канавки, причем канавки могут быть прерывистыми;

- а также тем, что стержень выполнен из электроизоляционного материала с электропроводящим покрытием;

- а также тем, что верхний край металлизированного отверстия, связанный с токоведущими дорожками, и нижний край металлизированного отверстия, выполнены с металлизированными ободками по периферии краев;

- а также тем, что большее основание усеченного конуса, связанного с токоведущими дорожками на поверхности коммутационного слоя, выполнено с металлизированным ободком по периферии основания;

- а также тем, что диаметр  $D$  большего основания усеченного конуса, ширина  $h$  металлизированного ободка, диаметр  $d$  меньшего основания усеченного конуса,

толщина  $t$  диэлектрического материала коммутационного слоя и минимальная ширина  $L$  ответной металлизированной контактной площадки на нижележащем коммутационном слое связаны соотношением:

$$L > \text{или} = D + 2h = d + 2t + 2h$$

а также тем, что верхний и нижний края металлизированного отверстия в форме цилиндра имеют фаску.

Изобретение иллюстрируется графическим материалом, на котором схематично изображен контактный узел (фиг. 1, фиг. 2а,б, фиг. 3а,б, фиг. 4а,б, фиг. 5а, б, фиг. 6а,б).

На фиг. 1 схематично изображен контактный узел.

Контактный узел включает в себя металлизированную контактную площадку 1, электрически связанную с токоведущей дорожкой 2 на поверхности нижележащего коммутационного слоя 3. В вышележащем коммутационном слое 7 выполнен ответный контакт в виде металлизированного отверстия 4. Нижний край отверстия 4 состыкован с металлизированной контактной площадкой 1, а его верхний край связан через металлизированный ободок 5 с токоведущей дорожкой 6 на поверхности вышележащего коммутационного слоя 7. Электропроводящий связующий материал 8 электрически и механически объединяет оба контакта в единый контактный узел.

В случае сборки контактного узла посредством напыления связующего материала 8 металлизированное отверстие 4 совмещается с ответной металлизированной контактной площадкой 1, сверху накладывается, совмещается и фиксируется защитная маска (не указана), после чего собранный технологический пакет закладывается в установку напыления, в которой производится последовательное послойное напыление проводящих материалов, образующих проводящую связующую структуру с необходимыми свойствами.

Так осуществляется групповая сборка большого количества контактных узлов, связывающих проводники в смежных коммутационных слоях многослойной коммутационной структуры или контактные площадки кристаллов с ответными контактами монтажного слоя многослойной коммутационной структуры при МКМ.

После соединения слоев в установке напыления, проводится, при необходимости, операция визуального и электрического контроля качества сформированных контактных узлов.

При сборке контактных узлов способом пайки все металлизированные контактные площадки, предварительно облуженные, совмещаются с ответными металлизированными отверстиями, также облуженными, поверхности с контактами фиксируются относительно друг друга, например, клеевой композицией, после чего пакет помещается в установку вакуумной пайки. В условиях частичного вакуума и общего нагрева до температуры плавления припоя под действием капиллярных сил происходит спайка стыков в каждом из контактных узлов одновременно.

На фиг. 2а, фиг. 2б изображены

контактные узлы с плоской металлизированной контактной площадкой 1, причем в одном случае ответное металлизированное отверстие выполнено в форме цилиндра 4, а в другом - в форме усеченного конуса 4.

На фиг. 3а, фиг. 3б изображены контактные узлы с металлизированными отверстиями в форме цилиндра 4 и усеченного конуса 4, соответственно, а ответные металлизированные контактные площадки 1 имеют в центральной части металлизированный выступ сферической формы 9.

На фиг. 4а, фиг. 4б изображены контактные узлы с металлизированными отверстиями в форме цилиндра 4 и усеченного конуса 4, соответственно, а ответные металлизированные контактные площадки 1 имеют в центральной части металлизированный выступ в форме конуса 9.

На фиг. 5а, фиг. 5б изображены контактные узлы с металлизированными отверстиями в форме цилиндра 4 и усеченного конуса 4, соответственно, а ответные металлизированные контактные площадки 1 имеют в центральной части металлизированный выступ в форме цилиндра 9.

Такие контактные узлы пригодны как для сборки способом напыления, так и для сборки способом пайки.

Наличие выступа в центральной части металлизированной контактной площадки, входящего в металлизированное отверстие, позволяет обеспечить надежное совмещение элементов одновременно для большого количества контактных узлов без использования прецизионных систем совмещения, что существенно снижает трудоемкость и длительность процедур совмещения и взаимного позиционирования коммутационных слоев, а также операций ориентированной посадки многовыводных кристаллов БИС на монтажный слой многослойной коммутационной структуры, если на металлизированных контактных площадках БИС сформировать соответствующие выступы.

Кроме того, металлизированный выступ увеличивает общую площадь электрического контактирования элементов контактного узла, а также его механическую прочность.

На фиг. 6а, фиг. 6б изображены контактные узлы с металлизированными отверстиями в форме цилиндра 4 и усеченного конуса 4, соответственно, а ответные металлизированные контакты выполнены в виде стержней 9, вставленных в металлизированные отверстия 4.

Такая конструкция контактного узла позволяет просто и надежно объединить несколько коммутационных слоев со смонтированными на них кристаллами в единый многокристальный модуль высокой степени интеграции, а также обеспечить формирование в составе многослойных коммутационных структур разъемных соединителей со штырьковыми контактами.

Взаимодействие элементов контактного узла в процессе функционирования происходит следующим образом (на примере фрагмента фиг. 1).

Сигнал с токоведущей дорожки 6 коммутационного слоя 7 проходит через

металлизированное отверстие 4 в коммутационном слое 7, электропроводящий связующий материал 8 и металлизированную контактную площадку 1 на поверхности коммутационного слоя 3 в токопроводящую дорожку 2. Тем самым осуществляется электрическое соединение токоведущей дорожки 6 на вышележащем коммутационном слое 7 с токоведущей дорожкой 2 в нижележащем коммутационном слое 3.

Выполнение контактного узла в соответствии с настоящим изобретением позволяет обеспечить:

- групповой характер процесса формирования контактных узлов как при сборке многослойных коммутационных плат и структур, так и при монтаже бескорпусных кристаллов БИС в составе однокристалльных и многокристалльных модулей, что обеспечивает высокую производительность сборки электронной аппаратуры;

- исключение из технологических маршрутов сборки дефектообразующих процессов сварки, что обеспечивает высокий процент выхода годных изделий в производстве и высокую надежность аппаратуры в эксплуатации;

- высокую удельную плотность элементов коммутации многослойных коммутационных плат и структур при минимизации количества коммутационных слоев;

- высокую плотность монтажа бескорпусных кристаллов БИС и других компонентов с планарным расположением металлизированных контактных площадок в составе многокристалльных модулей, что существенно повышает удельные функциональные характеристики такой электронной аппаратуры;

- использовать кристаллы БИС с матричным размещением металлизированных контактных площадок по поверхности кристаллов в координатной сетке с заданным шагом.

Вышеперечисленные основные преимущества предлагаемого контактного узла, в конечном итоге, позволяют существенно снизить себестоимость сборки и цену аппаратуры при повышении ее качества и надежности.

#### Формула изобретения:

1. Контактный узел, содержащий по крайней мере два металлизированных контакта, связанных с токоведущими дорожками, размещенными на поверхностях коммутационных слоев, выполненных на основе из диэлектрического материала, совмещенных друг с другом и соединенных между собой электрически и механически электропроводящим связующим материалом, отличающийся тем, что он выполнен в виде стыка между контактом, изготовленным в виде металлизированной контактной площадки, связанной с токоведущими дорожками на поверхности коммутационного слоя, и состыкованным с ней ответным контактом, выполненным в виде металлизированного отверстия в вышележащем коммутационном слое, причем нижний край металлизированного отверстия обращен к металлизированной контактной площадке на поверхности нижележащего коммутационного слоя, а его верхний край связан с токоведущими дорожками на верхней поверхности вышележащего коммутационного

слоя.

2. Контактный узел по п.1, отличающийся тем, что металлизированное отверстие выполнено в форме цилиндра.

3. Контактный узел по п.2, отличающийся тем, что верхний край металлизированного отверстия, связанный с токоведущими дорожками на поверхности коммутационного слоя, выполнен с металлизированным ободком по периферии края.

4. Контактный узел по п.1, отличающийся тем, что металлизированное отверстие выполнено в форме усеченного конуса, причем меньшее основание усеченного конуса обращено к контактной площадке на поверхности нижележащего коммутационного слоя, а большее основание усеченного конуса связано с токоведущими дорожками на верхней поверхности вышележащего коммутационного слоя.

5. Контактный узел по п.4, отличающийся тем, что верхний край металлизированного отверстия, связанный с токоведущими дорожками на поверхности коммутационного слоя, выполнен с металлизированным ободком по периферии края.

6. Контактный узел по п.1, отличающийся тем, что в качестве коммутационного слоя с металлизированными контактными площадками, ответными металлизированным отверстиям в вышележащем коммутационном слое, используется кристалл интегральной схемы, ориентированный металлизированными контактными площадками к соответствующим металлизированным отверстиям в вышележащем коммутационном слое.

7. Контактный узел по п.1, отличающийся тем, что контактная металлизированная площадка выполнена плоской.

8. Контактный узел по п.1 или 6, отличающийся тем, что в центре металлизированной контактной площадки, ответной металлизированному отверстию, сформирован выступ, взаимодействующий с ответным металлизированным отверстием.

9. Контактный узел по п.8, отличающийся тем, что выступ выполнен в форме цилиндра.

10. Контактный узел по п.8, отличающийся тем, что выступ выполнен в форме конуса.

11. Контактный узел по п.8, отличающийся тем, что выступ выполнен шаровидной формы.

12. Контактный узел по п.8, отличающийся тем, что выступ выполнен из электропроводящего материала.

13. Контактный узел по п.8, отличающийся тем, что выступ выполнен из припоя.

14. Контактный узел по п.1, отличающийся тем, что в металлизированное отверстие вставлен контакт, выполненный в виде стержня, закрепленного в нижележащем коммутационном слое, ортогонально его поверхности.

15. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что стержень имеет цилиндрическую форму.

16. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что стержень выполнен в форме многогранника.

17. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что вдоль образующей стержня выполнены канавки.

18. Контактный узел по п.17, отличающийся тем, что канавки выполнены прерывистыми.

19. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что стержень выполнен из электропроводящего материала.

20. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что стержень выполнен из электроизоляционного материала с электропроводящим покрытием.

21. Контактный узел по п.5, отличающийся тем, что диаметр  $D$  большего основания усеченного конуса, ширина  $h$  металлизированного ободка, диаметр  $d$  меньшего основания усеченного конуса, толщина  $t$  диэлектрического материала коммутационного слоя и минимальная ширина  $L$  ответной металлизированной контактной площадки на нижележащем коммутационном слое связаны соотношением  $L >$  или  $= D + 2h = d + 2t + 2h$ .

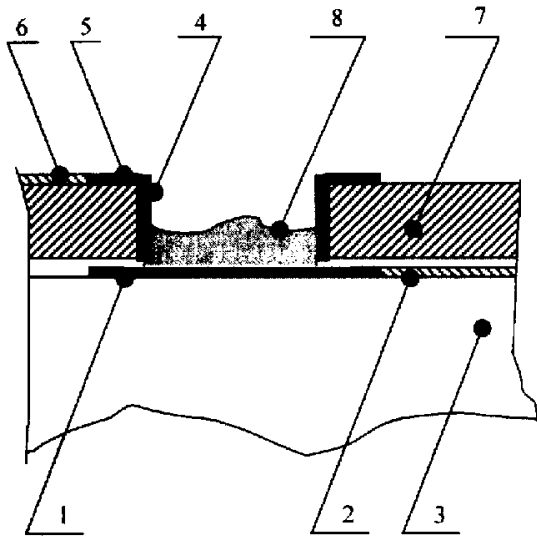
22. Контактный узел по п.14, отличающийся тем, что верхний край металлизированного отверстия, связанный с токоведущими дорожками, а также нижний край металлизированного отверстия выполнены с металлизированными ободками на поверхностях коммутационного слоя по периферии краев.

23. Контактный узел по п.3, отличающийся тем, что верхний и нижний края металлизированного отверстия имеют фаску.

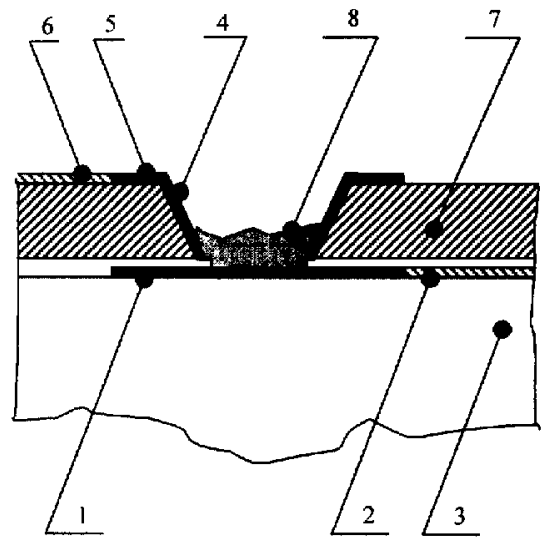
50

55

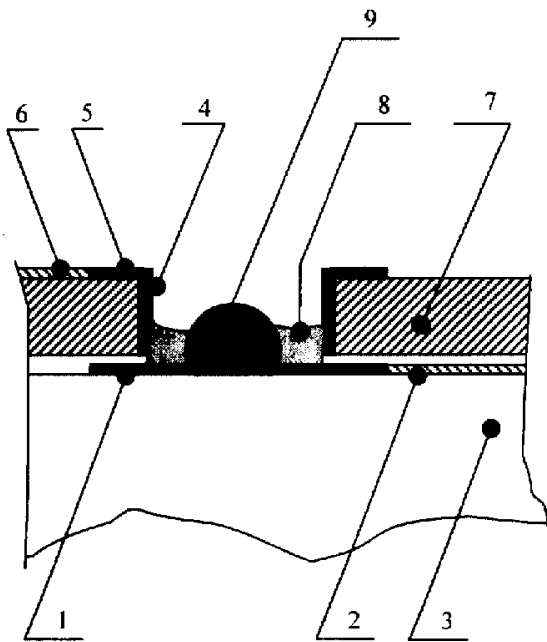
60



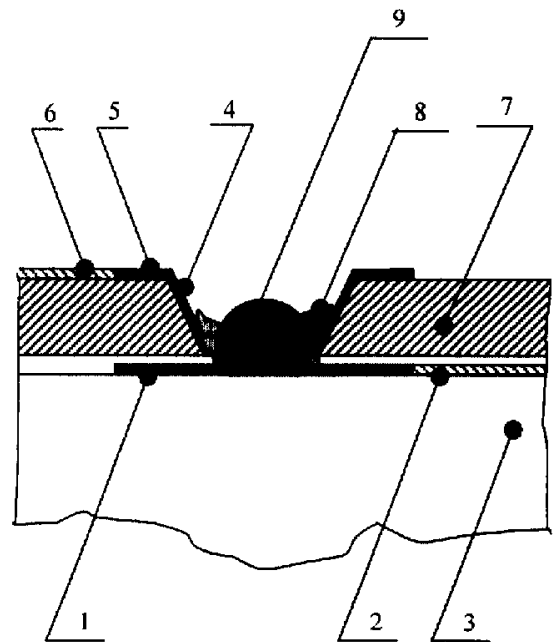
Фиг.2а



Фиг.2б



Фиг.3а

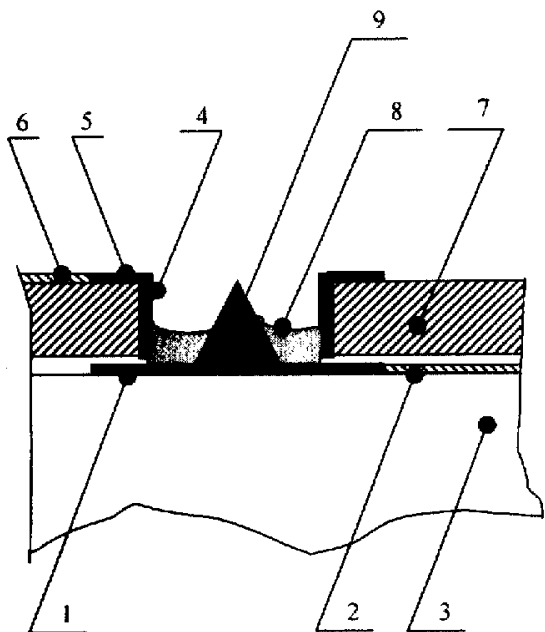


Фиг.3б

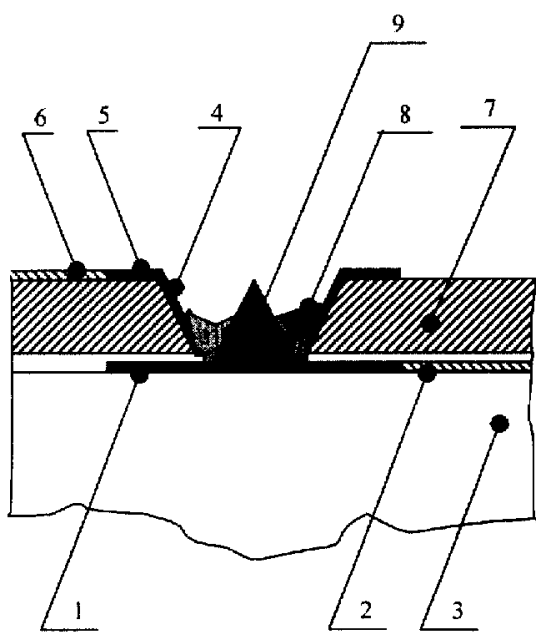
RU 2134498 C1

RU 2134498 C1

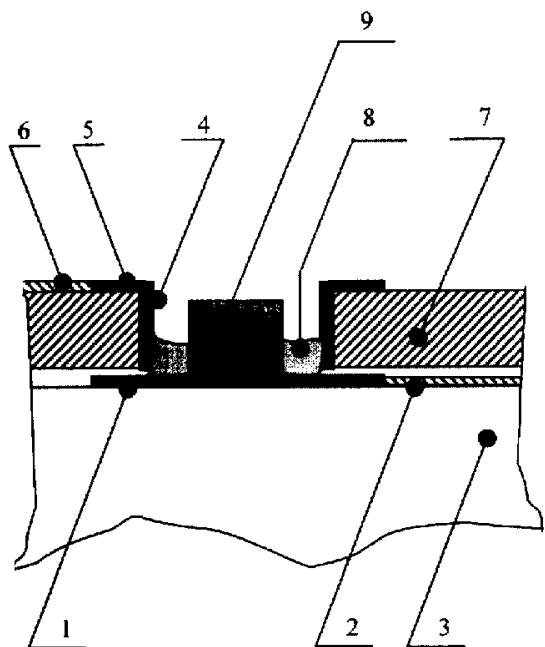




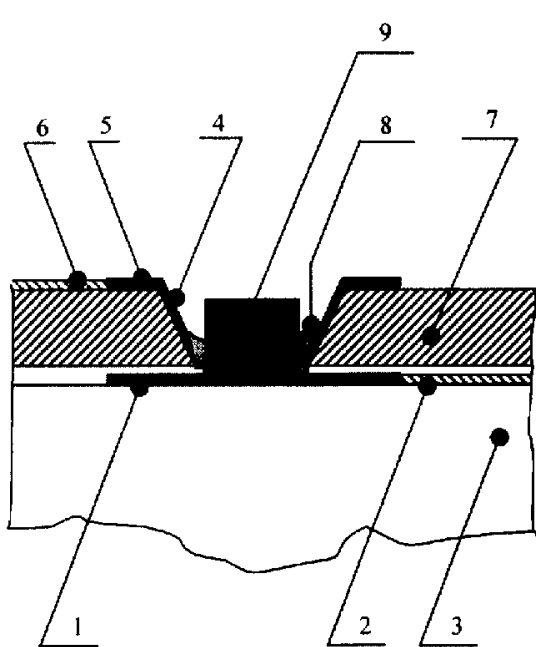
Фиг.4а



Фиг.4б



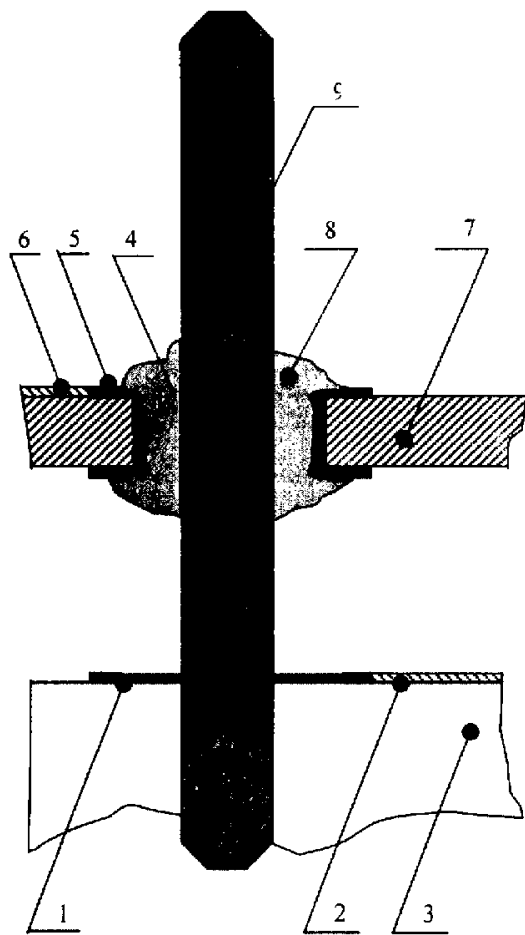
Фиг.5а



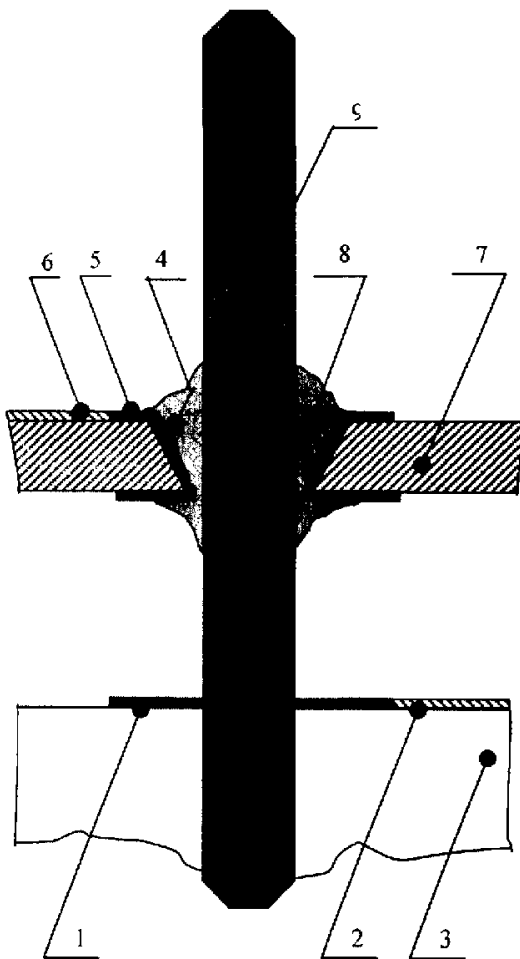
Фиг.5б

RU 2134498 C1

RU 2134498 C1



Фиг.6а



Фиг.6б