



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2009128992/28, 12.12.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.12.2007

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.12.2006 FR 0611489

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2011 Бюл. № 4

(45) Опубликовано: 10.05.2012 Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Butler Jeffrey T et al, Multichip module packaging of microelectome-chanical systems. Sensor and Actuators A: Physical. V.70, №1-2, 1 October 1998, pages 15-22. US 4714516 A, 22.12.1987. US 4689467 A, 25.08.1987. US 2005/221586 A1, 06.10.2005. RU 2272335 C2, 20.03.2006.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 28.07.2009

(86) Заявка РСТ:
FR 2007/002056 (12.12.2007)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/090281 (31.07.2008)

Адрес для переписки:

103735, Москва, ул.Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент", пат.пов. Ю.Б.Перегудовой,
рег. № 1103

(72) Автор(ы):

**ДЕСПЛАТ Ромэн (FR),
ОБЬЕН Михаэль (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

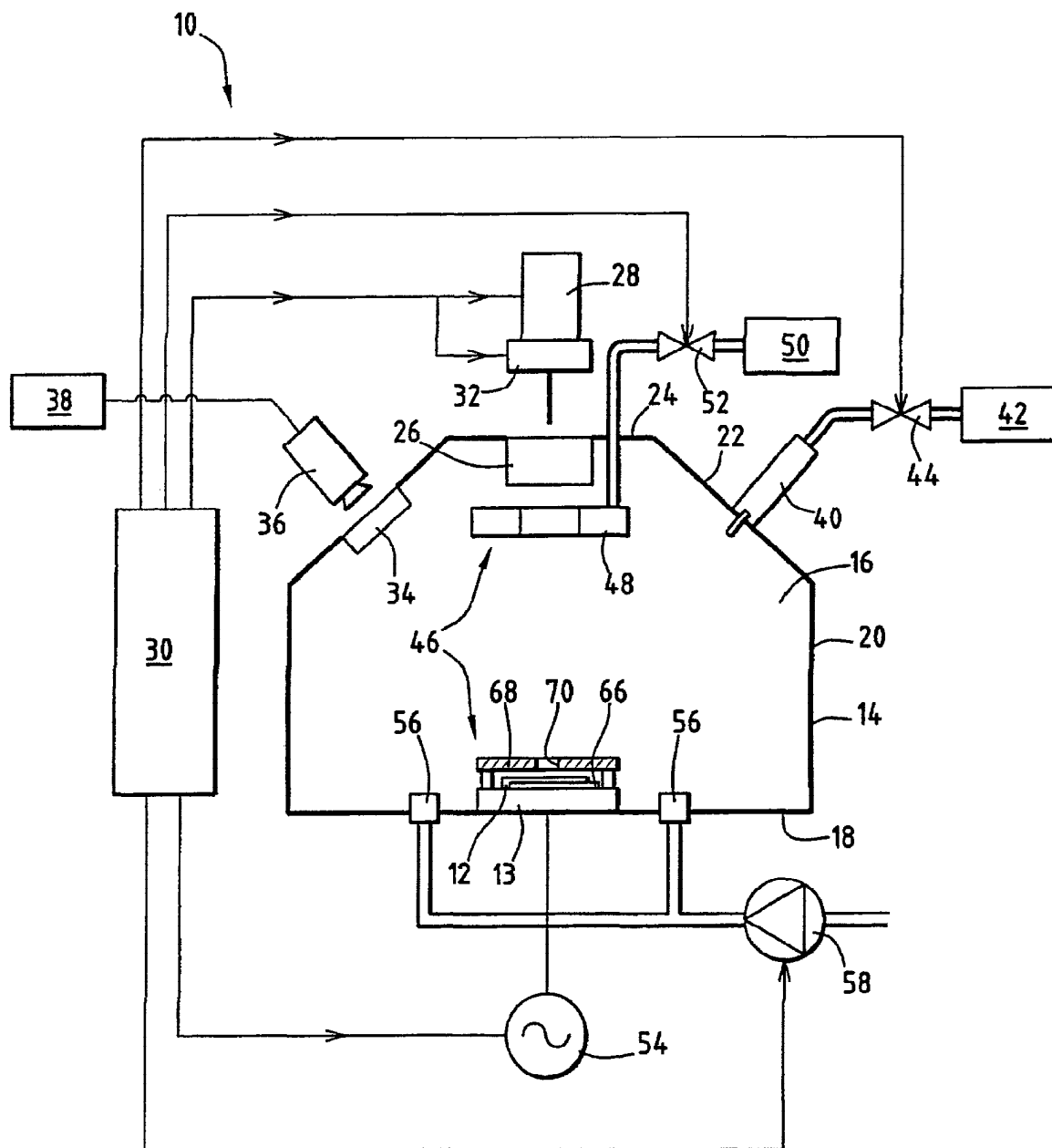
**САНТР НАСЬОНАЛЬ Д'ЭТЮД
СПАСЬАЛЬ (FR)**

(54) СПОСОБ И УСТАНОВКА ДЛЯ ВСКРЫТИЯ ПОВЕРХНОСТИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к вскрытию поверхности интегральной схемы. Сущность изобретения: способ вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, характеризуется тем, что включает

комбинированное воздействие лазерным лучом и плазмой на оболочку, при этом комбинированное воздействие осуществляют в одном и том же замкнутом пространстве. Представлена также установка для осуществления данного способа. 2 н. и 10 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009128992/28, 12.12.2007**(24) Effective date for property rights:
12.12.2007

Priority:

(30) Convention priority:
28.12.2006 FR 0611489(43) Application published: **10.02.2011 Bull. 4**(45) Date of publication: **10.05.2012 Bull. 13**(85) Commencement of national phase: **28.07.2009**(86) PCT application:
FR 2007/002056 (12.12.2007)(87) PCT publication:
WO 2008/090281 (31.07.2008)

Mail address:

**103735, Moskva, ul.II'inka, 5/2, OOO
"Sojuzpatent", pat.pov. Ju.B.Peregudovoj, reg.
№ 1103**

(72) Inventor(s):

**DESPLAT Romehn (FR),
OB'EN Mikhaehl' (FR)**

(73) Proprietor(s):

SANTR NAS'ONAL' D'EhTJuD SPAS'AL' (FR)

(54) METHOD AND FACILITY FOR SURFACE DENUDING OF INTEGRATED CIRCUIT

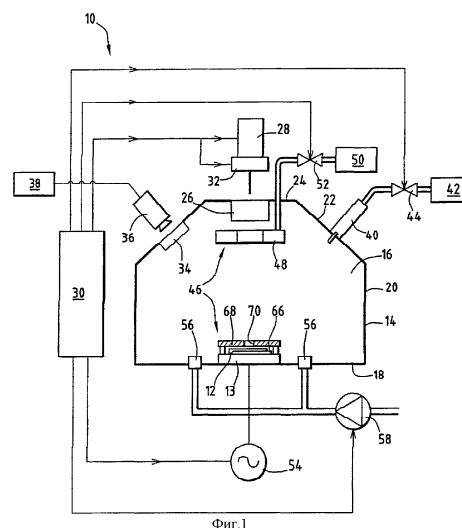
(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: method for surface denuding of integrated circuit by ablation of polymeric enclosure that covers integrated circuit initially; this method is characterised by combined action of laser beam and plasma on enclosure, at that combined action is carried out in the same enclosed space. Facility is also developed for implementation of this method.

EFFECT: method perfection.

12 cl, 5 dwg



Фиг. 1

Объектом настоящего изобретения является способ вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему.

5 Интегральные схемы выполняют путем гравирования в кремниевом блоке, содержащем боковые соединения, выполненные, в частности, из меди и обеспечивающие соединение внутренней схемы с печатной платой, содержащей другие электронные компоненты.

10 Интегральную схему покрывают полимерной оболочкой, прочно удерживающей соединительные лапки, что позволяет манипулировать схемой и обеспечивает ее защиту.

Для анализа работы интегральных схем в некоторых случаях необходимо получить доступ к интегральной схеме, сохраняя при этом ее целостность и ее рабочие

15 возможности. Для этого, как известно, производят локальную абляцию полимерной оболочки для вскрытия поверхности интегральной схемы.

Как известно, для абляции полимерной оболочки на полимерную оболочку воздействуют лазерным пучком большой мощности, который проходит по всей

20 интегральной схеме, вызывая разрушение оболочки. Этот способ применяют в специальной установке, позволяющей точно контролировать применение лазера.

Действительно, слишком сильное воздействие лазерным пучком приводит к эрозии кремния и к разрушению схемы.

25 Чтобы избежать этого разрушения, лазер регулируют на умеренное воздействие, но при этом на схеме остаются островки полимера, что мешает дальнейшему исследованию интегральной схемы.

Кроме того, известно использование плазмы для травления полимерной оболочки, находящейся напротив интегральной схемы. Это травление осуществляют в

30 соответствующем герметичном замкнутом объеме, в котором располагают схему. Этот замкнутый объем позволяет создавать плазму над схемой. Плазма способствует травлению полимерной оболочки. Однако действие плазмы является очень медленным и позволяет снимать лишь незначительный слой

35 пластиковой оболочки. В документе US 4689467 описано устройство для разрезания детали, выполненной из одного материала. Устройство содержит лазер и плазменный пистолет.

Однако этот лазер обладает слишком большой мощностью и не может быть

40 использован в микроэлектронике. Кроме того, плазменный пистолет прежде всего является вспомогательным генератором энергии, которая нагревает деталь для ее более быстрого разрезания. Этот пистолет не может быть использован для вскрытия интегральной схемы, так как он может расплавить полимерный слой, соединительные проводники, а также

45 компоненты схемы. Поэтому такой плазменный пистолет может повредить еще не встроенную схему. Как указано на строке 40, колонка 11, этого документа, для создания плазмы генерируют коронный разряд, то есть электрическую дугу. Однако такая электрическая дуга может разрушить интегральную схему, если ее применять для

50 вскрытия интегральной схемы. Выходящая из плазменного пистолета струя производит микроскопический пескоструйный эффект на атомарном уровне. Следовательно, описанное в этом документе устройство для разрезания нельзя

применять для вскрытия интегральной схемы.

В документе под названием "Multichip module packaging of Microelectromechanical systems" описан способ вскрытия микропластинки микроэлектромеханической системы (MEMS). Согласно этому способу два слоя диэлектрика, покрывающих микропластинку, снимают путем абляции во время воздействия сначала лазерным пучком, затем плазменным травлением.

Вместе с тем, в этом документе совсем не упоминается, что микропластинку удерживают на одной и той же опоре и в одной и той же камере во время воздействия лазером и во время воздействия плазмой. Однако во время перемещения микропластинки после воздействия лазером плазменное травление уже невозможно осуществить точно в выбранном месте, учитывая размер обрабатываемых участков интегральной схемы.

Как известно, с учетом невысокой абляционной мощности плазмы, готовят образец, уменьшая механически или химически толщину полимерной оболочки, находящейся над интегральной схемой.

Для этого согласно первому варианту выполнения при помощи шлифовального круга осуществляют плоское шлифование оболочки интегральной схемы, что позволяет оставлять лишь незначительную толщину оболочки, которую затем удаляют при помощи плазмы.

Согласно другому варианту выполнения основную толщину оболочки удаляют химическим травлением при помощи кислоты и, в частности, азотной или серной кислоты.

Действие кислоты сложно остановить, и оно может привести к повреждению схемы или электрических соединений с корпусом.

Таким образом, эти два варианта выполнения предусматривают подготовку образца за пределами замкнутого объема, в котором применяют плазму, затем последующий этап обработки образца плазмой для удаления последнего слоя толщины полимера, во время которого образец помещают в замкнутое пространство, в котором создают плазму.

Такие способы являются довольно продолжительными, так как требуется применение двух разных технологий абляции.

Настоящее изобретение предлагает способ вскрытия поверхности интегральной схемы, который можно осуществлять быстро и который позволяет получить удовлетворительное состояние поверхности интегральной схемы.

В этой связи объектом настоящего изобретения является способ вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, характеризующийся тем, что включает комбинированное воздействие лазерным лучом и плазмой на оболочку, первоначально покрывающую интегральную схему, при этом комбинирование воздействия осуществляют в одном и том же замкнутом пространстве.

Частные варианты выполнения охарактеризованы в зависимых пунктах формулы изобретения.

Объектом настоящего изобретения является также установка для вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, содержащая:

- средства воздействия лазерным лучом на поверхность интегральной схемы;
- средства плазменного травления полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, действующие в комбинации со средствами

воздействия лазерным лучом;

- опорную площадку для удержания интегральной схемы во время ее обработки, при этом средства воздействия лазерным лучом и средства воздействия плазмой выполнены с возможностью работы на одной и той же опорной площадке; и

- камеру, ограничивающую замкнутое пространство, в которой размещена опорная площадка.

Настоящее изобретение будет более понятно из нижеследующего описания, представленного исключительно в качестве примера, со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

фиг.1 - схематичный вид первого варианта выполнения установки для вскрытия интегральной схемы в соответствии с настоящим изобретением;

фиг.2 - вид в перспективе камеры установки, показанной на фиг.1;

фиг.3 - блок-схема способа, применяемого для вскрытия интегральной схемы;

фиг.4 - схематичный вид спереди другого варианта выполнения установки для применения способа;

фиг.5 - схема последовательных этапов обработки образца, содержащего две схемы в одной оболочке.

Установка 10, показанная на фиг.1, выполнена с возможностью вскрытия образца 12, сформированного из интегральной схемы, содержащейся в полимерной оболочке, путем последовательного применения лазерного пучка и плазмы в вакууме. Схема 12 установлена на площадке 13.

Эта установка содержит вакуумную камеру 14, герметично ограничивающую замкнутое пространство 16. Более детально камера 14 показана на фиг.2.

Камера 14 содержит плоское дно 18, как правило, цилиндрическую боковую стенку 20 и крышку 22 в общем усеченной конусной формы, над которой находится плоский потолок 24. Потолок 24 содержит прозрачное окно 26, расположенное напротив центральной части дна 18, где находится площадка 13 на фиг.1, когда она установлена в месте обработки схемы.

Лазерный источник 28 расположен снаружи камеры 14 напротив окна 26 и обращен в сторону образца 12. Этот лазер является, например, «гальвано-лазером» типа Nd:YAG или эксимерным лазером. Этот лазер управляется при помощи центрального блока управления 30.

Центральный блок управления 30 содержит, например, компьютер, соединенный с входной и выходной платами.

Лазерный источник 28 установлен на средствах 32 перемещения лазерного пучка в плоскости схемы 12 в двух перпендикулярных друг к другу направлениях. Эти средства перемещения соединены с центральным блоком управления, выполненным с возможностью управления положением лазера, и позволяют сканировать верхнюю поверхность схемы 12 лазерным пучком.

Кроме того, усеченная конусная стенка 22 крышки содержит прозрачное окно 34, за которым устанавливают камеру 36 наблюдения, находящуюся снаружи замкнутого пространства и направленную для наблюдения за образцом 12, находящимся внутри замкнутого пространства.

Камера 36 связана с монитором 38, позволяющим отслеживать процесс вскрытия поверхности интегральной схемы.

Как показано на фиг.1, оптическая ось камеры 36 смещена на некоторый угол относительно нормали к схеме 12.

Поэтому предпочтительно между камерой 36 и монитором 38 располагают схему

коррекции изображений. Эта схема коррекции изображений выполнена с возможностью применения алгоритма обработки изображений, позволяющего «выпрямить» полученное изображение схемы, первоначально имеющее форму трапеции, чтобы это изображение приняло прямоугольную форму, так как если бы его наблюдали с помощью камеры, оптическая ось которой перпендикулярна к нормали к схеме.

В варианте осуществления изобретения внутри замкнутого пространства между камерой 36 и схемой 12 располагают зеркало или набор зеркал, чтобы изменять пучок между камерой и схемой и таким образом обеспечивать выпрямление изображения за счет коррекции углов.

Согласно еще одному варианту выполнения для наблюдения за схемой устанавливают две камеры под разными углами. Изображения, полученные от двух камер, выпрямляют в блоке обработки изображений, позволяющем получить стереоскопическое изображение схемы.

Согласно предпочтительному варианту выполнения комбинируют все три предыдущих варианта. Так, например, применяют две камеры для получения стереоскопического изображения схемы, а третью камеру связывают с набором зеркал или с блоком обработки изображений для получения выпрямленного прямоугольного изображения схемы.

В усеченной конусной стенке 22 устанавливают сопло 40 для нагнетания очищающего газа. Сопло направлено в сторону интегральной схемы 12. В сопло 40 подается газ от источника 42 очищающего газа под давлением. Подачей в сопло 40 газа, содержащегося в источнике 32, управляет центральный блок 30 управления, управляющий вентилем 44.

Газ, содержащийся в источнике 42 и нагнетаемый через сопло 40, является, например, двуокисью углерода, и он распыляет частицы материала, не снятого плазмой.

Кроме того, замкнутое пространство содержит средства 46 создания плазмы на очищаемой поверхности интегральной схемы 12. Эти средства 46 содержат кольцо 48 для нагнетания газа, который может ионизироваться. Это кольцо располагают по оси камеры внутри нее вблизи окна 26. Кольцо 48 содержит набор отверстий, распределенных на его периферии и направленных в сторону схемы 12.

В кольцо 48 подается газ от источника 50 газа ионизации, расположенного снаружи камеры, с которым кольцо связано через вентиль 52, управляемый центральным блоком 30 управления.

Газ, содержащийся в источнике 50, представляет собой, например, смесь кислорода и тетрафторида углерода.

Средства 46 создания плазмы содержат также радиочастотный генератор 54, соединенный с опорной площадкой 13 удержания образца. Этот генератор 54 выполнен с возможностью создания сильного электромагнитного поля, которое может вызывать ионизацию газа, содержащегося в камере.

Для обеспечения управления генератором 54 он соединен с центральным блоком 30 управления.

В дне 18 вокруг образца 12 выполнены отсасывающие выходы 56. Эти выходы связаны с вакуумным насосом 58, управляемым центральным блоком 30 управления. Выходы 56 выполнены с возможностью отсасывания газа, содержащегося в камере, а также фрагментов, получаемых во время разрушения оболочки под действием лазерного излучения и плазмы.

Как показано на фиг.2, опорная площадка для удержания образца 13 установлена с возможностью перемещения путем скольжения относительно камеры 14. В боковой стенке 20 камера 14 содержит входное отверстие 60, через которое вводят площадку 13 с образцом 12. Площадка 13 неподвижно соединена с выдвижным блоком 62,
 5 установленным с возможностью перемещения путем скольжения на двух боковых ползунках 64, неподвижно соединенных с камерой 14. Выдвижной блок 64 выполнен с возможностью перемещения между положением установки схемы, в котором площадка в основном находится за пределами камеры 14, и положением обработки
 10 схемы, в котором площадка 13 и, в частности, образец находятся напротив окна 26.

Площадка 13 и выдвижной блок 62 имеют уплотнительную прокладку, обеспечивающую герметичность камеры 16, когда площадка находится в положении обработки образца. Площадка содержит уголок 66 для позиционирования
 15 интегральной схемы 12.

Наконец, над схемой на площадке 13 установлен защитный экран 68. Этот экран ограничивает отверстие 70 для прохождения лазерного пучка или плазмы напротив очищаемой части интегральной схемы.

Для вскрытия интегральной схемы сначала ее позиционируют на площадке 13 под экраном 68, затем площадку вводят в камеру. Затем в камере при помощи насоса 58 создают вакуум. После этого предназначенную для обработки поверхность
 20 интегральной схемы подвергают воздействию лазерного излучения от источника 28 на этапе 72, показанном на фиг.3. Применяемый лазерный пучок предпочтительно имеет мощность от 1 до 50 Вт. Его действие длится, например, от 5 до 30 секунд. В
 25 частности, лазерный пучок применяют таким образом, чтобы обеспечить абляцию оболочки схемы, основной части ее толщины, оставляя только остаточную толщину, составляющую от 50 до 200 мкм и предпочтительно равную 100 мкм.

Во время обработки лазерным пучком схему наблюдают при помощи камеры 36. Фрагменты оболочки удаляют через выходные отверстия 56.
 30

После того как остается только остаточный слой оболочки, вблизи схемы 12 на этапе 74 создают плазму, при этом схему не вынимают из замкнутого пространства 16, в котором по-прежнему поддерживается вакуум. Плазму создают путем нагнетания газа через кольцо 48 и создания магнитного поля при помощи
 35 генератора 54.

Предпочтительно плазма имеет характеристики, позволяющие достичь разрушения полимерной смолы. Температуру, уровень рабочего давления и применяемые газы выбирают в зависимости от типа и толщины смолы.

40 Плазму применяют в течение периода от 30 до 240 минут.

За счет действия ионизированных частиц плазма позволяет полностью удалить остаточный слой полимера даже в тыльных частях схемы и под медными соединениями.

Во время применения плазмы удаление полученных остатков обеспечивают
 45 периодическим нагнетанием двуокиси углерода.

Согласно варианту выполнения первый этап 72 применения лазерного излучения осуществляют, когда интегральную схему подвергают воздействию плазмы.

В случае необходимости, например, при неравномерной толщине остаточного слоя полимера, покрывающего схему, последовательные этапы 72 и 74 воздействия лазером
 50 и плазмой повторяют для обеспечения абляции остаточного слоя в зонах, где он является наиболее толстым, при помощи лазерного пучка после предшествующего совместного воздействия лазера и плазмы. После второго применения лазерного

излучения осуществляют последний этап обработки плазмой.

Согласно еще одному варианту выполнения плазму, создаваемую в камере 16, поддерживают не за счет магнитного поля, создаваемого генератором 54, а при помощи лазерного излучения соответствующей мощности, которое может ионизировать газ в камере, но само по себе является недостаточным для разрушения полимерной оболочки.

Понятно, что такой способ позволяет очень точно зачищать схему за счет конечного действия плазмы.

Кроме того, комбинированное применение лазерного излучения и плазмы в одном замкнутом пространстве сокращает число манипуляций и обеспечивает, таким образом, очень быстрый и легкий в осуществлении процесс. Сохранение вакуума между двумя операциями позволяет не подвергать окислению металлы в схеме или соединения в результате воздействия окружающего воздуха.

Комбинированное действие лазера на первом этапе и плазмы на втором этапе обеспечивает очень удовлетворительное вскрытие соединительных проводов, соединяющих собственно интегральную схему с боковыми соединительными лапками, выступающими из корпуса. Действительно, действие лазера позволяет очистить верхнюю поверхность этих соединительных проводов, тогда как полимер, находящийся под соединительными проводами, удаляется действием плазмы без повреждения соединительных проводов.

Такое вскрытие соединительных проводов представляет особенный интерес для дальнейшего этапа испытаний на отрыв соединительных проводов, при этом травление, осуществляемое для удаления полимера, не влияет на результаты испытаний на отрыв.

На фиг.4 показан другой вариант осуществления вскрытия интегральной схемы. На этой фигуре элементы, идентичные или соответствующие элементам на фиг.1, обозначены теми же цифровыми позициями.

В этом варианте выполнения вакуумную плазму заменяют атмосферной плазмой. Таким образом, в этом варианте камера 14 отсутствует. Как и в предыдущем варианте, образец 12, установленный на площадке 13, располагают напротив лазерного источника 28, и предусмотрены средства 40, 42, 44 нагнетания очищающего газа.

Средства создания атмосферной плазмы содержат сопло 100 впуска плазменного газа, соединенное с источником 102 газа, содержащим кислород или смесь кислорода и тетрафторида углерода. Лазер используют в качестве источника возбуждения нагнетаемого газа для ионизации плазменного газа.

Способ, применяемый в этой установке, идентичен способу, применяемому в установке, показанной на фиг.1, при этом схему 12 сначала подвергают воздействию лазерного облучения, а затем плазменному травлению.

На фиг.5 показаны последовательные этапы вскрытия поверхности двух интегральных схем, встроенных в один корпус, выполненный из полимера.

В настоящее время известно объединение нескольких интегральных схем 100 А, 100 В в одном полимере 102, что позволяет получить эквивалент миниатюрной электронной карточки. Такие схемы часто называют "systeme in package" (упакованная система или SIP) или "multichip module" (многочиповый модуль или МСМ). Интегральные схемы, встроенные в такой корпус, могут иметь верхние поверхности, расположенные на разных уровнях, в частности, когда интегральные схемы имеют разную толщину.

Согласно изобретению корпус сначала подвергают на этапе 104 воздействию лазерного излучения с целью удаления основной части толщины покрывающего слоя. Удаляемая часть обозначена позицией 105. Абляцию осуществляют при помощи нескольких проходов лазерного луча, при этом число проходов больше над схемой, верхняя сторона которой является более глубокой. Лазер применяют таким образом, чтобы на каждой из схем оставался остаточный слой 102 полимера по существу одинаковой толщины.

После этого, как показано на этапе 106, интегральные схемы 100 А, 100 В подвергают воздействию плазмы, обеспечивающей одновременную абляцию остаточного слоя полимера, остающегося над разными схемами.

Независимо от варианта выполнения установки и согласно наиболее предпочтительному варианту выполнения изобретения, первоначально защитный экран 68 представляет собой сплошную пластину, выполненную из полимера или металла. Отверстие 70 выполняют непосредственно лазерным лучом, выходящим из лазера 28. Таким образом, отверстие позиционируют очень точно, и оно имеет форму, вполне подходящую для обработки находящейся снизу схемы. Такого положения трудно добиться вручную, механическим позиционированием защитного экрана с заранее выполненным механической обработкой отверстием.

Кроме того, если во время обработки схемы оказывается, что необходимо исследовать другие зоны схемы, которые закрыты защитным экраном 68, в защитном экране выполняют дополнительное отверстие при помощи лазерного луча, выходящего из лазера 28, для создания другой рабочей зоны.

Точно так же в варианте первоначальное отверстие 70 можно расширить при помощи лазера.

Плазменное травление, осуществляемое во время этапа 74, является физико-химическим травлением (RIE: Rreactive Ion Etchning). Плазму генерируют путем создания магнитного поля в газе под давлением, как правило, составляющим от 10 миллиторр до 1000 миллиторр. Эту плазму называют плазмой низкого давления.

Магнитное поле создают при помощи радиочастотного генератора 54, соединенного с электродами, установленными в замкнутом пространстве 16 в среде смеси кислорода и тетрафторида углерода под низким давлением. Магнитное поле ионизирует частицы газовой смеси, освобождая их от электронов и создавая таким образом плазму.

Интегральная схема 12 поглощает свободные электроны, ускоряемые магнитным полем, и поэтому заряжается отрицательно. Плазма же, наоборот, заряжается положительно в силу высокой концентрации положительных ионов, сравнимой с концентрацией свободных электронов. По причине этой большой разности потенциалов положительные ионы перемещаются к схеме 12, где они сталкиваются с остаточным полимером и полимером, находящимся под соединительными проводниками и предназначенным для химического травления. Ионы вступают в химическую реакцию с остаточным полимером и выталкивают часть этого полимера, передавая свою кинетическую энергию.

Плазменное травление осуществляют во время или после применения лазера, тогда как интегральную схему 12 удерживают на этой же опорной площадке, которая при этом не перемещается.

В варианте воздействие лазерным излучением осуществляют, пока толщина остаточного полимерного слоя над интегральной схемой не составит от 200 мкм до 0 мкм.

Мощность применяемого лазера составляет примерно $0,5 \text{ Вт/см}^2$.

Согласно варианту выполнения изобретения способ вскрытия поверхности интегральной схемы содержит описанные ниже этапы.

5 Образец является электронным компонентом, который имеет размер примерно в несколько см^2 . Этот компонент покрыт смолой на основе полимера (внешний вид черного пластика). Этот компонент необходимо зачистить, чтобы оголить интегральную схему. Во время изготовления интегральной схемы ее монтируют на
10 металлической арматуре, на которой находятся наружные контактные штырьки (или лапки). Соединение между интегральной схемой и штырьками осуществляют при помощи припаиваемых с двух сторон соединительных проводников.

Весь комплекс покрывают смолой на основе полимера, оставляя открытыми только концы контактных штырьков. В процессе нанесения покрытия интегральная
15 схема редко находится точно в центре и еще реже в плоскости, идеально параллельной относительно поверхности нанесения покрытия компонента.

Следовательно, толщина удаляемого полимера не является равномерной на этой поверхности при вскрытии поверхности интегральной схемы.

Предпочтительно для оценки размера интегральной схемы производят
20 рентгенограмму компонента. Для корреляции этой рентгенограммы с изображением в масштабе компонента, полученным при помощи калиброванной оптической камеры, положение интегральной схемы можно измерить (с верхней точки наблюдения), чтобы скорректировать положение зоны воздействия лазера и плазмы относительно самого
25 компонента.

В нашем случае интегральная схема имеет размер $200 \text{ мкм} \times 200 \text{ мкм}$.

После этого электронный компонент устанавливают на опорную площадку для его введения в устройство в соответствии с настоящим изобретением.

Отверстие позволяет предохранять наружные штырьки образца. Отверстие 70
30 защитного экрана 68 имеет размер примерно в 1 мм. В этом отверстии комбинированное воздействие лазером и плазмой осуществляют в заранее определенной зоне интегральной схемы.

Положение зоны воздействия регулируют вдоль компонента, находящегося на
35 опорной площадке 13. Это позиционирование можно осуществить разными способами. Можно использовать метрологическую систему, которая обеспечивает измерение размеров относительно отметки на площадке, или калиброванную оптическую камеру, или автоматический лазерный прицел. Точно так же, значения
40 высоты можно измерить либо при помощи метрологической системы (автоматический щуп), или при помощи интерферометрической системы, или при помощи камеры, оборудованной системой, калиброванной по высоте.

Для первого компонента толщину смолы нельзя измерить точно. Поэтому определяют зону, более широкую, чем схема, на которую воздействуют лазером и/или
45 плазмой.

Первую лазерную абляцию производят в зоне $220 \text{ мкм} \times 220 \text{ мкм}$, чтобы перекрыть
50 зону интегральной схемы размером $200 \text{ мкм} \times 200 \text{ мкм}$. После нескольких минут операцию останавливают для проверки высоты удаленной смолы. Предпочтительно высоту измеряют в замкнутом пространстве 16, чтобы избежать рисков погрешности при повторном позиционировании опорной площадки 13 в замкнутом пространстве. Действительно, очень трудно корректировать положение механического элемента с точностью до нескольких десятков микрон. Такое повторное позиционирование может привести к погрешности, которая повлияет на успешное вскрытие компонента,

и необходимые для этого этапы существенно увеличат общую продолжительность вскрытия.

Измерение осуществляют, например, при помощи камеры 36, меняя фокусировку для получения измерения высоты.

Это измерение позволяет вычислить скорость лазерной абляции.

В нашем примере толщина смолы составляет 1,5 мм.

Создают другую, немного меньшую зону размером 220 мкм × 210 мкм, чтобы сохранить ступеньку M1. Высоту ступеньки M1 измеряют позже, чтобы более точно определить скорость лазерной абляции.

Сохраняя положение электронного компонента, сразу же запускают лазерную абляцию без корректировки положения площадки. Продолжительность абляции рассчитывают таким образом, чтобы оставить 700 мкм смолы.

Операцию опять останавливают и производят измерение, чтобы лучше отрегулировать скорость травления, и оставляют ступеньку M2.

В этот момент, опять-таки не извлекая электронный компонент из замкнутого пространства 16, переходят к плазменному травлению. При физико-химическом плазменном травлении типа (Reactive Ion Etching) RIE обычная скорость травления составляет 27 мкм/ч. Осуществляют первый проход в зоне 210 мкм × 210 мкм для калибровки скорости травления смолы со ступенькой M3.

Лазерную абляцию возобновляют таким образом, чтобы оставить, например, 200 мкм смолы в меньшей зоне 200 мкм × 210 мкм.

После остановки операции можно уже наблюдать один открытый край схемы.

Лазерную абляцию продолжают немного дольше, чем предусмотрено. В нашем примере это объясняется скошенным (вертикально) положением схемы.

После этого меняют зону абляции, чтобы зачистить остальную часть схемы. Зона абляции имеет треугольную форму и проходит через три угла, которые еще не зачищены.

Выбирают наклон по глубине, чтобы получить более значительную глубину в углу, диаметрально противоположном зачищенному углу.

Абляцию возобновляют в этой новой треугольной зоне для снятия не более 20 мкм, что выводят из оценки рассматриваемого наклона.

После этого переходят к воздействию плазмой в несколько более широкой зоне, приближаясь к схеме, и очищают остальную часть схемы.

В случае необходимости, опять применяют лазерную абляцию. За ней опять может следовать плазменная абляция, пока схема не окажется полностью очищенной.

Для вскрытия второго компонента такого же типа скорость травления можно калибровать, например, при помощи точного измерения ступенек M1, M2 и M3. Точно так же на первой схеме точно измеряют высоту между поверхностью покрытия и интегральной схемой и ее используют в качестве отсчета для следующих схем.

После этого можно запустить абляцию таким образом, чтобы оставить примерно 200 мкм по всей поверхности схемы. Однако, учитывая возможность изменения положения схемы от одного компонента к другому, можно, например, оставить запас (250 мкм вместо 200 мкм) или, наоборот, выбрать меньшее значение (50 мкм вместо 200 мкм), чтобы быстрее производить плазменное травление.

Используемая плазма представляет собой плазму травления. Предпочтительно из указанных выше двух видов плазмы выбирают плазму RIE (Reactive Ion Etching). Однако хороших результатов можно добиться и при помощи индуктивно-связанной плазмы ICP (Inductively Coupled Plasma). Отличие между этими двумя видами плазмы

состоит в способе получении плазмы, которую создают в наружной камере. После этого плазму транспортируют по трубке в камеру, в которой находится образец, при этом расстояние, разделяющее две камеры, обычно составляет 10 см.

Во всех случаях травления плазмой можно иметь скорость травления менее 120 мкм в час. Обычно во время использования плазмы типа RIE скорость составляет 27 мкм в час.

Формула изобретения

1. Способ вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, характеризующийся тем, что включает комбинированное воздействие лазерным лучом и плазмой на оболочку, первоначально покрывающую интегральную схему, при этом комбинированное воздействие осуществляют в одном и том же замкнутом пространстве (16).

2. Способ по п.1, в котором сначала выполняют этап (72) воздействия лазерным излучением, затем этап (74) воздействия плазмой.

3. Способ по п.2, в котором этап (74) воздействия плазмой инициируют в то время, когда на интегральную схему по-прежнему действуют лазерным излучением.

4. Способ по п.2 или 3, в котором лазерное излучение применяют (72) до тех пор, пока толщина остаточного полимерного слоя над интегральной схемой не составит от 50 до 200 мкм.

5. Способ по п.2, характеризующийся тем, что содержит две последовательные фазы обработки сначала лазерным излучением, затем плазмой.

6. Способ по п.2, в котором воздействие лазерным излучением осуществляют в то время, когда на интегральную схему воздействуют плазмой.

7. Способ по п.2, характеризующийся тем, что содержит этап нагнетания газового потока на поверхность интегральной схемы с целью удаления остаточных частиц, присутствующих на интегральной схеме.

8. Способ по п.2, в котором плазма является плазмой в вакууме.

9. Способ по п.2, в котором плазма является атмосферной плазмой.

10. Способ по п.2, в котором плазма содержит кислород и тетрафторид углерода.

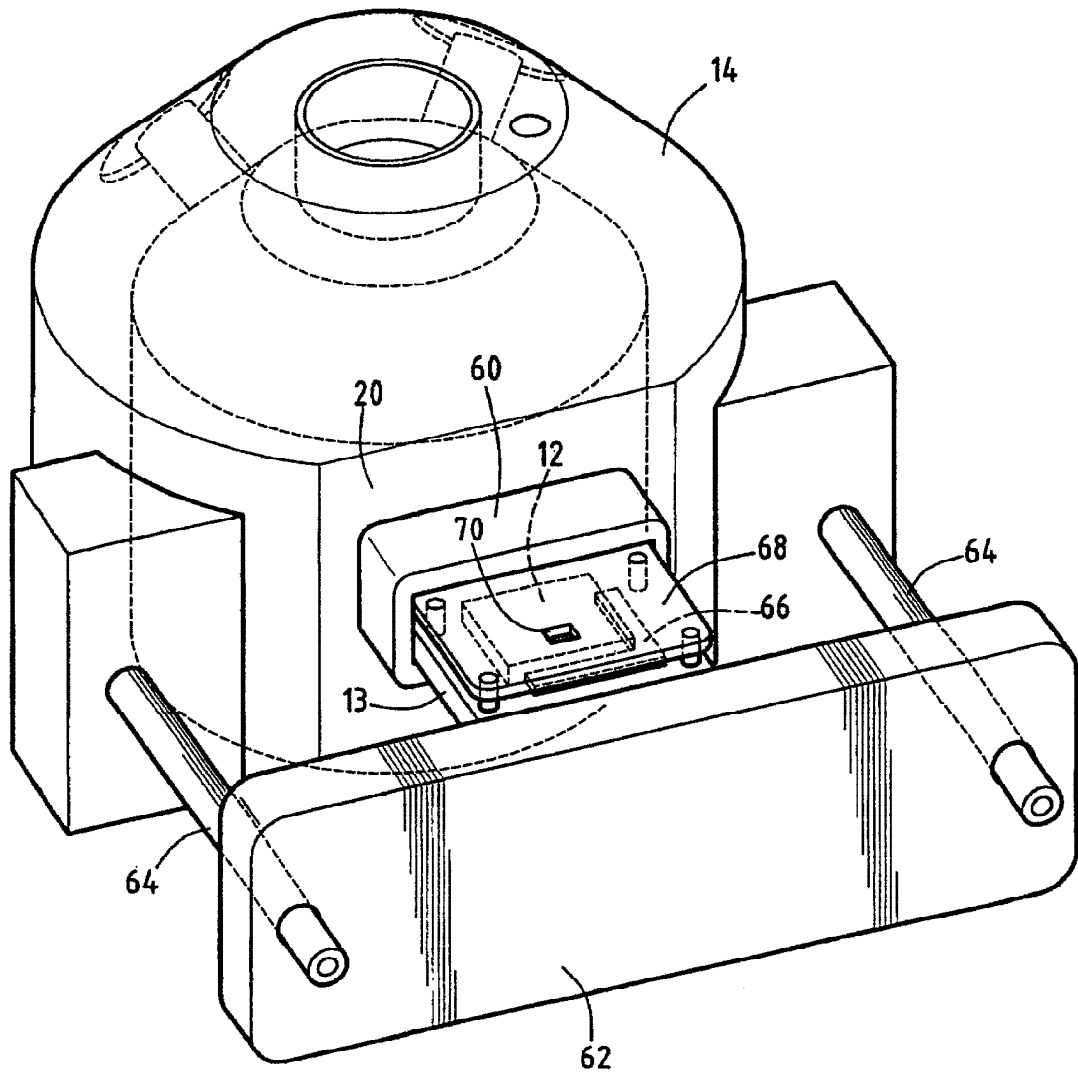
11. Способ по п.2, характеризующийся тем, что содержит предварительный этап создания вакуума в замкнутом пространстве (16), при этом в указанном замкнутом пространстве (16) поддерживают вакуум во время комбинированного воздействия лазерным излучением и плазмой.

12. Установка для вскрытия интегральной схемы путем абляции полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, содержащая: средства (28) воздействия лазерным излучением на поверхность интегральной схемы;

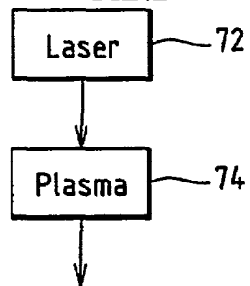
средства плазменного травления полимерной оболочки, первоначально покрывающей интегральную схему, действующие в комбинации со средствами воздействия лазерным излучением; и

опорную площадку (13) для удержания интегральной схемы во время ее обработки, при этом средства (28) воздействия лазерным излучением и средства (46) воздействия плазмой выполнены с возможностью воздействия на одну и ту же опорную площадку (13); и

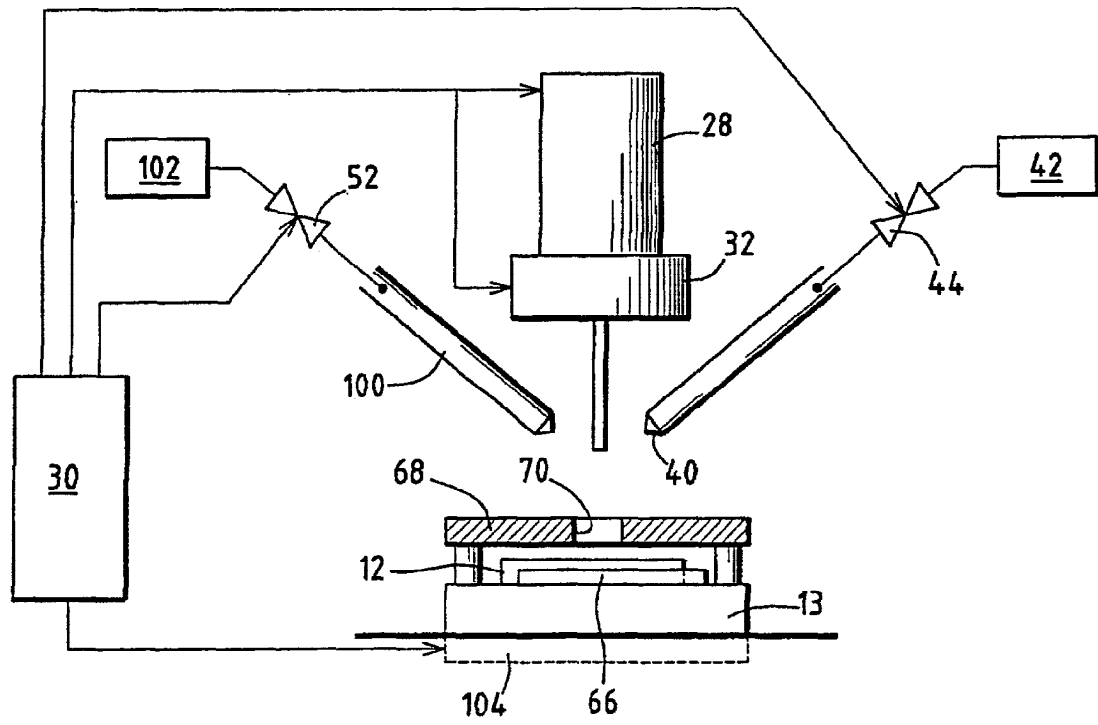
камеру, ограничивающую замкнутое пространство (16), в которой размещена опорная площадка (13).



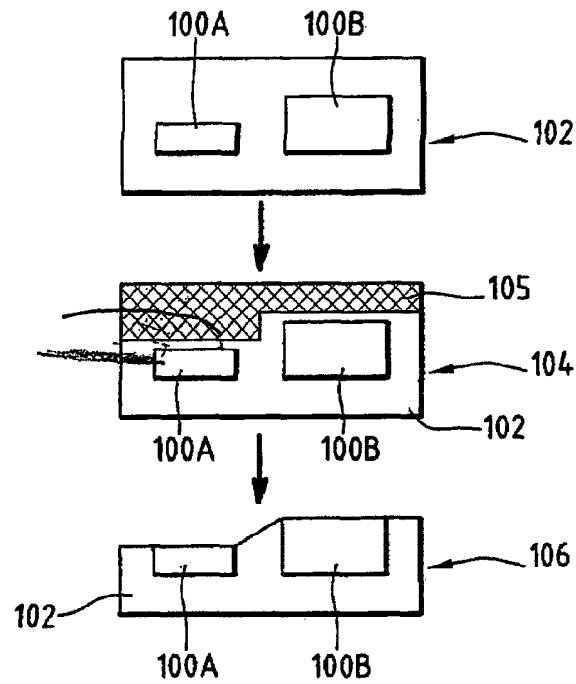
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5