

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 745**

51 Int. Cl.:

H01L 21/56 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

B23K 26/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2007** **E 07871849 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013** **EP 2095410**

54 Título: **Procedimiento e instalación de puesta al desnudo de la superficie de un circuito integrado**

30 Prioridad:

28.12.2006 FR 0611489

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.06.2013

73 Titular/es:

CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (
C.N.E.S.) (100.0%)
2, PLACE MAURICE QUENTIN
75001 PARIS, FR

72 Inventor/es:

DESPLATS, ROMAIN y
OBEIN, MICHAËL

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 405 745 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento e instalación de puesta al desnudo de la superficie de un circuito integrado

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de puesta al desnudo de un circuito integrado por ablación de una envoltura de polímero que recubre inicialmente el circuito integrado.

5 **[0002]** Es conocido utilizar láseres de alta potencia para quitar materia de revestimiento que recubre una pieza. El artículo de Butler y otros « *Multichip module packaging of micro electronical systems* » publicado en la revista Sensors and actuators A, volumen 70, n°1 a 2 del 1 de octubre 1998, páginas 15 a 22, las solicitudes de patente US-A-4 689 467, US 2005/221586 A1, US-A- 4 714 516, JP 2001/049014 A, US 2004/150096 A1, y la patente US-B1- 6 699 780 describen estos procesos con láser.

10 **[0003]** Los circuitos integrados se graban en un bloque de silicio provisto de conexiones laterales hechas en especial de cobre que permite la conexión del circuito interno a un circuito impreso que lleva otros componentes electrónicos.

[0004] El circuito integrado está encapsulado en una envoltura de polímero manteniendo rígidamente las patas de conexión lo cual permite la manipulación del circuito y garantiza su protección.

15 **[0005]** Para el análisis del funcionamiento de los circuitos integrados, es necesario en determinados casos poder acceder al circuito integrado conservando al mismo tiempo su integridad y sus capacidades de funcionamiento.

[0006] A tal efecto, es conocido proceder localmente a la ablación de la envoltura de polímero permitiendo poner al desnudo una superficie del circuito integrado.

20 **[0007]** Para la ablación de la envoltura de polímero, es conocido aplicar un haz de láser de alta potencia sobre la envoltura de polímero y barrer el circuito integrado con el fin de provocar la degradación de la envoltura.

[0008] Este procedimiento se lleva a cabo en una instalación específica que permite controlar con precisión la aplicación del láser.

[0009] Efectivamente, una aplicación demasiado elevada del haz láser conduce a un ataque del silicio y a un deterioro del circuito.

25 **[0010]** Para evitar este deterioro, el láser se aplica de manera moderada pero algunos islotes de polímero quedan en su sitio sobre el circuito, lo cual perjudica a la observación ulterior del circuito integrado.

[0011] Por otro lado es conocido utilizar un plasma para atacar la envoltura de polímero al nivel del circuito integrado. Este ataque se efectúa en un recinto estanco adaptado en el cual está dispuesto el circuito. Este recinto permite establecer un plasma por encima del circuito.

30 **[0012]** El plasma provoca un ataque de la envoltura de polímero. Sin embargo, la acción del plasma es muy lenta y no permite retirar un espesor muy reducido de la envoltura de plástico.

[0013] El documento US 4 689 467 describe un dispositivo de recorte de una pieza de fabricación hecha de un único material. El dispositivo comprende un láser y una pistola de plasma.

35 **[0014]** Sin embargo, este láser presenta una potencia demasiado elevada para poder ser utilizado en microelectrónica.

[0015] Además, la pistola de plasma es ante todo un generador auxiliar de energía que calienta la pieza de fabricación para recortarla más rápidamente. Esta pistola no puede ser utilizada para poner al desnudo un circuito integrado puesto que tendría como efecto hacer que se funda la capa de polímero, los conductores de conexión así como los componentes del circuito. También, esta pistola de plasma dañaría el circuito impreso aún no integrado.

40 **[0016]** Tal como se indica en la línea 40, columna 11 de este documento, se genera una descarga de corona, es decir un arco eléctrico para crear el plasma. Sin embargo este arco eléctrico destruiría el circuito integrado si se utilizara para poner al desnudo un circuito integrado. El chorro proveniente de la pistola de plasma tiene un efecto de micro aplicación de arena a escala atómica.

45 **[0017]** Consecuentemente, el dispositivo de recorte descrito en este documento no puede ser utilizado para poner al desnudo un circuito integrado.

[0018] El documento titulado « *Multichip module packaging of Microelectromechanical systems* » describe un procedimiento de puesta al desnudo de una micro placa de un micro- sistema electromecánico (MEMS). Según este procedimiento, dos capas de dieléctrico que recubren la micro placa se retiran por ablación durante la aplicación en primer lugar de un haz láser y luego de un ataque plasma.

50

- 5 **[0019]** Sin embargo, este documento no menciona en ningún caso que la micro placa se mantiene sobre el mismo soporte y en el mismo recinto durante la aplicación del láser y la aplicación del plasma. Sin embargo, durante el desplazamiento de la micro placa tras la aplicación del láser, deja de ser posible realizar el ataque por plasma y exactamente en el lugar escogido, teniendo en cuenta el tamaño de las porciones del circuito integrado a tratar.
- [0020]** Teniendo en cuenta la reducida capacidad de ablación del plasma, es conocido preparar la muestra reduciendo mecánicamente o químicamente el espesor de la envoltura de polímero dispuesta por encima del circuito integrado.
- 10 **[0021]** A tal efecto, según un primer modo de realización, se realiza un pulido de plano de la envoltura del circuito integrado a partir de una muela, que permite así dejar solamente un espesor reducido de la envoltura que es a continuación eliminada por la acción del plasma.
- [0022]** Según otro modo de realización, la parte esencial del espesor de la envoltura se elimina mediante un ataque químico con ayuda de un ácido y en especial de ácido nítrico o sulfúrico.
- 15 **[0023]** La acción del ácido es delicado de parar y puede provocar un dañado del circuito o de las conexiones eléctricas a la caja.
- [0024]** Estos dos procesos de realización prevén así una preparación de la muestra fuera del recinto de aplicación del plasma, y luego una etapa ulterior de tratamiento de la muestra al plasma para retirar el último espesor de polímero mientras que la muestra se ha colocado en el recinto en el cual se crea el plasma.
- 20 **[0025]** Estos procesos, son de implementación relativamente larga puesto que necesitan la realización de dos técnicas de ablación diferentes.
- [0026]** La invención tiene como objetivo el de proponer un procedimiento de puesta al desnudo de la superficie de un circuito integrado que pueda ser llevada a cabo rápidamente permitiendo a la vez obtener un estado de superficie satisfactoria del circuito integrado.
- 25 **[0027]** A tal efecto, la invención tiene por objeto un procedimiento de puesta al desnudo de un circuito integrado por ablación de una envoltura de polímero que recubre inicialmente el circuito integrado, caracterizado por el hecho de que comprende una aplicación combinada de una radiación láser y de un plasma sobre la envoltura que recubre inicialmente el circuito integrado, realizándose la aplicación combinada en un mismo recinto.
- [0028]** Algunos modos particulares de realización se describen en las reivindicaciones dependientes.
- 30 **[0029]** La invención también tiene por objeto un procedimiento de test de arrancamiento de los conductores de conexión de un circuito integrado inicialmente recubierto por una envoltura de polímero que comprende:
- una etapa inicial de puesta al desnudo del circuito integrado y de los conductores de conexión mediante un procedimiento tal como se ha descrito más arriba, y
 - una etapa de test de arrancamiento de los conductores puestos al desnudo de esta manera.
- 35 **[0030]** La invención tiene finalmente por objeto una instalación de puesta al desnudo de un circuito integrado por ablación de una envoltura de polímero que recubre inicialmente el circuito integrado que comprende:
- medios de aplicación de una radiación láser hacia la superficie del circuito integrado;
 - medios de aplicación, combinados con la aplicación de una radiación láser, de un ataque mediante plasma sobre la envoltura que recubre inicialmente el circuito integrado; y
 - una pletina de soporte del circuito integrado durante su tratamiento y los medios de aplicación de la radiación láser y los medios de aplicación del plasma son capaces de actuar sobre la misma pletina de soporte.
- 40 **[0031]** La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos en los cuales:
- la figura 1 es una vista esquemática de un primer modo de realización de una instalación de puesta al desnudo de un circuito integrado según la invención;
 - 45 - la figura 2 es una vista en perspectiva de la cámara de la instalación de la figura 1;
 - la figura 3 es un organigrama del procedimiento empleado para la puesta al desnudo de un circuito integrado;
 - la figura 4 es una vista esquemática en alzado de otro modo de realización para la instalación de realización del procedimiento; y

- la figura 5 es un esquema que muestra las etapas sucesivas de tratamiento de una muestra que comprende dos circuitos en una misma envoltura.

[0032] La instalación 10 ilustrada en la figura 1 es capaz de asegurar la puesta al desnudo de una muestra 12 compuesta por un circuito integrado contenido en una envoltura de polímero por realización sucesiva de un haz láser y de un plasma bajo vacío. El circuito 12 está soportado por una pletina 13.

[0033] Esta instalación comprende una cámara de vacío 14 que delimita un recinto estanco 16. La cámara 14 se representa con más detalle en la figura 2.

[0034] La cámara 14 presenta un fondo plano 18, una pared lateral generalmente cilíndrica 20 y una tapa 22 de forma general troncocónica sobre la cual hay un techo plano 24. El techo 24 presenta una ventana transparente 26 dispuesta al nivel de la parte central del fondo 18 donde se encuentra la pletina 13 en la figura 1 cuando esta está en posición de tratamiento del circuito.

[0035] Una fuente láser 28 está dispuesta en el exterior de la cámara 14 frente a la ventana 26 y está girada hacia la muestra 12. Este láser es por ejemplo un láser Galvano, de tipo Nd:Yag o un láser Excimer. Este láser está unido para su control por una unidad central de pilotaje 30.

[0036] La unidad central de pilotaje 30 está formada por ejemplo por un ordenador asociado a unas tarjetas de entrada y de salida.

[0037] La fuente láser 28 está sostenida por unos medios 32 de desplazamiento del haz láser en el plano del circuito 12 según dos direcciones perpendiculares entre sí. Estos medios de desplazamiento están conectados a la unidad central de pilotaje 30 capaz de controlar la posición del láser y que permite un barrido de la superficie superior del circuito 12 por el haz láser.

[0038] Por otro lado, la pared troncocónica 22 de la tapa está provista de una ventana transparente 34 detrás de la cual está dispuesta una cámara de observación 36 colocada en el exterior del recinto y dirigida para observar la muestra 12 dispuesta en el recinto.

[0039] La cámara 36 está conectada a un monitor de observación 38 que permite seguir la evolución de la puesta al desnudo de la superficie del circuito integrado.

[0040] Tal como se ilustra en la figura 1, el eje óptico de la cámara 36 está desplazado angularmente con respecto a la normal al circuito 12.

[0041] Así, ventajosamente, un circuito corrector de imágenes está interpuesto entre la cámara 36 y el monitor 38. Este circuito corrector de imágenes es capaz de llevar a cabo un algoritmo de tratamiento de imágenes que permite enderezar la imagen inicialmente en forma de trapecio obtenida por el circuito con la finalidad de que esta imagen tenga una forma rectangular como si hubiese sido observada con un eje óptico de cámara perpendicular a la normal al circuito.

[0042] Como variante, un espejo o un conjunto de espejos está dispuesto en el interior del recinto entre la cámara 36 y el circuito 12, con el fin de modificar el haz entre la cámara y el circuito y así asegurar, mediante una corrección de los ángulos, una rectificación de la imagen.

[0043] Según otro modo de realización, dos cámaras con ángulos diferentes están posicionados para observar el circuito. Las imágenes obtenidas por las dos cámaras se envían a una unidad de tratamiento de imágenes que permite producir una imagen estereoscópica del circuito.

[0044] Según un modo de realización ventajoso, se combinan los tres enfoques anteriores. Así, se emplean por ejemplo dos cámaras para obtener una imagen estereoscópica del circuito mientras que una tercera cámara se asocia a un juego de espejos o a una unidad de tratamiento de imágenes con la finalidad de obtener una imagen rectangular enderezada del circuito.

[0045] Una tobera 40 de inyección de un gas de limpieza está dispuesta a través de la pared troncocónica 22. Esta tobera está orientada hacia el circuito integrado 12. La tobera 40 se alimenta desde una fuente 42 de gas de limpieza a presión. La alimentación de la tobera 40 a partir del gas contenido en la fuente 32 se controla mediante la unidad central de pilotaje 30 que pilota una compuerta 44.

[0046] El gas contenido en la fuente 42 proyectado por la tobera 40 está por ejemplo compuesto por dióxido de carbono capaz de pulverizar la materia no retirada por el plasma.

[0047] El recinto comprende además unos medios 46 de establecimiento de un plasma sobre la superficie a poner al desnudo del circuito integrado 12. Estos medios 46 comprenden una corona 48 de inyección de un gas capaz de ser ionizado. Esta corona está dispuesta según el eje de la cámara en el interior de la cámara en la vecindad de la ventana 26. La corona 48 comprende un conjunto de perforaciones distribuidas en su periferia y orientadas hacia el circuito 12.

[0048] La corona 48 se alimenta mediante una fuente de gas de ionización 50 dispuesta en el exterior de la cámara a la cual la corona está conectada a través de una compuerta 52 pilotada por la unidad central de pilotaje 30.

5 **[0049]** El gas contenido en la fuente 50 está formado por ejemplo por una mezcla de oxígeno y de tetra-fluoruro de carbono.

[0050] Los medios 46 de establecimiento de un plasma comprenden además un generador de radio frecuencia 54 conectado con la pletina 13 de soporte de la muestra. Este generador 54 es capaz de crear un campo electromagnético intenso capaz de provocar la ionización del gas contenido en la cámara.

[0051] El generador 54 está unido para su pilotaje a la unidad central de pilotaje 30.

10 **[0052]** Unas bocas de aspiración 56 están dispuestas en el fondo 18 alrededor de la muestra 12. Estas bocas están conectadas a una bomba de vacío 58 pilotada por la unidad central de pilotaje 30. Las bocas 56 son capaces de aspirar el gas contenido en la cámara así como los escombros obtenidos durante la dislocación de la envoltura bajo la acción de la radiación láser y del plasma.

15 **[0053]** Tal como se ilustra en la figura 2, la pletina de soporte de la muestra 13 está montada desplazable por deslizamiento con respecto a la cámara 14. La cámara 14 comprende en su pared lateral 20 una abertura de introducción 60 a través de la cual la pletina 13 que soporta la muestra 12 está montada deslizante. La pletina 13 es solidaria de un cajón deslizante 62 montado desplazable sobre dos correderas laterales 64 solidarias de la cámara 14. El cajón 64 es desplazable entre una posición de colocación del circuito en la cual la pletina está esencialmente fuera de la cámara 14 y la posición de tratamiento del circuito en la cual la pletina 13 y en especial la muestra se encuentran al nivel de la ventana 26.

[0054] La pletina 13 y el cajón 62 están provistos de una junta de estanqueidad que permite asegurar la estanqueidad de la cámara 16 cuando la pletina está en posición de tratamiento de la muestra. La pletina comprende una escuadra 66 de posicionamiento del circuito integrado 12.

25 **[0055]** Una máscara de protección 68 está finalmente dispuesta por encima del circuito y soportada por la pletina 13. Esta máscara delimita un orificio 70 para el paso del haz láser y del plasma al nivel de la parte que debe ponerse al desnudo del circuito integrado.

30 **[0056]** Para la puesta al desnudo de un circuito integrado, el circuito se posiciona en primer lugar sobre la pletina 13 por debajo de la máscara 68 y luego la pletina se introduce en la cámara. A continuación se realiza el vacío en la cámara mediante la bomba 58. La superficie que debe ser puesta al desnudo del circuito integrado se somete a continuación a una radiación láser desde la fuente 28 en la etapa 72 de la figura 3. El haz láser empleado tiene preferentemente una potencia comprendida entre 1 y 50 Watts. Se aplica durante una duración por ejemplo comprendida entre 5 y 30 segundos. El haz láser se aplica en particular con el fin de permitir la ablación de la envoltura del circuito sobre la parte esencial de su espesor, dejando solamente un espesor residual comprendido entre 50 y 200 nm y preferentemente igual a 100 nm.

35 **[0057]** Durante el tratamiento por el haz láser, se observa la evolución del circuito desde la cámara 36. Los escombros de la envoltura retirados se recogen por las bocas 56.

40 **[0058]** Después de que no quede más que la capa residual de polímero, se establece un plasma en la vecindad del circuito 12 en la etapa 74 sin que el circuito haya salido del recinto 16 y mientras que este sigue estando en condiciones de vacío. Este plasma se establece por inyección de gas desde la corona 48 y la creación de un campo magnético por el generador 54.

[0059] El plasma presenta preferentemente las características capaces de asegurar una dislocación de la resina presente. La temperatura, el nivel de presión de trabajo, y la naturaleza de los gases empleados se escogen según el tipo y el espesor de resina.

[0060] Se aplica durante una duración comprendida entre 30 y 240 minutos.

45 **[0061]** La presencia del plasma permite, por la acción de las partículas ionizadas una eliminación completa de la capa residual de polímero, incluso en las partes opuestas a los despojos del circuito y debajo de las conexiones de cobre.

[0062] Durante la aplicación del plasma, unas pulverizaciones periódicas de dióxido de carbono permiten la eliminación de los residuos obtenidos.

50 **[0063]** Según una variante de realización, la primera etapa 72 de realización de la radiación láser se efectúa mientras que el circuito integrado está sometido a un plasma.

[0064] Cuando ello resulte necesario, por ejemplo debido al hecho de un espesor desigual de la capa residual de polímero que recubre el circuito, se reiteran las etapas 72 y 74 sucesivas de aplicación de un láser y de un

plasma con el fin de permitir la ablación de la capa residual en las regiones en las que esta es la más gruesa mediante el haz laser, tras una acción anterior del láser y del plasma. Tras la segunda aplicación de la radiación laser, se aplica una última etapa de tratamiento mediante plasma.

5 **[0065]** Según otro modo de realización, el plasma creado en la cámara 16 se mantiene no por la creación de un campo magnético gracias al generador 54 sino por su exposición a una radiación láser de potencia adaptada, siendo esta radiación capaz de ionizar el gas en la cámara pero siendo insuficiente para atacar por sí misma la envoltura de polímero.

[0066] Se concibe que con este procedimiento, el circuito puede ponerse al desnudo de manera muy precisa, debido a la acción final del plasma.

10 **[0067]** Por otro lado, la realización combinada de la radiación láser y del plasma en un mismo recinto reduce las manipulaciones y permite pro lo tanto un procedimiento de puesta al desnudo muy rápido y de fácil implementación. El hecho de permanecer bajo vacío entre las dos operaciones permite no oxidar los metales que constituyen el circuito o las conexiones del circuito con el aire ambiente.

15 **[0068]** La acción combinada del láser en un primer tiempo y del plasma en un segundo tiempo permite una puesta al desnudo muy satisfactoria de los cables de conexión que unen el circuito integrado propiamente dicho con las patas de conexión laterales que sobresalen con respecto a la caja. Efectivamente, la acción del láser permite despejar la superficie superior de estos cables de conexiones mientras que el polímero situado por debajo de los cables de conexión se retira por la acción del plasma, sin que se dañen los cables de conexión.

20 **[0069]** Esta puesta al desnudo de los cables de conexión es especialmente útil para una etapa ulterior de tests de arrancamiento de los cables de conexión, no modificándose los resultados obtenidos en los tests de arrancamiento por la acción agresiva realizada para retirar el polímero.

[0070] En la figura 4 se ilustra otro modo de realización de puesta al desnudo de un circuito integrado. En esta figura, los elementos idénticos o correspondientes a aquellos de la figura 1 se designan mediante los mismos números de referencia.

25 **[0071]** En este modo de realización, el plasma bajo vacío se sustituye por un plasma atmosférico. Así, se suprime la cámara 14. La muestra 12 soportada por la pletina 13 está como anteriormente dispuesta frente a la fuente láser 28 y se prevén unos medios 40, 42, 44 de inyección de un gas de limpieza.

30 **[0072]** Los medios de establecimiento de un láser atmosférico comprenden una tobera 100 de liberación de un gas de plasma conectada a una fuente de gas 102 que contiene oxígeno o una mezcla de oxígeno y de tetra-fluoruros de carbono. El láser se utiliza como fuente de excitación del gas inyectado con el fin de provocar la ionización del gas de plasma.

[0073] El procedimiento empleado en esta instalación es idéntico a aquel empleado en la instalación de la figura 1, estando el circuito 12 expuesto en primer lugar a una radiación láser y luego a un ataque mediante plasma.

35 **[0074]** En la figura 5 se ilustran las etapas sucesivas de la puesta al desnudo de la superficie de dos circuitos integrados en una misma caja hecha de polímero.

40 **[0075]** Actualmente, es conocido asociar varios circuitos integrados 100A, 100B en un mismo polímero 102, lo que permite así tener el equivalente de una tarjeta electrónica en miniatura. Estos circuitos se llaman corrientemente "sistema in package" (sistema en una caja o SIP) o "módulo multi chip " (módulo multi componente o MCM). Los circuitos integrados dispuestos en este tipo de caja pueden tener superficies superiores situadas a unos niveles diferentes, en especial cuando los circuitos integrados tienen unos espesores diferentes.

45 **[0076]** Según la invención, la caja se somete en primer en la etapa 104 a una radiación láser que tiene por objetivo retirar la parte esencial del espesor de la capa de cobertura. La parte retirada se indica por 105. Esta ablación se realiza mediante varios barridos efectuados con la radiación láser, siendo el número de barridos mayor por encima del circuito cuya cara superior es más profunda. Así, el láser se aplica para dejar subsistir sobre cada uno de los circuitos una capa residual de polímero 102 de sensiblemente el mismo espesor.

[0077] A continuación, tal como se ilustra en la etapa 106, los circuitos integrados 100A, 100B se someten a un plasma que garantiza la ablación simultánea de la capa residual de polímero que queda por encima de los diferentes circuitos.

50 **[0078]** Cualquiera que sea el modo de realización de la instalación, según un modo de realización especialmente ventajoso de la invención, la máscara de protección 68 es inicialmente una placa maciza hecha de polímero o de metal. El orificio 70 se mecaniza directamente por la radiación láser proveniente del láser 28. Así, la abertura se posiciona de manera muy precisa y presenta una forma exactamente satisfactoria para el tratamiento del circuito

colocado por debajo. Este ajuste es difícil de realizar manualmente con un posicionamiento mecánico de una máscara pre-mecanizada.

[0079] Por otro lado, si en el transcurso del tratamiento del circuito, resulta que deben estudiarse otras zonas del circuito, las cuales están cubiertas por la máscara de protección 68, se dispone un orificio complementario en la máscara de protección 68 por acción de la radiación láser proveniente del láser 28 para crear otra zona de trabajo.

[0080] Asimismo, como variante, el orificio 70 inicial se amplía por la acción del láser.

[0081] El ataque por plasma realizado en el transcurso de la etapa 74 es un grabado físico-químico (RIE: *Reactive Ion Etching*). El plasma se genera creando un campo magnético en un gas a una presión que está comprendido generalmente entre 10mTorr y 1000 mTorr. Es un plasma llamado de baja presión.

[0082] El campo magnético se crea mediante el generador de radiofrecuencia 54 conectado a unos electrodos dispuestos en el recinto 16 en el entorno de la mezcla de oxígeno y de tetra-fluoruro de carbono a baja presión. El campo magnético ioniza las moléculas de la mezcla de gas despojándolas de sus electrones, creando así el plasma.

[0083] El circuito integrado 12 absorbe los electrones libres acelerados por el campo magnético de manera que se carga negativamente. El plasma, al contrario, se carga positivamente debido a su elevada concentración de iones positivos comparados con los electrones libres. Debido a esta elevada diferencia de potencial, unos iones positivos se desplazan hacia el circuito 12 donde colisionan con el polímero residual y el polímero situado bajo los conductores de conexión a atacar químicamente. Los iones reaccionan químicamente con el polímero residual y eyectan una parte de este polímero transfiriendo su energía cinética.

[0084] El ataque por plasma se realiza durante o después de la aplicación del láser mientras el circuito integrado 12 se mantiene sobre la misma pletina de soporte y esta última no se desplaza.

[0085] Como variante, la aplicación de la radiación láser se realiza hasta que el espesor de la capa de polímero residual por encima del circuito integrado esté comprendido entre 200 nm y 0 nm.

[0086] La potencia del láser utilizado es de aproximadamente 0,5 Watts por cm².

[0087] Según un modo de realización de la invención, el procedimiento de puesta al desnudo de la superficie de un circuito integrado se realiza según las etapas descritas a continuación.

[0088] La muestra es un componente electrónico que presenta un tamaño de aproximadamente algunos cm². Este componente está envuelto en una resina a base de polímero (aspecto plástico negro). Este componente debe abrirse de tal manera que pueda poner al desnudo el circuito integrado. Durante la fabricación de este circuito integrado, el circuito integrado se monta sobre una armadura generalmente metálica sobre la cual se encuentran las espigas (o patas) de conexiones exteriores. La conexión entre el circuito integrado y los espigas se hace mediante unos conductores de conexión soldados por uno y otro lado.

[0089] El conjunto se envuelve en la resina a base de polímero dejando únicamente el extremo de las espigas de conexión al desnudo. En el proceso de envolver, el circuito integrado se encuentra raramente colocado exactamente en el centro y aún menos en un plano perfectamente paralelo con la superficie la envoltura del componente.

[0090] El espesor de polímero a retirar no es por lo tanto uniforme sobre esta superficie para poner al desnudo la superficie del circuito integrado.

[0091] De una manera preferente, se realiza una imagen por rayos X del componente de tal manera que se pueda estimar el tamaño del circuito integrado. Por correlación de esta misma imagen de rayos X con una imagen a escala del componente, obtenida con una cámara óptica calibrada, puede medirse la posición del circuito integrado (vista por encima) con el fin de reposicionar la zona de aplicación del láser y del plasma con respecto al propio componente.

[0092] En el presente caso, el circuito integrado presenta un tamaño de 200 mm x 200 mm.

[0093] El componente electrónico se posiciona entonces sobre una pletina para ser introducido en el dispositivo según la invención.

[0094] El orificio sirve para proteger los espigas exteriores de la muestra. El orificio 70 de la máscara de protección 68 presenta un tamaño de aproximadamente 1 milímetro cuadrado. En este orificio, la aplicación combinada del láser y del plasma se realiza sobre una zona predefinida del circuito integrado.

[0095] La medida de la posición de la zona de aplicación se alinea entonces sobre el componente posicionado sobre la pletina de soporte 13. Este posicionamiento puede hacerse de varias maneras. Ya sea con un sistema

de metrología, que permite la medida de las dimensiones con respecto a una referencia de la pletina, ya sea con una cámara óptica calibrada o incluso un puntero láser motorizado. Asimismo pueden medirse las alturas ya sea con un sistema de metrología (palpador motorizado), ya sea con un sistema de interferometría, ya sea con una cámara provista de un sistema calibrado en altura.

5 **[0096]** Para un primer componente, los espesores de resinas no pueden medirse con precisión. También, una zona más ancha que el circuito se define con astucia sobre la cual se aplicará el láser y/o el plasma.

10 **[0097]** Se lanza una primera ablación láser sobre una zona de 220mm x 220 mm, para cubrir la zona del circuito integrado de 200 mm x 200 mm. Tras algunos minutos se detiene la operación para controlar la altura de resina retirada. La altura se mide preferentemente en el recinto 16 de tal manera que pueda eliminar los riesgos de error de reposicionamiento de la pletina de soporte 13 en el recinto. Efectivamente, es muy difícil reposicionar un elemento mecánico a menos de algunas decenas de micras. Un tal reposicionamiento sería un riesgo de error que perjudicaría el éxito de abertura del componente y las etapas necesarias alargarían de manera excesiva la duración total de la abertura.

15 **[0098]** La medida se hace por ejemplo con una cámara 36 que actúa sobre la focalización para tener una medida de altura.

[0099] Esta medida nos permite aumentar a la velocidad de ablación láser.

[0100] En el presente ejemplo, el espesor de resina es de 1,5 mm.

20 **[0101]** Se realiza otra zona un poco más pequeña 220 mm x 210 mm de tal manera que pueda mantener un escalón M1. La altura del escalón M1 se medirá posteriormente para determinar de manera más precisa la velocidad de ablación láser.

[0102] Habiendo guardado la posición del componente electrónico, se lanza directamente la ablación láser, sin volver a alinear la pletina. La duración de ablación se calcula para que queden 700 mm de resina.

[0103] De nuevo, se detiene y se realiza una medida de tal manera que pueda calibrar mejor la velocidad de grabado y se deja un escalón M2.

25 **[0104]** En este momento, se pasa, siguiendo sin sacar el componente electrónico del recinto 16, a un grabado por plasma. Con un plasma físico-químico de tipo (Reactive Ion Etching) RIE, la velocidad de grabado típica es de 27 mm/h. Se realiza entonces un primer barrido en una zona de 210 mm x 210 mm para calibrar la velocidad de grabado de la resina con un escalón M3.

30 **[0105]** Se vuelve la ablación láser de manera que se dejen por ejemplo 200 mm de resina, sobre una zona más pequeña de 200 mm x 210 mm.

[0106] Cuando se para, nos apercebimos de que un borde del circuito ya es visible. La ablación láser ha ido más lejos de lo previsto. En nuestro ejemplo la explicación viene de la posición inclinada (verticalmente) del circuito.

[0107] Se escoge entonces volver a hacer una zona de ablación para poner al desnudo el resto del circuito. La zona de ablación tiene una forma triangular, pasando por las tres esquinas que aún no están desnudas.

35 **[0108]** En profundidad se escoge una pendiente que tenga una profundidad más importante en una esquina diametralmente opuesta a aquella desnuda.

[0109] Se vuelve a lanzar la ablación sobre esta nueva zona triangular para retirar 20 mm en la parte más baja, lo cual se deduce de la estimación realizada de la pendiente de la inclinación en cuestión.

40 **[0110]** A continuación se procede al plasma, sobre una zona un poco más ancha para ir más cerca del circuito y se pone al desnudo el resto del circuito.

[0111] Si es necesaria, se vuelve a utilizar una ablación láser. A esta le puede seguir una ablación plasma hasta que el circuito ya esté totalmente al desnudo.

45 **[0112]** Para la abertura de un segundo componente del mismo tipo, las velocidades de grabado pueden ser calibradas por la medida fina de los escalones M1, M2 y M3 por ejemplo. Asimismo la altura precisa entre la superficie de la envoltura y el circuito integrado se mide sobre el primer circuito y se utiliza como referencia para los circuitos siguientes.

50 **[0113]** Puede entonces lanzarse la ablación para dejar aproximadamente 200 mm sobre toda la superficie del circuito. Sin embargo, según la confianza que se tiene sobre la variabilidad de la posición del circuito de un componente al otro se podrá por ejemplo dejar un margen (250 mm en lugar de 200 mm) o al contrario plantear un valor más reducido (50 mm en lugar de 200 mm) de tal manera que pueda ir más deprisa para el plasma.

5 **[0114]** Los plasmas utilizados son unos plasmas de grabado. Preferentemente se utiliza un plasma de tipo RIE (Reactive Ion Etching) de entre estos dos plasmas. Sin embargo, un plasma inductivo de tipo ICP (Inductively Coupled Plasma) obtendría muy buenas prestaciones. La diferencia entre estos dos plasmas se sitúa entre la preparación del plasma que se hace en una cámara exterior. A continuación, el plasma se transfiere por un tubo a la cámara donde se encuentra la muestra, siendo la distancia que separa las dos cámaras típicamente de 10 cm.

[0115] En todos los casos, los plasmas de grabado pueden tener una velocidad de grabado inferior a 120 mm por hora. Típicamente, durante la utilización de un plasma de tipo RIE, la velocidad es de 27 mm por hora.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Procedimiento de puesta al desnudo de un circuito integrado por ablación de una envoltura de polímero que recubre inicialmente el circuito integrado, **caracterizado por el hecho de que** comprende una aplicación combinada de una radiación láser y de un plasma sobre la envoltura que recubre inicialmente el circuito integrado, realizándose la aplicación combinada en un mismo recinto (16).
- 2.** Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** comprende en primer lugar una etapa (72) de aplicación de una radiación láser y luego una etapa (74) de aplicación de un plasma.
- 3.** Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por el hecho de que** la etapa (74) de aplicación del plasma se inicia mientras el circuito integrado sigue estando sometido a una radiación láser.
- 10 **4.** Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por el hecho de que** la aplicación (72) de la radiación láser se realiza hasta que el espesor de la capa de polímero residual por encima del circuito integrado esté comprendido entre 50 y 200 mm.
- 15 **5.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por el hecho de que** comprende dos fases sucesivas de tratamiento en primer lugar por aplicación de una radiación láser y luego por aplicación de un plasma.
- 6.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** la aplicación (72) de la radiación láser se realiza mientras el circuito integrado está sometido a la aplicación de un plasma.
- 20 **7.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** comprende una etapa de pulverización de un flujo gaseoso hacia la superficie del circuito integrado capaz de despejar las partículas residuales presentes en el circuito integrado.
- 8.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el plasma es un plasma bajo vacío.
- 25 **9.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por el hecho de que** el plasma es un plasma atmosférico.
- 10.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el plasma contiene oxígeno y tetra-fluoruro de carbono.
- 30 **11.** Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** comprende una etapa previa de puesta en vacío del recinto (16) **y por el hecho de que** dicho recinto (16) permanece bajo vacío durante la aplicación combinada de la radiación láser y del plasma.
- 12.** Procedimiento de test de arrancamiento de los conductores de conexión de un circuito integrado inicialmente recubierto por una envoltura de polímero que comprende:
 - una etapa inicial (72, 74) de puesta al desnudo del circuito integrado y de los conductores de conexión mediante un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y
 - 35 - una etapa de test de arrancamiento de los conductores puestos al desnudo de esta manera.
- 13.** Procedimiento de test según la reivindicación 12 **caracterizado por el hecho de que** la aplicación del plasma es capaz de retirar el polímero residual y el polímero situado sobre los conductores de conexión.
- 14.** Instalación de puesta al desnudo de un circuito integrado por ablación de una envoltura de polímero que recubre inicialmente el circuito integrado que comprende:
 - 40 - medios (28) de aplicación de una radiación láser hacia la superficie del circuito integrado;
 - medios de aplicación, combinados con la aplicación de una radiación laser, de un ataque mediante plasma sobre la envoltura que recubre inicialmente el circuito integrado; y
 - una pletina (13) de soporte del circuito integrado durante su tratamiento, siendo los medios (28) de aplicación de la radiación láser y los medios (46) de aplicación del plasma capaces de actuar sobre la misma pletina de soporte (13).
 - 45

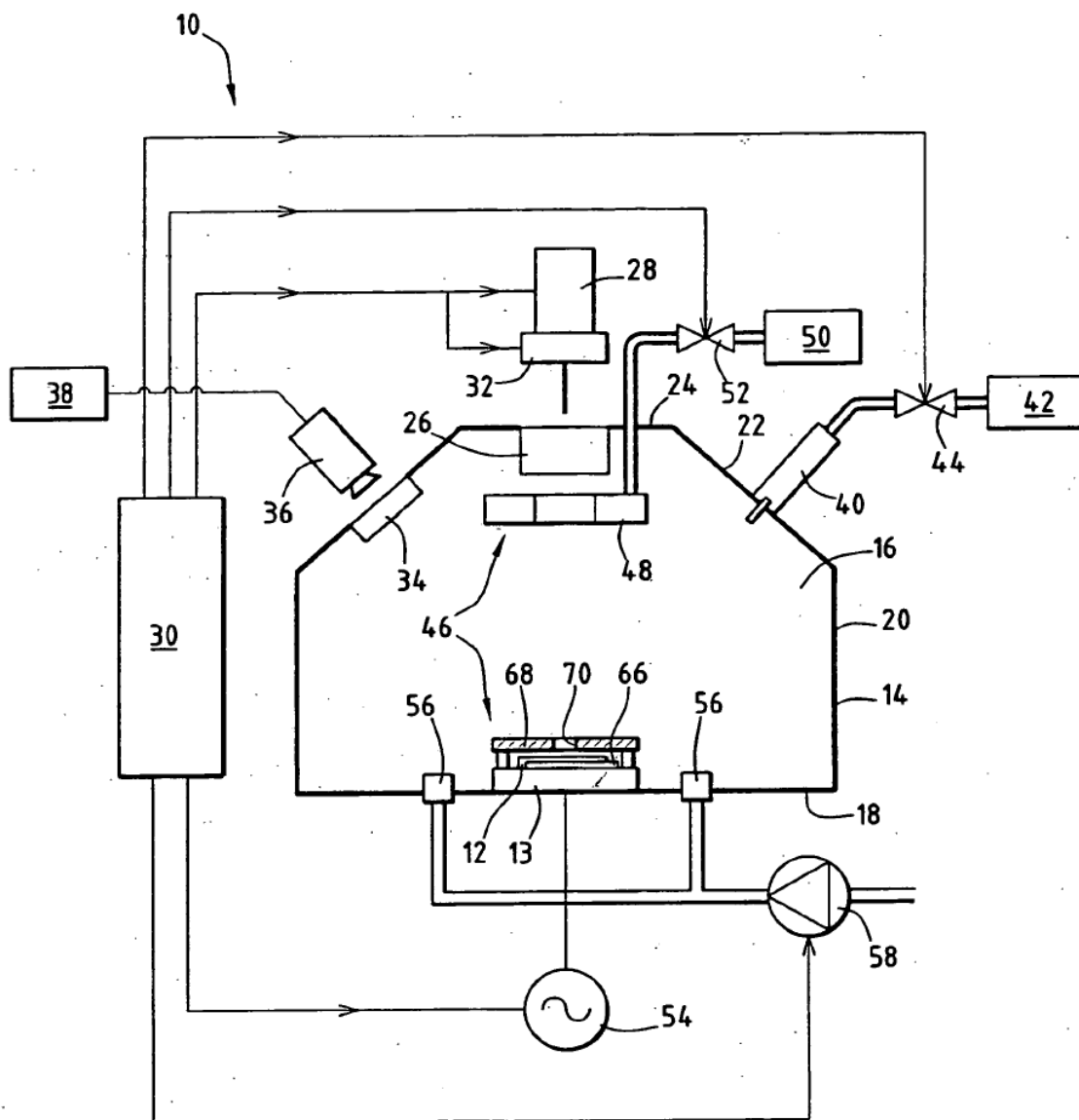


FIG.1

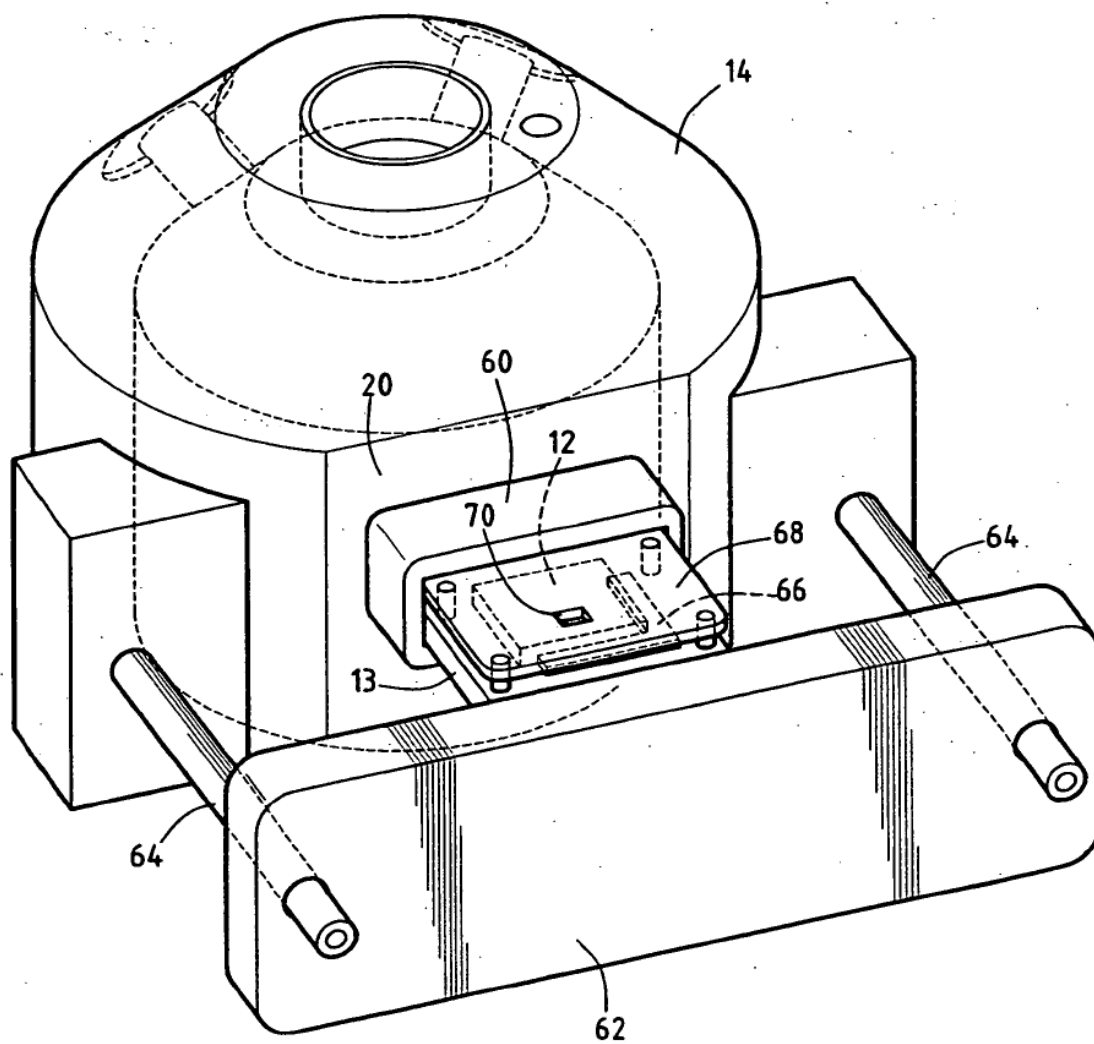


FIG.2

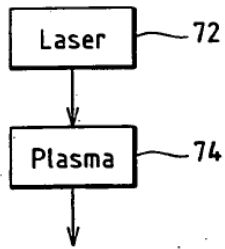


FIG. 3

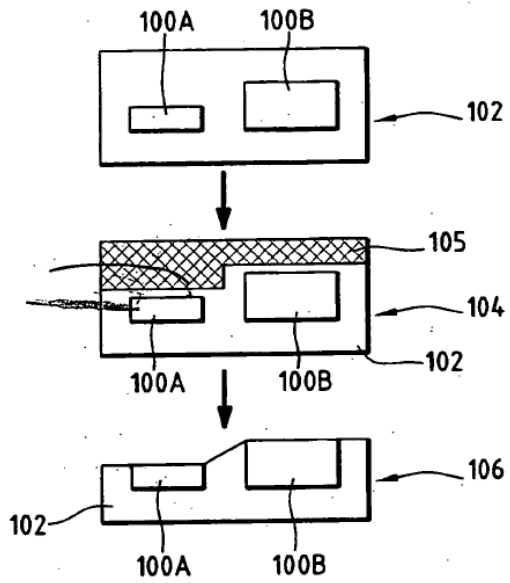


FIG. 5

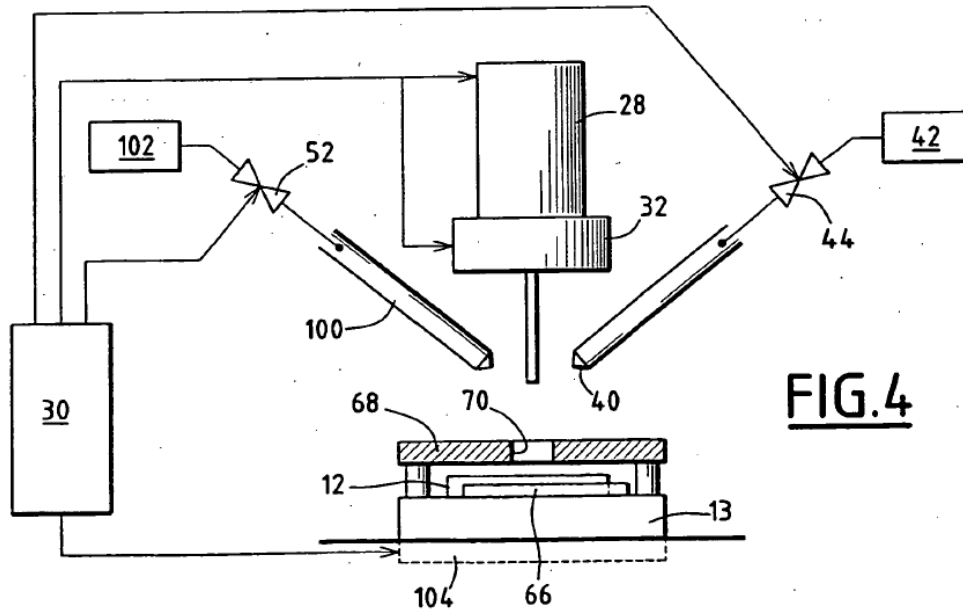
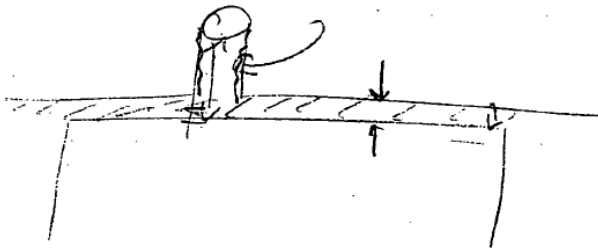


FIG. 4