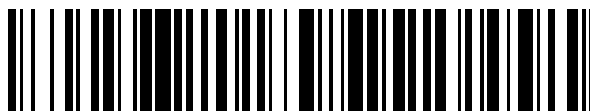


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 539 860**

51 Int. Cl.:

**H01L 21/60** (2006.01)

**B23K 26/00** (2014.01)

**C03C 27/00** (2006.01)

**G02F 1/13** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2011 E 11729434 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015 EP 2572373**

54 Título: **Método para sellar y poner en contacto sustratos utilizando luz láser y módulo electrónico**

30 Prioridad:

**18.05.2010 FI 20105539**

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

**06.07.2015**

73 Titular/es:

**CORELASE OY (100.0%)  
Kauhakorvenkatu 52  
33720 Tampere, FI**

72 Inventor/es:

**KANGASTUPA, JARNO;  
AMBERLA, TIINA y  
YAMADA, KAZUO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 539 860 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**

Método para sellar y poner en contacto sustratos utilizando luz láser y módulo electrónico

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere al procesado de sustratos utilizando láseres. En particular, la invención se refiere a soldar sustratos de vidrio y/o de semiconductores que contienen áreas de contactos eléctricos utilizando luz láser de pulsos. Los sustratos pueden comprender, por ejemplo, zafiro, cuarzo o silicio.

**Antecedentes de la invención**

10 El documento de la patente EP 1369912 describe un método de enlazar un circuito integrado con contactos por una cara (denominado habitualmente "flip chip") a un portador de circuitos integrados utilizando un haz láser. El método comprende alinear un área de contacto del circuito integrado y un área de contacto del portador del circuito integrado y proyectar un haz láser a través del circuito integrado o del portador sobre las zonas o áreas de contacto alineadas a fin de enlazar eléctricamente ambas entre sí. Sin embargo, los alrededores del área de contacto permanecen expuestos al aire ambiente (al oxígeno) y a la humedad, lo cual puede tener un efecto perjudicial sobre el dispositivo que se está fabricando.

15 Los documentos de las patentes US 2004/207314, US 2005/174042, US 2003/197827 y JP 2005/028891 describen otros métodos que utilizan la soldadura mediante láser para poner en contacto o unir partes o piezas de semiconductor o sustratos de vidrio. Asimismo, ninguno de estos métodos, sin embargo, es capaz de producir una estructura a la vez bien sellada y que esté bien en contacto.

**20 Compendio de la invención**

Es un objetivo de la invención conseguir un método mejorado para poner en contacto sustratos utilizando luz láser, de forma que el método proporcione también protección contra las partículas, el oxígeno y la humedad.

Un objetivo adicional de la invención es proporcionar un módulo electrónico bien sellado que tiene contactos eléctricos.

25 Estos objetivos se consiguen mediante el método y el módulo electrónico según las reivindicaciones independientes.

La invención se basa en el hallazgo de que la luz láser puede inducir la fusión tanto de los materiales del sustrato, que generalmente son aislantes, como de las capas conductoras que se aplican sobre el mismo, junto con el barrido de la luz láser pulsada sobre las zonas de interfaz. Se consigue una fusión prácticamente completa de ambas áreas (soldadura).

30 En una realización, la invención proporciona un método para fundir y poner eléctricamente en contacto un primer sustrato aislante, preferentemente un sustrato de vidrio, que tiene al menos una primera capa conductora, es decir, un terminal de contacto, con al menos un segundo sustrato aislante situado sobre él, preferentemente un sustrato de vidrio o de silicio, que tiene al menos una segunda capa conductora situada sobre él. El método comprende:

- 35 - apilar el primer y segundo sustratos de tal modo que se forme una zona de interfaz entre ellos; la zona de interfaz comprende:
  - una zona de contacto eléctrico en la cual al menos una primera capa conductora está situada enfrente de al menos una segunda capa conductora y está al menos parcialmente alineada con ella y
  - una zona de fusión del sustrato en la cual los sustratos aislantes están uno enfrente del otro;
- 40 - enfocar a la zona de interfaz de los sustratos a través de uno de los sustratos varios pulsos láser enfocados secuenciales procedentes de una fuente láser, siendo escogidos la duración del pulso, la frecuencia del pulso y la potencia del pulso de la luz láser de modo que proporcionen la fusión local de los materiales de los sustratos y de las capas conductoras;
- 45 - mover la fuente láser y el sustrato uno respecto de otro con una velocidad y un recorrido predeterminados, de tal forma que se forme una zona modificada estructuralmente en la zona de interfaz, de tal forma que la zona modificada estructuralmente se solape con dicha zona de contacto eléctrico y con dicha zona de fusión del sustrato.

La expresión "sustrato aislante" se refiere a todos los sustratos no conductores, incluyendo sustratos semiconductores intrínsecos, que se usan con frecuencia en microelectrónica en forma de obleas. La capa conductora es, típicamente, una capa metálica.

La invención proporciona ventajas significativas. En primer lugar, puesto que las conexiones mecánica y eléctrica de los sustratos se realizan en la misma etapa del procesado, el método es sencillo y proporciona ahorros tanto de tiempo como económicos. En segundo lugar, el cordón o marca de soldadura se puede hacer completamente hermético o estanco debido a la fusión directa de los materiales. En tercer lugar, se puede usar el mismo esquema

de exposición al láser para conectar de forma puramente mecánica o eléctrica otros sustratos o componentes en el mismo dispositivo eléctrico. En cuarto lugar, se puede producir un cordón de soldadura de muy alta calidad y libre de pequeños orificios.

5 Según una realización, al menos uno de los cuerpos de sustrato es transparente para la longitud de onda láser utilizada. Esto permite que el láser sea guiado a través del sustrato y enfocado en la interfaz, donde la intensidad por unidad de volumen es suficientemente alta para conseguir el calentamiento y la soldadura de los sustratos o de sus áreas de contacto.

10 Un objetivo de la invención es producir la soldadura de los sustratos inducida por láser y la puesta en contacto eléctrico de los mismos, en la cual el cordón de soldadura producido es de calidad más alta, es decir, está esencialmente libre de microrroturas. Esto se consigue, en particular, utilizando pulsos láser en la escala de los picosegundos, los cuales inducen en el sustrato, además de absorción no lineal, también un efecto de absorción lineal considerable, siempre y cuando se dirijan al sustrato con una frecuencia espacial y temporal suficiente. Por lo tanto, se dirige al sustrato un pulso posterior de tal forma que se solape de manera significativa con la zona afectada por el pulso anterior, estando dicha zona todavía suficientemente caliente, de forma que se obtiene una ganancia adicional de absorción de energía del láser por el sustrato debido a la absorción lineal. Además del aumento en la absorción, una tasa alta de repetición de pulsos disminuirá la susceptibilidad a las microrroturas del material o de los materiales del sustrato. Esto se debe a que el pulso precedente puede hacer menos rígido el material y cuando el pulso siguiente llega, se disminuirá la onda de choque.

Se puede usar un aparato que comprende:

- 20
- una fuente de láser pulsante para emitir pulsos de láser que tienen una duración, una frecuencia y un diámetro de área focal predefinidos;
  - medios para sujetar y mantener en posición los sustratos de tal forma que la luz láser se pueda guiar desde la fuente de láser pulsante hasta la zona de interfaz de los sustratos a través de uno de los sustratos;
  - 25 - medios de mover los sustratos con respecto a la fuente de láser pulsante con una velocidad predefinida y a lo largo de un camino o recorrido predefinido.

De manera alternativa, el haz láser se puede guiar utilizando óptica de espejos, por ejemplo, para evitar el movimiento de la fuente láser y/o de los sustratos.

30 La distancia óptica eficaz entre la fuente láser y el sustrato se dispone u organiza de tal forma que los pulsos del láser se enfoquen en la zona de interfaz de los sustratos. Esto quiere decir que ambos sustratos absorben de cada pulso individual la suficiente energía como para que se funda localmente el material o materiales de los sustratos.

Se ha encontrado que el método según la invención proporciona sustratos procesados que tienen una cantidad baja de microrroturas dentro de los materiales procesados y, en consecuencia, una resistencia alta a la flexión de los componentes procesados.

35 En este documento, el término "sustrato", significa, en sentido amplio, cualquier material o combinación de materiales objetivo en el que se producen cambios estructurales (fusión y re-solidificación) bajo exposición a un láser pulsante adecuado. El sustrato puede ser sustancialmente homogéneo o puede comprender varias regiones o capas hechas de diferentes materiales. Las regiones o capas pueden estar inicialmente conectadas. El procesado se puede dirigir a una capa o región individual o a la interfaz de dos o más capas o regiones, dependiendo del efecto deseado.

40 Otras realizaciones y ventajas de la invención se describen en la siguiente descripción detallada, con referencia a los dibujos anexos.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista lateral del proceso de soldadura según una realización de la invención.

La figura 2 ilustra una vista lateral del producto soldado resultante del proceso mostrado en la figura 1.

45 Las figuras 3a a 3c muestran vistas lateral y superior de a) un microcircuito, b) un sustrato de vidrio y c) un módulo electrónico que comprende los componentes de a) y b) fundidos y conectados eléctricamente, de acuerdo con la invención.

La figura 3d muestra una vista superior de un módulo electrónico multifunción fabricado con ayuda de la invención.

Las figuras 4a a 4d ilustran la soldadura de un panel de visualización (O)LED según una realización de la invención.

50 Las figuras 5a y 5b muestran diagramas de pulsos láser en cada ubicación en función de la frecuencia, para dos tamaños diferentes de punto focal.

La figura 6 muestra una imagen de una sección transversal de una microestructura procesada según la invención en un sustrato de vidrio.

La figura 7 muestra una imagen transversal de una interfaz producida con ayuda de la invención.

### Descripción detallada de realizaciones

5 La figura 1 muestra una manera de llevar a cabo el presente método. Se proporciona un primer sustrato 28A (por ejemplo un sustrato de vidrio) que contiene unos primeros terminales de contacto eléctrico 29A y un segundo sustrato 28B (por ejemplo una pastilla semiconductor o circuito integrado semiconductor) que contiene unos segundos terminales de contacto eléctrico 29B. Los sustratos 28A, 28B se colocan uno encima del otro formando una pila 28 de tal modo que los terminales de contacto 29A, 29B están alineados unos frente a los otros en su zona de interfaz. A continuación, se utiliza una fuente láser 20 para producir, a través de la óptica 22, un haz láser pulsante 24, el cual se enfoca a través de uno de los sustratos a la zona de interfaz de tal forma que se produzcan varios puntos en la zona de interfaz inducidos por láser secuenciales y que se solapan entre sí. Como se muestra en la figura 2, después del proceso, el apilamiento 28 se ha transformado en una pila fusionada 28' en la cual los sustratos 28A, 28B se han fundido juntos completamente en las zonas 27 que no tienen terminales de contacto 29A, 29B. En la zona de los terminales de contacto 29A, 29B, los terminales de contacto se han fundido juntos completamente de tal forma que proporcionan zonas de conexión eléctrica 29 entre los sustratos.

La figura 3a muestra un circuito integrado que comprende un sustrato 32 que comprende una zona de función electrónica 33 y varios terminales de contacto 34. La figura 3b muestra un sustrato 31 que comprende terminales de contacto 36 que están adaptados para emparejarse con los terminales de contacto 34 del circuito integrado cuando se apilan. La figura 3c muestra el circuito integrado y el sustrato en configuración apilada y una línea o cordón de soldadura 37 proporcionada entre los elementos utilizando el método de la invención. El cordón de soldadura se solapa con los terminales de contacto 31 y 34 que se encuentran enfrentados entre sí y también con las áreas o zonas fuera de los terminales de contacto y, en este caso, forma un bucle cerrado. De este modo, se consigue una protección hermética, estanca, para el núcleo del circuito integrado, frente a la humedad exterior y frente al oxígeno que se difunde entre los sustratos.

La figura 3d muestra un dispositivo multifunción que comprende un sustrato 30 sobre cuya superficie se han fijado varios componentes funcionales utilizando el presente método. Debería notarse que no todos los componentes necesitan contener ambos tipos de zonas de fusión (fusión directamente en el sustrato y zonas de contacto eléctrico). Por ejemplo, un sensor sensible a la humedad se puede sellar y poner en contacto con el sustrato más grande utilizando el presente método, pero un elemento de visualización o pantalla puede ser simplemente sellado al sustrato más grande sin contacto (el cual se realiza mediante algún otro medio). Si no se necesita la hermeticidad, se puede realizar solo el contacto eléctrico. Es una ventaja de la invención el hecho de que el mismo esquema de exposición láser se pueda usar para cada uno de los dos casos, de tal forma que se simplifique la fabricación de tales dispositivos multifunción.

35 En particular, la invención es especialmente utilizable para soldar sustratos de vidrio y/o semiconductores, tales como silicio, vidrios técnicos como cuarzo, sílice fundida, borosilicato, vidrio cálcico, vidrios sintonizados de manera co-eficiente con su expansión por temperatura, zafiro, cerámicas como óxido de zirconio, LiTaO etc y combinaciones de estos materiales. Los sustratos pueden contener zonas conductoras fabricadas en cromo, cobre, plata, molibdeno o indio-estaño-óxido (ITO, por sus siglas en inglés), por ejemplo.

40 Las combinaciones de materiales especialmente preferidas (sustrato 1 / material conductor 1 – material conductor 2 / sustrato 2) que se pueden soldar utilizando el presente método son:

vidrio / cromo – cromo / vidrio

vidrio / cobre – cobre / vidrio

vidrio / cobre – cobre / silicio

45 vidrio / oro – oro / vidrio

vidrio / oro – oro / silicio

vidrio / plata – plata / silicio

vidrio / molibdeno – molibdeno / vidrio

vidrio / ITO – ITO / vidrio

50 Típicamente, la luz láser se dirige a través de un sustrato de vidrio. El espesor del sustrato a través del cual se dirigen los pulsos láser es típicamente de 100 a 500  $\mu\text{m}$ . El espesor del sustrato inferior es irrelevante, pero espesores de al menos 300 – 1000  $\mu\text{m}$  se pueden procesar con éxito. Los espesores de las metalizaciones sobre los sustratos son típicamente de 0,1 a 5  $\mu\text{m}$ , en particular de 0,1 a 3  $\mu\text{m}$ .

Según una realización, se emplean pulsos de una duración de 20 a 100 ps y se ajustan la frecuencia de los pulsos y la velocidad de movimiento de tal manera que los pulsos se solapen de manera significativa, siendo la distancia entre pulsos sucesivos menor de 1/5 del diámetro del punto focal. La frecuencia de los pulsos es preferentemente de al menos 1 MHz. En este intervalo del parámetro, se ha encontrado que se empleará de la manera más efectiva posible tanto la absorción lineal como la no lineal de la potencia del láser, lo que da como resultado una absorbancia total mayor que en otros métodos conocidos. De este modo el punto objetivo está todavía caliente debido al pulso previo, en el momento de llegada del pulso posterior, el material no es localmente transparente a la longitud de onda utilizada pero ya tiene inicialmente una absorbancia significativa, es decir, un número alto de portadores de carga libres. En otras palabras, debido a los pulsos previos, el número de electrones en la banda de conducción es muy alto y el material resulta parecido a un blanco de tipo metálico que tiene una alta capacidad de absorción de la radiación láser. En aplicaciones típicas el diámetro del punto focal está en el intervalo de 1 a 10  $\mu\text{m}$ , lo que da como resultado una distancia máxima entre pulsos típica en el intervalo de 200 nm a 2  $\mu\text{m}$ . Una descripción más detallada de los fenómenos físicos que se producen en el sustrato se da en nuestra solicitud PCT previa número PCT/FI2009/050474.

Una ventaja adicional del esquema de procesamiento descrito es que se pueden utilizar potencias de pico más bajas de la luz láser (típicamente menos de  $10^{12}$  W/cm<sup>2</sup>), siendo todavía la potencia promedio superior o al menos del mismo nivel de la de los métodos conocidos. De este modo, la onda de choque inducida por láser provocada por cada pulso individual es seguida por una onda térmica significativa debida a la contribución de los pulsos posteriores dirigidos a la zona situada inmediatamente al lado de la zona de impacto del pulso. Una ventaja de esto es que las roturas locales causadas por los pulsos individuales se reparan de forma automática, puesto que el efecto de fusión en la zona vecina es alto. De este modo, la zona estructuralmente modificada resultante del procesamiento según la invención es consistente y de alta calidad. Típicamente, la potencia de pico usada es de  $10^{10}$  a  $10^{12}$  W/cm<sup>2</sup>, en particular, de  $10^{10}$  a  $5 \cdot 10^{11}$  W/cm<sup>2</sup>. Esto es significativamente menos que lo que se necesita en los métodos de procesamiento con pulsos de femtosegundos o de absorción multifotónica y tiene como consecuencia que se reduce notablemente el número de defectos inducidos por el láser.

Según una realización, se aumenta la frecuencia de los pulsos o se disminuye la velocidad de movimiento de tal forma que la distancia entre puntos estructuralmente modificados sucesivos es menos de 1/10, preferentemente menos de 1/20 del diámetro de dicho punto focal. Esto aumenta de forma adicional el efecto de absorción lineal que ocurre en el sustrato y ayuda a conseguir una línea de procesamiento más homogénea. Preferentemente, la frecuencia de procesamiento es de 4 MHz y puede subir hasta 20 MHz e incluso más.

En las áreas metalizadas, los electrones de la hoja metálica provocan que aumente el efecto de la absorción lineal, en comparación con las áreas que no tienen metalizaciones. Se forma una nube de plasma cuyos electrones aumentan la absorción de la luz no estrictamente en las áreas o zonas metalizadas sino también en el sustrato de vidrio o de semiconductor en sus alrededores.

Generalmente, el porcentaje de solapamiento de los sucesivos pulsos se puede caracterizar por la fórmula  $(1 - (\text{velocidad de procesamiento} \times (\text{tiempo entre pulsos}) / \text{diámetro del punto focal}))$ . Las figuras 5a y 5b muestran el número de pulsos que golpean cada posición del sustrato calculado con ayuda de esta fórmula para diámetros de punto de 2  $\mu\text{m}$  y de 6  $\mu\text{m}$ , respectivamente, y para tres velocidades de procesamiento de ejemplo, en función de la frecuencia de procesamiento.

Los intervalos de los parámetros de los pulsos preferidos descritos previamente se pueden usar para procesar sustratos que en su estado normal son total o parcialmente transparentes a la longitud de onda usada. Esto es debido al hecho de que en la práctica las impurezas o defectos de red del material inician el proceso de fotoionización y además el proceso de ionización de impacto. Conviene resaltar que la denominada absorción multifotónica, que desempeña un papel clave en el procesamiento de sustratos con pulsos más cortos, en particular mediante pulsos de escala de femtosegundos, no interviene de manera significativa e incluso no es necesaria.

Según una realización preferida, la longitud de onda usada está en el intervalo del infrarrojo cercano, es decir, está comprendida entre 0,75 y 1,4  $\mu\text{m}$ . Se ha demostrado que este intervalo es adecuado no solo para el procesamiento de silicio, sino también para materiales con una banda prohibida grande, como zafiro y cuarzo, que son difíciles de procesar al menos de cualquier forma industrial que use métodos conocidos de procesamiento de baja frecuencia y/o de escala de femtosegundos.

De acuerdo con una realización, se usa luz láser no polarizada. Esto hace que la dirección del campo magnético en el sustrato sea arbitraria y hace que el método sea más inmune a los parámetros de red del sustrato. En otros términos, se ha encontrado que la luz no polarizada es eficaz en una mayor variedad de sustratos.

La figura 6 muestra una imagen de una sección transversal de una microestructura procesada de acuerdo con la invención en un sustrato de vidrio. El láser se ha dirigido al sustrato desde arriba y el proceso de fusión se ha iniciado en el extremo ahusado, estrecho, de la característica mostrada (indicado por la flecha). Se puede ver que un pulso que tiene una duración de 20 ps o más proporciona una forma redondeada en el punto de inicio, a diferencia de lo que ocurre con pulsos más cortos, en particular con pulsos que duran menos de los picosegundos, que tienen puntos de iniciación agudos y altas probabilidades de que se produzcan roturas en la cercanía del punto de

iniciación- También se puede ver que el diámetro de la característica resultante en el vidrio es tan grande que la densidad de potencia no es suficiente para la absorción multifotónica y que el efecto de la absorción lineal se refuerza hacia la parte superior de la característica.

La figura 7 muestra una imagen de una sección transversal de una interfaz producida con la ayuda de la invención; la interfaz comprende una región de fusión del sustrato 72 en la que los sustratos están completamente fundidos entre sí y regiones o zonas de conexión eléctrica 71A y 71B en los lados laterales de la región de fusión del sustrato de forma que las capas metálicas eléctricamente conductoras (no visibles claramente) están completamente fundidas y mezcladas entre sí. Se puede ver que en la región de fusión del sustrato 72 la modificación estructural se extiende varios micrómetros en cada sustrato y que la fusión está muy acabada (hermética). En esta región, la conexión entre los sustratos se puede caracterizar como "unión profunda difundida". Por otro lado, en las regiones o zonas de conexión eléctrica 71A y 71B la profundidad de la modificación estructural es más pequeña debido a la absorción más local de la energía láser, debido a las capas que contienen metal, es decir, es una "unión superficial".

Según una realización preferida, la fuente láser usada es una fuente de láser de fibra. Los láseres de fibra tienen la ventaja de que son capaces de producir luz en el intervalo de frecuencias de los megahercios, que se ha encontrado que es el más interesante, tanto desde el punto de vista de la velocidad de procesamiento como del de la calidad de procesamiento, tal y como se ha discutido previamente en el texto. En este contexto, láseres de fibra son los láseres en los cuales el medio de ganancia activo es una fibra óptica dopada. El dopaje se puede conseguir con elementos de tipo tierras raras como erbio, iterbio, neodimio, disprosio, praseodimio y tulio.

La presente invención tiene la ventaja de que se pueden conseguir velocidades muy altas de procesamiento en la soldadura, debido a la ausencia de una etapa separada de puesta en contacto. Además, el cordón de soldadura se puede fabricar herméticamente sellado y de muy alta calidad.

La invención se puede usar para soldar obleas de cristal de silicio y otros materiales semiconductores usados en la fabricación de circuitos integrados y otros microdispositivos. Tales obleas contienen dispositivos microelectrónicos construidos en ellas o sobre ellas mediante cualquier procedimiento de microfabricación conocido, tales como dopado, implantación de iones, grabado químico, deposición y diseño fotolitográfico y contienen también terminales electrónicos para conducir la corriente y/o el potencial electrónico al dispositivo o a los dispositivos.

Se consiguen ventajas particulares con obleas muy finas (por ejemplo, de menos de 200  $\mu\text{m}$  de espesor, en particular de menos de 100  $\mu\text{m}$ ) que se usan, por ejemplo, para fabricar paneles de visualización (por ejemplo paneles LCD o paneles (O)LED). Sin embargo, en principio, la invención se puede usar para obleas de cualquier espesor.

Según una realización, la invención se emplea para soldar al menos dos capas superpuestas que tienen una zona de interfaz, comprendiendo el método enfocar los pulsos láser a dicha zona de interfaz para conseguir la fusión local en la zona de interfaz y para soldar juntas las capas mediante su re-solidificación.

La aplicación de soldadura se ilustra de manera esquemática en la figura 2. En el método, se usan una fuente de láser 20 y una óptica 22 para producir y enfocar un haz de luz láser 24 a la interfaz de dos capas separadas 28A y 28B de un sustrato 28. El sustrato que se mueve se somete a varios pulsos que se solapan lo que da lugar a un cordón de soldadura 26 que conecta las capas 28A y 28B según el principio descrito anteriormente.

De acuerdo con un ejemplo, el sustrato comprende dos paneles de vidrio superpuestos que se sueldan entre sí en las zonas de los bordes de al menos uno de los paneles mediante un cordón de soldadura continuo. De este modo, se pueden fabricar por ejemplo paneles de visualización o paneles sensibles a la luz utilizando el presente método. Las figuras 4a y 4b muestran un ejemplo de fabricación de un panel de visualización OLED. El panel 48 comprende una capa base 48A que comprende una capa activa 49 que tiene un montaje de unidades emisoras de luz individuales y una capa de vidrio frontal 48B. Inicialmente, las capas 48A y 48B están colocadas una encima de la otra de tal modo que la capa activa 49, que necesita ser protegida herméticamente, permanece entre ellas. Después de eso, se utiliza la presente invención para producir un cordón de soldadura 46 alrededor de toda la capa activa. Preferentemente, el cordón de soldadura no está roto (es continuo). De este modo, se puede formar una barrera que protege eficazmente la capa activa frente al polvo y la humedad, fijando entre sí a la vez de manera eficaz las capas del panel entre sí sin ningún componente adicional, como adhesivos. Debido al pulsado frecuente y a la fusión completa y re-solidificación de las capas de vidrio, el cordón de soldadura es muy impermeable. Preferentemente, la puesta en contacto eléctrica de los paneles 48A y 48B se puede llevar a cabo al mismo tiempo, como se ha discutido antes.

Las figuras 4c y 4d muestran otras vistas detalladas que se refieren a dos alternativas de realización de la soldadura del sustrato. En el procedimiento de la figura 4c, las capas de vidrio 48A y 48B están espaciadas entre sí en la zona de interfaz y se produce un cordón de soldadura 46A directamente entre ellas. En el procedimiento de la figura 4d, se proporciona una capa puente adicional 47 entre las capas de vidrio 48A y 48B. La capa puente 47 disminuye la distancia libre entre los vidrios y asegura que se produce una unificación completa de las capas. De este modo, el cordón de soldadura 46B se produce entre la capa puente y el vidrio frontal 48B. La capa puente 47 puede ser una

capa metálica. También puede haber capas puente metálicas sobre ambos sustratos, en cuyo caso la soldadura comprende fundir juntas las capas metálicas.

5 Además de para fabricar paneles de visualización, el presente método de soldadura se puede usar también para fundir cualesquiera otros componentes y sustratos que sean soldables con láser en aplicaciones que requieran tanto un sellado hermético como contacto eléctrico. Tales necesidades se pueden presentar, por ejemplo, para enlazar microsensores y otros microcomponentes a sustratos, en aplicaciones de empaquetado a nivel de obleas, en empaquetado de componentes sensibles a la temperatura, en la integración de componentes ópticos y en la integración de microcomponentes que manejen fluidos a esa escala.

10 Las realizaciones previamente descritas y los ejemplos y los dibujos anexos se presentan con propósitos ilustrativos y se pretende que no sean limitadores. El alcance de la invención se define en las siguientes reivindicaciones que deben interpretarse en su sentido más amplio considerando las situaciones equivalentes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para fundir y poner en contacto eléctrico un primer sustrato aislante (28A) que tiene al menos una primera capa conductora (29A) sobre el con al menos un segundo sustrato aislante (28B) que tiene al menos una segunda capa conductora (29B) sobre el, que comprende
  - 5 - apilar el primer y el segundo sustrato de tal forma que se forme una zona de interfaz entre ellos, que comprende
    - una zona de contacto eléctrico en la cual al menos una primera capa conductora (29A) está situada enfrente de al menos una segunda capa conductora (29B) y está al menos parcialmente alineada con ella y
    - 10 - una zona de fusión del sustrato en la cual los sustratos aislantes (28A, 28B) están uno enfrente del otro;
  - enfocar a la zona de interfaz de los sustratos (28A, 28B) a través de uno de los sustratos varios pulsos láser enfocados secuenciales procedentes de una fuente láser (20), siendo escogidos la duración del pulso, la frecuencia del pulso y la potencia del pulso de la luz láser para proporcionar la fusión local de los materiales de los sustratos (28A, 28B) y de las capas conductoras (29A, 29B);
  - 15 - mover la fuente láser (20) y el sustrato uno respecto de otro con una velocidad y un recorrido predeterminados, de tal forma que se forme una zona modificada estructuralmente en la zona de interfaz, de tal forma que la zona modificada estructuralmente se solape con dicha zona de contacto eléctrico y con dicha zona de fusión del sustrato.
2. El método según la reivindicación 1, en el que la zona modificada estructuralmente comprende un cordón de soldadura herméticamente sellado.
3. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el recorrido de la luz láser pulsada forma un anillo cerrado, preferentemente alrededor de un elemento sensible a la humedad o al oxígeno contenido en uno de dichos sustratos (28A, 28B).
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de los sustratos (28A, 28B) comprende un circuito integrado o un panel de visualización que tiene varios terminales de contacto como dichas capas conductoras.
5. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de los sustratos aislantes (28A, 28B) comprende un panel de vidrio.
6. El método según la reivindicación 5, que comprende enfocar dicha luz láser sobre la zona de interfaz a través de dicho panel de vidrio.
7. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos uno de los sustratos (28A, 28B) comprende un circuito integrado de silicio, formando la primera o la segunda capa de contacto los terminales de contacto del circuito integrado de silicio.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que se produce una fusión local completa del primero y del segundo sustratos (28A, 28B) juntos según dicha zona modificada estructuralmente en la zona de fusión del sustrato y una fusión local completa de la primera y de la segunda capa conductoras (29A, 29B) juntas en la zona de contacto eléctrico.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que
  - la duración del pulso es de 20 a 100 ps;
  - 40 - la frecuencia del pulso es de al menos 1 MHz, en particular de al menos 4 MHz;
  - la velocidad de movimiento del láser pulsado se ajusta de tal forma que los pulsos sucesivos se solapan entre sí.
10. El método según la reivindicación 9, en el cual la distancia entre pulsos sucesivos es menor de 1/5, en particular menor de 1/10, preferentemente menor de 1/20 del diámetro del punto focal de los pulsos.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el espesor de las capas conductoras es menor de 1  $\mu$ m.
12. Un módulo electrónico que comprende un primer sustrato (28A) que comprende un patrón de primeras zonas conductoras (29A) aplicado sobre el como una capa y un segundo sustrato (28B) que comprende un patrón de segundas zonas conductoras (29B) aplicado sobre él como una capa y en el que el primer y el segundo sustratos (28A, 28B) están en forma de configuración apilada, de tal forma que se forma una zona de interfaz entre ellos, la cual comprende



- una zona de contacto eléctrico en la que al menos una primera zona conductora (29A) está enfrente de al menos una segunda zona conductora (29B) y está al menos parcialmente alineada con ella;
  - una zona de fusión de los sustratos en la cual los sustratos aislantes (28A, 28B) están directamente enfrentados entre sí;
- 5 - una línea de soldadura continua que va a través de dicha zona de fusión y de dicha zona de contacto eléctrico, la cual comprende materiales de los sustratos (28A, 28B) que están fundidos juntos localmente en la zona de fusión de sustratos y zonas conductoras (29A, 29B) que están fundidas juntas en la zona de contacto eléctrico.
13. El módulo electrónico según la reivindicación 12, en el cual
- el primer sustrato (28A) es un sustrato de vidrio y
- 10 - el segundo sustrato (28B) es un circuito integrado o microchip.
14. El módulo electrónico según las reivindicaciones 12 o 13, en el que la línea o cordón de soldadura continuo forma tanto un cierre o sellado hermético entre los sustratos como una conexión eléctrica entre los sustratos.

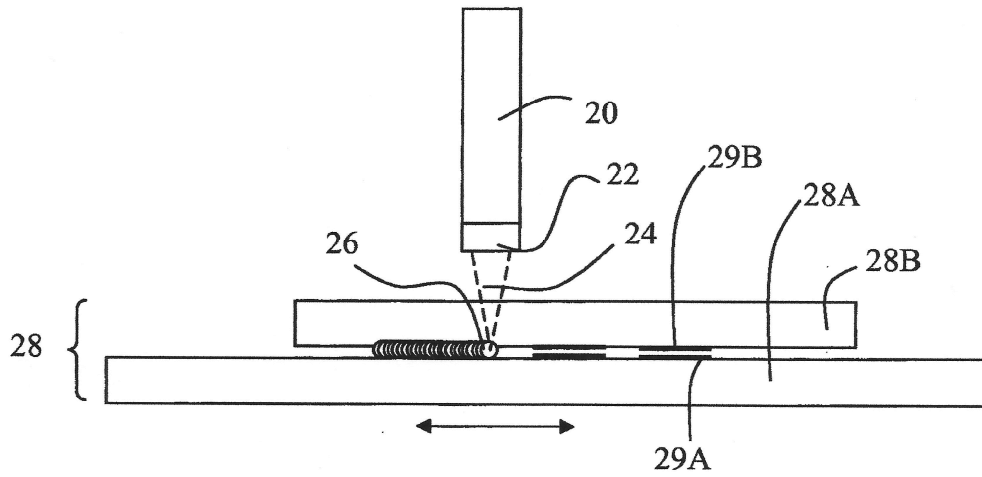


Fig. 1

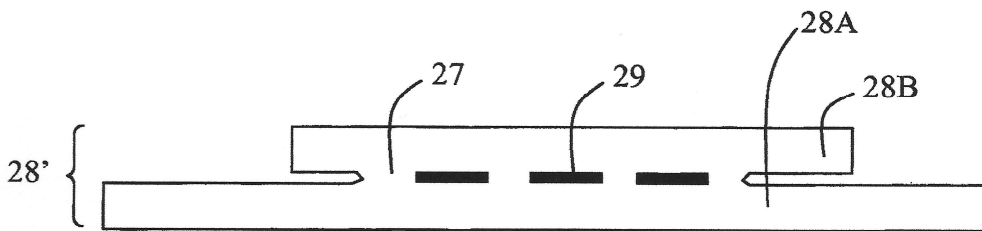


Fig. 2

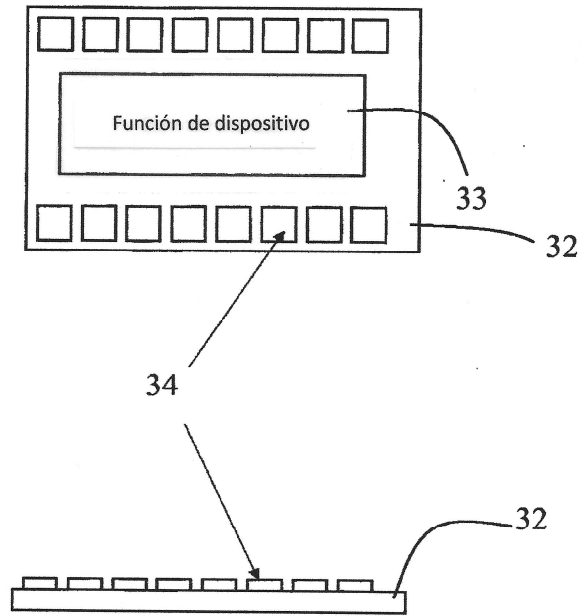


Fig. 3a

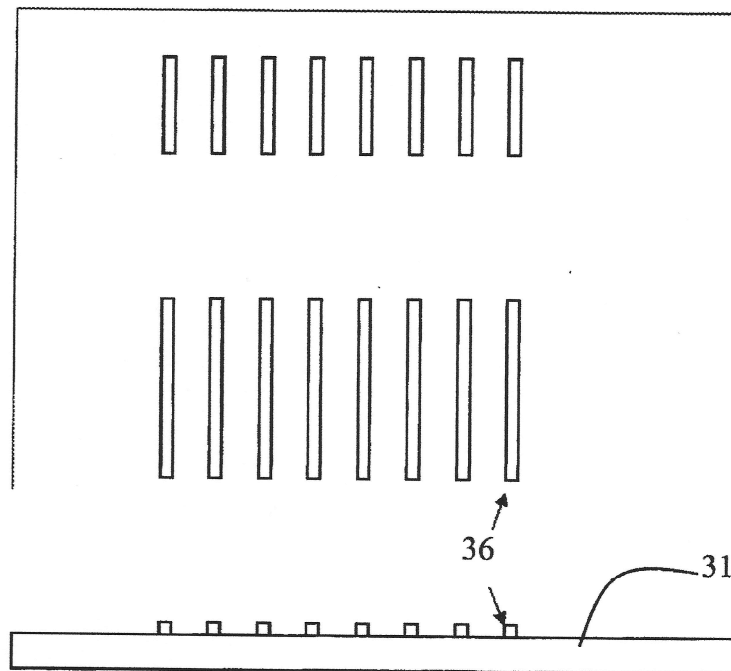


Fig. 3b

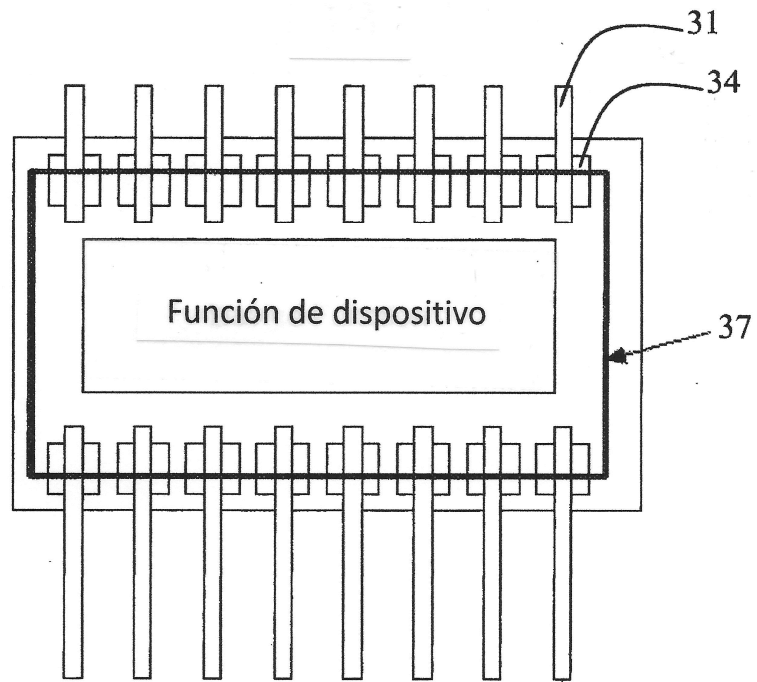


Fig. 3c

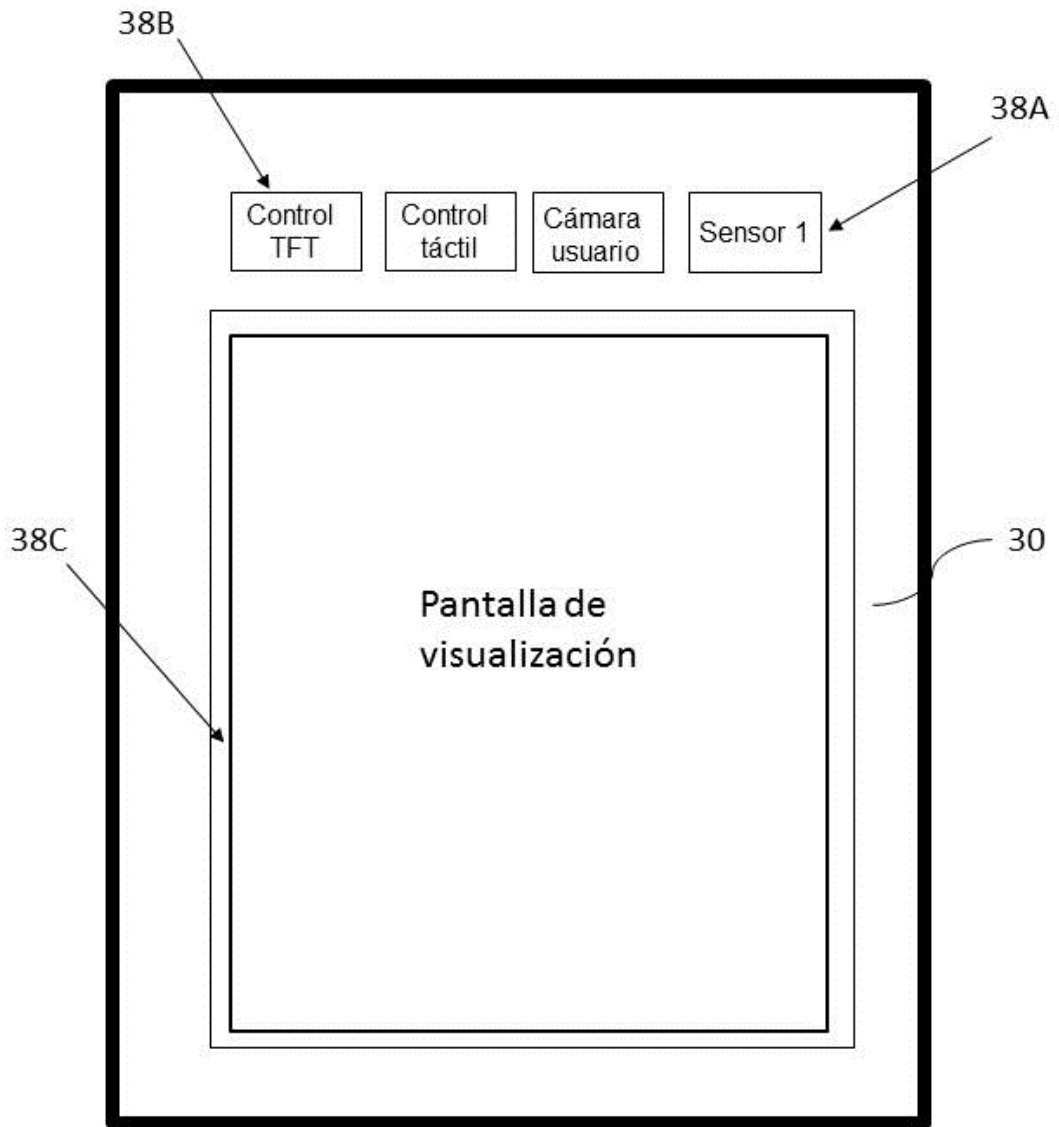


Fig. 3d

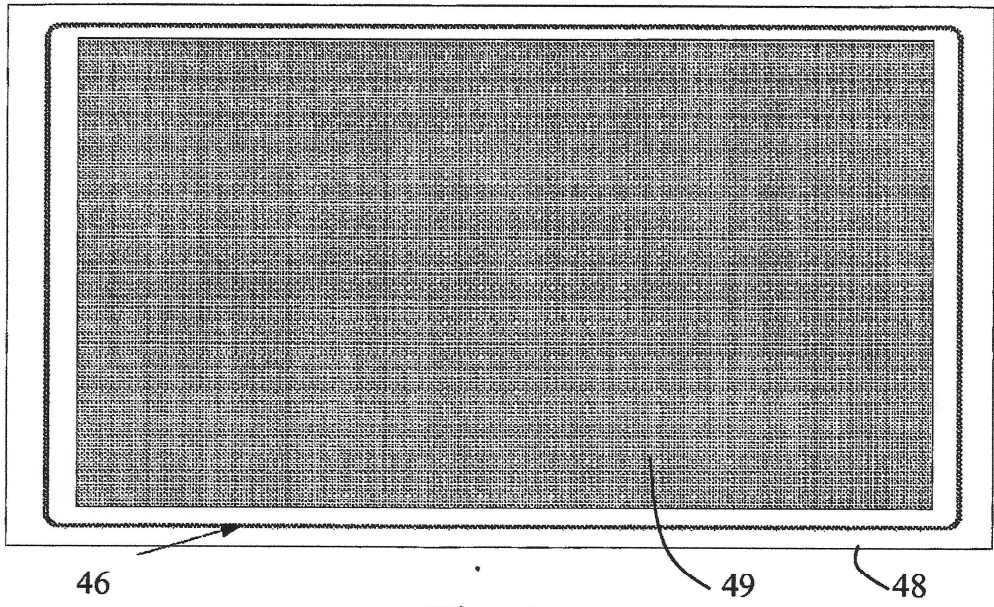


Fig. 4a

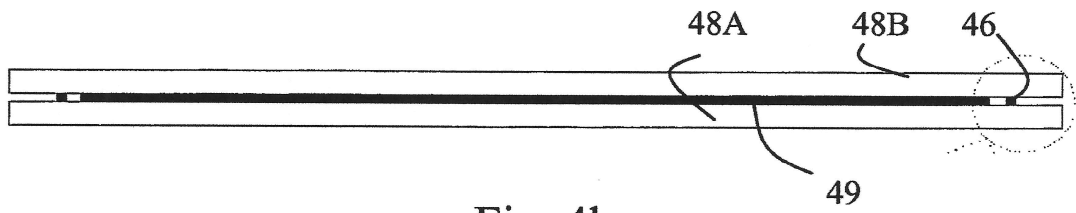


Fig. 4b

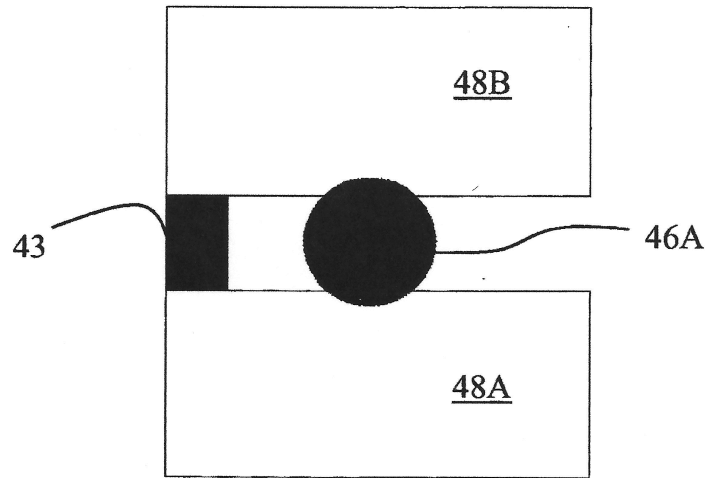


Fig. 4c

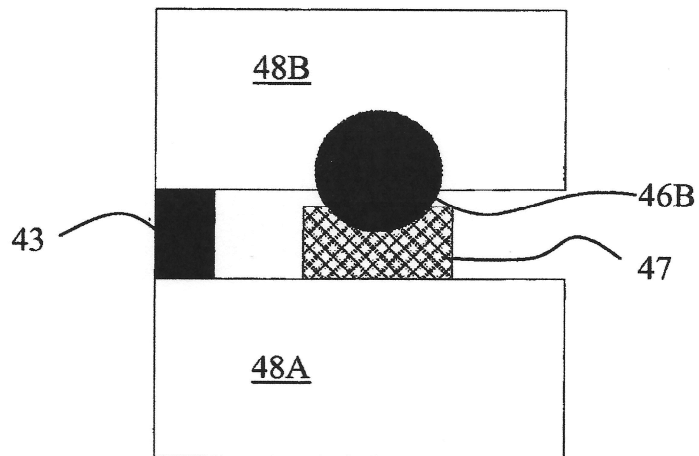


Fig. 4d

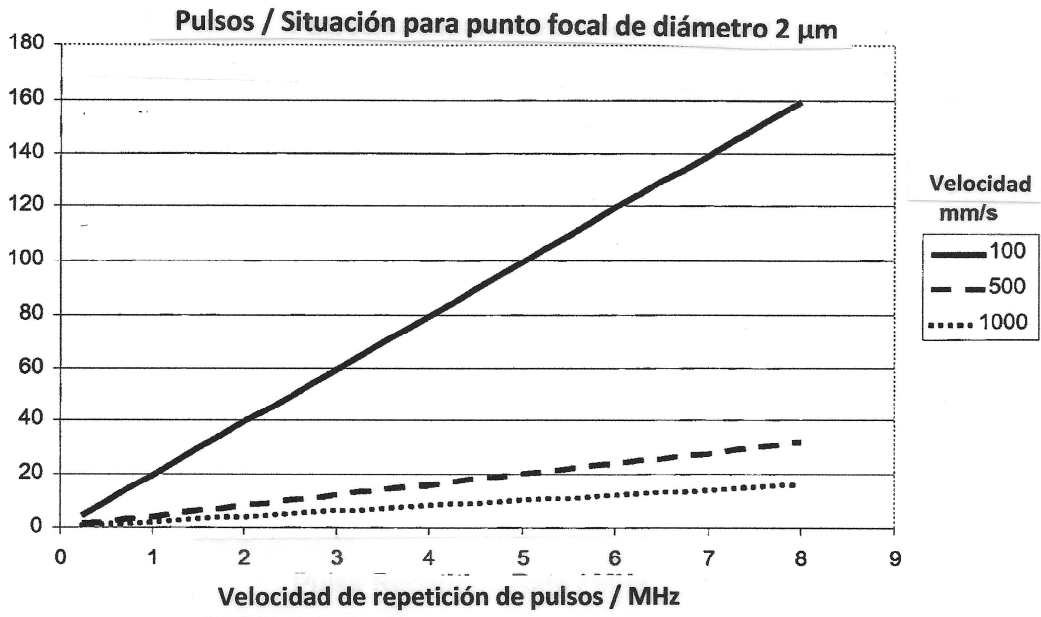


Fig. 5a

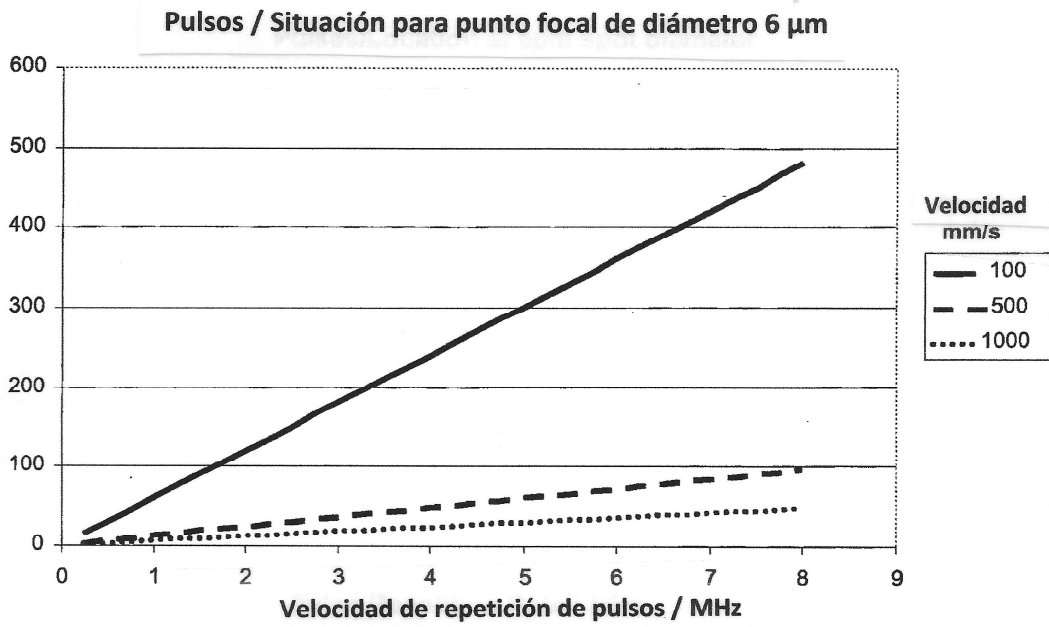


Fig. 5b



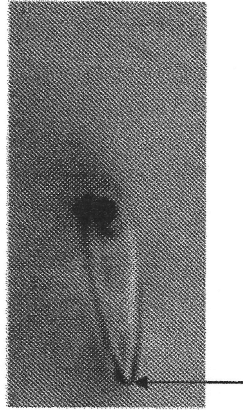


Fig. 6

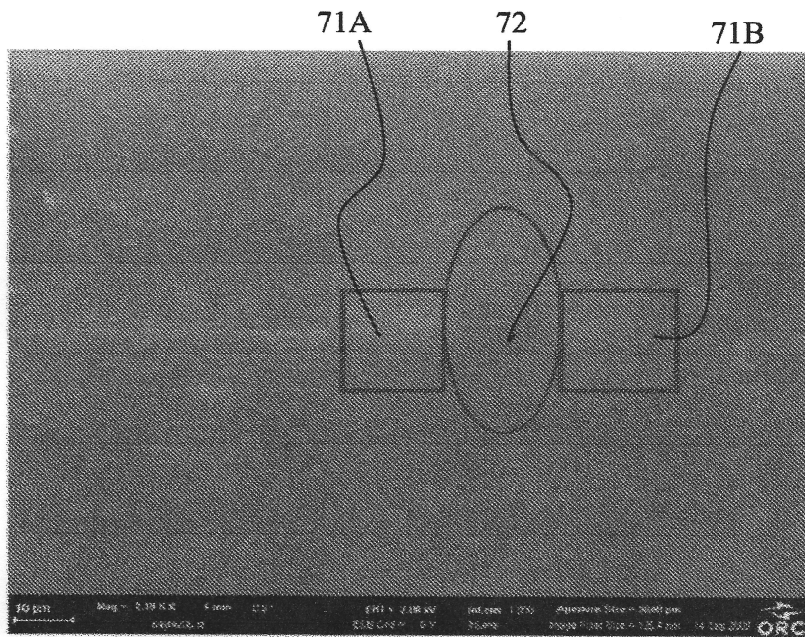


Fig. 7