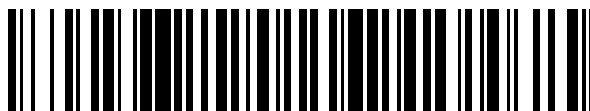


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 725 313**

51 Int. Cl.:

**E06B 3/66** (2006.01)

**C03C 8/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.09.2013 PCT/US2013/060813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14052178**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2013 E 13773489 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2900891**

54 Título: **Sellado hermético a baja temperatura mediante láser**

30 Prioridad:

**27.09.2012 US 201213628653**

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

**23.09.2019**

73 Titular/es:

**GUARDIAN GLASS, LLC (100.0%)  
2300 Harmon Road  
Auburn Hills MI 48326, US**

72 Inventor/es:

**VEERASAMY, VIJAYEN S. y  
BRACAMONTE, MARTIN D.**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

**ES 2 725 313 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

Sellado hermético a baja temperatura mediante láser

5 **Campo técnico**

La descripción se refiere de forma general al sellado hermético de sustratos que forman envases que mantienen el vacío, tales como, por ejemplo, unidades de vacuum insulated glass (ventana de vidrio aislado al vacío - VIG), o que alojen componentes sensibles en una atmósfera inerte, tales como, por ejemplo, materiales sensibles, que incluyen, aunque no de forma limitativa, capas orgánicas emisoras de luz, chips semiconductores, sensores, componentes ópticos o similares. La descripción se refiere, más concretamente, al sellado hermético de sustratos (p. ej., sustratos de vidrio) al utilizar técnicas de sellado a baja temperatura que no afecten de forma negativa a los sustratos, al entorno creado entre los sustratos y/o a cualesquiera componentes que se alojen dentro de los sustratos sellados. Tales técnicas de sellado a baja temperatura incluyen el uso de calentamiento localizado con láser de material(es) de sellado, para formar un sello hermético entre sustratos de vidrio que no implique calentar la totalidad del artículo a sellar. Las técnicas a baja temperatura descritas en la presente memoria también pueden referirse a sellado en condiciones de equilibrio no térmico.

**Antecedentes y resumen de realizaciones ilustrativas**

20 El sellado hermético de sustratos de vidrio para crear un ambiente de vacío o de gas inerte entre los mismos, generalmente es posible hacerlo al usar barreras de materiales normalmente vítreos o metálicos (p. ej., eutécticos) que sean impermeables a la entrada de gases durante un período de tiempo prolongado, generalmente de una duración mucho mayor que la vida operativa del dispositivo. Como se entenderá, la permeabilidad implica dos etapas.

25 Estas etapas incluyen disolución y difusión. El sellado hermético mantiene, por ejemplo, agua, otros líquidos, oxígeno y otras moléculas gaseosas contaminantes fuera de los envases que retienen, por ejemplo, y sin limitación, el vacío (p. ej., unidades de ventana VIG, termos, MEMS y similares), o materiales peligrosos, tales como, por ejemplo, y sin limitación, capas orgánicas emisoras (p. ej., las utilizadas en dispositivos OLED), chips semiconductores, sensores, componentes ópticos o similares, mantenidos en una atmósfera inerte. El envasado hermético a los gases de los interiores complejos de dichos conjuntos ha planteado obstáculos en las últimas etapas de procesamiento de tales envases, tales como, por ejemplo, antes del bombeo y la fusión de la punta, en el caso de las unidades de ventana VIG o en las últimas etapas de procesamiento en la fabricación de dispositivos OLED.

35 Se describen algunas configuraciones de VIG ilustrativas en, por ejemplo, US-5.657.607, US-5.664.395, US-5.657.607, US-5.902.652, US-6.506.472 y US-6.383.580.

40 Las Figuras 1 y 2 ilustran una unidad 1 de ventana VIG típica y elementos que forman la unidad 1 de ventana VIG. Por ejemplo, la unidad 1 de VIG puede incluir dos sustratos 2, 3 de vidrio paralelos sustancialmente espaciados que contengan entre los mismos un espacio/cavidad 6 evacuada de baja presión. Las láminas o sustratos 2, 3 de vidrio están interconectados por un sello 4 de borde periférico que pueda estar hecho de vidrio fundido de soldadura o similar, por ejemplo. Puede incluirse un conjunto de pilares/espaciadores 5 de soporte entre los sustratos 2, 3 de vidrio para mantener la separación de los sustratos 2, 3 de la unidad 1 de VIG en vista del espacio/hueco 6 de baja presión presente entre los sustratos 2, 3.

45 Un tubo 8 de bombeo puede sellarse herméticamente mediante, por ejemplo, vidrio 9 de soldadura o similar, a una abertura/orificio 10 que pase desde una superficie interior de uno de los sustratos 2 de vidrio hasta el fondo de una cavidad opcional 11 en la superficie exterior del sustrato 2 de vidrio u, opcionalmente, a la superficie exterior del sustrato 2 de vidrio. Se conecta un aspirador para bombear el tubo 8 y evacuar la cavidad interior 6 hasta una presión baja que sea inferior a la presión atmosférica, por ejemplo, utilizando una operación secuencial de bombeo. Tras la evacuación de la cavidad 6, se funde un segmento (p. ej., la punta) del tubo 8 para sellar el vacío en la cavidad/espacio de baja presión 6. La cavidad 11 opcional puede retener el tubo 8 de bombeo sellado. Opcionalmente, puede incluirse un getter químico 12 dentro de una cavidad 13 dispuesta en una cara interior de uno de los sustratos de vidrio, p. ej., el sustrato 2 de vidrio. El getter químico 12 puede utilizarse para absorber o unirse a determinadas impurezas residuales que puedan permanecer después de que la cavidad 6 se haya evacuado y sellado.

55 Las unidades VIG con sellos 4 de borde herméticos periféricos (p. ej., vidrio de soldadura) se fabrican, generalmente, depositando frita de vidrio u otro material adecuado en una solución (p. ej., pasta de frita) alrededor de la periferia del sustrato 2 (o sobre el sustrato 3). Esta pasta de frita de vidrio forma en última instancia el sello 4 de borde. El otro sustrato (p. ej., 3) se coloca sobre el sustrato 2 para intercalar los espaciadores/pilares 5 y la solución de frita de vidrio entre ambos sustratos 2, 3. Todo el conjunto, incluyendo los sustratos 2, 3 de vidrio, los espaciadores/pilares 5 y el material de sellado (p. ej., frita de vidrio en solución o pasta), se calienta a continuación de la manera habitual a una temperatura de al menos aproximadamente 500 °C, momento en el que la frita de vidrio se funde, humedece las superficies de los sustratos 2, 3 de vidrio y, finalmente, forma un sello 4 periférico/de borde hermético.

65 Tras la formación del sello 4 de borde entre los sustratos, se extrae el vacío por medio del tubo 8 de bombeo para formar un espacio/cavidad 6 de baja presión entre los sustratos 2, 3. La presión en el espacio 6 puede producirse mediante un

proceso de evacuación hasta un nivel inferior a la presión atmosférica, p. ej., por debajo de aproximadamente  $10^{-2}$  Torr. Para mantener la baja presión en el espacio/cavidad 6, los sustratos 2, 3 se sellan herméticamente mediante el sello de borde y el sellado del tubo de bombeo. Se proporcionan espaciadores/pilares 5 pequeños de alta resistencia entre los sustratos de vidrio transparente para mantener la separación de los sustratos de vidrio aproximadamente paralelos frente a la presión atmosférica. Como se ha indicado anteriormente, una vez se haya evacuado el espacio 6 entre los sustratos 2, 3, el tubo 8 de bombeo puede sellarse, por ejemplo, mediante el fundido de su punta utilizando un láser o similar.

Las técnicas de unión a alta temperatura, tales como, por ejemplo, la unión anódica y la unión con fritas de vidrio, como se explica anteriormente, se han utilizado ampliamente para sellar herméticamente (es decir, formar un sello de borde) componentes hechos de silicio, cerámica, vidrio o similares. El calor necesario para estos procesos de alta temperatura se encuentra normalmente en el intervalo de aproximadamente 300 °C a 600 °C. Estas técnicas de unión convencionales precisan normalmente de un calentamiento a granel intensivo en horno en el que todo el dispositivo (incluido el vidrio y cualesquiera componentes alojados dentro del alojamiento de vidrio) llegue a un cuasiequilibrio térmico con el horno para que se forme un sello. Como resultado, se requiere un período de tiempo relativamente largo para lograr un sellado aceptable. Por ejemplo, a medida que aumenta el tamaño L del dispositivo, el tiempo de sellado puede aumentar normalmente en el orden de  $L^3$ . Sucede también que el componente más sensible a la temperatura determina la temperatura máxima permitida de todo el sistema. Por lo tanto, los procesos de sellado a alta temperatura que se explican anteriormente (p. ej., unión anódica y unión con fritas de vidrio) no son adecuados para fabricar componentes sensibles al calor, tales como, por ejemplo, unidades de VIG templado y encapsulación de componentes sensibles, tales como, por ejemplo, dispositivos OLED. En el caso de las unidades de VIG templado, los sustratos de vidrio templado térmicamente de una unidad de VIG perderían rápidamente resistencia de templado en el ambiente de alta temperatura. En el caso de un envase OLED, determinadas capas orgánicas funcionales se destruirían a temperaturas de 3000-600 °C (a veces incluso a temperaturas tan bajas como 100 °C). En el pasado, una forma de abordar esto con procesos de sellado a granel a alta temperatura, fue desarrollar fritas de menor temperatura, al tiempo que se seguían utilizando procesos de calentamiento con equilibrio térmico a granel.

Como antecedentes, las fritas de vidrio y/o soldaduras son, normalmente, mezclas de material de vidrio y óxidos metálicos. La composición de vidrio puede adaptarse para que coincida con el coeficiente of thermal expansion (coeficiente de dilatación térmica - CTE) de los sustratos de unión. Los vidrios basados en plomo son la unión/material de sellado/técnica más común utilizados comercialmente en cathode ray tubes (tubos de rayos catódicos - CRT), pantallas de plasma y unidades de ventana VIG. Las fritas de vidrio basadas en plomo también están entre los materiales de sellado de vidrio menos permeables. Tradicionalmente, estas soldaduras se basan en materiales de vidrio, y se suprime la desvitricación.

Las fritas o soldaduras de vidrio consisten en, generalmente, una base de vidrio, una carga refractaria y un vehículo. El vidrio de base forma la mayor parte de la fritas o soldadura. La carga reduce el CTE y además lo hace coincidir con el de los sustratos de vidrio que se van a unir. Esta correspondencia mejora la resistencia mecánica, reduce el esfuerzo interfacial y mejora la resistencia al agrietamiento del sello. El vehículo está generalmente hecho de un disolvente que proporciona fluidez para el serigrafado y de un aglutinante orgánico.

Entre las ventajas de estos tipos de fritas o soldaduras de vidrio está que incluyen un vidrio de punto de fusión relativamente bajo (p. ej., en un intervalo de aproximadamente 480 °C-520 °C) que se adherirá a la mayor parte de los materiales semiconductores, incluyendo, aunque no de forma limitativa, vidrio, silicio, óxido de silicio, y la mayor parte de metales y materiales cerámicos, haciendo que las técnicas de unión que utilizan estos tipos de materiales sean versátiles y ampliamente aceptadas.

Existen muchos tipos distintos de materiales de fritas de vidrio disponibles comercialmente con diversos puntos de fusión, CTEs, aglutinantes orgánicos y propiedades de serigrafía. Sin embargo, casi todas las formulaciones de menor punto de fusión de la fritas o soldadura de vidrio contienen algo de plomo. Esto puede convertirse, potencialmente, en un gran inconveniente, ya que la UE y Japón están limitando drásticamente, o incluso prohibiendo, el uso del plomo en la fabricación de aparatos electrónicos para los próximos años. En los últimos años, las fritas o soldaduras basadas en óxidos de bismuto han alcanzado cierto éxito en sustitución de las fritas basadas en plomo; sin embargo, la temperatura de fusión ( $T_g$ ) de estos tipos de fritas sigue siendo generalmente superior a aproximadamente 450 °C. Como sucede con las fritas basadas en plomo, estas fritas basadas en óxido de bismuto no pueden utilizarse utilizando procesos convencionales de calentamiento a granel en horno para la fabricación de dispositivos sensibles a la temperatura. También se han desarrollado fritas de  $T_g$  inferior (p. ej., 375 °C-390 °C) basadas en óxidos de vanadio, bario y cinc (VBZ), incluyendo, aunque no de forma limitativa, VBaZn, fosfatos de V, SnZnPO<sub>4</sub>. Sin embargo, hasta ahora, el uso de estos tipos de fritas ha estado limitado.

La US-2008/0166570 A1 describe una unidad de ventana de IG con un elemento metálico en un sello de borde hermético. En determinadas realizaciones ilustrativas de la misma, el sello de borde incluye al menos un elemento de metal situado entre los sustratos opuestos (p. ej., sustratos de vidrio). El al menos un elemento de metal puede estar unido al, o a los sustratos de vidrio por medio de un material de unión como vidrio de soldadura, fritas o similares. La provisión del al menos un elemento de metal en el sello de borde, entre y/o exterior a los sustratos de vidrio, es ventajoso respecto a que proporciona un sello de borde más flexible que permite más flexibilidad durante la flexión de la ventana en distintas condiciones medioambientales. La flexibilidad adicional del sello de borde puede reducir la cantidad de distorsión óptica

causada por la flexión de la ventana, y/o reducir la probabilidad de que la ventana se rompa en determinadas condiciones medioambientales. La US-2008/0166570 A1 describe las características de los preámbulos de la reivindicación 1 y 5.

5 Sigue existiendo la necesidad de una técnica de sellado de una unidad de VIG que permita el sellado de sustratos de vidrio sin afectar de forma innecesaria a los materiales sensibles a la temperatura por el proceso de calentamiento.

La presente invención proporciona una solución según el objeto de las reivindicaciones independientes.

**Breve descripción de los dibujos**

- 10 La Figura 1 es un diagrama esquemático transversal de una unidad de VIG convencional;
- la Figura 2 es una vista en planta superior de una unidad de VIG convencional;
- 15 la Figura 3 es un diagrama esquemático transversal parcial que ilustra una unidad de VIG y el material de sellado que se irradia con un láser según un ejemplo que no forma parte de la invención;
- la Figura 4 es un diagrama esquemático transversal parcial que ilustra una unidad de VIG y material de sellado que incluye una película absorbidora y material de sellado eutéctico que se irradia con un láser según una  
20 realización ilustrativa;
- la Figura 5 es un diagrama esquemático transversal parcial que ilustra un envase de componente electrónico y material de sellado que se irradia con un láser según una realización ilustrativa;
- 25 la Figura 6 es un diagrama esquemático en transversal parcial que ilustra un envase de componente electrónico y material de sellado que incluye una película absorbidora y material de sellado eutéctico que se irradia con un láser según otra realización ilustrativa;
- la Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de irradiación con láser que incluye un control de retroalimentación según un determinado ejemplo; y  
30
- la Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método para sellar sustratos utilizando un láser según determinadas realizaciones ilustrativas.

**35 Descripción detallada de realizaciones ilustrativas**

Determinadas realizaciones ilustrativas se describirán en detalle en la presente memoria con referencia a los planos anteriores, en los que números de referencia similares se refieren a elementos similares. Se entenderá que las realizaciones descritas en la presente memoria pretenden ser ilustrativas, no limitativas, y que los expertos en la materia entenderán que pueden hacerse diversas modificaciones sin abandonar el ámbito de las reivindicaciones anexas a la presente memoria.  
40

Con referencia a la Figura 3, se proporciona un diagrama esquemático transversal parcial que ilustra una unidad de VIG y el material de sellado que se irradia con un láser según un ejemplo que no forma parte de la invención. La unidad 1 de VIG  
45 puede incluir dos sustratos 2, 3 de vidrio paralelos, sustancialmente espaciados que encierren un espacio/cavidad 6 evacuado de baja presión entre los mismos. Las láminas o sustratos 2, 3 de vidrio están interconectados por un sello 4 de borde periférico que pueda estar hecho de vidrio fundido de soldadura o similar, por ejemplo, que puedan conformarse utilizando un láser 40 como se describe más adelante con referencia a determinadas realizaciones ilustrativas. Puede incluirse un conjunto de pilares/espaciadores 5 de soporte entre los sustratos 2, 3 de vidrio para mantener la separación de los sustratos 2, 3 de la unidad 1 de VIG en vista del espacio/hueco 6 de baja presión presente entre los sustratos 2, 3. Se extrae el vacío por medio del tubo 8 de bombeo para formar un espacio/cavidad 6 de baja presión entre los sustratos 2, 3. La presión en el espacio 6 puede producirse mediante un proceso de evacuación hasta un nivel inferior a la presión atmosférica, p. ej., por debajo de aproximadamente  $10^{-2}$  Torr. Para mantener la baja presión en el espacio/cavidad 6, los sustratos 2, 3 se sellan herméticamente mediante el sello 4 de borde y el sellado del tubo 8 de bombeo. Como se ha  
50 indicado anteriormente, se proporcionan espaciadores/pilares 5 pequeños de alta resistencia entre los sustratos de vidrio transparente para mantener la separación de los sustratos de vidrio aproximadamente paralelos frente a la presión atmosférica. Como se ha indicado anteriormente, una vez se haya evacuado el espacio 6 entre los sustratos 2, 3, el tubo 8 de bombeo puede sellarse, por ejemplo, mediante el fundido de su punta utilizando un láser o similar.

Según determinadas realizaciones ilustrativas, el sello 4 de borde se forma mediante un calentamiento localizado controlado mediante un láser 40, como se describirá con mayor detalle en la presente memoria. Debido al gran gradiente de temperatura entre la fritada de vidrio fundida y los mucho más fríos, por ejemplo, temperatura ambiente y sustratos 2, 3 de vidrio, puede ser preferible incluir un disipador 30 térmico localizado, que comprenda un material con buena conductividad térmica, tal como, por ejemplo, sin limitación, cobre o similar, y que tenga buen contacto térmico con el sustrato 3. Además, el control de potencia del láser en modo continuo o de pulso puede lograrse utilizando un circuito de retroalimentación que informe a la unidad de control de potencia del láser de las temperaturas cercanas a la  
65

unión o perla fundidas, permitiendo con ello el control de la potencia y duración del calentamiento por láser. Se entenderá que puede utilizarse una aplicación de energía láser pulsada o continua según determinadas realizaciones ilustrativas. Un ejemplo de disposición de control de retroalimentación se explica más abajo con referencia a la Figura 7, y es ventajosa en controlar y gestionar la tensión y la rotura del dispositivo, que de otro modo podría producirse. La técnica de procesamiento de calor por láser descrita en la presente memoria no implica calentar todo el artículo que se va a sellar herméticamente, y utiliza en vez de ello un enfoque localizado logrado mediante el calentamiento con láser controlado de la perla de soldadura vitrificada para lograr un sellado de baja temperatura o de equilibrio no térmico.

En particular, un sellado basado en láser que utilice materiales de soldadura basados en vidrio según determinados ejemplos, somete principalmente a la soldadura al calor y somete al resto del componente que se está sellando a una carga térmica relativamente mínima. Se observa que las técnicas de sellado basadas en láser descritas en la presente memoria funcionan igualmente bien con materiales de fritas de baja Tg (p. ej., fritas de tipo VBZ) y de alta Tg. Ejemplos no limitativos de fritas de baja Tg incluyen, aunque no de forma limitativa, soldaduras basadas en V, Ba, Zn, POx, VPOx o similares. Otra ventaja de las técnicas de sellado basadas en láser descritas en la presente memoria es que la soldadura es fácilmente procesable en aire a presión y temperatura ambiente. La matriz de fritas que se utiliza para formar el sello 4 de borde incluye preferiblemente un colorante absorbedor que pueda ajustarse a la longitud de onda del láser utilizado. De este modo, el vidrio de los sustratos 2, 3 permite que la energía láser pase a través sin una absorción significativa, dejando el sustrato de vidrio relativamente sin calentar, a la vez que la energía láser es absorbida por el material de fritas, calentando de ese modo selectivamente el material de fritas para vitrificar la fritas y unir los sustratos con un sello de vidrio hermético. También puede ser preferible incorporar dos haces que realicen barridos "raster" alrededor de bordes opuestos de los sustratos en direcciones opuestas para mejorar la velocidad y la productividad, y para asegurar una más completa vitrificación y unión de la fritas. Se entenderá que puede utilizarse también un único barrido "raster" del haz de los materiales de sellado de borde de sustrato para sellar los sustratos. Según determinadas realizaciones, cuando se sellan los sustratos de una unidad de ventana VIG, puede utilizarse un bombeo activo mediante una bomba de vacío preliminar, o similar, para permitir que los sustratos se mantengan o retengan en su sitio durante el sellado, obviando con ello la necesidad de utilizar abrazaderas. En el caso de sellar una carcasa en la que pueden disponerse otros componentes, también puede utilizarse un rodillo. Pueden aplicarse posteriores barridos "raster" de energía láser a la zona de fritas unida después de la formación del sello para recocer el sello y con ello reducir la tensión y fallos posteriores causados por dicha tensión, incluyendo, por ejemplo, el agrietamiento del sello. Se entenderá además que la aplicación de energía láser, según las diversas realizaciones descritas en la presente memoria, puede llevarse a cabo de forma pulsada o continua. Según determinadas realizaciones, proporcionar aspereza al vidrio antes de la aplicación del material de sellado de fritas proporciona una fuerza de unión mejorada de la fritas respecto al interfaz del vidrio.

Debido a los elevados gradientes de temperatura experimentados cuando se utilizan las técnicas de sellado basadas en láser, puede ser preferible incluir un disipador de calor localizado para reducir el flujo lateral del calor, por ejemplo, y sin limitación, a través del sustrato o sustratos de vidrio o hasta el área de dispositivos sensibles en realizaciones en las que los componentes electrónicos sensibles se sellan en una carcasa. Según determinadas realizaciones, puede situarse un disipador térmico localizado que comprenda materiales con buenas propiedades de conductividad térmica, como por ejemplo, y sin limitación, cobre, puede ser colocado en una parte inferior del envase (p. ej., en el lado opuesto de la aplicación del láser) cerca del centro de la parte inferior del envase, y con un buen contacto térmico entre el envase y el disipador de calor.

La Figura 5 es un diagrama esquemático transversal parcial que ilustra un envase de componente electrónico y material de sellado que se irradia con un láser según una realización ilustrativa. El envase 50 de componente incluye dos sustratos 52, 53 de vidrio separados, que encierran un espacio/cavidad 55 con un ambiente de baja presión o de gas inerte entre ellos. Un componente 56 electrónico u óptico como, por ejemplo, y sin limitación, un dispositivo semiconductor, organic light emitting device (dispositivo orgánico emisor de luz - OLED), circuitos electrónicos, chips semiconductores, sensores, componentes ópticos o similares, pueden estar alojados en una cavidad 55 formada entre los sustratos 52, 53 de vidrio. Los sustratos 52, 53 de vidrio están interconectados por un sello 54 de borde periférico, no según esta invención, pueden estar hechos de vidrio de soldadura fundido o similar que, por ejemplo, pueden conformarse utilizando un láser como se ha descrito más adelante con referencia a determinadas realizaciones ilustrativas. La presión en el espacio 55 se produce mediante un proceso de evacuación a un nivel inferior a la presión atmosférica, p. ej., por debajo de aproximadamente  $10^{-2}$  Torr. Para mantener la baja presión en el espacio/cavidad 55, los sustratos 52, 53 se sellan herméticamente mediante el sello 4 de borde. La cavidad 55 también puede proporcionarse con una atmósfera de gas inerte en la que puede disponerse el componente 56.

Según determinados ejemplos, el sello 4 de borde se forma, a lo largo de las líneas descritas anteriormente con referencia a la Figura 3, mediante un calentamiento localizado controlado mediante un láser 40, como se describirá con mayor detalle en la presente memoria. Debido al gran gradiente de temperatura entre la fritas de vidrio fundida y los mucho más fríos, por ejemplo, temperatura ambiente y sustratos 52, 53 de vidrio, puede ser preferible incluir un disipador 30 térmico localizado, que comprenda un material que tenga buena conductividad térmica, tal como, por ejemplo, y sin limitación, cobre o similar. Además, el control de potencia del láser en modo continuo o de pulso puede lograrse utilizando un circuito de retroalimentación que informe a la unidad de control de potencia del láser de las temperaturas cercanas a la unión o perla fundidas, permitiendo con ello el control de la potencia y duración del calentamiento por láser. Se entenderá que puede utilizarse una aplicación de energía

láser pulsada o continua según determinadas realizaciones ilustrativas. Un ejemplo de disposición de control de retroalimentación se explica más abajo con referencia a la Figura 7, y es ventajosa en controlar y gestionar la tensión y la rotura del dispositivo, que de otro modo podría producirse. La técnica de procesamiento de calor por láser descrita en la presente memoria no implica calentar todo el artículo que se va a sellar herméticamente, y utiliza en vez de ello un enfoque localizado logrado mediante el calentamiento con láser controlado de la perla de soldadura vitrificada para lograr un sellado de baja temperatura o de equilibrio no térmico.

En particular, un sellado basado en láser que utilice materiales de soldadura basados en vidrio según determinadas realizaciones ilustrativas, somete principalmente a la soldadura al calor y somete al resto del componente que se está sellando a una carga térmica relativamente mínima. Se observa que las técnicas de sellado basadas en láser descritas en la presente memoria funcionan igualmente bien con materiales de fritas de baja Tg (p. ej., fritas de tipo VBZ) y de alta Tg. Ejemplos no limitativos de fritas de baja Tg incluyen, aunque no de forma limitativa, soldaduras basadas en V, Ba, Zn, POx, VPOx o similares. Otra ventaja de las técnicas de sellado basadas en láser descritas en la presente memoria es que la soldadura es fácilmente procesable en aire a presión y temperatura ambiente. La matriz de fritas que se utiliza para formar el sello 4 de borde incluye preferiblemente un colorante absorbedor que pueda ajustarse a la longitud de onda del láser utilizado. De este modo, el vidrio de los sustratos 52, 53 permite que la energía láser pase a través sin una absorción significativa, dejando el sustrato de vidrio relativamente sin calentar, a la vez que la energía láser es absorbida por el material de fritas, calentando de ese modo selectivamente el material de fritas para vitrificar la fritas y unir los sustratos con un sello de vidrio hermético. También es preferible incorporar dos haces que realicen barridos "raster" alrededor de bordes opuestos de los sustratos en direcciones opuestas para mejorar la velocidad y la productividad, y para asegurar una más completa vitrificación y unión de la fritas. Se entenderá que puede utilizarse también un único barrido "raster" del haz de los materiales de sellado de borde de sustrato para sellar los sustratos. Según determinadas realizaciones, cuando se sellan los sustratos, puede utilizarse un bombeo activo mediante una bomba de vacío preliminar, o similar, para permitir que los sustratos se mantengan o retengan en su sitio durante el sellado. Alternativamente, también puede utilizarse un rodillo. Pueden aplicarse posteriores barridos "raster" de energía láser a la zona de fritas unida después de la formación del sello para recocer el sello y con ello reducir la tensión y fallos posteriores causados por dicha tensión, incluyendo, por ejemplo, el agrietamiento del sello. Se entenderá además que la aplicación de energía láser, según las diversas realizaciones descritas en la presente memoria, puede llevarse a cabo de forma pulsada o continua.

Debido a los elevados gradientes de temperatura experimentados cuando se utilizan las técnicas de sellado basadas en láser, puede ser preferible, como se ha indicado anteriormente, incluir un disipador de calor localizado para reducir el flujo lateral del calor, por ejemplo, y sin limitación, a través del sustrato o sustratos de vidrio, o hasta el área de dispositivos sensibles en realizaciones en las que los componentes electrónicos sensibles se sellan en una carcasa. Según determinadas realizaciones, puede situarse un disipador térmico localizado que comprenda materiales con buenas propiedades de conductividad térmica, como por ejemplo, y sin limitación, cobre, puede ser colocado en una parte inferior del envase (p. ej., en el lado opuesto de la aplicación del láser) cerca del centro de la parte inferior del envase, y con un buen contacto térmico entre el envase y el disipador de calor.

Según la invención, y aunque no se muestra en la realización de la Figura 5, se utiliza un material de sellado eutéctico para sellar los sustratos de vidrio en vez de un material de fritas basado en vidrio. Las soldaduras de base metálica (o eutécticas) tienen un punto de fusión aún más bajo que el de los materiales de sellado basados en vidrio. Sin embargo, generalmente, las soldaduras eutécticas no pueden utilizarse directamente sobre sustratos de vidrio debido a la presencia de iones de oxígeno. Además, cuando se calienta, la soldadura de metal se oxida y forma perlas dando lugar a charcos y microburbujas. Para evitar estos problemas que a veces aparecen al utilizar soldaduras eutécticas para sellar sustratos de vidrio, según la invención, se introduce una película absorbidora entre el sustrato de vidrio y el material eutéctico. Según esta realización, la energía láser es transmitida a través del sustrato de vidrio 52 altamente transparente y es absorbido por una película absorbidora que, según la invención, es una película de doble capa de SiNx/Ni o SiNx/Cr rica en silicio. Como resultado, el silicio se calienta localmente y funde el material eutéctico formando de este modo un sello eutéctico que une los sustratos de vidrio. Opcionalmente, como se ha indicado anteriormente, puede aplicarse una pequeña fuerza durante el procesamiento, para asegurar que los materiales permanecen en contacto durante el procesamiento con láser. Utilizando esta técnica de unión con una capa intermedia de SiNx/Ni o SiNx/Cr al vidrio, uniendo el vidrio y el silicio, que se fusionan localmente entre sí en el proceso, mientras que el material de vidrio circundante permanece a temperatura ambiente. Según determinadas realizaciones ilustrativas no limitativas, puede depositarse previamente una capa de óxido metálico sobre los sustratos de vidrio antes de la deposición de la fritas (es decir, material de sellado) para humedecer los sustratos y llenar los huecos, por ejemplo, por acción capilar. Como se ha explicado anteriormente, puede utilizarse energía láser de disparos individuales pulsados o de aplicación continua. La conformación de sellos herméticos eutécticos requiere que un material (p. ej., el material de sustrato) sea muy transmisor, mientras que el otro material, p. ej., el material absorbedor, sea fuertemente absorbente a la longitud de onda del haz de láser seleccionado.

Las Figuras 4 y 6 son similares a las realizaciones ilustradas en las Figuras 3 y 5, pero incluyen un material de soldadura 4, 54 eutéctica, respectivamente, junto con una película absorbidora 4', 54', respectivamente, como se ha descrito y explicado en detalle anteriormente. Además, se entenderá que la película absorbidora 4', 54' puede estar dispuesta sobre uno o ambos sustratos 2, 3, 52, 53 de vidrio. Como se ha explicado anteriormente, según esta realización ilustrativa alternativa, dado que, generalmente, el metal no puede utilizarse directamente sobre vidrio, puede interponerse una capa 4', 54' de absorbedor entre el material 4, 54 de sellado eutéctico y el, o los, sustratos 2, 3, 52, 53 de vidrio. La película/capa absorbidora 4', 54' puede, por ejemplo, y sin limitación, incluir una primera capa

de, o incluir nitruro de silicio y una segunda capa de, o incluir un metal tal como Ni anelectrolítico (o un metal 54' que comprenda una aleación). La película absorbidora 4', una doble capa de SiNx/Ni o SiNx/Cr rica en silicio. En tales realizaciones ilustrativas, la energía del haz 40 de láser se transmite a través de un sustrato 2, 3, 52, 53 de vidrio y se absorbe por la película absorbidora 4', 54'. Como resultado, por ejemplo, el Si y/o metal del absorbedor se calienta localmente, funde el material eutéctico, y el Si se une al sustrato o sustratos de vidrio. Como se ha indicado anteriormente, el control del láser puede lograrse utilizando un circuito de retroalimentación en el que las elevadas temperaturas de proceso en el área de unión, se monitoricen y se retroalimentan para controlar la potencia y duración del láser, como se ilustra y describe en la presente memoria con referencia a la Figura 7.

Entre las ventajas ilustrativas logradas utilizando las técnicas de láser descritas en la presente memoria, están que la técnica de láser es sustancialmente una técnica sin contacto, por lo que no hay uso y desgaste, ni contaminación de los sustratos que se unan. Además, debido a la aplicación controlada del haz de láser, puede controlarse de forma muy precisa el tiempo de procesamiento, la temperatura y el volumen calentado, por tanto pueden realizarse incluso diseños complejos (especialmente en el caso de envasado de componentes). Además, cuando se utiliza un láser como fuente de calor, la entrada de calor para el dispositivo puede estar muy localizada, dado que el haz de láser puede centrarse en un punto pequeño. Además, en las realizaciones de VIG descritas en la presente memoria, el láser puede aplicarse opcionalmente a la perla desde un lado en vez de a través del sustrato de vidrio.

La Figura 7 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de irradiación con láser ilustrativo que incluye un control de retroalimentación según determinadas realizaciones ilustrativas. El sistema de láser según esta realización no limitativa ilustrativa, incluye una fuente 78 de láser que proporciona energía láser, de una potencia y duración dadas, a un subsistema 80 de escáner y óptica. El subsistema 80 de escáner y óptica proporciona un haz de un tamaño de punto dado a través de la óptica del objeto que se está irradiando como, por ejemplo, una unidad 1 de ventana VIG. El subsistema 80 de escáner y óptica puede proporcionar un único haz que realiza un barrido "raster" alrededor de una periferia de la unidad 1 de ventana VIG en una dirección dada, u opcionalmente puede proporcionar dos haces 40 que se aplican a lados opuestos de la unidad 1 de VIG y realiza un barrido "raster" en direcciones opuestas. Según determinadas realizaciones ilustrativas, los haces láser 40 pueden disponerse para irradiar lados opuestos (p. ej., parte superior e inferior) de la unidad 1 de ventana VIG. Según otras realizaciones ilustrativas adicionales, puede utilizarse un calentador SWIR junto con la aplicación de un haz o haces láser 40. Los haces 40 de láser pueden sujetarse y desplazarse mediante brazos robóticos para proporcionar un control de barrido "raster" aún mayor. Un sensor 72, que esté preferiblemente alejado del haz, monitoriza la temperatura Ts en el área adyacente de la perla. El sensor 72 puede ser cualquier tipo de sensor que pueda monitorizar temperaturas, tales como, por ejemplo, Ts. Estos sensores pueden incluir, por ejemplo, y sin limitación, un pirómetro, bolómetro, reproductor infrarrojo, microtermopares o similares. Ts es el parámetro de control de retroalimentación según este ejemplo. Ts sale del sensor 72, que puede estar situado cerca del artículo que se irradia o puede, opcionalmente, estar dispuesto con el subsistema de escáner y óptica, el cabezal láser o similares, por ejemplo. La Ts del sensor 72 se proporciona a un registrador de datos 74 de temperatura, que recibe y registra la Ts a medida que se monitoriza. La Ts se envía a la unidad 76 de control, que proporciona señales de control a la fuente 78 de láser para controlar diversos parámetros del láser, incluyendo, aunque no de forma limitativa, potencia y duración. En realizaciones que utilizan un calentador SWIR, el calentador SWIR se puede incluir en el circuito de retroalimentación para proporcionar un control de retroalimentación adicional. Como se ha indicado anteriormente, la fuente 78 de láser puede emitir energía láser de forma pulsada y/o de forma continua.

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método para sellar sustratos utilizando un láser según determinadas realizaciones ilustrativas, tales como, por ejemplo, las ilustradas en las Figuras 3 y 5, en donde una frita basada en vidrio se utiliza para formar un sello entre sustratos de vidrio. Según determinadas realizaciones ilustrativas no limitativas, se proporciona Si a los sustratos de vidrio a sellar. Los sustratos pueden ser placas sustancialmente paralelas, como se ilustra por ejemplo, con respecto a la VIG ilustrativa no reivindicada y que se ilustra en la Figura 3, o puede ser una disposición geométrica más compleja, como, por ejemplo, la realización de alojamiento de componentes ilustrada en la Figura 5. Se entenderá que las realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria son igualmente aplicables a cualquier número concebible de geometrías de sustrato, independientemente de la complejidad. Utilizando el ejemplo ilustrado en la Figura 3 por comodidad de uso, los sustratos 2, 3 se proporcionan en el Paso S1. El material de sellado como, por ejemplo, y sin limitación, una frita basada en vidrio, se aplica S3 a continuación a áreas o regiones a sellar, tales como, por ejemplo, un borde periférico de una unidad de ventana VIG, como se ilustra en la Figura 3. El material de sellado incluye, preferiblemente, un colorante absorbente que pueda ajustarse a las características del láser utilizado para proporcionar ventajas adicionales. El material de sellado aplicado a los sustratos en el Paso S3 se seca posteriormente S5, por ejemplo, calentando a una temperatura relativamente baja, como por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 120 °C-150 °C, para eliminar los disolventes del vehículo. Tras el secado S5, la frita se cristaliza S7 calentando el vidrio a una temperatura superior para vitrificar la frita y expulsar el material aglutinante orgánico. La frita se vitrifica a continuación utilizando irradiación con láser S9. Durante la vitrificación S9, la frita se calienta utilizando un láser localizado controlado hasta su punto de fusión para formar, por ejemplo, una película sustancialmente continua hecha de la red de vidrio. Como se ha indicado anteriormente, el láser puede aplicarse de forma pulsada o continua y, preferiblemente, controlado mediante un circuito de retroalimentación basado en Ts. Además, se observa que el láser puede aplicarse en aire o en una atmósfera inerte. El láser y sus características se seleccionan de modo que la energía del láser pase sustancialmente a través del sustrato de vidrio, y se absorba sustancialmente por el material de sellado, que incluye, por ejemplo, y sin limitación, un material de sellado que incorpore un colorante absorbente. Como también se ha indicado anteriormente,

5 puede ser preferible utilizar una bomba o rodillo de vacío para mantener los sustratos en su sitio durante la vitrificación y una unión S11 posterior inducida por láser. Además, también puede ser preferible proporcionar un disipador de calor para controlar el flujo de calor lateral para reducir el agrietado debido a grandes gradientes de temperatura que pueden producirse en el proceso láser. Una vez vitrificada la frita, los sustratos se unen S11 bajo la aplicación de energía láser calentando por encima de la temperatura de fusión del vidrio al tiempo que se unen los sustratos. Como se ha explicado anteriormente, se contempla el uso opcional de una bomba o rodillo de vacío para mantener los sustratos en su sitio y para aplicar presión. Después de que se haya completado el proceso de unión, el sello completado puede opcionalmente recocerse aplicando al mismo energía láser S13. El recocido del sello reduce la tensión en el sello y proporciona una menor probabilidad de fallo del sello por grietas o fracturas. Además, como se ha explicado anteriormente, el láser puede aplicarse en cualquier número de trayectos diferentes que incluyen, aunque no de forma limitativa, la aplicación de haces de láser dobles en lados opuestos del artículo y con barrido "raster" en direcciones opuestas, la aplicación de un solo haz con barrido "raster" en una dirección, la aplicación pulsada del láser y/o la aplicación continua del láser o similares.

15 En realizaciones que utilizan soldaduras eutécticas, tales como, por ejemplo, las ilustradas en las Figuras 4 y 6 en donde se utiliza un material de soldadura basado en soldadura metálica para formar un sello entre sustratos de vidrio, el método es similar al ilustrado en la Figura 8. Sin embargo, en realizaciones de unión eutéctica, según la invención, el paso de aplicar el material de sellado S3 incluye la aplicación de una película absorbidora que comprende una capa doble SiNx/Ni o SiNx/Cr rica en silicio. Los Pasos S9, S11 de unión y vitrificación se llevan a cabo mediante la energía láser que pasa a través del sustrato transparente y que es sustancialmente absorbida por la película absorbidora. La película absorbidora se calienta y funde el material de sellado eutéctico, que a continuación une los sustratos entre sí, tal como se ha descrito anteriormente.

25 Se contempla que puede utilizarse cualquier láser adecuado para lograr las ventajas asociadas a las realizaciones ilustrativas descritas en la presente memoria. Por ejemplo, pueden utilizarse, y sin limitación, YVO4, Ti:Zafiro, vapor de Cu, excímero, Nd:YAG, CO<sub>2</sub>, ultravioleta, infrarrojo, armónicos de láseres de Nd:YAG o similares, a unos niveles de energía, tamaño de punto y duración adecuados. Según determinadas realizaciones ilustrativas, pueden utilizarse un láser YVO4 de 1090 nm, un láser Ti:zafiro de 800 nm o un láser de vapor de Cu de 250 nm (segundos armónicos) o similares. Además, como se indica en la presente memoria, la aplicación de energía láser al material de sellado puede ser de modo pulsado o continuo. Por ejemplo, y sin limitación, los láseres pueden emitirse por pulsos utilizando, por ejemplo, conmutación Q mediante el uso de velocidades repetitivas, tales como, por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 1 KHz a varios cientos de KHz y preferiblemente aproximadamente 80 KHz. Según determinadas realizaciones preferidas, puede preferirse un láser YVO4 a 30 W de potencia promedio y que pulsa a aproximadamente 80 KHz centrado en el área de frita de centrado en la zona. Como se ha indicado anteriormente, según determinadas realizaciones ilustrativas, la aplicación de sellado por láser puede lograrse usando dos haces de láser enfocados simultáneamente en lados opuestos (p. ej., parte superior e inferior) de los sustratos de vidrio que se sellan entre sí a una velocidad de exploración de aproximadamente 100-150 mm/s.

40 También se observa que puede evitarse y/o reducirse la absorción por láser o el acoplamiento por calor por parte de los sustratos de vidrio. Según determinadas realizaciones ilustrativas, es preferible utilizar a la energía láser que se aplique vidrio que sea prácticamente transparente, de modo que el vidrio no absorba sustancialmente energía láser ni se acople con el láser para generar calor. Por ejemplo, la absorción de láser por vidrio puede producirse al utilizar vidrio dopado (p. ej., dopado con Fe, donde hay una cantidad significativa de hierro en el vidrio). Además, cuando los sustratos de vidrio se exponen a haces de alta intensidad, pueden inducirse efectos no lineales, que den lugar a una absorción de energía láser desventajosa por los sustratos de vidrio. De forma adicional, el uso de sustratos de vidrio revestido en el que los materiales de revestimiento absorban energía del láser puede dar lugar a una absorción desventajosa de absorción de energía láser y, por tanto, un calentamiento no deseado de los sustratos de vidrio. Por tanto, deberá evitarse el uso de estos tipos de sustratos de vidrio dopado y/o revestido.

50 Además, puede producirse una absorción superficial de energía láser fuera de las bandas transparentes del láser, tales como, por ejemplo, y sin limitación, a <300 nm para un láser de excímero y >2 μm para los láseres de CO<sub>2</sub>. Estas bandas transparentes exteriores generalmente se utilizan para la modificación o corte de superficies y deberían evitarse en el sellado por láser. Por tanto, según determinadas realizaciones preferidas, se prefieren láseres con longitudes de onda en el intervalo de aproximadamente 200 nm a justo por debajo de 2000 nm (es decir, longitudes de onda a las que los sustratos de vidrio sean sustancialmente transparentes).

60 También se indica que el vidrio templado es lo suficientemente fuerte como para soportar grandes variaciones de temperatura como, por ejemplo, en el intervalo de aproximadamente 200 °C. También, como se ha indicado anteriormente, generalmente no resulta factible procesar vidrio templado utilizando los procedimientos de calentamiento a granel típicos debido al riesgo de perder templado. Por lo tanto, las técnicas de sellado por láser descritas en la presente memoria son particularmente adecuadas para su uso con sustratos de vidrio templado.

En la unidad de ventana VIG, dicha película absorbidora puede difundirse al menos parcialmente en dicha capa metálica o sustancialmente metálica.

65 En la unidad de ventana VIG, dicho sello de borde puede comprender una primera y segunda películas absorbidoras, estando dicha primera película absorbidora situada entre el primer sustrato y la capa metálica o



sustancialmente metálica, y estando la segunda película absorbidora situada entre el segundo sustrato y la capa metálica o sustancialmente metálica.

5 En la unidad de ventana VIG, dicha película absorbidora puede caracterizarse por  $\text{Si}_z\text{N}_x$ , donde  $z/x$  es al menos 0,78, más preferiblemente al menos 0,80. En la película absorbidora, la capa que comprende nitruro de silicio (que puede doparse con Al o similar) puede estar situada entre el sustrato de vidrio y la capa que comprende Ni y/o Cr. Por lo tanto, para una película absorbidora dada, la capa que comprende Ni y/o Cr está situada más cerca de la capa metálica o prácticamente metálica que el nitruro de silicio.

10 En el método, dichos primer y segundo sustratos comprenden vidrio.

En el método, el método puede incluir aplicar presión a uno o ambos sustratos durante al menos la etapa de unión. La aplicación de presión puede incluir bombear la cavidad y/o aplicar presión mediante al menos un rodillo.

15 En el método, la aplicación de dicha irradiación con láser puede controlarse a través de un circuito de retroalimentación. El circuito de retroalimentación puede incluir información relacionada con una temperatura en un área de la irradiación con láser.

20 En el método, la irradiación con láser puede proceder de uno o más de un láser de excímero, un láser de  $\text{CO}_2$ , un láser de Nd:YAG y un armónico de un láser de Nd:YAG.

En el método, la irradiación con láser puede ser pulsada y/o continua.

25 En el método, la irradiación con láser puede llevarse a cabo mediante haces dobles dirigidos a lados opuestos de la unidad de ventana VIG, realizando dichos haces dobles un barrido "raster" en direcciones opuestas. Los haces pueden realizar el barrido "raster" a una velocidad en el intervalo de aproximadamente 100-150 mm/s. Alternativamente, la irradiación con láser puede ser realizada por un único haz con un barrido "raster" en una única dirección.

30 En el método, dicho material de sellado puede comprender una capa que comprenda una capa de soldadura metálica o sustancialmente metálica. La película absorbidora puede interponerse entre la capa que comprenda la soldadura y al menos uno de los sustratos. La energía láser de dicha irradiación con láser se absorbe por dicha película absorbidora, que a su vez calienta y ayuda a fundir el material de sellado en la capa que comprende la soldadura.

35 En el método después de dicha unión, puede realizarse el recocido del sello mediante irradiación con láser.

40 En el método, la aplicación del láser al material de sellado puede realizarse mediante el láser que pasa sustancialmente a través del primer y/o segundo sustrato e irradiando el material de sellado o, alternativamente, la aplicación del láser al material de sellado puede realizarse desde un lado, de forma que el láser no pase a través del primer o segundo sustrato de la unidad de VIG para irradiar el material de sellado.

45 En el método, los pasos de vitrificación y/o unión pueden llevarse a cabo (i) en aire y/o en una atmósfera inerte y/o (ii) a temperatura aproximadamente ambiente.

En el método, el método puede incluir además depositar una capa de óxido de metal sobre el primer y/o segundo sustrato(s) de vidrio antes de aplicar dicho material de sellado.

50 Aun cuando se han descrito y divulgado determinadas realizaciones ilustrativas en la presente memoria, se entenderá que las realizaciones descritas en la presente memoria pretenden ser ilustrativas, no limitativas, y que los expertos en la materia entenderán que pueden hacerse diversas modificaciones sin abandonar el ámbito completo de las reivindicaciones anexas a la misma.

**REIVINDICACIONES**

1. Una unidad (1) de vacuum insulated glass (ventana de vidrio aislado al vacío - VIG) que comprende:
  - 5 un primer y un segundo sustratos (2, 3) paralelos sustancialmente espaciados que comprenden vidrio que están unidos entre sí mediante un sello (4) de borde; definiendo dicho primer y segundo sustratos (2, 3) y dicho sello (4) de borde una cavidad (6) que tiene una presión inferior a la presión atmosférica; y
  - 10 en donde dicho sello (4) de borde comprende (i) un material de sello que comprende una capa metálica o sustancialmente metálica; y (ii) una película absorbidora (4'), caracterizada porque la película absorbidora (4') comprende una capa doble de  $\text{SiN}_x/\text{Ni}$  o  $\text{SiN}_x/\text{Cr}$  rica en silicio.
2. La unidad de ventana de vidrio aislado al vacío de la reivindicación 1, en donde dicha película absorbidora (4') está al menos parcialmente difundida en dicha capa metálica o sustancialmente metálica.
- 15 3. La unidad de ventana de vidrio aislado al vacío de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho sello (4) de borde comprende una primera y segunda películas absorbidoras (4'), estando dicha primera película absorbidora (4') situada entre el primer sustrato (2) y la capa metálica o sustancialmente metálica, y la segunda película absorbidora (4') estando situada entre el segundo sustrato (3) y la capa metálica o sustancialmente metálica.
- 20 4. La unidad de ventana de vidrio aislado al vacío de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha película absorbidora (4') se caracteriza por  $\text{Si}_z\text{N}_x$ , donde  $z/x$  es al menos 0,78.
- 25 5. Un método para fabricar una unidad de vacuum insulated glass (ventana de vidrio aislado al vacío - VIG), caracterizado porque el método comprende:
  - proporcionar un primer sustrato (2; 52);
  - 30 aplicar una película absorbidora (4'), que comprende una doble capa de  $\text{SiN}/\text{Ni}$  o  $\text{SiN}/\text{Cr}$  rica en silicio, y un material (4; 54) de sellado que comprende una capa metálica o sustancialmente metálica a un área del primer sustrato (2; 52) a sellar;
  - formando un sello mediante al menos:
    - 35 vitrificando el material (4; 54) de sellado utilizando irradiación con láser, la irradiación con láser exponiendo el material de sellado pero no estando dirigido hacia una mayoría del primer sustrato (2; 52);
    - uniendo el primer sustrato (2; 52) a un segundo sustrato (3; 53) al continuar irradiando el material de sellado vitrificado con irradiación con láser para fundir el material de sellado; y
    - 40 evacuando una cavidad (6; 55) formada entre el primer (2; 52) y segundo (3; 53) sustratos y definida por el sello a una presión inferior a la presión atmosférica.
- 45 6. El método de la reivindicación 5, en donde la aplicación de dicha irradiación con láser se controla mediante un circuito de retroalimentación, preferiblemente en donde el circuito de retroalimentación incluye información referente a una temperatura en un área de la irradiación con láser y/o se utiliza para controlar la energía y duración de dicha irradiación con láser.
- 50 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-6, en donde la irradiación con láser se lleva a cabo mediante haces dobles dirigidos a lados opuestos de la unidad de ventana VIG, dichos haces dobles aplicando un barrido "raster" en direcciones opuestas, y en donde los haces aplican barridos "raster" preferiblemente a una velocidad en el intervalo de aproximadamente 100-150 mm/s.
- 55 8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5-7, en donde la irradiación con láser se realiza mediante un único haz con barrido "raster" en una única dirección.
9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde la aplicación del láser al material de sellado se realiza mediante el láser que pasa sustancialmente a través del primer y/o segundo sustrato e irradiando el material de sellado.
- 60 10. El método de la reivindicación 8, en donde un componente (56) sensible a la temperatura está dispuesto en dicha cavidad (55), en donde preferiblemente dicho componente sensible a la temperatura (56) incluye al menos uno de un chip semiconductor, un sensor, un componente óptico, capas orgánicas emisoras de luz, y/o un OLED.

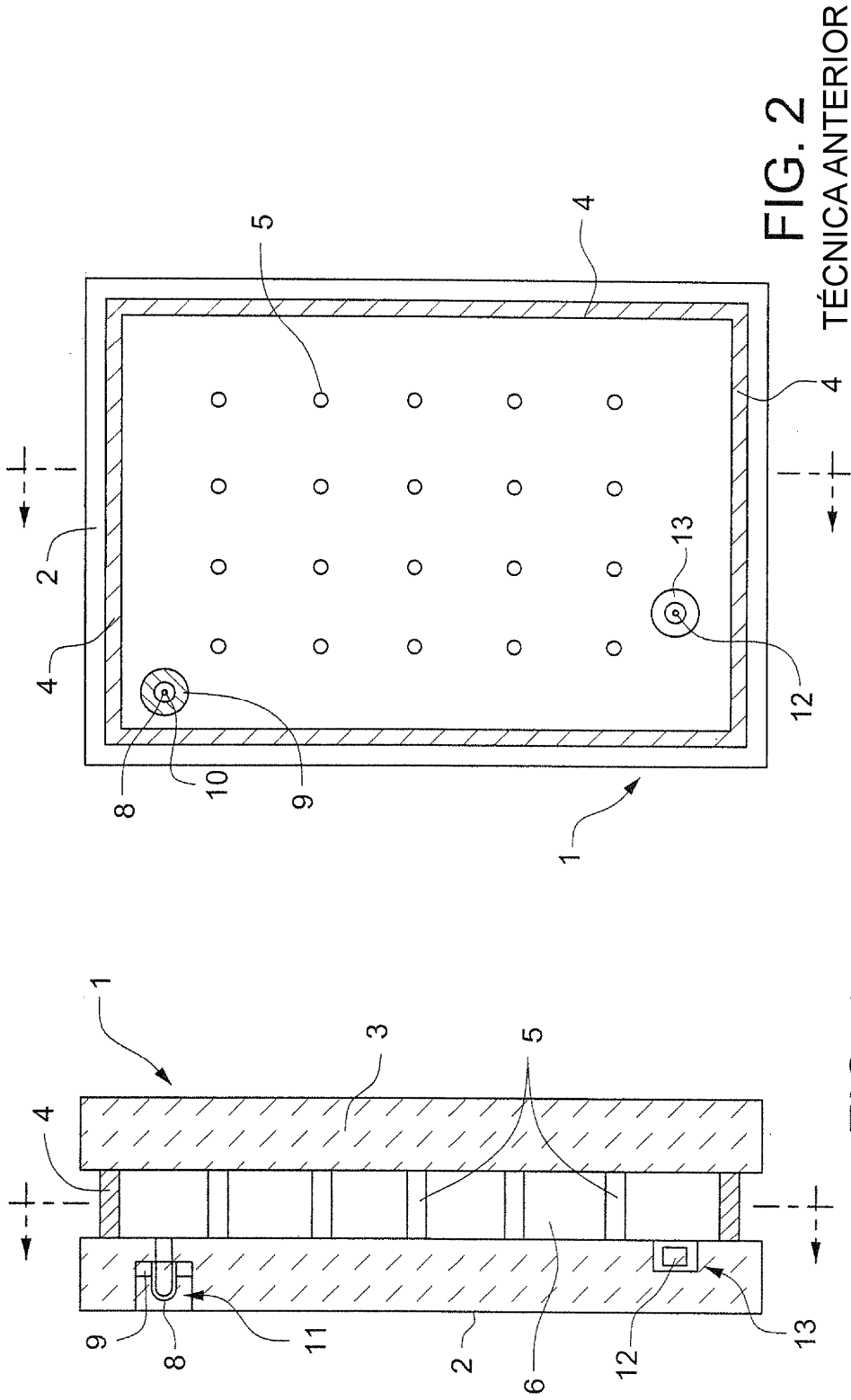


FIG. 2  
TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1  
TÉCNICA ANTERIOR

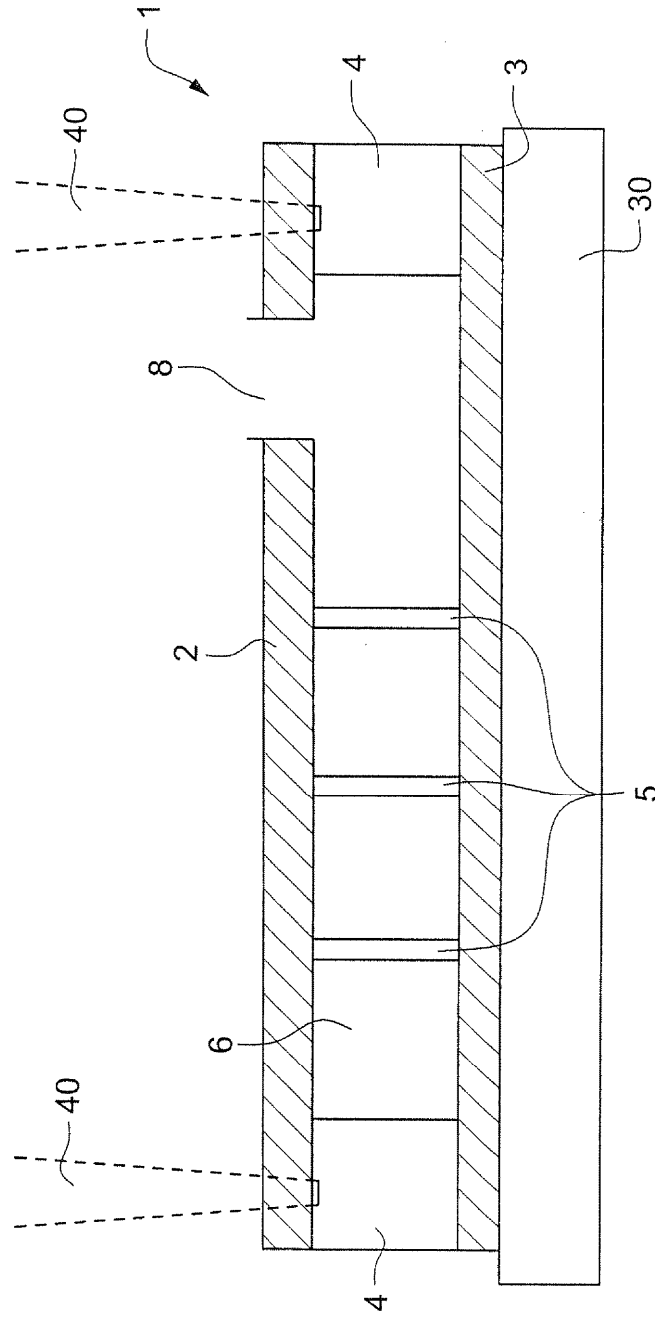


FIG. 3

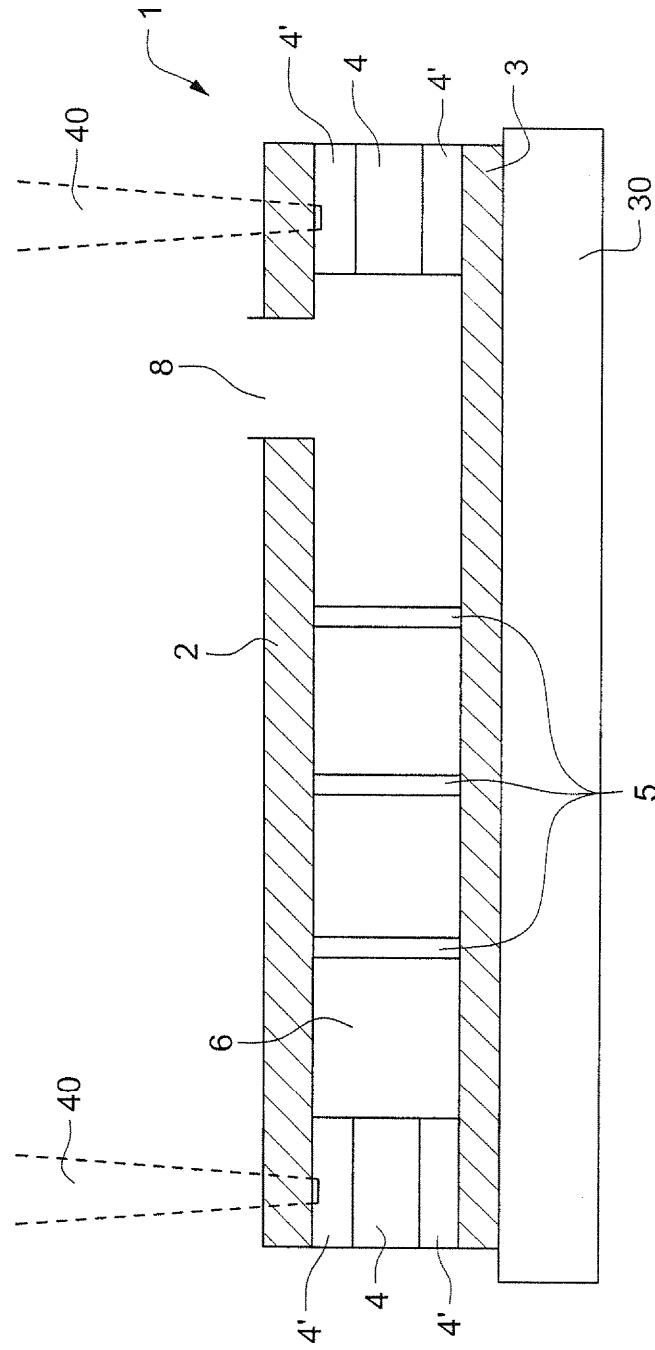


FIG. 4

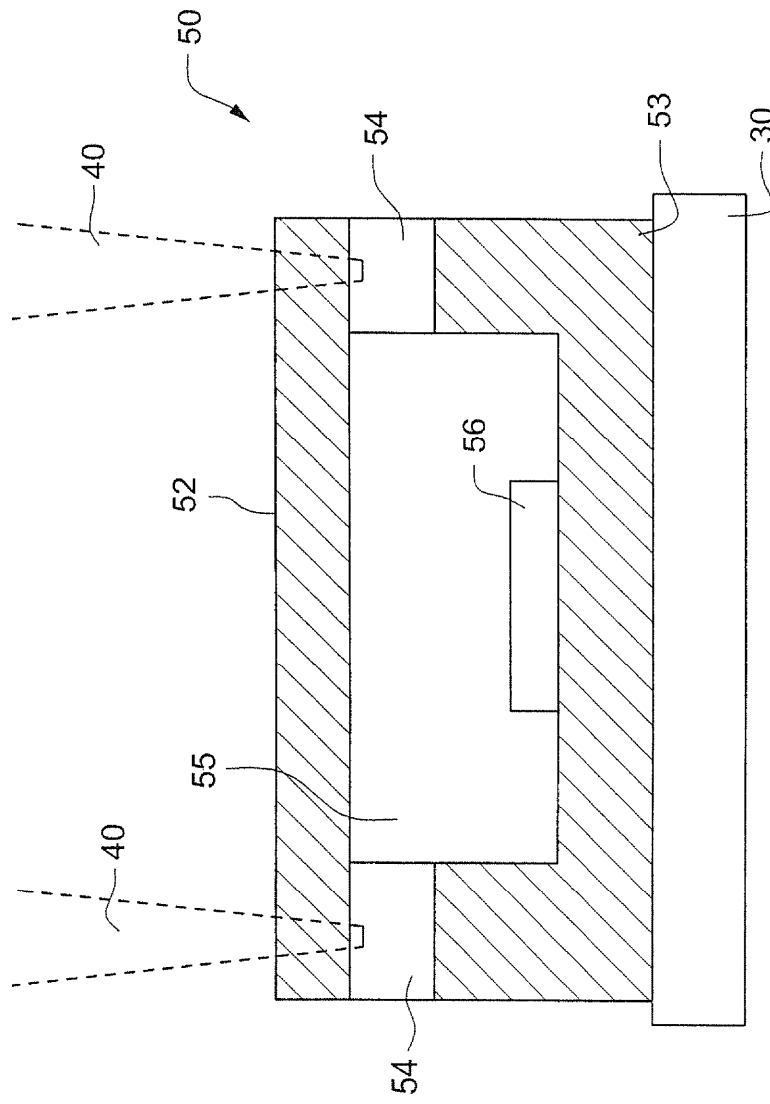


FIG. 5

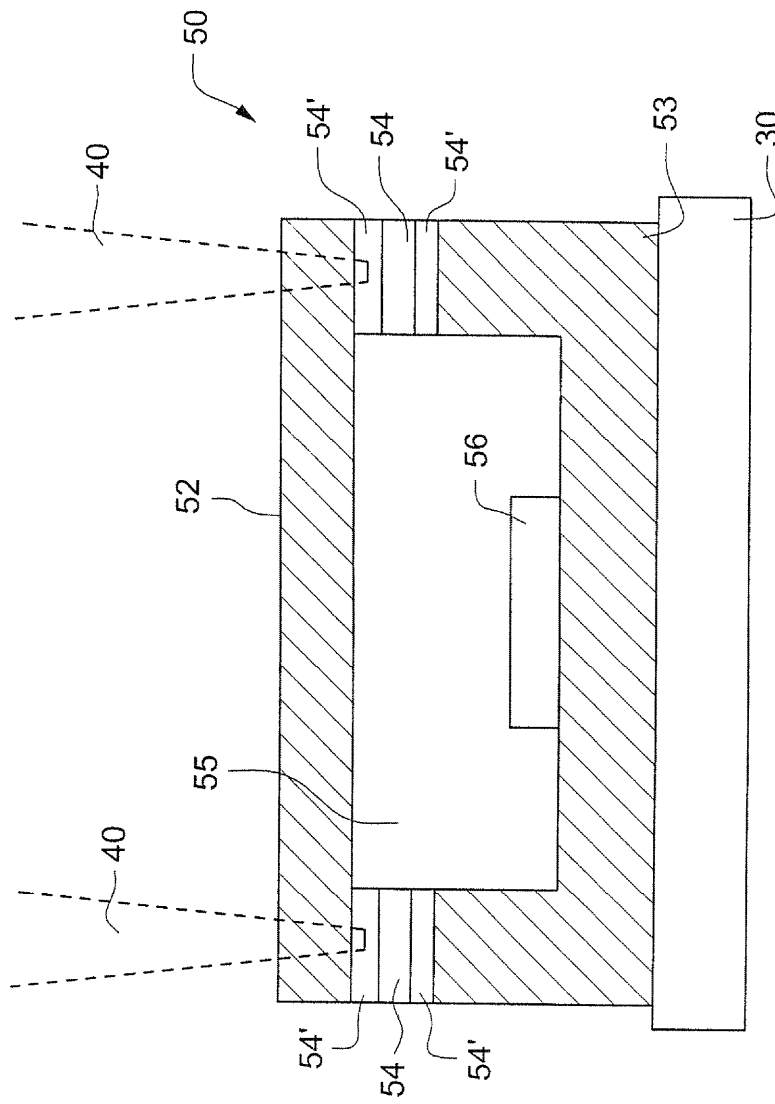


FIG. 6

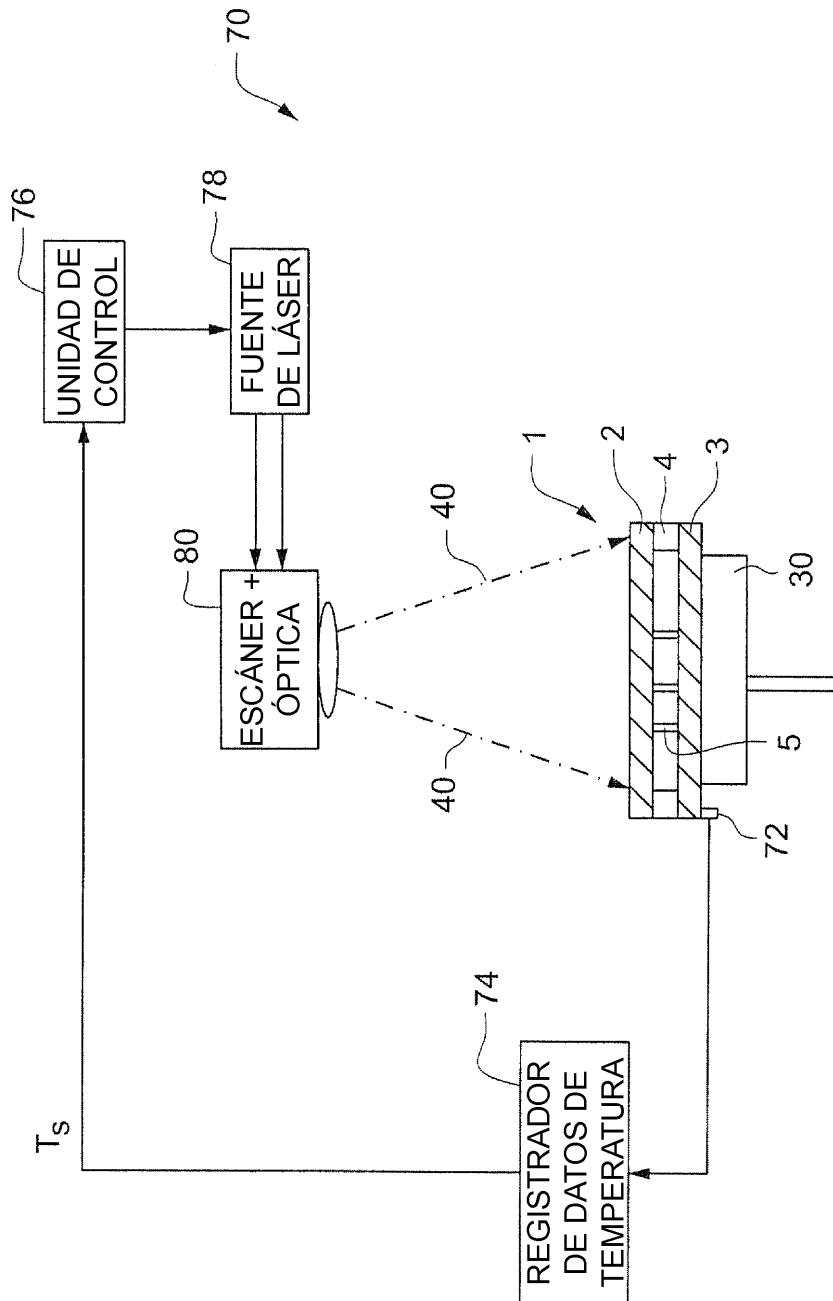


FIG. 7



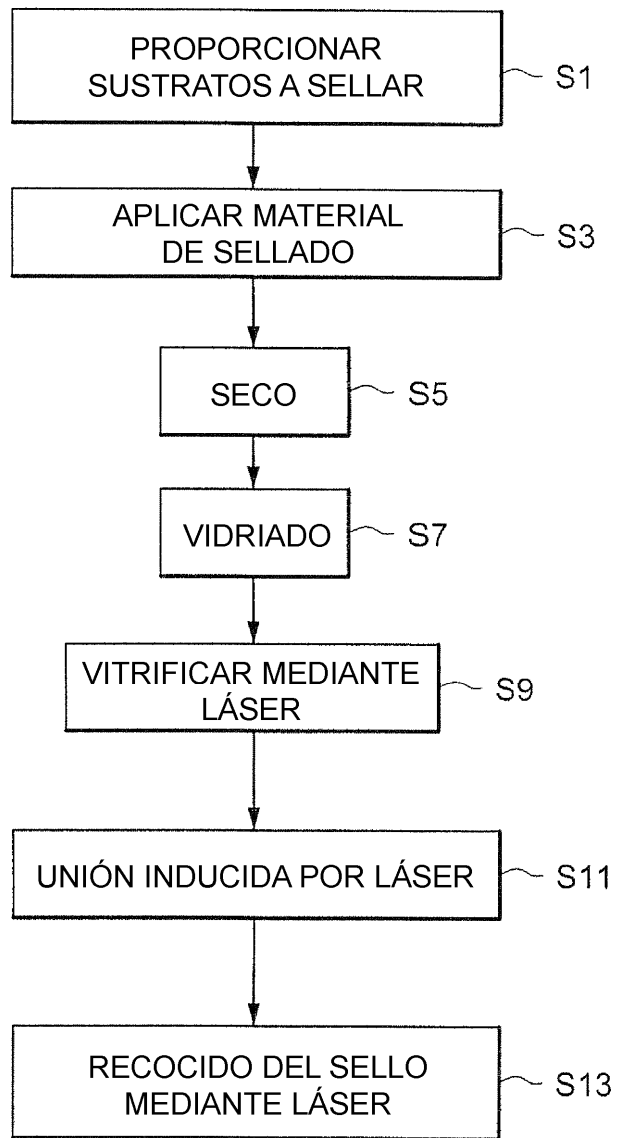


FIG. 8