

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 628 380**

51 Int. Cl.:

E06B 3/66 (2006.01)

E06B 3/677 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.05.2013 PCT/US2013/040466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13173175**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013 E 13726338 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2855817**

54 Título: **Método y aparato para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (VIG) incluyendo la técnica de sellado del tubo de vaciado**

30 Prioridad:

18.05.2012 US 201213474819

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

02.08.2017

73 Titular/es:

**GUARDIAN INDUSTRIES CORP. (100.0%)
2300 Harmon Road
Auburn Hills, MI 48326-1714, US**

72 Inventor/es:

**DENNIS, TIMOTHY, A. y
PANTKE, ANDREW, W.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 628 380 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 y aparato para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (VIG) incluyendo la técnica de sellado del tubo de vaciado

5

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud se relaciona con las Solicitudes de Patente de Estados Unidos, asignadas conjuntamente, N.º de Serie 13/474.835 y 13/474.850, presentadas junto con la presente, cuyas divulgaciones se incorporan por referencia en el presente documento en su totalidad.

10

Campo técnico

La presente divulgación se refiere en general a configuraciones de unidades de ventana de vidrio aislado al vacío (VIG) y métodos para la fabricación de una unidad de ventana VIG. La divulgación se refiere más particularmente a métodos para el sellado de un extremo de un tubo de vaciado (ver ejemplo mediante láser). La divulgación se refiere incluso más particularmente a una aplicación de potencia variable secuencial multifase de la energía láser a un extremo expuesto de un tubo de vaciado durante tiempos de exposición controlados y disminución de los diámetros del trazado láser para producir una fusión más controlada del tubo de vidrio para reducir o eliminar la desgasificación no deseable que puede tener lugar durante la aplicación en un breve tiempo de alta potencia de energía láser al extremo de un tubo de vaciado para sellar el tubo.

15

20

Antecedentes y sumario de realizaciones de ejemplo

Las unidades de vidrio aislado al vacío (VIG) incluyen normalmente al menos dos sustratos de vidrio separados que encierran un espacio/cavidad evacuado o de baja presión entre ellos. Los sustratos se interconectan mediante un sellado del borde periférico e incluyen normalmente separadores entre los sustratos de vidrio para mantener la separación entre los sustratos de vidrio y para evitar el colapso de los sustratos de vidrio que puede provocarse debido al ambiente de baja presión que existe entre los sustratos. Algunos ejemplos de configuraciones de VIG se divulgan, por ejemplo, en las patentes de Estados Unidos N.º 5.657.607, 5.664.395, 5.657.607, 5.902.652, 6.506.472 y 6.383.580 todas cuyas divulgaciones se incorporan por referencia en el presente documento en su totalidad.

25

30

Las FIGS. 1 y 2 ilustran una unidad de ventana 1 VIG y elementos que forman la unidad de ventana 1 VIG. Por ejemplo, la unidad 1 VIG puede incluir dos sustratos de vidrio 2, 3 separados sustancialmente paralelos, que encierran un espacio/cavidad 6 evacuado a baja presión entre ellos. Las láminas o sustratos de vidrio 2, 3 se interconectan mediante un sellado del borde 4 periférico que puede fabricarse de soldadura de vidrio fundida, por ejemplo. Puede incluirse una matriz de pilares/separadores 5 de soporte entre los sustratos 2, 3 de vidrio para mantener la separación de los sustratos 2, 3 de la unidad VIG 1 a la vista de la baja presión del espacio/hueco 6 presente entre los sustratos 2, 3.

35

40

Un tubo de vaciado 8 puede sellarse herméticamente mediante, por ejemplo, vidrio de soldadura 9 en una abertura/orificio 10 que pasa desde una superficie interior de uno de los sustratos de vidrio 2 al fondo de un rebaje opcional 11 en la superficie exterior del sustrato de vidrio 2, u opcionalmente a la superficie exterior del sustrato de vidrio 2. Se fija un vacío al tubo de vaciado 8 para evacuar la cavidad interior 6 hasta una baja presión, por ejemplo, usando una operación de bombeo secuencial. Después de la evacuación de la cavidad 6, una parte (por ejemplo, la punta) del tubo 8 se funde para sellar el vacío en la cavidad/espacio 6 de baja presión. El rebaje opcional 11 puede retener el tubo de vaciado 8 sellado. Opcionalmente, puede incluirse un producto químico absorbente 12 dentro del rebaje 13 que se dispone en una cara interior de uno de los sustratos de vidrio, por ejemplo, el sustrato de vidrio 2. El absorbente químico 12 puede usarse para absorber o apurar ciertas impurezas residuales que pueden permanecer después de que se evacue y selle la cavidad 6.

45

50

Las unidades VIG con sellos del borde 4 periférico de vidrio de soldadura fundido se fabrican normalmente mediante el depósito de fritada de vidrio, en una solución (por ejemplo, pasta de fritada), alrededor de la periferia del sustrato 2 (o del sustrato 3). Esta pasta de fritada de vidrio forma finalmente el sello del borde 4 de soldadura de vidrio. El otro sustrato (por ejemplo, el 3) se vuelca sobre el sustrato 2 de modo que emparede los separadores/pilares 5 y la solución de fritada de vidrio entre los dos sustratos 2, 3. Todo el conjunto incluyendo los sustratos de vidrio 2, 3 los separadores/pilares 5 y el material de sellado (por ejemplo, la fritada de vidrio en solución o pasta), se calienta entonces a una temperatura de al menos aproximadamente 500 °C, en cuyo punto la fritada de vidrio se funde, moja las superficies de los sustratos de vidrio 2, 3 y finalmente forma un sello periférico/de borde 4 hermético.

55

60

Tras la formación del sello del borde 4 entre los sustratos, se extrae un vacío a través del tubo de vaciado 8 para formar un espacio/cavidad 6 de baja presión entre los sustratos 2, 3. La presión en el espacio 6 puede producirse por medio de un proceso de evacuación hasta un nivel por debajo de la presión atmosférica, por ejemplo, por debajo de aproximadamente 1,33 Pa (10^{-2} Torr). Para mantener la baja presión en el espacio/cavidad 6, los sustratos 2, 3 se sellan herméticamente. Se proporcionan pequeños separadores/pilares 5 de alta resistencia entre los sustratos para mantener la separación de los sustratos aproximadamente paralela contra la presión atmosférica. Como se ha

65

hecho notar anteriormente, una vez se vacía el espacio 6 entre los sustratos 2, 3, el tubo de vaciado 8 puede sellarse, por ejemplo, mediante la fusión de su punta usando un láser o similar.

Un proceso típico para la instalación del tubo de vaciado 8 en el orificio o abertura 10, incluye la inserción de un tubo de vaciado de vidrio 8 preformado en una abertura/orificio 10 que se ha formado previamente (por ejemplo, mediante taladrado) en uno de los sustratos de vidrio 2. Después de que se haya asentado del tubo de vaciado 8 en la abertura/orificio 10, se aplica una pasta de frita adhesiva al tubo de vaciado 8, normalmente en una zona próxima a la abertura del orificio 10 próxima a una superficie exterior del sustrato de vidrio 2. Como se ha hecho notar anteriormente, el tubo de vaciado puede sellarse tras la evacuación o purgado de la cavidad del VIG.

Tras la evacuación de la cavidad a una presión menor que la atmosférica, el sellado del tubo de vaciado puede llevarse a cabo mediante calentamiento del extremo del tubo de vaciado que se usa para evacuar o purgar la cavidad para fundir la abertura y de ese modo sellar la cavidad de la unidad de ventana VIG. Por ejemplo, y sin limitación, este calentamiento y fusión puede llevarse a cabo mediante irradiación por láser de la punta del tubo de vaciado.

Sin embargo, se ha descubierto que puede controlarse la aplicación de energía láser a la punta del tubo de vaciado para conseguir un sellado más fiable. Como se ha hecho notar anteriormente, un problema de conducción de calor desde el extremo del tubo de vaciado a la interfaz de la frita puede dar como resultado un agrietado indeseable del tubo de vaciado en la interfaz de la frita lo que puede comprometer el vacío en la cavidad de la unidad de ventana VIG. Puede usarse un procesamiento por láser más rápido en un esfuerzo por reducir la exposición del tubo de vaciado de vidrio al láser y reducir el tiempo que se permite la conducción del calor a través del tubo de vaciado, y así reducir la probabilidad de conducción del calor a la frita y agrietado potencial en la interfaz del tubo de vaciado y la frita. Sin embargo, un procesamiento por láser constante/continuo rápido en una única forma con alta potencia del láser padece del inconveniente de un súper-calentamiento potencial del vidrio del tubo de vaciado y ebullición potencial de la capa superior del tubo de vaciado de vidrio. Puede tener lugar una desgasificación significativa en la capa superior del tubo de vaciado de vidrio si se permite que entre en ebullición. Esta desgasificación puede disminuir indeseablemente el vacío ya bombeado en la cavidad de la ventana VIG, dando como resultado una disminución indeseable en el valor de aislamiento (o "R") de la unidad de ventana VIG resultante. Por lo tanto, lo que se necesita es una forma de sellar el extremo del tubo de vaciado de vidrio de modo que se proporcione suficiente energía para fundir el extremo del tubo, mientras que al mismo tiempo se evite la ebullición del extremo del tubo de vaciado de vidrio durante el sellado para evitar la perjudicial desgasificación potencial. Además, es preferible calentar el extremo del tubo de vaciado de tal manera que se evite el agrietado del tubo de vaciado en la interfaz tubo/frita. El documento JP3859771 divulga un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Para superar estos inconvenientes se proporciona una nueva forma de sellado del extremo del tubo de vaciado de acuerdo con la invención divulgada en el presente documento. De acuerdo con la invención, en lugar de usar un proceso de sellado rápido de alta potencia, un proceso que use aplicaciones múltiples secuenciales de energía láser usando ajustes de potencia variables, tiempos de exposición controlados y reduciendo secuencialmente un diámetro del recorrido o trazado láser proporciona una fusión más controlada del tubo de vidrio, dando como resultado una menor desgasificación de acuerdo con las realizaciones de acuerdo con la invención. Aunque el proceso de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo es más lento, lo que puede dar como resultado potencialmente una mayor conducción de calor a través del tubo de vaciado, el proceso se equilibra con el control de la longitud del tubo de vaciado tal como se ha expuesto anteriormente para controlar la distancia desde la parte superior de la frita a la parte superior del tubo de vaciado. De acuerdo con realizaciones de ejemplo adicionales, un ciclo repetido de exposición del tubo de vaciado a diferentes niveles de energía del láser durante tiempos controlados proporciona ventajas suficientes y ayuda a evitar o prevenir la desgasificación. Un proceso de fusión de ciclos múltiples (o de "avisos") de acuerdo con la invención incluye un primer ciclo previo a la fusión, al menos un segundo ciclo de calentamiento central y una pluralidad de ciclos de repaso que eventualmente funden y sellan la punta del tubo de vaciado. Pueden implementarse varias combinaciones de potencia, repeticiones y ciclos de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo divulgadas en el presente documento.

Estas y otras ventajas se proporcionan mediante un método de fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el método: proporcionar una ventana de vidrio aislado al vacío que comprende: un primer sustrato que tiene un tubo de vaciado dispuesto en un orificio formado en el primer sustrato; un segundo sustrato; y un sello del borde, dispuestos un primer y segundo sustratos para emparedar el sello del borde y formar una cavidad entre ellos; sellando un extremo del tubo de vaciado que se extiende fuera del primer sustrato, comprendiendo la etapa de sellado: realización de al menos un tratamiento de precalentamiento para limpiar una parte superior del tubo de vaciado y para comenzar a calentar la parte superior del tubo de vaciado; realización de al menos un tratamiento de calentamiento central para fundir la parte superior del tubo de vaciado; y la realización de una pluralidad de tratamientos de repaso usando diámetros de trazado láser sucesivamente reducidos para sellar el tubo.

Estas y otras realizaciones y ventajas se describen en el presente documento con respecto a ciertas realizaciones de ejemplo y con referencia a los siguientes dibujos en los que números de referencia iguales se refieren a elementos iguales, y en los que:

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama esquemático en sección transversal de una unidad VIG convencional;

5 La FIG. 2 es una vista en planta superior de una unidad VIG convencional;

La FIG. 3 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado con una pasta de fritada aplicada al mismo de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención;

10 La FIG. 4 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana VIG de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención;

15 La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad de ventana VIG de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención;

La FIG. 6 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana VIG de acuerdo con una realización de ejemplo;

20 La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad VIG de acuerdo con la invención en la que el sellado del tubo de vaciado se realiza usando aplicaciones múltiples secuenciales de energía láser usando ajustes de potencia variables y tiempos de exposición controlados de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo;

25 La FIG. 8 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado y orificio para la recepción del tubo de vaciado de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención;

30 La FIG. 9 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado y orificio para la recepción del tubo de vaciado, en el que se proporciona un rebaje que tiene un diámetro mayor que el orificio para la recepción del tubo de vaciado de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención; y

35 La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad de ventana VIG que incluye la formación de un orificio para la recepción del tubo de vaciado y un rebaje opcional de acuerdo con cierta realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones de ejemplo

40 Se describirán en detalle en el presente documento ciertas realizaciones de ejemplo con referencia a los dibujos anteriores en los que números de referencia iguales se refieran a elementos iguales. Se entenderá que las realizaciones descritas en el presente documento se pretende que sean ilustrativas, no limitativas, y que los expertos en la materia entenderán que pueden realizarse varias modificaciones sin apartarse del verdadero espíritu y pleno alcance de las reivindicaciones adjuntas a las mismas.

45 Con referencia a las FIGS. 4 y 6, se ilustra una vista esquemática en sección transversal de una unidad 1 de ventana VIG. La unidad 1 de ventana VIG incluye, separados, un primer y segundo sustratos de vidrio transparente 2, 3 que pueden interconectarse mediante un sello de borde 4, que puede, por ejemplo, y sin limitación, ser de o incluir un sello basado en vanadio o de tipo VBZ o un sello de tipo vidrio de soldadura. Las composiciones de sellado de ejemplo basadas en vanadio o de tipo VBZ se divulgan en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N.º de Serie 13/354.963, presentada el 20 de enero de 2012, cuya divulgación se incorpora por referencia en el presente documento en su totalidad. Las composiciones de sellado basadas en VBZ (por ejemplo, vanadio, bario, cinc) se explican en 13/354.963, y pueden usarse para el sello del borde 4 y/o el sello del tubo 18, 26 basado en la fritada en ciertas realizaciones de ejemplo. El material de fritada de vidrio de soldadura convencional puede usarse también para el sello del borde 4 y/o el sello del tubo 18, 26 basado en fritada en ciertas realizaciones de ejemplo. Cuando se usan composiciones de sellado de tipo VBZ, se usa un perfil térmico de sellado de temperatura más baja para mantener el temple deseado del vidrio de la unidad VIG debido a que las composiciones VBZ tienen una temperatura de fritado más baja (por ejemplo, <250 °C) que ciertas otras composiciones de fritada de vidrio convencionales que pueden usarse para formar sellos en unidades VIG. Se entenderá que las realizaciones divulgadas en el presente documento son igualmente aplicables a configuraciones de VIG que usen cualquier material de sellado adecuado.

50 En ciertas realizaciones, los sustratos de vidrio transparente 2, 3 pueden ser de aproximadamente el mismo tamaño. Sin embargo, en ciertas otras realizaciones de ejemplo, un sustrato de vidrio puede ser mayor que el otro para proporcionar, por ejemplo, un escalón con forma aproximada de L en un borde de la unidad VIG. Uno o ambos de los sustratos de vidrio 2, 3 pueden incluir también opcionalmente al menos un material de recubrimiento (no

mostrado), tal como, por ejemplo, y sin limitación, un recubrimiento de baja emisividad. Se entenderá que pueden estar presentes varios recubrimientos sobre una superficie interior de al menos uno de los sustratos de vidrio 2, 3, y que dichos recubrimientos proporcionan varias características de comportamiento beneficiosas a la unidad de ventana 1 VIG. En ciertas realizaciones de ejemplo, la unidad de ventana VIG tiene una transmisión en el visible de al menos aproximadamente el 30 %, más preferentemente de al menos aproximadamente el 40 %, incluso más preferentemente de al menos aproximadamente el 50 %, e incluso más preferentemente de al menos aproximadamente el 60 % o el 70 %.

Puede incluirse también una matriz de pilares/separadores 5 de soporte entre los sustratos de vidrio 2, 3 para mantener la separación de los sustratos a la vista de la presión más baja que la atmosférica que se proporciona finalmente en la cavidad 6 entre los sustratos 2, 3. En ciertas realizaciones de ejemplo, los separadores pueden tener una altura de, por ejemplo, aproximadamente 0,1 a 1,0 mm, más preferentemente desde aproximadamente 0,2 a 0,4 mm. La altura de los separadores puede definir la altura de la cavidad de vacío 6. Como se ha hecho notar anteriormente, los separadores 5 son preferentemente de un tamaño que sea suficientemente pequeño de modo que pasen visiblemente desapercibidos. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, los separadores pueden fabricarse de o incluir vidrio de soldadura, vidrio, cerámica, metales, polímeros o cualquier otro material adecuado. Adicionalmente, los separadores 5 pueden ser, por ejemplo, generalmente cilíndricos, redondos, esféricos, en forma de cúpula, forma de C, forma de almohada o cualquier otra forma adecuada.

Se proporciona un tubo de vaciado 16, que puede sellarse herméticamente, por ejemplo, usando vidrio de soldadura a través de un orificio 22 que pasa desde una superficie interior de uno de los sustratos de vidrio, por ejemplo, el sustrato de vidrio 2 y a través del sustrato de vidrio 2 y extendiéndose más allá de la superficie exterior del mismo. El tubo de vaciado 16 se usa en un proceso para evacuar la cavidad 6 entre los sustratos 2, 3, tal como, por ejemplo, mediante la fijación de una bomba de vacío al tubo de vaciado 16 y la evacuación de la cavidad hasta una baja presión, por ejemplo, una presión más baja que la presión atmosférica. En un ejemplo preferido, una presión en la cavidad 6 está, por ejemplo, preferentemente por debajo de aproximadamente 1,333 Pa (10^{-2} Torr), y más preferentemente por debajo de aproximadamente 0,133 Pa (10^{-3} Torr), e incluso más preferentemente por debajo de aproximadamente 0,667 Pa (5×10^{-4} Torr). Después de evacuar la cavidad 6, el tubo de vaciado 16 puede sellarse, por ejemplo, mediante la fusión de la punta del tubo 16 por cualquier medio adecuado, tal como, por ejemplo, por láser. Las unidades de ventana VIG pueden usarse, por ejemplo, y sin limitación, como ventanas en viviendas residenciales, edificios de oficina, edificios de apartamentos, puertas y o similares.

De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, se divulga un método de fabricación de una unidad de ventana VIG. Se proporcionan ciertos métodos de ejemplo de instalación de un tubo de vaciado en un orificio en un sustrato de vidrio de la unidad de ventana VIG de forma tal que reduzca o evite la deposición de material de fritas demasiado alto en el tubo de vaciado. De acuerdo con unas ciertas realizaciones de ejemplo, en lugar de aplicar el material de fritas húmeda al tubo de vaciado que ya se ha insertado en un orificio formado en un sustrato de vidrio de la unidad de ventana VIG, el material de fritas húmeda puede aplicarse primero a una parte inferior de un tubo de vaciado, previamente a la inserción en el orificio. Después de la aplicación de la fritas húmeda a una parte inferior del tubo de vaciado, el tubo de vaciado, incluyendo el material de fritas húmeda depositado en una parte inferior del mismo, se inserta a continuación en el orificio insertándose la parte inferior del tubo de vaciado en el orificio, y permaneciendo expuesta una parte superior del tubo de vaciado (por ejemplo, fuera del orificio). La instalación del tubo de vaciado en esta forma mantiene el material de fritas más cercano a, o próximo al orificio y facilita también la deposición beneficiosa de material de fritas en el orificio y a lo largo de las paredes laterales interiores del orificio proporcionando un sellado hermético ventajoso adicional del tubo de vaciado en el orificio y al sustrato. Además, una cierta cantidad de material de fritas en exceso que puede no ajustarse en el orificio puede empujarse fuera del orificio y formar una protuberancia o parte saliente de material de fritas en un área próxima a donde el orificio sale de la superficie exterior del sustrato (por ejemplo, en donde el tubo de vaciado entra en el orificio) y rodeando una parte del tubo de vaciado en la misma área. Esta protuberancia/parte saliente tiene una altura denominada en el presente documento, altura de fritas. Al proporcionar esta cantidad adicional de material de fritas rodeando y rellenando la abertura exterior del orificio del sustrato de vidrio se dota de un sellado hermético ventajoso adicional al tubo de vaciado. Como en diversas realizaciones explicadas en el presente documento, las realizaciones que se refieren a la aplicación de la fritas al tubo previamente a la inserción del tubo dentro del orificio en el sustrato pueden o no estar en combinación con otras realizaciones de ejemplo divulgadas en el presente documento.

De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención la pasta de fritas puede aplicarse a una parte inferior del tubo de vaciado de modo que rodee sustancialmente una circunferencia exterior de una parte inferior del tubo, tal como, por ejemplo, en una forma generalmente anular, tal como, por ejemplo, y sin limitación, una forma anular o un cilindro anular, o similar. Esto puede llevarse a cabo, por ejemplo, y sin limitación, mediante la aplicación de la pasta de fritas de forma rotativa al tubo de vaciado para formar, por ejemplo, y sin limitación, un área de fritas húmeda que rodea sustancialmente unas circunferencias exteriores del tubo de vaciado en una parte inferior del mismo, que puede tener, por ejemplo, y sin limitación, una forma generalmente anular. El tubo de vaciado incluyendo la pasta de fritas húmeda aplicada puede insertarse entonces (primero el extremo de la pasta de fritas) dentro del orificio formado en el sustrato de vidrio. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, el volumen de material de pasta de fritas

aplicado a la parte del extremo del tubo de vaciado debería ser suficiente para rellenar el hueco del orificio (por ejemplo, el hueco entre la superficie exterior del tubo de vaciado y las paredes laterales del orificio formado en el sustrato de vidrio) y producir un pequeño montículo o parte saliente de fritada sobre la parte superior del sustrato de vidrio para proporcionar los beneficios indicados anteriormente, incluyendo, pero sin limitarse a, la formación de un buen sellado hermético después de la fritada alrededor del tubo y en la parte superior del sustrato de vidrio. De acuerdo con realizaciones de ejemplo adicionales que no forman parte de la presente invención, puede ser preferible secar la fritada después de la inserción del tubo de vaciado para proporcionar una resistencia de adhesión suficiente para mantener el tubo de vaciado firmemente en su sitio previamente a la fritada. Dicho secado puede incluir, por ejemplo, y sin limitación, secado por aire y/o la aplicación de calor.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado con la pasta de fritada aplicada al mismo de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 3, un ejemplo de tubo de vaciado 16 puede proveerse con una cantidad de, por ejemplo, material de fritada húmeda 18, rodeando sustancialmente una parte inferior 16a del tubo de vaciado 16. Como se ha hecho notar anteriormente, de acuerdo con un ejemplo, ilustración no limitativa, el material de fritada 18 puede aplicarse a la parte inferior 16a del tubo de vaciado 16 mediante la aplicación del material de fritada 18 mientras se gira simultáneamente el tubo de vaciado 16 o viceversa (por ejemplo, girando un aplicador de la pasta de fritada alrededor del tubo de vaciado). Naturalmente, puede usarse cualquier otra forma de aplicar el material de fritada 18 a la parte inferior 16a del tubo de vaciado 16, siempre que el material de fritada 18 se disponga en una parte inferior 16a del tubo de vaciado 16, y sustancialmente rodee el tubo de vaciado 16. Después de la aplicación del material de fritada húmeda 18 a la parte inferior 16a del tubo de vaciado 16, el tubo y el conjunto de pasta 20, pueden insertarse a continuación dentro de un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 2 de la unidad de ventana VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede ser preferible que la pasta de fritada se deposite sustancialmente alrededor de aproximadamente de un cuarto a un medio de la parte inferior del tubo, o más preferentemente alrededor de aproximadamente de un cuarto a un tercio de la parte inferior del tubo, e incluso más preferentemente alrededor de aproximadamente un cuarto de la parte inferior del tubo.

Con referencia ahora a la FIG. 4, se muestra un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado 16 insertado en un orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2 de una unidad de ventana VIG de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, tras la aplicación de la fritada húmeda 18 en una parte inferior 16a del tubo de vaciado 16, el tubo de vaciado 16, incluyendo el material de fritada húmeda 18 dispuesto sobre una parte inferior 16a del mismo, se inserta a continuación en el orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, toda o parte de la zona inferior 16a del tubo de vaciado 16 se inserta dentro del orificio 22, y una parte superior del tubo de vaciado 16 permanece expuesta (por ejemplo, fuera del orificio 22). La instalación del tubo de vaciado 16 en esta forma mantiene el material de fritada 18 cercano a o próximo al orificio y facilita también la deposición beneficiosa del material de fritada 18 en el orificio 22 y a lo largo de las paredes laterales interiores 24 del orificio 22 tal como se muestra en la FIG. 4 proporcionándose un sellado hermético ventajoso adicional del tubo de vaciado 16 en el orificio 22 y al sustrato 2. Además, puede empujarse una cierta cantidad de exceso de material de fritada 18 fuera del orificio 22 durante el proceso de inserción, y formar una protuberancia/parte saliente de material de fritada 26 en un área próxima a la de salida del tubo de la superficie exterior del sustrato 2 (por ejemplo, en donde el tubo de vaciado entra en el orificio) y rodeando una parte del tubo de vaciado 16 en la misma área. Puede hacerse referencia a la altura de esta protuberancia/parte saliente 26 en el presente documento como altura de fritada. Proporcionar esta cantidad adicional de material de fritada 18 rodeando y llenando la abertura exterior del orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 proporciona un sellado hermético ventajoso adicional del tubo de vaciado después de la fritada. Aunque el tubo 16 se inserte dentro del sustrato de vidrio 2 en la FIG. 4, se apreciará que el tubo 16 puede insertarse en su lugar en un orificio similar en el sustrato de vidrio 3 en realizaciones de ejemplo alternativas de la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de inserción y sellado de un tubo de vaciado en la fabricación de una unidad de ventana VIG de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención. Aunque el método ilustrado en la FIG. 5 se refiere principalmente a la inserción del tubo de vaciado y pasta de fritada adhesiva en el orificio formado en el sustrato de la unidad de ventana VIG, se entenderá que esto es parte de un método global de fabricación de una unidad de ventana VIG. Volviendo a la FIG. 5, se proporciona un tubo de vaciado 16, por ejemplo, preferentemente de vidrio en S1. Se proporciona también en S3 un sustrato de vidrio 2 que incluye un orificio 22 formado en él. Se entenderá que el sustrato 2 puede proporcionarse por separado o como parte de un conjunto de unidad de ventana VIG parcialmente completado. Se aplica entonces la pasta de fritada 18 a una parte inferior 16a del tubo de vaciado 16 (S5), tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, y sin limitación, la pasta de fritada húmeda 18 se aplica de modo que rodee sustancialmente una parte inferior 16a del tubo de vaciado 16 tal como se muestra en la FIG. 3 y se ha descrito anteriormente. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, la pasta de fritada 18 puede aplicarse mientras se gira el tubo de vaciado 16 para disponer sustancialmente la pasta de fritada húmeda 18 alrededor de una circunferencia exterior del tubo de vaciado o viceversa. La pasta de fritada húmeda 18 aplicada resultante puede tener una forma generalmente anular, tal como, por ejemplo, una forma de donut, una forma cilíndrica anular o similar. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede ser preferible que

la pasta de frita se deposite alrededor de aproximadamente de un cuarto a un medio de la parte inferior del tubo, o más preferentemente alrededor de aproximadamente de un cuarto a un tercio de la parte inferior del tubo, e incluso más preferentemente alrededor de aproximadamente un cuarto de la parte inferior del tubo. Tras la aplicación de la frita húmeda 18 al tubo de vaciado 16 (S5), el tubo de vaciado 16 con la pasta de frita 18 aplicada a una parte inferior 16a del mismo 20 se inserta entonces dentro del orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2, primero el extremo de frita S7. En otras palabras, de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención, el extremo 16a del tubo de vaciado 16 al que se ha aplicado la pasta de frita húmeda 18, se inserta dentro del orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 (S7). La frita 18 llena sustancialmente las áreas del orificio 22 no ocupadas por el tubo 16, y puede, en un ejemplo preferido, ser de volumen suficiente para cubrir las paredes laterales 24 del orificio 22. Además, una cantidad de pasta de frita 18 puede, de acuerdo con un ejemplo preferido que no forma parte de la presente invención, formar una protuberancia o parte saliente 26 que rodea el tubo de vaciado 16 en la abertura superior del orificio 22 y que cubre el orificio. Como se ha hecho notar anteriormente, esta protuberancia o parte saliente 26 puede proporcionar ventajas de sellado cuando se somete el conjunto a fritado. Puede permitirse entonces que el conjunto parcial que incluye un sustrato de vidrio 2, con el tubo de vaciado y material de frita 20 se seque. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede ser preferible que el material de frita adhesivo proporcione suficiente resistencia en verde para mantener el tubo de vaciado 16 en su lugar hasta la fritada. En este sentido, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede permitirse que la frita 18 seque al aire o puede secarse opcionalmente mediante calentamiento o cualquier combinación de ambos métodos (S9). Después de que se haya secado la pasta (S9), de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, la frita 18 (por ejemplo, frita basada en vidrio de soldadura, o frita basada en VBZ) en el orificio 22 y rodeando el tubo de vaciado 16 y la superficie del orificio se somete a fritado de modo que la frita forme un sellado hermético (por ejemplo, sellado basado en vidrio) alrededor del tubo de vaciado 16 y en el orificio 22 a lo largo de las paredes laterales 24 del mismo. Pueden realizarse entonces etapas adicionales para producir una unidad de ventana VIG comercial, incluyendo, por ejemplo, la evacuación de la cavidad entre los sustratos de vidrio y el sellado de la parte superior del tubo de vaciado como se explica a continuación. Proporcionar un tubo de vaciado en la forma descrita anteriormente en ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede superar problemas con la pasta de frita residual que permanece en una parte superior del tubo de vaciado y que interfiere con procesos posteriores para sellado del tubo de vaciado después de la evacuación de la cavidad 6 de la unidad VIG a través del tubo. El método descrito anteriormente también proporciona un buen sellado hermético entre el tubo de vaciado y el sustrato de vidrio.

Ciertas otras realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención se refieren al control de una distancia entre la parte superior de la frita usada para adherir el tubo de vaciado en el orificio, y el extremo del tubo de vaciado sometido a un sellado térmico posterior. Como con las diversas realizaciones explicadas en el presente documento, realizaciones que se refiere al control de esta distancia pueden o no usarse en combinación con otras realizaciones tal como la inserción del tubo dentro del orificio con material de sellado ya sobre él. En ciertos casos, se ha descubierto que la atmósfera de vacío se degrada después del sellado térmico de un extremo del tubo de vaciado. En algunos casos la fuga fue rápida, mientras que, en otros casos, la fuga tuvo lugar a lo largo de un periodo más largo, tal como, por ejemplo, a lo largo del transcurso de varios días. Se descubrió que grietas en el tubo de vaciado en un área en o cerca de la interfaz del tubo de vaciado y la frita que, tal como, por ejemplo, en donde la parte superior de la frita se une al cristal del tubo de vaciado, contribuyeron sustancialmente a la pérdida de vacío en la cavidad de la unidad de ventana VIG. Después de una investigación sustancial, se determinó que en ciertos casos el calor usado para sellar la parte del extremo superior (o exterior) del tubo de vaciado puede conducirse a través del vidrio del tubo de vaciado a la frita, dando como resultado un choque térmico del tubo de vaciado de vidrio en la proximidad de la interfaz tubo-frita debido a, por ejemplo, el diferencial de temperatura entre la frita y el tubo de vidrio, lo que provocó el agrietado del tubo de vaciado en el área de interfaz de la frita entre el tubo de vaciado y el material de frita. Como se ha hecho notar anteriormente, las temperaturas requeridas para fundir el extremo del tubo de vaciado son normalmente muy altas. El agrietado del tubo de vaciado en la interfaz de la frita se descubrió que era una causa de fugas de aire que podrían comprometer el vacío de la unidad de ventana VIG. Se ha descubierto adicionalmente que la conducción térmica depende de una longitud del tubo de vaciado. En otras palabras, se ha descubierto sorprendentemente que si la distancia entre la parte superior de la frita usada para adherir el tubo de vaciado en el orificio y el extremo del tubo de vaciado sometido a sellado térmico, tal como, por ejemplo, mediante calentamiento por láser, es demasiado corta, se incrementa el potencial para conducción de calor a la frita, y por ello para el choque térmico del tubo de vaciado en la interfaz del tubo de vaciado y la frita. Por lo tanto, se proporciona de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención una construcción de unidad de ventana VIG en la que una longitud del tubo de vaciado y, más particularmente, una longitud desde la parte superior de la frita y el extremo del tubo de vaciado que ha de sellarse, ha de disponerse para reducir la posibilidad de choque térmico, y por ello reducir o evitar sustancialmente el agrietado del tubo de vaciado en la interfaz de la frita con el tubo de vaciado. Es también el caso en el que la longitud del tubo de vaciado no es demasiado larga en ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención. El tubo de vaciado puede, por ejemplo, componerse de vidrio y ser frágil. Cuanto más largo es el tubo, más oportunidades existen de dañar el tubo durante las etapas de fabricación posteriores que pueden emplearse para completar la unidad de ventana VIG. Por ello, puede establecerse un equilibrio entre la longitud global del tubo y la distancia desde el extremo del tubo de vaciado y la interfaz del tubo de vaciado con el material de frita. De acuerdo con un cierto ejemplo, de realizaciones no limitativas que no forman parte de la presente invención, el ajuste de una

5 distancia entre la interfaz de la frita con el tubo de vaciado y un extremo del tubo de vaciado a ser sellado térmicamente está preferentemente en un intervalo de desde aproximadamente 4,5 a 6 mm, o más preferentemente en un intervalo desde aproximadamente 4,8-5,5 mm, y preferentemente aproximadamente 5,0 mm. Se ha descubierto que la construcción de la unidad de ventana VIG para que tenga una distancia desde un extremo del tubo de vaciado a ser sellado a la interfaz del tubo de vaciado con el material de frita de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención divulgada en el presente documento, puede ayudar a superar los problemas indicados anteriormente en relación con el choque térmico durante el sellado térmico. Además, se ha descubierto que estos intervalos de ejemplo de longitud de tubo por encima de la interfaz de la frita son también aceptables en términos de no incrementar sustancialmente la posibilidad o probabilidad de daños al tubo 16 durante los procesos de fabricación posteriores.

15 Con referencia a la FIG. 6, se proporciona un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana VIG de acuerdo con una realización de ejemplo. La realización de la FIG. 6 puede o no usarse en combinación con otras realizaciones tales como la(s) realización(es) de las FIGS. 3-5 y/o la(s) realización(es) de las FIGS. 7-10. La unidad de ventana VIG incluye un tubo de vaciado 16 insertado dentro de un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 2 de la unidad de ventana VIG. El tubo de vaciado 16 comprende, en un ejemplo no limitativo preferido, vidrio y se sella en el sitio en el orificio 22 mediante un material de frita adhesivo 18 que se ha de fritar para formar un material de soldadura de vidrio tal como se muestra en la FIG. 6. Como se ha explicado anteriormente con respecto a realizaciones de ejemplo ilustradas en las FIGS. 3-5, la pasta de frita 18 puede formar una protuberancia/parte saliente 26 que rodea una parte del tubo de vaciado 16, cubriendo el orificio 22 y que tiene una altura de frita B. Se localiza una interfaz de la parte saliente de frita 26 y el tubo de vaciado de vidrio 16, por ejemplo, y sin limitación, en el punto 28 en donde la parte saliente de frita 26 se une con el tubo de vaciado 16 tal como se muestra en la FIG. 6. Como se ha hecho notar anteriormente, el agrietado del tubo de vaciado 16 en esta interfaz 28, puede tener lugar a veces debido al choque térmico y las temperaturas diferenciales del vidrio y la frita. Como se ha explicado anteriormente, se ha descubierto una solución al problema del choque térmico que tiene lugar en la interfaz 28. Por ejemplo, se ha descubierto que controlando una altura A de la parte expuesta del tubo de vaciado 16 con relación a la altura de frita B de la parte saliente de frita 26 dentro de ciertos intervalos da como resultado un control adicional de la conducción térmica entre el tubo de vaciado 16 y la interfaz de frita 28 durante el sellado térmico del tubo de vaciado. Mediante el control de esta conducción térmica, se ha descubierto que pueden reducirse significativamente y/o evitarse el choque térmico y las grietas resultantes del tubo de vaciado 16 en la interfaz 28. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, cuando se establece una diferencia de altura A-B entre la altura de frita B y la altura del tubo de vaciado expuesta A, por ejemplo, y sin limitación, para que esté en un intervalo de aproximadamente 4,5-6 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 4,8-5,5 mm, y más preferentemente de aproximadamente 5,0 mm, puede conseguirse una reducción significativa en el agrietado térmico durante el sellado por calor del tubo de vaciado. Puede usarse un ejemplo que no forma parte de la presente invención de fabricación de una unidad de ventana VIG tal como se ha expuesto anteriormente con respecto a la FIG. 5, con una etapa adicional de selección de una altura del tubo de vaciado para cumplir, por ejemplo, con los intervalos de altura diferencial preferidos expuestos anteriormente.

40 Como se ha hecho notar anteriormente, el tubo de vaciado 16 puede sellarse después de la evacuación/purga de la cavidad 6 de la ventana VIG. El sellado del tubo de vaciado puede llevarse a cabo mediante calentamiento de un extremo del tubo de vaciado 16 que se usa para evacuar/purgar la cavidad 6 para fundir la abertura y con ello sellar la cavidad 6 de la unidad de ventana VIG. Este calentamiento y fusión puede llevarse a cabo mediante irradiación láser de la punta del tubo de vaciado en ciertos casos de ejemplo, realizaciones que pueden o no usarse en combinación con las realizaciones de las FIGS. 3-6. Se ha descubierto que es beneficioso controlar la aplicación de la energía láser a la punta del tubo de vaciado para conseguir un sellado más fiable en ciertas realizaciones de ejemplo. Como se ha hecho notar anteriormente, el problema de conducción de calor desde el extremo del tubo de vaciado a la interfaz de frita 28 puede dar como resultado el agrietado indeseable del tubo de vaciado en la interfaz de la frita en lo que puede comprometer el vacío en la cavidad 6 de la unidad de ventana VIG. Puede usarse un procesamiento por láser más rápido en un esfuerzo por reducir la exposición del tubo de vaciado de vidrio 16 al láser y reducir el tiempo durante el que se permite conducir el calor a través del tubo de vaciado y por ello reducir la probabilidad de conducción del calor y agrietado potencial en la interfaz del tubo de vaciado y la frita. Sin embargo, con un procesamiento rápido por láser y alta potencia del láser puede sufrir un sobrecalentamiento potencial del vidrio del tubo de vaciado y la ebullición potencialmente de la capa superior del tubo de vaciado de vidrio. Puede tener lugar una desgasificación significativa si se permite que entre en ebullición la capa superior del tubo de vaciado. Esta desgasificación puede disminuir indeseablemente el vacío ya bombeado en la cavidad de la ventana VIG, dando como resultado una disminución indeseable en el valor de aislamiento (o "R") de la unidad de ventana VIG resultante. Por lo tanto, en ciertas realizaciones de ejemplo se proporciona una vía para sellar el extremo del tubo de vaciado de vidrio 16 de modo que se proporcione energía suficiente para fundir el extremo del tubo, mientras que al mismo tiempo se evita la ebullición del extremo del tubo de vaciado de vidrio durante el sellado para evitar la perjudicial desgasificación potencial. Además, como se ha hecho notar anteriormente, es preferible calentar el extremo del tubo de vaciado de tal manera que se evite el agrietado del tubo de vaciado en la interfaz tubo/frita.

65 Por ejemplo, en lugar de usar un rápido proceso de sellado de alta potencia, un proceso que use, por ejemplo, y sin limitación, aplicaciones múltiples secuenciales de la energía láser usando ajustes de potencia variables, reduciendo

secuencialmente un diámetro de la trayectoria o trazado láser y/o tiempos de exposición controlados proporciona una fusión más controlada del vidrio del tubo, dando como resultado una desgasificación inferior de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo. Las realizaciones de sellado del tubo pueden o no usarse en conjunto/combinación con otras realizaciones tales como las realizaciones de las FIGS. 3-6 y FIGS. 8-10. Aunque el proceso de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo es más lento de modo que podría tener lugar una mayor conducción de calor a través del tubo de vaciado, el proceso puede equilibrarse con el control de la longitud del tubo de vaciado tal como se ha expuesto anteriormente para controlar la distancia desde la parte superior de la frita en 28 a la parte superior del tubo de vaciado 16. De acuerdo con la invención, un ciclo de exposición repetida del tubo de vaciado 16 a diferentes niveles de energía del láser durante tiempos controlados proporciona ventajas adicionales y ayuda a evitar, reducir y/o impedir la desgasificación. Por ejemplo, y sin limitación, un proceso de fusión de ciclo múltiple (o de "avisos") puede incluir un ciclo de fusión previa, un ciclo de calentamiento central y uno o más ciclos de repaso que funden eventualmente y sellan la punta del tubo de vaciado. Pueden implementarse varias combinaciones de potencia, repeticiones y ciclos de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo divulgadas en el presente documento.

De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, un láser preferido para su uso en realizaciones de sellado del tubo de ejemplo divulgadas en el presente documento puede ser, por ejemplo, un láser YAG, tal como, por ejemplo, y sin limitación, un láser YAG de 20 W. Se ha descubierto que los láseres YAG proporcionan longitudes de onda que tienen una adecuación particular para el procesamiento de vidrio, tal como, por ejemplo, el sellado de un tubo de vaciado 16 de una unidad de ventana VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, se realizan múltiples aplicaciones secuenciales de un láser a la parte superior o punta del tubo de vaciado (por ejemplo, un extremo del tubo de vaciado que se extiende fuera de la cavidad de la unidad de ventana VIG) usando ajustes de potencia controlada variables, repeticiones variables, y diámetros variables durante períodos de tiempo controlados. Por ejemplo, y sin limitación, la Tabla 1 ilustra la aplicación de múltiples aplicaciones secuenciales de un láser para sellar el tubo de vaciado, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo.

TABLA 1

N.º de ciclo	Potencia en % (Potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PREVIO	80 % (16W)	10	25000	0,1350 mm
2 CENTRAL	60 % (12W)	70	25000	0,1350 mm
3 REPASO	60 % (12W)	30	25000	0,1200 mm
4 REPASO	50 % (10W)	20	25000	0,1000 mm
5 REPASO	50 % (10W)	5	25000	0,0800 mm

Con referencia a la Tabla 1, de acuerdo con una realización de ejemplo, una primera aplicación de un láser, tal como, por ejemplo, un láser YAG de 20 W, se aplica al 80 % de potencia (dando como resultado un ajuste de potencia de 16 W para un láser de 20 W) durante 10 repeticiones (por ejemplo el número de veces que el láser recorre la circunferencia de la punta del tubo de vaciado) a una velocidad de reloj (también denominada como velocidad de movimiento láser) al 63,5 cm/segundo, y que tienen un diámetro del círculo trazado por el láser de aproximadamente 0,1350 mm. El primer ciclo de acuerdo con esta realización de ejemplo, no limitativa, se refiere como un ciclo de tratamiento preliminar (por ejemplo, PREVIO) que se proporciona para precalentar y preparar la parte superior del tubo de vaciado para un sellado lento secuencial adicional. Por ejemplo, el ciclo PREVIO limpia la parte superior del tubo mediante el quemado de los contaminantes superficiales y otros materiales residuales y comienza el calentamiento del tubo para facilitar el proceso de fusión posterior. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, el ciclo o tratamiento PREVIO no funde el tubo. La aplicación PREVIO es seguida por una aplicación CENTRAL en el ciclo número 2 en la Tabla 1 anterior, con ajustes de ejemplo puestos en la Tabla 1. El ciclo CENTRAL proporciona energía superficial de la parte superior del tubo de vaciado para iniciar la fusión del vidrio del tubo. De acuerdo con un ejemplo preferido, el proceso CENTRAL proporciona el grueso del proceso de fusión. El ciclo CENTRAL puede seguirse, por ejemplo, mediante sucesivos ciclos de REPASO (por ejemplo, tres en la presente ilustración) que proporcionan diámetros de trazado progresivamente menores y menores repeticiones. Los ciclos de REPASO continúan la fusión de la punta del tubo de vaciado para dirigir sucesivamente el flujo de la fusión al centro (por ejemplo, colapso) de la parte superior del tubo para sellar finalmente el tubo de vaciado. Otras realizaciones de ejemplo, no limitativas se ilustran en las Tablas 2-4 a continuación. Las unidades de las Tablas 2-4 son las mismas que las usadas en la Tabla 1 anterior. En resumen, el o los proceso(s) o ciclo(s) PREVIO se refieren a un precalentamiento/pretratamiento que limpia la parte superior del tubo y precalienta la parte superior del tubo para iniciar el proceso de fusión. El o los proceso(s) o ciclo(s) CENTRAL proporcionan el grueso del proceso de fusión, y el o los proceso(s) o ciclo(s) de REPASO dirigen sucesivamente/progresivamente el flujo de la fusión al centro de la parte superior fundida del tubo para sellar el tubo.

TABLA 2

N.º de ciclo	Potencia en % (Potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PREVIO	40 % (8W)	100	25000	0,1350 mm
2 PREVIO	80 % (16W)	6	25000	0,1320 mm
3 CENTRAL	60 % (12W)	40	25000	0,1320 mm
4 REPASO	50 % (10W)	20	25000	0,1200 mm
5 REPASO	40 % (8W)	10	25000	0,1000 mm

6 REPASO	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm
----------	-----------	---	-------	-----------

TABLA 3

N.º de ciclo	Potencia en % (Potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PREVIO	30 % (6W)	200	25000	0,1350 mm
2 CENTRAL	50 % (10W)	90	25000	0,1350 mm
3 REPASO	40 % (8W)	20	25000	0,1200 mm
4 REPASO	35 % (7W)	10	25000	0,1000 mm
5 REPASO	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm

TABLA 4

N.º de ciclo	Potencia en % (Potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PREVIO	30 % (6W)	200	25000	0,1350 mm
2 CENTRAL	60 % (12W)	70	25000	0,1350 mm
3 REPASO	40 % (8W)	20	25000	0,1200 mm
4 REPASO	35 % (7W)	10	25000	0,1000 mm
5 REPASO	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm

5

La FIG. 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad de ventana VIG de acuerdo con la presente invención, y dirigida particularmente al proceso descrito anteriormente con referencia a las Tablas 1-4. La realización de la FIG. 7 puede o no usarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las FIGS. 4-6, 8-10. Con referencia a la FIG. 7, en el inicio, se proporciona en S71 una unidad de ventana VIG que tiene un tubo de vaciado 16 que ya está listo para ser sellado. Puede aplicarse una fuente de calor, tal como, por ejemplo, y sin limitación, un láser YAG de 20 W, para realizar un tratamiento PREVIO en S73. Como se ha hecho notar anteriormente, se realiza un tratamiento PREVIO en S71 para pretratar la parte superior del tubo 16 para eliminar impurezas, contaminantes, materiales residuales o similares y para precalentar la parte superior del tubo en preparación para la fusión. Este tratamiento PREVIO puede repetirse opcionalmente usando diferentes potencias, repeticiones y diámetros del trazado láser. Después de que se realice el tratamiento PREVIO (S73), puede realizarse un tratamiento CENTRAL en S75. Como se ha descrito anteriormente, un tratamiento CENTRAL proporciona el grueso del proceso de fusión. En este ejemplo, el tratamiento CENTRAL se realiza usando un láser YAG de 20 W que tiene potencia adecuada, repeticiones y diámetros del trazado láser etc. A continuación del tratamiento CENTRAL (S75), puede realizarse una serie de tratamientos de REPASO en S77. Como se ha hecho notar anteriormente, los tratamientos de REPASO (S77), de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo no limitativas, pueden incluir una serie de aplicaciones láser de diámetro secuencialmente menor con potencia y repeticiones variables. El tratamiento de REPASO (S77) se usa para dirigir progresivamente el flujo de la fusión (por ejemplo, colapso) al centro de la parte superior en fusión del tubo para sellar el tubo. El proceso de REPASO (S77) puede repetirse cualquier número adecuado de veces con varios ajustes. Después, cuando se completa el proceso de REPASO (S77), se sella la unidad de ventana VIG en S79.

30

35

40

45

50

Pasando a realizaciones aun adicionales que no forman parte de la presente invención, puede ser el caso también a veces de que el tubo de vaciado puede no estar apropiadamente asentado en el orificio formado en el sustrato de vidrio. Como resultado, el tubo de vaciado puede inclinarse o bascular a un lado, y por ello no estar sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato de vidrio en el que se forma el orificio. Como resultado, en situaciones en las que el tubo de vaciado está inapropiadamente asentado y está en un ángulo indeseable con la superficie del sustrato de vidrio, es difícil sellar apropiadamente el tubo de vaciado debido a que el láser no puede fundir de modo consistente la punta del tubo de vaciado debido a, por ejemplo, diferencias en la distancia entre varias partes de la parte superior del tubo de vaciado en ángulo y la fuente láser. Una fusión inconsistente de la parte superior del tubo de vaciado puede dar como resultado un sellado incompleto y por ello fugas de aire, lo que puede ocurrir, dependiendo de la calidad del sellado, rápidamente o más lentamente a lo largo del tiempo. Además, basándose en los grados de basculación del tubo, el láser podría incidir en la pared del tubo en lugar de en la punta. Si el láser incide en la pared del tubo, el láser podría contornear potencialmente el tubo e incidir en la frita, lo que puede dañar la frita o provocar desgasificación indeseable dentro de la cavidad. Existe una necesidad de una forma de asentar el tubo de vaciado en el orificio para reducir la cantidad de basculación del tubo para que esté dentro de un intervalo aceptable. Como se explica a continuación, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, esto puede conseguirse proporcionando geometrías y dimensiones de orificio que ayuden a reducir la basculación del tubo de vaciado. Dichas realizaciones de geometría/dimensión del orificio pueden o no usarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las FIGS. 3-7 y/o 10.

De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo de geometría/dimensión del orificio que no forman parte de la presente invención, al menos una parte del orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 en el que se inserta el tubo de vaciado 16 puede construirse de modo que el orificio de vidrio tenga un diámetro dimensionado para proporcionar un soporte suficiente para mantener el tubo de vaciado en una orientación sustancialmente vertical tras la inserción en el orificio, y posteriormente. Por ejemplo, y sin limitación, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, el orificio en el sustrato de vidrio dentro del que se ha de insertar el tubo de vaciado puede dimensionarse, por ejemplo, y sin limitación, de modo que un diámetro interior del orificio no sea sustancialmente más de aproximadamente 0,1 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de vaciado 16, y se

5 prefiere adicionalmente que el tubo de vaciado se inserte dentro del orificio a una profundidad tal que haga que el extremo inferior del tubo de vaciado (por ejemplo, el extremo insertado dentro del orificio) esté sustancialmente en línea con (es decir, enrasado sustancialmente con) la superficie interior del sustrato de vidrio. De acuerdo con realizaciones de ejemplo adicionales que no forman parte de la presente invención, el tubo de vaciado puede estar o

10 no totalmente extendido a través del orificio para quedar enrasado con la superficie interior del sustrato de vidrio, y puede dejarse justamente más corto que la superficie interior en una distancia de, por ejemplo, y sin limitación, hasta aproximadamente 0,1 mm de la superficie interior. En cualquier caso, se ha de observar que es frecuentemente indeseable en ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención que el tubo de vaciado se extienda más allá de la superficie interior del sustrato de vidrio y dentro de la cavidad 6 de la unidad de ventana

15 VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, el orificio 22 puede incluir un rebaje de diámetro mayor formado en una superficie exterior del sustrato de vidrio. La parte de diámetro mayor del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, puede formar una parte rebajada en la que puede acumularse el exceso de fritada, por ejemplo, como resultado del proceso de inserción, tal como, por ejemplo, se ha descrito anteriormente en conexión con ciertas realizaciones de ejemplo. De acuerdo con realizaciones de ejemplo adicionales que no forman parte de la presente invención, la profundidad de la parte rebajada puede estar entre aproximadamente un cuarto a un medio del grosor del sustrato de vidrio, y puede estar más preferentemente aproximadamente a un tercio del grosor del sustrato de vidrio. El diámetro de la parte de diámetro mayor del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, puede estar en un intervalo de aproximadamente ligeramente mayor de 0,1 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de vaciado hasta 1,0 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de vaciado. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, un orificio que tenga una configuración aceptable para conseguir lo anterior puede

20 construirse usando, por ejemplo, y sin limitación, un proceso de taladrado en dos etapas en el que una primera parte del orificio se taladra desde una superficie exterior del sustrato de vidrio hasta una profundidad predeterminada usando una primera broca de taladrado, y una segunda parte del orificio puede taladrarse desde una superficie inferior del sustrato de vidrio hasta una altura predeterminada usando una segunda broca de taladrado. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, la primera parte se taladrará hasta una profundidad de aproximadamente un tercio a la mitad de la profundidad del orificio (por ejemplo, el grosor del sustrato de vidrio). El resto del orificio se proporciona mediante taladrado de la segunda parte desde la parte inferior usando una segunda broca. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, un diámetro de la(s) broca(s) de taladrado puede corresponder a un diámetro interior de un orificio formado usando la(s) broca(s). En realizaciones que no forman parte de la presente invención en la que se forma una parte rebajada, el diámetro de la primera broca es mayor que el diámetro de la segunda broca.

35 La(s) realización(es) de las FIGS. 8-9 pueden o no usarse en combinación entre sí, y pueden o no usarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las FIGS. 3-7 y/o 10. La FIG. 8 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado 16 y orificio 22 para la recepción del tubo de vaciado de acuerdo con una realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención. El tubo de vaciado 16, que tiene un diámetro exterior D1 se muestra insertado dentro de un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 22 de una unidad de ventana VIG. Como se ha explicado anteriormente, el orificio 22 tiene dimensiones que facilitan proporcionar un soporte suficiente para reducir o evitar la basculación indeseable del tubo 16, cuando se inserta en el orificio 22. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, el diámetro interior D2 del orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2 de la unidad VIG puede estar en un intervalo de desde aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior D1 del tubo de vaciado 16, y D2 puede estar más preferentemente en un intervalo desde aproximadamente 0,05 a 0,015 mm mayor que D1, e incluso más preferentemente D2 puede ser aproximadamente 0,01 mm mayor que D1. Además, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, una profundidad D5 del orificio 22 formado en el sustrato 22 puede estar en un intervalo de aproximadamente un cuarto a un medio de la longitud del tubo 16, más preferentemente la profundidad D5 del orificio formado en el sustrato 22 puede estar en un intervalo desde aproximadamente un tercio a un medio de la longitud del tubo 16, y más preferentemente, la profundidad D5 del orificio 22 formado en el sustrato 2 puede ser de aproximadamente un tercio de la longitud del tubo 16.

55 La FIG. 9 es un diagrama esquemático en sección transversal parcial que ilustra un ejemplo de tubo de vaciado y orificio para la recepción del tubo de vaciado de acuerdo con otra realización de ejemplo que no forma parte de la presente invención. Además del orificio 22 proporcionado en el sustrato 2 para alojar el tubo de vaciado 16, como se ha expuesto anteriormente con referencia a la FIG. 8, la realización ilustrada en la FIG. 9 incluye una parte de rebaje 28 opcional formada en la superficie exterior del sustrato de vidrio 2. Este rebaje 28 puede, por ejemplo, tener un diámetro D3 mayor que el diámetro D2 del orificio 22 en el que se inserta el tubo de vaciado 16. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, el diámetro D3 de la parte rebajada 28 puede estar preferentemente en un intervalo de 0,20 a 2 mm mayor que un diámetro D1 del tubo de vaciado 16, o más preferentemente el diámetro D3 de la parte rebajada 28 puede ser aproximadamente 0,5 a 1,5 mm mayor que un diámetro D1 del tubo de vaciado 16, o incluso más preferentemente el diámetro D3 de la parte rebajada 28 puede ser aproximadamente 1,0 a 2,0 mm mayor que un diámetro D1 del tubo de vaciado 16. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, la longitud D5 de la parte del tubo de vaciado 16 que se inserta en el orificio 22 está preferentemente en los intervalos explicados anteriormente con referencia a la FIG. 8. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención, una profundidad D4 de la parte rebajada 28 puede estar preferentemente en un intervalo de

aproximadamente un cuarto a un medio del grosor D6 del sustrato de vidrio 2, o más preferentemente una profundidad D4 de la parte rebajada 28 puede estar en un intervalo de aproximadamente un tercio a un medio del grosor D6 del sustrato de vidrio, e incluso más preferentemente una profundidad D4 de la parte rebajada 28 puede ser de aproximadamente un tercio del grosor D6 del sustrato de vidrio 2. Como se ha hecho notar anteriormente, es preferible que el extremo inferior del tubo de vaciado 16 esté sustancialmente enrasado con la superficie inferior del sustrato de vidrio. El tubo 16 puede insertarse también de modo que el extremo inferior del tubo 16 quede justamente más corto que la superficie interior del sustrato de vidrio 2. Por ejemplo, el extremo inferior del tubo 16 puede indentarse en un intervalo de aproximadamente 0,01 a 1,0 mm desde la superficie interior del sustrato de vidrio, o más preferentemente desde aproximadamente 0,05 a 0,5 mm, o incluso más preferentemente aproximadamente 0,1 mm. En cualquier caso, es indeseable que un extremo inferior del tubo de vaciado 16 se extienda más allá de la superficie interior del sustrato de vidrio 2 y dentro de la cavidad de la unidad de ventana VIG.

La FIG. 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad de ventana VIG de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención. La realización de la FIG. 10 puede o no usarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las FIGS. 3-9. El diagrama de flujo de la FIG. 10 se enfoca en la formación del orificio 22 y/o parte de rebaje 28 en el sustrato de vidrio 2 y la inserción del tubo 16 dentro del orificio 22, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo que no forman parte de la presente invención. Se proporciona en S101 un sustrato de vidrio 2 (como parte de y/o previamente a la formación de una unidad de ventana VIG). De acuerdo con una realización preferida, puede emplearse un método de taladrado doble para taladrar el orificio 22 y/o la parte rebajada 28. Puede preferirse un método de taladrado doble debido a que sustancialmente reduce la explosión del vidrio, especialmente en una superficie interior del sustrato de vidrio 22. El proceso de taladrado doble S103 comienza por un primer taladrado de un orificio 22 que tiene un diámetro dado D2 (o D3 para realizaciones que forman una parte rebajada 28, por ejemplo) comenzando desde una superficie exterior del sustrato de vidrio 2 hacia una superficie interior del sustrato de vidrio S103a. Un diámetro de la broca usada para este primer taladrado S103a corresponde preferentemente a un diámetro interior D2 (o D3 para realizaciones que forman una parte rebajada 28, por ejemplo) del orificio 22. Se taladra entonces un segundo orificio en S103b desde una superficie interior del sustrato 2 para unirse con el orificio taladrado en S103a. Un diámetro de la broca usada en este segundo taladrado S103b corresponde preferentemente a un diámetro interior D2. En el caso de un orificio de diámetro único, tal como, por ejemplo, el mostrado en la FIG. 8, ambos procesos de taladrado S103a y S103b se llevan a cabo usando brocas de tamaños similares. Sin embargo, si se ha de formar una parte rebajada 28, puede usarse una broca mayor en S103a. Las dimensiones relativas del taladro y/o rebaje se han descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 8 y 9. Se entenderá que el orden de las etapas de taladrado S103a y S103b puede intercambiarse y realizarse en cualquier orden. El tubo 16 se inserta entonces S105 en el orificio 22 hasta una profundidad adecuada como se ha explicado anteriormente. Finalmente, el tubo puede tener una frita aplicada a una parte inferior del mismo, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia las FIGS. 2-5 previamente a la inserción en el orificio 22. De acuerdo con esta invención, se proporciona un método para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el método: tener un primer sustrato con un tubo de vaciado dispuesto en un orificio formado en el primer sustrato; un segundo sustrato; y un sello de borde, dispuestos el primer y segundo sustratos para emparedado del sello del borde y formar una cavidad entre ellos; sellar un extremo del tubo de vaciado que se extiende fuera del primer sustrato, comprendiendo el sellado:

- (i) realizar al menos un tratamiento de precalentamiento en una parte superior del tubo de vaciado e iniciar el calentamiento de la parte superior del tubo de vaciado; (ii) después de dicho precalentamiento, realizar al menos un tratamiento de calentamiento central para fundir la parte superior del tubo de vaciado; y (iii) realizar una pluralidad de tratamientos de repaso usando diámetros de trazado láser sucesivamente reducidos para sellar el tubo de vaciado.

El método del párrafo inmediatamente anterior puede comprender adicionalmente la evacuación de la cavidad entre el primer sustrato y el segundo sustrato a una presión menor que la presión atmosférica usando el tubo de vaciado previamente a dicho sellado.

En el método de cualquiera de los dos párrafos anteriores, las etapas de sellado (i), (ii) y/o (iii) pueden realizarse usando un láser.

En el método de cualquiera de los tres párrafos anteriores, las etapas de sellado (i), (ii) y/o (iii) pueden realizarse con un láser YAG.

En el método de cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, el tratamiento de precalentamiento puede comprender la aplicación de un haz láser en un trazado generalmente circular que tenga un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 8 a 12 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 14-18 W; dicho tratamiento central puede comprender la aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 60-80 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 10-14 W; y/o dicha pluralidad de tratamientos de repaso puede comprender: un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,10 a 0,14 mm durante aproximadamente 25-35 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10-14 W, un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm durante aproximadamente 10-30 repeticiones a una

potencia de desde aproximadamente 8-12 W, y/o un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,06 a 0,1 mm durante aproximadamente 3-10 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8-12 W.

- 5 En el método de cualquiera de los cinco párrafos anteriores, una velocidad de movimiento del láser puede ser de aproximadamente 63,5 cm/s.

En el método de cualquiera de los seis párrafos anteriores, el tratamiento de precalentamiento puede comprender un primer tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser en un trazado generalmente circular que tienen un diámetro de aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente aproximadamente 0,135 mm, durante aproximadamente 75-125 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 6-10 W; y un segundo tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08 a 0,150, más preferentemente aproximadamente 0,132 mm, durante aproximadamente 4-10 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 14-18 W; dicho tratamiento central puede comprender la aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2, más preferentemente aproximadamente 0,132 mm durante aproximadamente 20-60 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 10-14 W; y/o dicha pluralidad de tratamientos de repaso puede comprender un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente aproximadamente 0,12 mm, durante aproximadamente 10-30 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8-12 W, un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08-0,15, más preferentemente aproximadamente 0,1 mm, durante aproximadamente 5-15 repeticiones a una potencia desde aproximadamente 6-10 W, y/o un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado aún más pequeño de desde aproximadamente 0,05 a 0,09 mm, más preferentemente de aproximadamente 0,08 mm, durante aproximadamente 3-10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 4-8 W. Una velocidad de movimiento del láser puede ser de aproximadamente 63,5 cm/s.

En el método de cualquiera de los siete párrafos anteriores, el tratamiento de precalentamiento puede comprender la aplicación del láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central puede comprender la aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 90 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10 W, y/o dicha pluralidad de tratamientos de repaso puede comprender uno o más de un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W, un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W, y/o un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W. Una velocidad de movimiento del láser puede ser de aproximadamente 63,5 cm/s.

En el método de cualquiera de los ocho párrafos anteriores, el tratamiento de precalentamiento puede comprender la aplicación del láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central puede comprender la aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 70 repeticiones a una potencia de aproximadamente 12 W, y/o dicha pluralidad de tratamientos de repaso puede comprender un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W, un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W, y/o un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W. Una velocidad de movimiento del láser puede ser de aproximadamente 63,5 cm/s.

En ciertas realizaciones de ejemplo de la presente invención, puede proporcionarse un método para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el método:

55 sellado de un extremo de un tubo de vaciado que se extiende fuera de un primer sustrato de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el sellado: la realización de al menos un primer precalentamiento; realización de al menos un tratamiento de calentamiento central; y realización de una pluralidad de tratamientos de repaso usando diámetros de trazado del láser sucesivamente reducidos.

60 El método del párrafo inmediatamente anterior puede comprender adicionalmente la evacuación de la cavidad formada entre el primer sustrato y un segundo sustrato de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío hasta una presión menor que la presión atmosférica a través del tubo de vaciado previamente al sellado.

65 En el método de cualquiera de los dos párrafos anteriores, el sellado puede realizarse usando un láser.

En el método de cualquiera de los tres párrafos anteriores, el sellado puede realizarse con un láser YAG de 20 W.

En el método de cualquiera de los cuatro párrafos anteriores, dicho tratamiento de precalentamiento puede limpiar una parte superior del tubo de vaciado y/o iniciar el calentamiento de la parte superior del tubo de vaciado.

5 En el método de cualquiera de los cinco párrafos anteriores, dicho tratamiento central puede comenzar la fusión de la parte superior del tubo de vaciado.

10 En el método de cualquiera de los seis párrafos anteriores, los tratamientos de repaso pueden sellar el extremo del tubo de vaciado.

En el método de cualquiera de los siete párrafos anteriores, el tubo de vaciado puede no fundirse durante el tratamiento de precalentamiento.

15 El método de cualquiera de los dieciséis párrafos anteriores puede comprender adicionalmente proporcionar un orificio definido en el primer sustrato, aplicar una pasta que incluye fritada a al menos una parte inferior de un tubo de vaciado, e insertar un extremo del tubo de vaciado sobre el que se ha aplicado la pasta que incluye fritada dentro del orificio definido en el primer sustrato. El método puede comprender adicionalmente el secado de la pasta que incluye fritada después de que el tubo de vaciado se haya insertado en el orificio en el primer sustrato, y/o la fritada de al menos parte del primer sustrato con el tubo de vaciado insertado en él para formar un sellado hermético entre el tubo de vaciado y el sustrato.

25 Aunque se han descrito y divulgado en el presente documento ciertas realizaciones de ejemplo, se entenderá que las realizaciones descritas en el presente documento se pretende que sean ilustrativas, no limitativas, y que los expertos en la materia entenderán que pueden realizarse varias modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas a las mismas.

En lo que sigue, se describen en realizaciones adicionales para facilitar la comprensión de la invención:

30 1. Un método para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el método:

tener un primer sustrato con un tubo de vaciado dispuesto en un orificio formado en el primer sustrato; un segundo sustrato; y un sello del borde, dispuestos el primer y el segundo sustratos para emparedar el sellado del borde y formar una cavidad entre ellos;

35 sellar un extremo del tubo de vaciado que se extiende fuera del primer sustrato, comprendiendo el sellado: (i) realizar al menos un tratamiento de precalentamiento en una parte superior del tubo de vaciado e iniciar el calentamiento de la parte superior del tubo de vaciado; (ii) después de dicho precalentamiento, realizar al menos un tratamiento de calentamiento central para fundir la parte superior del tubo de vaciado; y (iii) realizar una pluralidad de tratamientos de repaso usando diámetros de trazado láser sucesivamente reducidos para sellar el tubo de vaciado.

45 2. El método de la realización 1, que comprende adicionalmente la evacuación de la cavidad entre el primer sustrato y un segundo sustrato a una presión menor que la presión atmosférica usando el tubo de vaciado previamente a dicho sellado.

3. El método de cualquier realización anterior, en el que las etapas de sellado (i), (ii) y (iii) se realizan usando un láser.

50 4. El método de cualquier realización anterior, en el que las etapas de sellado (i), (ii) y (iii) se realizan con un láser YAG.

55 5. El método de cualquier realización anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento comprende la aplicación de un haz láser en un trazado generalmente circular que tenga un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 8 a 12 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 14-18 W; dicho tratamiento central comprende la aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 60-80 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 10-14 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso comprende: un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,10 a 0,14 mm durante aproximadamente 25-35 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10-14 W; un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm durante aproximadamente 10-30 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8-12 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,06 a 0,1 mm durante aproximadamente 3-10 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8-12 W.

65 6. El método de la realización 5, en el que una velocidad de movimiento del láser es de aproximadamente 63,5 cm/s.

7. El método de cualquier realización anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento comprende: un primer tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser en un trazado generalmente circular que tienen un diámetro de aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente aproximadamente 0,135 mm, durante aproximadamente 75-125 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 6-10 W; y un segundo tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08 a una potencia de desde aproximadamente 14-18 W; dicho tratamiento central comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2, más preferentemente aproximadamente 0,132 mm durante aproximadamente 20-60 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 10-14 W; y
 5 dicha pluralidad de tratamientos de repaso comprende: un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente aproximadamente 0,12 mm, durante aproximadamente 10-30 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8-12 W; un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08-0,15, más preferentemente aproximadamente 0,1 mm, durante aproximadamente 5-15 repeticiones a una potencia desde aproximadamente 6-10 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado aún más pequeño de desde aproximadamente 0,05 a 0,09 mm, más preferentemente de aproximadamente 0,08 mm, durante aproximadamente 3-10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 4-8 W.
 10
8. El método de la realización 7, en el que una velocidad de movimiento del láser es de aproximadamente 63,5 cm/s.
 20
9. El método de cualquier realización anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento comprende: aplicar el láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 90 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso comprende: un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W; un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W.
 25
 30
10. El método de la realización 9, en el que una velocidad de movimiento del láser es de aproximadamente 63,5 cm/s.
 35
11. El método de cualquier realización anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento comprende: aplicar el láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 70 repeticiones a una potencia de aproximadamente 12 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso comprende: un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W; un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W.
 40
 45
12. El método de la realización 11, en el que una velocidad de movimiento del láser es de aproximadamente 63,5 cm/s.
 50
13. Un método para la realización de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el método:
 55
 sellado de un extremo de un tubo de vaciado que se extiende fuera de un primer sustrato de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío, comprendiendo el sellado:
 realizar al menos un primer precalentamiento;
 realizar al menos un tratamiento de calentamiento central; y
 realizar una pluralidad de tratamientos de repaso usando diámetros de trazado del láser sucesivamente reducidos.
 60
14. El método de la realización 13, que comprende adicionalmente la evacuación de la cavidad formada entre el primer sustrato y un segundo sustrato de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío hasta una presión menor que la presión atmosférica a través del tubo de vaciado previamente al sellado.
 65

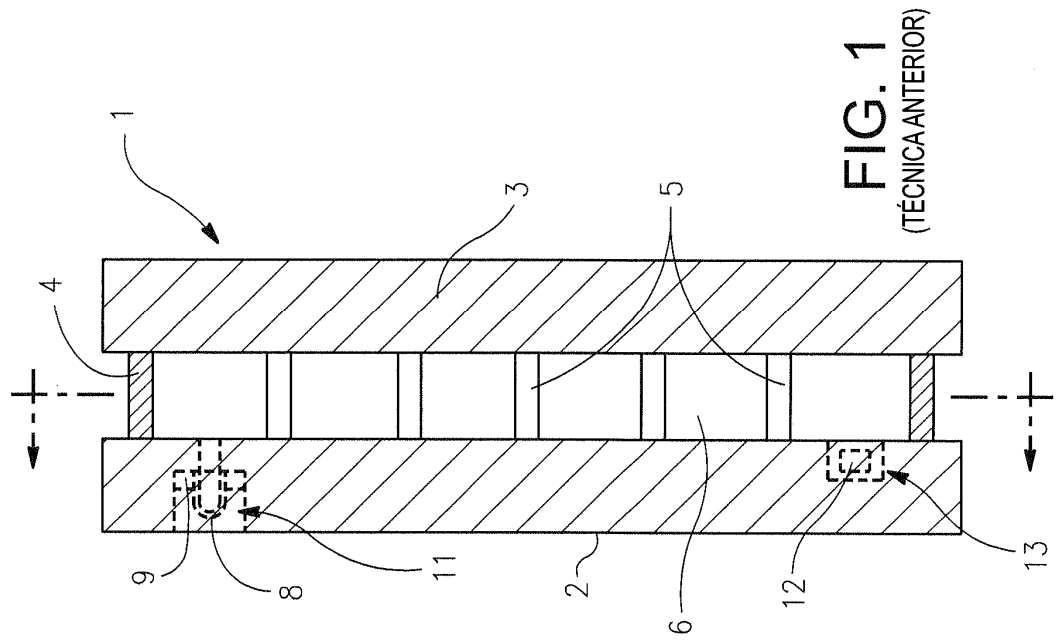
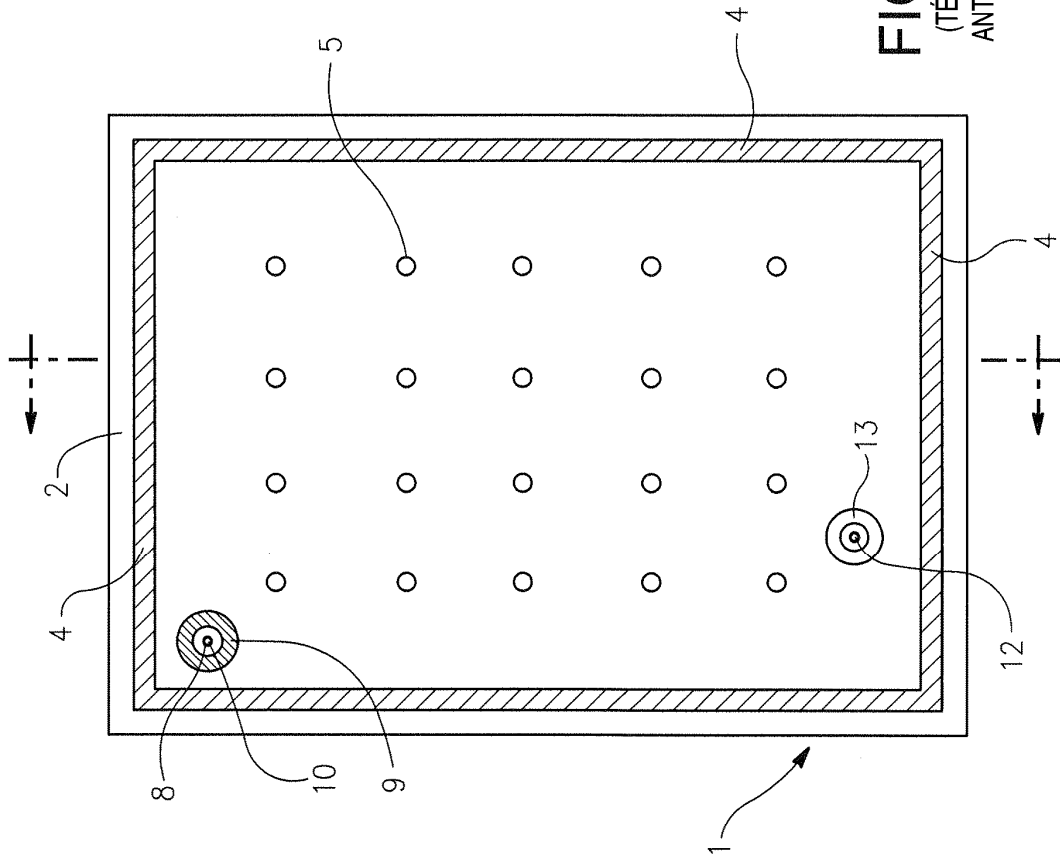
ES 2 628 380 T3

15. El método de cualquiera de las realizaciones 13-14, en el que el sellado se realiza usando un láser.
16. El método de cualquiera de las realizaciones 13-15, en el que el sellado se realiza con un láser YAG de 20 W.
- 5
17. El método de cualquiera de las realizaciones 13-16 en el que dicho tratamiento de precalentamiento limpia una parte superior del tubo de vaciado e inicia el calentamiento de la parte superior del tubo de vaciado.
- 10
18. El método de cualquiera de las realizaciones 13-17, en el que dicho tratamiento central comienza la fusión de la parte superior del tubo de vaciado.
19. El método de cualquiera de las realizaciones 13-18, en el que los tratamientos de repaso sellan el extremo del tubo de vaciado.
- 15
20. El método de cualquiera de las realizaciones 13-19, en el que el tubo de vaciado no se funde durante el tratamiento de precalentamiento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para la fabricación de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (1), comprendiendo el método:
- 5 sellar un extremo de un tubo de vaciado (16) que se extiende fuera de un primer sustrato (2) de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (1), comprendiendo el sellado:
- 10 realizar al menos un tratamiento de precalentamiento (S73);
 realizar al menos un tratamiento de calentamiento central (S75);
 estando el método **caracterizado por que** el sellado comprende adicionalmente realizar una pluralidad de tratamientos de repaso (S77) usando diámetros de trazado láser sucesivamente reducidos.
- 15 2. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la evacuación de una cavidad (6) formada entre el primer sustrato (2) y un segundo sustrato (3) de la unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (1) a una presión menor que la presión atmosférica a través el tubo de vaciado (16) previamente al sellado.
- 20 3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el sellado se realiza usando un láser, preferentemente usando un láser YAG de 20 W.
4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicho tratamiento de precalentamiento (S73) limpia una parte superior del tubo de vaciado (16) e inicia el calentamiento de la parte superior del tubo de vaciado (16).
- 25 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho tratamiento central (S75) comienza fundiendo la parte superior del tubo de vaciado (16).
6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que los tratamientos de repaso (S77) sellan el extremo del tubo de vaciado (16).
- 30 7. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento (S₇₃) comprende la aplicación de un haz láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 8 a 12 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 14-18 W; dicho tratamiento central (S₇₅) comprende la aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 60 - 80 repeticiones y a una potencia de desde aproximadamente 10 - 14 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso (S₇₇) comprende:
- 35 un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,10 a 0,14 mm durante aproximadamente 25 - 35 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10 - 14 W; un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm durante aproximadamente 10 - 30 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8 - 12 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,06 a 0,1 mm durante aproximadamente 3 - 10 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8 - 12 W.
- 40 8. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento (S₇₃) comprende:
- un primer tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente de aproximadamente 0,135 mm, durante aproximadamente 75 - 125 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 6 - 10 W; y
- 50 un segundo tratamiento de precalentamiento de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08 a 0,150, más preferentemente de aproximadamente 0,132 mm, durante aproximadamente 4 - 10 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 14 - 18 W; dicho tratamiento central (S₇₅) comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2, más preferentemente de aproximadamente 0,132 mm durante aproximadamente 20
- 55 - 60 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 10 - 14 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso (S₇₇) comprende:
- un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de desde aproximadamente 0,1 a 0,2 mm, más preferentemente de aproximadamente 0,12 mm, durante aproximadamente 10 - 30 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 8 - 12 W;
- 60 un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado más pequeño de desde aproximadamente 0,08 - 0,15, más preferentemente de aproximadamente 0,1 mm, durante aproximadamente 5 - 15 repeticiones a una potencia de desde aproximadamente 6 - 10 W; y un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado aún más pequeño de desde aproximadamente 0,05 a 0,09 mm, más preferentemente de aproximadamente 0,08 mm, durante
- 65 aproximadamente 3 - 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 4 - 8 W.

9. El método de cualquier reivindicación anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento (S₇₃) comprende: aplicar el láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central (S₇₅) comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 90 repeticiones a una potencia de aproximadamente 10 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso (S₇₇) comprende:
- 5 un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W;
- 10 un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W;
- y
- 15 un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W.
10. El método de cualquier realización anterior, en el que el tratamiento de precalentamiento (S₇₃) comprende: aplicar el láser en un trazado generalmente circular que tiene un diámetro de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 200 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W; dicho tratamiento central (S₇₅) comprende: aplicar el láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,135 mm durante aproximadamente 70 repeticiones a una potencia de aproximadamente 12 W; y dicha pluralidad de tratamientos de repaso (S₇₇) comprende:
- 20 un primer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,12 mm durante aproximadamente 20 repeticiones a una potencia de aproximadamente 8 W;
- 25 un segundo tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,1 mm durante aproximadamente 10 repeticiones a una potencia de aproximadamente 7 W;
- y
- 30 un tercer tratamiento de repaso de aplicación del láser con un diámetro de trazado de aproximadamente 0,08 mm durante aproximadamente 5 repeticiones a una potencia de aproximadamente 6 W.
11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 4 - 7, en el que una velocidad de movimiento del láser es de aproximadamente 63,5 cm/s (25 pulgadas/segundo).
- 35 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 9 - 14, en el que el tubo de vaciado (16) no se funde durante el tratamiento de precalentamiento (S₇₃).



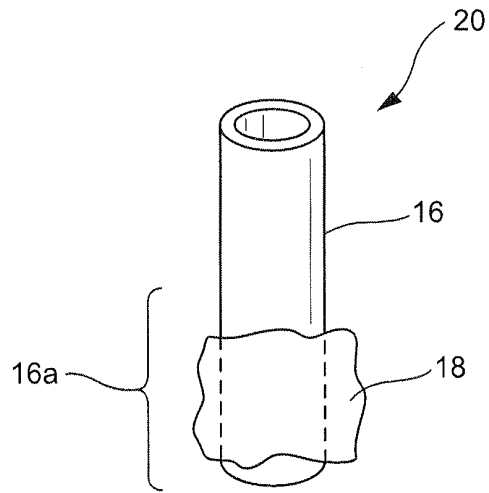


FIG. 3

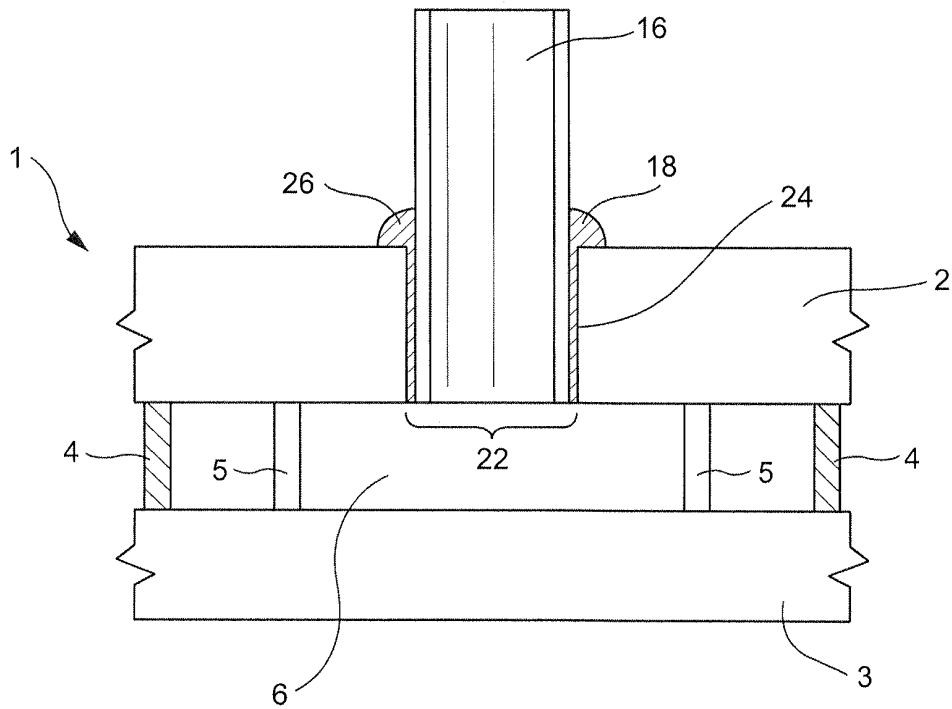


FIG. 4

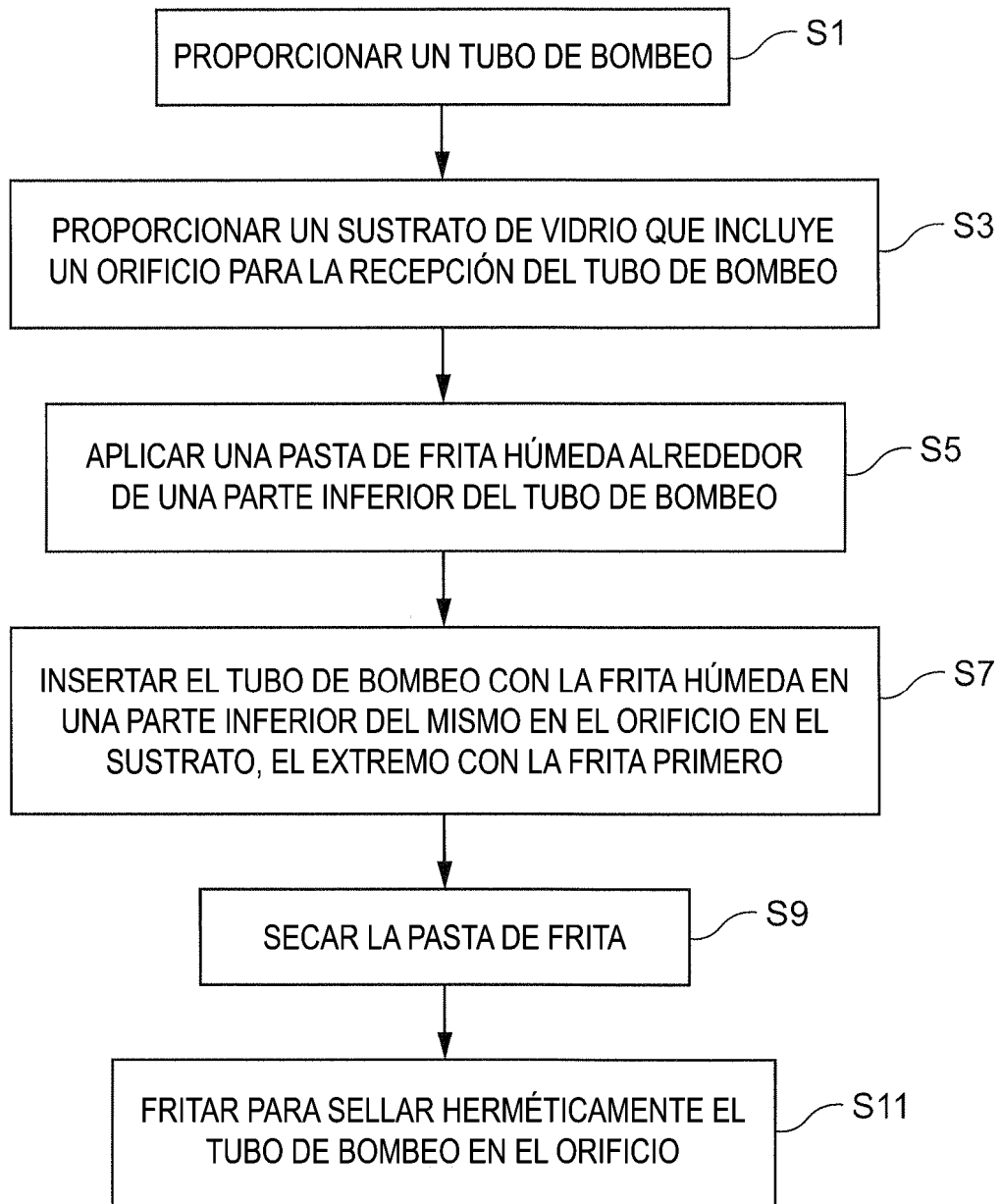


FIG. 5

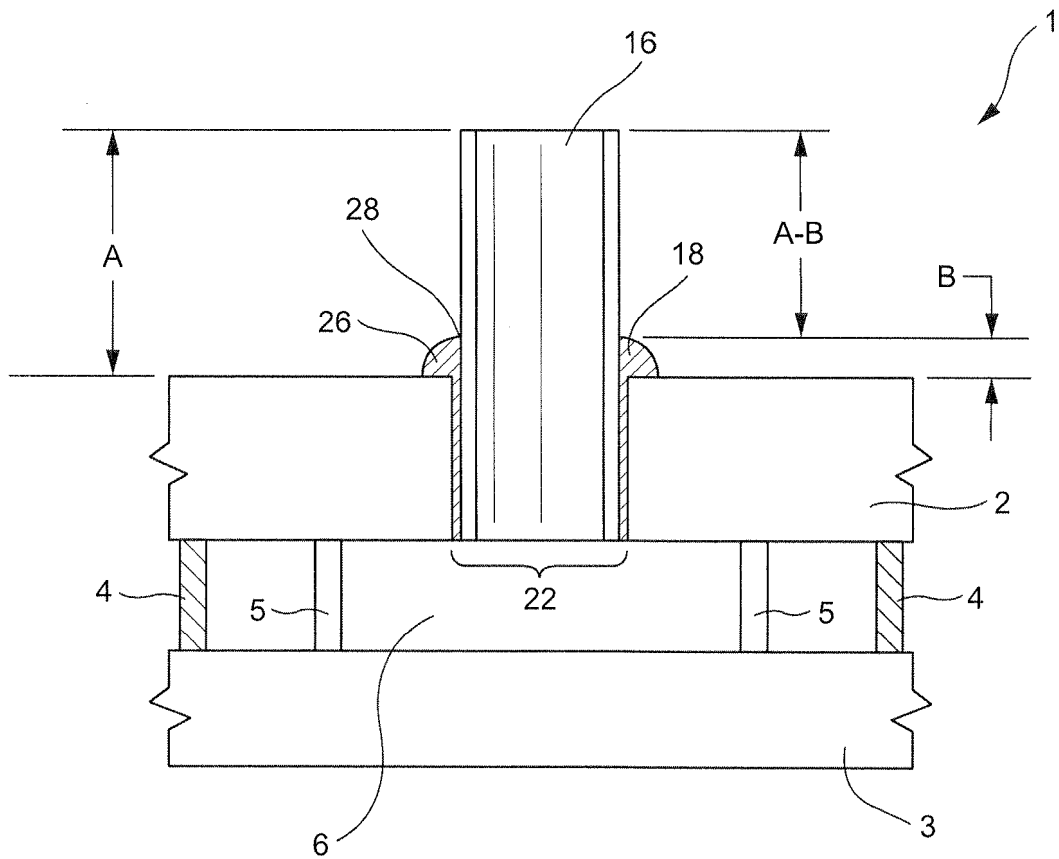


FIG. 6

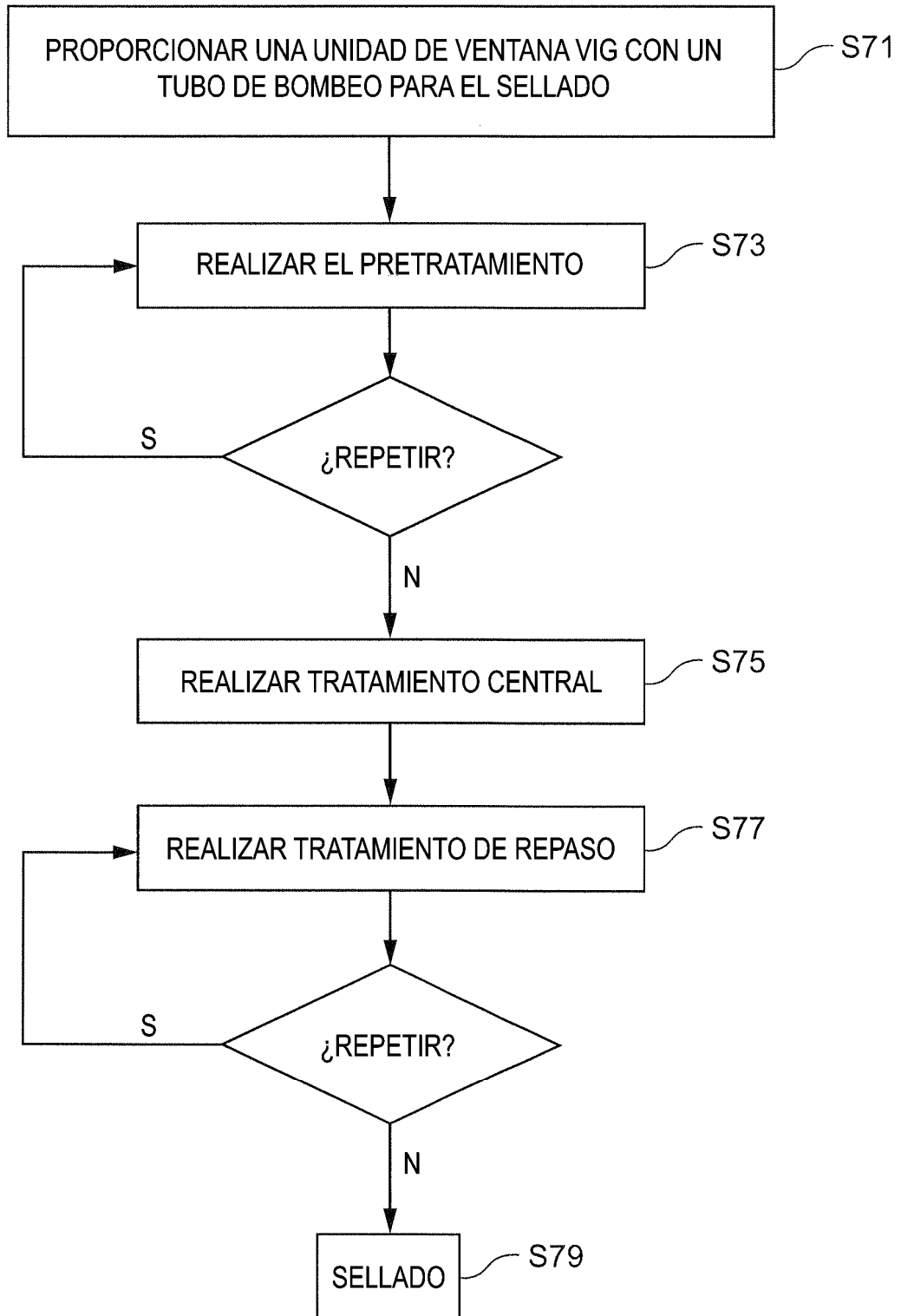


FIG. 7

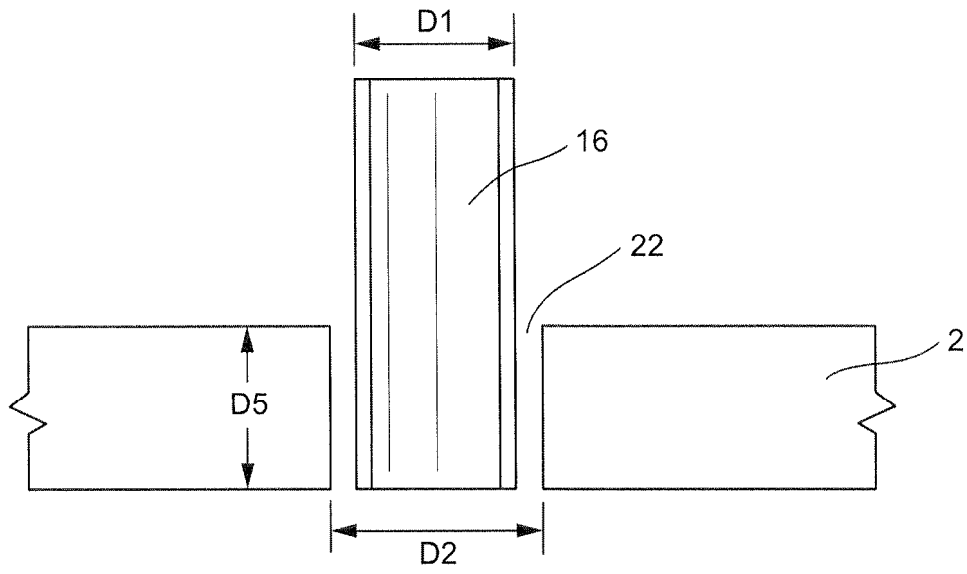


FIG. 8

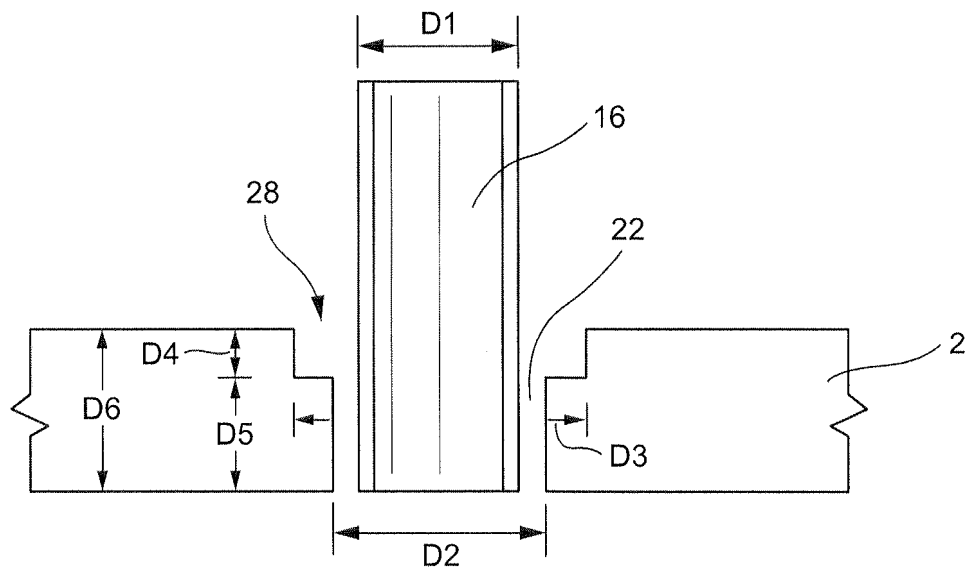


FIG. 9

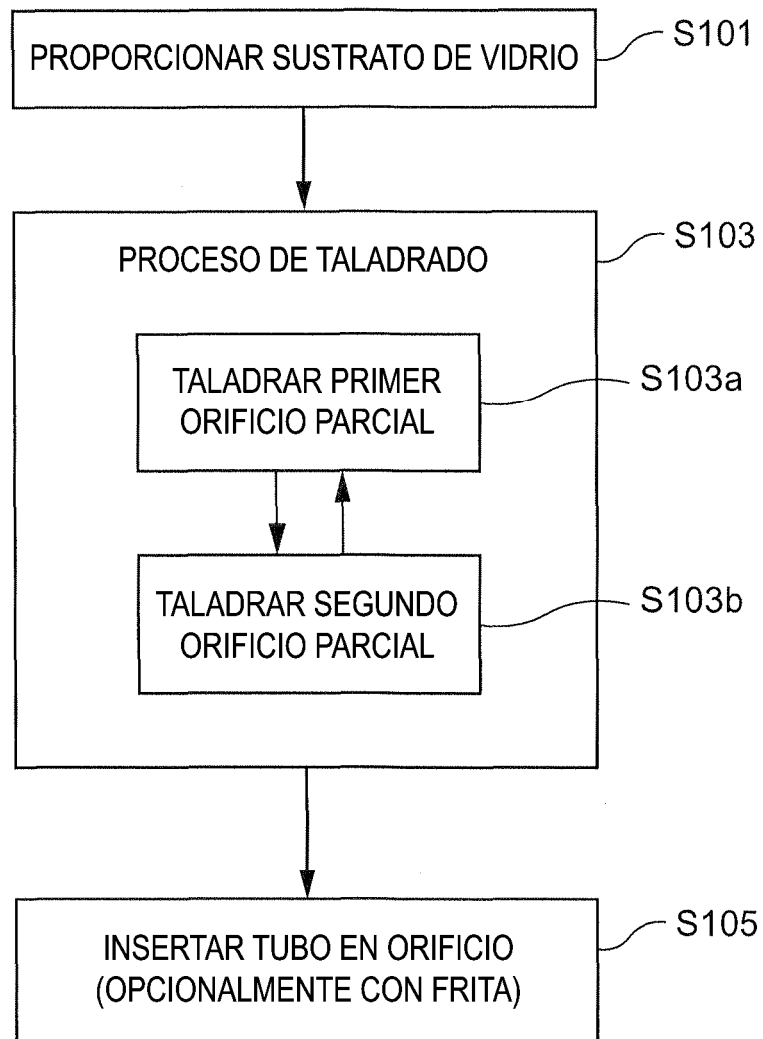


FIG. 10