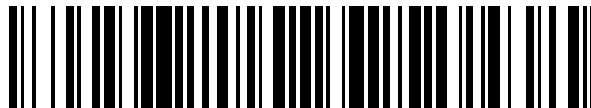


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 574**

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/US2013/040463**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13173172**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2013 E 13725254 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017 EP 2852729**

54 Título: **Método y aparato para fabricar una unidad de ventana de vidrio aislado por vacío (VIG) que incluye tubo de bombeo**

30 Prioridad:

**18.05.2012 US 201213474835**

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

**22.12.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 647 574 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 fabricar una unidad de ventana de vidrio aislado por vacío (VIG) que incluye tubo de bombeo

5 **Campo técnico**

Esta divulgación se refiere en general a configuraciones de unidad de ventana de vidrio aislado por vacío (VIG) y a métodos y aparatos para la fabricación de una unidad de ventana de VIG. La divulgación se refiere, más particularmente, a configuraciones de la unidad de ventana de VIG y a métodos para instalar un tubo de bombeo en un orificio formado en al menos un sustrato de vidrio de una unidad de ventana de VIG a fin de reducir la posibilidad de choque térmico indeseable del tubo de bombeo en una interfaz del tubo de bombeo y material adhesivo inclusivo de frita durante el sellado del tubo de bombeo (por ejemplo, mediante un láser o similar). La divulgación se refiere también a una disposición estructural y dimensionamiento del orificio para reducir una cantidad de inclinación potencial del tubo de bombeo cuando se inserta en el orificio en el sustrato de vidrio.

15

**Antecedentes y sumario de realizaciones a modo de ejemplo**

Las unidades de vidrio aislado por vacío (VIG) incluyen normalmente al menos dos sustratos de vidrio separados entre sí que encierran entre los mismos un espacio/cavidad evacuado o de baja presión. Los sustratos se interconectan por una junta periférica 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 causarse debido al ambiente de baja presión que existe entre los sustratos. Algunas configuraciones de VIG a modo de ejemplo 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. El documento WO 97/48650 A1 representa la técnica anterior más cercana para las reivindicaciones independientes 1 y 8. La Figuras 1 y 2 ilustran una unidad de ventana de VIG 1 convencional y los elementos que forman la unidad de ventana de VIG 1. Por ejemplo, la unidad de VIG 1 puede incluir dos sustratos de vidrio separados entre sí sustancialmente paralelos 2, 3, que encierran un espacio/cavidad evacuado de baja presión 6 entre los mismos. Las láminas o sustratos de vidrio 2,3 se interconectan por una junta periférica periférico 4 que se puede realizar de vidrio de soldadura fundido, por ejemplo. Un conjunto de pilares/separadores de soporte 5 se puede incluir entre los sustratos de vidrio 2, 3 para mantener la separación de los sustratos 2, 3 de la unidad de VIG 1 en vista de la baja presión del espacio/hueco 6 presente entre los sustratos 2, 3.

Un tubo de bombeo 8 se puede sellar herméticamente sellado 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 hasta la parte inferior de un rebaje opcional 11 en la superficie exterior del sustrato de vidrio 2, u opcionalmente hasta la superficie exterior del sustrato de vidrio 2. Un vacío se introduce en el tubo de bombeo 8 para evacuar la cavidad interior 6 a una presión baja, por ejemplo, mediante la operación de bajada de bomba secuencial. Después de la evacuación de la cavidad 6, una porción (por ejemplo, la punta) del tubo 8 se funde para sellar el vacío en la cavidad/espacio de baja presión 6. El rebaje opcional 11 puede retener el tubo de bombeo sellado 8. Opcionalmente, un extractor químico 12 se puede incluir dentro de un rebaje 13 que se dispone en una cara interior de uno de los sustratos de vidrio, por ejemplo, el sustrato de vidrio 2. El extractor químico 12 puede utilizarse para absorber o unirse a ciertas impurezas residuales que pueden permanecer después de que la cavidad 6 es evacuada y sellada.

Las unidades de VIG con juntas periféricas 4 de vidrio de soldadura fundido se fabrican normalmente depositando una frita de vidrio, en una solución (por ejemplo, pasta de frita), alrededor de la periferia del sustrato 2 (o del sustrato 3). Esta pasta de frita de vidrio forma, en última instancia, el borde del vidrio de soldadura sellado 4. El otro sustrato (por ejemplo, el 3) se lleva hacia abajo sobre el sustrato 2 con el fin de intercalar los separadores/pilares 5 y la solución de frita de vidrio entre los dos sustratos 2, 3. Todo el conjunto que incluye los sustratos de vidrio 2, 3, los separadores/pilares 5 y el material de sellado (por ejemplo, frita de vidrio en solución o pasta), se calienta a continuación a una temperatura de al menos aproximadamente 500 °C, momento en el que la frita de vidrio de funde y moja las superficies de los sustratos de vidrio 2, 3, y en última instancia, forma una junta periférica/de borde hermética 4.

Después de la formación de la junta periférica 4 entre los sustratos, se aplica un vacío a través del tubo de bombeo 8 para formar el espacio/cavidad de baja presión 6 entre los sustratos 2, 3. La presión en el espacio 6 se puede producir por medio de un proceso de evacuación hasta un nivel por debajo de la presión atmosférica, por ejemplo, por debajo de aproximadamente  $10^{-2}$  Torr. Para mantener la baja presión en el espacio/cavidad 6, los sustratos 2, 3 se sellan herméticamente. Pequeños separadores/pilares de alta resistencia 5 se proporcionan entre los sustratos para mantener la separación de los sustratos aproximadamente paralelos contra la presión atmosférica. Como se ha señalado anteriormente, una vez que el espacio 6 entre los sustratos 2, 3 se evacua, el tubo de bombeo 8 puede sellarse, por ejemplo, fundiendo su punta utilizando un láser o similar.

Un proceso convencional para la instalación del tubo de bombeo 8 en el orificio o abertura 10, incluye la inserción de un tubo de bombeo de vidrio preformado 8 en una abertura/orificio 10 que se ha formado previamente (por ejemplo, mediante perforación) en uno de los sustratos de vidrio 2. Después de que el tubo de bombeo 8 se ha asentado en

la abertura/orificio 10, una pasta de fritas adhesiva se aplica al tubo de bombeo 8, normalmente en una región cerca de la abertura del orificio 10 próxima a una superficie exterior del sustrato de vidrio 2. Como se ha indicado anteriormente, el tubo de bombeo se puede sellar después de la evacuación o purga de la cavidad de VIG.

- 5 Después de la evacuación de la cavidad a una presión inferior a la atmosférica, el sellado del tubo de bombeo se puede realizar calentando un extremo del tubo de bombeo que se utiliza para evacuar o purgar la cavidad para fundir la abertura y así sellar la cavidad de la unidad de ventana de VIG. Por ejemplo y sin limitación, este calentamiento y fusión se pueden lograr irradiando con láser la punta del tubo de bombeo.
- 10 También a veces se puede dar el caso de que el tubo de bombeo no se asiente adecuadamente en el orificio formado en el sustrato de vidrio. Como resultado, el tubo de bombeo puede ladearse o inclinarse hacia un lado, y por lo tanto, no estar sustancialmente perpendicular con respecto a la superficie del sustrato de vidrio en la que se forma el orificio. Como resultado, en situaciones en las que el tubo de bombeo no está bien asentado y se encuentra en un ángulo indeseable con respecto a la superficie del sustrato de vidrio, es difícil sellar adecuadamente el tubo de bombeo porque el láser no puede fundir consistentemente la punta del tubo de bombeo debido, por ejemplo, a diferencias en la distancia entre varias porciones de la parte superior del tubo de bombeo en ángulo y la fuente del láser. La fusión inconsistente de la parte superior del tubo de bombeo puede dar lugar a un sellado incompleto y, por lo tanto, a una fuga de aire, que puede, dependiendo de la calidad del sello, producirse rápidamente o más lentamente en el tiempo. Además, en función del grado de ladeo o inclinación del tubo, el láser podría golpear la pared del tubo en lugar de la parte superior. Si el láser alcanza la pared del tubo, el láser podría pasar por alto el tubo y golpear la fritas, lo que puede dañar la fritas o causar una desgasificación indeseable en la cavidad. Por lo tanto, lo que se necesita es una forma de asentar el tubo de bombeo en el orificio para reducir la cantidad de inclinación del tubo dentro de un intervalo aceptable. Como se analiza a continuación, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, esto se puede lograr proporcionando geometrías y dimensiones de orificio que ayuden a reducir la inclinación del tubo de bombeo.
- 15
- 20
- 25

Para superar inconvenientes tales como los señalados anteriormente con respecto a la inclinación del tubo de bombeo, la invención prevé una unidad de ventana de VIG de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para fabricar una unidad de ventana de VIG de acuerdo con la reivindicación 8. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, al menos una porción del orificio en el sustrato de vidrio en el que se inserta el tubo de bombeo puede construirse de manera que el orificio de vidrio tenga un diámetro dimensionado para proporcionar suficiente soporte para mantener el tubo de bombeo sustancialmente en orientación vertical tras su inserción en el orificio, y después de eso. Por ejemplo, y sin limitación, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, el orificio en el sustrato de vidrio en el que se va a insertar el tubo de bombeo se puede dimensionar, por ejemplo, y sin limitación, de modo que el diámetro interior del orificio no tenga sustancialmente más de aproximadamente 0,1 mm más que el diámetro exterior del tubo de bombeo. En cualquier caso, se observa que no es deseable que el tubo de bombeo se extienda más allá de la superficie del sustrato de vidrio y dentro de la cavidad de la unidad de ventana de VIG. De acuerdo con otras realizaciones a modo de ejemplo, el orificio puede incluir un rebaje de mayor diámetro formado en una superficie exterior del sustrato de vidrio. La porción de mayor diámetro del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede formar una porción de rebaje en la que puede acumularse exceso de fritas, como resultado del proceso de inserción, tal como, por ejemplo, se ha descrito anteriormente en relación con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. De acuerdo con las realizaciones a modo de ejemplo adicionales, la profundidad de la porción rebajada puede ser entre aproximadamente un cuarto y la mitad del espesor del sustrato de vidrio, y puede ser más preferentemente aproximadamente un tercio del espesor del sustrato de vidrio. El diámetro de la porción de diámetro mayor del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede estar en un intervalo de aproximadamente un poco más de 0,1 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo hasta 1,0 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se puede construir un orificio que tenga una configuración aceptable para lograr lo anterior utilizando, por ejemplo, y sin limitación, un proceso de perforación de dos etapas en el que se perfora una primera porción del orificio desde una superficie exterior del sustrato de vidrio hasta una profundidad predeterminada utilizando una primera broca, y una segunda porción del orificio se puede perforar desde una superficie interior del sustrato de vidrio hasta una altura predeterminada utilizando una segunda broca. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la primera porción se perfora a una profundidad de aproximadamente un tercio a la mitad de la profundidad del orificio (por ejemplo, el espesor del sustrato de vidrio). El resto del orificio se proporciona perforando la segunda porción desde abajo utilizando una segunda broca. En realizaciones en las que se forma una porción rebajada, el diámetro de la primera broca es mayor que el diámetro de la segunda broca.

30

35

40

45

50

55

En ciertos casos, se ha encontrado que la atmósfera de vacío podría degradarse después del sellado por calor de un extremo del tubo de bombeo. En algunos casos la fuga fue rápida, mientras que en otros casos, la fuga tuvo lugar durante un período más largo, tal como, por ejemplo, en el transcurso de varios días. Se ha encontrado que las grietas en el tubo de bombeo en un área dentro o cerca de una interfaz del tubo de bombeo y fritas contribuyeron sustancialmente a la pérdida de vacío en la cavidad de la unidad de ventana de VIG. Se determinó que en ciertos casos el calor utilizado para sellar el extremo superior (o exterior) del tubo de bombeo puede conducirse a través del vidrio del tubo de bombeo a la fritas, lo que da como resultado el choque térmico del tubo de bombeo de vidrio en la proximidad de la interfaz fritas-tubo debido a, por ejemplo, el diferencial de temperatura entre la fritas y el tubo de vidrio, lo que ha causado el agrietamiento del tubo de bombeo en la área de la interfaz de fritas entre el tubo de

60

65

bombeo y el material de frita. Como se ha señalado anteriormente, las temperaturas requeridas para fundir el extremo del tubo de bombeo son normalmente muy elevadas. Se ha encontrado que agrietamiento del tubo de bombeo en la interfaz de frita era una causa de la fuga de aire que puede comprometer el vacío de la unidad de ventana de VIG. Se ha encontrado, además, que la conducción de calor depende de una longitud del tubo de bombeo. En otras palabras, se ha encontrado sorprendentemente que si la distancia entre la frita utilizada para adherir el tubo de bombeo en el orificio, y el extremo del tubo de bombeo sometido a sellado por calor, tal como, por ejemplo, mediante calentamiento por láser, es demasiado corto, el potencial para la conducción de calor a la frita, y por tanto el choque térmico del tubo de bombeo en la interfaz del tubo de bombeo y frita, se incrementa. Por lo tanto, en ciertos casos, una longitud del tubo de bombeo y, más particularmente, una longitud entre la parte superior de la frita y el extremo del tubo de bombeo que va a ser sellado por calor, para reducir la posibilidad de choque térmico, y por tanto reducir o evitar, sustancialmente, el agrietamiento del tubo de bombeo en la interfaz de frita con el tubo de bombeo. Es también el caso de que la longitud del tubo de bombeo se pueda acortar. El tubo de bombeo comprende normalmente de vidrio y es frágil. Mientras más largo es el tubo, más posibilidades existen de que el tubo se dañe durante las etapas de fabricación posteriores que se pueden emplear para completar la unidad de ventana de VIG. Por lo tanto, el equilibrio puede verse afectado entre la longitud total del tubo y la distancia desde el extremo del tubo de bombeo y la interfaz del tubo de bombeo con el material de frita. Se ha encontrado que en ciertas realizaciones a modo de ejemplo establecer una distancia entre la interfaz de frita exterior con el tubo de bombeo (por ejemplo, en la parte superior de la protuberancia/montículo de frita en el tubo) y un extremo del tubo que se va a sellar por calor en un intervalo de aproximadamente 4,5 a 6 mm, más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 4,8-5,5mm y más preferentemente de aproximadamente 5,0 mm, puede superar los problemas mencionados anteriormente relacionados con el choque térmico durante el sellado por calor. Además, se ha encontrado que este intervalo de longitud de tubo encima de la interfaz frita es también aceptable en términos de no aumentar sustancialmente la posibilidad o probabilidad de daños en el tubo durante los procesos de fabricación posteriores.

Estas y otras ventajas se proporcionan por una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío que comprende: un primer sustrato que tiene un orificio definido en su interior para recibir un tubo de bombeo, teniendo el orificio un diámetro en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo y más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,15 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo, y aún más preferentemente aproximadamente 0,1 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo.

Se proporcionan ventajas adicionales mediante una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío que comprende: un primer sustrato que tiene un orificio definido en su interior para recibir un tubo de bombeo y una pasta de inclusión de frita, en el que cuando el tubo de bombeo y la pasta de inclusión de frita se disponen en dicho orificio, una porción de la pasta de inclusión de frita forma una protuberancia de pasta de inclusión de frita próxima a la parte superior del orificio donde el orificio sale del primer sustrato y rodea sustancialmente una porción del tubo de bombeo y tiene una altura medida desde una superficie del primer sustrato, en la que la diferencia entre la altura de la protuberancia de pasta de inclusión de frita y la altura del tubo de bombeo que se extiende fuera del orificio está en un intervalo de aproximadamente 4,5 a 6,0 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 4,8 a 5,5 mm, e incluso más preferentemente de aproximadamente 5.0 mm.

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

#### Breve descripción de los dibujos

- la Figura 1 es un diagrama esquemático en sección transversal de una unidad de VIG convencional;
- la Figura 2 es una vista en planta superior de una unidad de VIG convencional;
- la Figura 3 es un diagrama en sección transversal parcial esquemática que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo con pasta de frita aplicada al mismo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo;
- la Figura 4 es una sección transversal al diagrama parcial esquemático que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana de VIG acuerdo con una realización a modo de ejemplo;
- la Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de una unidad de ventana de VIG acuerdo con una realización a modo de ejemplo;
- la Figura 6 es una sección transversal al diagrama parcial esquemático que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana de VIG acuerdo con una realización a modo de ejemplo;
- la Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de una unidad de VIG de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo no reivindicadas en el que el sellado del tubo de bombeo se realiza utilizando múltiples aplicaciones secuenciales de energía de láser utilizando ajustes de potencia variables y tiempos de exposición controlados de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo;
- la Figura 8 es un diagrama en sección transversal parcial esquemático que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo y el orificio para recibir el tubo de bombeo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo;
- la Figura 9 es un diagrama en sección transversal parcial esquemática que ilustra un tubo de bombeo a modo de

ejemplo y el orificio para recibir el tubo de bombeo, en el que un rebaje que tiene un diámetro mayor que el orificio para recibir el tubo de bombeo se proporciona de acuerdo con una realización a modo de ejemplo; y la Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de una unidad de ventana de VIG que incluye la formación de un orificio para recibir el tubo de bombeo y un rebaje opcional de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo.

### Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

Ciertas realizaciones a modo de ejemplo se describirán en detalle en la presente memoria haciendo referencia a los dibujos anteriores en los que números de referencia iguales se refieren a elementos similares. Se entenderá que las realizaciones descritas en la presente memoria pretenden ser ilustrativas, no limitativas, y que los expertos en la técnica entenderán que varias modificaciones pueden realizarse sin apartarse del verdadero espíritu y de todo el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la misma.

Con referencia a las Figuras 4 y 6, una vista en sección transversal esquemática de una unidad de ventana de VIG 1 a modo de ejemplo se ilustra. La unidad de ventana de VIG 1 incluye primer y segundo sustratos de vidrio transparentes separados 2, 3 que se pueden interconectar por una junta periférica 4, que puede, por ejemplo, y sin limitación, ser de o incluir una junta a base de vanadio o de tipo VBZ o una junta de tipo vidrio de soldadura. Las composiciones de juntas a base de o de tipo VBZ a modo de ejemplo se divulgan en la solicitud de Patente de estados Unidos con n°. de serie 13/354.963, presentada el 20 enero de 2012, cuya descripción se incorpora aquí como referencia en su totalidad. Las composiciones de juntas a base de VBZ (por ejemplo, vanadio, bario, zinc) se describen en el documento 13/354.963, y se puede utilizar para la junta periférica 4 y/o la junta 18, 26 del tubo a base de fritada en ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Material de fritada de vidrio de soldadura convencional se puede utilizar también para la junta periférica 4 y/o la junta 18, 26 del tubo a base de fritada en ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Cuando se utilizan composiciones de juntas de tipo VBZ, un perfil térmico de sellado de temperatura más baja se utiliza para mantener el temple deseado del vidrio de la unidad de VIG porque las composiciones de VBZ tienen una temperatura de activación más baja (por ejemplo, <250 °C) que algunas otras composiciones de fritada de vidrio convencionales que pueden utilizarse para formar juntas en las unidades de VIG. Se entenderá que las realizaciones descritas en la presente memoria son igualmente aplicables a configuraciones de VIG que utilizan cualquier material de sellado adecuado.

En ciertas realizaciones, los sustratos de vidrio transparentes 2, 3 pueden tener aproximadamente el mismo tamaño. Sin embargo, en ciertas otras realizaciones a modo de ejemplo, un sustrato de vidrio puede ser más grande que el otro para proporcionar, por ejemplo, un paso aproximadamente en forma de L próximo a un borde de la unidad de VIG. Uno o ambos de los sustratos de vidrio 2, 3 pueden también incluir opcionalmente al menos un material de revestimiento (no mostrado), tal como, por ejemplo, y sin limitación, un revestimiento de E baja. Se entenderá que diversos revestimientos pueden estar presentes en una superficie interior de al menos uno de los sustratos de vidrio 2, 3, y que tales revestimientos proporcionan diversas características de rendimiento beneficiosas para la unidad de ventana de VIG 1. En ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la unidad de ventana de VIG tiene una transmisión 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 %.

Un conjunto de pilares/separadores de soporte 5 se puede incluir también entre los sustratos de vidrio 2, 3 para mantener la separación de los sustratos en vista de la presión más baja que la atmosférica que finalmente se proporciona en la cavidad 6 entre los sustratos 2, 3. En ciertas realizaciones a modo de ejemplo, los separadores pueden tener una altura, por ejemplo, de aproximadamente 0,1 a 1,0 mm, más preferentemente de 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 señalado anteriormente, los separadores 5 tienen preferentemente un tamaño que es suficientemente pequeño de modo que son visiblemente discretos. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, los separadores se pueden fabricar de o incluir vidrio de soldadura, vidrio, cerámica, metal, polímero, o cualquier otro material adecuado. Además, los separadores 5 pueden ser, por ejemplo, generalmente cilíndricos, redondos, esféricos, en forma de moneda de diez céntimos, en forma de C, en forma de almohada o tener cualquier otra forma adecuada.

Un tubo de bombeo 16, que se puede sellar herméticamente, por ejemplo, utilizando vidrio de soldadura se proporciona a través de un orificio 22 que pasa desde una superficie interior de uno de los sustratos de vidrio, por ejemplo, el sustrato 2 y a través del sustrato de vidrio 2 y que se extiende más allá de la superficie exterior del mismo. El tubo de bombeo 16 se utiliza en un proceso para evacuar la cavidad 6 entre los sustratos 2, 3, tal como, por ejemplo, uniendo una bomba de vacío al tubo de bombeo 16 y evacuando la cavidad a una presión baja, por ejemplo, a una presión inferior a la presión atmosférica. En un ejemplo preferido, una presión en la cavidad 6 es, por ejemplo, preferentemente inferior a aproximadamente  $10^{-2}$  Torr, y más preferentemente inferior a aproximadamente  $10^{-3}$  Torr, y aún más preferentemente inferior a aproximadamente  $5 \times 10^{-4}$  Torr. Después de evacuar la cavidad 6, el tubo de bombeo 16 se puede sellar, por ejemplo, fundiendo la punta del tubo 16 por cualquier medio adecuado, tal como, por ejemplo, con láser. Las unidades de ventana de VIG se pueden utilizar, por ejemplo, y sin limitación, como ventanas en viviendas residenciales, edificios de oficinas, edificios de apartamentos, puertas y/o similares.

De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se divulga un método de fabricación de una unidad de ventana de VIG. Se proporcionan ciertos métodos a modo de ejemplo de instalación de un tubo de bombeo en un orificio en un sustrato de vidrio de la unidad de ventana de VIG para reducir o evitar depositar material de frita demasiado alto hasta el tubo de bombeo. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, en lugar de aplicar el material de frita húmedo a un tubo de bombeo que ya se ha insertado en un orificio formado en un sustrato de vidrio de la unidad de ventana de VIG, el material de frita húmedo se puede aplicar primero a una porción inferior de un tubo de bombeo, antes de su inserción en el orificio. Después de la aplicación de la frita húmeda a una porción inferior del tubo de bombeo, se inserta a continuación el tubo de bombeo, incluyendo el material de frita húmedo dispuesto en una porción inferior del mismo, en el orificio con la parte inferior del tubo de bombeo estando insertada en el orificio, y una porción superior del tubo de bombeo permaneciendo expuesta (por ejemplo, fuera del orificio). La instalación del tubo de bombeo de esta manera mantiene el material de frita cerca o próximo al orificio y facilita también la deposición beneficiosa del material de frita en el orificio y a lo largo de las paredes laterales interiores del orificio proporcionando uno sellado hermético ventajoso adicional del tubo de bombeo en el orificio y al sustrato. Además, una cierta cantidad de material de frita en exceso que no encaja en el orificio se puede empujar fuera del orificio y forma una protuberancia o saliente de material de frita en un área próxima donde el orificio sale de la superficie exterior del sustrato (por ejemplo, donde el tubo de bombeo entra en el orificio) y que rodea una porción del tubo de bombeo en la misma área. Esta protuberancia/saliente tiene una altura referida en la presente memoria como la altura de frita. Proporcionar esta cantidad adicional de material de frita circundante y rellenar la abertura exterior del orificio en el sustrato de vidrio proporciona una junta hermética ventajosa adicional del tubo de bombeo. Al igual que con las diversas realizaciones descritas en la presente memoria, las realizaciones relativas a la frita que se aplican al tubo antes de la inserción del tubo en el orificio en el sustrato pueden o no combinarse con otras realizaciones a modo de ejemplo descritas en la presente memoria.

De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la pasta de frita se puede aplicar a una porción inferior del tubo de bombeo de modo que rodea sustancialmente una circunferencia exterior de una porción inferior del tubo, tal como, por ejemplo, en una forma generalmente anular, tal como, por ejemplo, y sin limitación, un anillo o una forma de cilindro anular, o similar. Esto puede conseguirse, por ejemplo, y sin limitación, mediante la aplicación de la pasta de frita en forma giratoria al tubo de bombeo para formar, por ejemplo, y sin limitación, un área de frita húmeda que rodea sustancialmente las circunferencias exteriores del tubo de bombeo en una porción inferior del mismo, que pueden, por ejemplo, y sin limitación tener una forma generalmente anular. El tubo de bombeo que incluye la pasta de frita húmeda aplicada sobre el mismo puede a continuación insertarse (extremo de pasta de frita primero) en el orificio formado en el sustrato de vidrio. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, el volumen de material de pasta de frita aplicado a la porción de extremo del tubo de bombeo debe ser suficiente para llenar el orificio hueco (por ejemplo, el hueco entre la superficie exterior del tubo de bombeo y las paredes laterales del orificio formado en el sustrato de vidrio) y producir un pequeño montículo o saliente de frita en la parte superior del sustrato de vidrio para proporcionar los beneficios indicados anteriormente, incluyendo, pero no limitados a, la formación de una buena junta hermética después de la activación alrededor del tubo y la parte superior del sustrato de vidrio. De acuerdo con otras realizaciones a modo de ejemplo, antes de la activación, puede ser preferible secar la frita después de su inserción del tubo de bombeo para proporcionar suficiente fuerza de adhesión para sostener el tubo de bombeo firmemente en su lugar antes de la activación. Tal secado puede incluir, por ejemplo, y sin limitación, secado al aire y/o la aplicación de calor.

La Figura 3 es un diagrama en sección transversal parcial esquemática que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo con pasta de frita aplicada al mismo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo. Como se muestra en la Figura 3, un tubo de bombeo 16 a modo de ejemplo puede estar provisto de una cantidad de, por ejemplo, material de frita húmedo 18, que rodea sustancialmente una porción inferior 16a del tubo de bombeo 16. Como se ha señalado anteriormente, de acuerdo con una ilustración a modo de ejemplo, no limitante, el material de frita 18 se puede aplicar a la porción inferior 16a del tubo de bombeo 16 mediante la aplicación del material de frita 18 mientras se hace girar simultáneamente el tubo de tubo de bombeo 16 o viceversa (por ejemplo, girar un aplicador de pasta de frita alrededor del tubo de bombeo). Por supuesto, cualquier otra forma de aplicar el material de frita 18 a la porción inferior 16a del tubo de bombeo 16 se puede utilizar, siempre que el material de frita 18 se disponga en una porción inferior 16a del tubo de bombeo 16, y rodee sustancialmente el tubo de bombeo 16. Después de la aplicación del material de frita húmedo 18 a la porción inferior 16a del tubo de bombeo 16, el conjunto de tubo y pasta 20 se puede insertar a continuación en un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 2 de la unidad de ventana de VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede ser preferible que la pasta de frita se deposite sustancialmente alrededor de la parte inferior de una cuarta parte a la mitad del tubo, o más preferentemente alrededor de la parte inferior de un cuarto a un tercio del tubo, e incluso más preferentemente alrededor de la parte inferior de una cuarta parte del tubo.

Haciendo referencia a continuación a la Figura 4, se muestra una sección transversal parcial del diagrama esquemático que ilustra un tubo de bombeo 16 a modo de ejemplo insertado en un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 2 de una unidad de ventana de VIG de acuerdo con una realización a modo de ejemplo. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, después de la aplicación de la frita húmeda 18 a una porción inferior 16a del tubo de bombeo 16, el tubo de bombeo 16, que incluye el material de frita húmedo 18 dispuesto en una porción inferior del mismo 16a, se inserta a continuación en el orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2. De acuerdo con

ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la totalidad o parte de la porción inferior 16a del tubo de bombeo 16 se inserta en el orificio 22, y una porción superior del tubo de bombeo 16 permanece expuesta (por ejemplo, fuera del orificio 22). La instalación del tubo de bombeo 16 mantiene, de esta manera, el material de fritas 18 más cerca o próximo al orificio y facilita también la deposición beneficiosa del material de fritas 18 en el orificio 22 y a lo largo de las paredes laterales interiores 24 del orificio 22 como se muestra en la Figura 4 lo que proporciona una junta hermética ventajosa adicional del tubo de bombeo 16 en el orificio 22 y al sustrato 2. Además, una cierta cantidad de exceso de material de fritas 18 se puede empujar fuera del orificio 22 durante el proceso de inserción, y formar una protuberancia/saliente de material de fritas 26 en un área próxima donde el tubo sale de la superficie exterior del sustrato 2 (por ejemplo, donde el tubo de bombeo entra en el orificio) y que rodea una porción del tubo de bombeo 16 en la misma área. La altura de esta protuberancia/saliente 26 puede denominarse en la presente memoria como la altura de fritas. Proporcionar esta cantidad adicional de material de fritas 18 circundante y rellenar la abertura exterior del orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 proporciona la junta hermética ventajosa adicional del tubo de bombeo después de la activación. Aunque el tubo 16 se inserta en sustrato de vidrio 2 en la Figura 4, se apreciará que el tubo 16 se puede insertar en su lugar en un orificio similar en el sustrato de vidrio 3 en realizaciones alternativas a modo de ejemplo de la presente invención.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método de inserción y sellado de un tubo de bombeo en la fabricación de una unidad de ventana de VIG de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Si bien el método ilustrado en la Figura 5 se refiere principalmente a la inserción del tubo de bombeo y de la pasta de fritas adhesiva en el orificio formado en el sustrato de la unidad de ventana de VIG, se entenderá que esto es parte de un método general para la fabricación de una unidad de ventana de VIG. Haciendo referencia de nuevo a la Figura 5, un tubo de bombeo 16 se proporciona, por ejemplo, preferentemente de vidrio en S1. Un sustrato de vidrio 2, que incluye un orificio 22 formado en su interior se proporciona también en S3. Se entenderá que el sustrato 2 puede proporcionarse por separado o como parte de un conjunto de unidad de ventana de VIG parcialmente completado. La pasta de fritas húmeda 18 se aplica a continuación a una porción inferior 16a del tubo de bombeo 16 (S5), tal como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, y sin limitación, se aplica la pasta de fritas húmeda 18 de manera que rodea sustancialmente una porción inferior 16a del tubo de bombeo 16 como se muestra en la Figura 3 como se ha descrito anteriormente. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la pasta de fritas 18 se puede aplicar mientras se hace girar el tubo de bombeo 16 para disponer sustancialmente la pasta de fritas húmeda 18 alrededor de una circunferencia exterior del tubo de bombeo o viceversa. La pasta de fritas húmeda aplicada resultante 18 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 a modo de ejemplo, puede ser preferible que la pasta de fritas se deposite alrededor de la parte inferior de una cuarta parte a la mitad del tubo, o más preferentemente alrededor de la parte inferior de un cuarto a un tercio del tubo, e incluso más preferentemente alrededor de la parte inferior de una cuarta parte del tubo. Después de la aplicación de la fritas húmeda 18 al tubo de bombeo 16 (S5), se inserta a continuación el tubo de bombeo 16 con la fritas 18 aplicada a una porción inferior 16a del mismo 20 en el orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2, primer extremo de fritas S7. En otras palabras, de acuerdo con una realización a modo de ejemplo, el extremo 16a del tubo de bombeo 16 al que se aplica la pasta de fritas húmeda 18, se inserta en el orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 (S7). La fritas 18 llena sustancialmente las áreas del orificio 22 no ocupadas por el tubo 16, y puede, en un ejemplo preferido, tener un volumen suficiente para cubrir las paredes laterales 24 del orificio 22. Además, una cantidad de la pasta de fritas 18 puede, de acuerdo con un ejemplo preferido, formar una protuberancia o saliente 26 que rodea el tubo de bombeo 16 en la abertura superior del orificio 22 y que cubre el orificio. Como se ha señalado anteriormente, esta protuberancia o saliente 26 puede proporcionar ventajas de sellado cuando se activa el conjunto. El conjunto parcial que incluye el sustrato de vidrio 2, con el tubo de bombeo y el material de fritas 20 puede a continuación dejarse secar. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede ser preferible que el material de fritas adhesivo proporcione suficiente resistencia en crudo para mantener el tubo de bombeo 16 en posición hasta la activación. En este sentido, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se puede dejar secar la fritas 18 al aire libre u, opcionalmente, se puede secar mediante calentamiento o cualquier combinación de ambos métodos (S9). Después de que la pasta se ha secado (S9), de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la fritas 18 (por ejemplo, fritas a base de vidrio de soldadura, o fritas a base de VBZ) en el orificio 22 y que rodea el tubo de bombeo 16 y la superficie del orificio se activa de modo que la fritas forma una junta hermética (por ejemplo, junta a base de vidrio) alrededor del tubo de bombeo 16 y en el orificio 22 a lo largo de las paredes laterales 24 del mismo. Otras etapas se pueden realizar a continuación para producir una unidad de ventana de VIG comercial final, que incluyen, por ejemplo, la evacuación de la cavidad entre los sustratos de vidrio y el sellado de la parte superior del tubo de bombeo como se describe a continuación. Proporcionar un tubo de bombeo en la forma descrita anteriormente en ciertas realizaciones a modo de ejemplo puede superar los problemas con pasta de fritas residual que permanece en una porción superior del tubo de bombeo y de interferencia con los procesos posteriores para sellar el tubo de bombeo después de la evacuación de la cavidad 6 de la unidad de VIG a través del tubo. El método descrito anteriormente proporciona también una buena junta hermética entre el tubo de bombeo y el sustrato de vidrio.

Ciertas otras realizaciones a modo de ejemplo se relacionan con el control de una distancia entre la parte superior de la fritas utilizada para adherir el tubo de bombeo en el orificio, y el extremo del tubo de bombeo sometido a un sellado por calor posterior. Al igual que con las diversas realizaciones descritas en la presente memoria, las realizaciones relativas a controlar esta distancia pueden o no utilizarse en combinación con otras realizaciones tales como insertar el tubo en el orificio con material de sellado ya su interior. En ciertos casos, se ha encontrado que la

atmósfera de vacío se degrada después del sellado por calor de un extremo del tubo de bombeo. En algunos casos la fuga fue rápida, mientras que en otros casos, la fuga tuvo lugar durante un período más largo, tal como, por ejemplo, en el transcurso de varios días. Se ha encontrado que las grietas en el tubo de bombeo en un área dentro o cerca de una interfaz del tubo de bombeo y frita, tal como, por ejemplo, donde la parte superior de la frita se encuentra con el vidrio del tubo de bombeo, contribuyeron sustancialmente a la pérdida de vacío en la cavidad de la unidad de ventana de VIG. Después de una investigación sustancial, se determinó que en ciertos casos el calor utilizado para sellar el extremo superior (o exterior) del tubo de bombeo puede conducirse a través del vidrio del tubo de bombeo hasta la frita, lo que da como resultado un choque térmico del tubo de bombeo de vidrio en la proximidad de la interfaz frita-tubo debido a, por ejemplo, el diferencial de temperatura entre la frita y el tubo de vidrio, lo que causó el agrietamiento del tubo de bombeo en la área de la interfaz de frita entre el tubo de bombeo y el material de frita. Como se ha señalado anteriormente, las temperaturas requeridas para fundir el extremo del tubo de bombeo son normalmente muy elevadas. Se ha encontrado que el agrietamiento del tubo de bombeo en la interfaz de frita era una causa de la fuga de aire que podía comprometer el vacío de la unidad de ventana de VIG. Se ha encontrado, además, que la conducción de calor depende de una longitud del tubo de bombeo. En otras palabras, se ha encontrado sorprendentemente que si la distancia entre la parte superior de la frita utilizada para adherir el tubo de bombeo en el orificio, y el extremo del tubo de bombeo sometido a sellado por calor, tal como, por ejemplo, por calentamiento por láser, es demasiado corta, el potencial para la conducción de calor a la frita, y por lo tanto el choque térmico del tubo de bombeo en la interfaz del tubo de bombeo y la frita, se incrementa. Por lo tanto, se proporciona una construcción de unidad de ventana de VIG en la que una longitud del tubo de bombeo y, más particularmente, una longitud entre la parte superior de la frita y el extremo del tubo de bombeo que se va a sellar por calor, de acuerdo con ciertas realizaciones ejemplo, se dispone para reducir la posibilidad de choque térmico, y por lo tanto reducir o sustancialmente evitar el agrietamiento del tubo de bombeo en la interfaz de frita con el tubo de bombeo. Es también el caso de que la longitud del tubo de bombeo no es demasiado larga en ciertas realizaciones a modo de ejemplo. El tubo de bombeo puede, por ejemplo, comprender vidrio y ser frágil. Mientras más largo es el tubo, más oportunidades existen para dañar el tubo durante las etapas de fabricación posteriores que se pueden emplear para completar la unidad de ventana de VIG. Por lo tanto, un equilibrio puede verse afectado entre la longitud total del tubo y la distancia desde el extremo del tubo de bombeo y la interfaz del tubo de bombeo con el material de frita. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo no limitativa, el establecimiento de una distancia entre la interfaz de frita del tubo de bombeo y un extremo del tubo de bombeo que se va a sellar por calor está preferentemente en un intervalo de aproximadamente 4,5 a 6 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 4,8 a 5,5 mm, y es preferentemente aproximadamente 5,0 mm. Se ha encontrado que construir la unidad de ventana de VIG para tener una distancia de un extremo del tubo de bombeo que va a sellarse a la interfaz del tubo de bombeo con el material de frita de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo divulgadas en la presente memoria, puede ayudar a superar los problemas indicados anteriormente relacionados con el choque térmico durante el sellado por calor. Además, se ha encontrado que estos intervalos a modo de ejemplo de la longitud del tubo por encima de la interfaz de frita son también aceptables en términos de no aumentar sustancialmente la posibilidad o probabilidad de daños en el tubo 16 durante los procesos de fabricación posteriores.

Haciendo referencia a la Figura 6, se proporciona una sección transversal del diagrama parcial esquemático que ilustra un tubo de bombeo a modo de ejemplo insertado en un sustrato de vidrio de una unidad de ventana de VIG de acuerdo con una realización a modo de ejemplo. La realización de la Figura 6 puede o no utilizarse en combinación con otras realizaciones tales como la realización o realizaciones de las Figuras 3-5 y/o la realización o realizaciones de las Figuras 7-10. La unidad de ventana de VIG incluye un tubo de bombeo 16 insertado en un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 2 de la unidad de ventana de VIG. El tubo de bombeo 16 comprende, en un ejemplo preferido y no limitativo, vidrio y se sella en su lugar en el orificio 22 por un material de frita adhesivo 18 que se puede activar para formar un material de vidrio de soldadura como se muestra en la Figura 6. Como se ha descrito anteriormente con respecto a realizaciones a modo de ejemplo ilustradas en las Figuras 3-5, la pasta de frita 18 puede formar una protuberancia/saliente 26 que rodea una porción del tubo de bombeo 16, que cubre el orificio 22 y que tiene una altura B de la frita. Una interfaz del saliente de frita 26 y del tubo de bombeo de vidrio 16 se encuentra, por ejemplo, y sin limitación, en el punto 28 donde el saliente de frita 26 se encuentra con el tubo de bombeo 16 como se muestra en la Figura 6. Como se ha señalado anteriormente, el agrietamiento del tubo de bombeo 16 en esta interfaz 28 puede ocurrir, a veces, debido al choque térmico y a los diferenciales de temperaturas entre el vidrio y la frita. Como se ha explicado anteriormente, una solución al problema de choque térmico que se produce en la interfaz 28 se ha encontrado. Por ejemplo, se ha encontrado que el control de una altura A de la porción expuesta del tubo de bombeo 16 respecto a la altura B de la frita del saliente de frita 26 dentro de ciertos intervalos da como resultado el control adicional de la conducción de calor entre el tubo de bombeo 16 y la interfaz de frita 28 durante el sellado por calor del tubo de bombeo. Mediante el control de esta conducción de calor, se ha descubierto que el choque térmico y el agrietamiento resultante del tubo de bombeo 16 en la interfaz 28 se pueden reducir de manera significativa y/o evitarse. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, cuando se establece una diferencia de altura A-B entre la altura B de la frita y la altura A del tubo de bombeo expuesto, por ejemplo, y sin limitación, para estar 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, se puede conseguir una reducción significativa del agrietamiento térmico durante el sellado por calor del tubo de bombeo. Un método a modo de ejemplo de fabricación de una unidad de ventana de VIG como se ha establecido anteriormente con respecto a la Figura 5 se puede utilizar, con una etapa adicional de seleccionar una altura del tubo de bombeo a satisfacer, por ejemplo, intervalos de altura diferencial preferidos expuestos anteriormente.



Como se ha señalado anteriormente, el tubo de bombeo 16 se puede sellar después de la evacuación/purga de la cavidad 6 de la ventana de VIG. El sellado del tubo de bombeo se puede realizar mediante el calentamiento de un extremo del tubo de bombeo 16 que se utiliza para evacuar/purgar la cavidad 6 para fundir la abertura y de este modo sellar la cavidad 6 de la unidad de ventana de VIG. Este calentamiento y fundición se pueden realizar irradiando láser a la punta del tubo de bombeo en ciertas realizaciones a modo de ejemplo, realizaciones que pueden o no utilizarse en combinación con las realizaciones de las Figuras 3-6. Se ha encontrado que es beneficioso controlar la aplicación de energía láser en la punta del tubo de bombeo para lograr un sellado más fiable en ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Como se ha señalado anteriormente, un problema de conducción de calor desde el extremo del tubo de bombeo a la interfaz de frita 28 puede resultar en el agrietamiento indeseable del tubo de bombeo en la interfaz de frita que puede comprometer el vacío en la cavidad 6 de la ventana de VIG unidad. Un procesamiento con láser más rápido se puede utilizar en un esfuerzo de reducir la exposición del tubo de bombeo de vidrio 16 al láser y reducir el tiempo permitido para conducir el calor a través del tubo de bombeo y, por lo tanto, reducir la probabilidad de la conducción de calor a la frita y el potencial de formación de grietas en la interfaz del tubo de bombeo y frita. Sin embargo, el procesamiento de láser más rápido y la elevada potencia del láser pueden sufrir potencialmente de un supercalentamiento del vidrio del tubo de bombeo y de la ebullición potencial de la capa superior del tubo de bombeo de vidrio. La desgasificación significativa puede ocurrir si se permite que la capa superior del tubo de bombeo de vidrio bulla. Esta desgasificación puede disminuir indeseablemente el vacío ya bombeado hacia abajo en la cavidad ventana de VIG, lo que da como resultado una disminución indeseable del valor aislante (o "R") de la unidad de ventana de VIG resultante. Por lo tanto, en ciertas realizaciones a modo de ejemplo, se proporciona una forma de sellar el extremo del tubo de bombeo de vidrio 16 de manera que suficiente energía se proporciona para fundir el extremo del tubo, mientras que al mismo tiempo se evita la ebullición del extremo del tubo de bombeo de vidrio durante el sellado para evitar la potencial desgasificación perjudicial. Además, como se ha señalado anteriormente, es preferible calentar el extremo del tubo de bombeo de tal manera como para evitar el agrietamiento del tubo de bombeo en la interfaz tubo/frita.

Por ejemplo, en lugar de utilizar un proceso de sellado rápido a alta potencia, un proceso que utiliza, por ejemplo, y sin limitación, múltiples aplicaciones secuenciales de energía de láser utilizando la configuración de potencia variable, reduciendo secuencialmente un diámetro de la trayectoria o traza del láser y/o tiempos de exposición controlados proporciona un punto de fundición más controlado del tubo de vidrio, lo que da como resultado una menor desgasificación de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Las realizaciones de sellado del tubo pueden o no utilizarse junto o en combinación con otras realizaciones tales como las realizaciones de las Figuras 3-6 y de las Figura 8-10. Si bien el proceso de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo es más lento de modo que más de conducción de calor puede ocurrir a través del tubo de bombeo, el proceso puede equilibrarse con el control de la longitud del tubo de bombeo como se ha expuesto anteriormente para controlar la distancia desde la parte superior de la frita en 28 hasta la parte superior del tubo de bombeo 16. De acuerdo con realizaciones a modo de ejemplo, un ciclo de exposición repetida del tubo de bombeo 16 a diferentes niveles de energía de láser para tiempos controlados ofrece ventajas adicionales y ayuda para evitar, reducir y/o prevenir la desgasificación. Por ejemplo, y sin limitación, un punto de fundición multicíclico (o "eliminación de punta") puede incluir un ciclo de pre-fundición, un ciclo de calentamiento del núcleo y uno o más ciclos de captación que eventualmente funden y sellan la punta del tubo de bombeo. Varias combinaciones de potencia, repeticiones y ciclos se pueden implementar de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo divulgadas en la presente memoria.

De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, un láser preferido para su uso en las realizaciones de sellado de tubo a modo de ejemplo de acuerdo con la invención puede ser, por ejemplo, láser YAG, tal como, por ejemplo, y sin limitación, un láser 20W YAG. Se ha encontrado que los láseres YAG proporcionan longitudes de onda que tienen idoneidad particular en el procesamiento de vidrio, tal como, por ejemplo, el sellado de un tubo de bombeo 16 de una unidad de ventana de VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, múltiples aplicaciones secuenciales de un láser a la parte superior o punta del tubo de bombeo (por ejemplo, un extremo del tubo de bombeo que se extiende fuera de la cavidad de la unidad de ventana de VIG) se realizan utilizando configuraciones de potencia controlada variables, repeticiones variables y diámetros variables durante periodos 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 bombeo, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo.

55

nº. Ciclo	% Potencia (Potencia)	Repeticiones.	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PRE	80 % (16W)	10	25000	0,1350 mm
2 NÚCLEO	60 % (12W)	70	25000	0,1350 mm
3 CAPTACIÓN	60 % (12W)	30	25000	0,1200 mm
4 CAPTACIÓN	50 % (10W)	20	25000	0,1000 mm
5 CAPTACIÓN	50 % (10W)	5	25000	0,0800 mm

Con referencia a la Tabla 1, de acuerdo con un una realización a modo de ejemplo, una primera aplicación de un láser, tal como, por ejemplo, un láser 20W YAG, se aplica al 80 % de potencia (o que da como resultado una configuración de potencia de 16W para un láser de 20 W) durante 10 repeticiones (por ejemplo, número de veces que el láser se desplaza en la circunferencia de la punta del tubo de bombeo) a una velocidad de reloj a 25

60

5 pulgadas/s (0,64m/s), y que tiene un diámetro del círculo trazado por el láser de aproximadamente 0,1350 mm. El primer ciclo de acuerdo con esta realización a modo de ejemplo, no limitativa, se refiere como un ciclo de pre-tratamiento (por ejemplo, PRE) que se proporciona para precalentar y preparar la parte superior del tubo de bombeo para un sellado lento secuencial adicional. Por ejemplo, el ciclo PRE limpia la parte superior del tubo por la quema de contaminantes superficiales y otros materiales residuales y comienza el calentamiento del tubo para facilitar el proceso de fundición posterior. La aplicación PRE es seguida por una aplicación NÚCLEO en el número de ciclo 2 en la Tabla 1 anterior, en las configuraciones a modo de ejemplo expuestas en la Tabla 1. El ciclo NÚCLEO proporciona energía suficiente para que la parte superior del tubo de bombeo comience con la fundición del tubo de vidrio. De acuerdo con un ejemplo preferido, el proceso NÚCLEO proporciona la mayor parte del proceso de fundición. El ciclo NÚCLEO puede seguirse, por ejemplo, por los ciclos CAPTACIÓN sucesivos (por ejemplo, tres en este ejemplo) que proporcionan progresivamente menores diámetros traza y menos repeticiones. Los ciclos CAPTACIÓN siguen con la fundición de la parte superior del tubo de bombeo para dirigir sucesivamente el flujo de la masa fundida al centro (por ejemplo, depresión) de la parte superior del tubo para sellar en última instancia, el tubo de bombeo. Otras realizaciones a modo de ejemplo no limitantes se ilustran en las Tablas 2-4 a continuación. Las unidades de las Tablas 2-4 son las mismas que las utilizadas en la Tabla 1 anterior. En resumen, el proceso o procesos o ciclo o ciclos PRE 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 fundición. El proceso o procesos o ciclo o ciclos NÚCLEO proporcionan la mayor parte del proceso de fundición, y el proceso o procesos o ciclo o ciclos CAPTACIÓN dirigen sucesiva/progresivamente el flujo de la masa fundida hacia el centro de la parte superior de fundición del tubo para sellar el tubo.

TABLA 2

nº. Ciclo	% Potencia (potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PRE	40 % (8W)	100	25000	0,1350 mm
2 PRE	80 % (16W)	6	25000	0,1320 mm
3 NÚCLEO	60 % (12W)	40	25000	0,1320 mm
4 CAPTACIÓN	50 % (10W)	20	25000	0,1200 mm
5 CAPTACIÓN	40 % (8W)	10	25000	0,1000 mm
6 CAPTACIÓN	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm

TABLA 3

nº. Ciclo	% Potencia (potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PRE	30 % (6W)	200	25000	0,1350 mm
2 NÚCLEO	50 % (10W)	90	25000	0,1350 mm
3 CAPTACIÓN	40 % (8W)	20	25000	0,1200 mm
4 CAPTACIÓN	35 % (7W)	10	25000	0,1000 mm
5 CAPTACIÓN	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm

TABLA 4

nº. Ciclo	% Potencia (potencia)	Repeticiones	Velocidad de reloj	Diámetro
1 PRE	30 % (6W)	200	25000	0,1350 mm
2 NÚCLEO	60 % (12W)	70	25000	0,1350 mm
3 CAPTACIÓN	40 % (8W)	20	25000	0,1200 mm
4 CAPTACIÓN	35 % (7W)	10	25000	0,1000 mm
5 CAPTACIÓN	30 % (6W)	5	25000	0,0800 mm

La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la fabricación de una unidad de ventana de VIG, y particularmente dirigido al proceso descrito anteriormente con referencia a las Tablas 1-4. La realización de la Figura 7 puede o no utilizarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las Figuras 4-6, 8-10. Haciendo referencia a la Figura 7, al principio, una unidad de ventana de VIG que tiene un tubo de bombeo 16 que está listo para sellarse se proporciona en S71. Una fuente de calor, tal como, por ejemplo, y sin limitación, un láser YAG de 20 W, se puede aplicar para realizar un tratamiento en S73. Como se ha señalado anteriormente, un PRE tratamiento S71 se realiza para tratar previamente la parte superior del tubo 16 para eliminar las impurezas, contaminantes, materiales residuales o similares, y para precalentar la parte superior del tubo en preparación para la fundición. Este PRE tratamiento se puede repetir opcionalmente utilizando diferentes potencias, repeticiones y diámetros de traza del láser. Después de realizar el PRE tratamiento (S73), un tratamiento de núcleo se puede realizar en S75. Como se ha descrito anteriormente, un tratamiento de núcleo proporciona la mayor parte del proceso de fundición. En este ejemplo, el tratamiento de núcleo se realiza utilizando un láser YAG de 20 W que tiene de potencia, repeticiones y diámetros de traza del láser, etc. adecuados. Después del tratamiento de núcleo (S75), se puede realizar una serie de tratamientos de CAPTACIÓN en S77. Como se ha señalado anteriormente, los tratamientos de CAPTACIÓN (S77), de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo no limitantes, pueden incluir una serie de aplicaciones de láser de diámetro secuencialmente inferiores a potencia y repeticiones variables. El tratamiento de CAPTACIÓN (S77) se usa para dirigir progresivamente el flujo de masa fundida (por ejemplo, descenso) en el centro de la parte superior de fundición del tubo para sellar el tubo. El proceso de CAPTACIÓN (S77) se puede repetir cualquier número adecuado de veces en diferentes configuraciones. Después/cuando se ha completado el proceso de CAPTACIÓN (S77), la unidad de ventana de VIG se sella en S79.

Haciendo referencia de nuevo a otras realizaciones adicionales, puede también a veces darse el caso de que el tubo de bombeo no se puede asentar correctamente en el orificio formado en el sustrato de vidrio. Como resultado, el tubo de bombeo puede inclinarse o volcarse hacia un lado, y por lo tanto no estar sustancialmente perpendicular a la superficie del sustrato de vidrio en la que se forma el orificio. Como resultado, en situaciones donde el tubo de bombeo está mal colocado y está en un ángulo indeseado con la superficie del sustrato de vidrio, es difícil sellar adecuadamente el tubo de bombeo debido a que el láser no puede fundir consistentemente la punta del tubo de bombeo debido a, por ejemplo, las diferencias en la distancia entre varias porciones de la tapa del tubo de bombeo en ángulo y la fuente de láser. La fundición inconsistente de la parte superior del tubo de bombeo puede dar lugar a sellado incompleto y, por lo tanto, a fugas de aire, que dependiendo de la calidad de la junta, pueden ocurrir rápidamente o más lentamente con el tiempo. Además, basándose en el grado de inclinación del tubo, el láser podría llegar a la pared del tubo en lugar de a la parte superior. Si el láser incide sobre la pared del tubo, el láser podría omitir potencialmente el tubo e incidir sobre la frita, lo que puede dañar la frita o provocar la desgasificación indeseable en la cavidad. Hay una necesidad de una forma para asentar el tubo de bombeo en el orificio para reducir la cantidad de inclinación del tubo para estar dentro de un intervalo aceptable. Como veremos más adelante, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, esto puede conseguirse proporcionando geometrías de orificio y dimensiones que ayudan en la reducción de inflexión tubo de bombeo. Tales realizaciones de geometría/dimensión de orificios pueden o no utilizarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las Figuras 3-7 y/o 10.

De acuerdo con ciertas realizaciones de geometría/dimensión de orificios a modo de ejemplo, al menos una porción del orificio 22 en el sustrato de vidrio 2 en el que se inserta el tubo de bombeo 16 se puede construir de tal manera que el orificio de vidrio tenga un diámetro dimensionado para proporcionar apoyo suficiente para mantener el tubo de bombeo en una orientación sustancialmente vertical después de la inserción en el orificio, y después de esto. Por ejemplo, y sin limitación, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, el orificio en el sustrato de vidrio en el que el tubo de bombeo se va a insertar puede tener un tamaño, por ejemplo, y sin limitación, de tal manera que un diámetro interior del orificio no sea sustancialmente superior en aproximadamente 0,1 mm a un diámetro exterior del tubo de bombeo 16, y es aún más preferible que el tubo de bombeo se inserte en el orificio hasta una profundidad tal como para hacer que el extremo inferior del tubo de bombeo (por ejemplo, el extremo insertado en el orificio) esté sustancialmente a ras (por ejemplo, sustancialmente a nivel) con la superficie interior del sustrato de vidrio. De acuerdo con otras realizaciones a modo de ejemplo, el tubo de bombeo puede o no puede extenderse completamente a través del orificio para estar al ras con la superficie interior del sustrato de vidrio, y puede dejarse un poco corto por debajo de la superficie interior en una distancia de, por ejemplo, y sin limitación, hasta aproximadamente hasta 0,1 mm de la superficie interior. En cualquier caso, se observa que a menudo no es deseable en ciertas realizaciones a modo de ejemplo que el tubo de bombeo se extienda más allá de la superficie interior del sustrato de vidrio y en la cavidad 6 de la unidad de ventana de VIG. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, el orificio 22 puede incluir un rebaje de mayor diámetro formado en una superficie exterior del sustrato de vidrio. La parte de mayor diámetro del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede formar una porción de rebaje en la que el exceso de frita puede, por ejemplo, acumularse como resultado del proceso de inserción, tal como, por ejemplo, descrito anteriormente en relación con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. De acuerdo con otras realizaciones a modo de ejemplo, la profundidad de la porción rebajada puede estar entre aproximadamente un cuarto a la mitad del espesor del sustrato de vidrio, y puede ser más preferentemente aproximadamente un tercio del espesor del sustrato de vidrio. El diámetro de la porción de mayor diámetro del orificio, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, puede estar en un intervalo aproximadamente ligeramente de más de 0,1 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo de hasta 1,0 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, un orificio que tiene una configuración aceptable para lograr lo anterior se puede construir utilizando, por ejemplo, y sin limitación, un proceso de perforación de dos etapas en el que una primera porción del orificio se perfora desde una superficie exterior del sustrato de vidrio hasta una profundidad predeterminada utilizando una primera broca, y una segunda porción del orificio se puede perforar desde una superficie interior del sustrato de vidrio hasta una altura predeterminada utilizando una segunda broca. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la primera porción se perforó a una profundidad de aproximadamente un tercio a una mitad de la profundidad del orificio (por ejemplo, el espesor del sustrato de vidrio). El resto del orificio se proporciona mediante la perforación de la segunda porción desde abajo utilizando una segunda broca. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, un diámetro de la broca o brocas de perforación puede corresponder a un diámetro interior de un orificio formado mediante la broca o brocas. En realizaciones en las que se forma una porción rebajada, el diámetro de la primera broca es mayor que el diámetro de la segunda broca.

La realización o realizaciones de las Figuras 8-9 pueden o no utilizarse en combinación unas con otras, y pueden o no utilizarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las Figuras 3-7 y/o 10. La Figura 8 es un diagrama en sección transversal parcial esquemática que ilustra un tubo de bombeo 16 a modo de ejemplo y el orificio 22 para recibir el tubo de bombeo de acuerdo con una realización a modo de ejemplo. El tubo de bombeo 16, que tiene un diámetro exterior D1 se muestra insertado en un orificio 22 formado en un sustrato de vidrio 22 de una unidad de ventana de VIG. Como se ha descrito anteriormente, el orificio 22 tiene dimensiones que facilitan la prestación de apoyo suficiente para reducir o evitar el vuelco o inclinación indeseada del tubo de bombeo 16, cuando se inserta en el orificio 22. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, el diámetro D2 interior del

orificio 22 formado en el sustrato de vidrio 2 de la unidad de VIG puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior D1 del tubo de bombeo 16, y D2 puede estar más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,015 mm mayor que D1, y aún más preferentemente D2 puede ser aproximadamente 0,01 mm mayor que D1. Además, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, una profundidad D5 del orificio 22 formado en el sustrato 22 puede estar en un intervalo de alrededor de un cuarto a la mitad de la longitud del tubo 16, más preferentemente la profundidad D5 del orificio formado en el sustrato 22 puede estar en un intervalo de aproximadamente un tercio a la mitad de la longitud del tubo 16, y más preferentemente, la profundidad D5 del orificio 22 formado en el sustrato 2 puede ser aproximadamente un tercio la longitud del tubo 16.

La Figura 9 es un diagrama en sección transversal parcial esquemática que ilustra un tubo y el orificio de bombeo de ejemplo para recibir el tubo de bombeo de acuerdo con otro ejemplo de realización. Además del orificio 22 proporcionado en el sustrato 2 para alojar el tubo de bombeo 16, como se ha expuesto anteriormente con referencia a la Figura 8, la realización ilustrada en la Figura 9, incluye una porción rebajada opcional 28 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 bombeo 16. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, un diámetro D3 de la porción de rebaje 28 puede ser preferentemente en un intervalo de 0,20 a 2 mm mayor que el diámetro D1 del tubo de bombeo 16, o el diámetro D3 de la porción de rebaje 28 puede ser más preferentemente aproximadamente 0,5 a 1,5 mm mayor que el diámetro D1 del tubo de bombeo 16, o incluso más preferentemente el diámetro D3 de la porción de rebaje 28 puede ser aproximadamente 1,0 a 2,0 mm mayor que el diámetro D1 del tubo de bombeo 16. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, la longitud D5 de la porción de tubo de bombeo 16 que se inserta en el orificio 22 está preferentemente en los intervalos descritos anteriormente con referencia a la Figura 8. De acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo, una profundidad D4 de la porción de rebaje 28 puede estar preferentemente en un intervalo de aproximadamente un cuarto a la mitad del espesor D6 del sustrato de vidrio 2, o más preferentemente una profundidad D4 de la porción de rebaje 28 puede estar en un intervalo de aproximadamente un tercio a la mitad del espesor D6 del sustrato de vidrio, e incluso más preferentemente una profundidad D4 de la porción de rebaje 28 puede ser aproximadamente un tercio del espesor D6 del sustrato de vidrio 2. Como se ha señalado anteriormente, es preferible que el extremo inferior del tubo de bombeo 16 esté sustancialmente a ras con la superficie interior del sustrato de vidrio. El tubo 16 se puede insertar también de manera que el extremo inferior del tubo 16 esté justo antes de la superficie interior del sustrato de vidrio 2. Por ejemplo, el extremo inferior del tubo 16 se puede insertar en un intervalo de aproximadamente 0,01 a 1,0 mm desde la superficie interior del sustrato de vidrio, o más preferentemente de aproximadamente 0,05 a 0,5 mm, o incluso más preferentemente aproximadamente 0,1 mm. En cualquier caso no es deseable que un extremo inferior del tubo de bombeo 16 se extienda más allá de la superficie interior del sustrato de vidrio 2 y en la cavidad de la unidad de ventana de VIG.

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de una unidad de ventana de VIG de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. La realización de la Figura 10 puede o no utilizarse en combinación con cualquiera de las realizaciones de las Figuras 3-9. El diagrama de flujo de la Figura 10 se centra en la formación del orificio 22 y/o porción de rebaje 28 en el sustrato de vidrio 2 y en la inserción del tubo 16 en el orificio 22, de acuerdo con ciertas realizaciones a modo de ejemplo. Un sustrato de vidrio 2 (como parte de y/o antes de la formación de una unidad de ventana de VIG) se proporciona en S101. De acuerdo con una realización preferida, un método de perforación dual se puede emplear para perforar el orificio 22 y/o la porción rebajada 28. Un método de perforación de doble puede ser preferible debido a que reduce sustancialmente reventón de vidrio, especialmente en una superficie interior del sustrato de vidrio 22. El proceso de perforación dual S103 comienza con la primera perforación de un orificio 22 que tiene un diámetro D2 dado (o D3 para realizaciones que forman una porción de rebaje 28, por ejemplo) a partir de una superficie exterior del sustrato de vidrio 2 hacia una superficie interior del sustrato de vidrio S103a. Un diámetro de la broca utilizada para esta primera perforación S103a corresponde preferentemente a un diámetro interior D2 (o D3 para realizaciones que forman una porción de rebaje 28, por ejemplo) del orificio 22. Un segundo orificio se perfora a continuación en S103b desde una superficie interior del sustrato 2 para coincidir con el orificio perforado en S103a. Un diámetro de la broca utilizada para esta segunda perforación S103b corresponde preferentemente a un diámetro interior D2. En el caso de un orificio de diámetro único, tal como, por ejemplo, el que se muestra en la Figura 8, los dos procesos de perforación S103a y S103b se realizan utilizando brocas de tamaño similar. Sin embargo, si una porción de rebaje 28 se tiene que formar, una broca más grande se puede utilizar en S103a. Las dimensiones relativas del orificio y/o rebaje se han descrito anteriormente con referencia a las Figuras 8 y 9. Se entenderá que el orden de las etapas de perforación S103a y S103b puede intercambiarse y realizarse en cualquier orden. El tubo 16 se inserta a continuación S105 en el orificio 22 hasta una profundidad adecuada como se ha descrito anteriormente. Opcionalmente, el tubo tiene una frita aplicada a una porción inferior del mismo, por ejemplo, como se ha descrito anteriormente con referencia a las Figuras 2-5 antes de la inserción en el orificio 22.

En ciertas realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, se proporciona una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío (VIG) que comprende: un primer sustrato que tiene un orificio definido en su interior que recibe un tubo de bombeo, comprendiendo el orificio un diámetro en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo.

En la unidad de ventana de VIG de acuerdo con el párrafo inmediatamente anterior, el diámetro del orificio puede estar en un intervalo de aproximadamente 0,1 a 0,15 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de bombeo.

5 En la unidad de ventana de VIG de acuerdo con cualquiera de los dos párrafos anteriores, el diámetro del orificio puede ser aproximadamente 0,1 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de bombeo.

En la unidad de ventana de VIG de acuerdo con cualquiera de los tres párrafos anteriores, dicho primer sustrato puede ser o incluir vidrio.

10 La unidad de ventana de VIG de acuerdo con cualquiera de los cuatro párrafos anteriores puede comprender además: un segundo sustrato; una pluralidad de separadores; y una junta periférica, en la que el primer sustrato y el segundo sustrato se disponen para intercalar la pluralidad de separadores y la junta periférica entre los mismos para formar una cavidad entre el primer y segundo sustratos, estando la cavidad evacuada a una presión menor que la presión atmosférica a través del tubo de bombeo.

15 En la unidad de ventana de VIG de acuerdo con cualquiera de los cinco párrafos anteriores, dicho orificio en el primer sustrato puede comprender (i) una porción que tiene el diámetro en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo, y (ii) otra porción que comprende un diámetro de aproximadamente 0,5 a 2,0 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de bombeo.

20 En ciertas realizaciones de la presente invención, se proporciona una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío que comprende: un primer sustrato que tiene un orificio definido en su interior para recibir un tubo de bombeo, comprendiendo el orificio una primera porción y una segunda porción, teniendo la primera porción un diámetro mayor que la segunda porción, estando dicha primera porción adyacente a una superficie exterior del primer sustrato, estando la segunda porción adyacente a la primera porción y adyacente a una superficie interior del primer sustrato, teniendo dicha segunda porción un diámetro en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,2 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo, y teniendo dicha primera porción un diámetro en un intervalo de aproximadamente 0,5 a 2,0 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de bombeo.

25 En la unidad de ventana de VIG de acuerdo con el párrafo inmediatamente anterior, una profundidad de la primera porción del orificio puede estar en un intervalo de aproximadamente un cuarto a la mitad de un espesor del primer sustrato, y una profundidad de la segunda porción del orificio puede estar en un intervalo de aproximadamente la mitad a tres cuartos del espesor del primer sustrato.

30 La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de cualquiera de los dos párrafos anteriores puede comprender además: el tubo de bombeo situado al menos parcialmente en ambas primera y segunda porciones del orificio definido en el primer sustrato; un segundo sustrato; una pluralidad de separadores; y una junta periférica periférico, en la que el primer sustrato y el segundo sustrato se disponen para intercalar al menos la pluralidad de separadores y la junta periférica entre los mismos para formar una cavidad entre el primer y segundo sustratos, estando la cavidad a una presión menor que la presión atmosférica .

40

**REIVINDICACIONES**

1. Una unidad de ventana de vidrio con aislamiento al vacío (VIG) (1) que comprende:

5 un primer sustrato (2) que tiene un orificio (22) definido en su interior que recibe un tubo de bombeo (16), comprendiendo el orificio (22) un diámetro (D2) en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,15 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo (16), en la que  
 un extremo del tubo de bombeo que está insertado en el orificio (22) es sustancialmente uniforme con la superficie interior del primer sustrato de vidrio (2), de modo que el extremo del tubo de bombeo queda justo por  
 10 debajo de la superficie interior a una distancia de hasta 0,1 mm desde la superficie interior, en la que pasta de frita adhesiva (18) aplicada a una porción inferior (16a) del tubo de bombeo (16) que está insertado en el orificio (22), y en la que  
 el tubo de bombeo (16) está sellado mediante calentamiento de un extremo del tubo de bombeo (16), que se utiliza para evacuar o purgar la cavidad para fundir la abertura, y la cavidad de la unidad de ventana de vidrio  
 15 aislada al vacío está sellada.

2. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de la reivindicación 1, en la que el diámetro (D2) del orificio (22) está en un intervalo de aproximadamente 0,1 a 0,15 mm mayor que el diámetro exterior (D1) del tubo de bombeo (16).

3. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de cualquier reivindicación anterior, en la que el diámetro (D2) del orificio (22) es aproximadamente 0,1 mm mayor que el diámetro exterior (D1) del tubo de bombeo (16).

4. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de cualquier reivindicación anterior, que comprende además:

25 un segundo sustrato (3); una pluralidad de separadores (5); y una junta periférica (4), en donde el primer sustrato (2) y el segundo sustrato (3) están dispuestos para intercalar la pluralidad de separadores (5) y la junta periférica (4) entre los mismos para formar una cavidad (6) entre el primer y el segundo sustratos (2, 3), estando la cavidad (6) evacuada a una presión inferior a la presión atmosférica a través del tubo de bombeo (16).  
 30

5. Una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío (1) de cualquier reivindicación anterior, en la que el orificio (22) comprende una primera porción y una segunda porción,

35 teniendo la primera porción un diámetro (D3) mayor que la segunda porción, estando dicha primera porción adyacente a una superficie exterior del primer sustrato (2), siendo la segunda porción adyacente a la primera porción y adyacente a una superficie interior del primer sustrato (2), teniendo dicha segunda porción un diámetro (D2) en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,15 mm mayor que un diámetro exterior del tubo de bombeo (16), y  
 40 teniendo dicha primera porción un diámetro (D3) en un intervalo de aproximadamente 0,5 a 2,0 mm mayor que el diámetro exterior del tubo de bombeo (16).

6. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de la reivindicación 5, en la que

45 una profundidad (D4) de la primera porción del orificio (22) está en un intervalo de aproximadamente un cuarto a la mitad de un espesor del primer sustrato (2), y una profundidad de la segunda porción del orificio (22) está en un intervalo de aproximadamente la mitad a tres cuartos del espesor del primer sustrato (2).

7. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de cualquiera de las reivindicaciones 5 -6, que comprende:

el tubo de bombeo (16) situado al menos parcialmente tanto en la primera como en la segunda porción del orificio (22) definido en el primer sustrato (2); un segundo sustrato (3); una pluralidad de separadores (5); y una junta periférica (4), en donde el primer sustrato (2) y el segundo sustrato (3) están dispuestos para intercalar al menos la pluralidad de separadores (5) y la junta periférica (4) entre los mismos para formar una cavidad (6) entre el primer y el segundo sustratos (2, 3), estando la cavidad (6) a una presión menor que la presión atmosférica.  
 55

8. Un método para hacer una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío, comprendiendo el método:

60 tener un primer sustrato de vidrio (2) que incluye un orificio (22) definido en su interior para recibir un tubo de bombeo (16), comprendiendo dicho orificio (22) un diámetro (D2) en un intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,15 mm mayor que un diámetro exterior (Di) del tubo de bombeo (16); aplicar una pasta de frita adhesiva (18) a una porción inferior (16a) del tubo de bombeo (16), e insertar el tubo de bombeo (16), con la porción inferior (16a) primero en el orificio (22) definido en el primer sustrato (2), en donde un extremo del tubo de bombeo que se inserta en el orificio (22) es sustancialmente uniforme con la superficie  
 65

interior del primer sustrato de vidrio (2), de modo que el extremo del tubo de salida se deja justo por debajo de la superficie interior a una distancia de hasta 0,1 mm de la superficie interior; y sellar el tubo de bombeo calentando un extremo del tubo de bombeo que se utiliza para evacuar o purgar la cavidad para fundir la abertura y así sellar la cavidad de la unidad de ventana de vidrio aislada al vacío.

5 9. El método de la reivindicación 8, que comprende además: activar al menos parte del primer sustrato (2) con el tubo de bombeo (16) insertado en su interior para formar una junta hermética entre el tubo de bombeo (16) y el primer sustrato (2).

10 10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 - 9, que comprende además formar el orificio en dicho primer sustrato perforando al menos una primera porción del orificio (22) utilizando una primera broca desde un primer lado del primer sustrato (2) y perforar una segunda porción del orificio (22) utilizando una segunda broca desde un segundo lado del primer sustrato (2) opuesto al primer lado.

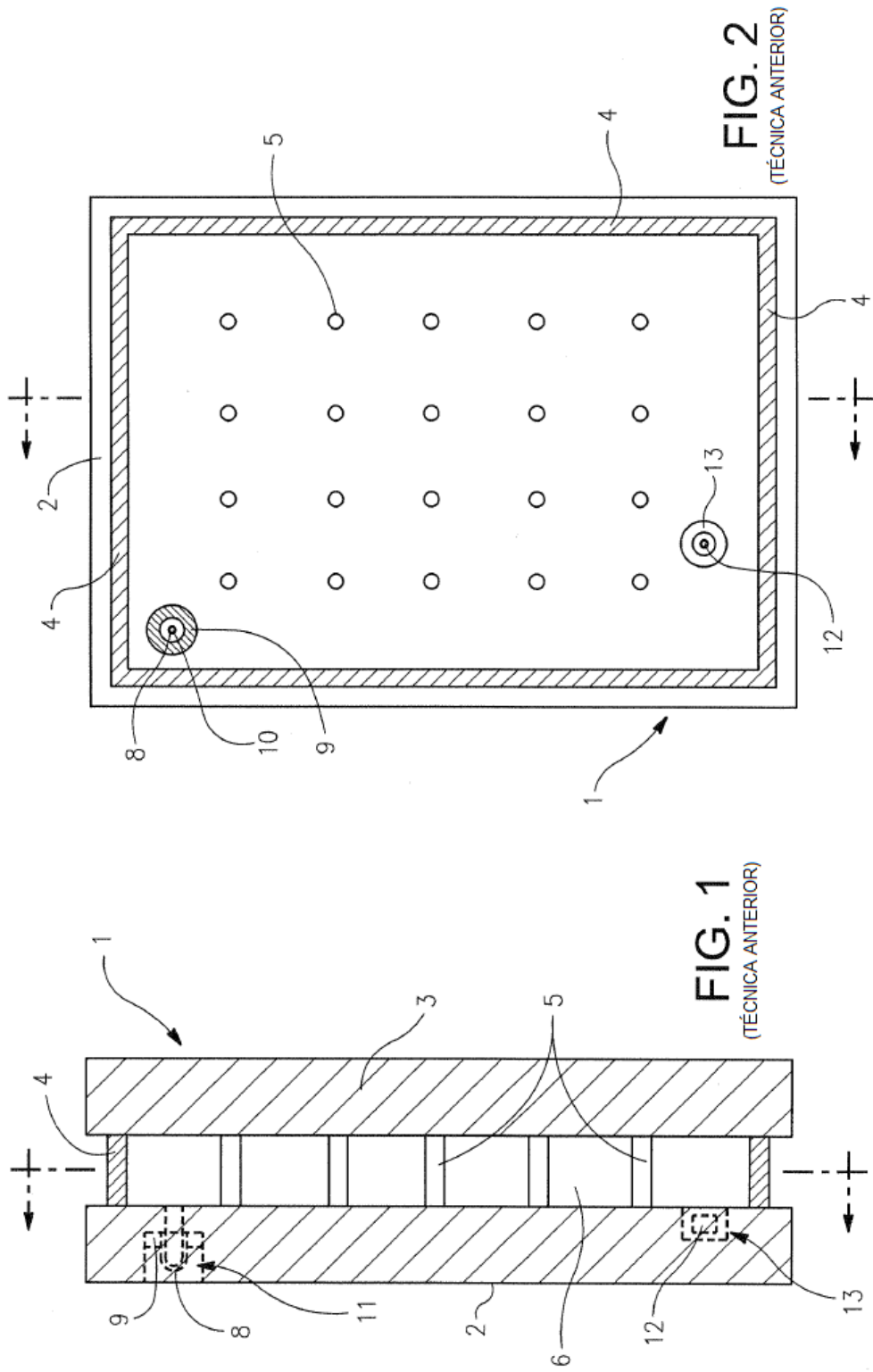
15 11. El método de la reivindicación 10, en el que la primera porción del orificio y la segunda porción del orificio tienen el mismo diámetro o tienen diámetros diferentes.

20 12. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío (1) de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que el orificio (22) definido en el primer sustrato de vidrio (2) recibe el tubo de bombeo (16) y una pasta de inclusión de frita, donde el tubo de bombeo y la pasta de inclusión de frita (18) están dispuestos en dicho orificio (22), una porción de la pasta de inclusión de frita (18) forma una protuberancia (26) de pasta de inclusión de frita (18) próxima a la parte superior del orificio donde el orificio (22) sale del primer sustrato de vidrio (2) y rodea sustancialmente una porción del tubo de bombeo (16) y que tiene una altura medida desde una superficie del primer sustrato de vidrio (2), en donde  
25 una diferencia entre la altura una protuberancia (26) de pasta de inclusión de frita (18) y una altura del tubo de bombeo (16) que se extiende fuera del orificio (22) está en un intervalo de aproximadamente 4,5 a 6,0 mm.

30 13. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de la reivindicación 12, en la que una diferencia entre la altura de la protuberancia (26) de la pasta de inclusión de frita (18) y la altura del tubo de bombeo (16) que se extiende fuera del orificio (22) está en un intervalo de aproximadamente 4,8 a 5,5 mm, en donde preferentemente, una diferencia entre la altura de la protuberancia (26) de pasta de inclusión de frita (18) y la altura del tubo de bombeo (16) que se extiende fuera del orificio (22) es de aproximadamente 5,0 mm.

35 14. La unidad de ventana de vidrio aislada al vacío de cualquiera de las reivindicaciones 12 - 13, que comprende además:

40 un segundo sustrato de vidrio (3); una pluralidad de separadores (5); y una junta periférica (4), en donde el primer sustrato (2) y el segundo sustrato (3) están dispuestos para intercalar la pluralidad de separadores (5) y la junta periférica (4) entre los mismos para formar una cavidad (6) entre el primero y el segundo sustratos (2, 3), en donde la cavidad (6) está a una presión menor que la presión atmosférica.





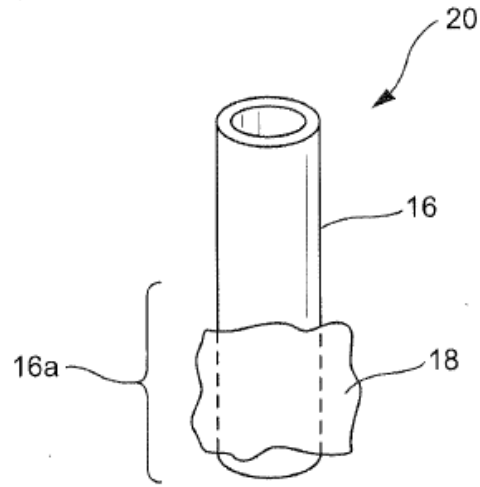


FIG. 3

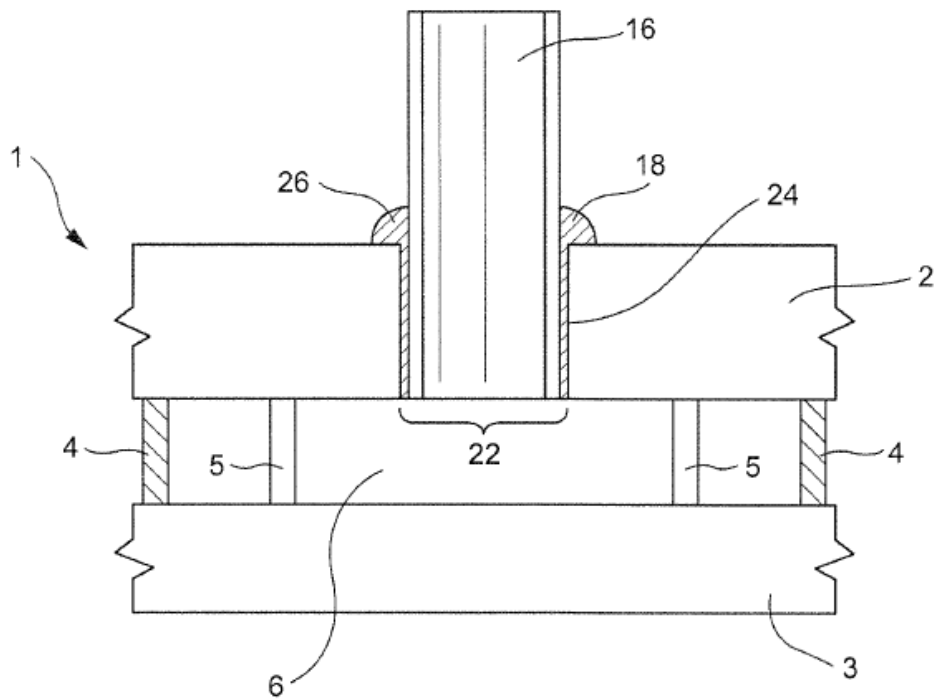


FIG. 4

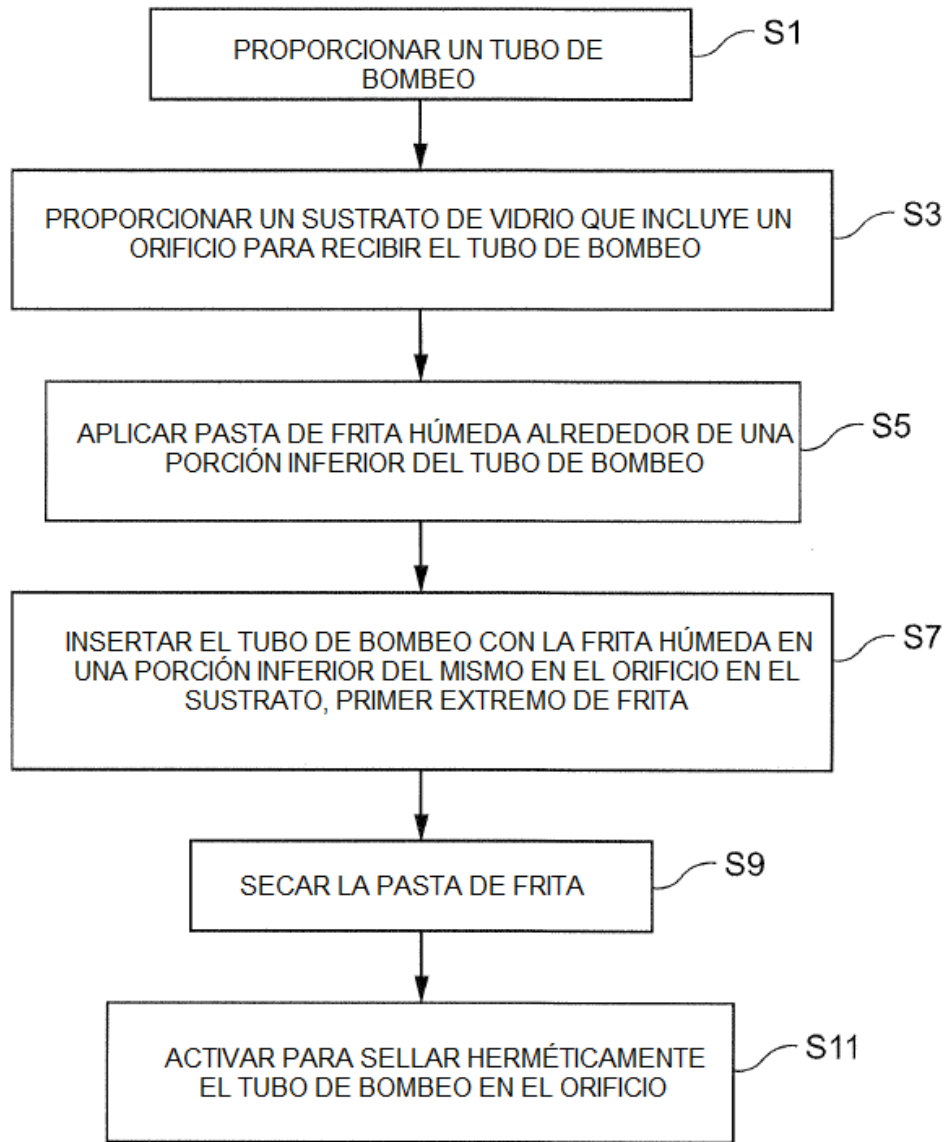


FIG. 5

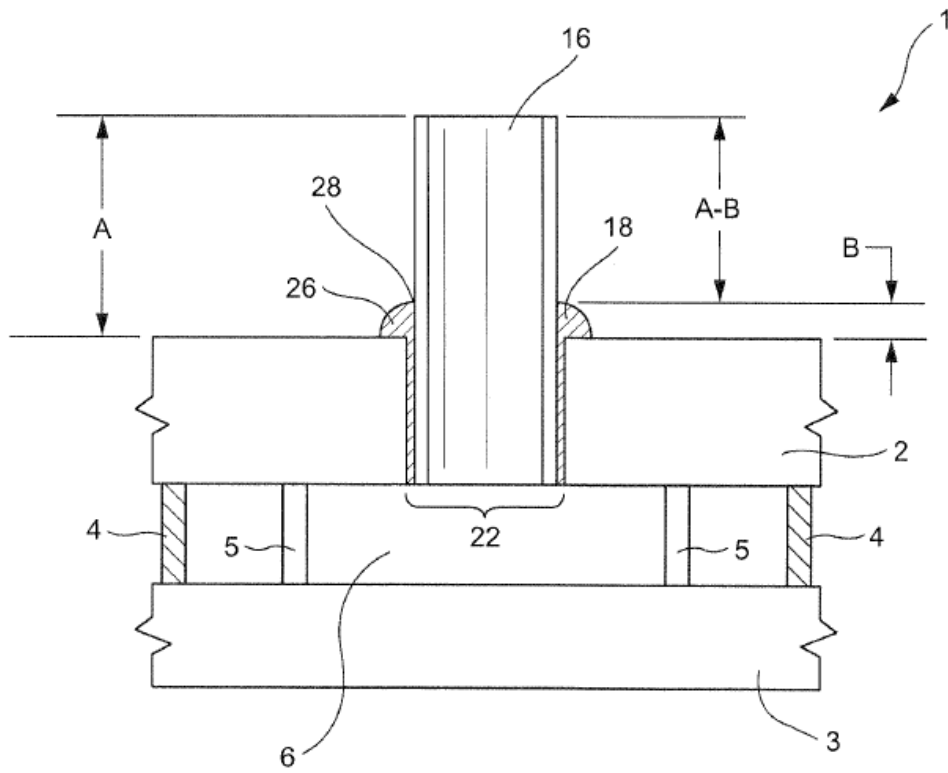


FIG. 6

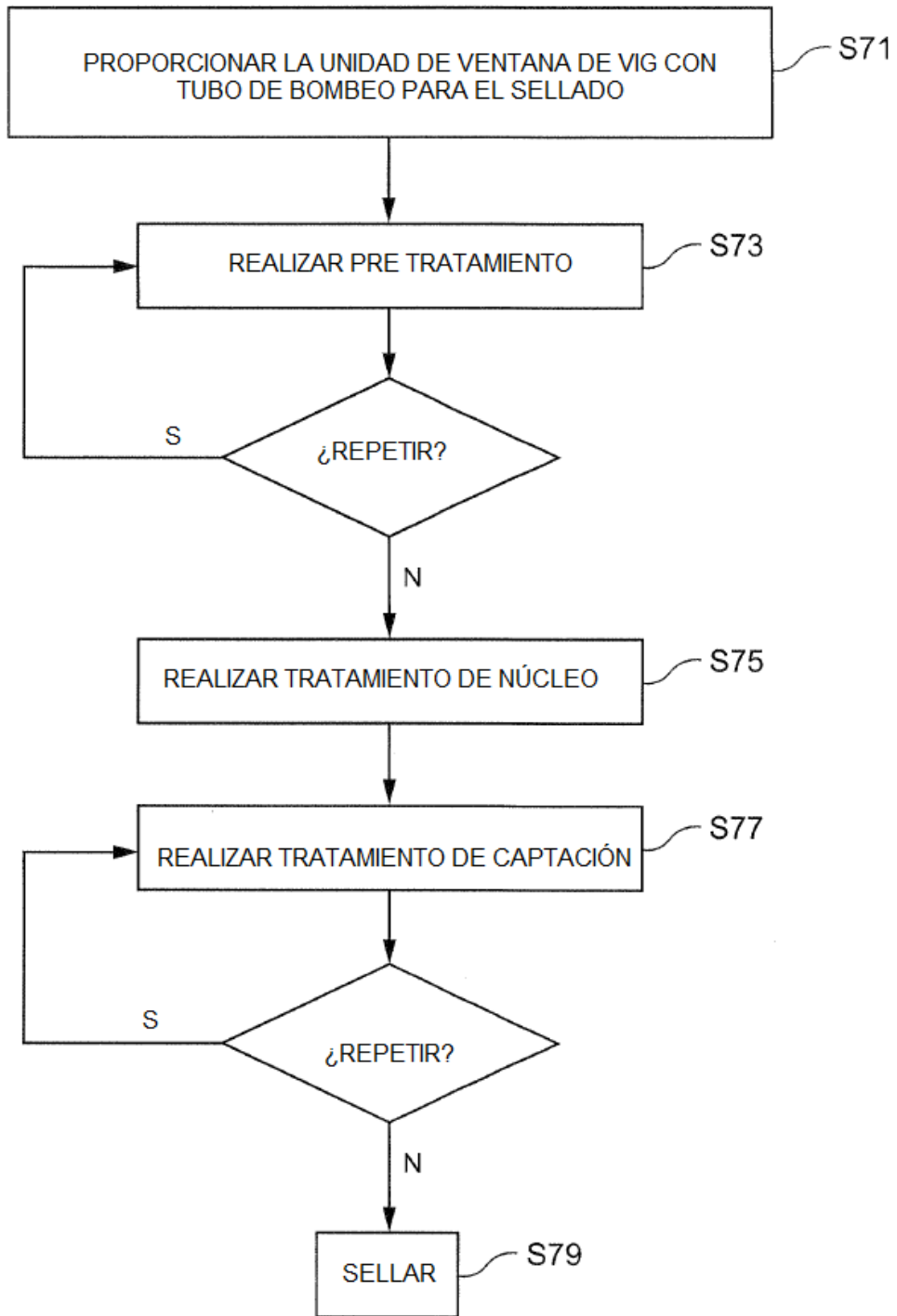


FIG. 7

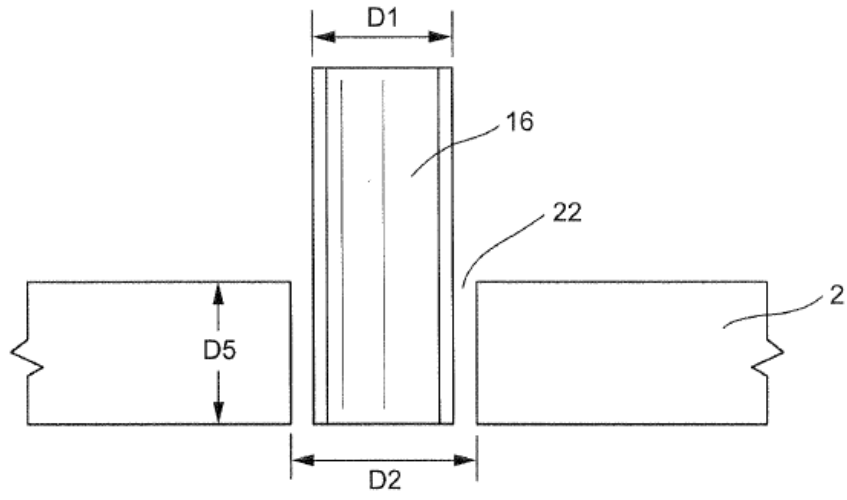


FIG. 8

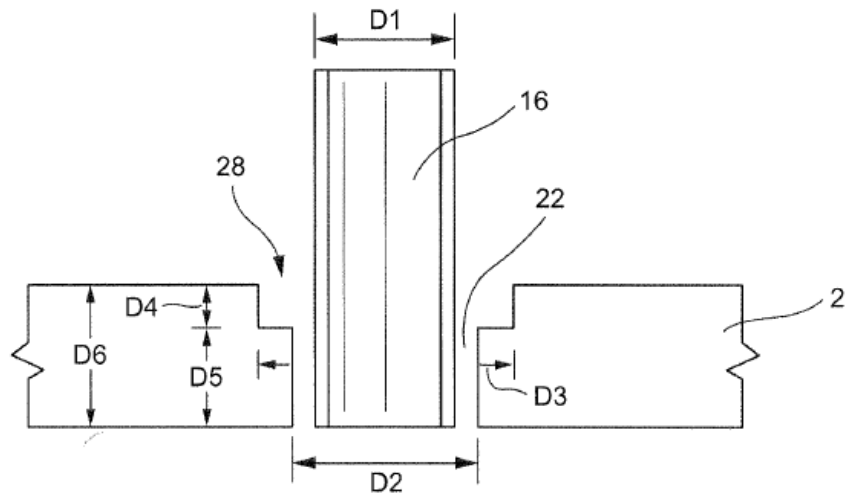


FIG. 9

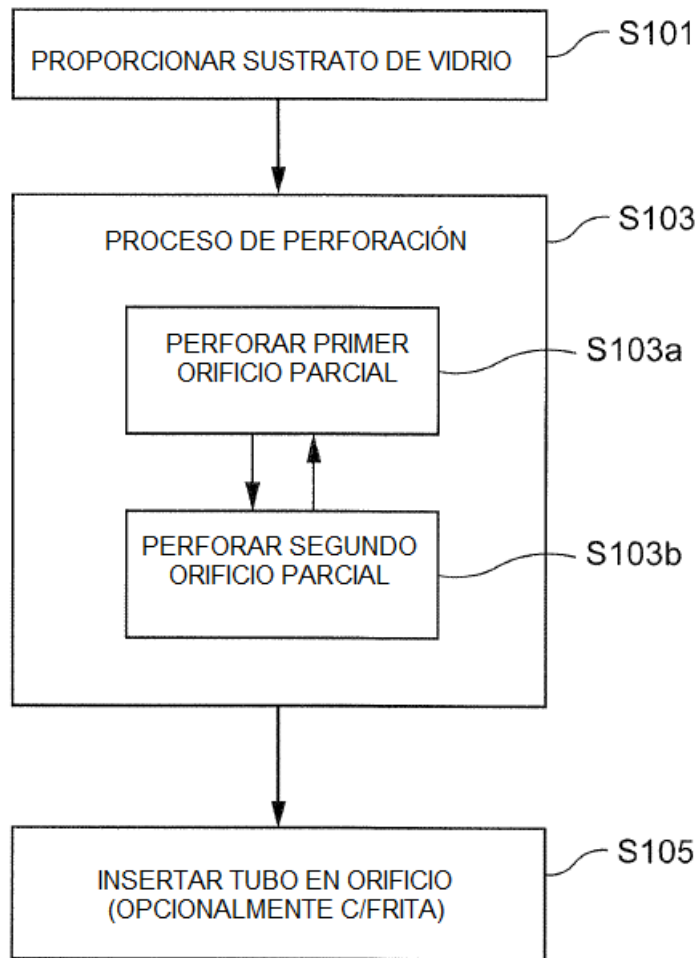


FIG. 10