

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 468**

51 Int. Cl.:

**E06B 3/677** (2006.01)

**E06B 3/663** (2006.01)

**B32B 17/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2013 PCT/US2013/041747**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.12.2013 WO13180998**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2013 E 13725260 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2855816**

54 Título: **Método para realización de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (VIG) con variación reducida de la altura del sellado**

30 Prioridad:

**31.05.2012 US 201213484597**

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

**15.03.2018**

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 2 659 468 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Método para realización de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío (VIG) con variación reducida de la altura del sellado

5

**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 realización de una unidad de ventana VIG. La divulgación se refiere más particularmente a configuraciones para el sellado del borde de la unidad de ventana VIG y métodos para aplicar el material de sellado del borde para reducir variaciones en la altura del sellado del borde final para reducir la probabilidad de rotura de la unidad de ventana VIG en la proximidad del sellado del borde durante un procedimiento de extracción usado para evacuar una cavidad formada entre sustratos de vidrio y definida por un perímetro de sellado del borde de una unidad de ventana VIG. La divulgación se refiere también a una disposición estructural y configuración dimensional de la unidad para la reducción de una cantidad de variación (por ejemplo, una tolerancia) en la altura del sellado del borde previamente a la evacuación de la cavidad.

10

15

**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. El documento US2010/0330309 A divulga un método para la realización de una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío que incluye depositar un material de sellado sobre el perímetro de un primer sustrato de vidrio, y fritar un subconjunto que comprende dicho primer sustrato de vidrio y un segundo sustrato de vidrio para realizar una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío. 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.

20

25

30

35

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.

40

45

Las unidades VIG con sellados del borde 4 periférico de vidrio de soldadura fundido se fabrican normalmente mediante el depósito de 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 finalmente el sellado 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 frita 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 frita de vidrio en solución o pasta), se calienta entonces a una temperatura de al menos aproximadamente 500 °C, en cuyo punto la frita de vidrio se funde, moja las superficies de los sustratos de vidrio 2, 3 y finalmente forma un sellado periférico/de borde 4 hermético.

50

55

Tras la formación del sellado 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 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.

60

65

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.

En algunos casos se ha observado rotura del vidrio de la unidad VIG en la proximidad del sellado del borde durante el proceso de evacuación de la cavidad. Se han empleado tiempo y recursos significativos en un esfuerzo por determinar la causa de dicha rotura durante la evacuación de la cavidad. Se ha identificado finalmente que las variaciones de la altura en el sellado pueden relacionarse con los problemas de rotura. Por ejemplo, a veces puede ser que el material usado para formar el sellado del borde, tal como, por ejemplo, un adhesivo conteniendo material de fritada, o similar, puede incluir variaciones demasiado grandes en la altura alrededor del perímetro de sellado que define la cavidad. Después de llevar a cabo numerosos experimentos, se ha descubierto sorprendentemente que existía una correlación entre la tolerancia de la variación del grosor de sellado y los casos de rotura durante el proceso de evacuación (o extracción) de la cavidad. Se encontró también sorprendentemente que estas variaciones en la altura del sellado influyen en la cantidad de tensiones sobre las unidades VIG en la proximidad del sellado durante el proceso de evacuación de la cavidad formada entre los sustratos de vidrio de la unidad VIG. Este proceso de evacuación puede denominarse a veces como un procedimiento de depresión o de extracción. Se descubrió también sorprendentemente que variaciones demasiado grandes en la altura de sellado dan como resultado a veces tensiones suficientes durante la extracción de modo que el vidrio en la unidad VIG dentro del perímetro, y generalmente en la proximidad del sellado, se romperá. Por ejemplo, y sin limitación, un exceso de variación en la altura de sellado dio como resultado un espacio entre los pilares o separadores y al menos uno de los sustratos de vidrio, que permitió que el sustrato de vidrio se doblara o flexionara durante la extracción. Se vio que el vidrio rompía si la variación en la altura de sellado alrededor del perímetro de sellado era demasiado grande.

Se descubrió también que puede haber varias causas que den como resultado grandes variaciones de altura de sellado. Estas incluyen, el grado de uniformidad de la aplicación inicial del material de sellado (por ejemplo fritada) en verde (por ejemplo, sin fritar), y la deformación o doblado de los sustratos de vidrio durante el proceso de fritada. Ambas de entre estas condiciones se descubrió que contribuían a un alto grado de variación (por ejemplo, de no uniformidad) en la altura de sellado final.

Para superar los inconvenientes asociados con la rotura de vidrio debido al doblado o flexión del vidrio durante la extracción, se determinó adicionalmente que variaciones reducidas en la altura de sellado alrededor del perímetro de sellado del borde dieron como resultado la mitigación de tensiones (por ejemplo, reducción de la cantidad de doblado o flexión en el sustrato de vidrio) sobre la unidad VIG durante la extracción y se redujeron los casos de rotura del vidrio de la unidad VIG durante la extracción. Como resultado de la experimentación, se fue capaz de reducir la variación o tolerancia en la altura de sellado a pequeños niveles mediante, el control de la altura dispensada inicial del material de sellado (por ejemplo, material de fritada), el control del flujo del material de sellado durante la fritada y el control de la uniformidad de temperatura durante el proceso de sellado. Se descubrió que el control de las variaciones en la altura del sellado del borde final para ser menores que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menores que aproximadamente 0,15 mm e incluso más preferentemente menores que aproximadamente 0,10 mm, dieron como resultado una rotura de vidrio significativamente reducida durante la extracción. Puede ser también ventajoso proporcionar un proceso de fritada que reduzca la distorsión de los sustratos de vidrio durante la fritada y lo controle y también un flujo controlado del material de sellado, lo que puede también contribuir a reducir la variación en la altura del sellado del borde.

Para conseguir variaciones en la altura del sellado del borde finales más bajas, los presentes inventores descubrieron, que el control de la altura dispensada inicial del material de sellado sin fritar usando un proceso de aplicación por máquina proporcionó una mejora significativa en la uniformidad de la altura del sellado final de modo que las variaciones en la altura del sellado final estuvieron en intervalos aceptables como se ha hecho notar anteriormente. Además, el control de la uniformidad de temperatura durante el fritado redujo la cantidad de deformación o doblado de los sustratos de vidrio, reduciendo adicionalmente las variaciones en la altura de sellado final. Más aún, el control del flujo del material de sellado durante la fritada, también mejoró las variaciones en la altura del sellado final, mediante la realización de un proceso de fritada más largo que permitió que el material de sellado fluyera para adaptarse a la altura de los pilares/separadores durante la fritada.

Estas y otras ventajas se proporcionan mediante una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío que no es parte de la presente invención que comprende: un primer sustrato y un segundo sustrato; un material de sellado emparedado entre el primer y el segundo sustrato y que define una periferia de una cavidad formada entre el primer y segundo sustratos, y la formación de un sellado hermético entre el primer y segundo sustratos, en la que una variación en una altura del material de sellado alrededor de la cavidad de baja presión es preferentemente menor que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,15 mm, e incluso más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm. De acuerdo con la presente invención se proporciona un método para la realización de una unidad de ventana de vidrio aislado al vacío con las características de la reivindicación 1 que comprende: depositar un material de sellado sobre un primer sustrato, teniendo dicho material de sellado un perímetro, siendo depositado el material de sellado mediante una máquina y que tiene una

altura sin fritar en un intervalo de aproximadamente 0,6 mm a 0,9 mm; y el fritado de un subconjunto que comprende dicho primer sustrato, un segundo sustrato y el material de sellado emparedado entre el primer y segundo sustratos para proporcionar un subconjunto de unidad de ventana de vidrio aislado al vacío que tiene una variación en la altura del material de sellado fritado menor que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,15 mm, e incluso más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm.

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;

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 una parte del borde de una unidad VIG de ejemplo fabricada con un método de acuerdo con la presente invención; y

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un método para la realización de una unidad VIG en la que se controlan diversas condiciones de proceso, que incluyen la altura del material de sellado.

### Descripción detallada de realizaciones de ejemplo

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.

Con referencia a las FIG. 3, se ilustra una vista esquemática en sección transversal de una parte 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 sellado del borde 4, que puede, por ejemplo, y sin limitación, ser de o incluir un sellado basado en vanadio o de tipo VBZ o un sellado 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. Las composiciones de sellado basadas en VBZ (por ejemplo, vanadio, bario, cinc) se explican en 13/354.963, y pueden usarse para el sellado del borde 4 en ciertas realizaciones de ejemplo. El material de fritada de vidrio de soldadura convencional puede usarse también para el sellado del borde 4 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 (por ejemplo, aproximadamente 500 °C) que pueden usarse para formar sellados 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. Como se ha hecho notar anteriormente, el perímetro del sellado del borde 4 define una cavidad herméticamente sellada 6 entre los sustratos que se evacúa tal como se ha descrito anteriormente.

En ciertos ejemplos, los sustratos de vidrio transparente 2, 3 pueden ser de aproximadamente el mismo tamaño. Sin embargo, en ciertos otros ejemplos, 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 ciertos ejemplos, 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 usa un tubo de vaciado (no mostrado la FIG. 3) 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 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 ( $5 \times 10^{-4}$  Torr). Después de evacuar la cavidad 6, el tubo de vaciado puede sellarse, por ejemplo, mediante la fusión de la punta del tubo 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 ciertos ejemplos, se controlan variaciones en la altura de sellado para mitigar las tensiones (por ejemplo, reduciendo la cantidad de doblado del sustrato de vidrio) sobre la unidad VIG durante la extracción y por ello reducir los casos de rotura del vidrio de la unidad VIG durante la extracción. Como resultado de la amplia experimentación, se fue capaz de reducir la variación o tolerancia de la altura de sellado mediante, por ejemplo, y sin limitación, el control de la altura dispensada inicial del material de sellado (por ejemplo, el material de fritada), controlando el flujo del material de sellado durante la fritada y/o controlando la uniformidad de temperatura durante el proceso de sellado. Se descubrió que el control de las variaciones en la altura de sellado del borde final para ser menores que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menores que aproximadamente 0,15 mm e incluso más preferentemente menores que aproximadamente 0,10 mm, dio como resultado una rotura significativamente reducida durante la extracción. "Variación" puede considerarse que es una diferencia entre una altura máxima del sellado y una altura mínima del sellado. Por ello, alrededor de toda la periferia de sellado del borde que rodea la cavidad de baja presión, la altura máxima del sellado del borde varía respecto a la altura mínima del sellado del borde en menos de 0,20 mm, más preferentemente menos de aproximadamente 0,15 mm e incluso más preferentemente menos de aproximadamente 0,10 mm. De acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, por ejemplo, y sin limitación, las variaciones en la altura del sellado pueden reducirse proporcionando un proceso de aplicación por máquina que controla más estrechamente la altura dispensada inicial del material de sellado (por ejemplo, fritada). De acuerdo con la invención, para reducir la deformación o doblado de los sustratos de vidrio de la unidad de ventana VIG que pueden contribuir a variaciones en la altura del sellado del borde final, se usó un proceso de fritada más controlado, que tenía menores variaciones de temperatura y un tiempo de fritada más largo. Además, de acuerdo con realizaciones de ejemplo adicionales, puede usarse un proceso de fritada más largo para controlar el flujo del material de sellado durante la fritada, tal como, por ejemplo, permitiendo que el material de sellado fluya para adaptarse más estrechamente a la altura de los pilares o separadores durante la fritada, proporcionando una reducción adicional en la variación de la altura de sellado.

De acuerdo con la invención se divulga un método para la realización de una unidad de ventana VIG. Se controla la aplicación de la altura del material de sellado inicial usando una máquina para dispensar el material de sellado inicial sobre uno de los sustratos de vidrio de la unidad VIG. La altura de material de sellado dispensado inicial puede depender del tipo de proceso usado para la fritada posterior. De acuerdo con una realización no reivindicada la deposición de material de sellado inicial para fritada por infrarrojos de onda corta (SWIR) puede tener preferentemente una altura de fritada (por ejemplo, material de sellado) verde sin fritar (por ejemplo, medida seca) en un intervalo de aproximadamente 0,4 mm a 0,9 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 0,8 mm, e incluso más preferentemente de aproximadamente 0,6 mm a 0,7 mm. Debido al relativamente corto tiempo usado para el procesamiento SWIR, la tolerancia de la deposición de altura de fritada inicial es más baja que en el caso de un proceso de fritada de ciclo más largo. De acuerdo con la invención para un tipo de fritada de ciclo de convención más largo, la altura de fritada sin fritar verde está en el intervalo de aproximadamente 0,6 mm a 0,9 mm, debido a tiempos de calentamiento de pico más largos lo que permite que el material de sellado fluya o se asiente a la altura de los pilares o separadores. De acuerdo con más realizaciones adicionales, el ciclo térmico puede controlarse para proporcionar un control o reducción adicional en la variación de la altura de sellado mediante, por ejemplo, reducir la cantidad de deformación o retorcimiento de los sustratos de vidrio de la unidad VIG. Por ejemplo, las diferencias de temperatura pueden provocar que los sustratos de vidrio se deformen y retuerzan, dando como resultado una variación en la altura de sellado adicionalmente perjudicial. De acuerdo con la invención se controlan las condiciones de fritada para proporcionar mayor uniformidad de temperatura  $< 2,0$  °C y suficiente tiempo de calentamiento (20-30 minutos) para permitir que el vidrio se estabilice y se aplane permitiendo que los sustratos de vidrio alcancen una temperatura uniforme y se aplanen.

Volviendo a la referencia a la FIG. 3, se muestra la altura de sellado final H del sellado del borde 4. De acuerdo con la invención, las variaciones en la altura H del sellado del borde 4 a lo largo del perímetro de sellado del borde 4 de la unidad VIG 1 se controlan, mediante el control de las variaciones de la altura dispensada inicial del material de sellado (por ejemplo, fritada). Como se ha hecho notar anteriormente, la altura de fritada dispensada inicial en el ejemplo preferido puede depender, por ejemplo, del tipo de proceso usado para fritar la unidad VIG. De acuerdo con ciertos ejemplos no reivindicados usando un proceso de fritada de tipo SWIR, la altura de material de sellado dispensado inicial puede estar preferentemente, por ejemplo, en un intervalo de aproximadamente 0,4 mm a 0,9 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 0,8 mm, e incluso más preferentemente de aproximadamente 0,6 mm a aproximadamente 0,7 mm. De acuerdo con la invención, en la que se usa un tipo de fritada de convección de ciclo más largo, la altura de material de sellado dispensado inicial (por ejemplo, altura de fritada sin fritar verde) está en el intervalo de aproximadamente 0,6 mm a 0,9 mm. Las variaciones en los procesos de

tipo convención de ciclo más largo pueden ser más largos debido a que este tipo de proceso de fritada puede tener normalmente tiempos de calentamiento de pico más largos. De acuerdo con realizaciones de ejemplo, el dispensado de fritada inicial puede realizarse usando un proceso por máquina debido a las tolerancias más estrechas que presenta con relación a las realizaciones de ejemplos anteriores. Más aún, de acuerdo con ciertas realizaciones de ejemplo, puede ser preferible tener tiempos de calentamiento de pico más largos para facilitar el flujo del material de sellado durante la fritada y facilitar el aplanado de los sustratos de vidrio para ayudar adicionalmente a la reducción de las variaciones en la altura del sellado final. Además, como se ha hecho notar anteriormente, las diferencias en temperatura pueden hacer que los sustratos de vidrio se deformen y retuerzan, dando como resultado una variación en la altura de sellado adicionalmente perjudicial. Por lo tanto, de acuerdo con la invención se controlan las condiciones de fritada para proporcionar, una uniformidad de temperatura mayor (en un intervalo de aproximadamente  $<2,0$  °C) y un tiempo de calentamiento suficiente (en un intervalo de aproximadamente 20-30 minutos) para permitir que el vidrio se estabilice y se aplane permitiendo que los sustratos de vidrio alcancen una temperatura uniforme y permitir que el material de sellado fluya. La unidad VIG resultante tiene una variación en la altura de sellado final reducida, en la que la variación de la altura del sellado del borde final es menor que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menor que o igual a 0,15 mm, e incluso más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo de ejemplo ilustrativo que ilustra un método de realización de una unidad de ventana VIG en el que se ilustra un método de acuerdo con la invención. Como se muestra en la FIG. 4, se proporciona S1 un primer sustrato de vidrio. El sustrato de vidrio puede procesarse para proporcionar estas características estructurales de una unidad de ventana VIG, tal como, por ejemplo, separadores o pilares, o similares. El primer sustrato de vidrio puede proporcionarse entonces con un material de sellado dispuesto, por ejemplo, y sin limitación, alrededor de un perímetro de un área a ser sellada y que define una cavidad con un segundo sustrato de vidrio (explicado a continuación) S3. Como se ha hecho notar anteriormente, puede haber cualquier número de materiales de fritada o sellado posibles usados para formar el sellado en la unidad de ventana VIG. Por ejemplo, y sin limitación, ser de o incluir un sellado basado en vanadio o de tipo VBZ o un sellado de tipo vidrio de soldadura. Los ejemplos de composiciones de sellados basados 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, las composiciones de sellado basadas en VBZ (por ejemplo, vanadio, bario, cinc) se explican en el documento 13/354.963, y pueden usarse para el sellado del borde 4 en ciertas realizaciones de ejemplo. El material de fritada de vidrio de soldadura convencional puede usarse también para sellado del borde 4 en ciertas realizaciones de ejemplo. De acuerdo con un ejemplo no reivindicado, el material de sellado se deposita por máquina con una altura de fritada verde basada en S3, por ejemplo, sobre el tipo de fritada posterior a ser usada. Por ejemplo, en una fritada de infrarrojos de onda corta (SWIR) una altura de la fritada sin fritar verde (por ejemplo, material de sellado) puede estar preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,4 mm a 0,9 mm, o más preferentemente en un intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 0,8 mm, e incluso más preferentemente de aproximadamente 0,6 mm a 0,7 mm. Como se ha hecho notar anteriormente, debido al relativamente corto tiempo usado para el procesamiento SWIR, la tolerancia de la deposición de altura de fritada verde inicial puede ser más baja que en el caso de un proceso de fritada de ciclo más largo. En el método de la invención en el que se usa una fritada de tipo convección de ciclo más largo como se ha explicado con más detalle anteriormente, las alturas de fritada sin fritar verde están en un intervalo de aproximadamente 0,6 mm a 0,9 mm, debido a los tiempos de calentamiento de pico más largos que permiten que el material de sellado fluya o asiente a la altura de los pilares o separadores. Después de que se proporcione S3 el material de sellado, se proporciona S5 un segundo sustrato de vidrio que empareda los pilares y un material de fritada sin fritar entre el primer y segundo sustratos de vidrio. El primer y segundo sustratos de vidrio, junto con el material de sellado de fritada se fritan S7 entonces usando cualquier técnica adecuada, tal como, por ejemplo, y sin limitación, SWIR o convección de ciclo largo. La unidad VIG resultante tiene una variación de altura de sellado final reducida, en la que la variación de la altura del sellado del borde final es menor que aproximadamente 0,20 mm, más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,15 mm, e incluso más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm.

Así, en ciertas realizaciones de ejemplo reivindicadas de la presente invención, se proporciona una unidad de ventana de vidrio aislada al vacío (VIG) que comprende: un primer sustrato y un segundo sustrato; un material de sellado emparedado entre el primer y segundo sustratos que define una periferia de una cavidad formada entre el primer y segundo sustratos, estando la cavidad entre los sustratos a una presión menor que la atmosférica, y formando el material de sellado un sellado hermético entre el primer y segundo sustratos, en el que una variación en una altura del material de sellado alrededor de toda la cavidad es menor que aproximadamente 0,20 mm.

En la unidad de ventana VIG del párrafo inmediatamente anterior, la variación en la altura del material de sellado alrededor de toda la cavidad puede ser menor que o igual a aproximadamente 0,15 mm, más preferentemente menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm.

En la unidad de ventana VIG de cualquiera de los dos párrafos precedentes, puede proporcionarse también una pluralidad de separadores dispuestos entre dichos primer y segundo sustratos.

En la unidad de ventana VIG de cualquiera de los tres párrafos precedentes, una altura del material de sellado puede adaptarse sustancialmente a la altura de los separadores entre los sustratos.

En la unidad de ventana VIG de cualquiera de los cuatro párrafos precedentes, dichos primer y segundo sustratos pueden ser sustratos de vidrio.

5 En la unidad de ventana VIG de cualquiera de los cinco párrafos precedentes, dicho material de sellado puede comprender una frita que contiene adhesivo.

En la unidad de ventana VIG de cualquiera de los seis párrafos precedentes, dicho material de sellado puede comprender vanadio.

10 Tal como se usan en el presente documento, los términos “sobre”, “soportado por”, y similares no deberían interpretarse como indicando que dos elementos están directamente adyacentes entre sí a menos que se establezca explícitamente. En otras palabras, puede decirse que una primera capa está “sobre” o “soportada por” una segunda capa, incluso si hay una o más capas entre medias.

15 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 verdadero espíritu y alcance completo de las reivindicaciones adjuntas a las mismas.

**REIVINDICACIONES**

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

5 depositar un material de sellado sobre un primer sustrato de vidrio, teniendo dicho material de sellado un  
perímetro, siendo depositado el material de sellado por una máquina y teniendo una altura sin fritar en un  
intervalo de desde aproximadamente 0,6 mm a 0,9 mm; y  
10 fritar un subconjunto que comprende dicho primer sustrato de vidrio, un segundo sustrato de vidrio y el material  
de sellado emparedado entre el primer y el segundo sustratos de vidrio en la fabricación de una unidad de  
ventana de vidrio aislado al vacío que tiene una variación en la altura del material de sellado fabricado de menos  
de aproximadamente 0,20 mm;

15 en el que dicha etapa de fritar comprende un ciclo de convección aplicado a dicho subconjunto durante un periodo  
de al menos aproximadamente 20 a 30 minutos, y en el que una variación de temperatura durante dicho ciclo de  
convección es menor que o igual a aproximadamente 2 °C.

20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la altura sin fritar del material de sellado depositado por  
máquina está en un intervalo de aproximadamente 0,6 mm a 0,7 mm y dicha etapa de fritada comprende un  
procesamiento por infrarrojos de onda corta.

3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que dicha variación de altura del material  
de sellado fritado alrededor de dicho perímetro es menor que o igual a aproximadamente 0,15 mm.

25 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que dicha variación de altura del material  
de sellado fritado alrededor de dicho perímetro es menor que o igual a aproximadamente 0,10 mm.

5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende adicionalmente:  
30 evacuar una cavidad definida por el perímetro del material de sellado hasta una presión menor que la  
atmosférica.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que dicho material de sellado comprende  
una fritada que contiene adhesivo.

35 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que dicho material de sellado comprende  
vanadio.

40 8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende adicionalmente disponer una  
pluralidad de separadores entre dichos primer y segundo sustratos.



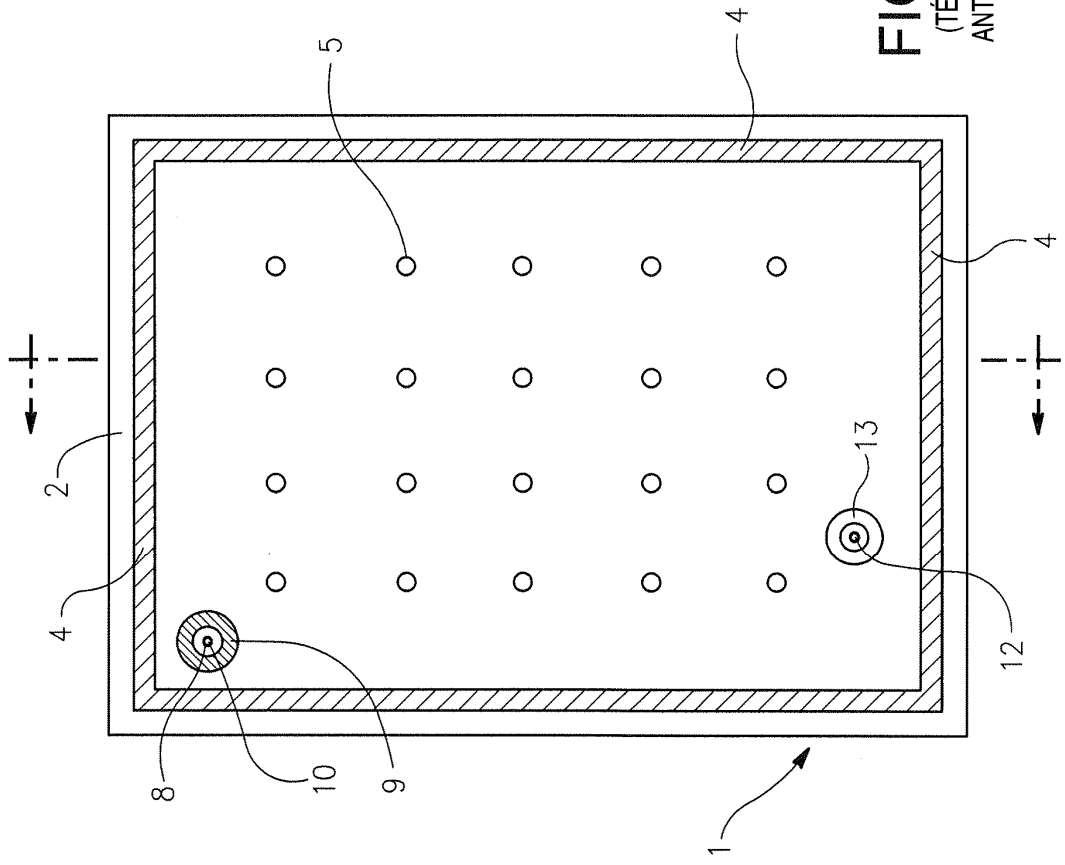


FIG. 1  
(TÉCNICA ANTERIOR)

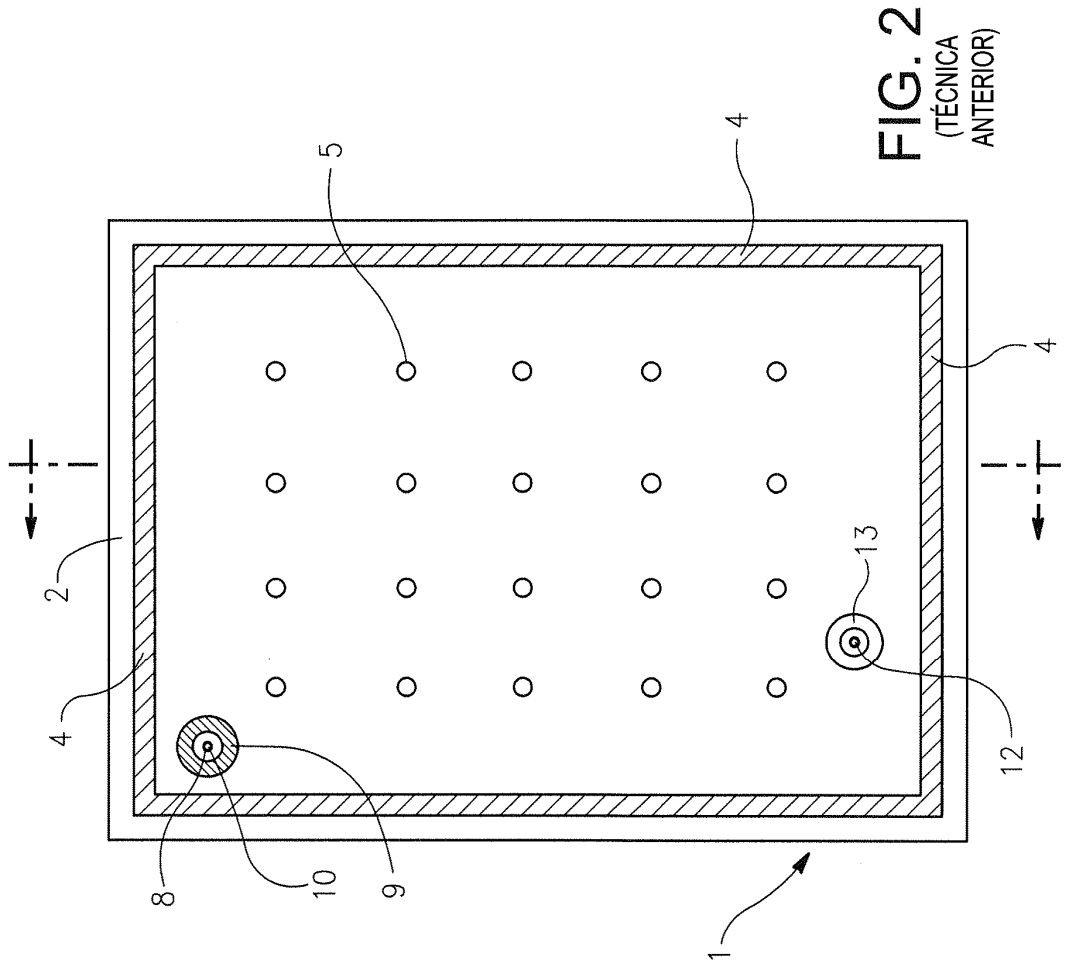


FIG. 2  
(TÉCNICA ANTERIOR)

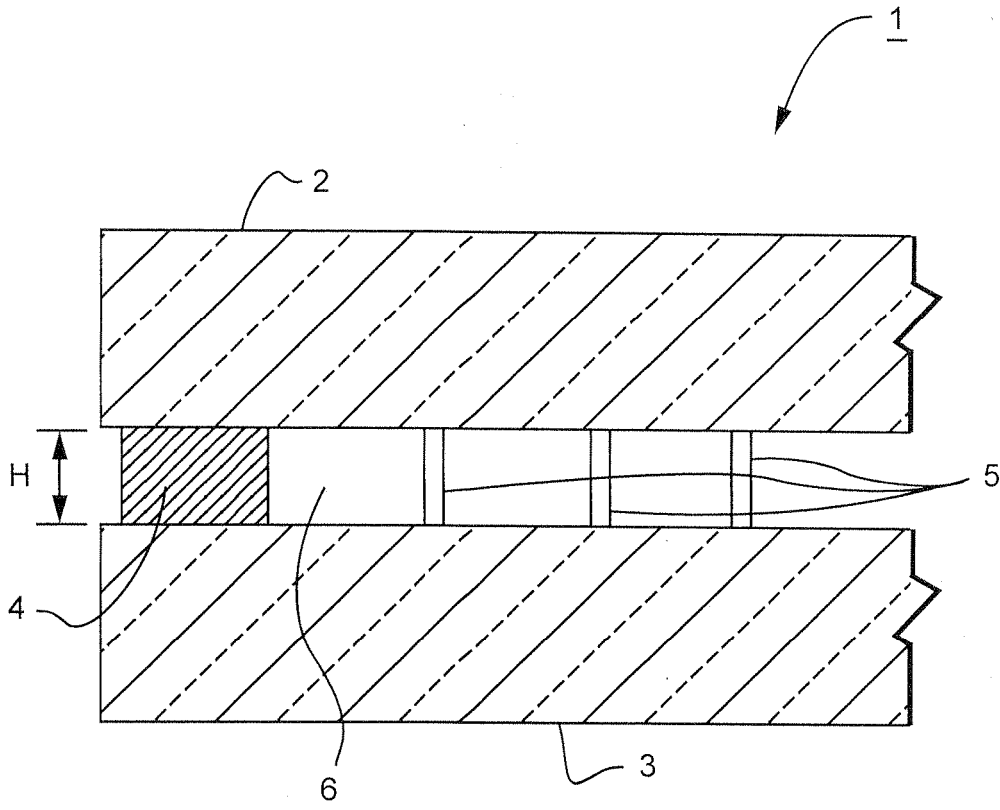


FIG. 3

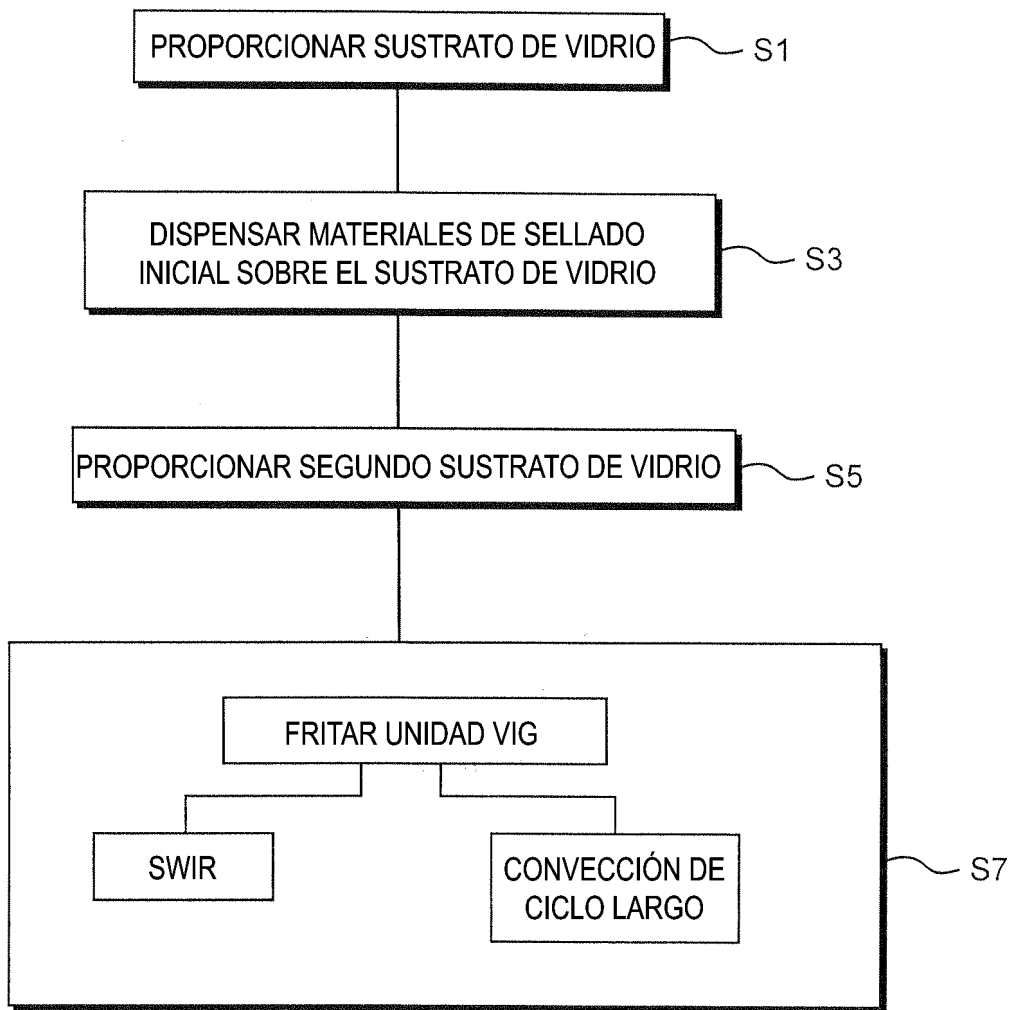


FIG. 4