

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 557**

51 Int. Cl.:

E06B 3/673 (2006.01)

E06B 3/663 (2006.01)

C03C 27/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2012 E 15154673 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 2918766**

54 Título: **Técnicas de calor localizado que incorporan un elemento o elementos infrarrojos ajustables para unidades de vidrio aislado al vacío, y/o aparatos para las mismas**

30 Prioridad:

22.02.2011 US 929876

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

03.08.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**COOPER, DAVID J.;
DEAR, RYAN L. y
MILLER, ROBERT A.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 677 557 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

Técnicas de calor localizado que incorporan un elemento o elementos infrarrojos ajustables para unidades de vidrio aislado al vacío, y/o aparatos para las mismas

5

Campo de la invención

Determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención se refieren a técnicas de sellado de bordes para unidades de vidrio aislado al vacío (VIG). Más concretamente, determinadas formas de realización de ejemplo se refieren a técnicas para proporcionar calor localizado a sellados de borde de unidades y/o a hornos unitarios para llevar a cabo lo mismo. En determinadas formas de realización de ejemplo, una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) son regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la(s) banda(s) del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR), y la longitud de onda de pico puede variarse mediante el ajuste de la tensión aplicada a los elementos calefactores por IR. La longitud de onda de pico puede seleccionarse para calentar de manera preferente el material de fritado usado para formar un sellado de borde de VIG al tiempo que se reduce la cantidad de calor proporcionado a los sustratos de la unidad de VIG.

10

15

Antecedentes y sumario de las formas de realización de ejemplo de la invención

Las unidades de IG al vacío son conocidas en la técnica. Por ejemplo, véanse las patentes de los Estados Unidos n. ^{os} 5.664.395, 5.657.607 y 5.902.652. La presente invención es una mejora del método y del aparato para crear VIG, tal y como se divulga en el documento U S2009/0151855A1.

20

25

Las Figs. 1-2 ilustran una unidad de IG al vacío convencional (unidad de IG al vacío o unidad de VIG). La unidad de IG al vacío 1 incluye dos sustratos de vidrio 2 y 3 separados entre sí, que encierran entre ellos un espacio de bajas presiones 6 o con vacío. Las planchas/sustratos de vidrio 2 y 3 están interconectados mediante un sellado periférico o de borde de vidrio de soldadura fundido 4 y un grupo de pilares de soporte o espaciadores 5.

30

35

Un tubo 8 de bombeo está sellado herméticamente mediante vidrio de soldadura 9 a una apertura o agujero 10 que pasa de una superficie interior de la plancha de vidrio 2 al fondo de una ranura 11 en la cara exterior de la plancha 2. Se conecta un aspirador al tubo 8 de bombeo de modo que se pueda extraer el aire de la cavidad interior entre los sustratos 2 y 3 para crear una zona o espacio de bajas presiones 6. Tras la extracción de aire, el tubo 8 se funde para sellar el vacío. La ranura 11 retiene el tubo 8 sellado. De manera opcional, se puede incluir un getter químico 12 en el interior de una ranura 13.

40

45

50

Las unidades de IG al vacío convencionales, con sus sellados periféricos de vidrio de soldadura fundido 4, se han fabricado del siguiente modo. En primer lugar, se deposita fritada de vidrio en una solución (que finalmente forma el sellado de borde de vidrio de soldadura 4) alrededor de la periferia del sustrato 2. El otro sustrato 3 se sitúa encima del sustrato 2 para que queden entre ellos los espaciadores 5 y la fritada de vidrio/solución. A continuación, todo el conjunto, incluidas las planchas 2,3, los espaciadores y el material de sellado, se calienta a una temperatura de aproximadamente 500 °C, punto en el que la fritada de vidrio se funde, humedece las superficies de las planchas de vidrio 2,3 y finalmente forma el sellado periférico o de borde 4 hermético. Esta temperatura de aproximadamente 500 °C se mantiene durante de una aproximadamente a ocho horas. Tras la formación del sellado periférico/de borde 4 y del sellado alrededor del tubo 8, el conjunto se deja enfriar a temperatura ambiente. Cabe señalar que la columna 2 de la patente de los Estados Unidos n. ° 5.664.395 expone que la temperatura de procesado de un IG al vacío convencional es de aproximadamente 500 °C durante una hora. El inventor Collins de la patente .395 expone en "Thermal Outgassing of Vacuum Glazing" de Lenzen, Turner y Collins que "el proceso de sellado de bordes es en la actualidad bastante lento: normalmente, la temperatura de la muestra se aumenta a 200 °C por hora y se mantiene durante una hora en un valor constante que oscila entre 430 °C y 530 °C en función de la composición del vidrio de soldadura". Tras la formación del sellado de borde 4, se extrae un vacío a través del tubo para formar el espacio de bajas presiones 6.

55

60

Lamentablemente, las altas temperaturas y los largos tiempos de calentamiento de todo el conjunto antes mencionados y utilizados en la formación del sellado de borde 4 no son deseables, especialmente cuando se desea usar un sustrato o sustratos 2,3 de vidrio endurecido por el calor o templado en la unidad de IG al vacío. Como se muestra en las Figs. 3-4, el vidrio templado pierde resistencia al temple al ser expuesto a altas temperaturas en función del tiempo de calentamiento. Asimismo, dichas temperaturas altas de procesado pueden afectar de manera negativa a un determinado recubrimiento o recubrimientos de baja emisividad que se pueden aplicar a uno o a ambos sustratos de vidrio en determinados casos.

65

La Fig. 3 es un gráfico que ilustra el modo en que un vidrio para lunas templado térmicamente por completo pierde su temple original al ser expuesto a diferentes temperaturas durante diferentes periodos de tiempo, donde el esfuerzo de tensión central original es de 3200 MU por pulgada. El eje de abscisas de la Fig. 3 es representativo exponencialmente del tiempo en horas (de 1 a 1000 horas), mientras que el eje de ordenadas indica el porcentaje de resistencia al temple original restante tras la exposición al calor. La Fig. 4 es un gráfico similar al de la Fig. 3, con la salvedad de que el eje de abscisas en la Fig. 4 se extiende de cero a una hora exponencialmente.

- 5 En la Fig. 3 se ilustran siete curvas diferentes, cada una indicando una exposición a la temperatura diferente en grados Fahrenheit (°F). Las diferentes curvas/líneas son 400 °F (en la parte superior del gráfico de la Fig. 3), 500 °F, 600 °F, 700 °F, 800 °F, 900 °F y 950 °F (la curva de la parte inferior del gráfico de la Fig. 3). Una temperatura de 900 °F equivale aproximadamente a 482 °C, que se encuentra dentro del rango utilizado para formar el sellado periférico de vidrio de soldadura 4 convencional de las Figs. 1-2. Por lo tanto, la atención se dirige a la curva de 900 °F de la Fig. 3, marcada con el número de referencia 18. Como se muestra, solo queda un 20 % de la resistencia al temple original tras una hora a esta temperatura (900 °F o 482 °C). Una pérdida tan significativa (es decir, una pérdida del 80 %) de resistencia al temple no es, por supuesto, deseable.
- 10 En las Figs. 3-4, cabe señalar que existe una resistencia al temple mucho mejor en una plancha templada térmicamente cuando se calienta a una temperatura de 800 °F (alrededor de 428 °C) durante una hora frente a 900 °F durante una hora. Una plancha de vidrio de este tipo retiene alrededor de un 70 % de su resistencia al temple original tras una hora a 800 °F, lo cual es significativamente mejor que el menos de un 20 % cuando se calienta a 900 °F durante el mismo periodo de tiempo.
- 15 Otra ventaja asociada a no calentar toda la unidad durante demasiado tiempo es que entonces se pueden usar materiales para los pilares de temperaturas inferiores. Esto puede ser deseable o no en algunos casos.
- 20 Incluso cuando se usan sustratos de vidrio no templado, las altas temperaturas que se aplican a todo el conjunto de VIG pueden fundir el vidrio o introducir tensiones. Estas tensiones pueden aumentar la probabilidad de que el vidrio se deforme y/o rompa.
- 25 Por tanto, como se podrá apreciar, existe la necesidad en la técnica de una unidad de IG al vacío, y de un método correspondiente de fabricación de esta, en la que se ofrezca un sellado de borde hermético y estructuralmente sólido entre planchas de vidrio opuestas. También existe la necesidad en la técnica de una unidad de IG al vacío que incluya planchas de vidrio templado, en la que el sellado periférico esté formado de modo que las planchas de vidrio retengan más de su resistencia al temple original que con una técnica de fabricación de IG al vacío convencional en la que toda la unidad se calienta para formar un sellado de borde de vidrio de soldadura.
- 30 Un aspecto de determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención se refiere a la aplicación de calor localizado a la periferia de una unidad para formar sellados de borde para reducir el calentamiento de las zonas no periféricas de la unidad y, de este modo, reducir la posibilidad de que los sustratos se rompan.
- 35 Un aspecto de determinadas formas de realización de ejemplo se refiere a la provisión de calor escalonado, calor localizado y enfriamiento escalonado de una unidad a través de un horno unitario, siendo proporcionado el calor localizado por una fuente de calor por infrarrojos (IR) enfocada y sustancialmente lineal que comprende un grupo o matriz de fuentes de calor lineales.
- 40 Otro aspecto de determinadas formas de realización de ejemplo se refiere a la provisión de una unidad de IG al vacío que presente un sellado periférico o de borde formado de modo que al menos una parte o partes determinadas de los sustratos/planchas de vidrio templado térmicamente de la unidad de IG al vacío retengan más de su resistencia al temple original que si se usaran técnicas de formación de sellados de borde convencionales con el material de sellado de bordes de vidrio de soldadura.
- 45 Otro aspecto de determinadas formas de realización de ejemplo se refiere a la provisión de una unidad de IG al vacío, y a un método de fabricación de la misma, en la que al menos una parte del sustrato o sustratos de vidrio templado térmicamente resultantes retengan al menos alrededor de un 50 % de la resistencia al temple original tras la formación del sellado de borde (por ejemplo, el sellado de borde de vidrio de soldadura).
- 50 Otro aspecto de determinadas formas de realización de ejemplo se refiere a la reducción de la cantidad del tiempo de calentamiento posterior al temple necesario para formar un sellado periférico/de borde en una unidad de IG al vacío.
- 55 En determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención, se proporciona un aparato para formar un sellado de borde en una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG). Una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) son regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la banda o bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR). Los elementos calefactores por IR están separados entre sí para presentar una distancia entre centros de 4,54 – 15,24 cm. Los elementos calefactores por IR están colocados verticalmente a 2,54 – 91,44 cm (más preferentemente a 4,54 – 25,40 cm) por encima de una superficie superior y/o por debajo de una superficie inferior de un subconjunto de VIG introducible en estos. Un regulador es operable para ajustar una cantidad de tensión suministrada a la pluralidad de elementos calefactores por IR para variar la longitud de onda de pico producida por la pluralidad de elementos calefactores por IR. Las paredes internas del aparato comprenden un material que presenta características adecuadas para provocar una reflexión de una cantidad reducida de radiación IR que procede de los elementos calefactores por IR y que incide en estas, siendo reflejada la radiación IR reflejada en un patrón generalmente difuso o sin dirección. Se proporciona aislamiento alrededor de las paredes internas.
- 65

En determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG) que comprende un sellado de borde. Un subconjunto de VIG se introduce en un aparato que incluye una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la banda o bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR), estando la pluralidad de elementos calefactores por IR separados entre sí para presentar una distancia entre centros de 4,54 – 15,24 cm y estando colocados verticalmente a 4,54 – 25,40 cm por encima de una superficie superior y/o por debajo de una superficie inferior del subconjunto de VIG. Las paredes internas del aparato comprenden un material que presenta características adecuadas para provocar una reflexión de una cantidad reducida de radiación IR que procede de los elementos calefactores por IR y que incide en estas, siendo reflejada la radiación IR reflejada en un patrón generalmente difuso o sin dirección. Se proporciona aislamiento alrededor de las paredes internas. El material de fritada que se proporciona alrededor de la periferia del subconjunto de VIG se calienta a través de la pluralidad de elementos calefactores por IR para la formación del sellado de borde, siendo ajustable la cantidad de tensión suministrada a la pluralidad de elementos calefactores por IR para variar la longitud de onda de pico producida por la pluralidad de elementos calefactores por IR para calentar de manera preferente el material de fritada en comparación con los sustratos de vidrio del subconjunto de VIG.

En determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención, se proporciona un aparato para formar un sellado de borde en una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG). Una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) son regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la banda o bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR). Un regulador es operable para ajustar una cantidad de tensión suministrada a la pluralidad de elementos calefactores por IR para variar la longitud de onda de pico producida por la pluralidad de elementos calefactores por IR. El regulador es operable en unos modos primero y segundo, siendo el modo primero un modo de precalentamiento en el que los elementos calefactores por IR funcionan a aproximadamente la mitad de la densidad de potencia y a una tensión de 25-75 % (más preferentemente 45-55 %) y siendo el modo segundo un modo de sellado de la fritada en el que los elementos calefactores por IR funcionan a la mitad de la densidad de potencia y a una tensión de 50-100 % (más preferentemente 75-85 %).

En determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de una unidad de VIG. Se proporciona un subconjunto de VIG a un calentador, comprendiendo el subconjunto de VIG unos sustratos de vidrio primero y segundo separados entre sí sustancialmente paralelos, una pluralidad de columnas de soporte entre los sustratos de vidrio primero y segundo y un material de fritada para formar un sellado de borde entre ellos. Se emite energía infrarroja (IR) de al menos una bombilla que funciona a aproximadamente la mitad de la densidad de potencia para precalentar el subconjunto de VIG. Se emite energía IR de la al menos una bombilla que funciona a aproximadamente la mitad de la densidad de potencia y a una longitud de onda IR de pico preseleccionada a la cual los sustratos de vidrio primero y segundo presentan una absorción inferior a 30 % y a la cual el material de fritada presenta una absorción mayor que 50 % (más preferentemente mayor que 70 % o 80 %) en la fabricación de la unidad de VIG.

Las características, aspectos, ventajas y formas de realización de ejemplo descritas en la presente memoria pueden combinarse para realizar otras formas de realización adicionales.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características y ventajas pueden entenderse mejor y con mayor totalidad mediante la referencia a la siguiente descripción detallada de las formas de realización ilustrativas de ejemplo junto con los dibujos, de los cuales:

La FIGURA 1 es una vista transversal de una unidad de IG al vacío convencional de la técnica anterior;

La FIGURA 2 es una vista de planta superior del sustrato inferior, el sellado de borde y los espaciadores de la técnica anterior de la unidad de IG al vacío de la Fig. 1, tomada a lo largo de la línea de sección ilustrada en la Fig. 1;

La FIGURA 3 es un gráfico que establece una correlación entre el tiempo (en horas) y el tanto por ciento de resistencia al temple restante, ilustrando la pérdida de resistencia al temple original para una plancha de vidrio templado térmicamente tras ser expuesta a diferentes temperaturas durante diferentes periodos de tiempo;

La FIGURA 4 es un gráfico que establece una correlación entre el tiempo y el tanto por ciento de resistencia al temple restante similar al de la Fig. 3, con la salvedad de que se proporciona un periodo de tiempo más breve en el eje de abscisas;

La FIGURA 5 es una vista lateral simplificada que ilustra una distribución de ejemplo de un horno de cinco cámaras según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 6 es una vista desde arriba de la concentración móvil de fuentes de calor por IR en la zona de sellado de bordes de un horno unitario según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 7 es una vista lateral de un espejo de concentración y/o esférico situado próximo a un elemento calefactor por IR según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 8 es un diagrama de flujo ilustrativo que muestra un proceso de provisión de calor localizado a sellados de borde de fritada de un conjunto de VIG a través de un horno unitario, según una forma de realización de

ejemplo; y

La FIGURA 9a es una vista desde arriba del conjunto de VIG en una cinta de un horno antes de su entrada en el grupo de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo;

5 La FIGURA 9b es una vista desde arriba del conjunto de VIG en una cinta de un horno entrando en el grupo de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 9c es una vista desde arriba del conjunto de VIG entrando más en el grupo de fuentes de IR, de modo que tanto el borde que se va a sellar a lo largo del eje menor del conjunto de VIG como las partes de los bordes que se van a sellar a lo largo del eje mayor del conjunto de VIG estén expuestos a IR procedente del grupo de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo;

10 La FIGURA 9d es una vista desde arriba del conjunto de VIG entrando más en el grupo de fuentes de IR, de modo que solo los bordes que se van a sellar a lo largo del eje mayor del conjunto de VIG estén expuestos a IR procedente del grupo de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 9e es una vista desde arriba del conjunto de VIG saliendo del grupo de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo;

15 La FIGURA 9f es una vista desde arriba de un segundo conjunto de VIG entrando en el grupo de fuentes de IR a medida que un primer conjunto de VIG sale del grupo de fuentes de IR según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 10 es una vista desde arriba de un grupo de fuentes de IR que contiene un diseño de fuentes de calor por IR en zigzag, según una forma de realización de ejemplo;

20 La FIGURA 11a es una vista lateral de un horno de cinta de estilo en línea instalado con un grupo de fuentes de IR según una forma de realización de ejemplo;

La FIGURA 11b es una vista lateral de un horno de cinta de estilo en línea instalado con dos grupos de fuentes de IR según una forma de realización de ejemplo;

25 La FIGURA 12 es un gráfico que representa la transmisión, reflexión y absorción frente a la longitud de onda para una frita de vidrio de ejemplo;

La FIGURA 13 es un gráfico que muestra la absorción del vidrio frente a la longitud de onda para un vidrio flotado transparente de 3,2 mm;

La FIGURA 14 establece una correlación entre la tensión y la temperatura de elementos calefactores por IR de ejemplo;

30 La FIGURA 15 es un gráfico con las propiedades de absorción de un material de frita según determinadas formas de realización de ejemplo;

Las FIGURAS 16 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 40 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %);

35 Las FIGURAS 17 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 50 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %);

Las FIGURAS 18 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 60 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %);

40 Las FIGURAS 19 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 50 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %);

Las FIGURAS 20 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 60 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %);

45 Las FIGURAS 21 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 70 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %);

Las FIGURAS 22 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 80 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %); y

50 Las FIGURAS 23 a-b son gráficos que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente, de un ensayo de 90 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %).

Descripción detallada de las formas de realización de ejemplo de la invención

55 Determinadas formas de realización de esta invención se refieren a un sellado periférico o de borde mejorado en una unidad de ventana de IG al vacío, y/o a un método de fabricación del mismo. En la presente memoria, los sellados "periféricos" y "de borde" no significan que los sellados estén situados en la periferia o borde absoluto de la unidad, sino que significa que el sellado está al menos parcialmente situado en o cerca de (por ejemplo, en el espacio de alrededor de 5 centímetros) un borde de al menos un sustrato de la unidad. Del mismo modo, "borde" en el sentido en que se usa en la presente memoria no está limitado al borde absoluto de un sustrato de vidrio, sino que también puede incluir una zona en o cerca de (por ejemplo, en el espacio de alrededor de cinco centímetros) un borde absoluto del sustrato o sustratos. Asimismo, como se podrá apreciar, en el sentido en que se usa en la presente memoria, la expresión "conjunto de VIG" se refiere a un producto intermedio antes de que los bordes del VIG se sellen y se produzca la extracción de aire de la ranura que incluye, por ejemplo, dos sustratos separados entre sí paralelamente y una frita. Asimismo, aunque puede decirse que la frita esté "sobre" o "apoyada" por uno o

más de los sustratos de la presente memoria, ello no significa que la frita deba estar en contacto directo con el sustrato o sustratos. En otras palabras, la palabra “sobre” abarca sobre tanto directamente como indirectamente, de modo que la frita pueda considerarse “sobre” un sustrato incluso si se proporciona otro material (por ejemplo, un recubrimiento y/o fina película) entre el sustrato y la frita.

5 En determinadas formas de realización de ejemplo de la presente invención, se proporciona un método de calentamiento preferente para un sellado de borde de frita de unidades de vidrio aislado al vacío por medio de un horno unitario de zona. En primer lugar, la unidad montada previamente se calienta a una temperatura intermedia inferior a la necesaria para fundir el sellado de frita (por ejemplo, una temperatura de alrededor de 200-300 °C). A
10 continuación, el borde de la unidad se calienta adicionalmente con calor localizado procedente de una fuente de calor por infrarrojos (IR) focalizada sustancialmente lineal y/o a través de al menos un grupo de fuentes de calor sustancialmente bidimensional que está configurado para generar radiación IR a una longitud de onda del infrarrojo cercano (por ejemplo, una longitud de onda de alrededor de 0,7-5,0 μm) y, más preferentemente, de alrededor de
15 1,1-1,4 μm, para proporcionar una temperatura localizada de desde alrededor de 350-500 °C hasta que se funda la frita. Al mismo tiempo, si se usa vidrio templado o endurecido por el calor, al menos determinadas partes de una(s) plancha(s)/sustrato(s) de vidrio templado térmicamente de la unidad de VIG no pierden más de alrededor de un 50 % de la resistencia al temple original, puesto que la mayoría de la zona se encuentra todavía sometida a la temperatura intermedia. Debido a la temperatura inferior global, las técnicas de determinadas formas de realización de ejemplo tienen la ventaja de consumir menos energía y ahorrar tiempo cuando las muestras se enfrían. Como se
20 podrá apreciar, la temperatura localizada puede determinarse en parte en función del material o materiales que comprenden la frita. Por ejemplo, las fritas que contienen plomo tienden a necesitar temperaturas menores que las fritas que contienen plata.

25 El horno unitario de determinadas formas de realización de ejemplo incluye múltiples cámaras. En general, las cámaras se corresponderán con una zona de entrada, una zona de sellado de bordes y una zona de salida. Como se podrá apreciar, un horno unitario ilustrativo puede incluir múltiples cámaras para llevar a cabo la funcionalidad de una sola zona (por ejemplo, pueden proporcionarse dos cámaras de entrada para realizar la funcionalidad de la zona de entrada, dos cámaras de salida pueden proporcionar la realización de la funcionalidad de la zona de salida, etc.) y/o puede proporcionarse una sola cámara para llevar a cabo la funcionalidad asociada a múltiples zonas (por
30 ejemplo, una sola cámara puede proporcionar la funcionalidad de la zona de entrada y de salida, etc.).

A modo de ejemplo y sin limitación alguna, la Fig. 5 es una vista lateral simplificada que ilustra una distribución de ejemplo de un horno de cinco cámaras 50 según una forma de realización de ejemplo. No obstante, como se ha
35 mencionado anteriormente, como se podrá apreciar pueden emplearse más o menos cámaras. En determinadas implementaciones no limitantes, las cámaras adyacentes pueden estar separadas mediante puertas de sellado (representadas por las líneas discontinuas entre las cámaras adyacentes) situadas entre ellas. Pueden proporcionarse enganches, poleas y/u otros medios para abrir y cerrar dichas puertas.

40 El horno unitario 50 de determinadas formas de realización de ejemplo es semicontinuo en términos de flujo de producto. Puede usarse un transportador de rodillos 52 u otra técnica de transporte para mover físicamente un determinado conjunto de VIG de una zona y/o cámara a la siguiente, de modo que el conjunto de VIG y/o sus contenidos no se vean alterados ni cambiados de posición los unos respecto a los otros. En un punto de inicio 52a, el transportador de rodillos 52 suministra los conjuntos de VIG al horno 50, por ejemplo, a través de una primera
45 puerta 54. Los conjuntos de VIG pueden moverse en su interior y detenerse cuando alcanzan una posición adecuada dentro de una cámara y/o zona. La posición del conjunto de VIG puede determinarse, por ejemplo, mediante un sensor fotoeléctrico u otros medios de detección. A modo de ejemplo y sin limitación alguna, la posición puede ser el centro de una cámara concreta, alineada en posiciones horizontales y verticales concretas (por ejemplo, como se describe con mayor detalle más adelante en relación con la Fig. 6), etc. En determinadas formas de realización de ejemplo, puede resultar ventajoso detener temporalmente un conjunto de VIG en una posición
50 concreta, por ejemplo, para permitir que el conjunto de VIG se caliente lo suficiente, para permitir que una frita de soldadura se funda, etc.

55 En determinadas formas de realización de ejemplo, pueden suministrarse múltiples conjuntos de VIG al horno 50 al mismo tiempo para que se procesen en lote. Por ejemplo, en un horno de cinco cámaras como el mostrado en la Fig. 5, el horno puede procesar hasta cinco conjuntos de VIG a la vez, iniciándose y deteniéndose el proceso en función del progreso de cada cámara. Por ejemplo, la zona de sellado de bordes puede necesitar más tiempo que el enfriamiento realizado en las cámaras de la zona de salida. Por tanto, puede haber cierto retardo integrado en el proceso para tener en cuenta los diferentes tiempos de procesamiento de las diferentes zonas y/o cámaras.

60 La zona de entrada (por ejemplo, las cámaras 1 y 2 en la forma de realización de ejemplo de la Fig. 5) está equipada con unas fuentes de calor sustancialmente uniforme de modo que el conjunto de VIG se caliente por etapas. Es decir, puede aplicarse calor sustancialmente uniforme al conjunto de VIG para calentar de manera sustancialmente uniforme todo el conjunto de VIG. El calentamiento se puede llevar a cabo a través de una radiación IR procedente de una fuente de calor por IR o de otros medios para reducir la alteración del conjunto de VIG o de sus contenidos.

65 En una zona de sellado de bordes (por ejemplo, la cámara 3 de la Fig. 5), se instalan fuentes de calor sustancialmente uniforme para mantener la totalidad del conjunto de VIG a una temperatura de fondo

predeterminada. Esto se puede llevar a cabo al mantener todo el conjunto de VIG a la temperatura intermedia de la zona de entrada y/o al aumentar ligeramente la temperatura de la zona de entrada. Mientras tanto, las fuentes de calor por IR focalizadas sustancialmente lineales 56 suministran calor localizado al perímetro del conjunto de VIG para fundir la frita cerámica aplicada a los bordes. El calor por IR puede focalizarse sobre los bordes periféricos, por ejemplo, por medio de un espejo parabólico en un borde opuesto al conjunto de VIG. Más adelante se proporcionan detalles adicionales de un mecanismo de focalización de ejemplo con respecto a la Fig. 7. Aunque esta zona en concreto se denomina zona de sellado de bordes, como se podrá apreciar se puede producir parte del sellado de bordes en otras zonas. Por ejemplo, la mayoría de la fusión se producirá dentro de la zona de sellado de bordes y parte del sellado de bordes tendrá lugar una vez que se apaguen las fuentes de radiación IR, aunque los bordes pueden continuar sellándose (por ejemplo, la frita puede empezar a endurecerse o seguir endureciéndose) mientras están en la zona de salida.

La Fig. 6 es una vista desde arriba de la concentración móvil de fuentes de calor por IR 62 y 64 en la zona de sellado de bordes de un horno unitario según una forma de realización de ejemplo. Como se muestra en la Fig. 6, el horno de fundido de la frita está diseñado de modo que puedan sellarse conjuntos de VIG de diversos tamaños. En determinadas formas de realización de ejemplo, una esquina del banco de IR focalizado está fija en su posición (por ejemplo, la esquina próxima a los bancos 62 a-b). En el ejemplo de la Fig. 6, los bancos 62a-b están fijos en su posición. En dichas disposiciones de ejemplo, solo dos lados del banco de IR focalizado necesitarían cambiar de posición para asegurar un fundido de la frita adecuado. Asimismo, las fuentes de IR también pueden segmentarse en secciones de modo que puedan encenderse en cualquier momento todas las secciones o una parte de ellas para ajustar la duración del calentamiento al tamaño del conjunto de VIG. Pueden moverse partes de estos bancos 64a-b de fuentes de IR a diversas posiciones alrededor del perímetro del conjunto de VIG mediante medios mecánicos, tales como, por ejemplo, brazos, rodillos en una guía y/u otros enganches. En la Fig. 6, esto se muestra como la segmentación de los bancos 64a-b y el movimiento de los segmentos de banco 64 a'-b' de sus posiciones iniciales (designadas por las líneas de puntos en los bancos 64a-b) a posiciones próximas al conjunto de VIG 1' (designado por las líneas continuas) para sellar los bordes. En la forma de realización de la Fig. 6, solo se encenderían las fuentes de IR correspondientes a los bancos 64a'-b' y partes de 62a-b; el resto de las fuentes de IR de los bancos 64a-b y las fuentes de IR de los bancos 62a-b que no estén próximas no necesitan encenderse (por ejemplo, permanecerían apagadas).

Por tanto, como se muestra en la Fig. 6, la fuente de calor localizado comprende unos bancos primero, segundo, tercero y cuarto de elementos de fuente de calor por infrarrojos, estando los bancos dispuestos de modo que la fuente de calor por infrarrojos sea de una forma sustancialmente rectangular dentro de la zona de fundido de los bordes. Los bancos primero y segundo están fijos en una posición y constituyen dos lados sustancialmente perpendiculares de la fuente de calor por infrarrojos de forma sustancialmente rectangular, y los bancos tercero y cuarto constituyen los otros dos lados sustancialmente perpendiculares de la fuente de calor por infrarrojos de forma sustancialmente rectangular. Los elementos de la fuente de calor por infrarrojos de los bancos segundo y tercero son móviles en función de un tamaño de la unidad para moverse más cerca de los bordes que se van a sellar.

Asimismo, el ángulo del espejo esférico puede ser ajustable en determinadas formas de realización de ejemplo para permitir que el calor se focalice con mayor precisión en los perímetros del conjunto de VIG (como se describe con mayor detalle más adelante con respecto a la Fig. 7). En determinadas formas de realización de ejemplo, el movimiento y/o focalización de las fuentes de IR segmentadas puede regularse por ordenador para ajustar los resultados de las unidades individuales. Aún más adicionalmente, el conjunto de VIG 1' cuyos bordes van a sellarse puede elevarse de modo que esté más próximo a las fuentes de IR. Ello puede llevarse a cabo al moverlo a una posición adecuada de X-Y con respecto a los bancos 62a-b de IR, al mover partes de los bancos 64a-b de IR móviles y al elevar el conjunto de VIG 1' a su posición.

A modo de ejemplo y sin limitación alguna, las fuentes de IR del interior de los bancos pueden ser tubos de IR. Los tubos de IR pueden estar lo bastante cerca entre sí para proporcionar un calentamiento a lo largo de los bordes del conjunto de VIG (por ejemplo, sin dejar "huecos" o zonas sin calentar o con un calentamiento sustancialmente diferente alrededor de los bordes), pero también pueden estar lo bastante lejos los unos de los otros para permitir el movimiento de dichos tubos. Por tanto, a modo de ejemplo y sin limitación alguna, los tubos de IR pueden estar situados aproximadamente a 5 mm de distancia en determinadas formas de realización de ejemplo. Los tamaños de los bancos pueden variar en función de las necesidades del proceso de fabricación de la unidad de VIG. Asimismo, a modo de ejemplo y sin limitación alguna, los bancos de alrededor de 2-3 metros deberían satisfacer la mayoría de requisitos de fabricación de una unidad de VIG estándar.

En referencia una vez más a la Fig. 5, el conjunto de VIG puede enfriarse en una zona de salida que comprende una o más cámaras, por ejemplo, en un modo por etapas a través de las cámaras 4 y 5 de la Fig. 5. Cuando se implementa una disposición de zona de salida por etapas, cada cámara de zona de salida sucesiva puede mantenerse a una temperatura inferior a la de la cámara de zona de salida anterior. Esta disposición puede ser posible mediante enfriamiento por aire convectivo forzado, tuberías de agua de enfriamiento y/u otros medios de enfriamiento adecuados para eliminar el calor de la cámara de zona de salida concreta. Finalmente, el conjunto de VIG puede salir del horno 50 a través de la puerta de salida 58 mediante los rodillos 52b.

La Fig. 7 es una vista lateral de un espejo 72 de concentración y/o esférico situado próximo a un elemento calefactor por IR 74 según una forma de realización de ejemplo. Como se podrá apreciar, cualquier tipo de mecanismo de concentración y/o focalización puede usarse junto con otras formas de realización de ejemplo determinadas. La radiación IR del elemento calefactor por IR 74 se focaliza y/o concentra mediante el espejo 72 parabólico en la frita de soldadura 4 o próxima a esta. El espejo 72 puede moverse y/o cambiarse de posición para provocar que se caliente más o menos de los bordes periféricos del conjunto de VIG 1', para focalizar la radiación IR en dirección a los sustratos 2 y 3 o en dirección opuesta a estos, etc.

Seguidamente se proporcionará una descripción más detallada del proceso de sellado de bordes del conjunto de VIG. En el horno entra un conjunto de VIG previamente montado, que puede incluir un pigmento de frita de perímetro cocido y aplicado previamente. En la zona de entrada, el conjunto de VIG se calienta hasta una temperatura predeterminada de entre alrededor de 200-300 °C. Ello puede llevarse a cabo mediante un calentamiento escalonado en una o más cámaras de entrada, de modo que se precaliente todo el conjunto de VIG a una o más temperaturas intermedias. En general, el conjunto de VIG entrará en el horno a temperatura ambiente (por ejemplo, que normalmente es de alrededor de 23 °C, aunque, como se podrá apreciar, otros entornos y/o condiciones de procesado pueden implementar una "temperatura ambiente" diferente). Todo el conjunto de VIG puede calentarse hasta alrededor de 75 °C en una primera cámara de zona de entrada y después hasta alrededor de 150 °C en una segunda cámara de zona de entrada. Como se podrá apreciar, las temperaturas de precalentamiento pueden variar en alrededor de ±50 °C.

En la zona de sellado de bordes, todo el conjunto de VIG se calienta hasta alrededor de 200 °C y una fuente de calor por IR (por ejemplo, una fuente de calor por IR sustancialmente lineal regulada por ordenador) se mueve a su posición y se focaliza alrededor del perímetro del conjunto de VIG. La fuente de calor por IR se enciende a una distancia predeterminada (por ejemplo, a partir de alrededor de 0,5-10 cm) desde el borde del conjunto de VIG, en función en parte del espejo esférico/de concentración, de si la radiación IR ha de "entrar en contacto" con los sustratos superior y/o inferior o solo los laterales próximos a la frita, etc. Como se señaló anteriormente, la fuente de calor por IR está focalizada, por ejemplo, por medio de un espejo parabólico proporcionado en un lado de la fuente de calor por IR opuesto al conjunto de VIG. La temperatura de la frita en el perímetro del conjunto de VIG se regula hasta alrededor de 350-500 °C, que resulta adecuada para fundir la frita pero todavía está por debajo del punto de fusión de los sustratos de vidrio, que varía de alrededor de 600-800 °C en función de la composición del vidrio. Durante el proceso de calor localizado en la zona de sellado de bordes, la temperatura del vidrio permanece a la temperatura de fondo. Por consiguiente, el vidrio endurecido por el calor o templado, si se utiliza, no se destempla ni experimenta una cantidad reducida de destempe durante los procesos de calentamiento y/o fusión de la frita.

Tras la fusión de la frita en la zona de sellado de bordes, el conjunto de VIG se transporta a la zona de salida. La zona de salida puede incluir una o más zonas (o cámaras) de descenso de la temperatura. La temperatura se reduce de modo que el conjunto de VIG se encuentre a una temperatura inferior a alrededor de 100 °C cuando sale del horno. En determinadas formas de realización de ejemplo, en una primera cámara de salida, la temperatura de todo el conjunto de VIG se reducirá hasta alrededor de 150 °C y después hasta alrededor de 75 °C en una segunda cámara de salida. Al igual que anteriormente, el descenso de las temperaturas puede variar de estas cifras como mucho en alrededor de ±50 °C.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo ilustrativo que muestra un proceso de de provisión de calor localizado a sellados de borde de frita de un conjunto de VIG a través de un horno unitario, según una forma de realización de ejemplo. En la etapa S82, se introduce en un horno unitario un conjunto de VIG que incluye una pluralidad de bordes que van a sellarse. Un transportador de rodillos puede transportar el conjunto de VIG hasta el interior del horno, por ejemplo, a través de una puerta. En la etapa S84, el conjunto de VIG se precalienta a una o más temperaturas intermedias en una zona de entrada del horno unitario. La temperatura o temperaturas intermedias están por debajo de los puntos de fusión del vidrio y de la frita alrededor del borde que va a sellarse.

Se proporciona calor localizado a los bordes del conjunto de VIG que van a sellarse (por ejemplo, mediante una o más fuentes de calor por IR sustancialmente lineales, que producen una radiación IR que presenta una longitud de onda del infrarrojo cercano (por ejemplo, una longitud de onda de alrededor de 0,7-5,0 μm y, más preferentemente, de 1,1-1,4 μm)) en una zona de sellado de bordes del horno unitario en la etapa S86. El calor localizado se encuentra a una temperatura por encima de la temperatura o temperaturas intermedias y es suficiente para provocar que la frita de alrededor de los bordes se funda. Las temperaturas pueden escogerse en función de la composición del material de frita. El conjunto de VIG, además de las zonas próximas a los bordes periféricos que van a sellarse, se mantienen a una temperatura próxima a la de la temperatura intermedia (por ejemplo, a una temperatura lo suficientemente baja para impedir la fusión del vidrio, que no varía en más de alrededor de ±50 °C de una temperatura intermedia).

En una etapa no mostrada, para proporcionar calor localizado se proporciona una pluralidad de fuentes de calor (por ejemplo, fuentes de calor por IR sustancialmente lineales), por ejemplo, en el interior de un banco. Al menos algunos de los bancos pueden tener una posición fija. El conjunto de VIG puede colocarse próximo a los bancos fijos. Pueden colocarse bancos adicionales que incluyan fuentes de calor móviles para proporcionar calor próximo a los bordes del conjunto

de VIG que no estén adyacentes a los bancos fijos. Las zonas que van a calentarse pueden ajustarse con mayor precisión por medio de un espejo de concentración y/o focalización.

5 En referencia una vez más a la Fig. 8, en la etapa S88 el conjunto de VIG se enfría en una zona de salida del horno. El precalentamiento y/o enfriamiento del conjunto de VIG puede escalonarse para reducir las posibilidades de rotura del conjunto de VIG y/o destempe de los sustratos que comprenden el conjunto de VIG. En determinadas formas de realización de ejemplo, pueden proporcionarse múltiples cámaras para una o más zonas. En relación con dichas formas de realización, pueden proporcionarse múltiples cámaras para el descenso de las temperaturas y/o los procesos de enfriamiento, por ejemplo, cuando los procesos de calentamiento y/o enfriamiento se escalonan. En otras formas de realización determinadas, puede configurarse una sola cámara para realizar la funcionalidad de múltiples zonas (por ejemplo, una sola cámara puede precalentar y/o enfriar el sustrato, una sola cámara puede precalentar el sustrato y/o proporcionar calor localizado a los bordes, una sola cámara puede proporcionar calor localizado a los bordes y/o enfriar el sustrato, etc.).

15 Por tanto, determinadas formas de realización de ejemplo tienen la ventaja de calentar, fundir y enfriar la frita rápidamente. Ello contribuye a producir un gradiente de temperatura próximo a los bordes del conjunto de VIG. El gradiente de temperatura, a su vez, contribuye a reducir el destempe y/o las posibilidades de rotura del vidrio. En determinadas formas de realización de ejemplo, al menos determinadas partes de una(s) plancha(s)/sustrato(s) de vidrio templado térmicamente de la unidad de VIG no pierden más de alrededor de un 50 % de la resistencia al temple original.

Determinadas formas de realización de ejemplo proporcionan calor a los bordes del VIG mediante un calor localizado que comprende un grupo de fuentes de calor por IR focalizadas de modo que, mientras que las zonas que no están en el borde permanecen a una temperatura relativamente baja, se funde la frita de alrededor del perímetro. El grupo de fuentes de calor por IR reduce el número de partes móviles en la fuente de calor localizado y no exige necesariamente la separación entre zonas de temperatura en algunas formas de realización. El grupo se instala en un horno de cinta estándar con relativa facilidad. Otra ventaja de este diseño es que puede usarse para producir unidades de VIG de diversos tamaños y formas (por ejemplo, unidades de VIG de forma sustancialmente rectangular y sustancialmente no rectangular de diversos tamaños).

30 En lugar de, o además de, implementar un sistema de fuentes de calor móviles, determinadas formas de realización de ejemplo pueden proporcionar calor localizado mediante un grupo sustancialmente fijo de fuentes de IR focalizadas instaladas en un horno en línea, como un horno de cinta o un horno de estilo "ataúd". El conjunto incluye una matriz de un número A*L de fuentes de IR de punto, cada una de las cuales abarca una zona fija. El comportamiento de encendido/apagado de las fuentes de IR de punto puede regularse individualmente mediante un ordenador de modo que cada punto del borde será iluminado por las fuentes de IR durante una energía fija predeterminada total, por ejemplo, igual a la cantidad necesaria para fundir la frita. El ancho del grupo puede abarcar el ancho total efectivo de la cinta, y el largo del grupo puede proporcionar suficiente calor para fundir la frita. El largo del conjunto puede calcularse mediante la ecuación:

$$E = L * D/V$$

donde E es la energía total por zona de unidad usada para fundir la frita, L es el largo del conjunto, D es la densidad de potencia de la fuente de IR y V es la velocidad de línea del horno.

45 El funcionamiento del conjunto de fuentes de IR se describirá a continuación con mayor detalle con respecto a las Figs. 9a-9f. Por motivos de conveniencia, las fuentes de calor individuales se identificarán mediante un esquema de nombres en el que cada fuente individual se designa como n.º LA, estando numerados los ejes L- y A- como "1" en la intersección de estos mostrada en la Fig. 9a. Por tanto, por ejemplo, en las Figs. 9a-9f, la fuente de calor de la parte superior izquierda es la n.º 98 y la fuente de calor de la parte inferior derecha es la n.º 11.

55 La Fig. 9a es una vista desde arriba del conjunto de VIG 1' en una cinta 92 de un horno antes de su entrada en el grupo 90 de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo. Antes de que el conjunto de VIG 1' se someta al grupo 90 de fuentes de IR, todas las fuentes de IR se apagan (por ejemplo, como designan todos los círculos sombreados en el grupo 90 de fuentes de IR).

60 La Fig. 9b es una vista desde arriba del conjunto de VIG 1' en una cinta 92 de un horno entrando en el grupo 90 de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo. Cuando el borde anterior del conjunto de VIG 1' está sometido al grupo, se encienden las fuentes de IR que cubren el borde del conjunto de VIG 1' que va a ser sellado. Por tanto, en el ejemplo de la Fig. 9b, se encienden las unidades n.º 11 a n.º 16, como designan los círculos negros. En este punto, el resto de fuentes del grupo 90 de fuentes de IR permanecen apagadas.

65 La Fig. 9c es una vista desde arriba del conjunto de VIG 1' entrando más en el grupo 90 de fuentes de IR, de modo que tanto el borde que se va a sellar a lo largo del eje menor del conjunto de VIG 1' como las partes de los bordes que se van a sellar a lo largo del eje mayor del conjunto de VIG 1' estén expuestos a IR procedente del grupo 90 de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo. Como se muestra en la Fig. 9c, el conjunto de VIG 1'

entra más en la región del grupo, y las fuentes de IR cambian de A=1 a A=2 y después a A=3 para seguir el borde anterior. Mientras tanto, las fuentes n.º 11, n.º 21, n.º 16 y n.º 26 permanecen “encendidas” porque los bordes que van a sellarse a lo largo del eje mayor del conjunto de VIG 1' van a exponerse al calor.

5 La Fig. 9d es una vista desde arriba del conjunto de VIG 1' entrando más en el grupo 90 de fuentes de IR, de modo que solo los bordes que se van a sellar a lo largo del eje mayor del conjunto de VIG 1' estén expuestos a IR procedente del grupo 90 de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo. Una vez que solo los bordes laterales están sometidos al conjunto, el patrón de “encendido” se convierte en dos líneas paralelas en la dirección del movimiento, y el resto de las fuentes de calor cambian a “apagado”. Como se muestra en la Fig. 9d, un segundo conjunto de VIG 1' que presenta bordes que van a ser sellados se acerca por la cinta 92 hacia el grupo.

10 La Fig. 9e es una vista desde arriba del conjunto de VIG 1' saliendo del grupo 90 de fuentes de IR, según una forma de realización de ejemplo. A medida que el borde posterior entra en el conjunto, la columna L=1,2,3,..., se encenderá de nuevo en dicho orden para el borde posterior. La columna entera se apagará por completo después de que pase el borde posterior y hasta que entre el siguiente conjunto 1'. Para cuando el conjunto de VIG 1' abandona la región del grupo 90, cada punto del perímetro ha recibido una cantidad de energía sustancialmente uniforme, suficiente para fundir la frita.

15 La Fig. 9f es una vista desde arriba de un segundo conjunto de VIG 1' entrando en el grupo 90 de fuentes de IR a medida que un primer conjunto de VIG 1' sale del grupo de fuentes de IR según una forma de realización de ejemplo. Como puede verse en la Fig. 9f, los conjuntos de VIG 1' primero y segundo son de tamaños diferentes. Por tanto, cuando el segundo conjunto de VIG 1' entra en la región del grupo, se repetirá el proceso, con la salvedad de que la fila A=7 estará encendida debido al mayor ancho de la segunda unidad.

20 Por tanto, como se podrá apreciar, cada fuente de calor de cada fila y columna del conjunto se activa selectivamente en función de si un borde que va a sellarse está próximo a la fuente de calor (por ejemplo, dentro de una zona de calor producido por la fuente de calor). También se podrá apreciar que el grupo es sustancialmente bidimensional.

25 La determinación de qué fuentes van a encenderse puede programarse previamente mediante un operador en determinadas formas de realización de ejemplo. En determinadas formas de realización de ejemplo, puede usarse un sensor fotoeléctrico u otros mecanismos de detección para determinar el tamaño y/o posición del conjunto de VIG, por ejemplo, para determinar qué fuentes de calor del grupo van a encenderse y la hora a la que deben encenderse.

30 Como se podrá apreciar, la intensidad energética producida por una sola fuente de calor por IR (por ejemplo, en un grupo) se distribuye sustancialmente de manera normal por toda una zona de modo que la energía emitida es mayor en el centro de la zona. Por tanto, una disposición que contiene un grupo de fuentes de calor por IR separadas entre sí puede crear en ocasiones “franjas” de zonas energéticas altas y bajas. En ocasiones, ello puede dar como resultado un fundido localizado y no localizado. Es decir, en ocasiones se aplicará solo la cantidad suficiente o demasiada energía a una zona o zonas determinadas, mientras que no se proporcionará suficiente energía a una zona o zonas adyacentes.

35 Por consiguiente, determinadas formas de realización de ejemplo pueden contener un grupo de fuentes de calor por IR en las que las fuentes de calor están en zigzag. La Fig. 10 es una vista desde arriba de un grupo 90' de fuentes de IR que contiene un diseño de fuentes de calor por IR en zigzag, según una forma de realización de ejemplo. En la Fig. 10, las fuentes de calor individuales del grupo 90' están dispuestas de modo que, al moverse de izquierda a derecha, la sección sureste de la primera fuente de calor está adyacente a la sección noroeste de la segunda fuente de calor, y la sección noreste de la segunda fuente de calor está adyacente a la sección suroeste de la tercera fuente de calor, etc. Esta y/u otras disposiciones pueden contribuir ventajosamente a proporcionar zonas alternas de exposición alta y baja para equilibrar el rayado que de lo contrario puede producirse en ocasiones. El diseño en zigzag de la fuente de calor por IR de la Fig. 10 funciona sustancialmente del mismo modo que el diseño de las Figs. 9a-9f.

40 En determinadas formas de realización de ejemplo, pueden colocarse difusores próximos a cada lámpara para equilibrar la energía, que en ocasiones es posible que se proporcione de otro modo según una forma concreta (por ejemplo, en forma circular cuando se usan lámparas circulares) o en franjas como se ha señalado anteriormente, proporcionando así una distribución sustancialmente uniforme de calor en toda la zona que va a ser calentada. En general, puede proporcionarse un difusor a cada fuente de calor del grupo para proporcionar un flujo de calor más uniforme procedente de las fuentes de calor del conjunto. Como se podrá apreciar, los difusores pueden usarse junto con el diseño del grupo de las Figs. 9a-9f y/o el diseño del grupo de la Fig. 10.

45 La Fig. 11a es una vista lateral de un horno de cinta de estilo en línea instalado con un grupo 90 de fuentes de IR. Los conjuntos de VIG 1' montados previamente entran en el horno y se calientan a través de una zona de aumento de la temperatura para alcanzar la temperatura de fondo predeterminada (normalmente entre 200-300 °C). Se instala un grupo 90 de IR en esta zona de temperatura de fondo y funde la frita de alrededor del perímetro de los conjuntos de VIG 1' en un proceso descrito anteriormente o en otros procesos. Durante todo el tiempo, la cinta 92 del horno puede moverse continuamente a una velocidad constante seleccionada para proporcionar un

calentamiento suficiente a los perímetros de los conjuntos de VIG 1' para garantizar unos buenos sellados herméticos alrededor de los bordes de los conjuntos de VIG 1'. Si es necesario, el sellado del tubo de puerto de bombeo también puede sellarse del mismo modo o de otro modo mediante el grupo 90 de IR al mismo tiempo. Las fuentes de calor por IR individuales se encienden y apagan mediante un regulador por ordenador para proporcionar un calentamiento preferente adecuado a los bordes de los conjuntos de VIG 1'. La temperatura de la frita en el borde de los conjuntos de VIG 1' se regula entre 350-500 °C, adecuada para fundir la frita pero por debajo del punto de fusión del vidrio. Mientras tanto, la temperatura del vidrio permanece a la temperatura de fondo o próxima a esta. El conjunto de VIG 1' se transporta después a través de las zonas de descenso de la temperatura hasta que se enfría, por ejemplo, a menos de alrededor de 100 °C cuando sale del horno. Como se ha señalado anteriormente, las zonas pueden ser cámaras independientes o pueden ser las mismas cámaras en determinadas formas de realización de ejemplo.

Como se podrá apreciar, cuando se enciende una sola fuente de calor por IR, la energía producida se distribuye sustancialmente de manera normal gradualmente. Por tanto, a menudo la energía aumentará, se estabilizará y después descenderá. Por consiguiente, en determinadas formas de realización de ejemplo, un sistema regulado por ordenador puede encender ventajosamente una sola lámpara antes de que el conjunto de VIG esté debajo de ella para garantizar que la energía prevista alcance la zona, y/o también apagar la lámpara antes de que salga el conjunto de VIG para reducir la exposición a zonas adyacentes que no deben calentarse. Por tanto, a medida que la unidad se mueve por columnas sucesivas del grupo, cada fuente de calor se activa en la fila y columna del grupo antes de que el borde que se va a sellar se exponga al calor que emana de la fuente de calor y también se desactiva antes de que el borde que se va a sellar se retire del calor que emana de la fuente de calor.

La Fig. 11b es una vista lateral de un horno de cinta de estilo en línea instalado con dos grupos 90 de fuentes de IR según una forma de realización de ejemplo. Por ejemplo, puede proporcionarse un grupo adicional entre la cinta que apunte hacia arriba de modo que los dos grupos calienten los bordes para ser sellados desde los dos lados. Es decir, el calor puede aplicarse a los dos lados de la frita para garantizar su fusión más rápida y/o con mayor uniformidad. Los dos grupos 90 pueden regularse del mismo modo por los mismos medios o diferentes para garantizar que se sellen los bordes. De manera alternativa, puede introducirse entre los conjuntos un ligero retardo entre los ciclos de encendido y apagado o una configuración ligeramente diferente de encendido y apagado, por ejemplo, para contribuir a reducir el problema de rayado descrito anteriormente.

La forma de realización anteriormente descrita y/o otras formas de realización de ejemplo pueden implicar una fuente de calor por IR ajustable y operable para transmitir una parte sustancial de energía en dicho intervalo de longitudes de onda. La fuente de calor por IR puede usarse para calentar selectivamente un material aplicado tal como, por ejemplo, una película, aplicación, pintura, vidrio de soldadura, metal, recubrimiento metálico y/o cerámico, burlete, perfil, etc., que se ha aplicado a una superficie de un sustrato cerámico o de vidrio a una temperatura prescrita, provocando de este modo un cambio físico y/o químico deseado (como, por ejemplo, fusión, sinterización, cambio de propiedades químicas, afinado, etc.).

En determinadas formas de realización de ejemplo, se proporciona una disposición de elementos calefactores en una configuración que transmite una transferencia de energía localizada o difusa a una zona de interés. En determinadas formas de realización de ejemplo, las bombillas de IR pueden estar diseñadas para crear una respuesta espectral predeterminada. Las bombillas de IR pueden ajustarse de manera adicional a través de ajustes de la tensión. Por tanto, puede ser posible producir una longitud de onda de pico deseada, por ejemplo, mediante la provisión de bombillas que crean una respuesta espectral aproximada y mediante la provisión de ajustes de la tensión para ajustar adicionalmente al menos la longitud o longitudes de onda de pico. Este planteamiento resulta ventajoso en determinadas implementaciones de ejemplo, puesto que los cambios de tensión pueden regularse con mayor precisión, por ejemplo, en pequeños incrementos, dando así como resultado un consumo de potencia global menor, una cantidad reducida de tensión eléctrica en el sistema, etc.

Las bombillas pueden estar hechas para emitir una longitud de onda de pico determinada si sus elementos (por ejemplo, wolframio u otros elementos) se ajustan en términos de distancia y/o zona transversal. Estos cambios de dimensiones pueden contribuir a cambiar la resistencia y, por tanto, la producción de calor y, a su vez, afectar al espectro de la energía emitida. Como se ha mencionado anteriormente, puede usarse luz IR en las bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR). Comúnmente, dichos espectros abarcan longitudes de onda de, por ejemplo, 750-1400 nm y 1400-3000 nm, respectivamente. Algunas de las fritas que se usan en aplicaciones de VIG pueden ajustarse para absorber la energía en este intervalo. También es posible ajustar dichos materiales de frita (por ejemplo, a través del uso de pigmentos y/o aditivos) de modo que presente una absorción relativamente lineal en un espectro en el que el sustrato de vidrio que la soporta presenta una absorción relativamente baja. Por tanto, en determinadas formas de realización de ejemplo, los elementos pueden ajustarse fuera de intervalos de longitudes de onda de absorción alta para el vidrio y hacia intervalos de longitudes de onda de absorción alta o pico para la frita. En determinadas formas de realización de ejemplo, se ha observado que las longitudes de onda de alrededor de 1300-1700 nm resultan ventajosas en el sentido de que los materiales de frita son muy absorbentes en esta zona, mientras que la absorción del vidrio es relativamente baja. Como se ha indicado anteriormente, estos elementos pueden ajustarse adicionalmente mediante un cambio de tensión para regular la frecuencia a la que emiten la mayor cantidad de energía.

La Fig. 12 es un gráfico que representa la transmisión, reflexión y absorción frente a la longitud de onda para una frita de vidrio de ejemplo. Como puede verse, la frita se optimiza para el calentamiento a través de una longitud de onda IR de 1300-1700 nm. En determinadas formas de realización de ejemplo, el material de frita puede ser un material de frita a base de vanadio. Véase, por ejemplo, la solicitud con número de serie 13/_,_, titulada "VANADIUM-BASED FRIT MATERIALS, AND/OR METHODS OF MAKING THE SAME" (n.º de expediente del apoderado 3691-2172), cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia. Otros materiales de frita pueden usarse, incluidas, por ejemplo, fritas de Ferro 2824B y 2824G. Véase, por ejemplo, la solicitud con número de serie 13/_,_, titulada "IMPROVED FRIT MATERIALS AND/OR METHOD OF MAKING VACUUM INSULATING GLASS UNITS INCLUDING THE SAME" (n.º de expediente del apoderado 3691-2307). Otras fritas denominadas "sin plomo" pueden usarse en diferentes formas de realización.

La Fig. 13 es un gráfico que muestra la absorción del vidrio frente a la longitud de onda para un vidrio flotado transparente de 3,2 mm. La Fig. 13 también muestra perfiles de ejemplo para salidas de elementos de wolframio que funcionan a diferentes longitudes de onda de pico. Como se puede ver, la absorción de vidrio aumenta gradualmente hasta justo por encima de longitudes de onda de 2,5 micrómetros, donde el salto es aproximadamente vertical. Por tanto, es deseable ajustar los elementos calefactores por IR (y las composiciones de frita de IR) hacia las bandas de NIR y/o SWIR y, por ejemplo, hasta picos de alrededor 1,14 o 1,30 micrómetros, donde la absorción de IR es relativamente baja en comparación. En determinadas formas de realización de ejemplo, la frita se ajusta a una longitud de onda de modo que absorba al menos alrededor del doble de calor de los elementos de IR en comparación con el sustrato de vidrio, más preferentemente al menos alrededor del triple de calor, y todavía más preferentemente 3,5 veces o más de calor.

La Fig. 14 establece una correlación entre la tensión y la temperatura de elementos calefactores por IR de ejemplo. Como puede verse, cuanto mayor es la tensión, menor es la temperatura. También puede verse que el vidrio permanece a una temperatura menor que la frita para todas las tensiones. Como se apreciará, una diferencia de temperatura alta entre el vidrio y la frita es deseable en determinadas formas de realización de ejemplo. Y, como se explica anteriormente, ello se puede llevar a cabo mediante el ajuste de la salida de pico del elemento o elementos calefactores por IR en dirección al intervalo de absorción de la frita y en dirección opuesta al intervalo de absorción del vidrio.

La distancia entre el elemento y la parte que va a calentarse también puede ajustarse para regular el flujo de energía, por ejemplo, mediante el ajuste del perfil de calentamiento. En otras palabras, en determinadas formas de realización de ejemplo es posible ajustar la distancia vertical entre los emisores de IR y la parte que va a calentarse. Pueden usarse tornillos de apriete y separación o similares para llevar a cabo dicho movimiento. El movimiento puede ser manual o automático en determinadas formas de realización de ejemplo. Como se podrá apreciar en determinadas formas de realización, los emisores de IR se proporcionan en una posición fija vertical con respecto a la parte que va a calentarse. En general, puede ser deseable una distancia de alrededor de 4,54 – 25,40 cm, más preferentemente 7,62 - 15,24 cm y en ocasiones de alrededor de 10,16 cm desde la parte superior del vidrio de una unidad de VIG.

El flujo de energía también puede ajustarse mediante el cambio de la distancia entre elementos calefactores adyacentes. En determinadas formas de realización de ejemplo, puede proporcionarse una distancia entre centros de 4,54 – 15,24 cm (y, en ocasiones, de 10,16 cm) para las bombillas adyacentes. Se ha observado que en esta distancia entre centros de ejemplo resulta ventajosa en el sentido de que se produce una cantidad apropiada de calor. La colocación de las bombillas muy juntas puede producir demasiado calor para el material de frita y/o los sustratos.

Los emisores pueden proporcionarse a diferentes ángulos con respecto a la zona diana que va a calentarse en diferentes formas de realización de la presente invención. Por ejemplo, en un horno fijo de ejemplo en el que los objetos simplemente se introducen o se retiran, se observó que un ángulo de las bombillas de aproximadamente 90 grados (por ejemplo, ±15 grados) con respecto a la superficie en la que se montan (por ejemplo, una superficie directamente por encima de la parte que va a calentarse) era ventajoso en términos de producción de un perfil de calentamiento deseado. En cambio, en un horno de ejemplo en el que los productos se movían dentro y fuera de este en un sistema de transportador a base de rodillos, se observó que unos ángulos de aproximadamente 45 grados (por ejemplo, ±15 grados) para las bombillas eran ventajosos en términos de producción de un perfil de calentamiento deseado. Es decir, determinadas formas de realización de ejemplo pueden usar bombillas generalmente alargadas que están orientadas generalmente en horizontal con respecto a una cámara, y siendo dichas bombillas generalmente perpendiculares o estando colocadas en ángulo hacia o en dirección opuesta a superficies superiores y/o inferiores del subconjunto de VIG. En determinadas formas de realización de ejemplo, las bombillas pueden proporcionarse por encima y/o por debajo del subconjunto de VIG.

En determinadas formas de realización de ejemplo, pueden usarse uno o más espejos de apoyo o de otro tipo para contribuir a focalizar el calor generado por el elemento o elementos de IR.

Los elementos calefactores mismos pueden enfriarse por medios convectivos, conductivos y/o otros medios de enfriamiento en determinadas formas de realización de ejemplo.

El material aplicado que va a calentarse (por ejemplo, la pasta en suspensión de frita que puede incluir materiales cerámicos, un vehículo y aglomerante de agua o de otra base disolvente; pintura; un recubrimiento; vidrio de soldadura; metales; recubrimientos metálicos y/o semiconductores que incluyen, por ejemplo, películas pirolíticas o por pulverización catódica; etc.) puede absorber la energía y calentarse a una velocidad mayor que el sustrato de vidrio o cerámico por el cual está soportado. Este calentamiento selectivo resulta ventajoso en el sentido de que el calor presenta un efecto reducido en las propiedades del sustrato, por ejemplo, en relación con la menor formación de calor en comparación con el material aplicado. Por tanto, como se podrá apreciar, si el sustrato se trata por calor (por ejemplo, vidrio endurecido por el calor o templado), las propiedades internas pueden permanecer inalteradas en gran medida, dado que la frecuencia a la que se transmite la energía a la parte se dirige al material aplicado en lugar de al sustrato de vidrio.

La Fig. 15 es un gráfico con las propiedades de absorción de un material de frita según determinadas formas de realización de ejemplo. El gráfico ilustrativo muestra el porcentaje de absorción frente a la longitud de onda en nanómetros. Se muestran dos materiales de frita diferentes, frita 1 y frita 2. La frita 1 es un material de frita mejorado según determinadas formas de realización de ejemplo de la solicitud con número de serie 13/__,_ (n.º de expediente del apoderado 3691-2307), cuyo contenido completo se incorpora en el presente documento por referencia, y la frita 2 es un material de frita convencional. También se muestran dos tipos diferentes de vidrio. El primero es un vidrio flotado transparente convencional. El segundo (vidrio recubierto de RLE) es un sustrato de vidrio recubierto, aunque se podrá apreciar que distintas formas de realización de ejemplo pueden usar distintos recubrimientos de baja emisividad. Como puede desprenderse del gráfico, la frita 1 incluye propiedades de absorción aumentadas frente a la frita 2. De hecho, la frita 1 mantiene un porcentaje de absorción por encima de un 80 % a lo largo de todo el gráfico ilustrado y de un 90 % o cerca de este a lo largo de una parte sustancial del gráfico. En cambio, la frita 2 presenta una absorción máxima en el intervalo de longitudes de onda de 300 nm y, posteriormente, desciende rápidamente hasta mantener una absorción de alrededor de un 20 % en las regiones de IR de longitud de onda media a larga.

Como se muestra, la frita 2 posee propiedades de absorción similares a las encontradas en los sustratos de vidrio. Por consiguiente, cuando la frita 2 se dispone en dichos sustratos de vidrio, tanto el vidrio como la frita pueden absorber cantidades similares de energía IR. Las propiedades de absorción similares de la energía IR pueden ocasionar que tanto los sustratos de frita como de vidrio presenten perfiles de calentamiento similares. En cambio, las propiedades de absorción de la frita 1 proporcionan una capacidad sustancialmente aumentada de absorción de energía IR. Por consiguiente, en determinadas formas de realización de ejemplo, puede proporcionarse un material de frita con un alto porcentaje de absorción de IR, por ejemplo, por encima de alrededor de un 80 %, o preferentemente por encima de un 85 %, e incluso más preferentemente por encima de alrededor de un 90 %, para al menos una parte sustancial de las longitudes de onda de IR en cuestión. Por descontento, se apreciará que un material de frita que presente una absorción de IR de un 50 % o 75 % también es posible en determinadas implementaciones de ejemplo.

Aunque el calentamiento selectivo o preferente de una zona resulta ventajoso, los inventores de la presente solicitud también han observado la importancia del perfil de calentamiento del artículo en su totalidad. Como se ha indicado anteriormente, el destempe es un riesgo para los artículos monolíticos. No obstante, los inventores de la presente solicitud han observado que el riesgo se ve acrecentado para las unidades de VIG. En otras palabras, los sustratos usados en las unidades de VIG son más sensibles al destempe que sus homólogos de sustratos de vidrio monolítico. Por tanto, determinadas formas de realización de ejemplo contribuyen a garantizar que la temperatura del sustrato no sea superior a 375 grados centígrados durante 1 minuto, más preferentemente no superior a 350 grados centígrados durante 1 minuto, y todavía más preferentemente no superior a 325 grados centígrados durante 1 minuto.

Asimismo, un control uniforme de la temperatura en el sustrato de vidrio en su conjunto también repercute en el rendimiento final. Por tanto, es deseable la uniformidad del calentamiento en toda la frita y el sustrato. Dicha uniformidad resulta ventajosa a la hora de contribuir a evitar la creación de "puntos calientes" o zonas de sobrecalentamiento localizado. Dichos puntos calientes pueden provocar el destempe de los sustratos de vidrio, la formación de burbujas o bolsas de aire en la frita, la sobrecocción de la frita, etc. Preferentemente, la superficie del sustrato y/o la frita presenta una temperatura que difiere en no más de ± 5 grados centígrados, más preferentemente en no más de ± 2 grados.

Se ha observado que las superficies internas de la cámara usada para el calentamiento por IR pueden provocar reflexiones de los haces de IR. Estas reflexiones también pueden provocar "puntos calientes", potencialmente en o sobre la frita y/o sustrato, y puede reducir de este modo la uniformidad de la temperatura global dentro de la cámara y/o sobre los sustratos. De este modo, determinadas formas de realización de ejemplo contribuyen a regular la temperatura del vidrio y la frita mediante la creación de un patrón difuso de energía alterando las características superficiales de determinadas superficies del interior de la cámara. Los cambios de dichas superficies también pueden contribuir a reducir el impacto de las reflexiones de las superficies de vidrio.

Más concretamente, determinadas formas de realización de ejemplo pueden contener superficies de pared interna

“turbias” que contribuyen a reducir las reflexiones dirigidas y/o contribuyen a crear un patrón más difuso de reflexiones. Ello se puede llevar a cabo mediante la provisión de una pared interna de un material fibroso para aislamiento endurecido y resistente a las altas temperaturas, en lugar de un material metálico más “brillante” (y, por tanto, reflectante). En determinadas formas de realización de ejemplo, el material fibroso para aislamiento puede ser una lana de roca para altas temperaturas a base de sílice o un material similar. El material fibroso endurecido presenta una turbidez mayor y, de este modo, contribuye a crear un patrón más difuso de radiación que, a su vez, ocasiona más uniformidad en el calentamiento. Puede ofrecerse un aislamiento adicional alrededor de las paredes internas del material fibroso. En determinadas formas de realización de ejemplo, el material de pared interna puede presentar una reflectancia baja en al menos el intervalo de IR, por ejemplo, menos de un 50 %, más preferentemente menos de un 25 %, todavía más preferentemente menos de un 20 %, posiblemente menos de un 10-15 % y en ocasiones incluso menor. En dichos casos, la cantidad reducida de IR puede reflejarse en un patrón difuso.

Puede proporcionarse precalentamiento en determinadas formas de realización de ejemplo por medio de convección u otros medios de calentamiento, aunque determinadas formas de realización de ejemplo no implican calentamiento. En lugar de ello, la cámara puede mantenerse a una temperatura elevada (por ejemplo, de 100 grados centígrados) y todo el vidrio o parte de este puede calentarse mediante el elemento o elementos calefactores por IR solos. En dichos casos, el elemento o elementos calefactores por IR pueden operar a una tensión del 50 % para precalentar todo el vidrio o parte de este y/o para mantener la temperatura elevada (por ejemplo, a 100 grados centígrados), mientras que puede proporcionarse una tensión aumentada del 70-80 % para el proceso de sellado en sí. En determinadas formas de realización de ejemplo, pueden proporcionarse tensiones del 50 % y 80 % para estos dos modos, aunque la tensión puede variar en cierta medida, por ejemplo preferentemente $\pm 10\%$, y más preferentemente $\pm 5\%$. Como se muestra con detalle a continuación, las tensiones del 50 % y 80 % son sorprendentes e inesperadas.

Como se ha mencionado anteriormente, la densidad de la irradiación por IR fue un factor importante en el destemple. En suma, el uso de todas las lámparas para producir tiempos de preparación cortos dio como resultado un destemple casi completo del VIG, mientras que el uso de una densidad de potencia de la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) retuvo mejor el templado tanto para vidrio recubierto como para vidrio transparente y casi la misma rotura. Sorprendente e inesperadamente, la tensión de IR a una densidad de la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) presentó la mejor retención del templado a un 50 % y 80 %. El resto de tensiones dieron lugar a una mayor pérdida del templado en función de los patrones de rotura.

Los perfiles térmicos se desarrollaron mediante las siguientes técnicas:

1. Se inició a 100 grados centígrados por medio de calor por convección para calentar el vidrio.
2. Se apagó el ventilador de convección. Se permitió que el vidrio se estabilizara durante 2-3 minutos. Ello redujo la falta de uniformidad de la temperatura de los problemas con el flujo de aire por convección con el SWIR.
3. Se ajustó el tiempo y la tensión de IR para proporcionar un calentamiento de 3 minutos hasta 275 grados centígrados y después se mantuvo durante 3 minutos para permitir que el vidrio/la frita se estabilizara a 275 grados centígrados.
4. Un aumento gradual de la temperatura en función de la matriz de tensión se dirigió a una temperatura pico de 350 grados centígrados para todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %) a tensiones de 40 %, 50 % y 60 % y para la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) a tensiones de 50 %, 60 %, 70 %, 80 % y 90 %.
5. Se ajustó la tensión de IR para que se mantuviera durante 1 minuto a una temperatura de 350 grados centígrados.
6. Para el enfriamiento, se inyectó aire durante un máximo de 30 segundos después de la reducción de IR. Ello aumentó el enfriamiento del horno y del vidrio para minimizar la acción del calor sobre el destemple.

El sistema de termopar 19 se usó para medir la temperatura. La tensión de IR se ajustó en consecuencia para obtener la uniformidad de temperatura mejor posible. Se obtuvo una uniformidad de aproximadamente 10 grados centígrados (± 5 grados centígrados) para el aumento y el mantenimiento del pico.

Después de que se completaran todos los perfiles, cada uno fue analizado con un vidrio templado estándar de 14x20 (78/31)/transparente recubierto y unido entre sí (sin frita). Sin embargo, como se podrá apreciar, diferentes formas de realización de ejemplo pueden contener diferentes recubrimientos tratados por calor y/u otros recubrimientos a base de doble, triple o cuádruple plata. Las fisuras se realizaron con un punzón de resorte, a 2,54 centímetros en el interior del centro del perímetro largo.

Se observó que el enfriamiento del horno era una fuente significativa de rotura. Por consiguiente, determinadas formas de realización de ejemplo pueden incluir tuberías de aire instaladas en el interior del horno. En determinadas implementaciones de ejemplo, pueden proporcionarse 70-80 cfm de aire al horno cuando la válvula esté abierta, contribuyendo de este modo a eliminar parte del calor generado durante el aumento de temperatura y también contribuyendo a enfriar el vidrio con mayor rapidez.

Como se ha indicado anteriormente, hay determinadas formas de realización de ejemplo que no necesitan calor por

convección durante el aumento de la temperatura y, en su lugar, se usa únicamente calor por IR. La técnica de ejemplo de permitir que el vidrio alcance los 100 grados centígrados y después apagar los calentadores y el ventilador permite que los elementos estén más fríos y presenten menos calor latente restante durante el proceso de enfriamiento. Por tanto, estas técnicas pueden contribuir en determinados casos de ejemplo a reducir la carga calorífica de la masa del horno y de los elementos calefactores de modo que haya una cantidad total de calor menor que extraer durante el enfriamiento.

La siguiente tabla resume la rotura según los parámetros de tensión y de bombilla, y a continuación se proporcionan las preparaciones y perfiles térmicos reales.

Densidad bombillas	Establecimiento tensión de IR	Templado estándar recubierto	Templado estándar transparente
Todas	40 %	Destemple completo	Destemple grave
Todas	50 %	Destemple completo	Destemple grave, el mejor del IR completo
Todas	60 %	Destemple completo	Destemple grave
Mitad	50 %	Roturas mínimas, bien	Roturas mínimas, bien
Mitad	60 %	Destemple moderado	Destemple moderado
Mitad	70 %	Destemple moderado, mejor que el 60 %	Destemple moderado, mejor que el 60 %
Mitad	80 %	Pequeñas roturas, casi tan bien como la mitad de bombillas al 50 %	Pequeñas roturas, casi tan bien como la mitad de bombillas al 50 %
Mitad	90 %	Mayor destemple de la serie de la mitad de bombillas	Mayor destemple de la serie de la mitad de bombillas

De acuerdo con los datos de ejemplo, pueden realizarse varias observaciones en términos de tensión de IR y densidad en función de perfiles térmicos "iguales". Todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %) provocaron un destemple grave en ambos vidrios, siendo los artículos recubiertos los mayores afectados (destemple completo). La mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) tuvieron un impacto más similar tanto en productos recubiertos como transparentes y presentaron un efecto de destemple menor.

En general, la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) presentaron dos regiones mejores de rotura de temple a unas tensiones de 50 % y 80 %. La densidad de la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %) implica bombillas de 2000 vatios separadas entre sí a 10,16 centímetros, con una distancia del vidrio a la bombilla de 10,16 centímetros. En determinadas formas de realización de ejemplo, puede resultar ventajoso evitar superposiciones significativas de energía IR de las bombillas IR. La rotura de temple en todos los ensayos mostró una buena uniformidad de rotura en las planchas de 14x20, lo que indica una uniformidad de temperatura adecuada para un calentamiento o enfriamiento uniformes.

La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 40 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 16a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

Nombre etapa	Etapas (min)	Temp. °C conducto	Delantera superior	Media superior	Trasera superior	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador	% amortiguador
100 Vidrio a 100 °C, uso IR al 10 % o 25 % para obtener, después apagado 2-3 min para estabilizar										
Aumento	3,6	0	40	22	40	37	23	32	0	0
Mant.	3,0	0	15	8	23	30	7	21	0	0
Aumento	3,2	0	37	16	38	41	15	35	0	0
apagado	0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
encend.	0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
apagado	0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
encend.	0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
enfriam.	2,0	0	10	0	5	5	0	5	0	100
enfriam.	15,0	0	10	0	5	15	0	5	50	100
fin										
Mitad										
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 50 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 17a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

ES 2 677 557 T3

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto 100	Delantera superior Vidrio a 100 °C, uso estabilizar	Media superior 100 °C, uso	Trasera superior IR al 10 % o 25 % para obtener, después	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador apagado	% amortiguador 2-3 min para
Aumento	3,6	0	40	22	40	37	23	32	0	0
Mant.	3,0	0	15	8	23	30	7	21	0	0
Aumento	1,8	0	45	23	50	50	22	50	0	0
apagado	0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
encend.	0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
apagado	0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
encend.	0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
enfriam.	2,0	0	10	0	5	5	0	5	0	100
enfriam.										
fin	15,0	0	10	0	5	15	0	5	50	100
Mitad										
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

- 5 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 60 % de tensión y todas las bombillas (uso de las bombillas al 100 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 18a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

Etapa (min)	Temp. °C conducto 275	Delantera superior Vidrio a 100 °C, uso estabilizar	Media superior 100 °C, uso	Trasera superior IR al 10 % o 25 % para obtener, después	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador apagado	% amortiguador 2-3 min para
3,6	0	40	22	40	37	23	32	0	0
3,0	0	15	8	23	30	7	21	0	0
1,2	0	60	40	60	60	40	60	0	0
0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
0,1	0	5	5	5	5	5	5	0	0
0,5	0	30	17	30	30	17	30	0	0
2,0	0	10	0	5	5	0	5	0	100
15,0	0	10	0	5	15	0	5	50	100
1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

- 10 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 50 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 19a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto 100	Delantera superior Vidrio a 100 °C, uso	Media superior 100 °C, uso	Trasera superior IR al 10 % o 25 % para obtener, después	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador apagado	% amortiguador 2-3 min para
Aumento	5,0	0	50	35	60	59	30	50	0	0
Mant.	3,0	0	32	15	43	40	9	33	0	0
Aumento	9,0	0	40	15	50	50	20	50	0	0
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0
enfriam.	2,0	0	20	0	5	15	0	5	0	100
enfriam.										
fin	15,0	0	5	0	5	5	0	5	50	100
Mitad										
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

- 15 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 60 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 20a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

ES 2 677 557 T3

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto	Delantera superior	Media superior	Trasera superior	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador	% amortiguador	
		275	Vidrio a 100 °C, uso IR al 10 % o 25 % para obtener, después apagado 2-3 min para estabilizar								
Aumento	5,0	0	50	35	60	59	30	50	0	0	
Mant.	3,0	0	32	15	43	40	9	33	0	0	
Aumento	4,0	0	56	34	63	60	31	62	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0	
enfriam.	2,0	0	20	0	5	15	0	5	0	100	
enfriam.											
fin	15,0	0	5	0	5	5	0	5	50	100	
Mitad											
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	

5 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 70 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 21a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto	Delantera superior	Media superior	Trasera superior	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador	% amortiguador	
		275	Vidrio a 100 °C, uso IR al 10 % o 25 % para obtener, después apagado 2-3 min para estabilizar								
Aumento	5,0	0	50	35	60	59	30	50	0	0	
Mant.	3,0	0	32	15	43	40	9	33	0	0	
Aumento	2,5	0	66	40	74	70	40	70	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	60	40	60	60	40	60	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	60	40	60	60	40	60	0	0	
enfriam.	2,0	0	20	0	5	15	0	5	0	100	
enfriam.											
fin	15,0	0	5	0	5	5	0	5	50	100	
Mitad											
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	

10 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 80 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 22a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto	Delantera superior	Media superior	Trasera superior	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador	% amortiguador	
		275	Vidrio a 100 °C, uso IR al 10 % o 25 % para obtener, después apagado 2-3 min para estabilizar								
Aumento	5,0	0	50	35	60	59	30	50	0	0	
Mant.	3,0	0	32	15	43	40	9	33	0	0	
Aumento	1,8	0	76	50	83	78	48	80	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	60	40	60	60	40	60	0	0	
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0	
encend.	0,5	0	60	40	60	60	40	60	0	0	
enfriam.	2,0	0	20	0	5	15	0	5	0	100	
enfriam.											
fin	15,0	0	5	0	5	5	0	5	50	100	
Mitad											
IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	

15 La siguiente tabla identifica unas etapas de perfil de calentamiento de ejemplo y mediciones de temperatura para dichas etapas con un ensayo de 90 % de tensión y la mitad de bombillas (uso de las bombillas al 50 %). Esta información se muestra visualmente en las Figs. 23a-b, que representan la temperatura frente al tiempo para las posiciones superior e inferior, respectivamente.

20

ES 2 677 557 T3

Nombre etapa	Etapa (min)	Temp. °C conducto 100	Delantera superior Vidrio a 100 °C, uso estabilizar	Media superior 100 °C, uso	Trasera superior IR al 10 % o 25 % para obtener, después	Delantera inferior	Media inferior	Trasera inferior	% ventilador apagado	% amortiguador 2-3 min para
Aumento Mant.	5,0	0	50	35	60	59	30	50	0	0
Aumento apagado	3,0	0	32	15	43	40	9	33	0	0
encend.	1,4	0	85	60	96	90	60	90	0	0
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0
apagado	0,1	0	10	10	10	10	10	10	0	0
encend.	0,5	0	50	30	50	50	30	50	0	0
enfriam.	2,0	0	20	0	5	15	0	5	0	100
enfriam. fin	15,0	0	5	0	5	5	0	5	50	100
Mitad IR	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

5 Como se podrá apreciar, los perfiles de ejemplo descritos anteriormente no implican ningún ciclo de encendido y apagado de las bombillas, por ejemplo, en función de la posición del subconjunto de VIG con respecto a las bombillas. En lugar de ello, en determinadas formas de realización, las bombillas pueden estar controladas únicamente en función de requisitos de temperatura.

10 Se han descrito determinadas formas de realización de ejemplo en relación con una densidad de la mitad de bombillas (o uso de las bombillas al 50 %) y densidad de todas las bombillas (o uso de las bombillas al 100 %). Como se podrá apreciar, ello se refiere al número aproximado de bombillas en un grupo de bombillas que están encendidas o apagadas. Es decir, la densidad de la mitad de bombillas (o uso de las bombillas al 50 %) se refiere a que aproximadamente una mitad de las bombillas están encendidas mientras que el resto están apagadas, etc. En dicho supuesto, puede estar encendida una bombilla sí y otra no, etc., aunque son posibles otras disposiciones en diferentes implementaciones. Las bombillas adecuadas para el uso en determinadas implementaciones de ejemplo 15 incluyen las proporcionadas comercialmente por Castle Solar.

20 Como se podrá apreciar, las formas de realización de ejemplo descritas en la presente memoria pueden usarse junto con diversos conjuntos diferentes de VIG y/u otras unidades o componentes. Por ejemplo, los sustratos pueden ser sustratos de vidrio, sustratos endurecidos por el calor, sustratos templados, etc.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG), comprendiendo el método:

5 proporcionar un subconjunto de VIG a un calentador, comprendiendo el subconjunto de VIG unos sustratos de vidrio primero y segundo separados entre sí sustancialmente paralelos, una pluralidad de columnas de soporte entre los sustratos de vidrio primero y segundo y un material de fritada para formar un sellado de borde entre ellos; emitir energía infrarroja (IR) de al menos una bombilla que funciona a aproximadamente la mitad de la densidad de potencia para precalentar el subconjunto de VIG; y
 10 emitir energía IR de la al menos una bombilla (90) que funciona a aproximadamente la mitad de la densidad de potencia y a una longitud de onda IR de pico preseleccionada a la cual los sustratos de vidrio primero y segundo presentan una absorción inferior a un 30 % y a la cual el material de fritada presenta una absorción de un 80 % en la fabricación de la unidad de VIG.

15 2. El método de la reivindicación 1, en el que:

las bombillas (90) incluyen:

una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) (90) regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la banda o bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o infrarrojo de onda corta (SWIR),
 20 estando la pluralidad de elementos calefactores por IR separados entre sí para presentar una distancia entre centros de 4,54 – 15,24 cm (2- 6") y estando colocados verticalmente a 4,54 – 25,40 cm (2-10") por encima de una superficie superior y/o por debajo de una superficie inferior del subconjunto de VIG,
 comprendiendo las paredes internas un material que presenta características adecuadas para provocar una reflexión de una cantidad reducida de radiación IR que procede de los elementos calefactores por IR y que incide
 25 en estas, siendo reflejada la radiación IR reflejada en un patrón difuso o sin dirección, y aislamiento proporcionado alrededor de las paredes internas; y
 calentar el material de fritada proporcionado alrededor de la periferia del subconjunto de VIG a través de la pluralidad de elementos calefactores por IR para la formación del sellado de borde, siendo ajustable la cantidad de tensión suministrada a la pluralidad de elementos calefactores por IR para variar la longitud de onda de pico
 30 producida por la pluralidad de elementos calefactores por IR para calentar el material de fritada en comparación con los sustratos de vidrio del subconjunto de VIG.

3. El método de la reivindicación 2, en el que en el que la longitud de onda de pico está entre 1300-1700 nm.

35 4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-3, en el que la longitud de onda de pico se selecciona de modo que al menos alrededor de tres veces más de energía sea absorbible por el material de fritada en comparación con los sustratos de vidrio del subconjunto de VIG.

40 5. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-4, en el que los elementos calefactores por IR están orientados en ángulos de aproximadamente 90 grados respecto a una superficie en la que están montados.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que los elementos calefactores por IR están orientados en ángulos de aproximadamente 45 grados respecto a la superficie en la que están montados.

45 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-6, que mantiene un entorno de calentamiento estable en el que la temperatura en el subconjunto de VIG no varía en más de ± 5 grados centígrados.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-7, que mantiene un entorno de calentamiento estable en el que la temperatura en el subconjunto de VIG no varía en más de ± 2 grados centígrados.

50 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-8, en el que las paredes internas comprenden un material fibroso endurecido.

10. El método de cualquiera de las reivindicaciones 2-9, que comprende además el mantenimiento de un interior del calentador a una primera temperatura elevada a través de los elementos calefactores por IR y sin el uso de elementos calefactores adicionales, siendo la primera temperatura elevada inferior a una temperatura necesaria para formar el sellado de borde.

60 11. El método de la reivindicación 10, que comprende además el ajuste de los elementos calefactores por IR mediante los cambios de tensión que se mueven de la primera temperatura elevada hasta la temperatura que se necesita para formar el sellado de borde una vez se ha introducido el subconjunto de VIG en el calentador.

12. Un aparato para formar un sellado de borde en una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG), que comprende:

65 una pluralidad de elementos calefactores por infrarrojos (IR) (90) regulables para emitir radiación IR a una longitud de onda de pico en la banda o bandas del infrarrojo cercano (NIR) y/o del infrarrojo de onda corta

(SWIR),

un controlador operable para ajustar una cantidad de tensión suministrada a la pluralidad de elementos calefactores por IR (90) para variar la longitud de onda de pico producida por la pluralidad de elementos calefactores por IR;

5 en donde el controlador es operable en un primer y un segundo modos, siendo el primer modo un modo de precalentamiento, en el que los elementos calefactores por IR (90) funcionan aproximadamente a la mitad de densidad de potencia y a una tensión del 45-55 %, y siendo el modo segundo un modo de sellado de la frita en el que los elementos calefactores por IRI funcionan a la mitad de la densidad de potencia y a una tensión de 75-85 %.

10 13. El aparato para formar un sellado de borde en una unidad de vidrio aislado al vacío (VIG) de la reivindicación 12, en el que:

15 la pluralidad de elementos calefactores por IR (90) están separados entre sí para presentar una distancia entre centros de 4,54-15,24 cm (2-6"),

la pluralidad de elementos calefactores por IR (90) están colocados verticalmente a 4,54-25,40 cm (2-10") por encima de una superficie superior y/o por debajo de una superficie inferior de un subconjunto de VIG insertable entre medias,

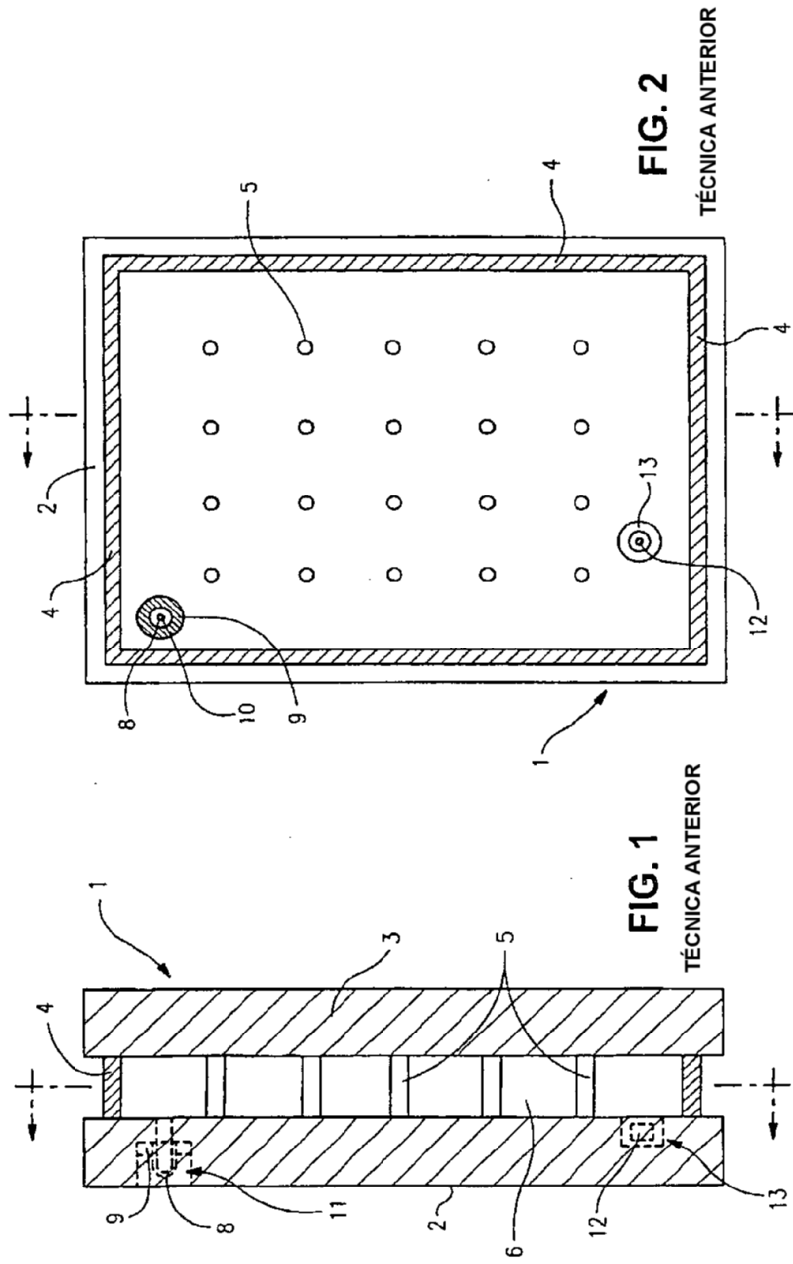
comprendiendo el aparato, además:

20 paredes internas que comprenden un material que presenta características adecuadas para provocar una reflexión de una cantidad reducida de radiación IR que procede de los elementos calefactores por IR y que incide en estas, siendo reflejada la radiación IR reflejada en un patrón difuso o sin dirección; y aislamiento proporcionado alrededor de las paredes internas.

25 14. El aparato de la reivindicación 13, en el que la longitud de onda de pico está entre 1300-1700 nm.

15. El aparato de las reivindicaciones 13 o 14, en el que la longitud de onda de pico se selecciona de modo que al menos alrededor de tres veces más de energía sea absorbible por el material de frita en comparación con los sustratos de vidrio del subconjunto de VIG.

30



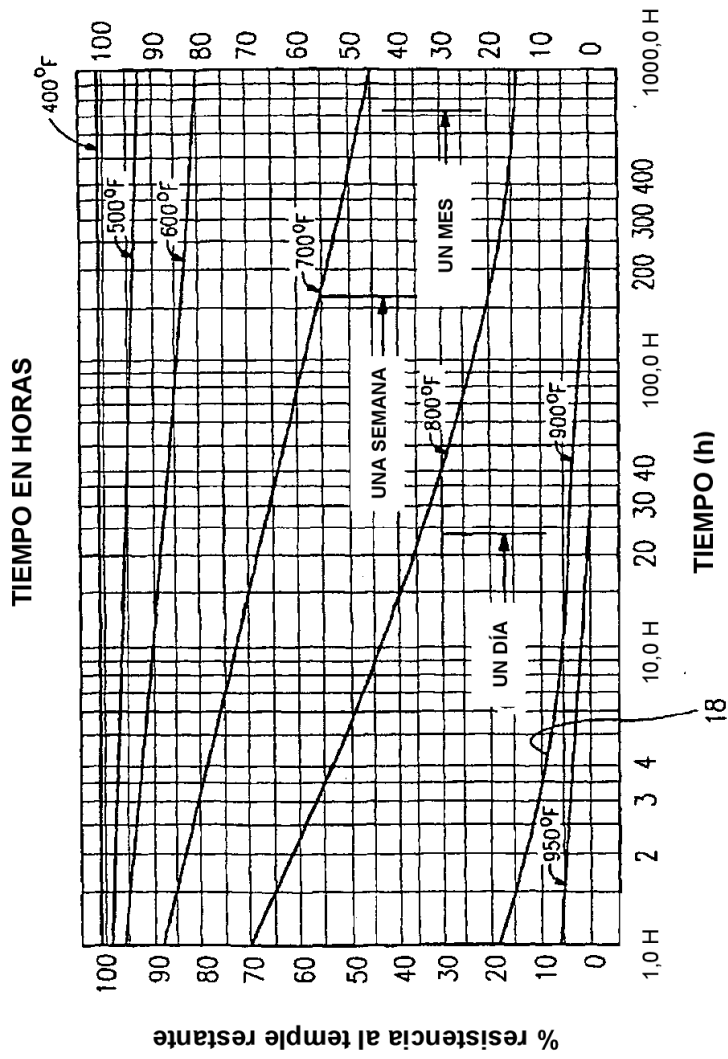


FIG. 3

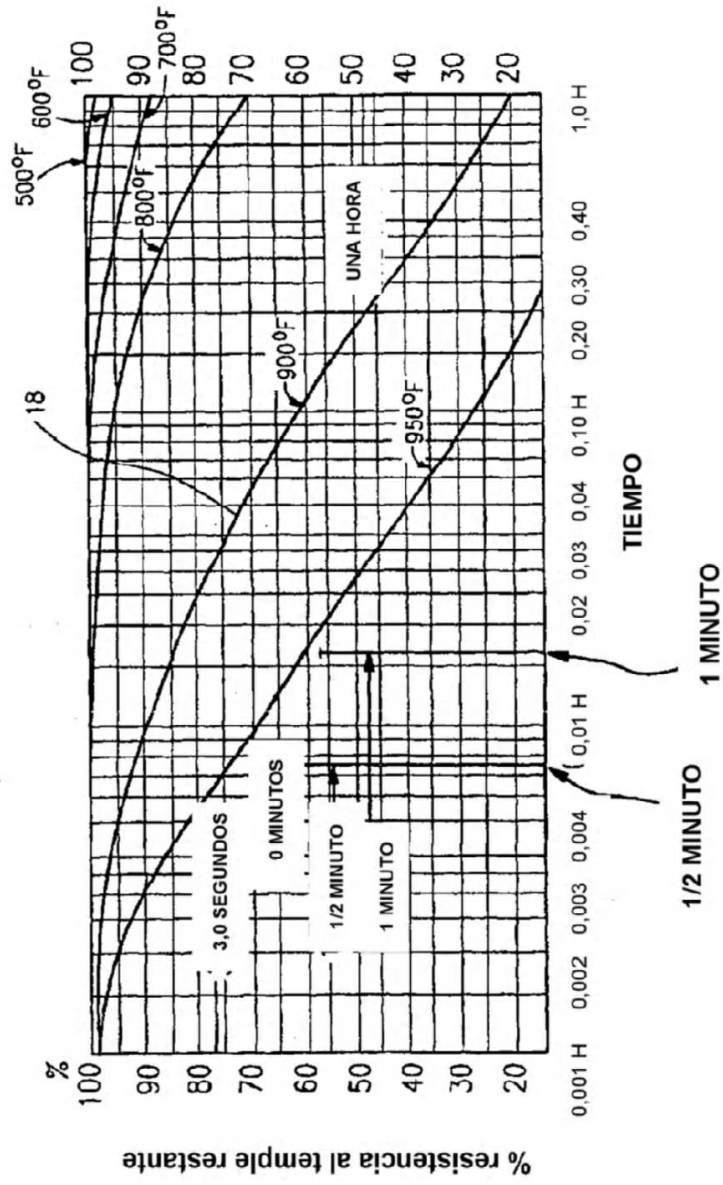
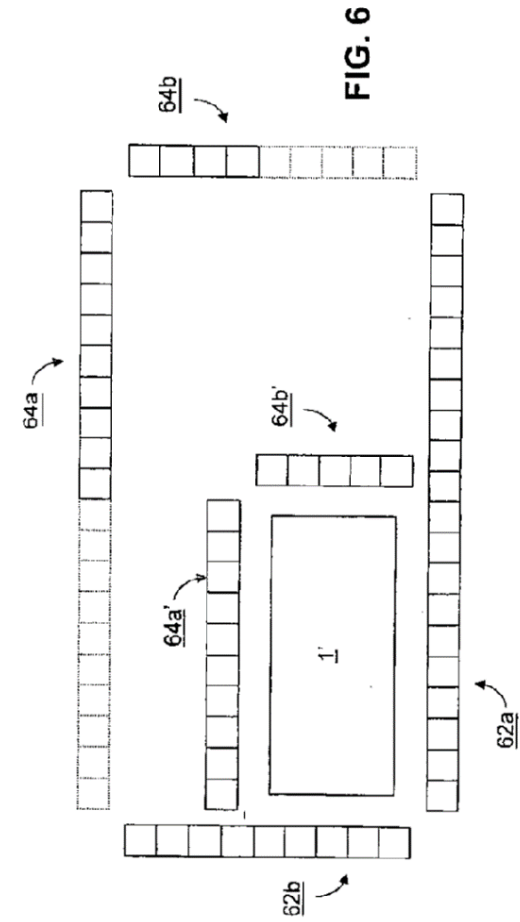
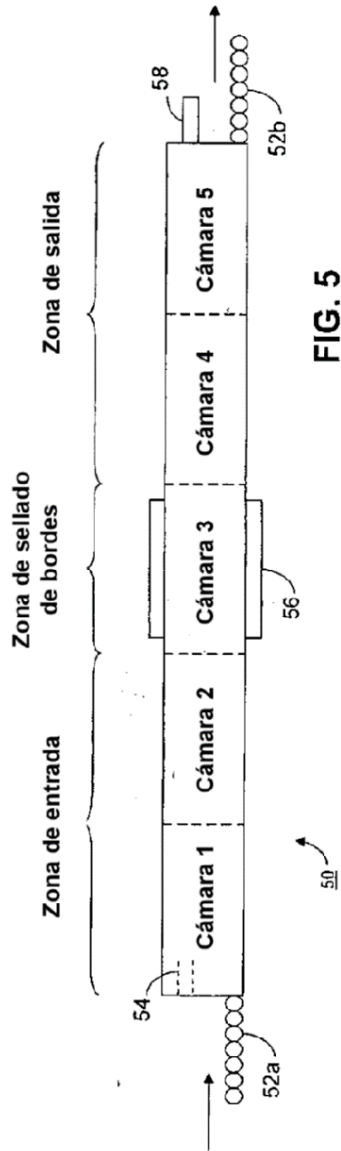


FIG. 4



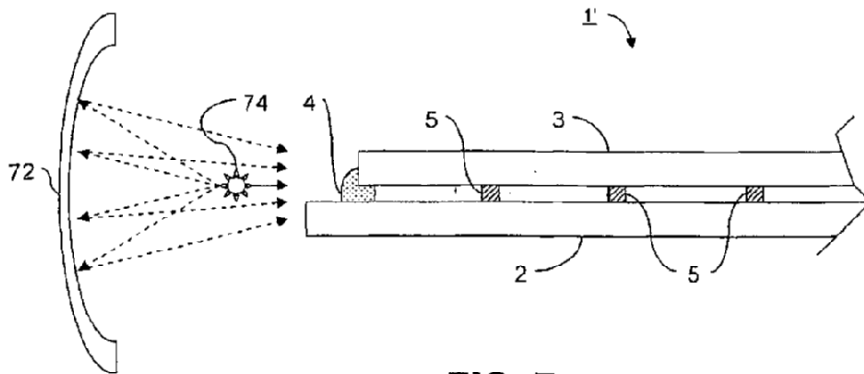


FIG. 7

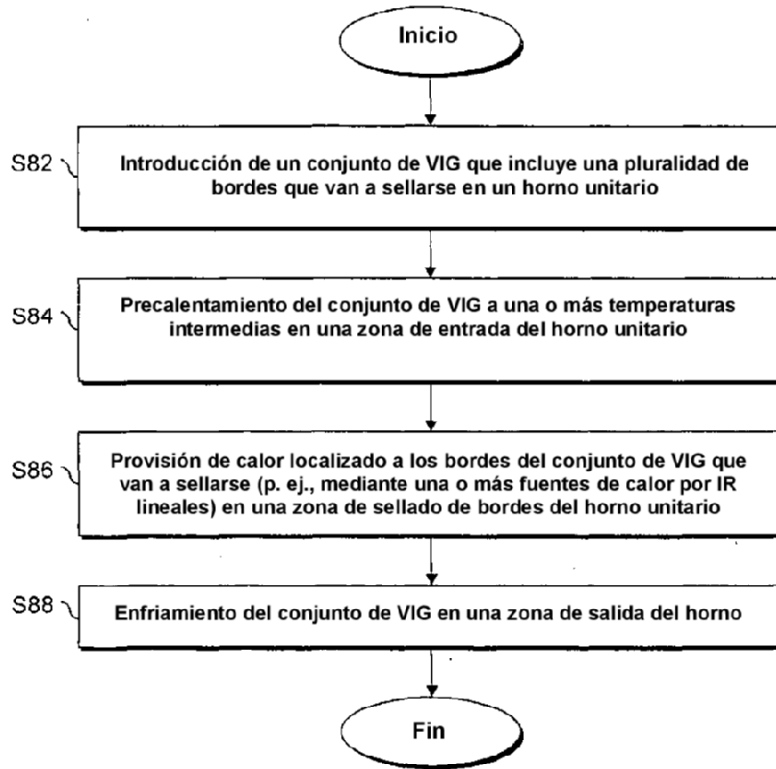


FIG. 8

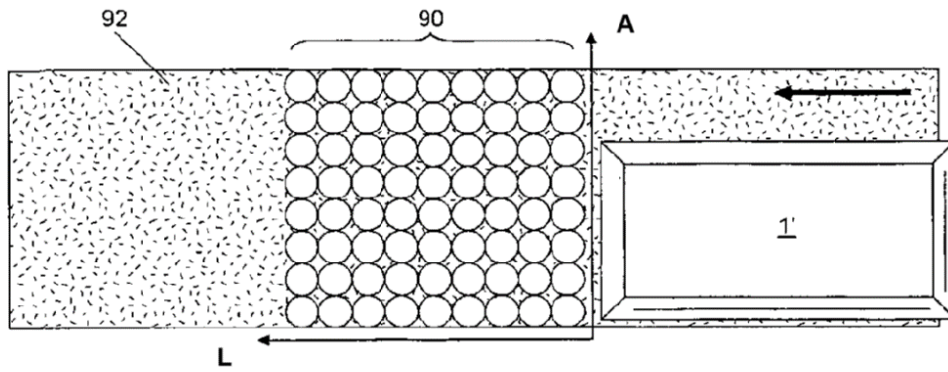


FIG. 9a

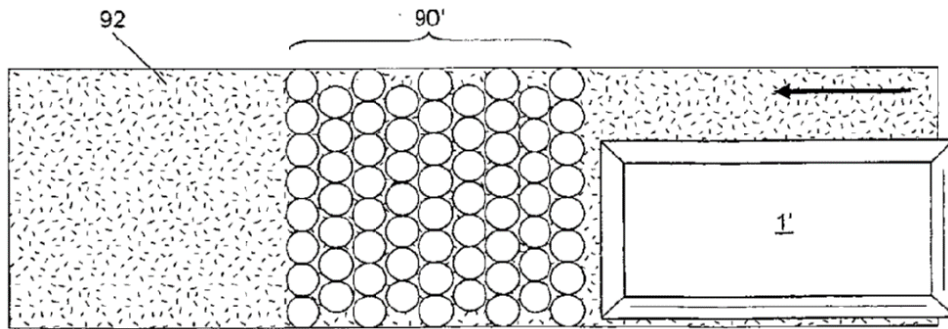


FIG. 10

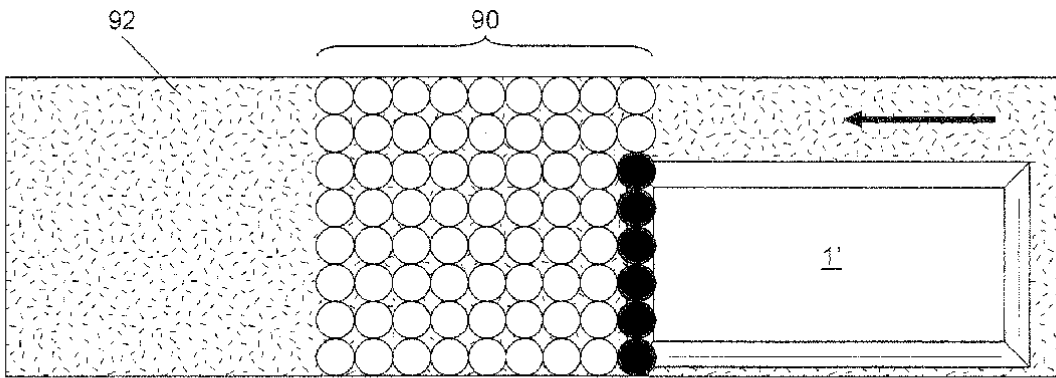


FIG. 9b

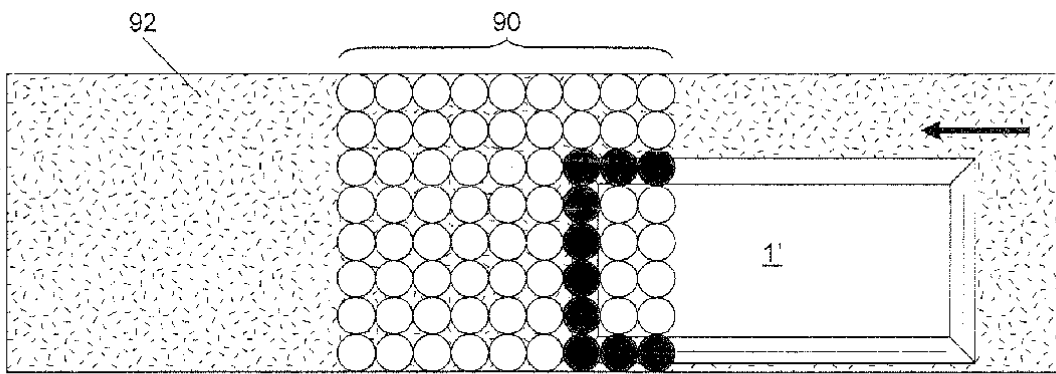


FIG. 9c

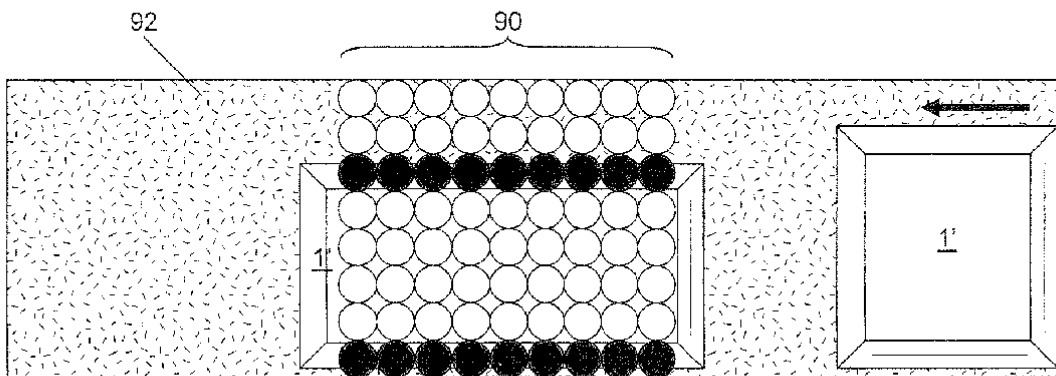


FIG. 9d

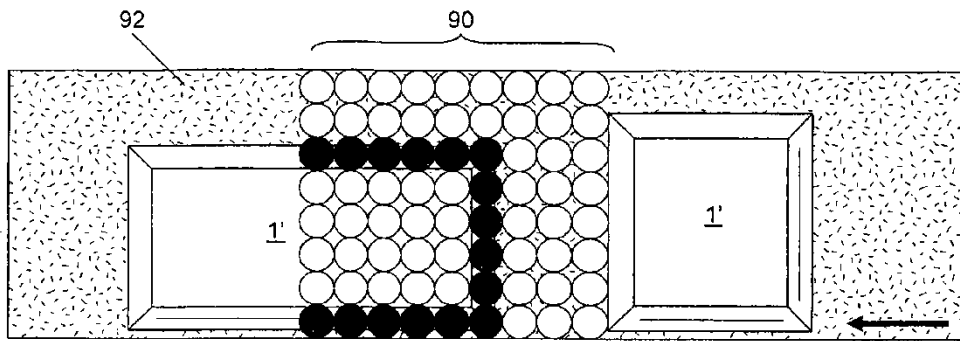


FIG. 9e

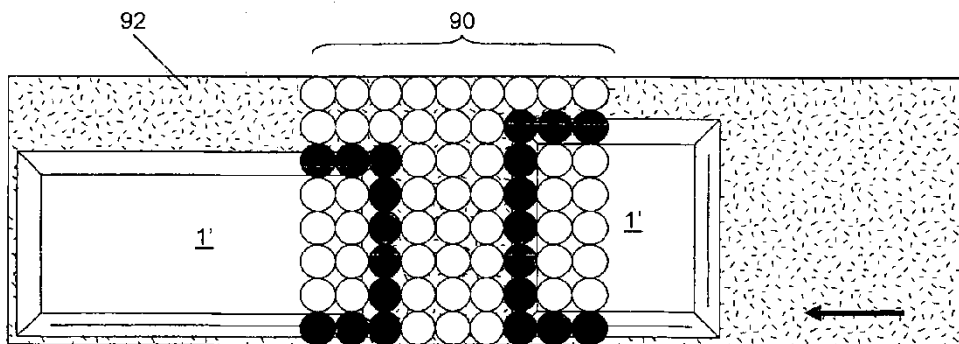


FIG. 9f

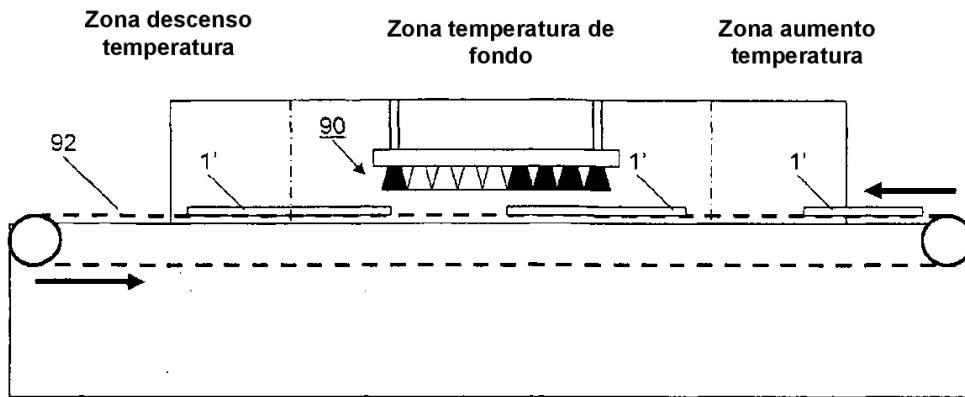


FIG. 11a

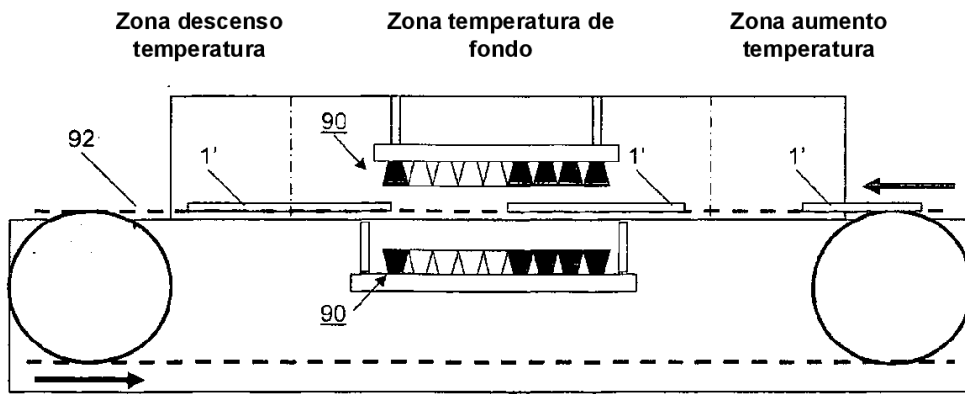


FIG. 11b

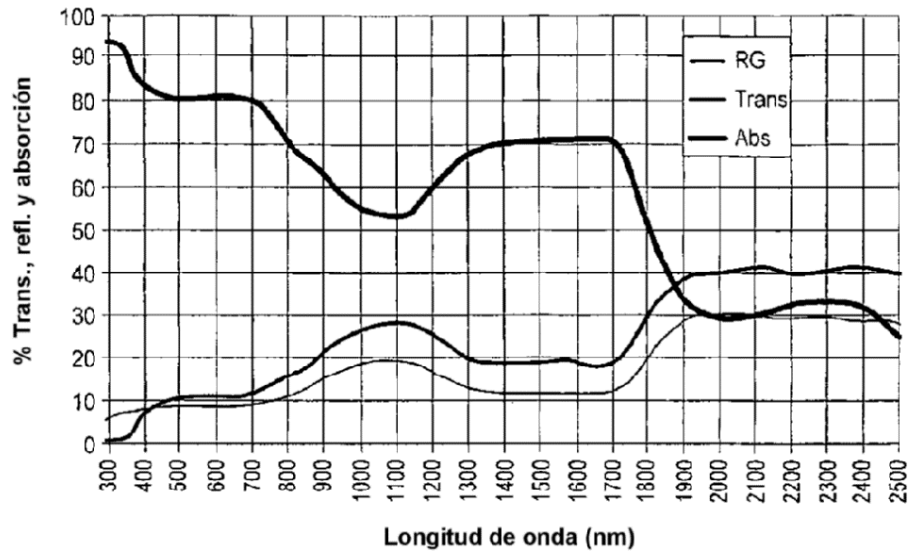


Fig. 12

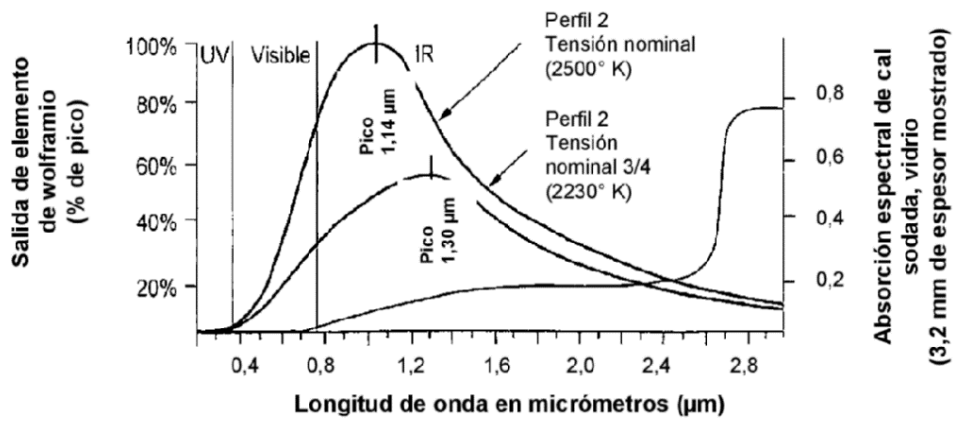


Fig. 13

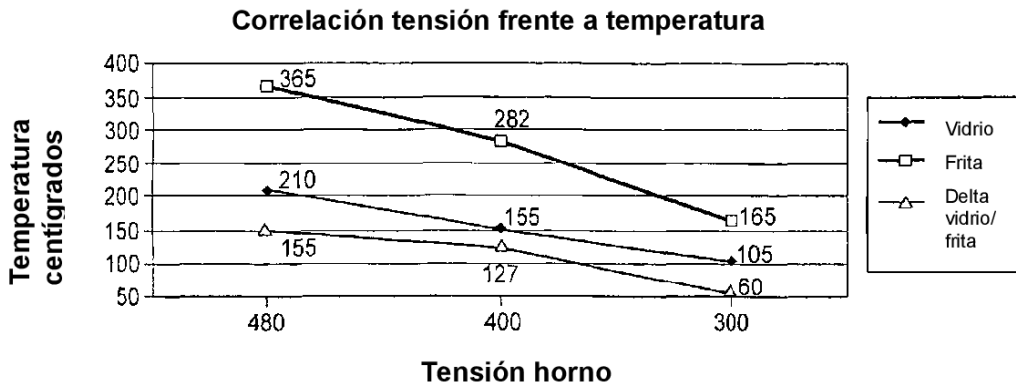


Fig. 14

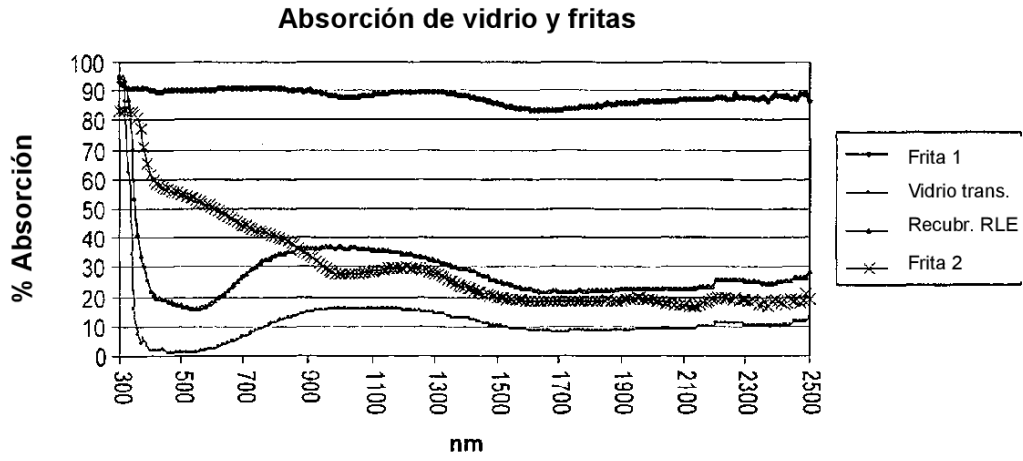


Fig. 15

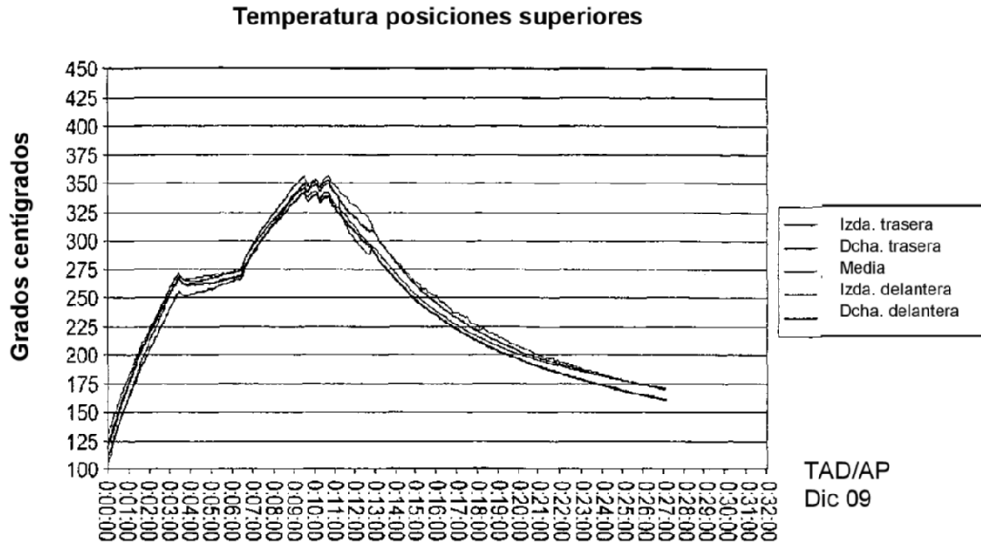


Fig. 16a

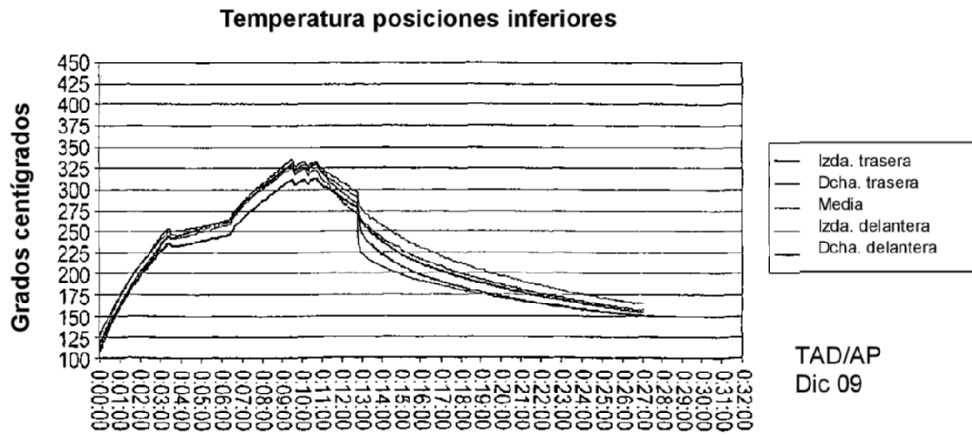


Fig. 16b

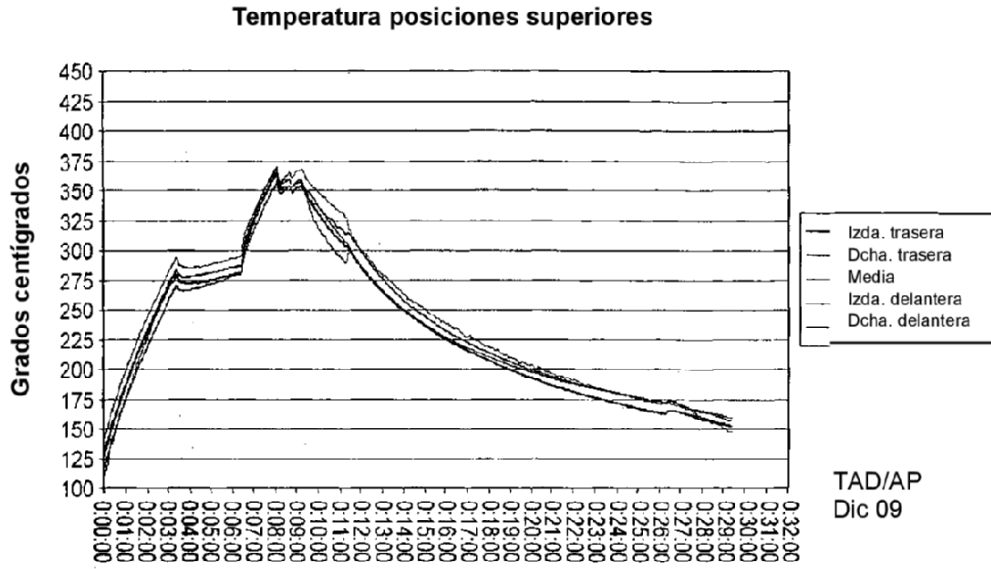


Fig. 17a

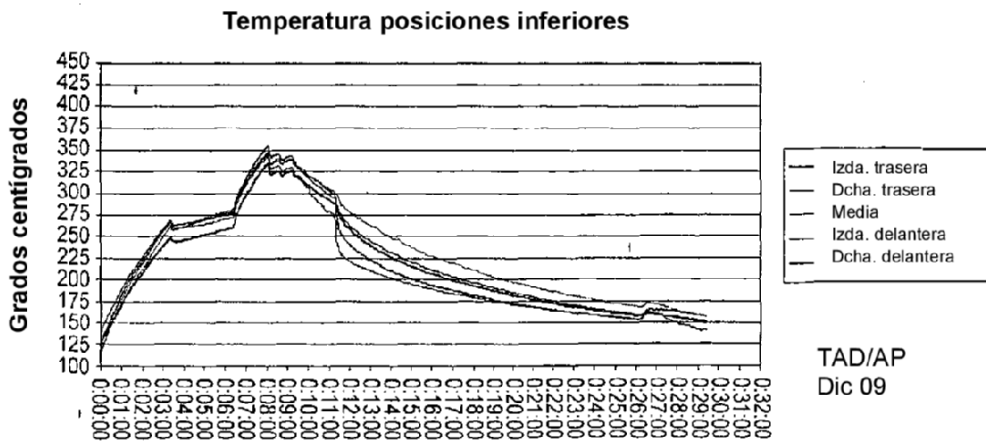


Fig. 17b

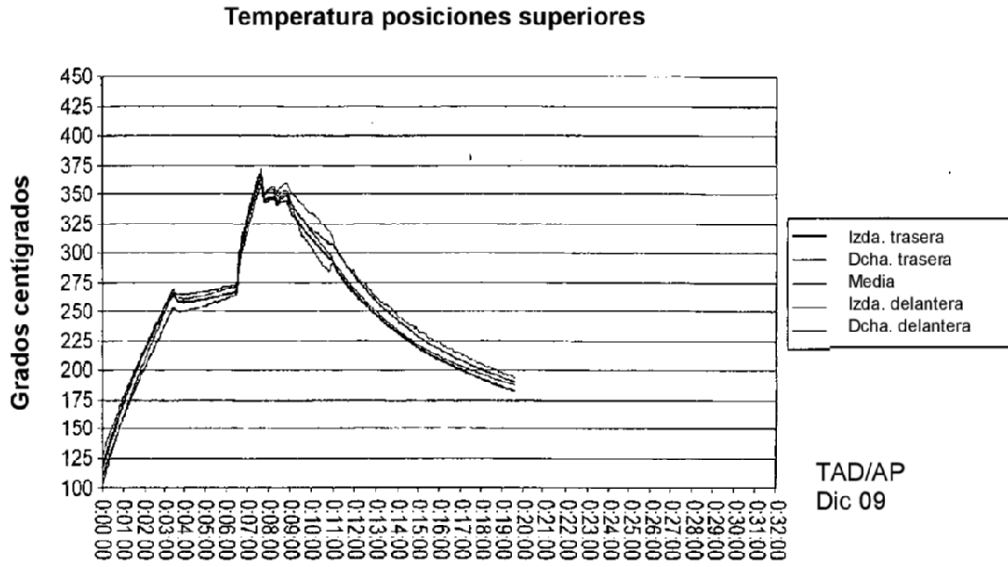


Fig. 18a

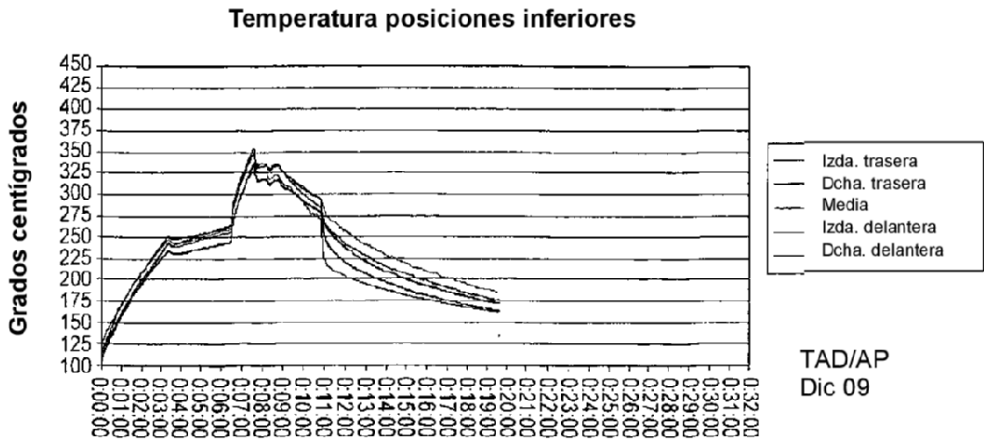


Fig. 18b

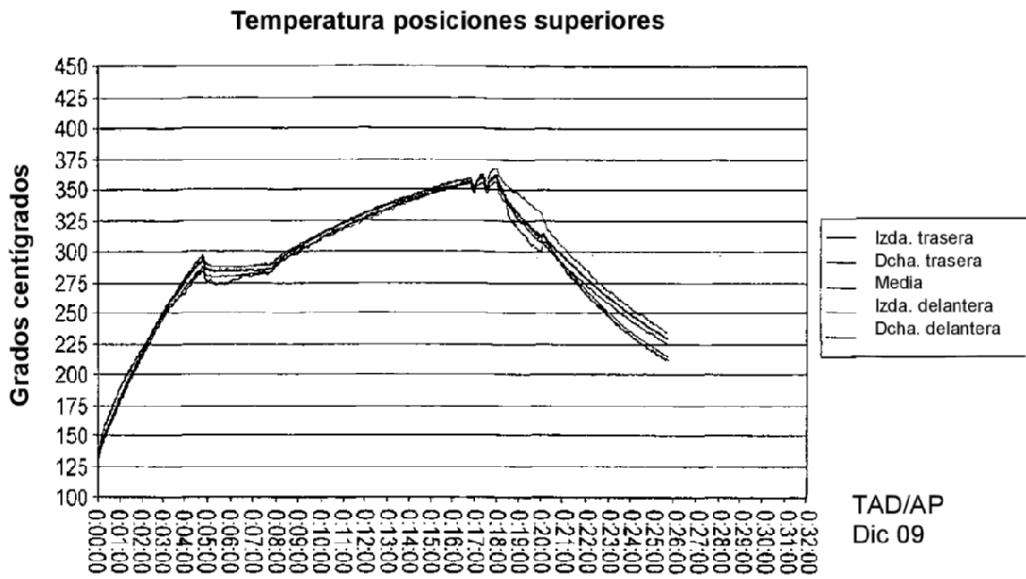


Fig. 19a

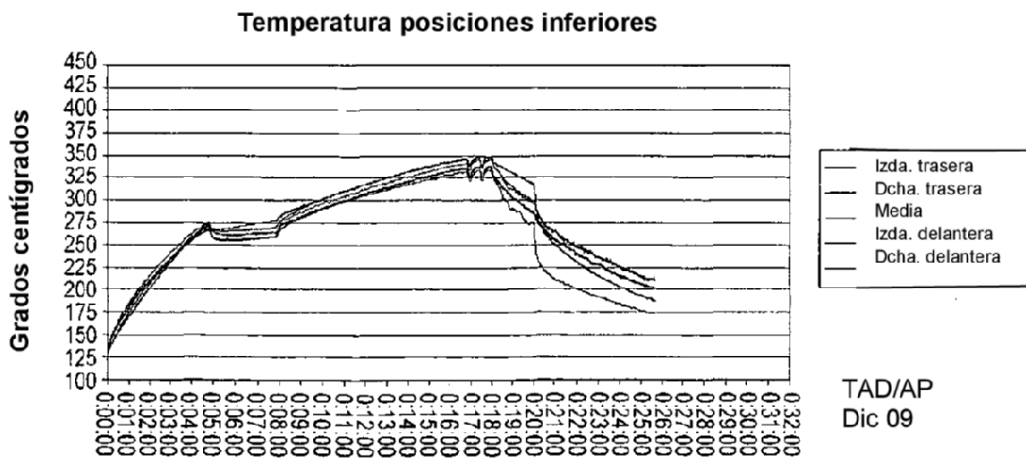


Fig. 19b

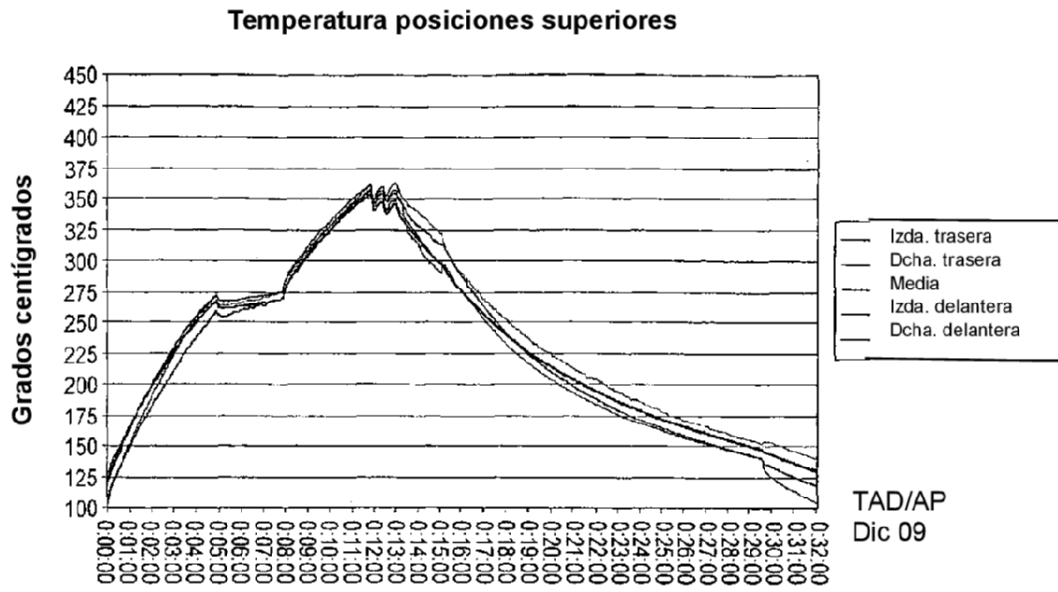


Fig. 20a

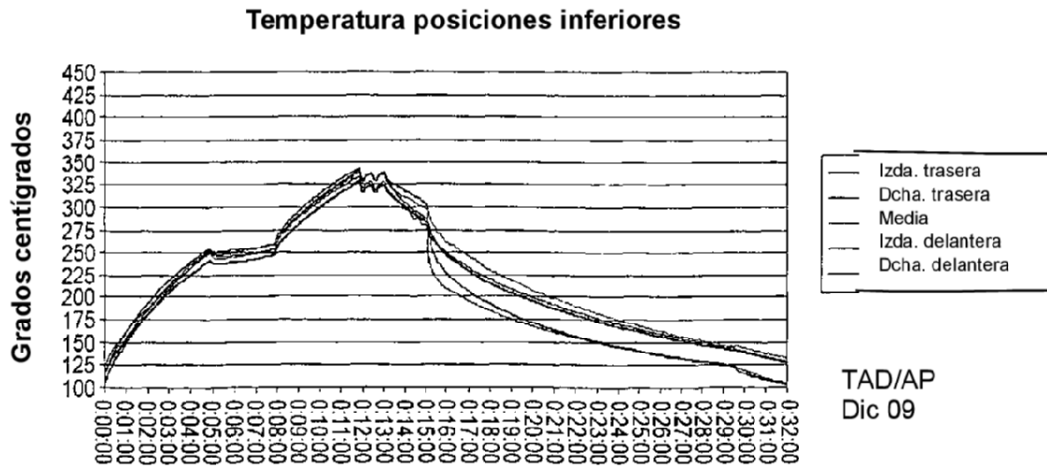


Fig. 20b

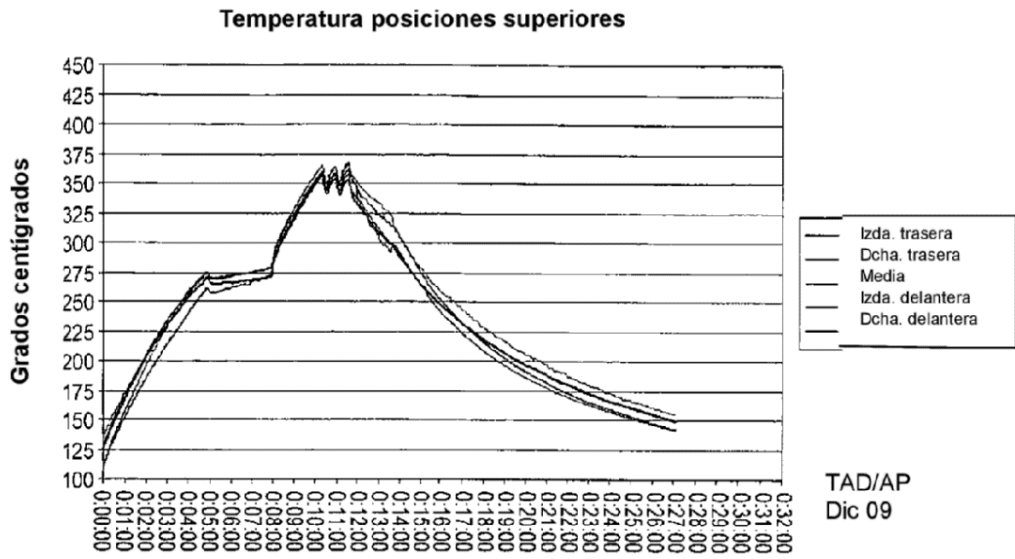


Fig. 21a

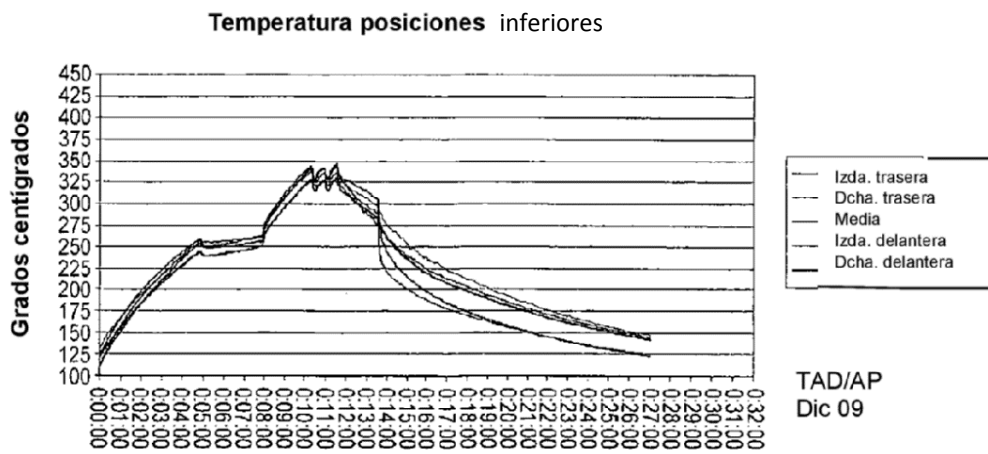


Fig. 21b

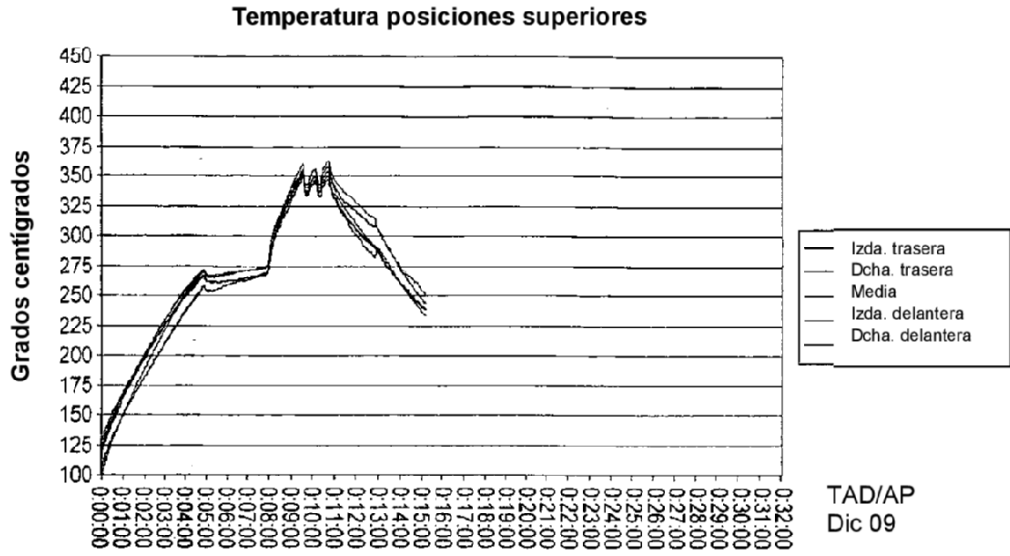


Fig. 22a

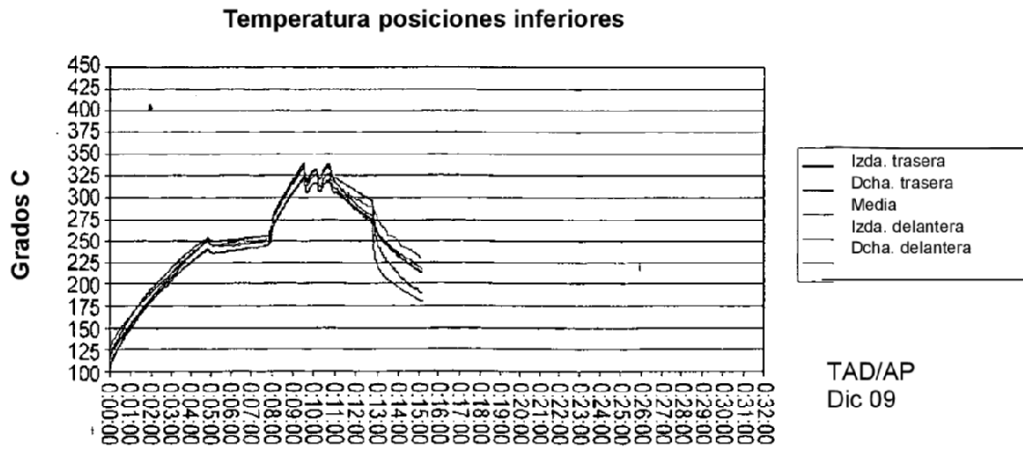


Fig. 22b

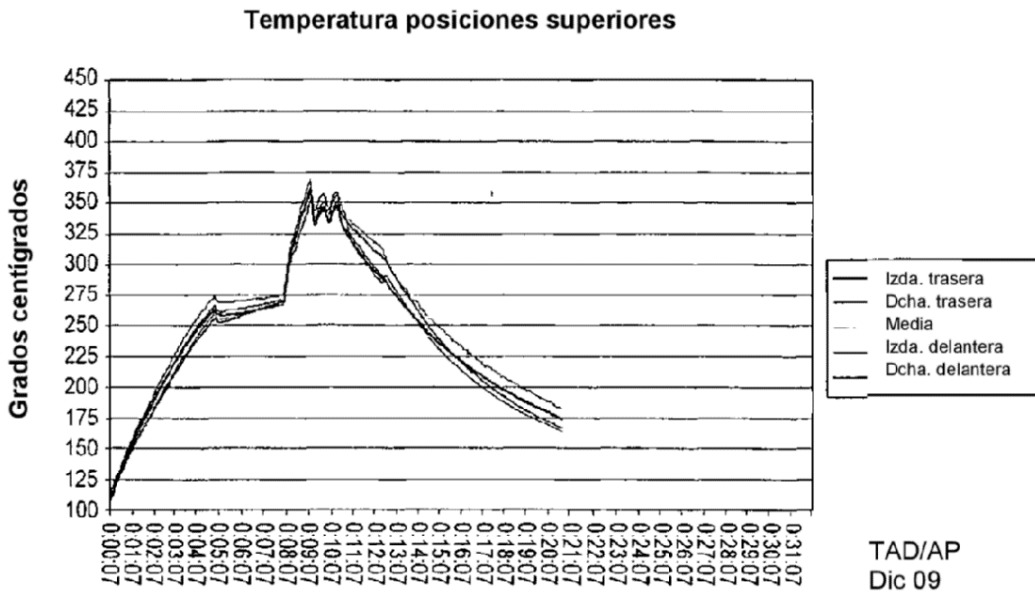


Fig. 23a

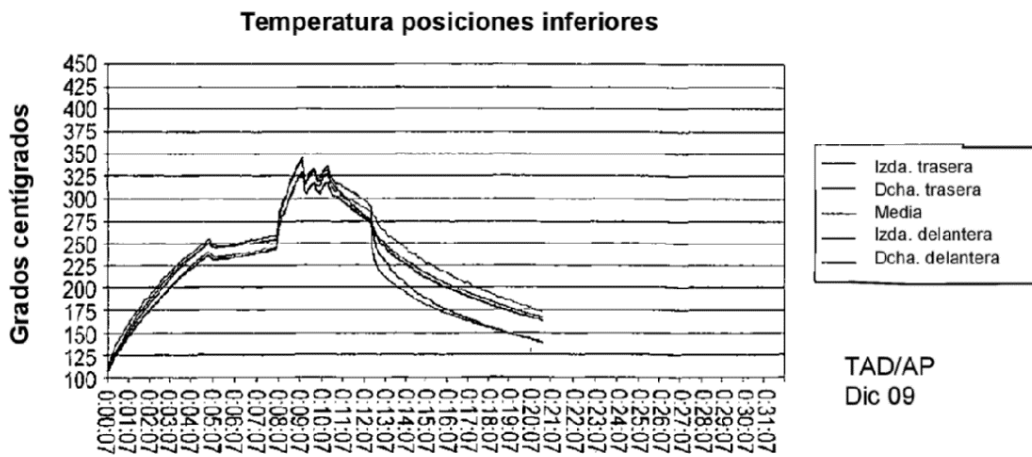


Fig. 23b