



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 876**

51 Int. Cl.:  
**F24J 2/05** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06761821 .5**

96 Fecha de presentación : **13.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1926943**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.06.2008**

54 Título: **Unión de vidrio y metal, apropiada en particular para un colector solar tubular de vacío.**

30 Prioridad: **20.09.2005 DE 20 2005 014 828 U**  
**20.09.2005 DE 20 2005 014 826 U**  
**20.09.2005 DE 20 2005 014 831 U**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.06.2011**

73 Titular/es: **NARVA LICHTQUELLEN Gmh + Co. KG.**  
**Erzstrasse 22**  
**09618 Brand-Erbisdorf, DE**

72 Inventor/es: **Mientkewitz, Gerhard;**  
**Schaffrath, Wilfried y**  
**Köhler, Tobias**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 360 876 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

Unión de vidrio y metal, apropiada en particular para un colector solar tubular de vacío

La invención se refiere a una unión de vidrio y metal con un tubo envolvente de vidrio inorgánico, apropiada en particular para un colector solar tubular de vacío.

- 5 En colectores solares tubulares de vacío de este tipo se encuentra dispuesta en el interior del tubo envolvente evacuado una superficie absorbente de la radiación solar que está integrada térmicamente con el tubo o bien con varios tubos mediante una técnica de unión adecuada. Dicho tubo o bien los tubos sirven para el transporte del calor solar absorbido mediante un líquido transportador que actúa como portador térmico. Ambos extremos del tubo envolvente deben estar cerrados a prueba de vacío.
- 10 Por lo general, un extremo del tubo envolvente está cerrado a prueba de vacío por medio de la fusión de vidrio.
- Es conocido cerrar a prueba de vacío el otro extremo del tubo envolvente mediante una unión de vidrio y metal, atravesando un tubo eferente de calor o varios tubos eferentes de calor una pieza de unión metálica y estando unido con esta a prueba de vacío mediante una unión por soldadura o soldeo. El borde exterior de la unión de vidrio y metal del colector solar tubular de vacío forma, por su parte, una unión a prueba de vacío con el tubo envolvente de
- 15 vidrio. La pieza de unión metálica y la unión a prueba de vacío en el borde exterior de la pieza de unión forman, en conjunto, la unión de vidrio y metal.
- El problema técnico de una unión a prueba de vacío entre un vidrio y un metal consiste en que los coeficientes de dilatación de vidrios y de metales son, normalmente, muy diferentes y, consecuentemente, los cambios de temperatura producen fisuras por tensión y, por lo tanto, pérdida de vacío.
- 20 Para solucionar el problema existen una serie de realizaciones técnicas.
- De acuerdo con "Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik", Berlin, Verlag Julius Springer, 1936, se conocen soluciones en las que se producen uniones de vidrio y metal para vidrios con un coeficiente de dilatación muy bajo, como vidrios de cuarzo o vidrios al borosilicato, fusionando uno con el otro una serie de vidrios intermedios con coeficientes de dilatación crecientes, de modo que la diferencia entre los coeficientes de dilatación de los vidrios fusionados
- 25 en cada caso es tal que no supera una magnitud determinada. Si la diferencia de dilatación respecto del metal es lo suficientemente pequeña, se une por fusión el metal a la última pieza de vidrio.
- Un inconveniente en esta solución es su complicación y los gastos muy elevados necesarios para la unión por fusión del vidrio intermedio o vidrios intermedios (cola de caballo). La automatización de un procedimiento de este tipo es virtualmente imposible.
- 30 El documento US 2005/0181925A1 describe una solución técnica en la que el objetivo consiste en posibilitar una tecnología de producción automática. En esta solución se indica para dos diferentes vidrios al borosilicato una aleación metálica adecuado en el coeficiente de dilatación, que presenta un coeficiente de dilatación de  $5 \text{ E-6} / \text{K}$  y con el cual es posible una unión por fusión de un tubo, en la cual el tubo de vidrio es fundido a prueba de vacío con un tubo metálico, penetrando el tubo metálico de pared delgada axialmente en el borde del tubo de vidrio de pared gruesa.
- 35 Una desventaja es que la solución propuesta es apropiada solamente para vidrios al borosilicato a fabricar a partir de materias primas caras y energéticamente costosas y que la fabricación de uniones de vidrio y metal es un proceso de múltiples etapas, porque el tubo metálico, por su parte, debe ser conectado a prueba de vacío con el tubo eferente de calor mediante una pieza de unión.
- 40 De acuerdo con "Technologie der Glasverschmelzungen" Leipzig 1961, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG se conocen las así llamadas uniones por fusión de tubos metálicos a tubos de vidrio. Dichas uniones por fusión de tubos tienen en común que el tubo metálico penetra axialmente en el borde de vidrio calentado o se une por fusión en forma unilateral. Si existe una diferencia mayor en los coeficientes de dilatación entre el metal y el vidrio, el metal debe conformarse en forma de cuchilla. El espesor de la cuchilla de metal, el gradiente de la cuchilla y la anchura de las uniones por fusión dependen del diámetro del tubo metálico a unir por fusión y a prueba de vacío
- 45 y no se dan a conocer en el escrito mencionado anteriormente para tubos de cobre.
- Del documento GB 222 510 surge una unión de vidrio y metal cuya sección de borde exterior presenta una cuchilla en la que axialmente se encuentra unida por fusión una pieza de vidrio separada. Se trata de una típica soldadura de cuchilla de vidrio con metal de materiales.
- 50 El documento GB 452 558 da a conocer una tecnología para una soldadura de vidrio con metal mecanizada. A través de la sección de borde de un tubo metálico realizada como cuchilla se forma desde dentro hacia fuera una pieza de vidrio y se fusiona con la sección de borde.
- Mediante otro paso tecnológico, tanto en la solución técnica de acuerdo con el documento GB 222 510 como también con el documento GB 452 558 se une por fusión, axialmente, a la pieza conformada de vidrio un tubo de vidrio mediante una llamada unión "end to end".

- 5 La patente US 4 231 353 da a conocer una solución en la que una o dos tapas metálicas, que envuelven el tubo envolvente en forma simétrica por rotación, están moldeadas de modo que el tubo envolvente vítreo de vidrio al bicarbonato de calcio-sodio de un colector solar tubular de vacío engrana en ranuras anulares en el borde exterior de las tapas. En ello, el tubo envolvente penetra en un material líquido inicialmente, por lo general polvo de vidrio al plomo, que se fusiona en la ranura y solidifica allí. Se produce, de este modo, una unión a prueba de vacío entre la tapa metálica y el tubo envolvente. Las tapas se componen de una aleación de Ni-Cr-Fe. A través del centro de las tapas pasa(n) el o los tubo(s) eferente(s) de calor para transferir el calor. Los tubos eferentes de calor están unidos a prueba de vacío con las tapas por medio de soldaduras o soldeos.
- 10 La desventaja de este proceso son los tiempos de proceso significativos debidos a la aplicación y unión por fusión del polvo de vidrio al plomo y el manejo complicado de tapas y tubo envolvente, de modo que el procedimiento propuesto sólo es automatizable con los mayores esfuerzos técnicos.
- 15 Además, también se conocen uniones de vidrio y metal según "Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik", Berlin, Verlag Julius Springer, 1936. También en este caso, los tubos a unir por fusión y a prueba de vacío están equipados de cuchillas correspondientes, para compensar las diferentes dilataciones de vidrio y metal producidas con los cambios de temperatura. Las desventajas son las descritas anteriormente.
- 20 Es el objetivo de la invención poner a disposición una unión de vidrio y metal, en particular para un colector solar tubular de vacío que permanece a prueba de vacío por muy largo tiempo, que resiste los esfuerzos mecánicos por dilataciones, impactos de vapor y presiones del viento, tecnológicamente sencilla, en particular automático de fabricar y que requiere reducidos gastos de material.
- El objetivo se consigue de conformidad con la invención mediante una unión de vidrio y metal con las características de la reivindicación 1.
- 25 Con la invención se relaciona la preferencia de que la unión de vidrio y metal puede fabricarse mecánicamente de manera sencilla y, por lo tanto, fácilmente automatizable y, debido a ello, también económica en costes. La forma especial del rebordeado del vidrio y la configuración de la pieza de unión tienen la ventaja particular de que tanto las tensiones inherentes como las tensiones bajo carga pueden ser absorbidas por el vidrio, cosa que garantiza la hermeticidad al vacío de la unión por un largo periodo, aún con una significativa acción de fuerzas, por ejemplo, fuerzas de dilatación, del viento y de cavitación.
- Una forma de realización especial de la invención dispone que la pieza de unión metálica esté conectada a prueba de vacío con un tubo eferente de calor o varios tubos eferentes de calor.
- 30 Según otra forma de realización de la invención, la pieza de unión metálica y el vidrio del tubo envolvente tienen, aproximadamente, un coeficiente de dilatación lineal de igual magnitud.
- Según una forma de realización preferente del objeto según la invención, el coeficiente de dilatación lineal  $\alpha$  del vidrio del tubo envolvente es de  $9,5 \times 10^{-6} / K$  a  $10,1 \times 10^{-6} / K$ .
- 35 Otra forma de realización de la invención dispone que la pieza de unión metálica se compone de una aleación metálica que contiene un componente de níquel de  $\geq 50\%$ , un componente de manganeso de  $\leq 0,6\%$ , un componente de aluminio de  $\leq 0,1\%$ , un componente de cromo de  $\leq 0,25\%$  y un componente de silicio de  $\leq 0,3\%$ , en cada caso complementado con un componente de hierro.
- 40 Según una configuración ventajosa de la unión de vidrio y metal, la sección de borde externa de la pieza de unión metálica presenta un espesor de 0,1 mm a 0,5 mm, preferentemente de 0,2 mm y, sobre una longitud de 2 mm a 8 mm, preferentemente 4,2 mm, está envuelta a prueba de vacío por el extremo del tubo envolvente.
- Según una forma de realización particularmente preferente de la invención, sobre la sección de borde circundante de la pieza de unión metálica ha sido aplicada, antes de la unión por fusión, una capa de óxido obtenida mediante un tratamiento térmico o varios tratamientos térmicos a, preferentemente,  $800\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , particularmente preferente a  $800\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 45 A continuación, la invención se explica en detalle mediante un dibujo. Muestra la figura 1, el colector solar tubular de vacío con la unión de vidrio y metal, parcialmente en sección.
- Como puede verse en la figura 1, el colector presenta el tubo envolvente 2 y el tubo eferente de calor 3 que soporta también la chapa de absorción 4.
- 50 La pieza de unión metálica 1 está conectada a prueba de vacío con el tubo eferente de calor 3 mediante soldadura o soldeo. Su sección de borde exterior 7 está unida mediante la técnica del rebordeado al extremo 5 del tubo envolvente 2, de tal modo que el extremo 5 del tubo envolvente 2 está formado de fuera hacia dentro por encima de la sección de borde exterior 7 de la pieza de unión metálica 1 y, en estado fusionado, directamente envuelve al mismo por ambos lados a prueba de vacío.

5 Una acanaladura anular 6 que se extiende alrededor del tubo eferente de calor 3 sirve para el refuerzo de la pieza de unión metálica 1. La acanaladura 6 refuerza el elemento de unión 1 en forma axial y sirve, al mismo tiempo, para la absorción de fuerzas ortogonales al eje de tubo y actuantes sobre el tubo eferente de calor 3. Una configuración de este tipo coloca la pieza de unión 1 en posición de resistir la presión del aire sin deformaciones importantes. Al mismo tiempo, la acanaladura 6 contribuye a que la transición de vidrio a metal sea muy poco solicitada mecánicamente.

La pieza de unión metálica 1 tiene el coeficiente de dilatación igual o casi igual que el vidrio del tubo envolvente 2 del colector solar tubular de vacío.

10 Para producir la unión de vidrio y metal según la invención, el tubo eferente de calor 3, que sostiene la chapa de absorción 4 y a cuyo extremo está unida a prueba de vacío la pieza de unión 1 con el tubo eferente de calor 3, es insertado en el tubo envolvente 2 de tal forma, que el vidrio del tubo envolvente 2 se proyecta algunos milímetros por encima del borde de la pieza de unión metálica 1. Ahora, el vidrio del tubo envolvente 2 es calentado hasta el punto de deformación, de modo que el vidrio pueda ser presionado mediante útiles de moldeo interiores y exteriores de forma tal contra la superficie exterior e interior de la sección de borde 7 de la pieza de unión 1, que se produce a la manera de un rebordeado una unión a prueba de vacío y estable mecánicamente.

15 Para la pieza de unión 1 debe escogerse, preferentemente, un metal de baja conductividad térmica para, térmicamente, estresar lo menos posible la unión de la pieza de unión 1 con el tubo envolvente 2 y, a ser posible, causar bajas pérdidas de calor.

20 Al usar un material para la pieza de unión 1, que con su coeficiente de dilatación iguala ampliamente el del vidrio del tubo envolvente 2, la sección de borde 7, envuelta por el vidrio, de la pieza de unión 1 ha de presentar un radio de 0,1 mm.

Si como pieza de unión 1 se escoge un material dúctil, por ejemplo, cobre, deben observarse, respecto de su espesor, longitud y ángulo de cuchilla, las indicaciones de cuchillas de la literatura mencionada.

25 Para un colector solar tubular de vacío puede usarse un tubo envolvente 2 de vidrio al bicarbonato de calcio-sodio de la composición química siguiente (en % de masa):

SiO <sub>2</sub>	71,41 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,20 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03 %
TiO <sub>2</sub>	0,05 %
CaO	4,90 %
MgO	3,40 %
BaO	0,03 %
Na <sub>2</sub> O	16,10 %
K <sub>2</sub> O	1,50 %
SO <sub>3</sub>	0,30 %

En esta composición tiene un coeficiente de dilatación de  $(9.8 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} /K$ .

Como material inicial para la pieza de unión 1 se escoge la aleación siguiente:

Ni = 50 %	Cr ≤ 25%
Si ≤ 0,3%	Al ≤ 0,1%
Mn ≤ 0,6 %	Fe = diferencia con el 100 %

30 En esta composición de aleación de la pieza de unión 1, el coeficiente de dilatación está en el margen del coeficiente de dilatación del vidrio del tubo envolvente 2. Además, el material de la pieza de unión 1 tiene una conductividad térmica muy baja, de modo que son relativamente reducidos los esfuerzos térmicos del punto de fusión de la unión de vidrio y metal según la invención, aún cuando se ha llegado a la temperatura de estagnación.

35 La pieza de unión 1 se embute a profundidad en una chapa de un espesor de 0,2 mm, aproximadamente. La sección de borde 7 de la pieza de unión 1, encerrada más tarde por el extremo 5 del tubo envolvente 2, se redondea para evitar las tensiones en el vidrio. El radio de dicho redondeado es próximo a 0,1 mm. En función del tipo de proceso de fusión posterior con el vidrio del tubo envolvente 2 puede preoxidarse la pieza de unión 1. Después de dichos

tratamientos previos, la pieza de unión 1 es unida a prueba de vacío con el tubo eferente de calor 3 que soporta la chapa de absorción 4, preferentemente por medio de soldeo.

- 5 Después de introducir el tubo eferente de calor 3, con chapa de absorción 4 y pieza de unión 1, de un modo que el tubo envolvente 2 sobresalga 4 mm, aproximadamente, se realiza un calentamiento paulatino o continuo del vidrio del tubo envolvente 2, hasta alcanzar su plasticidad. Ahora, en múltiples etapas de tratamiento el vidrio del tubo envolvente 2 se deforma hacia dentro por medio de útiles, de modo que se produce una unión íntima, tanto internamente como externamente a la manera de un rebordeado con la sección de borde 7 circundante de la pieza de unión 1. Finalmente, para garantizar la eliminación de tensiones en el vidrio del tubo envolvente 2 se produce un enfriamiento lento del elemento de unión 1.
- 10 Para mejorar su eficiencia antirrefleja y sus propiedades de corrosión y resistencia al impacto, el tubo envolvente 2 tiene dispuesta en su superficie límite interna y/o externa una capa o múltiples capas de nanopartículas, preferentemente de dióxido de silicio. en un espesor de 40 nm a 330 nm, preferentemente de 150 nm. Dichas nanopartículas tienen un tamaño de grano de 5 nm a 50 nm, preferentemente de 12 nm.
- 15 El revestimiento del tubo envolvente puede realizarse mediante una inmersión única o reiterada y una extracción lenta del tubo en una suspensión que contiene SiO<sub>2</sub>, un aglutinante, un humectante y un dispersante, como agua desionizada. Después de la extracción, sobre la superficie interior y exterior se secan al aire las capas resultantes de este modo y, a continuación, son temperadas a una temperatura de 450 °C, aproximadamente.
- 20 Si bien para la explicación se ha mostrado y descrito un ejemplo de realización específico de la invención, la invención no se circunscribe al ejemplo de realización ilustrado. La invención también abarca todas las realizaciones y modificaciones de la aplicación de uniones de vidrio y metal, en particular para recipientes a prueba de vacío que se encuentran dentro del margen de protección de las reivindicaciones.

Listado de referencias

- 25
- |   |   |
|---|---|
| 1 | pieza de unión                          |
| 2 | tubo envolvente                         |
| 3 | tubo eferente de calor                  |
| 4 | chapa de absorción                      |
| 5 | extremo conformado a modo de rebordeado |
| 6 | acanaladura                             |
| 7 | sección de borde                        |

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Unión de vidrio y metal, en particular para un colector solar tubular de vacío, con una pieza de unión metálica (1), que une a prueba de vacío un tubo eferente de calor (3) y un tubo envolvente (2) de vidrio, estando un extremo (5) del tubo envolvente (2) conformado hacia dentro a manera de un rebordeado, de modo que mediante fusión encierra a prueba de vacío una sección de borde (7) exterior de la pieza de unión metálica (1).
2. Unión de vidrio y metal según la reivindicación 1, caracterizada porque la pieza de unión (1) está conectada a prueba de vacío con un tubo eferente de calor (3) o varios tubos eferentes de calor (3).
3. Unión de vidrio y metal según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizada porque la pieza de unión (1) y el vidrio del tubo envolvente (2) tienen, aproximadamente, un coeficiente de dilatación lineal de igual magnitud.
- 10 4. Unión de vidrio y metal según la reivindicación 3, caracterizada porque el coeficiente de dilatación lineal  $\alpha$  del vidrio del tubo envolvente (2) es de  $9,5 \times E^{-6} / K$  a  $10,1 \times E^{-6} / K$ .
- 15 5. Unión de vidrio y metal según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque la pieza de unión metálica (1) se compone de una aleación metálica que contiene un componente de níquel de  $\geq 50\%$ , un componente de manganeso de  $\leq 0,6 \%$ , un componente de aluminio de  $\leq 0,1 \%$ , un componente de cromo de  $\leq 0,25\%$  y un componente de silicio de  $\leq 0,3 \%$ , en cada caso complementado con un componente de hierro.
6. Unión de vidrio y metal según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la sección de borde externa (7) de la pieza de unión (1) presenta un espesor de 0,1 mm a 0,5 mm, preferentemente de 0,2 mm, y, sobre una longitud de 2 mm a 8 mm, preferentemente 4,2 mm, está envuelta a prueba de vacío por el extremo (5) del tubo envolvente (2).
- 20 7. Unión de vidrio y metal según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque, antes de la unión por fusión del tubo envolvente (2) se ha aplicada sobre la sección de borde circundante (7) de la pieza de unión (1) una capa de óxido obtenida mediante un tratamiento térmico o varios tratamientos térmicos.

Figur 1

