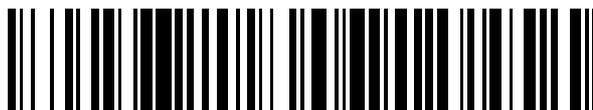


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 851**

51 Int. Cl.:

F24J 2/05 (2013.01)

C03C 27/06 (2006.01)

C03B 23/09 (2006.01)

C03B 23/13 (2006.01)

C03B 23/207 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2014** **E 14002568 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018** **EP 2977690**

54 Título: **Procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2018

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE

72 Inventor/es:

STEINWANDEL JÜRGEN;
PIRINGER HELMUT y
LAURE STEFAN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 666 851 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

Procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared.

Campo de la invención

5 La invención concierne a un procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared y a un dispositivo de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared.

Antecedentes tecnológicos

10 En los colectores solares térmicos el sistema más eficiente consiste en que se utiliza un tubo de vidrio de doble pared con una capa antirreflexión exterior, por ejemplo de MgF_2 . El medio líquido (agua) que se debe calentar se calienta entonces directamente en el tubo interior. El medio entre la pared doble sirve para el aislamiento térmico. En el caso ideal, esto es un vacío. En esta forma de procedimiento es necesario que un tubo de vidrio de doble pared ya fundido en un extremo se cierre con seguridad bajo vacío inmediatamente después del proceso de deposición al vapor de MgF_2 con el otro extremo inicialmente abierto en una cámara de vacío.

15 El último paso del procedimiento para fundir los tubos de vidrio de doble pared bajo vacío según el estado actual de la técnica se efectúa por medio de una llama de gas, un calentamiento con láser y también con ayuda de materiales de soldadura de vidrio. En los procedimientos anteriormente citados es desventajoso el hecho de que, por ejemplo, los procedimientos de llama son problemáticos para su manejo en vacío, especialmente en el sentido de que hay que contar con impurezas constituidas por residuos de combustión. Esto conduce en general a problemas de hermeticidad. Los procedimientos de láser son desventajosos en el sentido de que el enfoque en el recipiente de vacío es muy complicado y costoso. Además, los materiales de soldadura de vidrio tienen que calentarse desde el exterior.

20 El documento WO 03/016230 A2 describe un procedimiento para fabricar un elemento con un espacio vacío de aire herméticamente cerrado. El elemento presenta una pared interior y una pared exterior, entre las cuales se debe crear por medio del procedimiento un espacio casi vacío de aire. El elemento puede ser especialmente un colector de tubo de vacío que se emplea en instalaciones solares. Según el procedimiento descrito, se ha previsto que el elemento sea llevado a un ambiente casi vacío de aire antes del cierre hermético del espacio.

Sumario de la invención

Se puede considerar como un cometido de la invención el de indicar un procedimiento mejorado de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared, especialmente en la producción y fabricación de colectores solares.

30 Según un ejemplo de realización, se indica un procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared con un tubo de vidrio interior y un tubo de vidrio exterior según la reivindicación 1.

35 Por tanto, se proporciona un procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared en condiciones de vacío/condiciones de depresión, que es de manejo sencillo, no genera impurezas o residuos de combustión de ninguna clase y tampoco es problemático respecto de los problemas de hermeticidad usuales durante la alimentación de los componentes correspondientes al sistema de vacío. El calentamiento electroconductor según la presente invención no necesita materiales adicionales tales como, por ejemplo, materiales de soldadura, elementos auxiliares metálicos en el procedimiento de láser u otros. Permite una instalación sencilla en el recipiente de vacío, es decir, en la cámara de vacío, y son necesarias únicamente unos orificios de vacío mínimos para el suministro de corriente eléctrica a los al menos dos elementos calentadores. Se hacen posibles una transmisión directa de calor al tubo de vidrio de doble pared y una ejecución consecuentemente rápida del proceso.

40 Este procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared puede ser especialmente un procedimiento de producción o parte de un procedimiento de producción para fabricar colectores solares.

45 En un ejemplo de realización del procedimiento se realiza en la cámara de vacío la puesta bajo vacío del espacio de aire comprendido entre el tubo de vidrio interior y el tubo de vidrio exterior. Los al menos dos conductores de calentamiento se encuentran también en la cámara de vacío y están instalados en ésta. Por supuesto, en este y en cualquier otro ejemplo de realización de la presente invención se pueden emplear dos o más conductores de calentamiento o módulos de calentamiento. Este aspecto de la presente invención se explicará con más detalle en lo que sigue dentro del contexto de ejemplos de realización. La previsión de los conductores de calentamiento dentro de la cámara de vacío hace posibles el calentamiento y el cierre de los dos tubos de vidrio mediante la aplicación directa de los conductores de calentamiento a una superficie del tubo de vidrio de doble pared. En este caso, los conductores de calentamiento pueden aplicarse sobre una superficie interior y/o sobre una superficie exterior del tubo de vidrio. Esto hace posible la transmisión directa de calor a la superficie de los tubos de vidrio. Este contactado de la superficie o las superficies por medio de los conductores de calentamiento electroconductivos puede efectuarse inmediatamente después de un proceso de puesta bajo vacío. En caso de que se desee, se puede rotar

entonces el tubo de vidrio de doble pared, con lo que se garantiza un calentamiento uniforme. Esto es parte de un ejemplo de realización que se explicará aún con más detalle en lo que sigue.

5 La deformación del primer extremo del tubo de vidrio de doble pared se efectúa mediante un desplazamiento de los conductores de calentamiento empleados. Los dos tubos de calentamiento, como se muestra en la figura 2, hacen posible la deformación por efecto del desplazamiento de los respectivos conductores de calentamiento uno con respecto a otro en posición vertical. Una vez lograda la deformación deseada, los conductores de calentamiento pueden ser retirados del tubo de vidrio de doble pared, con lo que puede iniciarse un proceso de enfriamiento.

10 Los dos conductores de calentamiento pueden estar dispuestos para el calentamiento del tubo exterior y el tubo interior de modo que pueda efectuarse un calentamiento simultáneo de los dos tubos. Además, existe según otro ejemplo de realización la posibilidad adicional de depositar al vapor en un compartimiento de cámara separado unas capas de absorción, por ejemplo unos revestimientos antirreflexión. Este procedimiento hace posibles en principio la reducción de los tiempos de puesta bajo vacío y, por tanto, un desarrollo más racional de la producción. En otras palabras, con este procedimiento según la presente invención se cierra con seguridad bajo una depresión/vacío un tubo de vidrio de doble pared ya fundido en un extremo, en caso deseado después o inmediatamente después de un proceso de deposición al vapor. El proceso de deposición al vapor anteriormente citado es un complemento opcional según otro ejemplo de realización de la invención.

20 Por ejemplo, el calentamiento electroconductor según la presente invención puede efectuarse con uno o varios conductores de calentamiento de cerámica, especialmente conductores de calentamiento de carburo de silicio infiltrado con silicio (SiSiC). En particular, tales conductores de calentamiento pueden estar contruidos de tal manera que su contorno dé alojamiento con ajuste de forma al tubo de vidrio que se debe cerrar. En otras palabras, los conductores de calentamiento rodean al tubo de vidrio de doble pared en parte o en la totalidad de su perímetro y proporcionan en la superficie de contacto correspondiente una transmisión de calor al tubo de vidrio de doble pared.

25 El proceso de deformación y cierre puede durar aquí únicamente unos pocos segundos. Sin embargo, es posible también realizar el procedimiento según la invención durante un periodo de tiempo más largo. Las temperaturas de fusión típicas para vidrios de tubos de vidrio que se utilizan en el sector de los colectores solares están comprendidas entre 200 y 500°C. Por tanto, un calentamiento del tubo de vidrio de doble pared en este intervalo por medio de los conductores de calentamiento es parte de la invención. Un intervalo de temperatura preferido, al cual se lleva el tubo de vidrio de doble pared por medio de los conductores de calentamiento, es el intervalo comprendido entre 300°C y 350°C. Sin embargo, es posible también que se empleen otros materiales, por ejemplo vidrios de cuarzo, con lo que la temperatura de fusión sube hasta 1000°C. Típicamente, dentro de la cámara de vacío se emplea una depresión de 10^{-2} mbar o presiones aún menores. Sin embargo, es posible también emplear una presión distinta, sin salirse del alcance de la protección de la presente invención.

35 Es posible a este respecto calentar por vía electroconductor solo el tubo de vidrio exterior o bien solo el tubo de vidrio interior, o bien el tubo de vidrio exterior y también el tubo de vidrio interior. Con ayuda de un modo de realización de la figura 2 tomado como ejemplo se muestra la manera en que unos cilindros parciales exteriormente aplicados desde fuera como conductores de calentamiento tocan el tubo exterior del tubo de vidrio de doble pared y le ceden energía calorífica. En la figura 3 puede encontrarse también una representación bastante clara. Sin embargo, no es parte de la invención el que se introduzca un conductor de calentamiento en el tubo de doble pared a lo largo del eje longitudinal y que el tubo de vidrio interior del tubo de vidrio de doble pared sea contactado, calentado y deformado desde dentro y se cierre así el tubo completo. Una combinación de estas dos posibilidades de calentamiento y deformación es parte de la presente invención.

45 Según un ejemplo de realización, se alimenta/aproxima el conductor de calentamiento habilitado al tubo de vidrio de doble pared y se calienta el conductor de calentamiento por medio de una corriente eléctrica. Debido al contacto directo con el tubo de vidrio se calienta este tubo de vidrio y se le lleva hasta su punto de fusión. Por medio de un movimiento relativo entre el tubo de vidrio y el conductor de calentamiento se puede deformar el tubo de vidrio previamente calentado por vía electroconductor, con lo que se genera en definitiva un extremo del tubo de vidrio cerrado de manera hermética al aire. En otras palabras, se genera dentro del conductor de calentamiento una corriente eléctrica que conduce a que se caliente el conductor de calentamiento.

50 El procedimiento puede realizarse de manera totalmente automatizada o bien por medio de una intervención del usuario. Por ejemplo, el tubo de vidrio de doble pared puede introducirse a mano en la cámara de vacío, es decir, en el recipiente, pero es posible también una introducción completamente automática en la cámara de vacío.

Según otro ejemplo de realización de la invención, el calentamiento electroconductor y la deformación se efectúan por medio de los al menos dos conductores de calentamiento dentro de la cámara de vacío.

55 En otras palabras, no solo se calienta el tubo de vidrio de doble pared por medio de los conductores de calentamiento, sino que se le deforma también por la acción de los mismos. Por ejemplo, los conductores de calentamiento pueden ser movidos dentro de la cámara de vacío por medio de un sistema de activación mecánico, por ejemplo por medio de un dispositivo hidráulico de subida o bajada en el que estén dispuestos directa o indirectamente los conductores de calentamiento. Este aspecto referente al movimiento de los conductores de

calentamiento puede deducirse, como muestra, de los ejemplos de realización que se describen a modo de modelo con referencia a las figuras 2 y 3.

5 Según otro ejemplo de realización de la invención, el procedimiento presenta el paso de generar un movimiento relativo entre el tubo de vidrio de doble pared y los conductores de calentamiento, gracias al cual se origina la deformación del tubo de vidrio de doble pared en el primer extremo.

10 En este caso, se tiene que, por ejemplo, un movimiento de traslación de los elementos de calentamiento puede cuidar de que la pared de vidrio exterior del tubo de vidrio de doble pared en su estado calentado sea presionada hacia dentro sobre la pared de vidrio interior. Este movimiento de traslación de los dos conductores de calentamiento puede deducirse, por ejemplo, de las figuras 2 y 3. Sin embargo, es posible también que se realice una combinación de movimientos de rotación y de traslación por parte de los conductores de calentamiento.

15 Según la invención, se emplean al menos dos conductores de calentamiento en el procedimiento. Los dos conductores de calentamiento están contruidos aquí como una envolvente parcial de encamisado de una respectiva parte del tubo de vidrio de doble pared. Por tanto, el procedimiento presenta también el paso de encamisar al menos parcialmente el tubo de vidrio exterior por medio del primer conductor de calentamiento y presenta el paso de encamisar al menos parcialmente el tubo de vidrio exterior por medio del segundo conductor de calentamiento. Mediante un desplazamiento de los dos conductores de calentamiento en sentido perpendicular a un eje longitudinal del tubo de vidrio de doble pared para deformar y cerrar herméticamente al aire el tubo de vidrio calentado por vía electroconductiva se logra el cierre deseado del tubo de vidrio de doble pared.

20 Este desplazamiento vertical de los dos conductores de calentamiento de forma de envolvente parcial se ilustra en el ejemplo de realización a modo de muestra no limitativa de la figura 2. Por tanto, se genera una unión por ajuste de forma entre los dos conductores de calentamiento y el tubo de vidrio exterior del tubo de vidrio de doble pared, con lo que es posible una conducción especialmente buena del calor desde el conductor de calentamiento hasta el tubo de vidrio. Esto acorta la duración del procedimiento y hace posible un procedimiento de cierre especialmente eficiente.

25 Los conductores de calentamiento de la presente invención pueden ser de materiales diferentes. Por un lado, se ofrecen los materiales cerámicos para los conductores de calentamiento. Preferiblemente, puede tratarse de carburo de silicio infiltrado con silicio (SiSiC). Como alternativa al SiSiC se puede emplear, por ejemplo, carbono reforzado con fibras de carbono (CFC) o carburo de silicio reforzado con fibras de carbono. En este caso, las fibras de C pueden sustituirse también por una fibra de SiC. En principio, entra en consideración como material de los conductores de calentamiento un material SiC densamente sinterizado, pero las propiedades de flujo de corriente no se manifiestan en absoluto igual de bien que las demás propiedades citadas.

30 Como alternativa a los materiales cerámicos para los conductores de calentamiento se pueden utilizar también conductores de calentamiento metálicos. Por ejemplo, níquel y/o aleaciones a base de níquel, tántalo y/o aleaciones a base de tántalo, niobio y/o aleaciones a base de niobio. También es parte de la invención el empleo de mezclas a base de los materiales anteriormente citados.

35 Según otro ejemplo de realización de la invención, los conductores de calentamiento están formados por cerámica, especialmente por carburo de silicio infiltrado con silicio (SiSiC). El material SiSiC tiene, debido a su buena conductividad calorífica, una utilización preferida según este ejemplo de realización en el procedimiento de cierre de la invención. Asimismo, es especialmente ventajosa en la práctica la generación eléctrica del calor en SiSiC. El SiSiC es un material compuesto constituido por una estructura base porosa de SiC. En esta estructura se infiltra silicio por la vía metalúrgica de fusión, con lo que se consigue una estructura compuesta homogénea exenta de poros. Esta estructura compuesta representa según la invención unos conductores de calentamiento excelentes y es adecuada de manera preferida para este ejemplo de realización de la invención.

40 Según otro ejemplo de realización de la invención, el calentamiento electroconductivo se efectúa mediante una aplicación directa de los conductores de calentamiento sobre una superficie del tubo de vidrio de doble pared y después de un proceso de puesta bajo vacío de la cámara de vacío.

Según otro ejemplo de realización de la invención, se pone bajo vacío un volumen que se encuentra entre el tubo de vidrio interior y el tubo de vidrio exterior.

45 Cabe hacer notar que para la presente invención son suficientes en principio unas condiciones de vacío basto, es decir, alrededor de 0,01 mbar. Naturalmente, se pueden emplear también presiones más bajas cuando el usuario lo desee y ello sea necesario para el caso de uso concreto. No obstante, hay que considerar en principio que la elevada acción aislante térmica que así puede conseguirse se opone a un costoso proceso de vacío fino o alto.

Según otro ejemplo de realización de la invención, se genera un movimiento rotativo de los tubos de vidrio interior y exterior durante el calentamiento electroconductivo con relación a los conductores de calentamiento.

55 Por ejemplo, es posible mover los tubos de calentamiento en un movimiento rotativo alrededor del tubo de vidrio estático. Como alternativa, es posible también prever estáticamente los conductores de calentamiento en la cámara

- de vacío y generar un movimiento rotativo del tubo de vidrio. Sin embargo, es posible también una combinación de estos dos movimientos rotativos. Por ejemplo, el tubo de vidrio de doble pared puede colocarse sobre una guía de rodillos que sea parte del dispositivo según la invención. En este caso, esta guía de rodillos está dispuesta también en la cámara de vacío. La parte del tubo que no se calienta por los conductores de calentamiento puede colocarse sobre la guía de rodillos para generar la rotación. Un accionamiento eléctrico puede hacer que gire esta guía de rodillos, con lo que se puede generar en conjunto un movimiento rotativo del tubo de vidrio de doble pared con respecto a los al menos dos conductores de calentamiento. Un sistema de activación correspondiente de una electrónica correspondiente del dispositivo según la invención es también parte de la presente invención.
- Debido al movimiento rotativo entre los al menos dos conductores de calentamiento y el tubo de vidrio se puede garantizar un calentamiento uniforme. Esto hace posible un cierre seguro de la zona calentada del vidrio, sin que se deformen las zonas que no hayan alcanzado aún verdaderamente la temperatura necesaria en el tubo.
- Según otro ejemplo de realización de la invención, el procedimiento presenta el paso de depositar al vapor una capa adicional, especialmente una capa antirreflexión, sobre una superficie exterior del tubo de vidrio de doble pared antes de la deformación y el cierre hermético al aire del tubo de vacío. Por ejemplo, la capa antirreflejos puede ser una capa de MgF_2 . Sin embargo, es posible también emplear otros materiales para revestir el tubo de vidrio de doble pared dentro de la cámara de vacío.
- Según otro ejemplo de realización de la invención, se indica un dispositivo de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared con un tubo de vidrio interior y un tubo de vidrio exterior. El dispositivo está construido y preparado para realizar el procedimiento según la invención, tal como se describe en esta memoria.
- El dispositivo presenta una cámara de vacío destinada a proporcionar una depresión deseada dentro de dicha cámara de vacío. Asimismo, el dispositivo presenta un elemento de retención para inmovilizar un tubo de vidrio de doble pared dentro de la cámara de vacío. El dispositivo presenta también al menos dos conductores de calentamiento para realizar un calentamiento electroconductor del tubo de vidrio de doble pared, siendo proporcionado el elemento de retención por los al menos dos conductores de calentamiento en forma de una envolvente cilíndrica parcial. El dispositivo está construido de tal manera que el tubo de vidrio a cerrar pueda ser depositado sobre el elemento de retención e inmovilizado por éste y el tubo de vidrio de doble pared inmovilizado en el elemento de retención y calentado por el conductor de calentamiento por vía electroconductor pueda ser deformado en un extremo del tubo de vidrio de tal modo que el primer extremo del tubo de vidrio de doble pared pueda ser cerrado herméticamente al aire.
- En otras palabras, el dispositivo proporciona la funcionalidad de calentar en vacío/depresión un tubo de vidrio de doble pared retenido e inmovilizado en el dispositivo por medio de energía eléctrica y transferencia de calor al tubo de doble pared de tal manera que éste sea deformado mecánicamente, así como la funcionalidad de comprimir el tubo de doble pared por medio de un movimiento de los conductores de calentamiento. Por tanto, el dispositivo está construido para deformar este extremo del tubo y cerrarlo herméticamente al aire. A continuación, los conductores de calentamiento pueden ser retirados del tubo de vidrio de doble pared, con lo que se puede iniciar el proceso de enfriamiento.
- En este y en cualquier otro ejemplo de realización es posible que el dispositivo contenga un tubo de vidrio de doble pared de esta clase. Sin embargo, el dispositivo, debido a su funcionalidad, se describe con el tubo de vidrio de doble pared, con lo que se indican las características y propiedades estructurales y funcionales del dispositivo.
- Según la invención, el dispositivo presenta una primera envolvente cilíndrica parcial como primer conductor de calentamiento y presenta también una segunda envolvente cilíndrica parcial como segundo conductor de calentamiento. Ambas envolventes cilíndricas parciales están construidas aquí para proporcionar un contactado y un encamisado directos por ajuste de forma de un tubo de vidrio exterior de un tubo de vidrio de doble pared inmovilizado por el elemento de retención.
- Este ejemplo de realización puede deducirse del ejemplo de realización aún más detallado de la figura 3. La figura 4 muestra también esta característica de este ejemplo de realización aquí citado.
- Según otro ejemplo de realización, el dispositivo presenta un primer dispositivo neumático y un segundo dispositivo neumático. El primer dispositivo neumático está construido para mover el primer conductor de calentamiento en dirección al segundo conductor de calentamiento. El segundo dispositivo neumático está construido para mover el segundo conductor de calentamiento en dirección al primer conductor de calentamiento.
- En otras palabras, por medio de los dispositivos neumáticos se genera un movimiento relativo entre el tubo de vidrio de doble pared y los dos conductores de calentamiento de tal manera que se pueda lograr el cierre deseado por medio de la deformación deseada de las paredes de vidrio exterior y/o interior. En este y en cualquier otro ejemplo de realización el dispositivo puede adaptarse a tubos de vidrio diferentes. Por ejemplo, se pueden reducir o agrandar las distancias de los conductores de calentamiento empleados, con lo que se pueden procesar diámetros diferentes de tubos de vidrio diferentes.

Según otro ejemplo de realización de la invención, los conductores de calentamiento están contruidos para realizar un movimiento durante el calentamiento electroconductivo de tal manera que se consigan la deformación y el cierre del tubo de vidrio de doble pared.

5 Los conductores de calentamiento pueden estar contruidos también para realizar un movimiento después de un calentamiento. El movimiento puede efectuarse por medio de accionamientos mecánicos y/o eléctricos diferentes. Por ejemplo, los conductores de calentamiento pueden ser inducidos a realizar un movimiento de traslación por medio de un dispositivo neumático, con lo que se comprime el tubo de vidrio.

El elemento de retención del dispositivo es proporcionado por los al menos dos conductores de calentamiento. El elemento de retención está contruido en forma de una envolvente cilíndrica parcial.

10 En otras palabras, los conductores de calentamiento proporcionan tanto la funcionalidad de inmovilización del tubo de vidrio de doble pared como el calentamiento electroconductivo del tubo de vidrio. Como puede deducirse a modo de ejemplo de la figura 3, el tubo de vidrio descansa allí sobre el conductor de calentamiento inferior de forma cilíndrica parcial y es retenido por éste. Asimismo, el tubo de vidrio de doble pared experimenta una inmovilización adicional por medio del conductor de calentamiento superior de forma cilíndrica parcial, con lo que se consigue estabilidad durante el proceso.

15 Según otro ejemplo de realización, el dispositivo presenta una unidad de suministro de corriente que trabaja con una tensión de trabajo de 20 a 400 voltios. La unidad de suministro de corriente es una fuente de corriente continua. En otras palabras, el tubo de vidrio es calentado por el conductor de calentamiento/los conductores de calentamiento a una tensión de trabajo de 20 a 400 voltios.

20 Según otro ejemplo de realización, el dispositivo presenta como unidad de suministro de corriente una unidad de corriente alterna. Ésta está indicada especialmente cuando se deba operar con mayores niveles de tensión. Se pueden reducir así las eventuales descargas disruptivas en plasma.

Breve descripción de las figuras

25 A continuación, se entra en más detalles sobre ejemplos de realización de la invención ayudándose de los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un diagrama de flujo de un procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared según un ejemplo de realización de la invención.

La figura 2 muestra un corte transversal de una parte de un dispositivo de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared según un ejemplo de realización de la invención.

30 La figura 3 muestra un dispositivo de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared según un ejemplo de realización de la invención.

La figura 4 muestra otro ejemplo de realización de un dispositivo de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared.

35 En lo que sigue se explica una vez más la invención con mayor detalle aludiendo a las figuras adjuntas y ayudándose de representaciones esquemáticas de ejemplos de realización preferidos. Resultan de éstos también más detalles y ventajas de la invención.

Las representaciones en las figuras son esquemáticas y no están dibujadas a escala. En las descripciones de las figuras se emplean los mismos números de referencia para los elementos iguales o similares.

Descripción detallada de ejemplos de realización

40 El procedimiento de la figura 1 es un procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared y puede considerarse especialmente como un procedimiento de producción o como parte de un procedimiento de producción para fabricar colectores solares. En la figura 1 se muestra con el paso S1 la habilitación del tubo de vidrio de doble pared dentro de una cámara de vacío a una depresión deseada en el interior de dicha cámara de vacío. Este tubo de vidrio puede considerarse como un colector solar. En el paso S2 se calientan el tubo de vidrio exterior y/o el tubo de vidrio interior por vía electroconductiva, concretamente en un primer extremo del tubo de vidrio de doble pared. Esto se efectúa mediante la utilización de al menos dos conductores de calentamiento. La deformación del tubo de vidrio calentado por vía electroconductiva en el primer extremo del tubo de vidrio de doble pared se efectúa de tal manera que se toquen el tubo de vidrio exterior y el tubo de vidrio interior y se cierre así el primer extremo del tubo de vidrio de doble pared de una manera hermética al aire. Este paso de deformación y cierre se muestra en la figura 1 como paso S3.

Se hace notar a este respecto que este ejemplo de realización puede complementarse con pasos muy diferentes descritos en lo que antecede y en lo que sigue. Por ejemplo, se puede generar un movimiento relativo entre el tubo de vidrio de doble pared y los conductores de calentamiento, con lo que se deforma y se cierra el tubo de vidrio de

5 doble pared en el primer extremo. Asimismo, se puede poner bajo vacío un volumen que se encuentra entre el tubo de vidrio interior y el tubo de vidrio exterior. Además o alternativamente, se puede generar un movimiento rotativo del tubo de vidrio de doble pared con relación a los conductores de calentamiento. Esto puede conseguirse mediante, por ejemplo, un dispositivo de rodillos que sea también parte de una cámara de vacío correspondiente de un dispositivo según la invención.

10 El procedimiento según la figura 1 hace posibles un calentamiento y un cierre de los dos tubos de vidrio mediante la aplicación directa a ellos de los conductores de calentamiento, especialmente conductores de calentamiento de cerámica, y también hace posible una transmisión directa del calor a la superficie de los tubos de vidrio inmediatamente después del proceso de puesta bajo vacío. Por ejemplo, la deformación puede efectuarse mediante el desplazamiento de los respectivos conductores de calentamiento uno con respecto a otro. Asimismo, existe la posibilidad de depositar al vapor unas capas de absorción en un compartimento separado de la cámara. El procedimiento de la figura 1 hace así posible la reducción de los tiempos de puesta bajo vacío y, por tanto, posibilita un desarrollo más racional de la producción. Es posible también una sencilla instalación en la cámara de vacío. Únicamente es necesario el suministro de corriente a los conductores de calentamiento en la zona de vacío. 15 Mediante el procedimiento de la figura 1 se hacen posibles una transmisión directa del calor al tubo de vidrio de doble pared y una ejecución consecuentemente rápida del proceso.

20 La figura 2 muestra una parte de un dispositivo 200 para realizar un cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio 206 de doble pared. La figura 2 muestra en la parte superior el estado del tubo de vidrio 206 de doble pared y el contactado correspondiente con los conductores de calentamiento 202, 204 antes de una deformación y antes del cierre del tubo de vidrio de doble pared. En contraste con esto, en la parte inferior de la figura 2 se muestra el tubo de vidrio 206 de doble pared después de la deformación y después del cierre hermético al aire del tubo de vidrio. Los dos conductores de calentamiento 202, 204 del ejemplo de la figura 2 están contruidos de tal manera que su contorno dé alojamiento por ajuste de forma al tubo de vidrio 206 a cerrar, especialmente al tubo de vidrio exterior 201. El tubo de vidrio de doble pared está rodeado parcialmente por los dos conductores de calentamiento en su perímetro y tiene lugar la transmisión de calor deseada en la superficie de contacto. Por tanto, se genera aquí una unión por conjunción de forma entre los dos conductores de calentamiento y el tubo de vidrio exterior del tubo de vidrio de doble pared, con lo que es posible una conducción calorífica especialmente buena del conductor de calentamiento al tubo de vidrio. La figura 2 muestra en un corte transversal el tubo de vidrio exterior 201 y el tubo de vidrio interior 203. Asimismo, se muestran en la parte superior de la figura 2 un primer conductor de calentamiento 202 y un segundo conductor de calentamiento 204, cada uno de ellos en posición de calentamiento, es decir, en contacto con el tubo de vidrio 206 de doble pared. La flecha 205 denota aquí que se genera un movimiento relativo, especialmente un movimiento rotativo, entre los conductores de calentamiento 202, 204 y el tubo de vidrio 206 de doble pared. 25 30

35 En la parte inferior de la figura 2 se muestra el tubo de vidrio exterior 201 después de la deformación y también se muestra el tubo de vidrio interior 203 después de la deformación. Asimismo, en la parte inferior de la figura 2 se muestra el primer conductor de calentamiento 202 en posición de deformación y se representa también el segundo conductor de calentamiento 204 en posición de deformación en la figura 2. En otras palabras, este dispositivo está construido para que un tubo de vidrio 206 de doble pared inmovilizado en el elemento de retención (no mostrado en la figura 2) y calentado por los conductores de calentamiento 202, 204 por vía electroconductiva sea deformado en un extremo del tubo de vidrio de tal manera que se cierre herméticamente al aire el primer extremo del tubo de vidrio de doble pared. Este estado está representado en la parte inferior de la figura 2. Cabe hacer notar a este respecto que el primer conductor de calentamiento 202 en su posición en la parte superior de la figura 2 es idéntico al conductor de calentamiento 202 en la posición de deformación en la parte inferior de la figura 2. Se cumple lo mismo para el segundo conductor de calentamiento 204 mostrado en la imagen superior de la figura 2 y para el segundo conductor de calentamiento 204 mostrado en la imagen inferior de dicha figura. El dispositivo 200 está construido para generar un movimiento relativo entre el tubo de vidrio de doble pared y los conductores de calentamiento 202, 204, gracias al cual se ocasiona la deformación del tubo de vidrio de doble pared en el primer extremo. En la parte inferior de la figura 2 se muestra con el símbolo de referencia 207 que, debido al desplazamiento de los dos conductores de calentamiento, éstos están dispuestos al final del procedimiento más cerca uno de otro que al comienzo del procedimiento, tal como se muestra en la parte superior de la figura 2. En este ejemplo de la figura 2 los dos conductores de calentamiento se mueven siempre uno hacia otro en dirección radial. Esto puede materializarse, por ejemplo, por medio de un mecanismo hidráulico o neumático para generar el movimiento. Con ayuda de la figura 3 se explica una forma de realización a modo de ejemplo. 40 45 50

55 La figura 3 muestra otro ejemplo de realización de un dispositivo 300 para realizar un cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared. En este caso, el dispositivo 300 se describe por medio de sus componentes y funcionalidades con el tubo de vidrio de doble pared, con lo que están indicadas las características y propiedades estructurales y funcionales del dispositivo 300. El dispositivo 300 presenta aquí un primer conductor de calentamiento superior 301 para el tubo exterior y en la figura 3 se le muestra en la posición de calentamiento. Asimismo, el dispositivo 300 presenta un conductor de calentamiento inferior para el tubo exterior, que está representado también en posición de calentamiento. El dispositivo presenta un cilindro neumático superior 303 por medio del cual se puede generar un movimiento vertical del conductor de calentamiento superior. Este movimiento de traslación está insinuado con la flecha 311 en la figura 3. El tubo de vidrio exterior está representado con 304 en la figura 3 y el tubo de vidrio interior está representado con 305 en dicha figura. Asimismo, unos terminales eléctricos 60

306 y 307 están dispuestos en los lados derecho e izquierdo del dispositivo 300. Como puede apreciarse en la figura 3, el conductor de calentamiento inferior 302 está construido en forma de una envolvente cilíndrica parcial y proporciona un elemento de retención para el tubo de vidrio de doble pared. Asimismo, el conductor de calentamiento superior 301 fija la posición del tubo de vidrio de doble pared. El cilindro neumático inferior 309 hace posible de manera análoga al cilindro neumático 303 un movimiento de traslación del conductor de calentamiento inferior. En el dispositivo 300 está presente una placa de base 308 sobre la cual están dispuestas lateralmente unas varillas de guía 310 que guían los movimientos de traslación de los conductores de calentamiento que se generan por los cilindros neumáticos 303 y 309. Según un ejemplo de realización más elaborado del dispositivo de la figura 3, está presente en el dispositivo 300 una guía de rodillos que puede generar una rotación del tubo de vidrio de doble pared durante el calentamiento. Puede estar contenido también un sistema de activación eléctrica correspondiente de todos los componentes, especialmente de los cilindros neumáticos y del dispositivo de rotación. Asimismo, se puede apreciar en la figura 3 que las dos envolventes cilíndricas parciales, en forma de los conductores de calentamiento primero y segundo, están en contacto directo de ajuste de forma y proporcionan el encamisado del tubo de vidrio exterior. En conjunto, este dispositivo hace posible la reducción de los tiempos de puesta bajo vacío durante la fabricación de colectores solares, especialmente durante el cierre hermético al vacío del tubo de vidrio de doble pared que se emplea como colector solar.

La figura 4 muestra otro ejemplo de realización de un dispositivo 400 para cerrar herméticamente al vacío un tubo de vidrio de doble pared. El dispositivo 400 presenta un conductor de calentamiento superior 401 para el tubo exterior y un conductor de calentamiento 402 para el tubo interior. El tubo exterior está designado con 403 y el tubo interior está designado con 404. Asimismo, se representa en la figura 4 el conductor de calentamiento inferior 405 para el tubo exterior 403. Se emplea el manguito 406 para fines de aislamiento. El manguito 406 tiene la función de un aislante eléctrico. El usuario de la invención puede elegir el material del manguito 406 según sea necesario. Debido a las temperaturas relativamente altas del proceso no entran generalmente en consideraciones aislantes hechos, por ejemplo, de plástico. Son muy adecuados, por ejemplo, los materiales cerámicos de óxido, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de circonio, óxido de itrio, óxido de silicio o sus mezclas. Además, entran en consideración también la clase de sustancias de los aluminosilicatos, por ejemplo mullita y cordierita. La unidad de suministro de corriente 407 está construida preferiblemente como una fuente de corriente continua/un proceso de corriente continua. Debido a posibles perforaciones del plasma no se deben sobrepasar aproximadamente 800 voltios. Sin embargo, en algunos casos son posibles también tensiones superiores a 800 voltios. Las tensiones de trabajo aptas para el proceso en función de la resistencia específica de los conductores de calentamiento, la superficie de su corte transversal y la longitud están en el intervalo de 20 a 400 voltios. Es posible también una realización como unidad de corriente alterna y ésta está indicada especialmente cuando se deba operar con mayores niveles de tensión. Se pueden reducir así eventuales descargas disruptivas en plasma.

El dispositivo 400 de la figura 4 presenta una consola 408 de material mineral que es eléctricamente aislante hasta 1400°C. Se pueden utilizar diferentes materiales para esto. La parte superior anteriormente descrita de la figura 4 es aquí el estado del dispositivo según la invención dentro de la fase de calentamiento. En la parte inferior de la figura 4 se representa ahora el estado del dispositivo 400 según la invención dentro de la fase de deformación. El tubo exterior 409 está representado aquí en su configuración deformada. Asimismo, el conductor de calentamiento superior para el tubo exterior 401 está representado en una posición movida hacia abajo. El conductor de calentamiento para el tubo interior 402 está representado también en la parte inferior e igualmente están representados el tubo interior 404 y el conductor de calentamiento inferior 405 para el tubo exterior. La consola 408 está representada también en la parte inferior de la figura 4. Lo mismo se aplica para el manguito 406 y el sistema 407.

La presente invención se puede utilizar en principio para diferentes clases de procedimientos de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio de doble pared y no queda limitada a la combinación indicada de las características de la reivindicación 1 y de las reivindicaciones subordinadas. Además, resultan otras posibilidades para combinar algunas características individuales una con otra cuando éstas se desprendan de las reivindicaciones, la descripción de los ejemplos de realización o directamente del dibujo.

Como complemento, cabe consignar que el término "que comprende" no excluye otros elementos o pasos y que "una" o "un" no excluye un gran número de elementos. Asimismo, cabe consignar que las características o pasos que se han descrito con referencia a uno de los ejemplos de realización anteriores se pueden emplear también en combinación con otras características o pasos de otros ejemplos de realización anteriormente descritos. Los símbolos de referencia en las reivindicaciones no deberán considerarse como una limitación.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio (206) de doble pared con un tubo de vidrio interior (203, 305, 404) y un tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409), presentando el procedimiento los pasos de
- 5 habilitar el tubo de vidrio (206) de doble pared dentro de una cámara de vacío a una depresión deseada en el interior de dicha cámara de vacío (S1),
- inmovilizar el tubo de vidrio (206) de doble pared por medio de un elemento de retención habilitado en la cámara de vacío,
- calentar por vía electroconductiva (S2) los tubos de vidrio exterior y/o interior (206) en un primer extremo del tubo de vidrio (206) de doble pared por medio de al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405);
- 10 en el que el elemento de retención es proporcionado por los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) en forma de una envolvente cilíndrica parcial; y
- en el que el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409) es encamisado al menos parcialmente por medio de un primero (202, 301, 401) de los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405),
- 15 en el que el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409) es encamisado parcialmente por medio de un segundo (204, 302, 405) de los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405), y
- desplazar el primer conductor de calentamiento (202, 301, 401) y el segundo conductor de calentamiento (204, 302, 405) uno con respecto a otro en sentido perpendicular a un eje longitudinal del tubo de vidrio (206) de doble pared para deformar y cerrar herméticamente al aire el tubo de vidrio (206) de doble pared calentado por vía electroconductiva de tal manera que se toquen el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409) y el tubo de vidrio interior (203, 305, 404) y se cierre así herméticamente al aire (S3) el primer extremo del tubo de vidrio (206) de doble pared.
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) son de cerámica, especialmente de carburo de silicio infiltrado con silicio (SiSiC).
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el calentamiento electroconductivo se efectúa por una aplicación directa de los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) sobre una superficie del tubo de vidrio (206) de doble pared y después de un proceso de puesta bajo vacío de la cámara de vacío.
- 25
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, presentando también el procedimiento el paso de poner bajo vacío un volumen que se encuentra entre el tubo de vidrio interior (203, 305, 404) y el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409).
- 30
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, presentando también el procedimiento el paso de generar un movimiento rotativo de los tubos de vidrio interior y exterior (203, 305, 404, 201, 304, 403, 409) durante el calentamiento electroconductivo con relación a los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405).
- 35
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, presentando también el procedimiento el paso de depositar al vapor una capa adicional, especialmente una capa antirreflexión, sobre una superficie exterior del tubo de vidrio (206) de doble pared antes de la deformación y el cierre hermético al aire del tubo de vidrio (206) de doble pared.
- 40
7. Dispositivo (300, 400) de cierre hermético al vacío de un tubo de vidrio (206) de doble pared con un tubo de vidrio interior (203, 305, 404) y un tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409), presentando el dispositivo (300, 400)
- una cámara de vacío para habilitar una depresión deseada dentro de dicha cámara de vacío,
- un elemento de retención para inmovilizar un tubo de vidrio (206) de doble pared dentro de la cámara de vacío,
- al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) para calentar por vía electroconductiva el tubo de vidrio (206) de doble pared en un primer extremo de dicho tubo de vidrio (206) de doble pared;
- 45 en el que el elemento de retención es proporcionado por los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) en forma de una envolvente cilíndrica parcial para producir un contactado directo por ajuste de forma del tubo de vidrio (201, 304, 403, 409) de doble pared, y
- en el que un primero (202, 301, 401) de los al menos dos conductores de calentamiento está construido para encamisar al menos parcialmente el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409), y en el que un segundo (204, 302,

405) de los al menos dos conductores de calentamiento está construido para encamisar al menos parcialmente el tubo de vidrio exterior (201, 304, 403, 409), y

5 en el que el dispositivo (300, 400) está construido para que el tubo de vidrio (206) de doble pared que se debe cerrar pueda ser depositado sobre el elemento de retención e inmovilizado por éste, y en el que el dispositivo (300, 400) está construido para desplazar el primer conductor de calentamiento (202, 301, 401) y el segundo conductor de calentamiento (204, 302, 405) en sentido perpendicular a un eje longitudinal del tubo de vidrio (206) de doble pared,

10 en el que el tubo de vidrio (206) de doble pared inmovilizado en el elemento de retención y calentado por vía electroconductiva por los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) es deformado en el primer extremo del tubo de vidrio (206) de doble pared de tal manera que el primer extremo de dicho tubo de vidrio (206) de doble pared sea cerrado de manera hermética al aire.

8. Dispositivo según la reivindicación 7, presentando también el dispositivo (300, 400)

un primer dispositivo neumático (303),

un segundo dispositivo neumático (309),

15 en el que el primer dispositivo neumático (303) está construido para mover el primer conductor de calentamiento (202, 301, 401) en dirección al segundo conductor de calentamiento (204, 302, 405) y

en el que el segundo dispositivo neumático (309) está construido para mover el segundo conductor de calentamiento (204, 302, 405) en dirección al primer conductor de calentamiento (202, 301, 401).

20 9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, en el que los al menos dos conductores de calentamiento (202, 204, 301, 302, 401, 405) están contruidos para realizar un movimiento (311) durante el calentamiento electroconductivo de tal manera que se consigan la deformación y el cierre del tubo de vidrio (206) de doble pared.

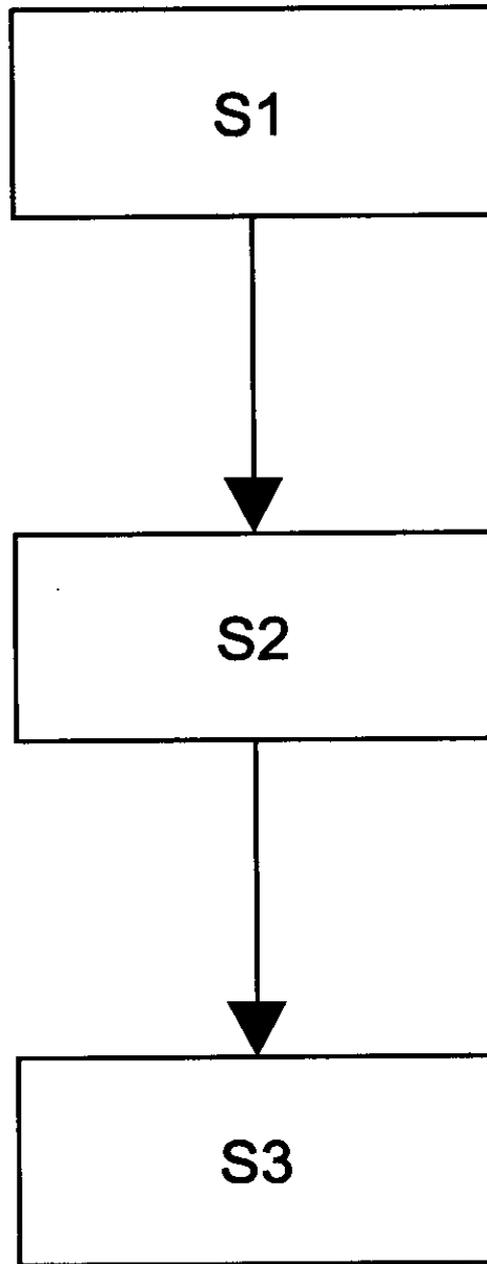


Fig. 1

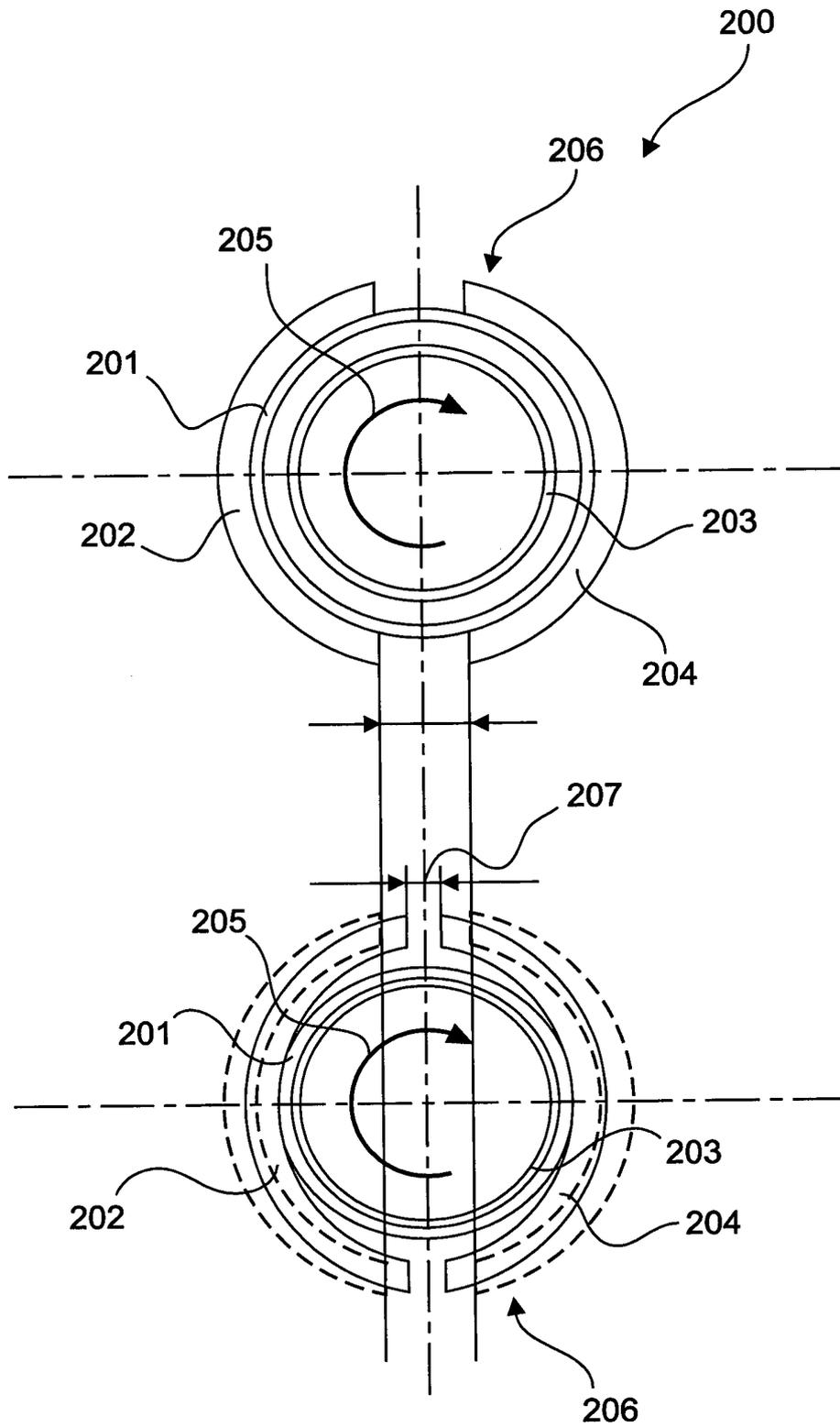


Fig. 2

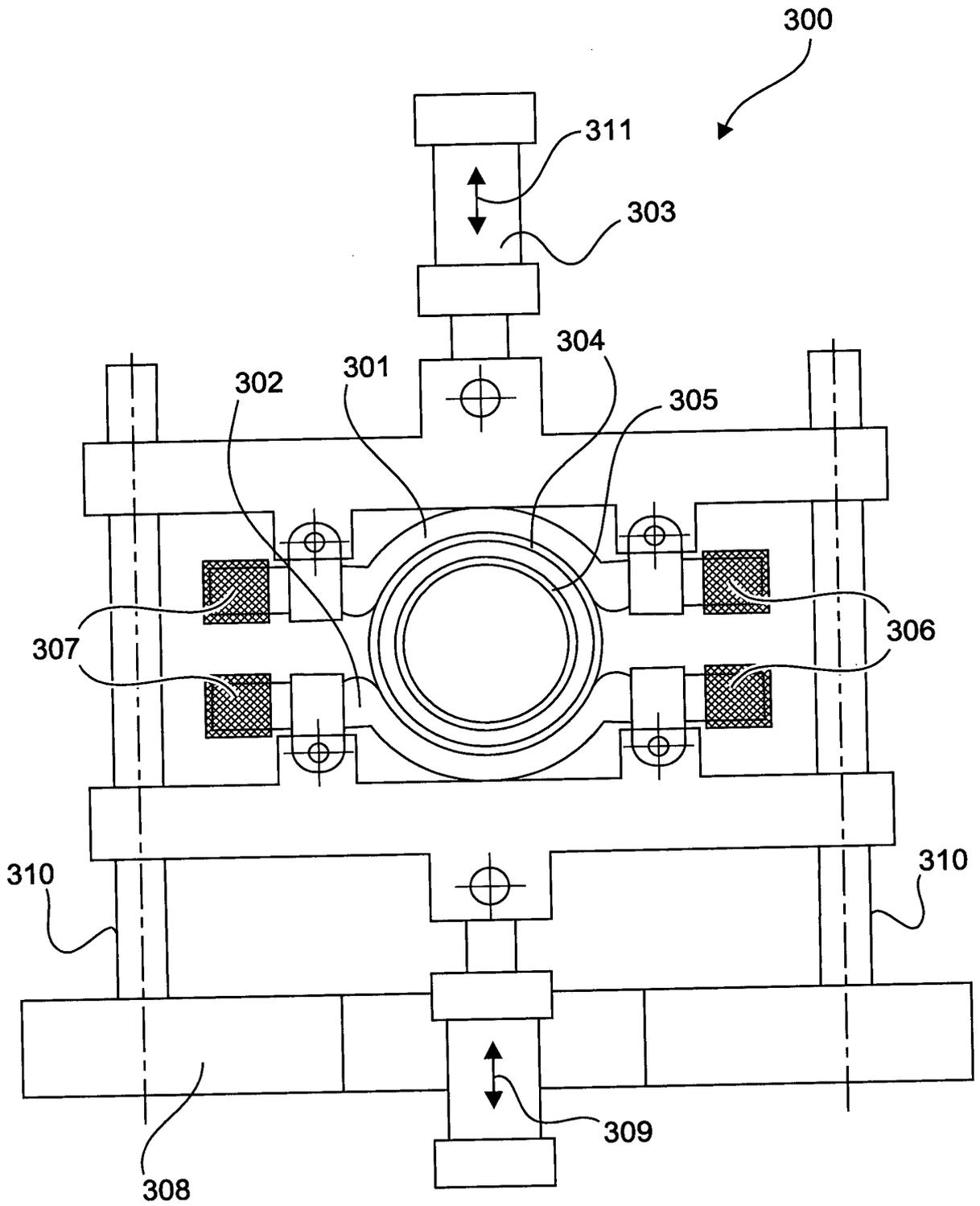


Fig. 3

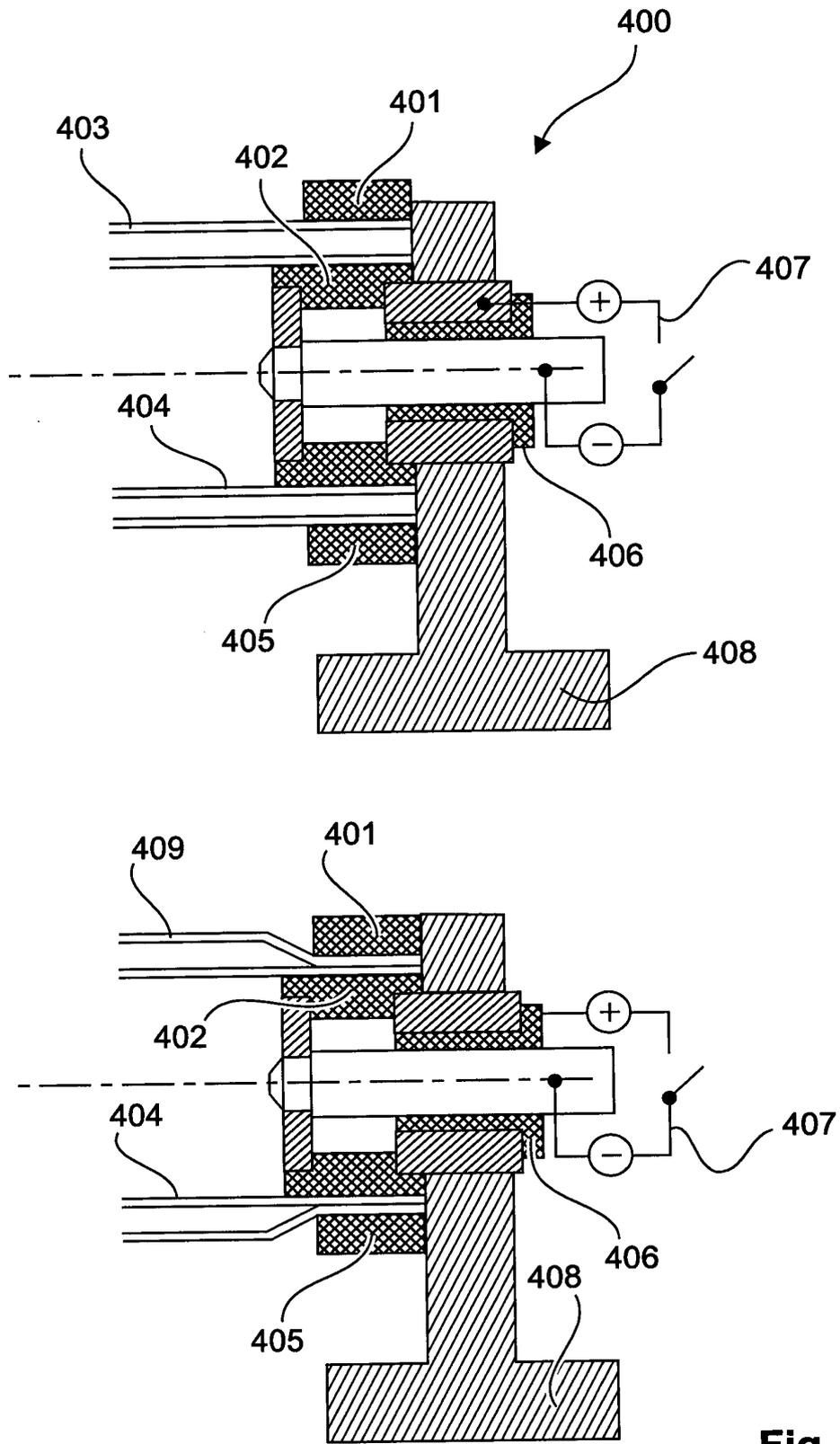


Fig. 4