

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 650**

21 Número de solicitud: 201790007

51 Int. Cl.:

F24J 2/46 (2006.01)
F24J 2/05 (2006.01)
F24J 2/14 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

24.08.2015

30 Prioridad:

12.09.2014 DE DE 102014218333

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.10.2017

71 Solicitantes:

SCHOTT AG (100.0%)
Hattenbergstrasse, 10
D-55122 MAINZ DE

72 Inventor/es:

KUCKELKORN, Thomas

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo colector**

57 Resumen:

Procedimiento y dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo colector. La presente invención describe un procedimiento para la introducción de un gas inerte en un espacio anular (3) de un tubo colector (4), especialmente para colectores solares, estando formado el espacio anular (3) por al menos un tubo envolvente exterior (2) y un tubo absorbedor interior (1) del tubo colector (4) y uniéndose el tubo envolvente exterior (2) al tubo absorbedor (1) por medio de una pared (5). Este procedimiento se caracteriza porque se genera un orificio (O1, O2) que penetra en el tubo envolvente (2) o la pared (5), se introduce gas inerte en el espacio anular (3) a través del orificio (O1, O2) y, a continuación, se cierra de nuevo el orificio (O1, O2). La invención describe además un dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) para la realización del procedimiento.

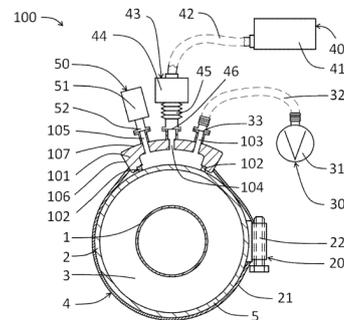


Figura 1a

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo colector

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para la introducción de un gas inerte en un espacio anular de un tubo colector, configurándose el espacio anular entre un tubo envolvente exterior y un tubo absorbedor interior del tubo colector y uniéndose de forma impermeable al gas el tubo envolvente exterior al tubo absorbedor a través de una pared. La pared se compone por regla general de metal y contiene un elemento de transición de vidrio y metal, un elemento de compensación de dilatación, así como otros elementos de unión. Por otra parte, la invención se refiere a un dispositivo para la introducción de gas inerte en el espacio anular del tubo colector.

10

15

Los colectores solares presentan un espejo colector, por ejemplo, un espejo cilíndrico parabólico (cilindro parabólico), y un tubo colector y se utilizan en centrales termosolares preferiblemente para la generación de corriente. El tubo colector se dispone en la línea focal del respectivo espejo colector y generalmente se compone de un tubo absorbedor, que presenta una capa que absorbe la radiación, y de un tubo envolvente de vidrio que rodea el tubo absorbedor y lo aísla térmicamente. En las centrales termosolares conocidas se utiliza como medio portador de calor un aceite térmico que se conduce a través del tubo absorbedor y que se puede calentar hasta una temperatura de 400°C aproximadamente por medio de la radiación solar reflejada por los espejos colectores y enfocada al tubo absorbedor. Este aceite calentado se aporta finalmente a un proceso de vaporización por medio del cual la energía térmica almacenada en el aceite térmico se puede transformar en energía eléctrica.

20

25

30

Entre el tubo absorbedor y el tubo envolvente se configura en el tubo colector un espacio anular. Éste sirve para minimizar las pérdidas de calor en la superficie exterior del tubo absorbedor y, por lo tanto, para aumentar el rendimiento del colector solar. Con esta finalidad el espacio anular se evacúa, a fin de conseguir una conductibilidad térmica lo más reducida posible.

35

Sin embargo, debido a la elevada carga térmica, el aceite térmico utilizado en el tubo absorbedor como medio portador de calor no es estable a largo plazo y con el envejecimiento progresivo libera hidrógeno. La cantidad liberada durante el proceso de envejecimiento depende, por una parte, del aceite térmico utilizado y de las condiciones de

servicio en las centrales termosolares y, por otra parte, del contenido de agua que se puede crear especialmente durante el proceso de vaporización con el aceite.

5 El hidrógeno que se libera llega mediante permeación al espacio anular evacuado. Por lo tanto, la presión en éste aumenta, aumentando también la conductibilidad térmica del espacio anular. Esto ocurre hasta que reine un equilibrio entre las presiones parciales del hidrógeno en el tubo absorbedor y el espacio anular. Aquí resulta especialmente
10 inconveniente que el hidrógeno presenta una mayor conductibilidad térmica que, por ejemplo, el aire, de manera que la conductibilidad térmica en el espacio anular con una cada vez mayor permeación de hidrógeno es incluso mejor que la del aire fuera del tubo colector. Como consecuencia, disminuye el rendimiento del tubo colector y, por consiguiente, de todo el colector solar.

15 Por el estado de la técnica se conocen distintas soluciones para al menos reducir este aumento de presión parcial del hidrógeno en el espacio anular y prolongar así la vida útil del tubo colector.

Por ejemplo, el hidrógeno difundido en el espacio anular puede enlazarse por medio de materiales reductores de presión. No obstante, la capacidad de absorción de estos
20 materiales es limitada, de modo que una vez alcanzada la capacidad de absorción máxima de los materiales reductores de presión no es posible enlazar más hidrógeno y la presión en el espacio anular vuelve a aumentar.

Los tubos colectores con un material reductor de presión dispuesto en el espacio anular se
25 conocen, por ejemplo, por el documento WO 2004/063640 A1. En el caso del dispositivo descrito en esta memoria, el material reductor de presión se dispone en barras de afinador de vacío o getter entre el tubo absorbedor y el tubo envolvente directamente en el espacio anular. Por medio de las barras de afinador de vacío o getter se crea una distancia entre el tubo absorbedor y el afinador de vacío o getter, de manera que se reduzca la carga térmica
30 del afinador de vacío o getter y se mejore, por consiguiente, su estabilidad a largo plazo. No obstante, aparte del uso de un material reductor de presión no se proporciona ninguna otra solución para reducir la concentración de hidrógeno en el espacio anular, de modo que siguen existiendo los inconvenientes antes descritos del afinador de vacío o getter.

35 A fin de reducir el problema de los materiales reductores de presión, por el documento DE 198 21 137 A1 se conoce un tubo colector para aplicaciones termosolares en el que existe adicionalmente gas noble con una presión parcial de hasta varios cientos mbar en el espacio

anular. La ventaja de esta solución consiste en que muchos gases nobles presentan una conductibilidad térmica más reducida que el hidrógeno, de manera que pueda reducirse la conducción del calor a través del espacio anular y el empeoramiento del rendimiento asociado a la misma. Sin embargo, el inconveniente de esta configuración consiste en que
5 el espacio anular se rellena desde un principio con gas noble, de modo que directamente después de la instalación ya se obtiene un menor rendimiento del colector solar que en el caso del espacio anular evacuado.

Variantes de realización alternativas como, por ejemplo, las publicadas en el documento DE
10 10 2005 057 276 B3, prevén en el espacio anular al menos un recipiente cerrado de forma impermeable al gas relleno con al menos un gas noble, desde el cual el gas noble se introduce en el espacio anular tan pronto como el material reductor de presión se agote. No obstante, el inconveniente de esta variante de realización alternativa consiste en que el colector solar y especialmente el tubo absorbedor deben fabricarse con el recipiente ya
15 relleno. Una modificación posterior no es posible, de manera que el cliente debe decidir directamente en la fabricación de los tubos colectores si asume los costes adicionales y la mayor cantidad de trabajo a invertir. Además, la apertura del recipiente representa otra dificultad, pudiendo llevarse a cabo la misma sólo invirtiendo un mayor esfuerzo.

Un procedimiento para la apertura del recipiente y para el llenado del espacio anular con gas noble se conoce por el documento DE 10 2011 082 772 B9, abriéndose el recipiente por medio de un procedimiento de perforación por láser. Desde fuera, un rayo láser se dirige a través del tubo envolvente al recipiente, irradiando éste último hasta que se forma en el recipiente un orificio y liberando el gas inerte. No obstante, esta invención también presenta
25 el inconveniente de que no es posible una modificación posterior del tubo colector con el recipiente de gas inerte y el cliente debe asumir ya en la fabricación unos mayores costes y gastos de fabricación aunque el gas noble se utilice mucho tiempo después de la puesta en funcionamiento.

30 En la memoria divulgada DE 27 11 889 A1, por ejemplo, se describe un procedimiento para la apertura de agujeros en piezas de todo tipo con ayuda de pulsos de láser enfocados.

Por consiguiente, la tarea de la invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo que simplifique el llenado del espacio anular de un tubo colector con un gas
35 inerte y que permita además su relleno posterior.

Esta tarea se resuelve con un procedimiento según la reivindicación de patente 1 y con un dispositivo según la reivindicación de patente 18. Las reivindicaciones dependientes 2 a 17 y 19 a 24 representan respectivamente variantes de realización ventajosas del procedimiento o del dispositivo.

5

El procedimiento según la invención para la introducción de un gas inerte en un espacio anular de un tubo colector, especialmente para colectores solares, formándose el espacio anular entre un tubo envolvente exterior y un tubo absorbedor interior del tubo colector y uniéndose el tubo envolvente exterior por medio de una pared al tubo absorbedor, se caracteriza por que en una primera fase del proceso se genera un orificio que atraviesa el tubo envolvente o la pared. A continuación se introduce gas inerte en el espacio anular a través del orificio, cerrándose el orificio de nuevo en una tercera fase del proceso.

La ventaja de este procedimiento consiste en que el espacio anular de un tubo colector ya totalmente fabricado e incluso instalado en un colector solar puede rellenarse con gas inerte con posterioridad y sin costes elevados ni períodos de tiempo prolongados. Por otra parte, el tubo colector se puede suministrar con un espacio anular en principio evacuado, de manera que al comenzar el funcionamiento sea posible alcanzar un máximo rendimiento. Sin embargo, tan pronto como, en virtud de la difusión de hidrógeno, el rendimiento del tubo colector alcance un valor crítico, es posible rellenar el espacio anular, de acuerdo con el procedimiento según la invención, con un gas inerte y detener así una mayor disminución del rendimiento.

Se suprime el montaje costoso y de fabricación complicada de un recipiente adicional relleno con gas inerte. Además, los espacios anulares de instalaciones ya existentes pueden rellenarse en cualquier momento con gas noble por medio del procedimiento según la invención y detener así una posterior reducción del rendimiento. De este modo se aumenta la vida útil de todos los tubos colectores, lo que ofrece una ventaja económica y ecológica considerable.

30

En este caso, el valor crítico puede estar formado por la concentración de hidrógeno realmente existente en el espacio anular que puede medirse mediante sensores adecuados. Una temperatura medida en el tubo envolvente de vidrio también es un indicador apropiado, dado que al aumentar la concentración de hidrógeno, aumenta la conductibilidad térmica del espacio anular y, por lo tanto, también la temperatura del tubo envolvente de vidrio durante el servicio. Por otra parte, el tiempo o el rendimiento de los colectores solares también pueden constituir el valor crítico.

35

En una variante de realización ventajosa del procedimiento según la invención, el orificio se conforma por medio de un procedimiento de perforación por láser.

5 El procedimiento de perforación por láser tiene la ventaja de que se pueden generar orificios de cualquier tamaño y forma. Para ello, sólo es preciso adaptar la potencia y/o la geometría del rayo láser a las respectivas geometrías y estructuras de los tubos colectores, tubos envolventes y/o paredes. Por otra parte, el procedimiento de perforación por láser ofrece la posibilidad de generar, de la misma manera y con el mismo dispositivo, el orificio tanto en el
10 tubo envolvente, que se compone fundamentalmente de vidrio, como también en la pared que se compone fundamentalmente de metal o de una aleación de metal. Al contrario que los procesos de perforación con arranque de virutas, un procedimiento de perforación por láser permite orificios sin causar ningún tipo de abrasión, evitando la contaminación del espacio anular.

15

En otra variante de realización ventajosa, el orificio se cierra de nuevo por medio de un procedimiento de soldadura por láser.

El cierre por medio del procedimiento de soldadura por láser ofrece la ventaja de que el
20 orificio puede cerrarse sin la aplicación adicional de un material de cierre. Por otra parte, gracias a la variación de su potencia y/o geometría, un rayo láser se puede adaptar a las más diversas geometrías de orificio y a diferentes requisitos como, por ejemplo, el grosor de pared del tubo envolvente o de la pared o sus composiciones de material.

25 Otra variante de realización ventajosa prevé que el orificio se genere en el espacio anular mediante una caída de presión de fuera a dentro.

Esta variante de realización prevé que fuera del tubo envolvente, por lo tanto, de la cara opuesta al tubo absorbedor, reine una presión más alta que en el espacio anular. Esta
30 mayor presión puede crearse, por ejemplo, mediante una aplicación de presión con gas inerte. Esta variante de realización ofrece la ventaja de que el gas inerte ya penetra en el espacio anular tan pronto se haya practicado un orificio, reduciéndose, por lo tanto, el tiempo necesario para el proceso de llenado del espacio anular. Además también se limita en gran medida una contaminación del espacio anular con gases procedentes de otra
35 fuente. La caída de presión da lugar además a que los orificios muy pequeños, que se pueden practicar, por ejemplo, por medio de un procedimiento de perforación por láser, también permanezcan abiertos y no se vuelvan a obstruir con material fundido,

permitiéndose así un posterior proceso de llenado continuo a pesar de orificios muy pequeños.

5 En otra variante de realización igualmente ventajosa, el segundo orificio se realiza por medio de un procedimiento de perforación por láser con un diámetro de rayo láser d_{L1} y se cierra mediante un procedimiento de soldadura por láser con un diámetro de rayo láser d_{L2} después del llenado de la cámara de procesamiento, siendo d_{L2} mayor que d_{L1} . Esta forma de realización ofrece la posibilidad de generar y volver a cerrar el orificio con sólo un dispositivo láser. Al cerrar el orificio, sólo hay que aumentar el diámetro del rayo láser, por ejemplo, con un sistema óptico. A continuación se aplica el rayo láser al orificio, siendo su radio mayor que el radio del orificio. Esto da lugar a que el material que rodea al orificio se caliente por absorción y finalmente se funde. Estas zonas fundidas fluyen acto seguido al interior del orificio y lo cierran.

10 En otra forma de realización alternativa según la invención, el cierre del orificio se realiza utilizando un material de cierre adicional.

Precisamente en caso de tubos envolventes de pared fina o paredes finas es posible que no se disponga de material suficiente para el cierre del orificio mediante fusión, con lo que no se garantiza la estabilidad del tubo envolvente o de la pared en la zona del orificio cerrado. Según la invención, en estos casos se aplica material adicional sobre o en el orificio, con lo que se cierra el orificio y no se perjudica o se perjudica en menor medida el material del tubo envolvente o de la pared que lo rodea.

25 Otra forma de realización según la invención prevé que antes de la generación del orificio, el material de cierre adicional se aplique sobre el punto a abrir del tubo envolvente o de la pared.

30 El orificio se realiza a través del material de cierre aplicado. En este caso, el material de cierre no influye significativamente en el proceso de apertura y llenado del espacio anular. Esta forma de realización tiene además la ventaja de que no es preciso utilizar ningún material directo del tubo envolvente o de la pared para el cierre del orificio. Hay suficiente material adicional disponible, de modo que se evita una disminución de la estabilidad del tubo envolvente o/y de la pared.

35 También resulta ventajosa la variante de realización en la que el material de cierre se aplica por medio de un procedimiento de soldadura blanda, soldadura o adhesión.

Mediante todos estos procedimientos, el material de cierre se dispone de forma fija en el tubo envolvente o la pared, de manera que se reduzca el riesgo de resbalamiento durante el proceso de apertura o llenado.

5

El material de cierre adicional se funde después del llenado del espacio anular, penetrando a continuación en el mismo al menos parcialmente para el cierre del orificio.

10

El fundido del material de cierre puede realizarse, como ya se ha dicho antes, por medio de un rayo láser cuyo diámetro es mayor que el diámetro del orificio. Además, como material de cierre puede elegirse un material con una temperatura de fusión por debajo de la del tubo envolvente o de la pared, siendo necesaria claramente menos energía durante la fusión y reduciéndose aún más la carga térmica local del tubo envolvente o de la pared. Alternativamente, la fusión también puede llevarse a cabo por medio de energía térmica aplicada directamente.

15

Alternativamente al material de cierre aplicado, en otra forma de realización ventajosa se prevé que el material de cierre sólo se introduzca dentro o en el orificio después del llenado del espacio anular, cerrando, por consiguiente, el orificio al menos parcialmente.

20

Gracias a la aproximación del material de cierre sólo después del llenado del espacio anular es posible un proceso de apertura y llenado sin fricción ni obstáculos. A pesar de ello, mediante el empleo de un material de cierre queda disponible suficiente material adicional para el cierre del orificio. La aproximación del material dentro o en el orificio puede realizarse automáticamente y/o por ordenador, de manera que el orificio se pueda cerrar de forma específica y fiable.

25

En otra variante de realización según la invención, después del llenado del espacio anular, el material de cierre se empuja hacia delante al menos parcialmente dentro o en el orificio, se funde al menos parcialmente mediante láser y el orificio se cierra.

30

Esto tiene la ventaja de que por medio de la fusión del material de cierre separado se reduce la carga térmica y un eventual deterioro asociado a la misma del tubo envolvente y/o de la pared.

35

Otra forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención se caracteriza por que el orificio se practica con al menos dos diámetros distintos d_{o1} y d_{o2} , representando d_{o2}

el diámetro de orificio por la cara opuesta al tubo absorbedor y d_{o1} el diámetro de orificio por la cara orientada hacia el tubo absorbedor del tubo envolvente o de la pared, siendo: $d_{o2} > d_{o1}$.

- 5 Gracias al diámetro aumentado por la cara exterior del tubo envolvente se facilita la introducción de un material de cierre adicional en el orificio. Esta configuración del orificio en forma de una perforación escalonada permite además un proceso de cierre seguro. Mediante la fusión de un material de cierre dentro o en el diámetro de orificio d_{o2} , el material de cierre se dirige tanto a la zona de orificio con un diámetro menor, como también a la zona
- 10 con un diámetro mayor. Esto da lugar a una disminución de posibles cavidades del material de cierre en el interior del orificio y, por lo tanto, también a una reducción de eventuales pasos de gas.

En otra forma de realización ventajosa, el orificio en la pared se cierra por medio de

15 soldadura por resistencia.

Dado que la pared se compone especialmente de metal o de una aleación metálica, ésta conduce la corriente. Por consiguiente, a través de la aplicación de una tensión es posible el cierre del orificio por medio de soldadura por resistencia. La gran ventaja de esta técnica de

20 soldadura consiste en la posibilidad de concentrar en un período de tiempo mínimo una elevada energía en forma de corriente eléctrica en una pequeña superficie de una pieza, creándose con la aportación de una presión alta (neumática o electromecánicamente) una unión no separable. Por lo tanto es posible cerrar de forma rápida y estable el orificio practicado.

25

Esta forma de realización ventajosa también puede realizarse utilizando un material de cierre adicional.

Otra variante de realización se caracteriza por que el cierre del orificio se lleva a cabo

30 utilizando al menos una varilla para soldar.

Mediante el empleo de al menos una varilla para soldar, el efecto de la soldadura por resistencia puede limitarse al orificio de forma muy específica y local. Por lo tanto no se alteran las zonas adyacentes de la pared. Por otra parte cabe la posibilidad, mediante la

35 elección de geometrías apropiadas de la varilla para soldar, de permitir la soldadura por resistencia para formas de realización también diferentes de la pared. Además, por medio

de la varilla para soldar es posible aplicar localmente una presión suficiente en la zona del orificio, con lo que se simplifica su cierre y también se favorece.

5 Otra forma de realización igualmente ventajosa prevé que, después del llenado del espacio anular, el material de cierre se empuje hacia adelante al menos parcialmente en o sobre el orificio, que respectivamente al menos un electrodo entre en contacto con el material de cierre y con la pared, que el material de cierre se funda mediante soldadura por resistencia y, por lo tanto, que se cierre el orificio.

10 En esta variante de realización se reúnen todas las ventajas antes citadas de la soldadura por resistencia y del uso de un material de cierre.

En otra forma de realización, el orificio se genera mecánicamente. La apertura mecánica puede realizarse, por ejemplo, con un mandril. En este caso, el mandril se presiona a través
15 de la pared y se extrae de nuevo, creándose un orificio correspondiente a través de la pared.

No obstante, en una forma de realización ventajosa, el orificio se practica mediante el empleo de una cánula, presionándose la cánula a través de la pared.

20 El uso de una cánula tiene la ventaja de que se forma un acceso directo al espacio anular a través de la cavidad de la cánula, de manera que no sea preciso extraer la cánula de nuevo fuera del orificio. Después de la perforación de la cánula, una sección parcial de la cánula se encuentra en el espacio anular, mientras que otra sección parcial sobresale de la pared a la que pueden conectarse fácilmente accesos para, por ejemplo, la introducción de un gas
25 inerte. En este caso, la cánula actúa como una cánula de una jeringuilla y simplifica el posterior proceso de llenado. Por otra parte, el uso de una cánula favorece también el posterior cierre del orificio.

Así otra forma de realización según la invención prevé que la cánula se presione a través de
30 la pared, que el espacio anular se rellene a través de la cánula y que el orificio se cierre a continuación mediante el cierre de la cánula.

La ventaja de esta forma de realización consiste en que la pared sólo se perfora una vez por medio de la cánula y que todas las demás fases del procedimiento se realizan a través de
35 esta cánula. Por consiguiente, se reduce la carga térmica de la pared al abrir y cerrar el espacio anular. Además, el cierre del orificio se lleva a cabo indirectamente mediante el cierre de la cánula. En este caso, el acceso a la cánula es considerablemente más sencillo,

pudiéndose cerrar, por lo tanto, más fácilmente, de manera que aquí también se consiga durante el cierre una simplificación y, por consiguiente, un ahorro de tiempo asociado a la misma.

- 5 Ventajosamente la cánula se cierra por medio de al menos uno de los procedimientos de soldadura por resistencia, soldadura por fricción o soldadura indirecta por inducción.

Estos procedimientos dan buenos resultados desde hace tiempo, siendo posible llevar a cabo un cierre de la cánula rápido y fiable. A fin de permitir la soldadura por resistencia, la
10 cánula se compone al menos parcialmente de metal o de una aleación.

Otra forma de realización ventajosa del procedimiento según la invención se caracteriza por que antes de la generación del orificio se dispone de forma impermeable al gas en el tubo envolvente y/o la pared, una cámara de procesamiento evacuable que incluye el punto a
15 abrir, evacuándose a continuación y rellenándose con gas inerte.

De este modo se produce la introducción de un gas inerte en un espacio anular de un tubo colector desde esta cámara de procesamiento. La ventaja de esta cámara de procesamiento consiste en que el procedimiento puede realizarse protegido frente a todas las influencias
20 ambientales como, por ejemplo, la presión o la humedad del aire, pero también protegido frente a cargas mecánicas o impurezas. Así se evita una contaminación de la cámara de procesamiento. En la cámara de procesamiento puede ajustarse cualquier parámetro ambiental, siendo posible realizar el procedimiento de forma flexible e independientemente de influencias meteorológicas. Además, la cámara de procesamiento permite que todos los
25 elementos del procedimiento necesarios para el mismo puedan disponerse incluso de antemano en el interior de la cámara de procesamiento, de manera que no sea preciso abrirla durante el procedimiento.

En una forma de realización igualmente ventajosa, una vez generado el orificio se espera
30 hasta que se haya producido el intercambio de gas deseado entre el espacio anular y la cámara de procesamiento.

En virtud de este diámetro de orificio limitado es necesario, después de haber introducido el gas inerte en la cámara de procesamiento, esperar cierto tiempo hasta que el gas inerte se
35 haya repartido con la presión parcial deseada en el interior del espacio anular. Este tiempo de espera depende del diámetro del orificio, del gas inerte, así como de las diferencias de presión entre el espacio anular y el depósito de gas inerte. El proceso de llenado puede

supervisarse directamente a través de mediciones de presión o a través de mediciones de tiempo siempre que se conozcan las condiciones de presión y el diámetro del orificio.

5 A continuación del intercambio de gas, el orificio se cierra y acto seguido la cámara de procesamiento se ventila y se separa de nuevo del tubo colector.

Por consiguiente, la cámara de procesamiento se coloca de forma separable en el tubo colector, pudiendo utilizarse de nuevo para varios usos y distintos tubos colectores.

10 No obstante, la cámara de procesamiento también puede unirse alternativamente sin posibilidad de desmontaje a la pared y/o al tubo envolvente, de manera que a continuación del intercambio de gas se cierre el orificio, ventilándose la cámara de procesamiento, aunque sin volver a separarse del tubo colector.

15 Además de a un procedimiento, la invención también se refiere a un dispositivo para la introducción de un gas inerte en un espacio anular de un tubo colector, a continuación llamado "dispositivo de llenado", especialmente para colectores solares, estando formado el espacio anular al menos por un tubo envolvente exterior y un tubo absorbedor interior del tubo colector y uniéndose el tubo envolvente exterior por medio de una pared al tubo
20 absorbedor, e incluyendo el dispositivo una cámara de procesamiento, elementos para la generación de un orificio a través del tubo envolvente o la pared, elementos para la introducción de gas inerte en el espacio anular y elementos para el cierre del orificio.

25 Este dispositivo ofrece las ventajas antes explicadas en relación con el procedimiento según la invención.

En una forma de realización ventajosa, los elementos para la generación de un orificio a través del tubo envolvente o la pared están formados por un sistema láser. Este sistema láser ofrece la posibilidad de generar rápidamente y sin arranque de virutas orificios a través
30 del tubo envolvente o la pared con los más diversos diámetros o geometrías. Las ventajas detalladas de un sistema láser ya se explicaron en relación con la descripción del procedimiento según la invención.

35 En una variante de realización igualmente ventajosa, los elementos para la generación de un orificio a través de la pared están formados por un sistema de sellado con una cánula dispuesta en este sistema de sellado.

Por otra parte, los elementos para la introducción de gas inerte en el espacio anular están formados ventajosamente por un sistema de suministro de gas. Este sistema de suministro permite un proceso de llenado del espacio anular rápido y económico. En este caso, el sistema de suministro de gas presenta un depósito de gas que se dispone de forma reemplazable en el sistema de suministro de gas. Así es posible un cambio rápido del gas de procesamiento o una sustitución de un depósito de gas vacío.

Otra forma de realización ventajosa del dispositivo se caracteriza por que los elementos para el cierre del orificio están formados por un sistema láser o un sistema láser con material de cierre o un sistema de calentamiento, por ejemplo, una bobina de inducción o un aplicador con material de cierre.

En relación con las ventajas respectivas de los distintos componentes del dispositivo se hace referencia, a su vez, a la descripción de las ventajas relativas al procedimiento según la invención.

También resulta ventajosa una forma de realización en la que la cámara de procesamiento presenta un orificio de salida para la evacuación de la cámara de procesamiento, un orificio de paso para los elementos para la generación del orificio a través del tubo envolvente o la pared, y un orificio de entrada para el llenado de la cámara de procesamiento con gas inerte. Gracias a estos orificios es posible lograr un funcionamiento rápido y económico del dispositivo, así como una realización eficaz del procedimiento.

En otra forma de realización ventajosa, la cámara de procesamiento puede unirse a un sistema de vacío a través del orificio de salida, a un sistema de suministro de gas a través del orificio de entrada y a un sistema láser o un sistema de sellado a través del orificio de paso.

A fin de garantizar una fijación rápida de la cámara de procesamiento en el tubo colector y especialmente en la pared, se disponen en la cámara de procesamiento elementos para la fijación separable de la cámara de procesamiento en un tubo colector y especialmente en la pared.

En otra variante de realización se prevé adicionalmente a la cámara de procesamiento un sistema de soporte que se une a la cámara de procesamiento a través de una unión de tubo flexible ondulado estanca al vacío. Esta disposición tiene la ventaja de que todas las fuerzas que actúan mecánicamente del láser, de la bomba, etc., unidas al sistema de soporte, son

absorbidas por el sistema de soporte, por lo que la obturación en la pared no se solicita mecánicamente. Adicionalmente puede colocarse una unión de tubo flexible ondulado para la absorción del láser, a fin de conseguir un blindaje completo de la trayectoria del rayo láser.

5

La cámara de procesamiento se dota una ventana estanca al vacío y transparente para el rayo láser. Adicionalmente se puede colocar en la cámara de procesamiento un cristal protector preferiblemente giratorio y que protege la ventana de láser contra la vaporización durante el proceso de apertura. El sistema de soporte presenta otro sistema de cámara con las conexiones para el sistema de bombeo y de suministro de gas, inclusive todos los sensores necesarios, así como un alojamiento y un dispositivo de ajuste para la cabeza de láser. En lugar de una tubería de gas también puede utilizarse preferiblemente un cartucho de gas previamente relleno que se reemplaza antes de cada nuevo proceso de llenado. En el sistema de cámara también se encuentra preferiblemente una conexión para la colocación de un afinador de vacío o getter que garantiza la conservación de la pureza del gas durante el proceso de llenado. El afinador de vacío o getter también puede colocarse alternativamente en el cartucho de gas noble antes del proceso de llenado del mismo y activarse después del cierre.

En otra forma de realización preferida se puede utilizar un afinador de vacío o getter de bario evaporable en un tubo de vidrio pequeño que puede usarse al mismo tiempo como indicador para la calidad del proceso de llenado. Mediante la utilización de un afinador de vacío o getter, el sistema de bombeo puede desmontarse antes de la apertura del colector y el proceso de apertura puede llevarse a cabo después de la anegación de las cámaras con gas noble bajo una atmósfera de gas noble. De este modo se pueden evitar vibraciones perturbadoras por parte del sistema de bombeo y mejorar la seguridad del proceso. Por otra parte, así puede garantizarse antes de la apertura que el sistema de cámara aún sea impermeable al gas después de la anegación.

A continuación se explican, por medio de la descripción de las figuras, otras características, ventajas y ejemplos de realización del procedimiento y del dispositivo para la introducción de un gas inerte en un espacio anular. Se muestra en la:

Figura 1a una primera variante de realización del dispositivo de llenado,

Figuras 1b-1c el dispositivo de llenado durante distintas fases del proceso para el llenado del un espacio anular,

35

Figura 2a una segunda variante de realización del dispositivo de llenado,

Figuras 2b-2d el dispositivo de llenado de la segunda variante de realización durante distintas fases del proceso para el llenado de un espacio anular,
Figura 3a una tercera variante de realización del dispositivo de llenado,
Figuras 3b-3e el dispositivo de llenado de la tercera variante de realización durante distintas
5 fases del proceso para el llenado de un espacio anular,
Figura 4a una cuarta variante de realización del dispositivo de llenado,
Figuras 4b-4e el dispositivo de llenado de la cuarta variante de realización durante distintas fases del proceso para el llenado de un espacio anular,
Figura 5a una quinta variante de realización del dispositivo de llenado,
10 Figura 5b una representación ampliada de la cámara de procesamiento de acuerdo con la quinta variante de realización,
Figura 6a una sexta variante de realización del dispositivo de llenado,
Figura 6b una representación ampliada de la cámara de procesamiento de acuerdo con la sexta variante de realización.

15

En la figura 1a se representa una primera forma de realización del dispositivo de llenado 100 según la invención. Este dispositivo 100 presenta una cámara de procesamiento 101 que se puede fijar en un tubo colector 4 por medio de un sistema de fijación 20 compuesto de una abrazadera 21 y de un cierre 22. El tubo colector 4 se caracteriza por un tubo absorbedor 1
20 y un tubo envolvente 2, configurándose entre el tubo absorbedor 1 y el tubo envolvente 2 un espacio anular 3. El dispositivo de llenado 100 se fija en el tubo envolvente 2 o preferiblemente en la pared 5 por medio de la abrazadera 21. La pared 5 contiene una pieza de compensación de dilatación no representada en la figura 1, lo que ya se ha explicado en la introducción. En relación con la figura 5b se explican otros detalles más amplios
25 referentes a la pared 5. Alternativamente, el dispositivo de llenado 100 también puede colocarse directamente sobre el vidrio del tubo envolvente 2. Preferiblemente, el sistema de fijación 20 se dispone, al menos en parte, en una pared lateral 106 de la cámara de procesamiento 101, generándose una presión de apriete homogénea en la pared 5 o el tubo envolvente 2.

30

Para poder montar la cámara de procesamiento 101 de forma rápida y separable en distintos tubos colectores 4 con diámetros diferentes del tubo envolvente 2 o de la pared 5, el tamaño perimetral de la abrazadera 21 puede ajustarse de forma variable por medio del cierre 22. Por lo tanto, como sistema de fijación 20 resultan adecuadas, a modo de ejemplo,
35 abrazaderas de manguera con tornillo tangente que pueden adquirirse en el mercado. Sin embargo, para la fijación de la cámara de procesamiento 101 en el tubo colector 4 también puede utilizarse, alternativamente a una abrazadera 21, una cinta de goma o una correa.

En los puntos de contacto entre la cámara de procesamiento 101 y el tubo colector 4 se disponen juntas 102, a fin de impermeabilizar el interior de la cámara de procesamiento 101 frente a influencias ambientales externas. Estas juntas 102 se pueden configurar, por ejemplo, como anillo de obturación 102. Así, por medio del sistema de fijación 20 y la junta 102 es posible fijar con posibilidad de desmontaje el interior de la cámara de procesamiento 101 en el tubo colector 4 de forma impermeable al gas.

Para poder evacuar la cámara de procesamiento 101, ésta presenta un orificio de salida 103 y se une a un sistema de vacío 30 a través de una unión por bridas 33. Este sistema de vacío 30 incluye una bomba de vacío 31 y tubos flexibles a prueba de vacío 32, uniendo al menos un tubo flexible a prueba de vacío 32 la bomba de vacío 31 a la cámara de procesamiento 101 a través de la unión por bridas 33. Por lo tanto, la cámara de procesamiento 101 se puede evacuar a través del orificio de salida 103, siendo posible generar presiones de algunos mbar en el interior de la cámara de procesamiento 101.

Por otra parte, la cámara de procesamiento 101 dispone de un orificio de paso 104. Este orificio 104 une, en la primera forma de realización del dispositivo de llenado 100, la cámara de procesamiento 101 a un sistema de láser 40. En este caso, el sistema de láser 40 presenta una fuente de láser 41 en forma, por ejemplo, de un diodo láser o de un láser de estado sólido. Esta fuente de láser 41 se une a una cabeza de láser 43 a través de al menos un conductor de luz 42, formando la cabeza de láser 43 con una unión por bridas 46 el punto de unión entre el sistema láser 40 y la cámara de procesamiento 101. Para adaptar el rayo láser que sale de la fuente de láser 41 a las respectivas características del tubo envolvente 2 o de la pared 5 como, por ejemplo, a su composición de material o grosor de pared, la cabeza de láser 43 presenta un sistema óptico 44 para la regulación de la contracción del haz del rayo láser y una unidad de enfoque 45 para el control del punto de foco del rayo láser en dirección radial del tubo colector 4. Por medio de la cabeza de láser 43, el rayo láser llega a través del orificio de paso 104 al interior de la cámara de procesamiento 101 y finalmente con su punto de foco a la superficie del tubo envolvente 2 o de la pared 5 del tubo colector 4.

A fin de rellenar la cámara de procesamiento 101 con un gas y especialmente con un gas de proceso inerte, por ejemplo, con un gas noble, ésta se une a un sistema de suministro de gas 50 a través de un orificio de entrada 105. El sistema de suministro de gas 50 presenta un depósito de gas 51, llenado con el gas de proceso, que se une a la cámara de procesamiento 101 a través de una unión por bridas 52. Para controlar la proporción de gas

de proceso en el interior de la cámara de procesamiento 101 se dispone, por ejemplo, una válvula que no se representa en la figura 1a, entre la unión por bridas 52 y el depósito de gas 51. Alternativamente es posible analizar y controlar el índice de paso del gas de proceso en la cámara de procesamiento 101 por medio de un fluxómetro que se dispone igualmente
5 entre la unión por bridas 52 y el depósito de gas 51 y que no se representa en la figura 1a.

Tanto el orificio de entrada 105, el orificio de paso 104, como también el orificio de salida 103 se disponen respectivamente en la cara de la cámara de procesamiento 101 opuesta al tubo colector 4, concretamente la pared de cubierta 107.
10

Por medio de las figuras 1a a 1c se explican las distintas fases del proceso para el llenado del espacio anular 3 del tubo colector 4 por medio de una primera forma de realización del dispositivo de llenado 100.

15 Como puede verse en la figura 1a, en una primera fase el dispositivo de llenado 100, compuesto de cámara de procesamiento 101, sistema de vacío 30, sistema láser 40 y sistema de suministro de gas 50, se dispone por medio de un sistema de fijación 20 en un tubo colector 4 y especialmente en su pared 5 o tubo envolvente 2. En este caso, la junta 102 forma preferiblemente el único contacto entre la cámara de procesamiento 101 y la
20 pared 5 o el tubo envolvente 2. A continuación el sistema de fijación 20 se tensa, de manera que la cámara de procesamiento 101 se apriete contra el elemento de transición de vidrio y metal 5. Si el sistema de fijación 20 lo constituye, por ejemplo, una abrazadera 21, el tensado se lleva a cabo mediante la regulación del cierre 22.

25 Una vez colocada la cámara de procesamiento 101 de forma impermeable al gas sobre el tubo envolvente 2 o la pared 5, su interior se evacúa, a continuación, por medio de la bomba de vacío 31 del sistema de vacío 30 a través del orificio de salida 103. Esto ocurre hasta que en la cámara de procesamiento 101 predominen presiones de 10^{-3} a 10^{-2} mbar aproximadamente. Mediante esta evacuación, el interior de la cámara de procesamiento 101
30 se libera de impurezas que, en caso contrario, podrían dar lugar en la posterior apertura del tubo envolvente 2 o de la pared 5 a una contaminación del espacio anular 3.

Opcionalmente, después de la evacuación de la cámara de procesamiento 101 y antes de la apertura del tubo envolvente 2 o de la pared 5, el interior de la cámara de procesamiento
35 101 ya puede llenarse con un gas de proceso procedente del depósito de gas 51 del sistema de suministro de gas 50 a través del orificio de entrada 105. Una aplicación de presión como ésta actúa ventajosamente sobre el orificio que sigue a continuación de la pared 5 o del tubo

envolvente 2, evitando la presión una obstrucción de los agujeros. Adicionalmente, un llenado anterior de la cámara de procesamiento 101 reduce el posterior tiempo de llenado del espacio anular 3.

5 Una vez evacuada la cámara de procesamiento 101 y opcionalmente ya llenada con un gas de proceso, se practica, por medio de un sistema láser 40, un orificio O1 a través de la pared 5 o directamente del tubo envolvente 2, lo que se representa en la figura 1b.

10 En la fuente de láser 41 se genera un rayo láser, por ejemplo, mediante diodos láser, que por medio de un conductor de luz 42 se dirige a la cabeza de láser 43. En esta cabeza de láser 43, la contracción del haz del rayo láser se regula por medio del sistema óptico 44. Mediante la unidad de enfoque 45 también es posible regular y modificar el punto de foco del rayo láser a lo largo del eje L1.

15 Por lo tanto, el rayo láser generado en la fuente de láser 41 se dirige a través de la cabeza de láser y del orificio de paso 104 a lo largo del eje L1 a la cámara de procesamiento 101 y a la superficie del tubo envolvente 2 o de la pared 5. Como consecuencia de la elevada energía del rayo láser se producen procesos de evaporización en el punto de contacto del rayo láser y el tubo envolvente 2 o la pared 5, de modo que se desprenda material. Esto
 20 ocurre hasta que se genera un orificio O1 completo a través del tubo envolvente 2 o de la pared 5. Por consiguiente, el interior de la cámara de procesamiento 101 y el espacio anular 3 se unen entre sí en el espacio y el gas de proceso puede fluir del depósito de gas 51 del sistema de suministro de gas 50 a través del orificio de entrada 105 al interior de la cámara de procesamiento 101 y a través del orificio O1 al espacio anular 3.

25 Esto ocurre hasta que haya fluido la cantidad deseada de gas de proceso al espacio anular 3. Como magnitudes características pueden medirse aquí, por ejemplo, la presión en el interior de la cámara de procesamiento 101, el caudal de gas de proceso a través del orificio de entrada 105 o también el tiempo del proceso.

30 A continuación de este proceso de llenado, el orificio O1 se cierra de nuevo, lo que se representa en la figura 1c. Con esta finalidad, el rayo láser se ensancha a través del sistema óptico 44 en su foco. El rayo láser tiene así en el punto de foco un diámetro mayor que el orificio O1 y la densidad de energía ya no tiene que evaporar el material del tubo envolvente
 35 2 o de la pared 5, sino solamente fundirlo. Para el cierre del orificio O1, el rayo láser ensanchado se dirige a lo largo del eje L1 al orificio O1. Esto da lugar a que los bordes del orificio O1 se ablanden y finalmente se fundan. El material fundido fluye a continuación en el

orificio O1 cerrándolo, con lo que el espacio anular 3 y la cámara de procesamiento 101 vuelven a separarse uno de otro en el espacio. Por consiguiente no es necesario ningún material de cierre adicional para el cierre del orificio O1.

- 5 En la última fase, el sistema de fijación 20 se suelta, siendo posible separar el dispositivo de llenado 100 totalmente del tubo colector 4.

10 En la figura 2a se representa una segunda variante de realización del dispositivo de llenado 200, fijándose con posibilidad de desmontaje la cámara de procesamiento 201 en el tubo colector 4 por medio de un sistema de fijación 20 de forma análoga al dispositivo 100 de la figura 1a. En esta forma de realización, la fuerza tensora del sistema de fijación 20 y especialmente de la abrazadera 21 también puede regularse a través del cierre 22, de manera que la presión de apriete de la cámara de procesamiento 201 pueda regularse de forma variable.

15

A fin de obturar de forma impermeable al aire el interior de la cámara de procesamiento 201 frente a influencias ambientales externas, se coloca también en las zonas de contacto entre la cámara de procesamiento 201 y el tubo colector 4 al menos una junta 202, por ejemplo, en forma de un anillo de obturación, representando la junta 202 también en esta forma de
20 realización preferiblemente el único contacto entre la cámara de procesamiento 201 y el tubo colector 4. El interior de la cámara de procesamiento 201 se fija con posibilidad de desmontaje y de forma impermeable al gas en el tubo colector 4 por medio del sistema de fijación 20 y de la junta 21.

25 Al igual que en la primera variante de realización, la cámara de procesamiento 201 también presenta un orificio de salida 203, un orificio de paso 204 y un orificio de entrada 205. En este caso, el orificio de salida 203 une el interior de la cámara de procesamiento 201 a través de la unión por bridas 33 al sistema de vacío no representado en la figura 2a, de modo que la cámara de procesamiento 201 pueda evacuarse a través del orificio de salida
30 203. El orificio de entrada 205 une a su vez el interior de la cámara de procesamiento 201 a través de la unión por bridas 52 al sistema de suministro de gas 50. En este caso, el sistema de suministro de gas 50 presenta igualmente un depósito de gas 51 llenado con gas de proceso. Por otra parte, el orificio de paso 204 une la cámara de procesamiento 201 a través de la unión por bridas 46 a la cabeza de láser 43 del sistema láser no representado
35 completamente en la figura 2a.

Otras propiedades y características del sistema de vacío, del sistema láser, así como del sistema de suministro de gas 50 son análogas a las del dispositivo de llenado 100 representado en la figura 1a, con excepción de las posiciones del orificio de salida 203, del orificio de paso 204 y del orificio de entrada 205. Al contrario que en el dispositivo de llenado 100 representado en la figura 1a, los orificios 203, 204, 205 en la segunda forma de realización 200 no se integran en la pared de cubierta 207, sino en la pared lateral 206 de la cámara de procesamiento 201. En este caso, el orificio de salida 203 y el orificio de entrada 205 del orificio de paso 204 se disponen uno frente a otro. No obstante, el orificio de paso 204 no se extiende perpendicularmente a través de la pared lateral 206, sino que éste se dispone en un ángulo de manera que el rayo láser que atraviesa el orificio 204 en el interior de la cámara de procesamiento 201 incida en la superficie del tubo envolvente 2 o de la pared 5 del tubo colector 4. Gracias a esta disposición del orificio de paso 204 y del sistema de láser unido al orificio de paso 204 es posible generar por medio del rayo láser un orificio O2 a través del tubo envolvente 2 o de la pared 5, representándose el orificio O2 en la figura 2b.

Para cerrar de nuevo el orificio O2 después del intercambio de gas se dispone adicionalmente en el interior de la cámara de procesamiento 201 un material de cierre 209 en forma de un alambre para soldar. Este alambre para soldar 209 se extiende por el orificio de paso 208 impermeable al gas a través de la pared de cubierta 207 a lo largo de un eje D hasta la cámara de procesamiento 201. Si la cámara de procesamiento 201 se dispone en el tubo colector 4, el material de cierre 209 se extiende en el interior de la cámara de procesamiento 201 con preferencia radialmente respecto al tubo colector 4 de la pared de cubierta 207 en dirección del tubo envolvente 2 o de la pared 5. En este caso, el material de cierre 209 se dispone de forma móvil en dirección del eje D a lo largo del eje D que se desarrolla preferiblemente perpendicular a través de la pared de cubierta 207. Por otra parte, el material de cierre 209, el orificio de paso 204 y la cabeza de láser 43 se disponen, de modo que el eje de rayo L2 del rayo láser y el eje D del material de cierre 209 coincidan en la superficie del tubo envolvente 2 o de la pared 5 en un punto de intersección S con la cámara de procesamiento 201 montada en el tubo colector 4. Este punto de intersección S se encuentra en el interior de la cámara de procesamiento 201.

A fin de impermeabilizar la cámara de procesamiento 201 de forma fiable frente a influencias ambientales externas, el orificio de paso 208 se configura preferiblemente como paso a prueba de vacío.

Alternativamente a la fijación de las formas de realización explicadas en las figuras 1a y 2a del dispositivo de llenado 100, 200 por medio de la abrazadera 21, las cámaras de procesamiento 101, 201 también pueden unirse sin posibilidad de desmontaje directamente al tubo colector 4, lo que se explicará más detalladamente en relación con las figuras 3a y 3b.

5

En las figuras 2a a 2d se explican las diferentes fases del proceso para el llenado del espacio anular 3 del tubo colector 4 por medio de la segunda variante de realización del dispositivo de llenado 200.

10

En primer lugar, la cámara de procesamiento 201 se dispone por medio del sistema de fijación 20 en el tubo colector 4 y especialmente en su tubo envolvente 2 o pared 5, formando las juntas 202 preferiblemente el único contacto entre la cámara de procesamiento 201 y el tubo envolvente 2 o la pared 5.

15

Una vez colocada la cámara de procesamiento 201 sobre el tubo envolvente 2 o la pared 5 de forma impermeable al gas, su interior se evacúa por medio del sistema de vacío a través del orificio de salida 203. Opcionalmente, el interior de la cámara de procesamiento 201 se puede llenar con un gas de proceso a través del orificio de entrada 205 después de evacuar la cámara de procesamiento 201 y antes de abrir el tubo envolvente 2 o la pared 5.

20

En relación con información detallada referente a estas fases del proceso se hace referencia en este punto a la descripción de la figura 1b, dado que estas fases son idénticas en la primera y en la segunda forma de realización del dispositivo de llenado 100, 200.

25

Una vez evacuada la cámara de procesamiento 201 y, opcionalmente, llenada con un gas de proceso, se practica por medio del sistema láser un orificio O2 a través del tubo envolvente 2 o de la pared 5, lo que se representa en la figura 2b. La generación del orificio O2 se desarrolla análogamente al orificio O1 de la primera variante de realización 100. Sin embargo, el orificio O2 no se extiende radialmente a través del tubo envolvente 2 o de la pared 5, sino en ángulo, por lo que el eje central del orificio O2 y el eje D en el interior de la cámara de procesamiento 201 se cruzan en el punto S. Una vez practicado el orificio O2, el espacio anular 3 se une a su vez en el espacio a la cámara de procesamiento 201, de manera que sea posible realizar un llenado del espacio anular 3 con el gas de proceso. Este llenado también se desarrolla de forma idéntica al llenado del espacio anular 3 con la primera forma de realización del dispositivo de llenado 100.

30

35

A fin de cerrar de nuevo el orificio O2, el material de cierre 209 se desplaza a lo largo del eje D con un dispositivo elevador no representado en la figura 2c en dirección del tubo colector 4. Esto ocurre hasta que el material de cierre 209 al menos roce el eje L2 del rayo láser. No obstante, el material de cierre 209 se extiende preferiblemente hasta el tubo envolvente 2 o la pared 5. Tan pronto como el material de cierre 209 ha alcanzado esta posición, el rayo láser funde el material 209 en el punto de intersección S. A continuación, el material de cierre 209 fundido fluye al menos parcialmente en el orificio O2 en el que acto seguido se solidifica de nuevo. Así el orificio O2 se cierra y el espacio anular 3 se separa en el espacio de la cámara de procesamiento 201. Para el fundido del material 209, el rayo láser presenta preferiblemente una densidad de energía menor en comparación con la generación del orificio O2. Esto se consigue, por ejemplo, mediante un aumento del diámetro del foco o una reducción de la energía de radiación.

A continuación, como se representa en la figura 2d, el material de cierre 209 se mueve de nuevo alejándose del tubo colector 4 a lo largo del eje D en su posición inicial y el dispositivo de llenado 200 puede retirarse del tubo colector 4 soltando el dispositivo de fijación 20.

Para proteger el frágil tubo envolvente 2 o la pared 5 de cargas demasiado elevadas a través de un sistema de fijación 20 y de los daños que eventualmente se producen, en la figura 3a se representa una tercera forma de realización del dispositivo de llenado 300 que puede colocarse sin dispositivos de fijación adicionales en el tubo colector 4 y especialmente en la pared 5. Para ello, la cámara de procesamiento 301 se une por los puntos de contacto de la pared lateral 306 y el tubo envolvente 2 o la pared 5 directamente al tubo envolvente 2 y especialmente a la pared 5. Gracias a esta unión, el interior de la cámara de procesamiento 301 también se cierra de forma impermeable al gas frente a influencias ambientales externas. Si la pared 5 y la cámara de procesamiento 301 se componen respectivamente de un material eléctricamente conductor, la unión se puede realizar, por ejemplo, por medio de una soldadura por resistencia. Alternativamente la unión también puede generarse mediante un procedimiento de soldadura blanda o adhesión.

En relación con las figuras 3b-3e se explica información detallada sobre la aplicación de la cámara de procesamiento 301 y el proceso de llenado del espacio anular 3.

La cámara de procesamiento 301 según la figura 3a presenta, al igual que las primeras dos variantes de realización, un orificio de salida 303 y un orificio de entrada 305 que se disponen respectivamente en la pared lateral 306 de la cámara de procesamiento 301. La cámara de procesamiento 301 se une a su vez a un sistema de vacío no representado a

través del orificio de salida 303, llevándose a cabo el acoplamiento, también en esta forma de realización, a través de una unión por bridas 33. El interior de la cámara de procesamiento 301 se puede evacuar por medio del orificio de salida 303. La cámara de procesamiento 301 se une al sistema de suministro de gas 50 a través del orificio de entrada 5 305, de manera que la cámara de procesamiento 301 pueda llenarse con un gas de proceso correspondiente de un depósito de gas 51. De las explicaciones en relación con la primera y la segunda variante de realización pueden deducirse otras características y propiedades del sistema de suministro de gas 50, del sistema de vacío, así como de su unión a la cámara de procesamiento 301.

10

Por otra parte, la cámara de procesamiento 301 presenta un orificio de paso 304 que se dispone en la pared de cubierta 307 de la cámara de procesamiento 301. A fin de unir el interior de la cámara de procesamiento 301 al espacio anular 3 del tubo colector 4, el dispositivo de llenado 300 contiene un sistema de sellado 70, con cuya ayuda es posible 15 presionar una cánula 309 abierta a ambos lados a través de la pared 5. El sistema de sellado 70 presenta una barra de sellado 72 que se extiende perpendicularmente a través del orificio de paso 304 al menos en parte en el interior de la cámara de procesamiento 301 y que se dispone de forma móvil en un eje T. Para poder mover la barra de sellado 72, ésta se une a un dispositivo de elevación, no representado en la figura 3a, fuera de la cámara de 20 procesamiento 301. Por medio de una aplicación de fuerza a la barra de sellado 72 a través del dispositivo de elevación a lo largo del eje T es posible empujar a la misma al interior de la cámara de procesamiento 301 y moverla de nuevo hacia atrás a la posición inicial.

30

En el interior de la cámara de procesamiento 301, la barra de sellado 72 está rodeada 25 completamente por una junta 74 en forma de un fuelle. Esta junta 74 impermeabiliza el interior de la cámara de procesamiento 301 frente al orificio de paso 304 y se extiende desde la pared de cubierta 307 hasta la cabeza de sellado 73. En este caso, la cabeza de sellado 73 forma el extremo de la barra de sellado 72 opuesto a la pared de cubierta 307 y dispuesto en el interior de la cámara de procesamiento 301.

30

En esta cabeza de sellado 73 se fija la cánula 309 de forma separable. La cánula 309 presenta dos extremos 310 y 311. El extremo 310 forma el extremo de unión 310 entre la cánula 309 y la cabeza de sellado 73 y el extremo 311 forma el extremo de perforación 311 con el que la cánula 309 se empuja a través de la pared 5. El extremo de unión 310 se 35 rebaja para una transmisión de fuerza sin pérdidas entre la cánula 309 y la cabeza de sellado 73, mientras que el extremo de perforación 311 presenta una punta para penetrar fácilmente en la pared 5.

En el interior de la junta 74 se puede disponer un resorte helicoidal que al moverse la barra de sellado 72 genera una fuerza de retroceso que actúa sobre el sistema de sellado 70 en su posición inicial.

5

En la tercera forma de realización del dispositivo de llenado 300 se disponen además, a través de la pared lateral 306, dos orificios de paso 313 para sendos electrodos 312. Estos electrodos 312 pueden moverse sobre un eje E perpendicularmente a la pared lateral 306. Por otra parte, los electrodos 312 se unen a una fuente de tensión no representada en la figura 3a. En relación con la figura 3e se explica más información referente a los electrodos 312.

10

En las figuras 3b a 3e se representan esquemáticamente distintas fases del proceso de llenado del espacio anular 3 de un tubo colector 4 por medio de la tercera variante de realización del dispositivo de llenado 300.

15

En la figura 3b se representa la primera fase del proceso de llenado del espacio anular 3 en la que la cámara de procesamiento 301 se coloca sobre el tubo envolvente 2 y especialmente sobre la pared 5, de modo que la pared lateral 306 esté en contacto directo con la pared 5. Tanto la cámara de procesamiento 301, como también la pared 5 se componen de un material eléctricamente conductor. Acto seguido, la cámara de procesamiento 301 y la pared 5 se conectan a una fuente de tensión 82a por medio de líneas eléctricas 81a. Las líneas eléctricas 81a y la fuente de tensión 82a forman el sistema eléctrico 80a. Una tensión eléctrica generada entre la pared lateral 306 y la pared 5 da lugar a que a través del punto de unión fluya una corriente eléctrica que, debido al calor Joule, conduce a la soldadura de la cámara de procesamiento 301 con la pared 5 en sus puntos de unión. La unión Va así creada impermeabiliza el interior de la cámara de procesamiento 301 hacia fuera de forma impermeable al gas. Alternativamente, la unión Va puede realizarse en unión por adherencia de materiales también mediante soldadura o adhesión.

25

30

Una vez creada la unión Va, la cámara de procesamiento 301 se evacúa con la bomba de vacío 31 del sistema de vacío 30 representada en la figura 3c a través del orificio de salida 303. Tan pronto como el interior de la cámara de procesamiento 301 queda por debajo de una presión máxima, la cámara de procesamiento 301 puede llenarse opcionalmente con un gas de proceso del depósito de gas 51 del sistema de suministro de gas 50. A continuación, la cánula 309 se presiona a través de la pared 5 por medio del sistema de sellado 70. Con esta finalidad, la cánula 309 se dispone con el extremo de unión 310 en la cabeza de sellado

35

73. Por medio de un dispositivo de elevación externo, la barra de sellado 72 junto con la cánula 309 se desplazan sobre el eje T desde la posición inicial en dirección del tubo colector 4. Este movimiento se realiza preferiblemente hasta que el extremo de perforación 311 haya penetrado totalmente en el espacio anular 3. El vacío o el gas de proceso en el interior de la cámara de procesamiento 301 evitan, en este caso, la contaminación del espacio anular 3 cuando la cánula 309 atraviesa la pared 5.

Dado que la junta 74 se une tanto a la pared de cubierta 307, como también a la cabeza de sellado 73, ésta se dilata durante el movimiento en dirección del eje. En este caso, el orificio de paso 304 impermeabiliza el espacio interior de la cámara de procesamiento 301 durante el movimiento completo del sistema de sellado 70.

A fin de garantizar un deslizamiento seguro de la cánula 309 a través de la pared 5, tanto la cánula 309 como también la pared 5 se componen preferiblemente de metal. El metal también tiene la ventaja de ser eléctricamente conductor y soldable, lo que es necesario para el proceso de unión abajo descrito entre la cánula 309 y la pared 5. La barra de sellado 72 también se compone de un material eléctricamente conductor, uniéndose eléctricamente entre sí la barra de sellado 72 y la cánula 309.

Después de que el extremo de perforación 311 de la cánula 309 se haya presionado por completo a través de la pared 5, también se induce entre el sistema de sellado 70 y la pared 5 una tensión eléctrica por medio de la fuente de tensión 82b y las líneas eléctricas 81b. Debido al contacto eléctrico entre la barra de sellado 72 y la cánula 309, esta tensión da lugar a que a través del punto de unión de la cánula 309 y la pared 5 fluya una corriente eléctrica, lo que a su vez da lugar, en virtud del calor Joule, a una unión soldada V_b por adherencia de materiales en este punto de unión entre la cánula 309 y la pared 5. Por consiguiente, la cánula 309 se une a la pared 5 de forma fija e impermeable al fluido.

El sistema eléctrico 80b, compuesto de líneas eléctricas 81b y fuente de tensión 82b, puede ser idéntico al sistema eléctrico 80a. En la figura 3d se representan las fases del proceso que se realizan a continuación de la unión V_b creada entre la cánula 309 y la pared 5.

A fin de crear una unión en el espacio entre el interior de la cámara de procesamiento 301 y el espacio anular 3, la barra de sellado 72 junto con la cabeza de sellado 73 se mueven a lo largo del eje T alejándose del tubo colector 4, de manera que se adopte de nuevo la posición inicial del sistema de sellado 70. No obstante, la cánula 309 se une, al igual que antes, a la pared 5. Por lo tanto, el extremo de unión 310 de la cánula queda libre en el

interior de la cámara de procesamiento 301 y el extremo de perforación 311 queda libre en el espacio anular 3 del tubo colector 4, formando la cánula 309 un paso en el espacio entre la cámara de procesamiento 301 y el espacio anular 3. Tan pronto el gas de proceso se haya conducido del depósito de gas 51 al interior de la cámara de procesamiento 301, el mismo fluye, debido a la caída de presión ahora reinante de la cámara de procesamiento 301 al espacio anular 3, desde la cámara de procesamiento 301, a través de la cánula 309, al espacio anular 3 del tubo colector 4. Este flujo de gas G se produce hasta que en el espacio anular 3 se registre la presión pretendida, haya fluido una cantidad de gas pretendida al espacio anular 3 o haya pasado un tiempo de flujo pretendido.

10

Después de haber llenado el espacio anular 3 con el gas de proceso, la cánula 309 se vuelve a cerrar, lo que se representa en la figura 3e.

Para permitir este cierre, se emplean los dos electrodos 312 opuestos en la pared lateral 306 de la cámara de procesamiento 301. Éstos se apoyan de forma desplazable en el eje E y se extienden a través de los orificios de paso 313 desde el exterior al interior de la cámara de procesamiento 301. En el caso de los orificios de paso 313 se trata preferiblemente de pasos de vacío.

Los electrodos 312 están unidos a través de líneas eléctricas 81c a una fuente de tensión eléctrica 82c mediante la cual se puede generar una tensión eléctrica entre los dos electrodos 312. Las líneas eléctricas 81c forman junto con la fuente de tensión 82c el sistema eléctrico 80c. Este sistema 80c puede ser idéntico a los sistemas eléctricos 80b y/u 80a.

25

Para cerrar la cánula 309, los electrodos 312 se mueven en el eje E en dirección a la cánula 309, hasta entrar en contacto con ella. Los puntos de contacto se encuentran preferiblemente cerca del extremo de unión 310 de la cánula 309. A continuación, se aplica una tensión eléctrica a los electrodos 312. Debido al calor Joule esta tensión da lugar a un aumento de la temperatura y en definitiva a un reblandecimiento de la cánula 309 en los puntos de contacto entre la cánula 309 y los electrodos 312. Por consiguiente, a causa de la aplicación de una fuerza, el extremo 310 de la cánula 309 es deformable. Tan pronto la cánula 309 alcance en los puntos de contacto con los electrodos 312 una viscosidad adecuadamente alta para la deformación, los electrodos 312 se siguen moviendo el uno hacia el otro en el eje E. Esto ocurre hasta que se toquen las paredes opuestas de la cánula 309. Mediante una presión correspondientemente alta de los electrodos 312 sobre la pared de la cánula 309, se constituye finalmente una unión soldada por adherencia de materiales

35

Vc que vuelve a separar el espacio anular 3 de forma impermeable al aire desde el interior de la cámara de procesamiento 301.

De este modo, el espacio anular 3 del tubo colector 4 se llena de gas de proceso y se cierra de nuevo impermeable al aire frente a influencias externas.

En la figura 4a se representa una cuarta forma de realización del dispositivo de llenado 400. Este dispositivo 400 presenta igualmente una cámara de procesamiento 401 dispuesta de forma impermeable al aire directamente en el tubo colector 4. La disposición se puede llevar a cabo, por ejemplo, a través de un sistema de fijación 20 como el que se representa en la figura 1a, o a través de una unión separable como la que se representa en las figuras 3a o 4a.

La cámara de procesamiento 400 presenta, al igual que las dos formas de realización 200 y 300, un orificio de salida 403 y un orificio de entrada 405 dispuestos respectivamente en la pared lateral 406 de la cámara de procesamiento 401, estando los orificios 403 y 405 opuestos. A través del orificio de salida 403, la cámara de procesamiento 401 se une a su vez al sistema de vacío 30, produciéndose el acoplamiento también en esta forma de realización a través de una unión por bridas 33. A través del orificio de entrada 405, la cámara de procesamiento 401 se une al sistema de suministro de gas 50. De este modo, la cámara de procesamiento 401 se puede evacuar y llenar con un gas de proceso.

Otras características y propiedades del sistema de suministro de gas 50, del sistema de vacío 30, así como su unión a la cámara de procesamiento 401 se pueden deducir de las explicaciones en relación con la segunda y la tercera forma de realización.

La figura 4b muestra una representación seccionada de la figura 4a. Como puede verse en esta figura, la cámara de procesamiento 401 presenta un orificio de paso 404 dispuesto en la pared de cubierta 407. A fin de unir el interior de la cámara de procesamiento 401 al espacio anular 3 del tubo colector 4, el dispositivo de llenado 400 contiene un sistema de sellado 70, con cuya ayuda puede presionarse a través de la pared 5 una cánula 409 abierta a ambos lados.

El sistema de sellado 70 presenta las mismas propiedades y características que ya se han explicado en relación con la figura 3a.

Sin embargo, la cánula 409 se diferencia de la cánula 309 de la tercera forma de realización del dispositivo de llenado 300. La cánula 409 presenta dos secciones diferentes 414 y 415. La sección 414 representa la sección de cierre 414 y la sección 415 la sección de perforación 415, siendo el diámetro de la sección de cierre 414 mayor que el diámetro de la sección de perforación 415. Por otra parte, la sección de cierre 414 comprende el extremo de unión 410 a través del cual la cánula 409 se une a la cabeza de sellado 73 del sistema de sellado 70. En el extremo inferior de la sección de perforación 415 se encuentra el extremo de perforación 411 de la cánula 409 con el que se atraviesa, por ejemplo, la pared 5. En la cánula 409 y especialmente en la sección de cierre 414 se dispone adicionalmente un material de cierre 417. Este material de cierre 417 se dispone de manera que en primer lugar exista un paso en el espacio entre los dos extremos 410 y 411 y que se garantice la función como cánula.

Se dispone además material de cierre 418 fuera de la cánula 409 en la zona de unión entre la sección de cierre 414 y la sección de perforación 415. Los materiales de cierre 417 y 418 pueden ser idénticos o diferentes. Si tanto el material de cierre 417 como el material de cierre 418 son del mismo lote, el material de cierre 417 presenta preferiblemente una temperatura de fusión más alta que el material 418.

Para calentar y fundir los materiales de cierre 417 y 418, la cámara de procesamiento 401 está provista de un dispositivo de calefacción 416, por ejemplo, en forma de una espiral de calentamiento o de una bobina de inducción que se encuentra en el interior de la cámara de procesamiento 401. El dispositivo de calefacción 416 se monta de manera que la cánula 409 se extienda a través del mismo al menos parcialmente.

El proceso de llenado del espacio anular 3 de un tubo colector 4 se explica en relación con las figuras 4c a 4e.

Las primeras fases del proceso desde la colocación de la cámara de procesamiento 401, la unión de la cámara de procesamiento 401 a la pared 5 y la posterior evacuación de la cámara de procesamiento 401 y el llenado con el gas de proceso corresponden a las fases del proceso explicadas en relación con la figura 3b.

Después de colocar la cámara de procesamiento 401 sobre la pared 5 del tubo colector 4 de forma impermeable al gas, evacuarla y llenarla opcionalmente con el gas de proceso, la cánula 409 se aprieta a través de la pared 5 por medio del sistema de sellado 70. Esta fase se representa en la figura 4c. Para ello, la cánula 409 se dispone con el extremo de unión 410 en la cabeza de sellado 73. Por medio de un dispositivo de elevación externo no

representado en la figura 4c, la barra de sellado 72 se desplaza junto con la cánula 409 sobre el eje T desde la posición inicial en dirección del tubo colector 4. Este movimiento se realiza hasta que el extremo de perforación 411 haya penetrado preferiblemente por completo en el espacio anular 3 y el material de cierre 418 presente una unión directa entre la sección de cierre 414 de la cánula 409 y la pared 5. La cánula 409 atraviesa la pared 5 únicamente con la sección de perforación 415. La sección de cierre 414 permanece por completo dentro de la cámara de procesamiento 401.

El material de cierre 418 consiste preferiblemente en un adhesivo termorresistente. El material de cierre 418 se puede fabricar alternativamente de un lote que después de la penetración de la cánula 409 a través de la pared 5 se funde por medio del dispositivo de calefacción 416. Después de la posterior solidificación, fija la cánula 409 en la pared 5 e impermeabiliza el punto de unión.

El vacío o gas de proceso dentro de la cámara de procesamiento 401 impiden suciedad en el espacio anular 3 cuando la cánula 409 perfora la pared 5.

Dado que la junta 74 está unida tanto a la pared de cubierta 407 como a la cabeza de sellado 73, se dilata durante el movimiento. Por este motivo, el espacio interior de la cámara de procesamiento 401 se impermeabiliza por medio del orificio de paso 404 durante el movimiento completo del sistema de sellado 70.

Las fases del proceso que siguen a la perforación de la pared 5 mediante la cánula 409 se representan en la figura 4d.

Para establecer una unión en el espacio entre el interior de la cámara de procesamiento 401 y el espacio anular 3, la barra de sellado 72 junto con la cabeza de sellado 73 se alejan a lo largo del eje T del tubo colector 4, por lo que se recupera la posición inicial del sistema de sellado 70. Sin embargo, la cánula 409 sigue estando unida a la pared 5 por adherencia de materiales. De este modo, el extremo de unión 410 de la cánula 409 se encuentra libre en el interior de la cámara de procesamiento 401 y el extremo de perforación 411 se encuentra libre en el espacio anular 3 del tubo colector 4. La cánula 409 constituye un paso entre la cámara de procesamiento 401 y el espacio anular 3. El gas de proceso fluye desde el depósito de gas 51 a la cámara de procesamiento 401 debido al descenso de la presión reinante en esta dirección. El flujo de gas G se produce hasta que en el espacio anular 3 se registre la presión pretendida, una cantidad de gas pretendida haya entrado en el espacio anular 3 o hasta que haya pasado un tiempo de flujo pretendido.

Después de llenar el espacio anular 3 con el gas de proceso, la cánula 409 se vuelve a cerrar, lo que se representa en la figura 4e.

5 Para ello, el material de cierre 417 dispuesto dentro de la sección de cierre 414 se compone preferiblemente también de un lote que se funde por medio del dispositivo de calefacción 416. Tan pronto se funde el material de cierre 417 por medio del dispositivo de calefacción 416, el mismo fluye al menos en parte a través de la sección de perforación 415 y cierra la cánula 409.

10

Si tanto el material de cierre 417, como también el material de cierre 418 se componen respectivamente de un lote, hay que garantizar que el material de cierre 417 no se desarrolle en la sección de cierre 414 ya durante la fusión para fijar los canales en la pared 5. Por este motivo, el mismo presenta preferiblemente una mayor temperatura de fusión que el material de cierre 418. En caso contrario, si ambos materiales de cierre son idénticos, los dos materiales se funden una única vez sólo después del llenado, impermeabilizándose en una fase del proceso tanto el punto de unión entre la cánula y la pared, como también el orificio de paso en la cánula.

15

20 Después de la posterior solidificación de los materiales de cierre, el espacio anular 3 y la cámara de procesamiento 409 se separan de nuevo en el espacio uno de otro, finalizando el proceso de llenado del espacio anular 3 con un gas de proceso.

En la figura 5a se representa una quinta forma de realización del dispositivo de llenado 500 en una sección longitudinal a través del tubo colector. La figura 5b muestra un recorte ampliado de la misma. La pared 5 presenta un elemento de transición de vidrio y metal 6 conocido por el estado de la técnica, un dispositivo de compensación de dilatación 7, así como otros elementos de unión 8.

25

30 El dispositivo de llenado 500 presenta una cámara de procesamiento 501 dispuesta directamente en la pared 5 de forma impermeable al gas. Por otra parte, el dispositivo de llenado 500 presenta un sistema de soporte 520 que se dispone, por ejemplo, de forma amortiguada de vibraciones en el tubo envolvente 2. Este sistema de soporte 520 se une, por medio de dos tubos flexibles ondulados 526 y 527, a la cámara de procesamiento 501 y sirve para el desacoplamiento de eventuales cargas mecánicas de la cámara de procesamiento 501, por ejemplo, como consecuencia de un sistema de vacío 30 o de un sistema láser 40.

35

El sistema de soporte 520 presenta dos válvulas 525 y 529. Por medio de estas válvulas 525 y 529, el sistema de soporte 520 puede unirse opcionalmente, por una parte, a un sistema de vacío 30 para la evacuación del sistema de soporte 520 y de la cámara de procesamiento 501 y, por otra parte, a un sistema de suministro de gas 550 para el llenado del sistema de soporte 520 y de la cámara de procesamiento 501 con un gas de proceso o separarse de éste.

En el sistema de suministro de gas 550 se aloja un afinador de vacío o getter 551. Los afinadores de vacío o getters 551 basados en circonio absorben aire o hidrógeno, sin embargo no absorben el gas de proceso xenón utilizado con preferencia. De este modo, el afinador de vacío o getter 551 sirve para mantener el sistema de soporte 520 y la cámara de procesamiento 501 libre de aire del exterior o hidrógeno del espacio anular 3 del tubo colector 4 cuando el sistema de vacío 30 se haya separado mediante el cierre de la válvula 529.

Por otra parte, el sistema de soporte 520 presenta un sensor 521 por medio del cual pueden determinarse datos de estado del sistema de soporte 520 y, por consiguiente, también de la cámara de procesamiento 501. Así es posible determinar, por ejemplo, la presión existente, la composición del gas, la temperatura u otros parámetros característicos del sistema de soporte 520.

El sistema de soporte 520 presenta además un brazo de soporte 522 en el que se dispone el sistema láser 40 y especialmente la cabeza de láser 43. Por medio del tubo flexible ondulado 526, la cámara de procesamiento 501 se une al brazo de soporte 522 y, por lo tanto, también a la cabeza de láser 43. En este caso, el brazo de soporte 522 y la cabeza de láser 43 se disponen de manera que el rayo láser que sale de la cabeza de láser 43 se desarrolle en el eje central en dirección longitudinal a través de la cámara de procesamiento 501 e incida perpendicularmente en la pared 5.

En la figura 5b puede verse adicionalmente que en la cámara de procesamiento 501 se disponen, por la cara orientada hacia la pared 5, un cristal protector 530 y por la cara orientada hacia la cabeza de láser 43, una ventana 531. Tanto la ventana 531, como también el cristal protector 530 son ópticamente transparentes para el rayo láser. Además, la ventana 531 se monta en la cámara de procesamiento 501 de forma impermeable al gas, de manera que a la cámara de procesamiento 501 sólo pueda llegar el rayo láser y ningún otro cuerpo extraño como, por ejemplo, polvo o gases.

Por el contrario, el cristal protector 530 se dispone en la cámara de procesamiento 501, de modo que durante la perforación del rayo láser se pueda recoger el metal que se evapora del agujero de perforación, aunque siendo aún posible una posterior evacuación del espacio anular 3. Como consecuencia, el cristal protector 530 se dispone de forma separable en la cámara de procesamiento 501 y/o se realiza de forma permeable al gas.

En la figura 6a se representa una sexta variante de realización del dispositivo de llenado 600. Este dispositivo de llenado 600 es igual que el dispositivo de llenado 500 excepto por dos diferencias. Como primera diferencia, el afinador de vacío o getter 641 se dispone en una mirilla 640. Esta mirilla 640 se une al sistema de soporte 620 y permite un intercambio de gas entre la mirilla 641 y el sistema de soporte 620. El afinador de vacío o getter 641 está formado, por ejemplo, por un afinador de vacío o getter de vaporización. Un afinador de vacío o getter de vaporización de este tipo se crea mediante una precipitación de bario en la cara interior de la mirilla 640. La precipitación de bario sirve, por una parte, para la absorción de gases no deseados, aunque modificando también, por otra parte, su imagen metálicamente brillante cuando la misma ha absorbido una mayor cantidad de gases. De este modo, con el afinador de vacío o getter de vaporización 641 en la mirilla 640 puede comprobarse si durante el proceso de llenado han penetrado en la cámara de procesamiento 601 o en el sistema de soporte 620, cantidades elevadas inadmisibles de aire u otros gases reactivos.

Como segunda diferencia respecto al dispositivo de llenado 500, el cristal protector 630 se dispone de forma giratoria y en el interior de la cámara de procesamiento 601. Esto se explica a continuación más detalladamente por medio de la sección ampliada en la figura 6b.

De forma análoga a la cámara de procesamiento 501, la cámara de procesamiento 601 se une al sistema de soporte 620 por medio de dos tubos flexibles ondulados 626 y 627. La cámara de procesamiento 601 también presenta, análogamente a la cámara de procesamiento 501, una ventana 631 con las mismas propiedades de la ventana 531. Sin embargo, la diferencia respecto a la cámara de procesamiento 501 consiste, como ya se ha mencionado, en la capacidad rotatoria y en la disposición del cristal protector 630 en el interior de la cámara de procesamiento 601. El cristal protector 630 se une, a través de un eje rotatorio 633, a un motor 634 que puede rotar el cristal protector 630 sobre el eje longitudinal del eje rotatorio 633. En este caso, el motor 634 se dispone preferiblemente en el brazo de soporte 622. Alternativamente también puede preverse, en lugar del motor 634,

un elemento de manipulación, de manera que el cristal protector 630 pueda rotar manualmente sobre el eje longitudinal del eje rotatorio 633.

5 El cristal protector giratorio 630 también es ópticamente transparente para el rayo láser y sirve para recoger el metal que se evapora del agujero de perforación durante la perforación del láser y mantenerlo alejado de la ventana 631. Una vez practicado el agujero de perforación, el cristal protector 630 puede seguir girando, de modo que el rayo láser pueda pasar de nuevo a través de una superficie de vidrio no vaporizada. Alternativamente, el cristal protector 630 también puede estar segmentado o perforado, de manera que, después
10 de su giro, el rayo láser incida en una zona libre, es decir, ya no atraviese el material del cristal protector.

Alternativamente a un movimiento de giro, también puede realizarse un movimiento de desplazamiento, a fin de colocar una sección de ventana no vaporizada o libre en la
15 trayectoria del rayo láser. Además, el cristal protector 630 puede girarse (desplegar) alternativamente alrededor de un eje que se desarrolla perpendicular al plano del dibujo fuera de la trayectoria del rayo.

Para evacuar el espacio anular 3 en la quinta y sexta forma de realización y llenarlo con un
20 gas de proceso, se realizan las siguientes fases del procedimiento. La descripción del procedimiento se refiere a modo de ejemplo a la sexta forma de realización.

En primer lugar, la cámara de procesamiento 601 se une al sistema de soporte 620 por
25 medio de los tubos flexibles ondulados 626 y 627. A continuación, el sistema de suministro de gas 650 y el sensor 621 también se unen al sistema de soporte 620. Acto seguido, la cámara de procesamiento 601 se fija en la pared 5 y el sistema de soporte 620 se fija en el tubo envolvente 2 del tubo colector 4. Después de haber conectado también el sistema de vacío 30 al sistema de soporte 620, se evacúan tanto el sistema de soporte 620, como también la cámara de procesamiento 601. Esto se lleva a cabo hasta que a través del
30 sensor 621 se registre una presión menor de 10^{-3} mbar.

A continuación, el afinador de vacío o getter 640 se une al espacio interior del sistema de
soporte 620, abriendo una válvula 642 entre la mirilla 641 y el sistema de soporte 620. Acto
seguido, la válvula 629 se cierra, quedando el sistema de vacío 30 separado del sistema de
35 soporte 620. A fin de practicar el orificio a través de la pared 5, la cabeza de láser 43 se fija en el brazo de soporte 622. Con el inicio de la perforación láser a través de la pared 5, el afinador de vacío o getter 640 debe brillar metálicamente, siendo posible reconocer que no

se ha producido contaminación de la cámara de procesamiento 601 o del sistema de soporte 620 durante las fases del proceso anteriores. A continuación se lleva a cabo la perforación real del orificio O1 a través de la pared 5 por medio del rayo láser.

5 Para el llenado del espacio anular 3 con el gas de proceso, las válvulas 624 y 625 se abren, de modo que el gas de proceso como, por ejemplo, xenón, fluya del sistema de suministro de gas 650 al espacio anular 3 hasta alcanzar la compensación de presión de 10 mbar aproximadamente. La presión se mide, por ejemplo, mediante el sensor 621. Para controlar posteriormente que no se ha producido ninguna entrada de aire en el sistema de soporte 10 620 o en la cámara de procesamiento 601 durante el proceso de llenado, es posible seguir comprobando si se producen variaciones visibles en el afinador de vacío o getter 640. Para el posterior cierre del orificio en la pared 5, el diámetro focal del rayo láser se amplía por medio del sistema óptico 44 y el orificio en la pared 5 se irradia de nuevo. Para controlar si el orificio también se ha cerrado satisfactoriamente, se realiza, por una parte, una inspección 15 visual, siendo posible, por otra parte, registrar un descenso de la presión parcial de hidrógeno por medio del sensor 621. Para una tercera posibilidad de control, la válvula 629 puede volver a abrirse, por lo que, en virtud del sistema de vacío 30, deberían alcanzarse una rápida caída de presión y una presión final de 10^{-3} mbar aproximadamente. Si no se alcanza esta presión final o sólo se alcanza muy lentamente, el gas podría refluir 20 probablemente del espacio anular 3 a la cámara de procesamiento 601, lo que indica un cierre no estanco del orificio. Si el espacio anular 3 se ha llenado satisfactoriamente con el gas de proceso y el orificio está cerrado, la cámara de procesamiento 601 y el sistema de soporte 620 y todos los componentes del dispositivo de llenado 600 se desmontan del tubo colector 4.

25

LISTA DE REFERENCIAS

	1	Tubo absorbedor
	2	Tubo envolvente
5	3	Espacio anular
	4	Tubo colector
	5	Pared
	6	Elemento de transición de vidrio y metal
	7	Dispositivo de compensación de dilatación
10	8	Elemento de unión
	20	Afinador de vacío o getter
	21	Abrazadera
	22	Cierre
15		
	30	Sistema de vacío
	31	Bomba de vacío
	32	Tubos flexibles a prueba de vacío
	33	Unión por bridas
20		
	40	Sistema láser
	41	Fuente de láser
	42	Conductor de luz
	43	Cabeza de láser
25	44	Sistema óptico
	45	Unidad de enfoque
	46	Unión por bridas
	50	Sistema de suministro de gas
30	51	Depósito de gas
	52	Unión por bridas
	70	Sistema de sellado
	72	Barra de sellado
35	73	Cabeza de sellado
	74	Junta
	80a, b, c	Sistema eléctrico

	81a, b, c	Líneas eléctricas
	82a, b, c	Fuente de tensión
	100	Primera forma de realización del dispositivo de llenado
5	101	Cámara de procesamiento
	102	Junta
	103	Orificio de salida
	104	Orificio de paso
	105	Orificio de entrada
10	106	Pared lateral
	107	Pared de cubierta
	200	Segunda forma de realización del dispositivo de llenado
	201	Cámara de procesamiento
15	202	Junta
	203	Orificio de salida
	204	Orificio de paso
	205	Orificio de entrada
	206	Pared lateral
20	207	Pared de cubierta
	208	Orificio de paso
	209	Material de cierre
	300	Tercera forma de realización del dispositivo de llenado
25	301	Cámara de procesamiento
	303	Orificio de salida
	304	Orificio de paso
	305	Orificio de entrada
	306	Pared lateral
30	307	Pared de cubierta
	309	Cánula
	310	Extremo de unión de la cánula
	311	Extremo de perforación de la cánula
	312	Electrodo
35	313	Orificio de paso
	400	Cuarta forma de realización del dispositivo de llenado
	401	Cámara de procesamiento

	403	Orificio de salida
	404	Orificio de paso
	405	Orificio de entrada
	406	Pared lateral
5	407	Pared de cubierta
	409	Cánula
	410	Extremo de unión de la cánula
	411	Extremo de perforación de la cánula
	414	Sección de cierre
10	415	Sección de perforación
	416	Dispositivo de calefacción
	417	Material de cierre
	418	Material de cierre
15	500	Quinta forma de realización del dispositivo de llenado
	501	Cámara de procesamiento
	502	Junta
	503	Orificio de entrada/salida
	504	Orificio de paso
20	520	Sistema de soporte
	521	Sensor
	522	Brazo de soporte
	524	Válvula
	525	Válvula
25	526	Tubo flexible ondulado
	527	Tubo flexible ondulado
	528	Tubo flexible ondulado
	529	Válvula
	530	Cristal protector
30	531	Ventana
	550	Sistema de suministro de gas
	551	Afinador de vacío o getter
	600	Sexta forma de realización del dispositivo de llenado
35	601	Cámara de procesamiento
	602	Junta
	603	Orificio de entrada/salida

	604	Orificio de paso
	620	Sistema de soporte
	621	Sensor
	622	Brazo de soporte
5	624	Válvula
	625	Válvula
	626	Tubo flexible ondulado
	627	Tubo flexible ondulado
	628	Tubo flexible ondulado
10	629	Válvula
	630	Cristal protector
	631	Ventana
	633	Eje rotatorio
	634	Motor
15	640	Mirilla
	641	Afinador de vacío o getter
	642	Válvula
	650	Sistema de suministro de gas
20	O1	Orificio de la primera forma de realización
	O2	Orificio de la segunda forma de realización
	D	Eje del material de cierre
	E	Eje de los electrodos
	G	Flujo de gas
25	L1	Eje del rayo láser de la primera forma de realización
	L2	Eje del rayo láser de la segunda forma de realización
	S	Punto de intersección de los ejes D y L2
	T	Eje de la barra de sellado
	Va	Unión por adherencia de materiales
30	Vb	Unión por adherencia de materiales
	Vc	Unión por adherencia de materiales

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la introducción de un gas inerte en un espacio anular (3) de un tubo colector (4), especialmente para colectores solares, estando formado el espacio anular (3) al menos por un tubo envolvente exterior (2) y un tubo absorbedor interior (1) del tubo colector (4) y uniéndose el tubo envolvente exterior (2) al tubo absorbedor (1) a través de una pared (5), caracterizado por que se genera un orificio (O1, O2) que atraviesa el tubo envolvente (2) o la pared (5), se introduce gas inerte a través del orificio (O1, O2) en el espacio anular (3) y a continuación se cierra de nuevo el orificio (O1, O2).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el orificio (O1, O2) se genera por medio de un procedimiento de perforación por láser.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que el orificio (O1, O2) se cierra por medio de un procedimiento de soldadura por láser.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el orificio (O1, O2) se practica por medio de un procedimiento de perforación por láser con un diámetro de rayo láser d_{L1} y el orificio (O1, O2) se cierra por medio de un procedimiento de soldadura por láser con un diámetro de rayo láser d_{L2} , siendo: $d_{L2} > d_{L1}$.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el cierre del orificio (O2) se lleva a cabo utilizando un material de cierre adicional (209).
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado por que el material de cierre (209) se introduce en el orificio (O2) una vez llenado el espacio anular (3), cerrándose así, al menos parcialmente, el orificio (O2).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que, después del llenado del espacio anular (3), el material de cierre (209) se introduce al menos parcialmente dentro o en el orificio (O2), fundiéndose al menos parcialmente mediante láser y cerrándose, por consiguiente, el orificio (O2).
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1, 2 ó 5, caracterizado por que el orificio (O2) en la pared (5) se cierra por medio de soldadura por resistencia.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el cierre del orificio (O2) se realiza utilizando al menos una varilla para soldar.

5 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizado por que, después del llenado del espacio anular (3), el material de cierre (209) se empuja hacia delante al menos parcialmente en o sobre el orificio (O2), entrando en contacto respectivamente al menos un electrodo con el material de cierre (209) y con la pared (5), fundiéndose el material de cierre (209) mediante soldadura por resistencia y cerrándose, por lo tanto, el orificio (O2).

10

11. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que el orificio se genera mecánicamente.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que el orificio se genera utilizando una cánula (309, 409), presionándose la cánula (309, 409) a través de la pared (5).

15

13. Procedimiento según la reivindicación 12, caracterizado por que la cánula (309, 409) se presiona a través de la pared (5), el espacio anular (3) se llena a través de la cánula (309, 409) y el orificio se cierra mediante el cierre de la cánula (309, 409).

20

14. Procedimiento según la reivindicación 12 ó 13, caracterizado por que la cánula (309, 409) se cierra mediante al menos uno de los procedimientos de soldadura por resistencia, soldadura por fricción o soldadura indirecta por inducción.

25

15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado por que, antes de la generación del orificio, se dispone de forma impermeable al gas en el tubo envolvente (2) y/o la pared (5), una cámara de procesamiento evacuable (101, 201, 301, 401) que incluye el punto a abrir, se evacúa y se rellena con gas inerte.

30

16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado por que después de la generación del orificio se espera hasta que se haya producido el intercambio de gas deseado entre el espacio anular (3) y la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401).

17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado por que, después del intercambio de gas, el orificio se cierra y, a continuación, la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) se ventila.

5 18. Dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 1 para la introducción de un gas inerte en un espacio anular (3) de un tubo colector (4), especialmente para colectores solares, estando formado el espacio anular (3) al menos por un tubo envolvente exterior (2) y un tubo absorbedor interior (1) del tubo colector (4) y uniéndose el tubo envolvente exterior (2) por medio de una pared (5) al tubo
10 absorbedor, caracterizado por una cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401, 501, 601), elementos (40, 70, 309, 409) para la generación de un orificio (O1, O2) a través del tubo envolvente (2) o la pared (5), elementos (50) para la introducción de gas inerte en el espacio anular (3) y elementos (40, 80, 209, 312, 416, 417, 418) para el cierre del orificio (O1, O2), y caracterizado por que la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) presenta un orificio
15 de salida (103, 203, 303, 403) para la evacuación de la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401), un orificio de paso (104, 204, 304, 404) para los elementos (40, 70, 309, 409) para la generación del orificio (O1, O2) a través del tubo envolvente (2) o de la pared (5), y un orificio de entrada (105, 205, 305, 405) para el llenado de la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) con gas inerte.

20 19. Dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) según la reivindicación 18, caracterizado por que los elementos (40, 70, 309, 409) para la generación de un orificio (O1, O2) a través del tubo envolvente (2) o de la pared (5) están formados por un sistema láser (40) o un sistema de sellado (70) con cánulas (309, 409) dispuestas en el sistema de sellado.

25 20. Dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) según la reivindicación 18 ó 19, caracterizado por que los elementos (50) para la introducción de gas inerte en el espacio anular (3) están formados por un sistema de suministro de gas (50).

30 21. Dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) según una de las reivindicaciones 18 a 20, caracterizado por que los elementos (40, 80, 209, 416, 417, 418) para el cierre del orificio (O1, O2) están formados por un sistema láser (40) o un sistema láser (40) con material de cierre (209) o por un dispositivo de calefacción (416) con material de cierre (417, 418) o por un sistema eléctrico (80).

35

22 Dispositivo (100, 200, 300, 400) según una de las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado por que la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) se une a un sistema de vacío (30) a través del orificio de salida (103, 203, 303, 403), a un sistema de suministro de gas (50) a través del orificio de entrada (105, 205, 305, 405) y a un sistema láser (40) o a un sistema de sellado (70) a través del orificio de paso (104, 204, 304, 404).

23 Dispositivo (500, 600) según una de las reivindicaciones 18 a 21, caracterizado por un sistema de soporte (520, 620) que por medio de dos tubos flexibles ondulados (526, 527) se puede unir a la cámara de procesamiento (501, 601) y en el que por medio de un brazo de soporte (522) se disponen los elementos (40, 70, 309, 409) para la generación de un orificio (O1, O2) a través del tubo envolvente (2) o de la pared (5), los elementos (50) para la introducción de gas inerte en el espacio anular (3) y los elementos (40, 80, 209, 312, 416, 417, 418) para el cierre del orificio (O1, O2).

24 Dispositivo (100, 200, 300, 400, 500, 600) según una de las reivindicaciones 18 a 23, caracterizado por que en la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) se disponen elementos (20) para la fijación separable de la cámara de procesamiento (101, 201, 301, 401) en un tubo colector (4) y especialmente en la pared (5).

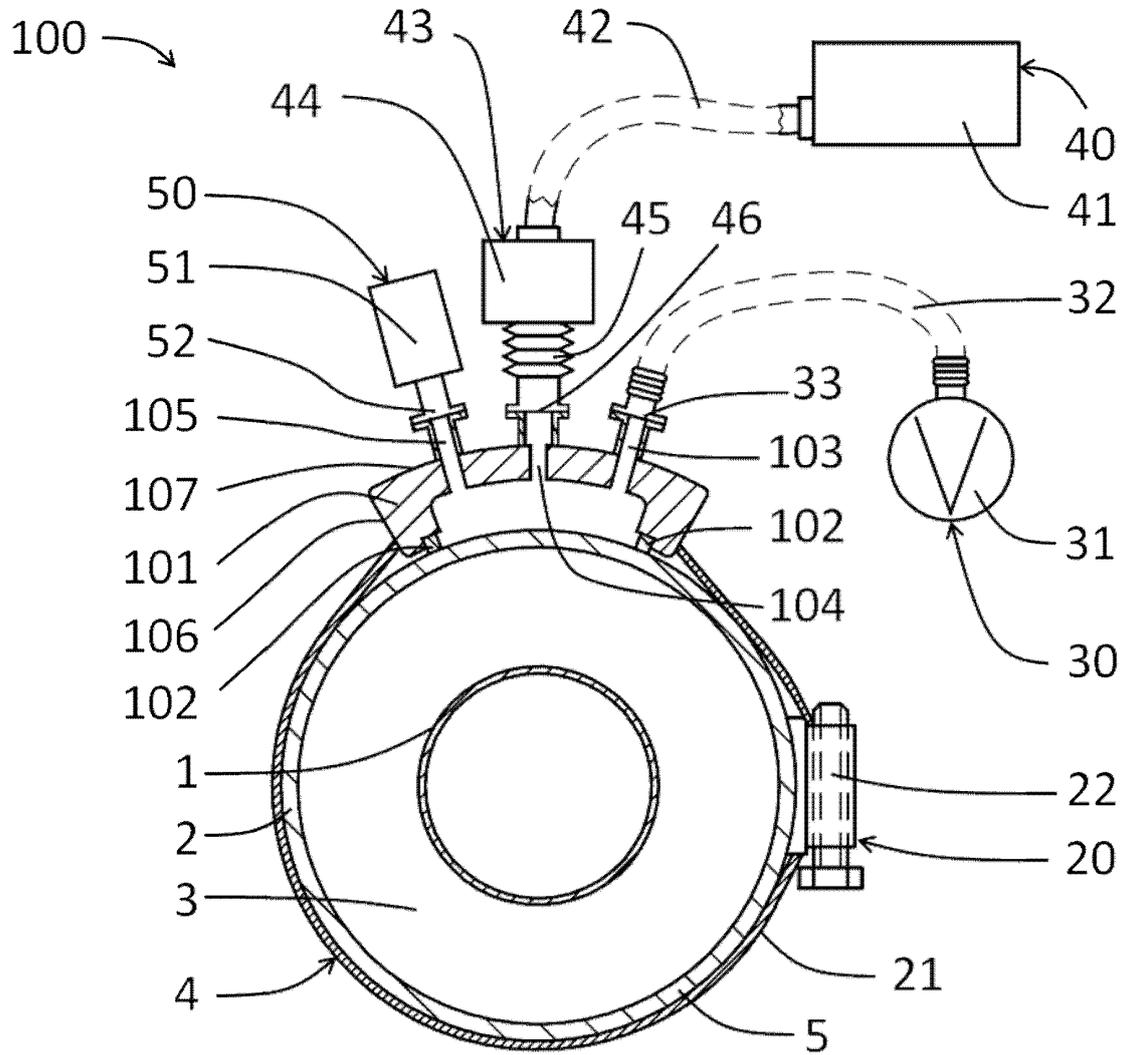


Figura 1a

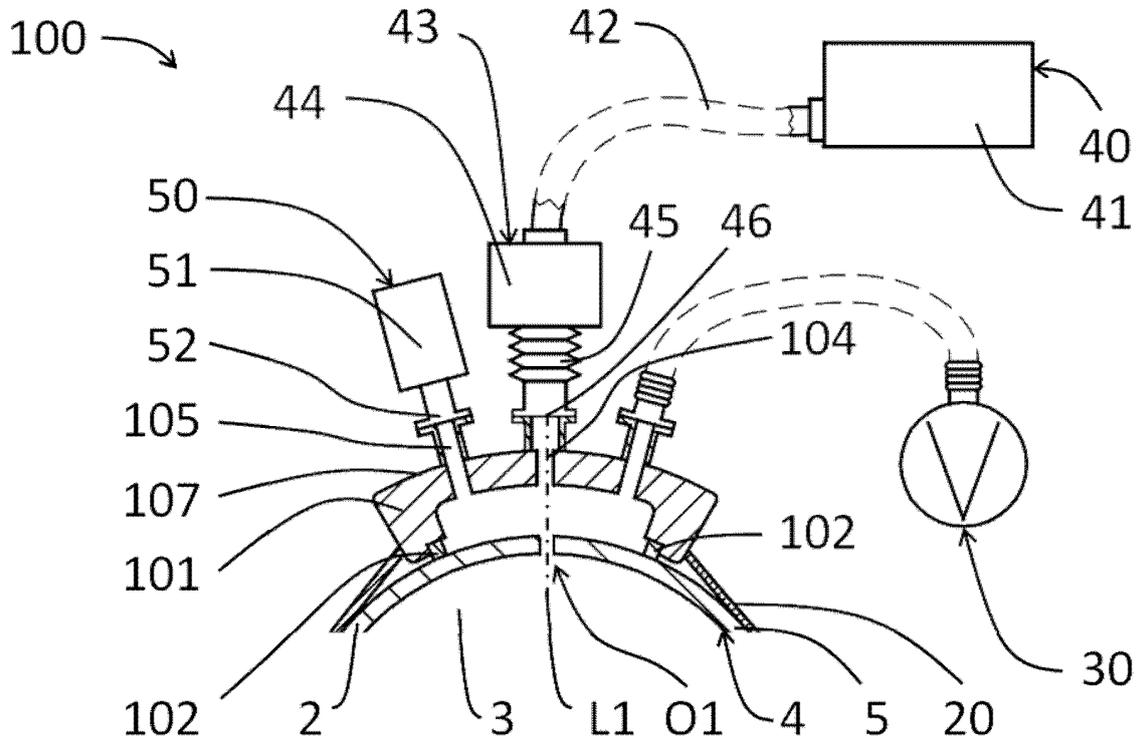


Figura 1b

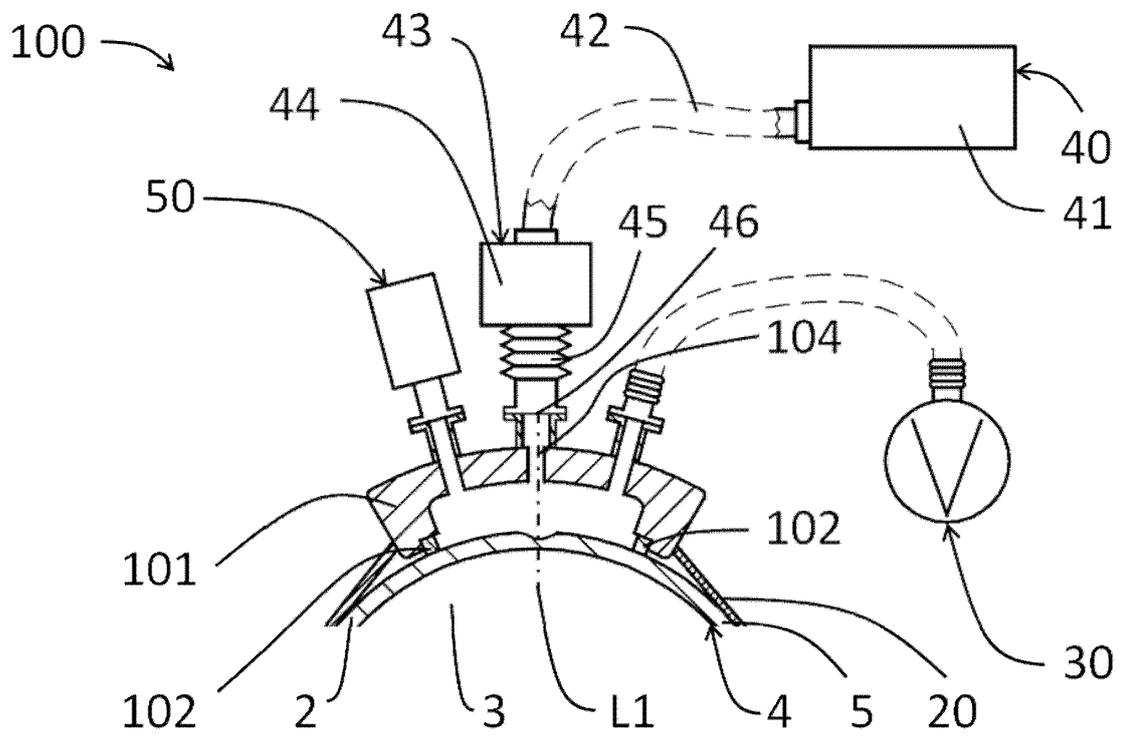


Figura 1c

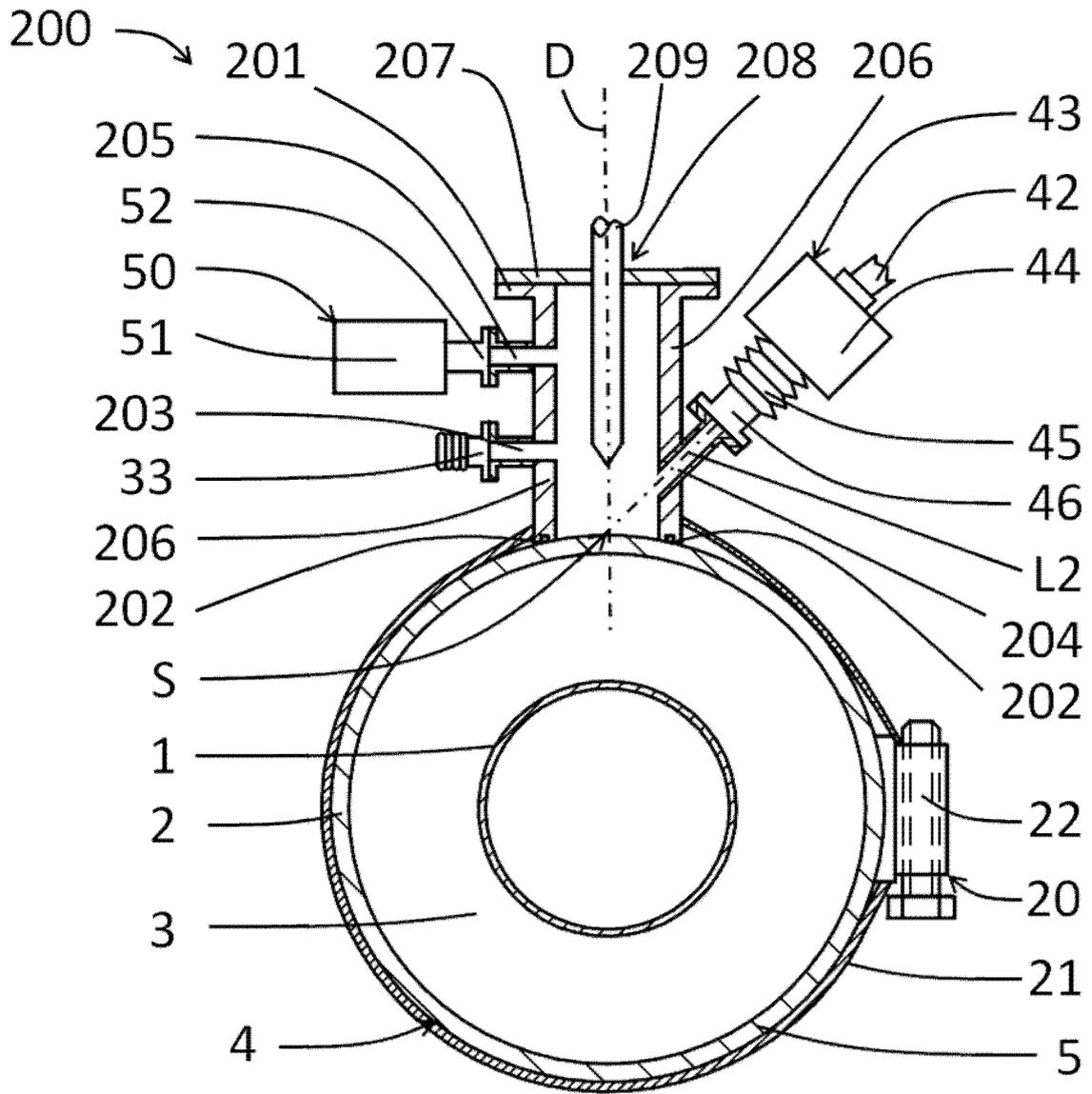


Figura 2a

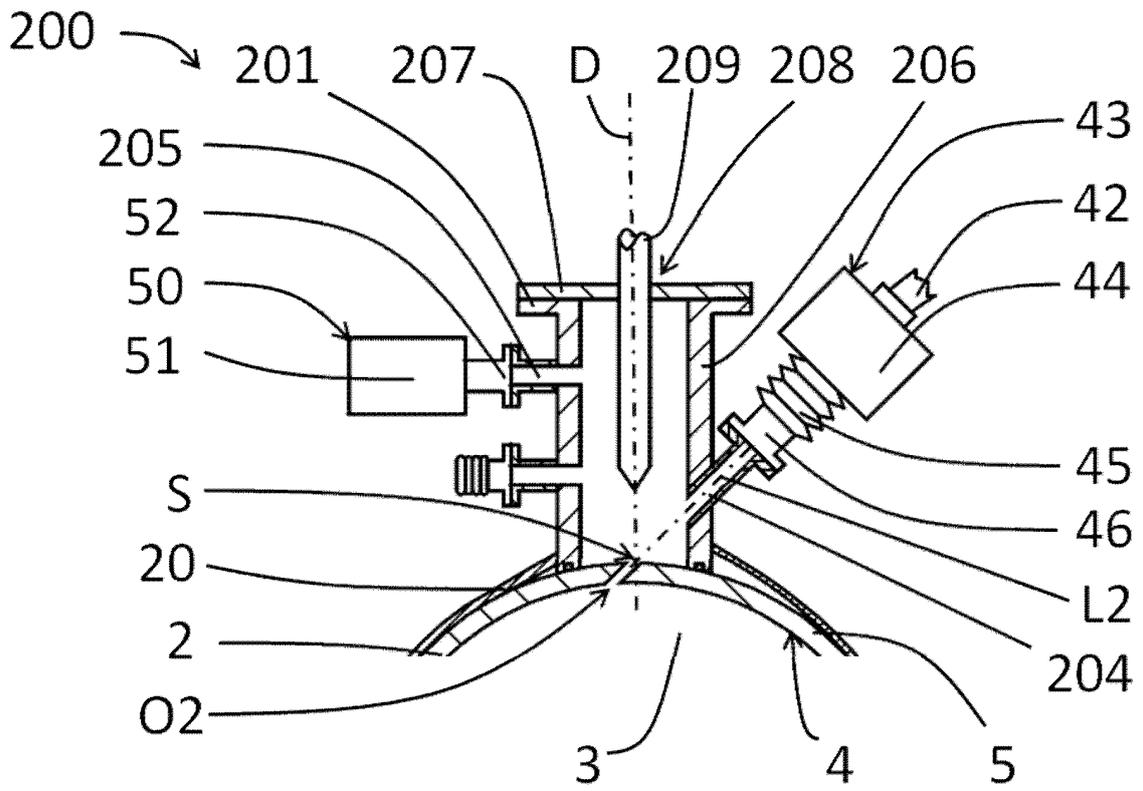


Figura 2b

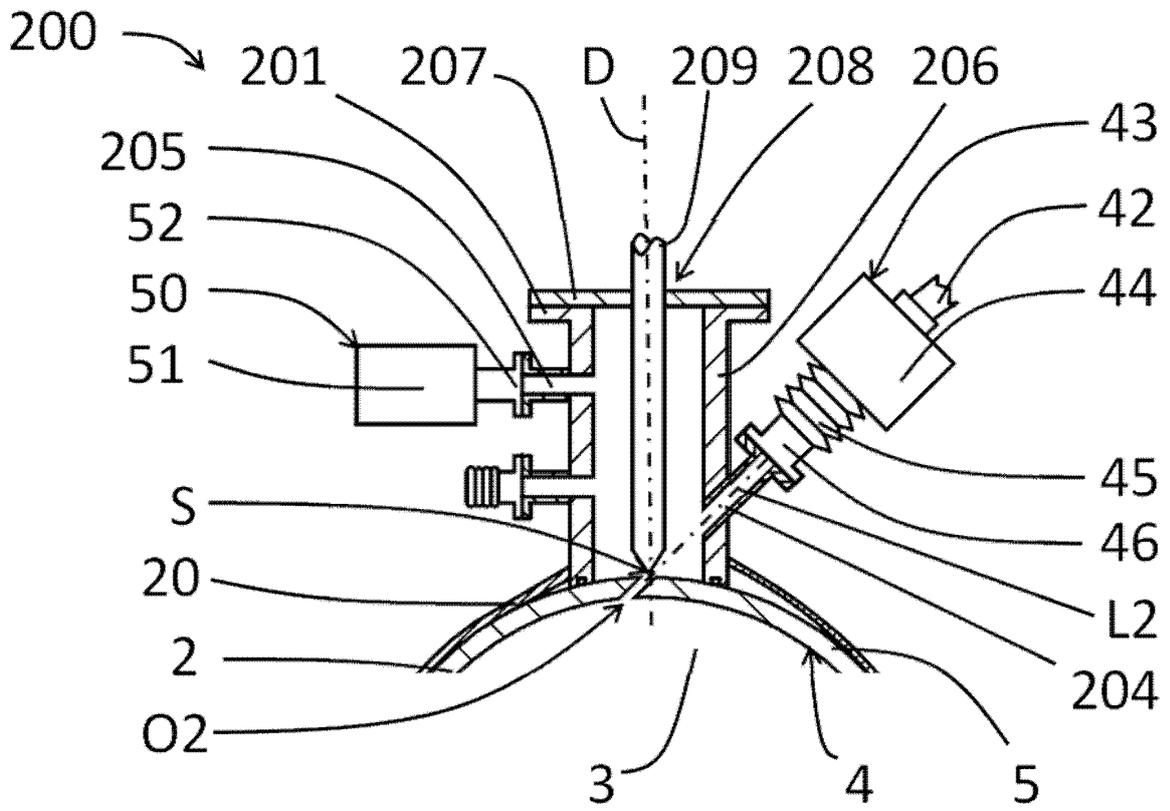


Figura 2c

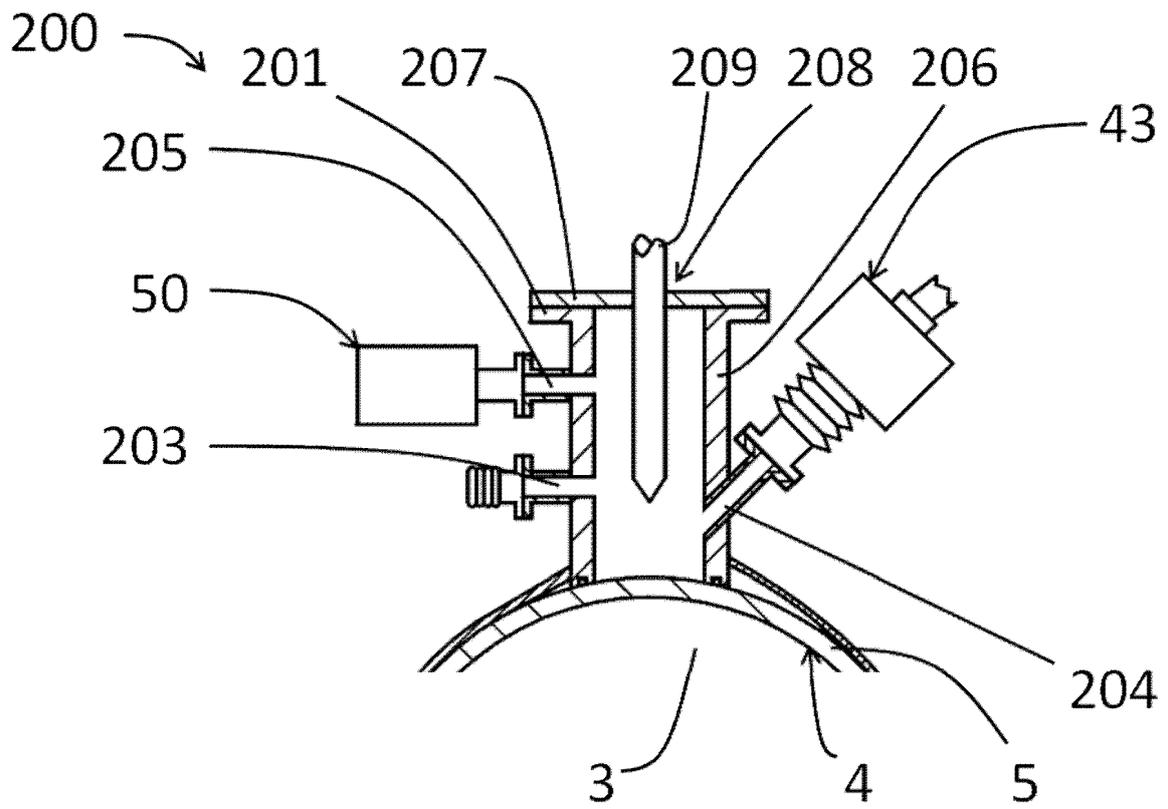


Figura 2d

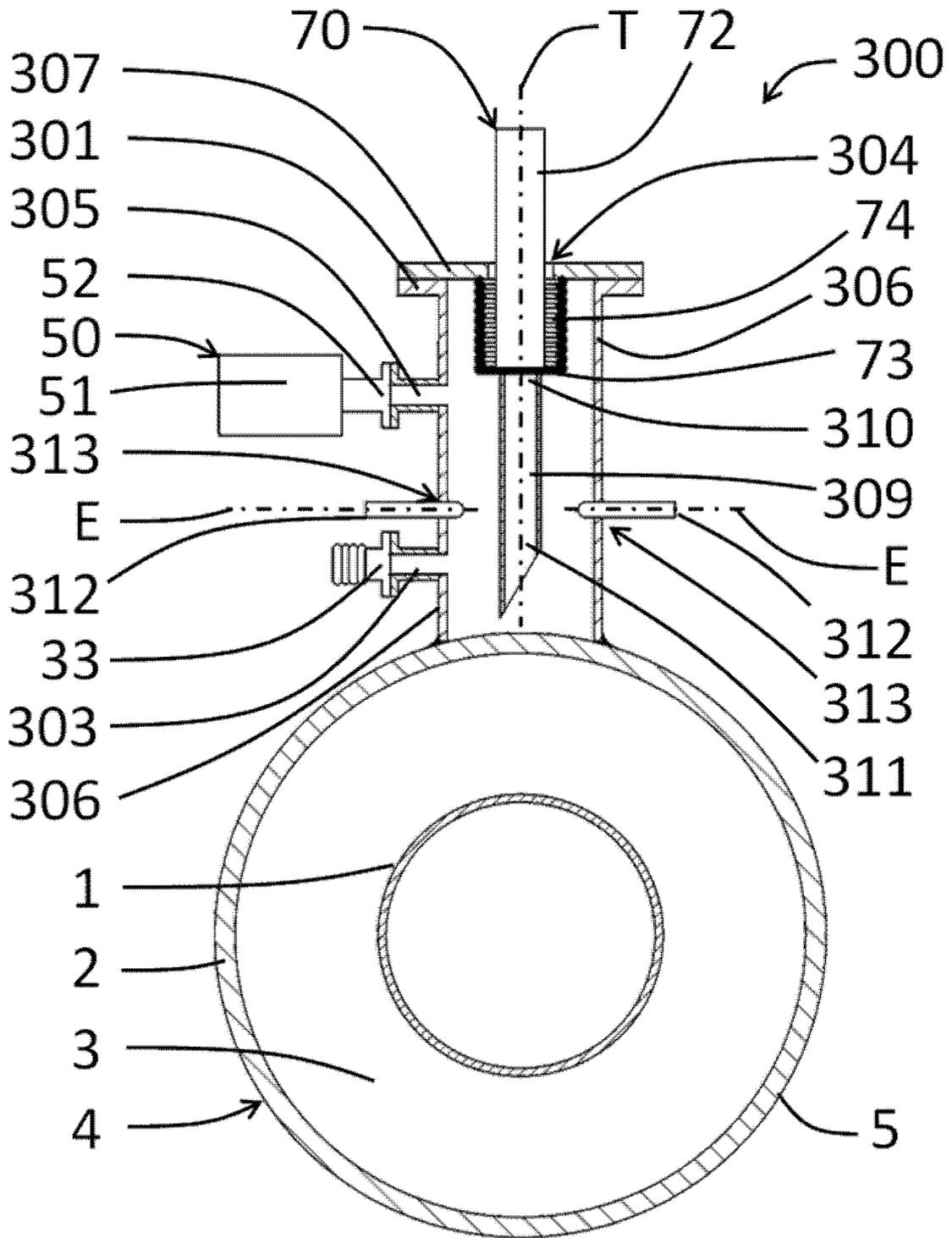


Figura 3a

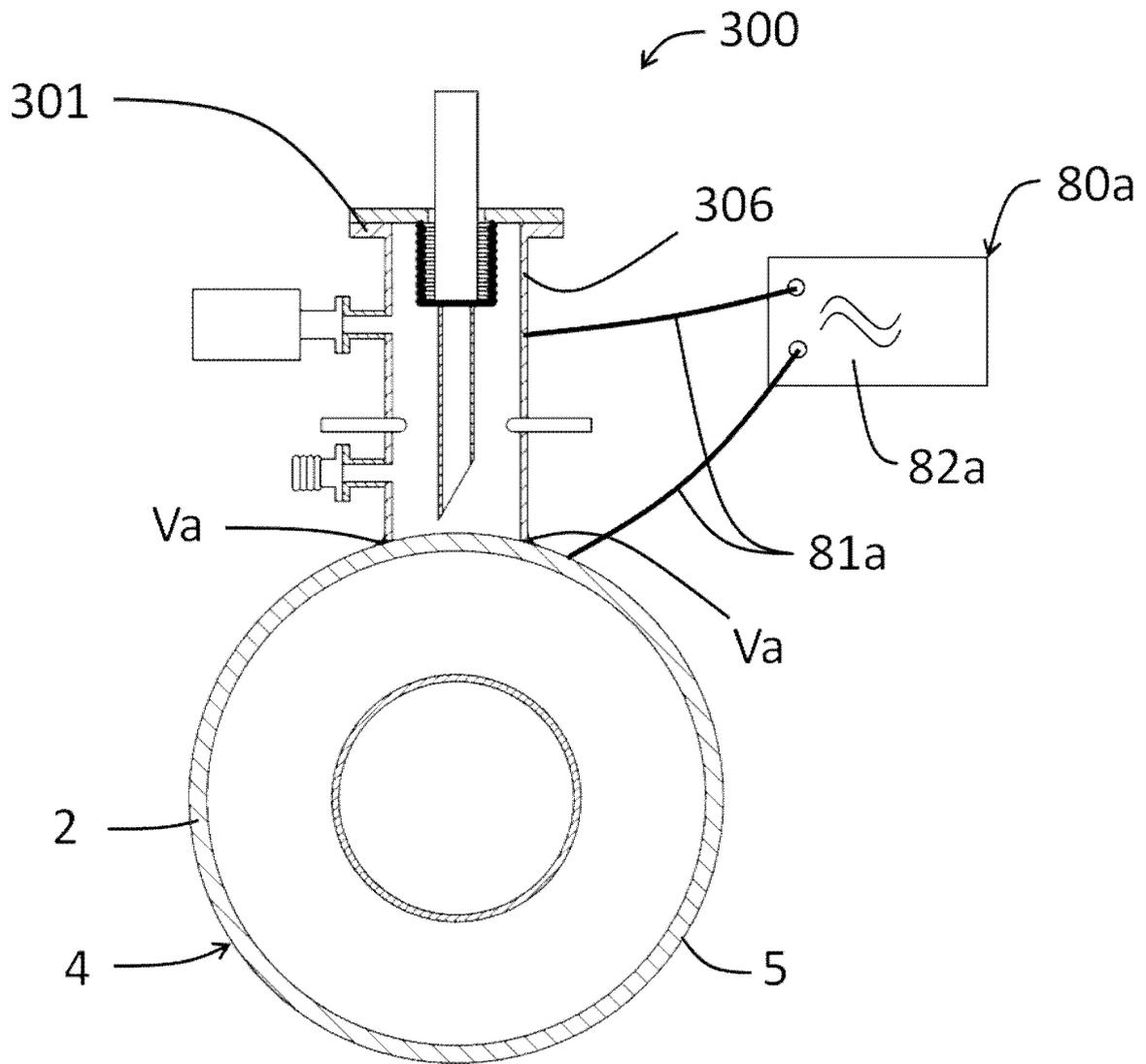


Figura 3b

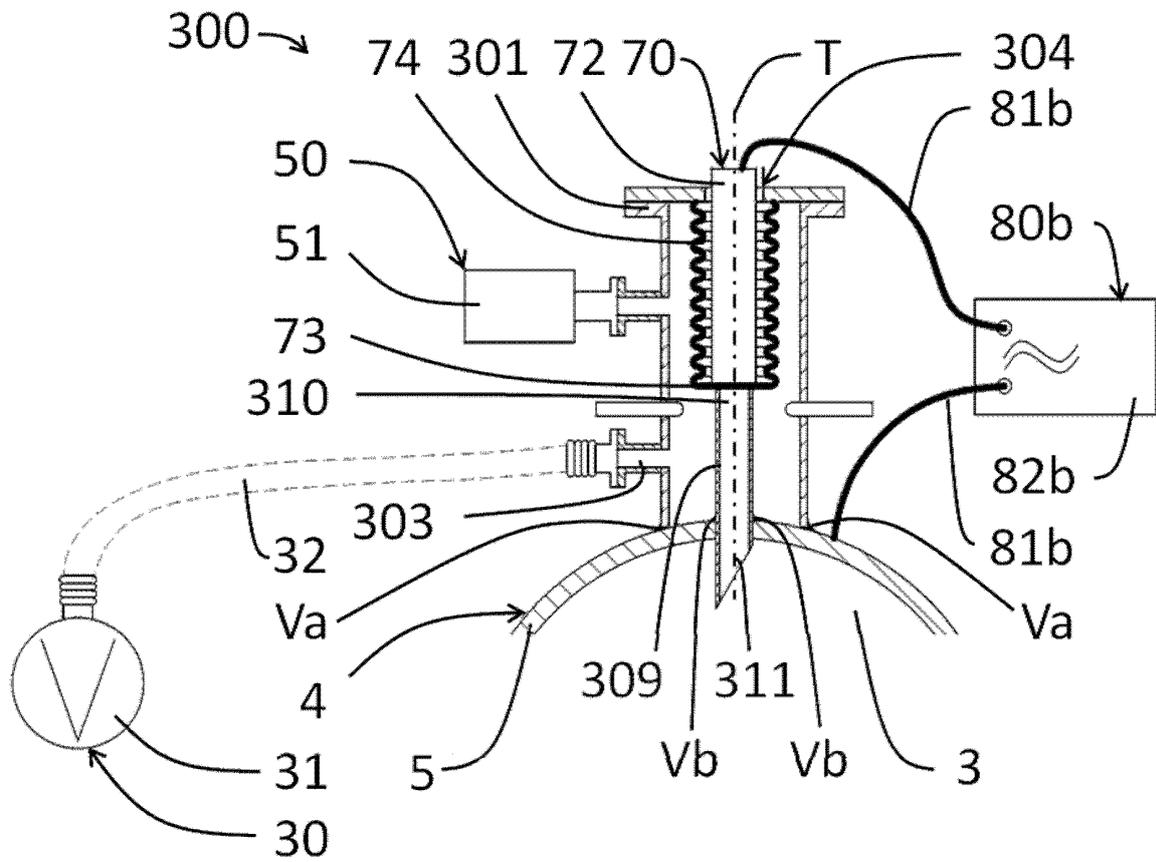


Figura 3c

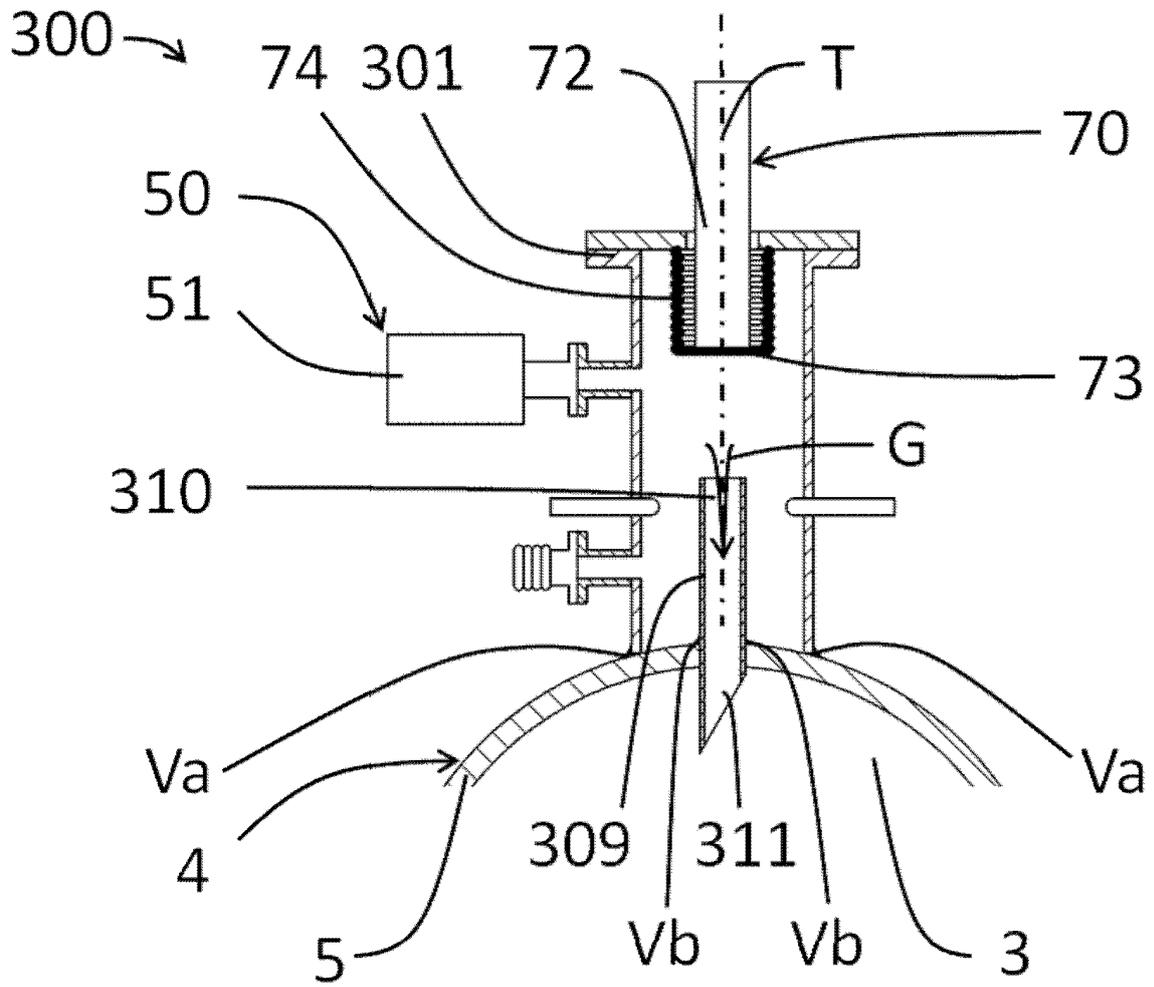


Figura 3d

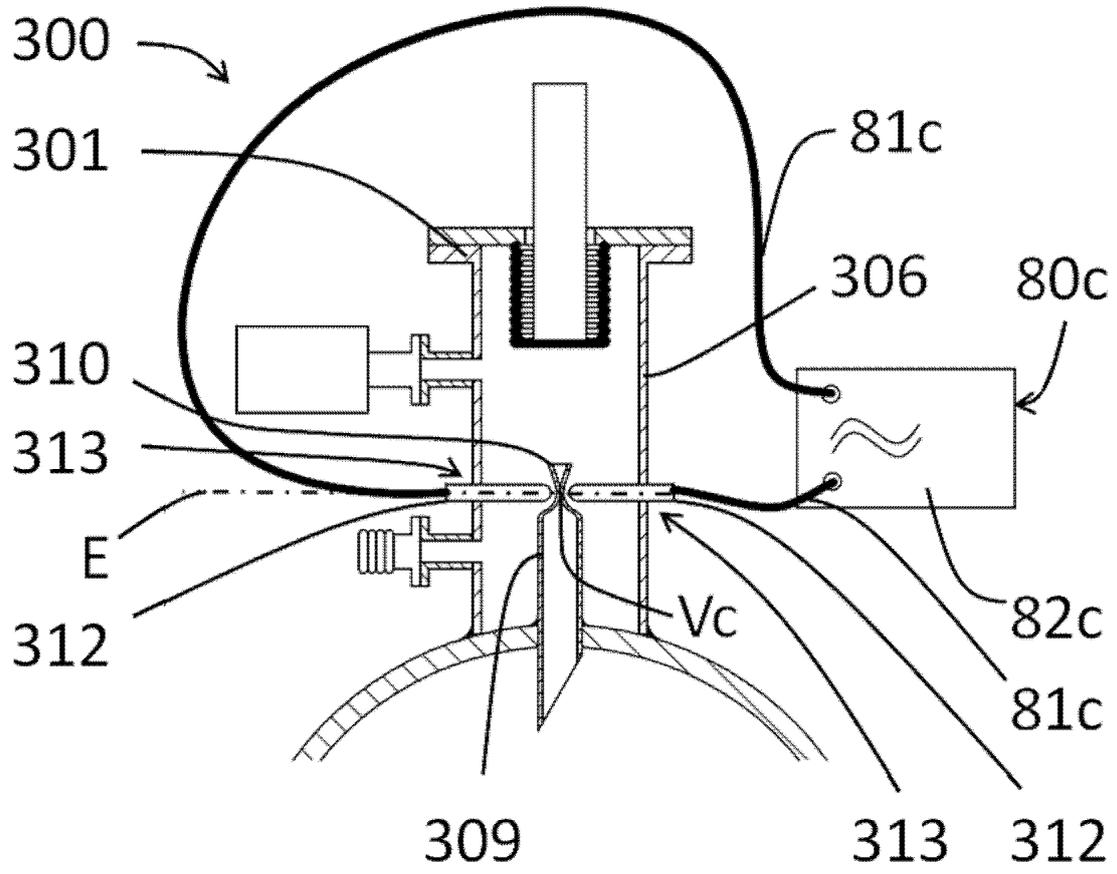


Figura 3e

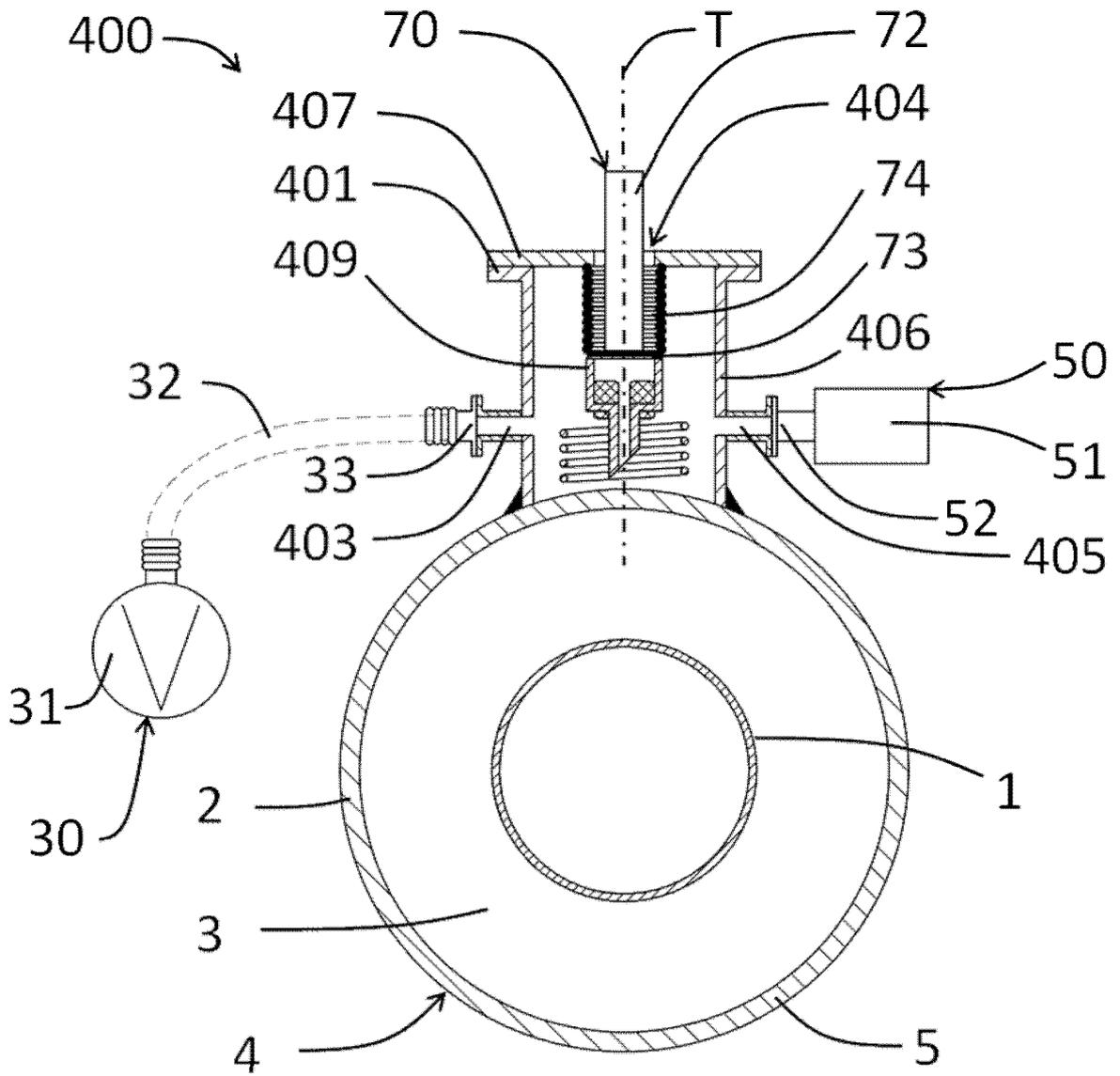


Figura 4a

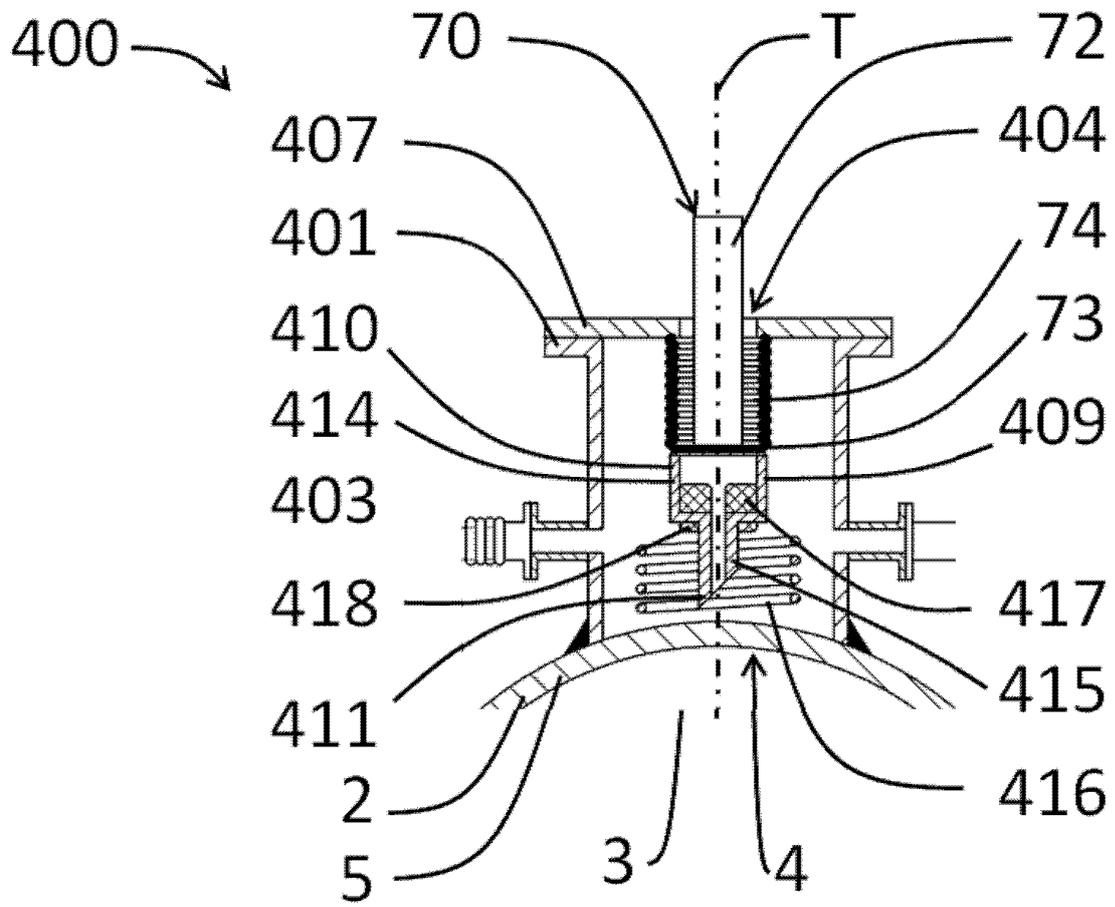


Figura 4b

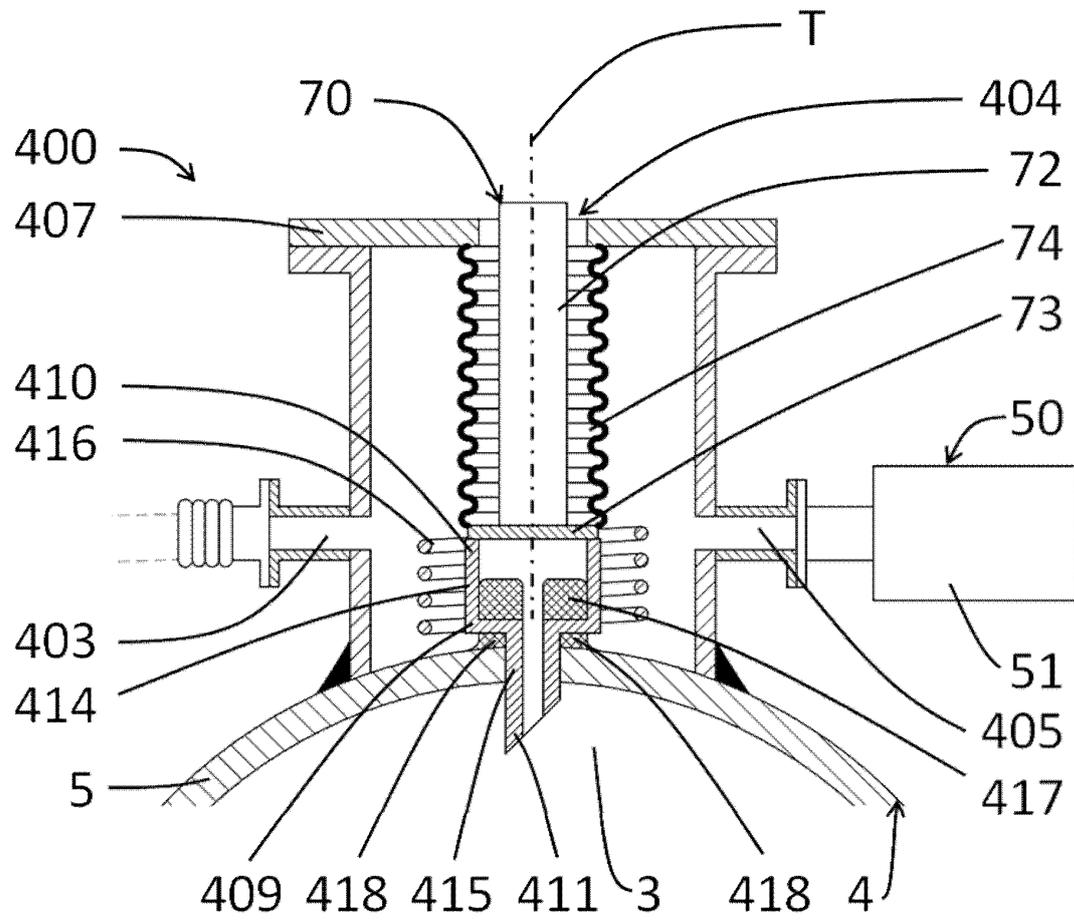


Figura 4c

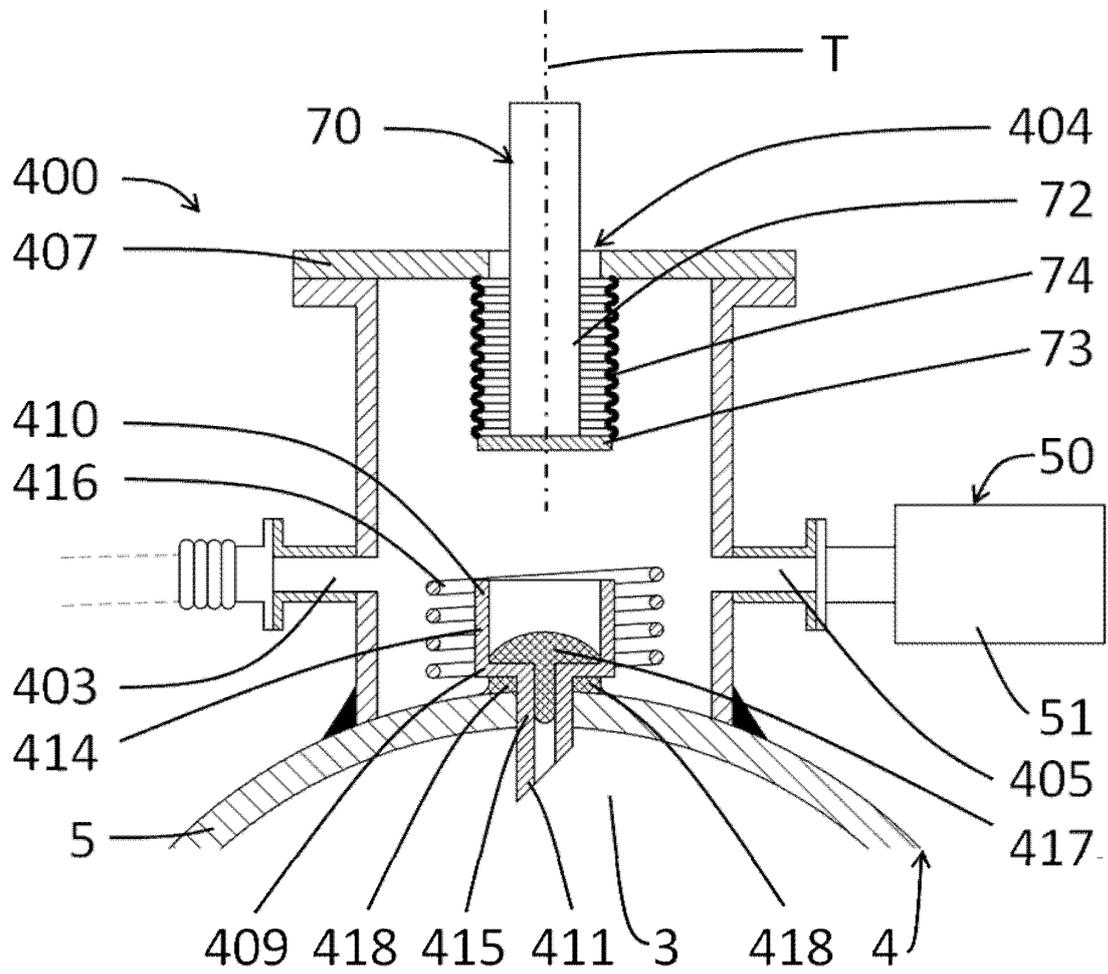


Figura 4e

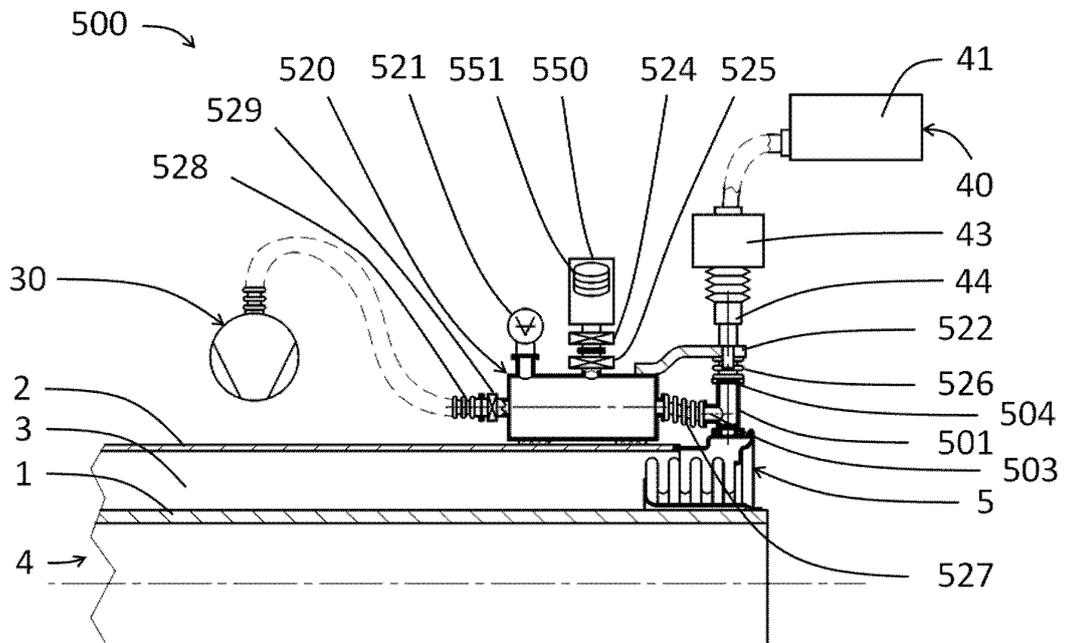


Figura 5a

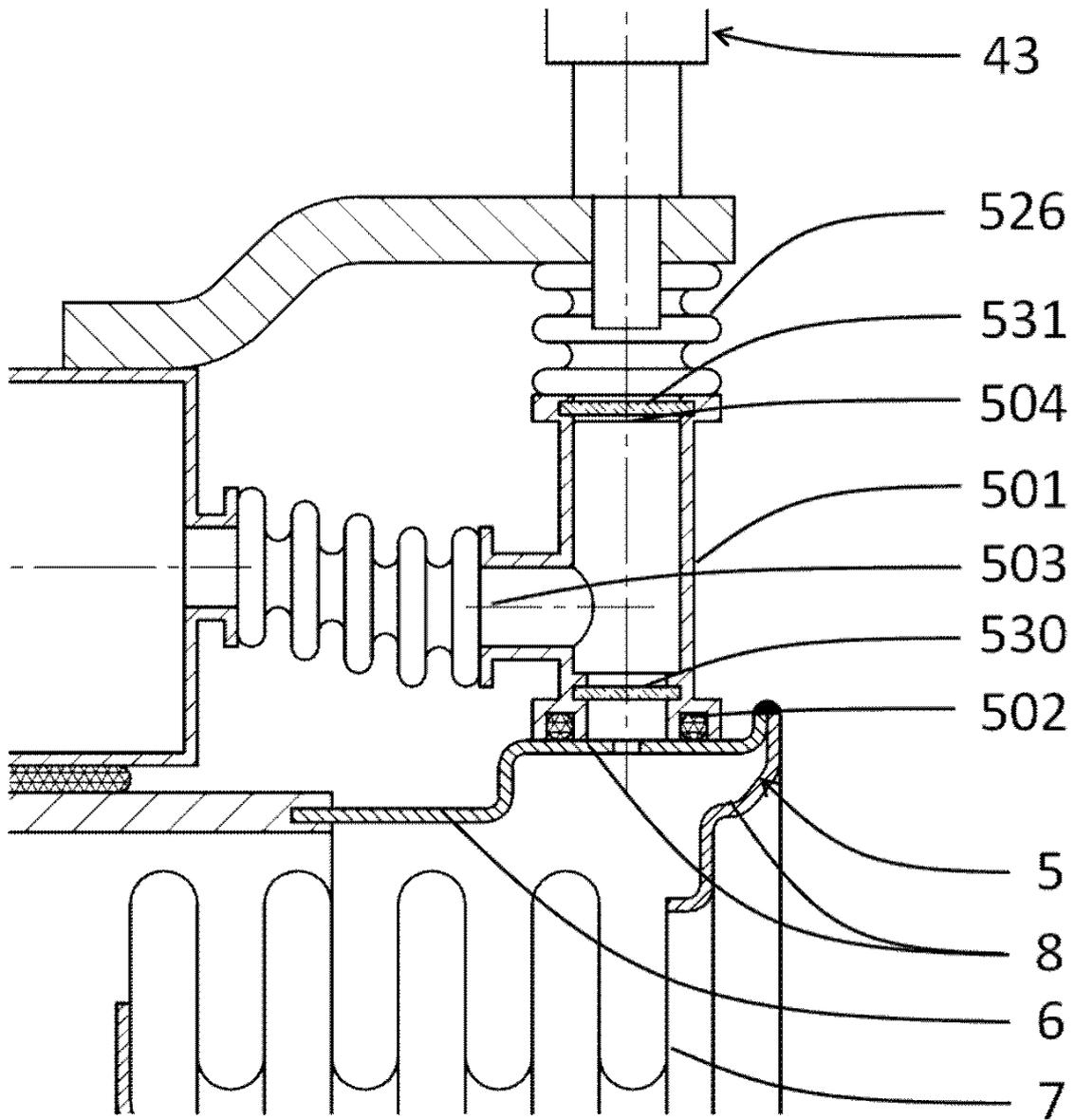


Figura 5b

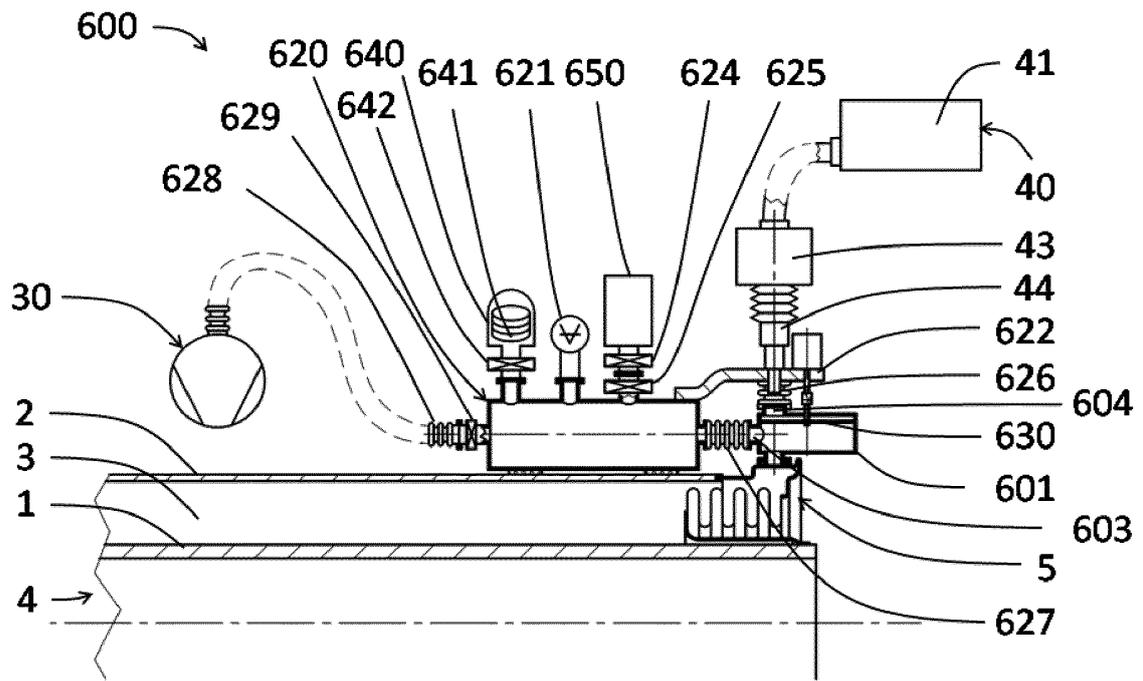


Figura 6a

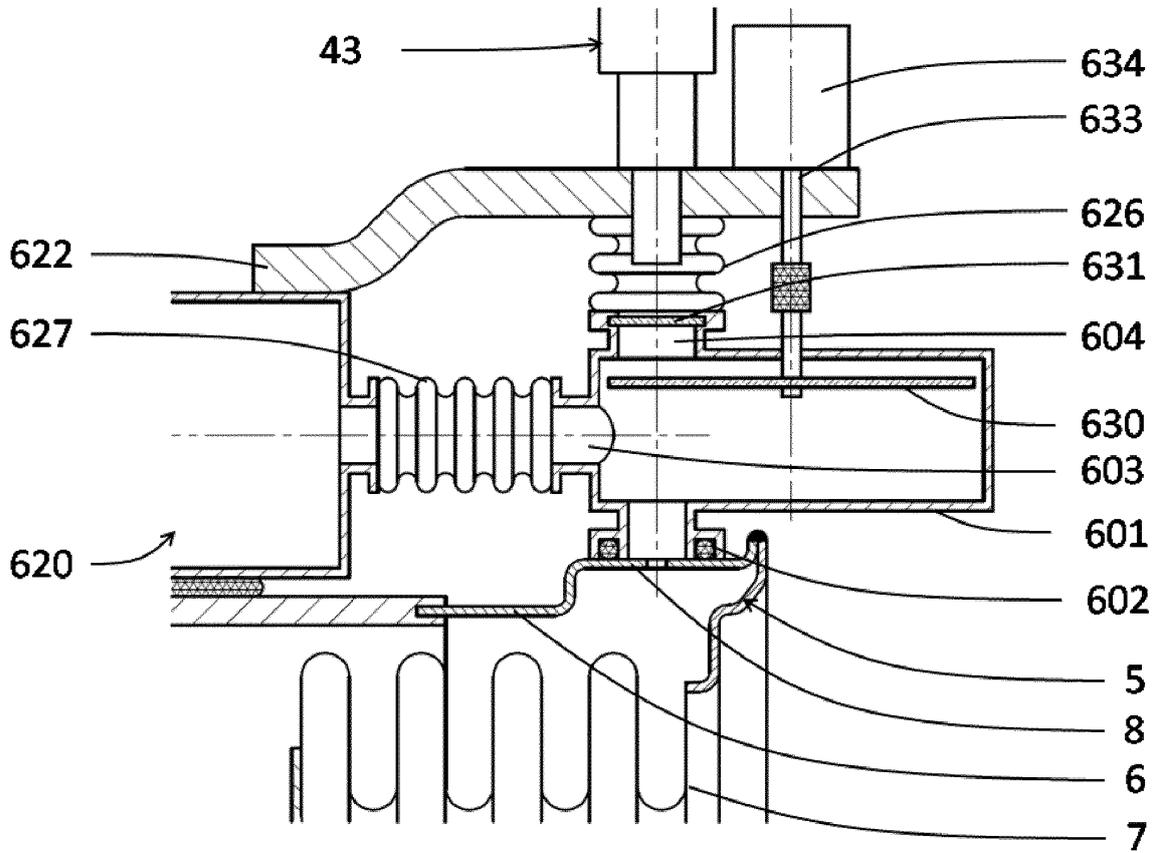


Figura 6b