

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 792**

51 Int. Cl.:

F24J 2/05 (2006.01)

F24J 2/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2010 PCT/EP2010/068640**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2011 WO11067289**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2010 E 10788058 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.02.2017 EP 2507563**

54 Título: **Tubo absorbedor**

30 Prioridad:

04.12.2009 DE 102009047548

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

12.07.2017

73 Titular/es:

**SCHOTT SOLAR AG (100.0%)
Hattenbergstrasse 10
55122 Mainz, DE**

72 Inventor/es:

KUCKELKORN, THOMAS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 623 792 T3

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

DESCRIPCIÓN

Tubo absorbedor

5 La presente invención se refiere a un tubo absorbedor, especialmente para colectores solares en centrales termosolares con al menos un espejo colector, que comprende un tubo metálico para la conducción y el calentamiento de un medio portador de calor, un tubo envolvente que rodea al tubo metálico para la configuración de un espacio anular evacuado, y un primer depósito dispuesto en el espacio anular y relleno con gas inerte, presentando el primer depósito un orificio de salida que está cerrado con un material de cierre que desbloquea el orificio de salida mediante una acción externa para la introducción del gas inerte en el espacio anular, pudiendo una
10 unidad de apertura activable aplicar la acción externa para el desbloqueo de los orificios de salida, y un anillo exterior y un elemento de transición que rodean al tubo metálico para la obturación del espacio anular.

15 Los colectores solares pueden dotarse, por ejemplo, de un espejo parabólico, también llamado espejo colector, y utilizarse en las así llamadas centrales de colectores cilindro-parabólicos. En las centrales de colectores cilindro-parabólicos conocidas se utiliza como medio portador de calor un aceite térmico que se puede calentar hasta 400°C aproximadamente con ayuda de los rayos solares reflejados por los espejos parabólicos y enfocados sobre el tubo absorbedor. El medio portador de calor calentado se dirige a través del tubo metálico y se aporta a un proceso de vaporización con cuya ayuda la energía térmica se convierte en energía eléctrica.

20 En este caso, el tubo absorbedor se compone generalmente de un tubo metálico que presenta una capa que absorbe la radiación y de un tubo envolvente de vidrio que rodea al tubo metálico. El espacio anular así formado sirve para minimizar las pérdidas de calor en la superficie exterior del tubo metálico y aumentar, por consiguiente, la producción de energía. Los distintos tubos absorbedores tienen una longitud de hasta 4 m y se unen en soldadura para formar bucles de campos solares con una longitud total de hasta 200 m. Los tubos absorbedores de este tipo se conocen, por ejemplo, por el documento DE 102 31 467 B4.

25 Al aumentar el envejecimiento del aceite térmico empleado como medio portador de calor se libera el hidrógeno libre que está disuelto en el aceite térmico. La cantidad de hidrógeno liberado depende, por una parte, del aceite térmico utilizado y de las condiciones de servicio del circuito de aceite y, por otra parte, también de la cantidad de agua que entra en contacto con el aceite térmico. Puede producirse un contacto con agua más a menudo especialmente como consecuencia de fugas en los intercambiadores de calor. Debido a la permeación a través del tubo metálico, el hidrógeno liberado llega al espacio anular evacuado, aumentando también los índices de permeación al ascender la temperatura de servicio del tubo metálico. Por consiguiente también aumenta la presión en el espacio anular, lo que tiene como consecuencia un aumento de la conducción de calor a través del espacio anular que a su vez da lugar a pérdidas de calor y a un menor rendimiento del tubo absorbedor o del colector solar.

30 Para al menos reducir el aumento de la presión en el espacio anular y con ello prolongar la vida útil del tubo absorbedor, el hidrógeno que ha llegado al espacio anular puede enlazarse mediante materiales rarefactores. La capacidad de absorción de los materiales rarefactores, sin embargo, es limitada. Una vez alcanzada la capacidad de carga máxima, sube la presión en el espacio anular hasta estar en equilibrio con la presión parcial del hidrógeno libre que ha llegado del aceite térmico al espacio anular. Mediante el hidrógeno se produce un aumento de la conducción de calor en el espacio anular con las consecuencias adversas arriba mencionadas para el rendimiento del colector solar.

35 Los tubos absorbedores dotados de materiales rarefactores en el espacio anular se conocen, por ejemplo, por el documento WO 2004/063640 A1. En el dispositivo aquí descrito, el material rarefactor se encuentra en barras de rarefactor que se exponen directamente a la radiación solar reflejada y que, por lo tanto, se calientan. Dado que las barras de rarefactor en el espacio anular evacuado están casi separadas térmicamente del tubo metálico y del tubo envolvente, la temperatura de la barra y, por consiguiente, también del material rarefactor puede oscilar considerablemente, con lo que también oscila la capacidad de absorción del material rarefactor, por lo que se producen en el espacio condiciones de presión irregulares no deseadas.

40 Por el documento DE 10 2005 057 276 B3 se conoce un tubo absorbedor en el que un gas noble se introduce en el espacio anular cuando la capacidad del material rarefactor está agotada. Muchos gases nobles presentan una conductividad térmica reducida, de modo que sea posible reducir la conducción de calor a través del espacio anular a pesar de la presencia de hidrógeno, de manera que sólo se reduzca en 1% aproximadamente el rendimiento del colector solar con el gas noble introducido frente al tubo metálico evacuado. Las configuraciones descritas en el documento DE 10 2005 057 276 B3 de los depósitos de gas noble son fundamentalmente sólo de naturaleza teórica, técnicamente muy complicadas de fabricar y, por lo tanto, prácticamente apenas se pueden aplicar. En especial, este documento no contiene instrucciones practicables sobre cómo se pueden configurar y disponer depósitos de gas noble para que, en un momento determinado, se puedan abrir fácilmente. Además aquí no se proporciona ninguna información significativa sobre la disposición del material rarefactor en el espacio anular con respecto a los depósitos de gas noble.

55 La tarea de la presente invención consiste, por consiguiente, en perfeccionar los tubos absorbedores conocidos por el estado de la técnica, de modo que se puedan fabricar más fácilmente sin limitar su funcionalidad, especialmente

sin mermar la vida útil. Además debe permitir de un modo sencillo la introducción de los gases nobles en el espacio anular.

5 Esta tarea se resuelve gracias a que el primer depósito se fija en el espacio anular por medio de un dispositivo de sujeción, disponiéndose el dispositivo de sujeción en el anillo exterior y/o en el elemento de transición, comprendiendo el dispositivo de sujeción uno o varios puntos de soldadura de una soldadura metálica, y a que al menos uno de los puntos de soldadura para la fijación del primer depósito en el espacio anular también cierra el orificio de salida.

10 Por acción externa debe entenderse aquí que ésta se genera fuera del tubo absorbedor o al menos fuera del espacio anular y del tubo metálico y no a través del funcionamiento del tubo absorbedor. Una acción externa de este tipo puede ser, por ejemplo, de tipo mecánico. La disposición del dispositivo de sujeción se elige preferiblemente de manera que el dispositivo de sujeción transmita las acciones externas.

La unidad de apertura puede realizarse en forma de un pulsador que se une en su acción al orificio de salida a través del dispositivo de sujeción. Si el personal de mantenimiento del colector solar activa este pulsador, el orificio de salida se perfora y desbloquea, de modo que el gas inerte se introduzca en el espacio anular.

15 Preferiblemente, la acción externa es un efecto térmico. En esta configuración, el personal de mantenimiento puede calentar desde el exterior con un dispositivo calefactor móvil el tubo absorbedor en las proximidades de los orificios de salida, por ejemplo, en el anillo exterior, de manera que el material de cierre se funde con el efecto térmico, desbloqueando el orificio de salida. En este caso, la unión en acción del dispositivo de sujeción no es sólo de tipo mecánico, sino también de tipo termoconductor. En este caso, el dispositivo de sujeción se compone preferiblemente de un material conductor del calor, por ejemplo, de un metal. En esta realización resulta ventajoso que la unidad de apertura no requiere componentes adicionales y que el dispositivo calefactor móvil se puede utilizar para todos los tubos absorbedores de la central termosolar.

25 Preferiblemente, el orificio de salida puede calentarse de forma inductiva y la unidad de apertura comprende una bobina eléctrica y un disco metálico. En esta configuración, los orificios de salida pueden abrirse automáticamente y el gas inerte puede introducirse automáticamente en el espacio anular, dado que la bobina eléctrica puede conectarse a una unidad de control que activa la bobina eléctrica al producirse unas circunstancias que se pueden preestablecer. Por lo tanto no es necesario que los orificios de salida se abran con ayuda del personal de mantenimiento, siendo posible así reducir los costes de personal para el servicio de la instalación. En este caso carece de importancia de qué material esté fabricado el dispositivo de sujeción.

30 El dispositivo de sujeción comprende, según la invención, uno o varios puntos de soldadura compuestos de una soldadura metálica. Los puntos de soldadura pueden fabricarse de un modo muy sencillo y favorable. La soldadura metálica se elige de manera que no se funde a las temperaturas reinantes durante el funcionamiento del colector solar. Aquí puede utilizarse una soldadura fuerte que sólo se funde a partir de temperaturas superiores a los 400°C.

35 Según la invención, el material de cierre se compone de una soldadura metálica. La soldadura metálica es la misma que se utiliza para los puntos de soldadura en el dispositivo de sujeción. De este modo se reduce la variedad de materiales y la probabilidad de fallos de fabricación en la producción de los tubos absorbedores como consecuencia de un cambio de material.

40 Según la invención, al menos uno de los puntos de soldadura para la fijación del primer depósito en el espacio anular cierra también el orificio de salida. En este caso, uno de los puntos de soldadura asume dos funciones: por una parte tiene una función de sujeción, dado que éste fija el primer depósito en su posición en el espacio anular. Por otra parte desempeña una función de cierre, dado que la soldadura también representa al mismo tiempo el material de cierre para los orificios de salida.

45 Una configuración especialmente preferida del tubo absorbedor según la invención se caracteriza por un segundo depósito relleno de un material rarefactor para el enlace de hidrógeno libre y dispuesto en el espacio anular. La solución según la invención con dos depósitos, de los que uno se llena con el material rarefactor y el otro con gas inerte, resulta ventajosa desde un punto de vista técnico de fabricación, dado que ambos depósitos ya se pueden premontar por completo y llenar antes de su inserción en el espacio anular.

50 El segundo depósito se fija preferiblemente en el espacio anular por medio de un dispositivo de sujeción. Según la disposición del primer y del segundo depósito, puede determinarse si ambos o sólo uno de los depósitos se fijan con el dispositivo de sujeción. No son necesarios dispositivos de soporte especiales como, por ejemplo, barras de rarefactor, como los que se describen en el documento WO 2004/063640 A1.

55 En una configuración ventajosa, el anillo exterior presenta uno o varios salientes que penetran en el espacio anular para el posicionamiento del primer y/o del segundo depósito. El elemento de transición y el anillo exterior son componentes de las unidades de compensación de dilatación conocidas por el estado de la técnica, con las que se compensan las distintas dilataciones del tubo envolvente y del tubo metálico durante el funcionamiento del tubo absorbedor, de manera que el espacio anular permanezca cerrado de forma impermeable al gas.

Alternativamente, uno de los salientes penetra en el orificio de salida y se dota de una marca para la identificación del orificio de salida. Aquí los salientes también se pueden configurar, de modo que sólo uno de los salientes se ajuste en el orificio de salida. Con ayuda de la soldadura metálica, el orificio de salida se cierra y al mismo tiempo el

depósito correspondiente se fija en el anillo exterior. La marca del orificio de salida puede realizarse, por ejemplo, mediante una escotadura correspondiente en la cara exterior del anillo exterior, de manera que el personal de mantenimiento sepa en qué punto es necesario aplicar el dispositivo calefactor para la apertura del material de cierre.

5 El tubo absorbedor según la invención se perfecciona ventajosamente gracias a que el primer depósito y el segundo depósito se configuran en forma de anillo y rodean al tubo metálico. La configuración anular de los depósitos provoca, por una parte, que el material rarefactor se reparta uniformemente en el espacio anular y, por consiguiente, que también se pueda acceder al mismo fácilmente, siendo posible absorber el hidrógeno libre sin barreras y, por otra parte, que los depósitos formen respectivamente unidades cerradas en sí mismas, lo que facilita su montaje y especialmente su posicionamiento en el espacio anular.

10 Preferiblemente, el primer depósito presenta una primera superficie y el segundo depósito una segunda superficie en las que el primer y el segundo depósito se pueden unir a un componente. Ambos depósitos pueden así unirse entre sí incluso antes de la inserción en el espacio anular en la posición deseada uno respecto al otro, de modo que puedan colocarse conjuntamente en una fase de trabajo en el espacio anular. En esta configuración se simplifica aún más la fabricación de los tubos absorbedores según la invención.

15 En un perfeccionamiento preferido, en el que el tubo absorbedor presenta un eje longitudinal, la primera superficie y la segunda superficie se extienden radialmente respecto al eje longitudinal, es decir, los vectores perpendiculares de la primera superficie y los de la segunda superficie se desarrollan paralelos al eje longitudinal. En este perfeccionamiento, los dos depósitos pueden unirse entre sí de un modo especialmente sencillo desde un punto de vista técnico de fabricación y en especial es posible dotar ambos depósitos de unas dimensiones idénticas, de manera que sólo sea necesario fabricar un molde de depósito, lo que reduce aún más los costes de fabricación. En este caso sólo hay que tener en cuenta que el depósito para el gas inerte debe cerrarse de forma impermeable al gas, mientras que el depósito para el material rarefactor debe configurarse de modo que el hidrógeno liberado en el espacio anular pueda adherirse adecuadamente al material rarefactor.

20 Una configuración preferida del tubo absorbedor según la invención se caracteriza además por que la primera superficie y la segunda superficie se extienden coaxialmente respecto al eje longitudinal, es decir, los vectores perpendiculares de la primera superficie y de la segunda superficie se desarrollan perpendiculares al eje longitudinal. En esta configuración, por ejemplo, el primer depósito relleno con el gas inerte se puede introducir en forma de cubeta en el segundo depósito relleno con el material rarefactor. Dado que en esta configuración ambos depósitos presentan volúmenes diferentes, esta circunstancia puede aprovecharse, por ejemplo, para introducir más material rarefactor en el espacio anular, aumentando así la capacidad de absorción para hidrógeno libre y, por lo tanto, la vida útil del tubo absorbedor.

25 En una variante de realización ventajosa del tubo absorbedor según la invención, el primer depósito se configura como una primera sección anular y el segundo depósito como una segunda sección anular, pudiéndose unir entre sí en un anillo cerrado. También aquí es posible adaptar la proporción del volumen del primer depósito respecto al volumen del segundo depósito, a través del tamaño de las secciones anulares, a las características específicas del respectivo tubo absorbedor, por ejemplo, a fin de introducir más material rarefactor en el espacio anular. Si se comprobara que podría resultar ventajoso un mayor volumen de gas inerte, este hecho también se puede tener en cuenta fácilmente en la construcción.

30 Una configuración preferida de la presente invención se caracteriza por que el primer depósito presenta una o varias primeras secciones anulares y por que el segundo depósito presenta una o varias segundas secciones anulares que pueden fijarse por separado unas de otras en el espacio anular. En esta configuración, ni las primeras secciones anulares o las segundas secciones anulares ni el primer depósito y el segundo depósito se unen entre sí. Tanto el material rarefactor, como también el gas noble pueden repartirse en varias secciones anulares. En este caso, el número de secciones anulares llenadas con el material rarefactor no debe ser igual al número de secciones anulares llenadas con gas noble. Se permite una disposición más flexible y además las cantidades necesarias de material rarefactor y gas noble pueden ajustarse fácilmente a las respectivas aplicaciones.

35 La primera sección anular y la segunda sección anular se configuran preferiblemente como medios anillos. En esta configuración, las secciones anulares pueden fabricarse de un modo especialmente sencillo mediante la separación centrada de un anillo cerrado, de manera que la fabricación pueda configurarse aquí de forma favorable y sin mayores desechos.

40 En una configuración especialmente preferida, en la que el tubo absorbedor presenta una mitad orientada hacia el espejo colector y una mitad opuesta al espejo colector, el segundo depósito se dispone en la mitad opuesta al espejo colector. Como consecuencia del ensombrecimiento del tubo metálico, en la mitad del tubo absorbedor opuesta al colector predominan durante el funcionamiento del colector solar temperaturas más reducidas que en la mitad orientada hacia el espejo colector. La capacidad de absorción del material rarefactor para hidrógeno libre aumenta con la reducción de la temperatura. Por lo tanto, la disposición del segundo depósito en la mitad opuesta al espejo colector da lugar a que el espacio anular se pueda mantener más tiempo sin hidrógeno libre, de modo que la presión en el espacio anular y, por consiguiente, la conducción de calor a través del espacio anular sólo aumente más adelante. Como consecuencia, el colector solar puede funcionar durante más tiempo al máximo rendimiento o aumenta la vida útil del tubo absorbedor.

La posición de los depósitos en el espacio anular puede determinarse fácilmente en la fabricación con la ayuda de los salientes, de manera que se garantice, por ejemplo, que el segundo depósito también se encuentre en la mitad del tubo absorbedor opuesta al espejo colector. Con esta finalidad, los depósitos pueden presentar escotaduras correspondientes configuradas de modo que una escotadura sólo se ajuste a un saliente, de manera que la disposición del primer y del segundo depósito se determine sin lugar a dudas relativamente respecto al anillo exterior.

El elemento de transición presenta preferiblemente una primera zona con un primer diámetro y una segunda zona con un segundo diámetro. El elemento de transición se suelda normalmente al anillo exterior. La entrada de calor necesaria para la soldadura provoca que el elemento de transición se abombe hacia fuera. La causa de ello es la dilatación térmica del elemento de transición. Esto tiene como consecuencia que se ejerce una carga sobre la unión del elemento de transición al tubo envolvente y que probablemente se pueda deteriorar. El elemento de transición se refuerza con ayuda de dos diámetros diferentes, de modo que se reduzcan las cargas ejercidas sobre la unión con el tubo envolvente durante la soldadura. Por lo tanto, la unión no se fuerza y no se deteriora. El anillo exterior se configura de manera que pueda absorber sin problemas la dilatación térmica a causa de la entrada de calor.

Preferiblemente, el anillo exterior se compone de acero fino y el elemento de transición se compone de kovar. El kovar es una aleación de hierro-níquel-cobalto. El coeficiente de dilatación térmica del kovar utilizado puede ajustarse al del vidrio utilizado para el tubo envolvente, de manera que las dilataciones térmicas como consecuencia de la generación de calor no influyan negativamente unas en otras tanto durante el servicio del colector solar, como también en la fabricación del tubo absorbedor cuando se suelda el elemento de transición al anillo exterior. El uso de acero fino para el anillo exterior simplifica la soldadura con el fuelle de tubo flexible ondulado. El kovar también se denomina 1.3981 según DIN 17745.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo absorbedor, que comprende un tubo absorbedor como el antes descrito, una unidad de medición de temperatura para determinar el valor de la temperatura de un tubo envolvente, una unidad de comparación para comparar el valor de la temperatura determinado del tubo envolvente con un valor de temperatura crítico seleccionable y una unidad de apertura que la unidad de comparación puede activar para el desbloqueo de los orificios de salida para la introducción de gas inerte en el espacio anular.

Con este dispositivo es posible controlar automáticamente los colectores solares y especialmente llevar a cabo la introducción del gas inerte en el espacio anular cuando se cumplan o ya no se cumplan determinadas condiciones.

En este caso podría ser una condición que el valor de temperatura del tubo envolvente rebasa un valor crítico seleccionable. El hecho de producirse esta circunstancia es una señal de que la conducción de calor a través del espacio anular ha aumentado, produciéndose, por lo tanto, pérdidas de calor en el tubo envolvente. Como consecuencia el gas inerte debería introducirse en el espacio anular, a fin de minimizar de nuevo las pérdidas de calor.

Las unidades de medición de temperatura pueden realizarse en forma de sensores de temperatura colocados en el tubo envolvente o también en forma de cámaras de imágenes térmicas. En especial las cámaras de imágenes térmicas tienen la ventaja de que con una cámara de imágenes térmicas es posible controlar una pluralidad de tubos envolventes con respecto a su temperatura, sin que sea necesario aquí montar en cada tubo envolvente un sensor de temperatura por separado ni conectarlo a la unidad de comparación. Las imágenes suministradas por la cámara de imágenes térmicas pueden interpretarse con un software especial de evaluación de imágenes, de manera que los valores de temperatura de todos los tubos envolventes registrados se puedan determinar y aportar a la unidad de comparación. Con esta información relativa a cada tubo envolvente, la unidad de comparación puede efectuar una comparación entre el valor de temperatura determinado y el valor de temperatura crítico y, conforme al resultado de la comparación, activar la unidad de apertura para el desbloqueo de los orificios de salida. Con este dispositivo se garantiza la supervisión constante de los tubos absorbedores sin que para ello sea precisa la intervención del personal de mantenimiento.

Además se garantiza que el gas inerte existente en todos los tubos absorbedores se introduzca, bajo las mismas condiciones, en el espacio anular, de modo que los colectores solares no funcionen innecesariamente durante más tiempo por debajo del rendimiento que realmente se puede alcanzar.

Un procedimiento que no forma parte del objeto de las reivindicaciones para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo absorbedor comprende las siguientes fases:

- determinación del valor de temperatura del tubo envolvente por medio de una unidad de medición de temperatura,
- comparación del valor de temperatura determinado del tubo envolvente con un valor de temperatura crítico seleccionable mediante una unidad de comparación, y
- activación de una unidad de apertura y desbloqueo de los orificios de salida e introducción de gas inerte en el espacio anular en caso de que el valor de temperatura determinado rebasa el valor de temperatura crítico.

El procedimiento se realiza preferiblemente en el orden indicado, no obstante también es posible imaginar otras sucesiones. Las ventajas de este procedimiento coinciden con las que se han debatido en relación con el dispositivo correspondiente según la invención para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo absorbedor.

Un aspecto adicional se refiere además a un colector solar que comprende un espejo colector y un tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 1 a 11.

Otra configuración del colector solar según la invención comprende además un dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular del tubo absorbedor según la reivindicación 12.

5 La invención se describe ahora detalladamente por medio de ejemplos de realización preferidos con referencia a las figuras.

Se muestra en la:

Figura 1 una representación esquemática de un colector solar,

Figura 2 un primer ejemplo de realización de un tubo absorbedor en una representación en media sección,

10 Figura 3 un segundo ejemplo de realización de un tubo absorbedor en una representación en media sección,

Figura 4 un tercer ejemplo de realización de un tubo absorbedor en una representación en sección,

Figura 5 un cuarto ejemplo de realización de un tubo absorbedor en una representación en media sección,

Figura 6 un ejemplo de realización del tubo absorbedor según la invención en una representación en media sección,

Figura 7 un quinto ejemplo de realización de un tubo absorbedor en una representación en media sección,

15 Figura 8 una representación esquemática de un dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo absorbedor,

Figura 9 una representación aislada de un elemento de transición,

Figura 10 una representación en sección a través de un primer ejemplo de realización de un primer depósito según la invención y de un segundo depósito según la invención a lo largo del plano A-A definido en la figura 5, y

20 Figura 11 una representación en sección de un segundo ejemplo de realización de un primer y de un segundo depósito según la invención a lo largo del plano A-A definido en la figura 5.

En la figura 1 se representa un colector solar 10 del tipo conocido. El colector solar 10 comprende un espejo colector 12 que refleja la radiación solar 14 y que dirige la radiación solar reflejada 16 a un tubo absorbedor 18. El espejo colector 12 se configura en forma de acanaladura, de modo que provoque un enfoque de la radiación solar reflejada a lo largo de una línea focal a través de la cual se desarrolla un eje longitudinal 20 del tubo absorbedor 18. El tubo absorbedor 18 presenta un tubo metálico 22 y un tubo envolvente 24. El tubo metálico 22 está recubierto con una capa que absorbe la radiación, circulando a través del mismo un medio portador de calor. El tubo envolvente 24 rodea al tubo metálico 22, de manera que se forme un espacio anular 26 entre el tubo metálico 22 y el tubo envolvente 24. El tubo envolvente 24 se compone normalmente de vidrio. Debido a la configuración en forma de acanaladura del espejo colector 12, el tubo absorbedor 18 puede dividirse en una mitad 28 orientada hacia el espejo colector 12 y en una mitad 30 opuesta al mismo.

La dirección de flujo del medio portador de calor se indica por medio de las flechas P. Al atravesar el tubo metálico 22, el medio portador de calor se calienta como consecuencia de la radiación solar 16 reflejada. La temperatura alcanzable es de aproximadamente 400°C. El medio portador de calor calentado se aporta a un proceso no representado aquí con mayor detalle en el que se obtiene energía eléctrica. La mitad 30 del tubo absorbedor 18 opuesta al espejo colector 12 se refrigera mediante convección mixta, es decir, mediante convección natural y, por ejemplo, mediante convección forzada por el viento, lo que da lugar a pérdidas de calor y, por lo tanto, a un deterioro del proceso de calentamiento del medio portador de calor. Por consiguiente, el objetivo consiste en reducir en la mayor medida posible la conducción de calor desde el tubo metálico 22 hacia el exterior, lo que se consigue con ayuda del espacio anular 26 formado con ayuda del tubo envolvente 24. En primer lugar, éste se evacúa y, según la invención, puede llenarse durante el servicio con un gas inerte mediante la apertura del primer depósito 40. Tanto el espacio anular 26 evacuado, como también el espacio anular llenado con un gas inerte presentan una conducción de calor reducida, limitándose así las pérdidas de calor.

En la figura 2 se muestra un primer ejemplo de realización de un tubo absorbedor 18 en una representación en media sección. El tubo absorbedor 18 presenta una unidad de compensación de la dilatación 32 para la compensación de las dilataciones del tubo envolvente y del tubo metálico y para la obturación de forma impermeable al gas del espacio anular 26 durante el funcionamiento del colector solar 10.

Los movimientos relativos entre el tubo envolvente 24 y el tubo metálico 22 que se generan como consecuencia de las distintas dilataciones se compensan con ayuda de un fuelle 34. En este caso, las dilataciones del tubo envolvente 24 se transmiten al fuelle 34 a través de un elemento de transición 36 y de un anillo exterior 37, mientras que las dilataciones del tubo metálico 22 se transmiten al fuelle 34 a través de un elemento de conexión 38. El anillo exterior 37 se une al elemento de transición 36 con ayuda de un cordón de soldadura 39.

El tubo absorbedor comprende un primer depósito 40 relleno con gas inerte. El primer depósito 40 se fija en el anillo exterior 37 por medio de un dispositivo de sujeción 50 y presenta un orificio de salida 52 que está cerrado con un material de cierre 54. Como material de cierre 54 puede utilizarse, por ejemplo, una soldadura metálica 62 que

- puede fundirse con la acción del calor, desbloqueándose el orificio de salida 52 e introduciéndose el gas inerte en el espacio anular 26. Como gas inerte se puede utilizar un gas noble como el argón o el xenón u otro gas inerte que se caracterice por una conductibilidad térmica reducida. El calor necesario para la apertura del material de cierre 54 puede generarse, por ejemplo, por medio de una unidad de apertura 67. En este caso, la unidad de apertura 67 puede ser cualquier dispositivo adecuado con el que sea posible generar calor, por ejemplo, una lámpara calefactora o un soldador de cobre. El calor generado se conduce a través del dispositivo de sujeción 50 al primer depósito 40 en el que abre el orificio de salida 52.
- En la figura 3 se representa una segunda forma de realización del tubo absorbedor 18. Adicionalmente al primer depósito 40, el tubo absorbedor 18 presenta en esta forma de realización un segundo depósito 42 relleno con un material rarefactor, encontrándose ambos en el espacio anular 26. El primer depósito 40 presenta una primera superficie 44 y el segundo depósito 42 presenta una segunda superficie 46 con las que se unen entre sí. En este caso, los vectores perpendiculares N de la primera y de la segunda superficie 44, 46 se desarrollan perpendicularmente al eje longitudinal 20 del tubo absorbedor 18.
- En el ejemplo representado, los dos depósitos 40, 42 se realizan como anillos cerrados o cilindros huecos, introduciéndose el primer depósito 40 en el segundo depósito 42, de manera que formen un componente 48. El componente 48 se une a través del segundo depósito 42 al elemento de transición 36 por medio de un dispositivo de sujeción 50, fijándose así en el espacio anular 26. Alternativamente, el componente 48 puede dimensionarse de modo que se ajuste al elemento de transición 36 y se fije en su posición mediante cierre de fuerza por fricción y/o arrastre de forma, de manera que ya no se requiera el dispositivo de sujeción 50.
- En la figura 4 se muestra un tercer ejemplo de realización del tubo absorbedor 18 en una representación en media sección. Se diferencia del primer ejemplo de realización en que los vectores perpendiculares N de la primera y de la segunda superficie 44, 46 se desarrollan paralelamente al eje longitudinal 20 del tubo absorbedor 18. Además, los dos depósitos 40, 42 tienen las mismas dimensiones y se disponen sucesivamente visto a lo largo del eje longitudinal 20.
- En la figura 5 se muestra un cuarto ejemplo de realización del tubo absorbedor 18 en una representación en sección. Aquí, ambos depósitos 40, 42 se realizan como medios anillos 56 o medios cilindros huecos con las mismas dimensiones (compárese figura 10). Además, el primer depósito 40 se dispone en la mitad 28 del tubo absorbedor 18 orientada hacia el espejo colector 12 y el segundo depósito 42 se dispone en la mitad 30 opuesta al espejo colector 12.
- El ejemplo de realización representado en la figura 6 muestra la mitad 28 del tubo absorbedor 18 según la invención orientada hacia el espejo colector 12 en la que se encuentra el primer depósito 40. A diferencia de los ejemplos de realización antes descritos, el dispositivo de sujeción 50 se realiza como punto de soldadura 58 con el que se fija el primer depósito 40 en el anillo exterior 37. El anillo exterior 37 presenta con esta finalidad un saliente 60 que penetra en el orificio de salida 52.
- Como material de cierre 54 se utiliza una soldadura metálica 62 que sirve al mismo tiempo para la fijación del primer depósito 40 en el anillo exterior 37. Por lo demás, el primer depósito 40 se construye igual que en el tercer ejemplo de realización y se une igualmente al segundo depósito 42 (aquí no representado, compárese figura 10). En total, el primer y el segundo depósito 40, 42 se unen en el ejemplo representado con tres puntos de soldadura 58', 58" y 58''' al anillo exterior 37 (compárese figura 10), no obstante sólo el punto de soldadura 58' cierra también al mismo tiempo el orificio de salida 52 del primer depósito 40. A fin de marcar este punto de soldadura 58' e indicar que la acción del calor debe realizarse en éste para el desbloqueo del orificio de salida 52, el anillo exterior 37 presenta en este punto una marca 64 realizada aquí como escotadura 66. Si el punto de soldadura 58' se abre, el primer y el segundo depósito 40, 42 aún siguen estando suficientemente fijos por medio de los puntos de soldadura 58" y 58''' (compárese figura 10).
- En el quinto ejemplo de realización que se representa en la figura 7, el primer y el segundo depósito (no representado) 40, 42 se fija en el elemento de transición 36 con el dispositivo de sujeción 50. El tubo absorbedor 18 presenta una unidad de apertura 67 para el desbloqueo de los orificios de salida 52 que comprende una bobina eléctrica 68, dispuesta fuera del espacio anular 26, y un disco metálico 70 con los que se puede calentar por inducción el material de cierre 54 y abrir el orificio de salida 52. Aquí el anillo exterior 37 también puede dotarse de la escotadura 66 para marcar el orificio de salida 52, a fin de colocar la bobina eléctrica 68 en la posición correcta.
- En la figura 8 se representa esquemáticamente un dispositivo 72 para la introducción de gas inerte en un espacio anular 26 de un tubo absorbedor 18. Éste comprende aquí el tubo absorbedor 18 como se representa en la figura 7. El mismo comprende adicionalmente una unidad de medición de temperatura 74 y una unidad de comparación 76 que se unen entre sí a través de cables eléctricos 78 y a la bobina eléctrica 68 de la unidad de apertura 67. También es posible imaginar una conexión sin cables o inalámbrica. La unidad de medición de temperatura 74 puede realizarse como cámara de imágenes térmicas o como sensor de temperatura y determina el valor de temperatura del tubo envolvente 24. Este valor de temperatura se transmite a la unidad de comparación 76 que puede realizarse con un ordenador. Éste compara el valor de temperatura determinado con un valor de temperatura crítico que se puede elegir e introducir en la unidad de comparación 76. Si el valor de temperatura determinado rebasa el valor de temperatura crítico, la unidad de comparación 76 activa la bobina eléctrica 68 de la unidad de apertura 67, de

manera que se abra el primer depósito 40 y el gas inerte se introduzca en el espacio anular 26 del tubo absorbedor 18.

5 En la figura 9 se representa de forma aislada un elemento de transición 36. Éste presenta una primera zona 84 con un primer diámetro d_1 y una segunda zona 86 con un segundo diámetro d_2 . Gracias a esta configuración del elemento de transición 36 se consigue una mayor rigidez, de modo que se reduzca la carga de la unión entre el elemento de transición 36 y el tubo envolvente 24 como consecuencia de la entrada de calor tanto durante el funcionamiento del colector solar 10, como también al soldar el elemento de transición 36 al anillo exterior 37.

10 En las figuras 10 y 11 se representan diferentes ejemplos de realización del primer y del segundo depósito 40, 42 en la sección transversal a lo largo del plano de sección A-A definido en la figura 5. La sección transversal de los dos depósitos 40, 42 a lo largo de los planos de sección de las figuras 2 a 7 puede ser circular o poligonal. En la figura 10, el primer depósito 40 se realiza como una primera sección anular 80 y el segundo depósito 42 como una segunda sección anular 82, aquí como dos medios anillos 56 de igual tamaño, que forman conjuntamente un anillo cerrado 88. También cabe imaginar otras realizaciones, por ejemplo, de modo que la primera sección anular 80 se configure como una cuarta parte de anillo y la segunda sección anular 82 como tres cuartas partes de anillo.

15 También es posible una división en más de dos depósitos o en más de dos secciones anulares.

En la figura 11 se representa un caso en el que el primer depósito 40 y el segundo depósito 42 se realizan ciertamente como medios anillos 56 formando la primera sección anular 80 y la segunda sección anular 82 aunque sin unirse entre sí. Por lo tanto, éstos deben fijarse respectivamente por separado en el espacio anular 26.

20 Las modificaciones o variaciones resultantes de la descripción obvias para el experto no difieren de la idea en la que se basa la invención y están recogidas en el alcance de la protección definido por las siguientes reivindicaciones.

Lista de referencias

- | | |
|----|---|
| 10 | Colector solar |
| 12 | Espejo colector |
| 25 | 14 Radiación solar |
| | 16 Radiación solar reflejada |
| | 18 Tubo absorbedor |
| 20 | Eje longitudinal |
| 30 | 22 Tubo metálico |
| | 24 Tubo envolvente |
| | 26 Espacio anular |
| | 28 Mitad del tubo absorbedor orientada hacia el espejo colector |
| 35 | 30 Mitad del tubo absorbedor opuesta al espejo colector |
| | 32 Unidad de compensación de dilatación |
| | 34 Fuelle |
| | 36 Elemento de transición |
| | 37 Anillo exterior |
| 40 | 38 Elemento de unión |
| | 39 Cordón de soldadura |
| | 40 Primer depósito |
| | 42 Segundo depósito |
| 45 | 44 Primera superficie |
| | 46 Segunda superficie |
| | 48 Componente |

	50	Dispositivo de sujeción
	52	Orificio de salida
	54	Material de cierre
5	56	Medio anillo
	58	Punto de soldadura
	60	Saliente
	62	Soldadura metálica
10	64	Marca
	66	Escotadura
	67	Unidad de apertura
	68	Bobina eléctrica
15	70	Disco metálico
	72	Dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular de un tubo absorbedor
	74	Unidad de medición de temperatura
	76	Unidad de comparación
	78	Cable
20		
	80	Primera sección anular
	82	Segunda sección anular
	84	Primera zona
	86	Segunda zona
25	88	Anillo cerrado
	d_1	Primer diámetro
	d_2	Segundo diámetro
	N	Vector perpendicular
30		

REIVINDICACIONES

1. Tubo absorbedor, especialmente para colectores solares (10) en centrales termosolares con al menos un espejo colector (12) que comprende
- 5 - un tubo metálico (22) para la conducción y el calentamiento de un medio portador de calor,
 - un tubo envolvente (24) que rodea al tubo metálico (22) para la configuración de un espacio anular evacuable (26),
 - un primer depósito (40) dispuesto en el espacio anular (26) y relleno con gas inerte, presentando el primer depósito (40) un orificio de salida (52) cerrado con un material de cierre (54) que, mediante una acción externa, desbloquea el orificio de salida (52) para la introducción del gas inerte en el espacio anular (26), siendo posible que una unidad de apertura (67) activable pueda aplicar la acción externa para el desbloqueo de los orificios de salida (52), y
- 10 - un anillo exterior (37) y un elemento de transición (36) que rodean al tubo metálico (22) para la obturación del espacio anular (26),
 caracterizado por que el primer depósito (40) se fija en el espacio anular (26) por medio de un dispositivo de sujeción (50), disponiéndose el dispositivo de sujeción (50) en el anillo exterior (37) y/o en el elemento de transición (36),
 15 comprendiendo el dispositivo de sujeción (50) uno o varios puntos de soldadura (58) de una soldadura metálica (62) y por que al menos uno de los puntos de soldadura (58) para la fijación del primer depósito (40) en el espacio anular (26) también cierra el orificio de salida (52).
2. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un segundo depósito (42) dispuesto en el espacio anular (26) y relleno con un material rarefactor para el enlace de hidrógeno libre.
- 20 3. Tubo absorbedor según la reivindicación 2, caracterizado por que el segundo depósito (42) se fija en el espacio anular (26) por medio del dispositivo de sujeción (50).
- 25 4. Tubo absorbedor según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado por que el anillo exterior (37) presenta uno o varios salientes (60) que penetran en el espacio anular (26) para el posicionamiento del primer y/o del segundo depósito (40, 42) y por que uno de los salientes (60) penetra en el orificio de salida (52) del primer depósito (40) y se dota de una marca (64) para la identificación del orificio de salida (52).
- 30 5. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que el primer depósito (40) y el segundo depósito (42) se configuran en forma de anillo y rodean al tubo metálico (22).
6. Tubo absorbedor según la reivindicación 5, caracterizado por que el primer depósito (40) presenta una primera superficie (44) y el segundo depósito (42) presenta una segunda superficie (46) en las que el primer y el segundo depósito (40, 42) se pueden unir en un componente (48).
- 35 7. Tubo absorbedor según la reivindicación 6, presentando el tubo absorbedor (18) un eje longitudinal (20), caracterizado por que la primera superficie (44) y la segunda superficie (46) se extienden radialmente respecto al eje longitudinal (20).
- 40 8. Tubo absorbedor según la reivindicación 6, presentando el tubo absorbedor (18) un eje longitudinal (20), caracterizado por que la primera superficie (44) y la segunda superficie (46) se desarrollan paralelamente al eje longitudinal (20).
- 45 9. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado por que el primer depósito (40) se configura como primera sección anular (80) y el segundo depósito (42) como segunda sección anular (82), pudiendo unirse entre sí en un anillo cerrado (88).
- 50 10. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado por que el primer depósito (40) presenta una o varias primeras secciones anulares (80) y el segundo depósito (42) una o varias secciones anulares (82) que pueden fijarse por separado unas de otras en el espacio anular (26).
- 55 11. Tubo absorbedor (18) según la reivindicación 9 ó 10, caracterizado por que la primera sección anular (80) y la segunda sección anular (82) se configuran como medios anillos (56).
- 60 12. Dispositivo para la introducción de gas inerte en un espacio anular (26) de un tubo absorbedor (18) que comprende
 - un tubo absorbedor (18) según una de las reivindicaciones anteriores,
 - una unidad de medición de temperatura (74) para la determinación del valor de temperatura de un tubo envolvente (24),
 - una unidad de comparación (76) para la comparación del valor de temperatura determinado del tubo envolvente (24) con un valor de temperatura crítico seleccionable y
 - una unidad de apertura (67) que la unidad de comparación (76) puede activar para el desbloqueo de los orificios de salida para la introducción de gas inerte en el espacio anular (26).
- 65

13. Colector solar que comprende

- un espejo colector (12), y
- un tubo absorbedor (18) según una de las reivindicaciones 1 a 11.

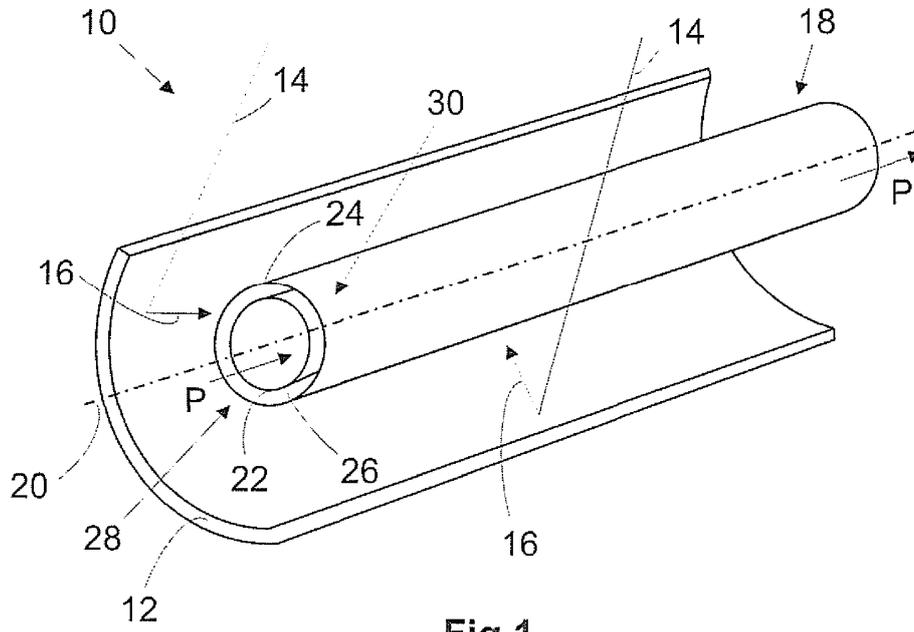


Fig.1

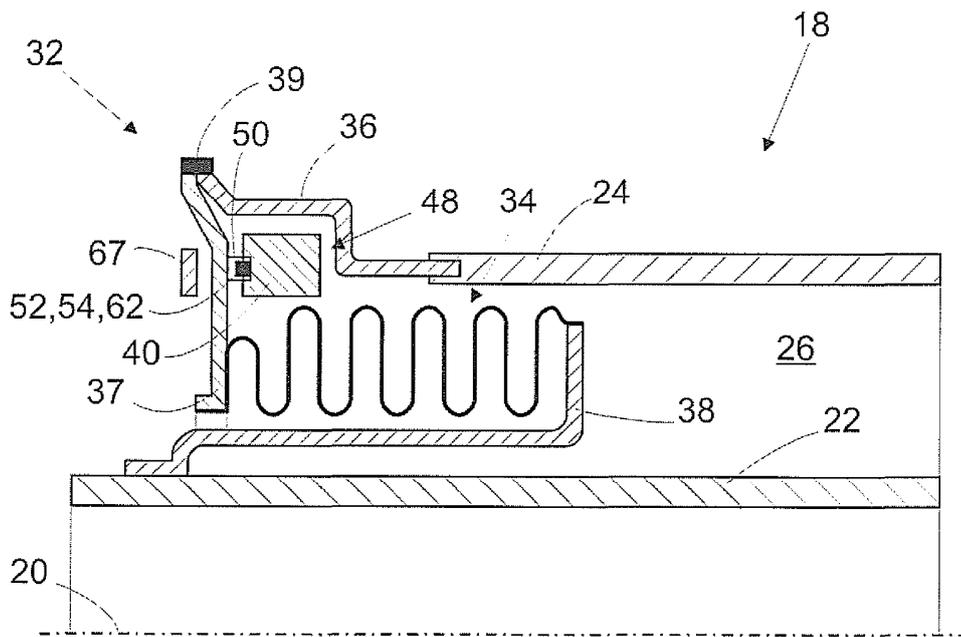


Fig.2

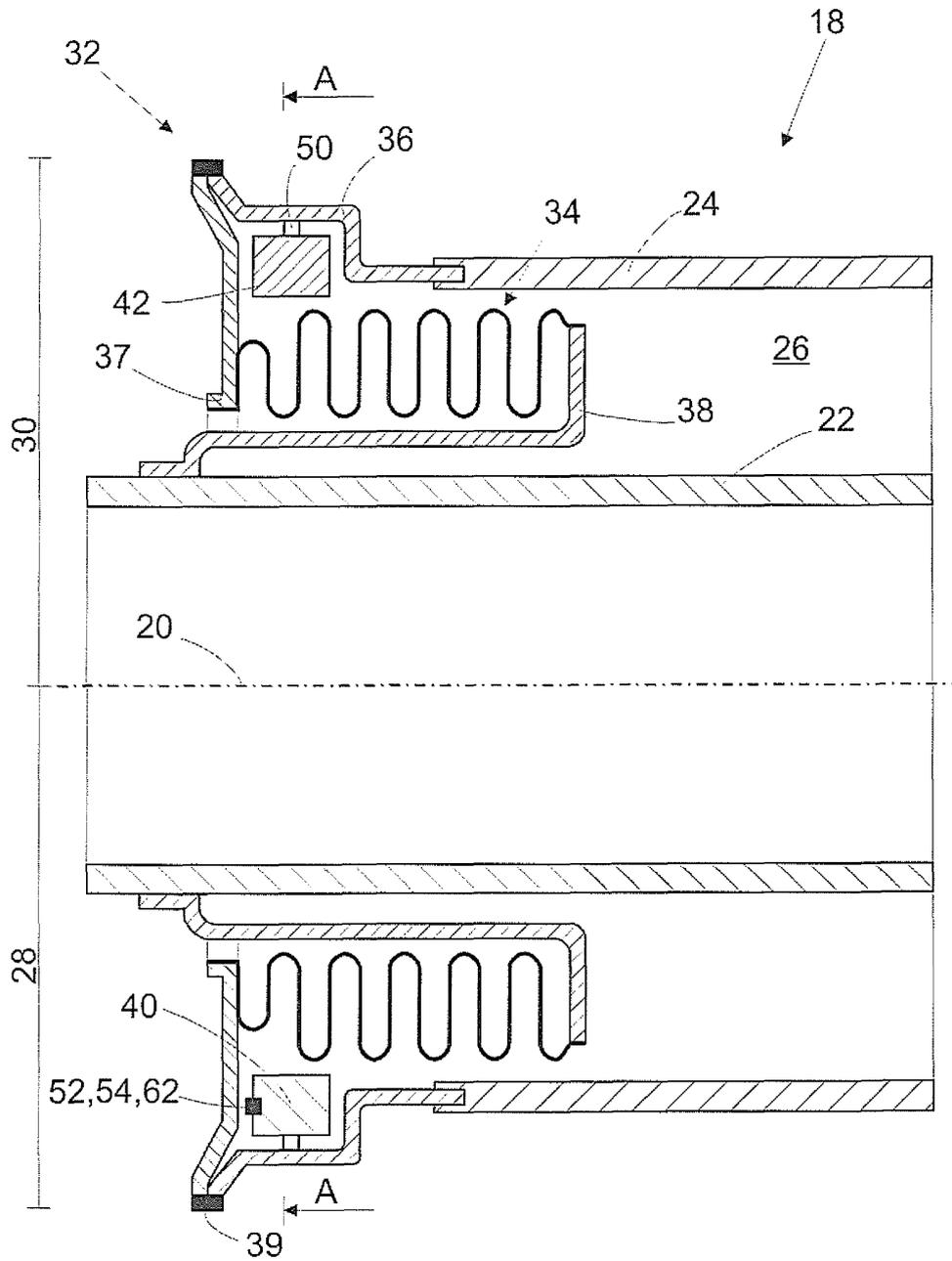


Fig.5

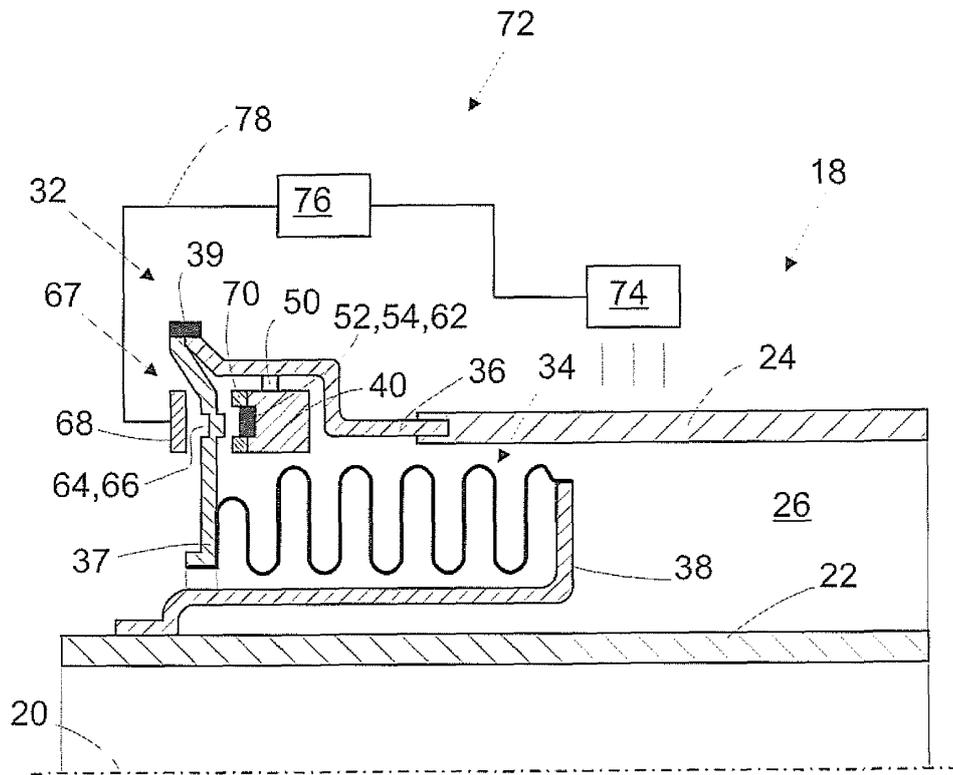


Fig.8

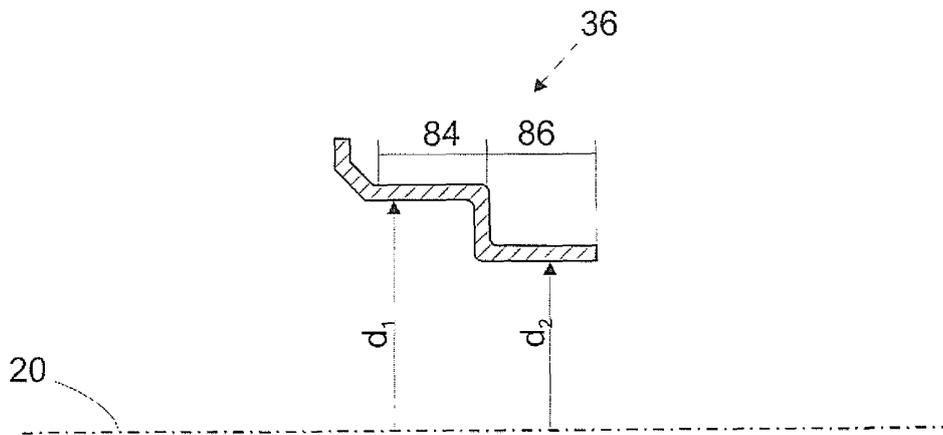


Fig.9

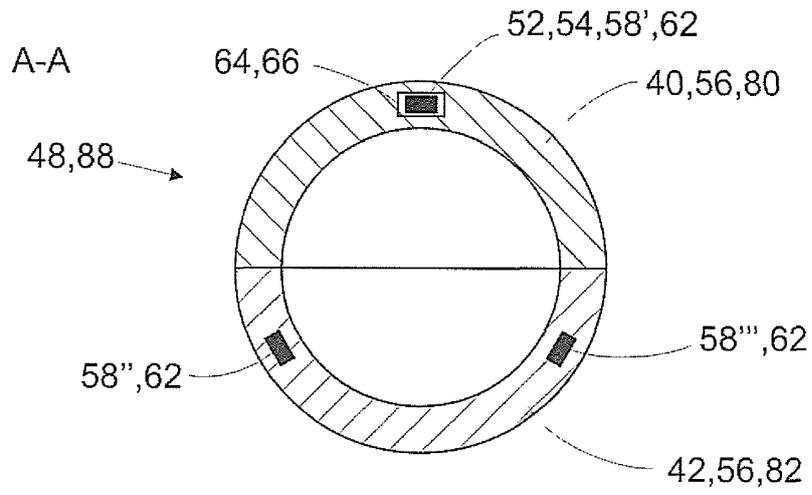


Fig.10

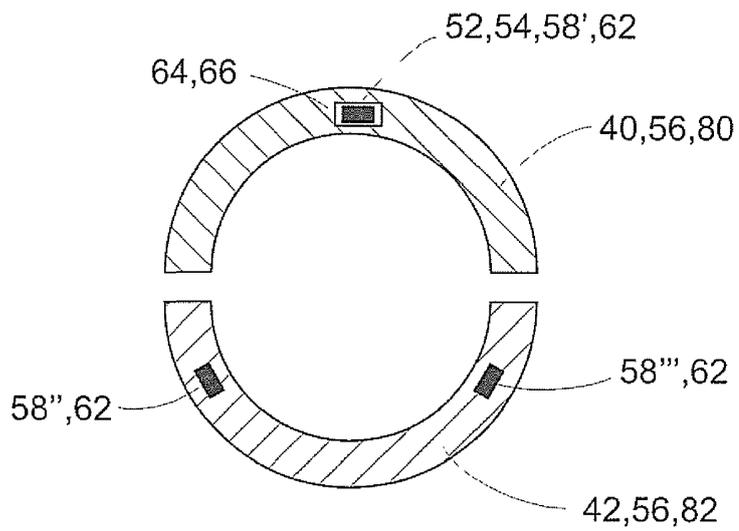


Fig.11