

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 925**

51 Int. Cl.:

F24J 2/05 (2006.01)

F24J 2/14 (2006.01)

F24J 2/18 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2010** E 12191787 (6)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017** EP 2581684

54 Título: **Tubo absorbente**

30 Prioridad:

29.09.2009 DE 102009045100

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

22.02.2018

73 Titular/es:

**RIOGLASS SOLAR HOLDING, S.A. (100.0%)
Pol. Ind. De Villallana, s/n
33695 Pola de Lena, Asturias, ES**

72 Inventor/es:

**KUCKELKORN, THOMAS;
MÖLLENHOFF, MARC;
ALBERS, CHRISTINA y
EICHEL, PAUL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 655 925 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 absorbente

- 5 La presente invención se refiere a un tubo absorbente, en particular para colectores solares en centrales termosolares según el preámbulo de la reivindicación 1. Los colectores solares pueden estar provistos por ejemplo de un reflector parabólico, denominado también reflector colector, y pueden usarse en llamadas centrales de canales parabólicos. En centrales de canales parabólicos conocidos se usa como medio portador de calor por ejemplo un aceite térmico, que puede calentarse hasta aprox. 400 °C con ayuda de los rayos solares reflejados por los reflectores parabólicos y enfocados en el tubo absorbente. El tubo absorbente está formado por regla general por un tubo metálico, que presenta una capa absorbente de radiación y un tubo envolvente hecho habitualmente de vidrio, que envuelve el tubo metálico. El medio portador de calor calentado se hace pasar por el tubo metálico y se alimenta por ejemplo a un dispositivo para la generación de vapor de agua, con el que la energía térmica se transforma en un proceso térmico en energía eléctrica. El tubo metálico y el tubo envolvente se extienden en paralelo y de forma concéntrica una respecto al otro. Entre el tubo metálico y el tubo envolvente se forma un espacio anular, que está estancado axialmente por una pared que está hecha habitualmente de metal. Los diferentes tubos absorbentes miden aproximadamente 4 m o más y se unen por soldadura para formar bucles de campo solar con una longitud total de hasta 800 m. Los tubos absorbentes de este tipo se conocen por ejemplo por el documento DE 102 31 467 B4.
- 20 Los medios portadores de calor usados habitualmente y en particular los aceites térmicos liberan hidrógeno a medida que envejecen, que está disuelto por ejemplo en el aceite térmico. La cantidad del hidrógeno disuelto depende del aceite térmico usado y de las condiciones de servicio del circuito de aceite.
- 25 A medida que aumenta la temperatura, aumenta la tasa de disociación y, por lo tanto, la tasa de generación de hidrógeno. La disociación del aceite térmico puede acelerarse adicionalmente con impurezas, por ejemplo agua, que llega por fugas de los intercambiadores de calor al circuito de aceite. El hidrógeno liberado llega por permeación a través del tubo metálico al espacio anular evacuado, aumentando la tasa de permeación por el tubo metálico también a medida que aumenta la temperatura de servicio del tubo metálico. En consecuencia de ello aumenta también la presión en el espacio anular, lo que conlleva un aumento de la conducción de calor a través del espacio anular, que conduce a su vez a pérdidas de calor y a un menor rendimiento del tubo absorbente o del colector solar.
- 30 A fin de cuentas se reduce la vida útil del tubo absorbente, puesto que a partir de un momento determinado ya no puede generarse suficiente rendimiento térmico para poder realizar el proceso térmico de una forma efectiva.

35 Para al menos reducir el aumento de presión en el espacio anular y aumentar así la vida útil del tubo absorbente, el hidrógeno libre que ha llegado al espacio anular puede ligarse mediante materiales getter. No obstante, la capacidad de absorción de los materiales getter está limitada. Después de alcanzar la capacidad de carga máxima o después de la saturación del material getter, la presión en todo el espacio anular sube en función de la presión parcial del hidrógeno de la fase gaseosa hasta que esté en equilibrio con la presión parcial del hidrógeno libre, disociado del aceite térmico. Gracias a mediciones de campo pudieron comprobarse hasta ahora presiones de equilibrio de algunos mbar. Gracias al hidrógeno libre se genera una mayor conducción de calor en el espacio anular con las consecuencias desfavorables arriba indicadas para el rendimiento del colector solar.

40 Los tubos absorbentes que en el espacio anular están provistos de materiales getter se conocen por ejemplo por el documento WO 2004/063640 A1. En este está descrito un dispositivo de sujeción para material getter, en el que el material getter está alojado en un carril en forma de canal. El carril está fijado mediante pies en el tubo metálico. Los pies están unidos por soldadura con el tubo metálico, de modo que aquí pueden producirse fácilmente fugas, por lo que el medio portador de calor puede llegar al espacio anular y puede perderse el vacío en el espacio anular. Un inconveniente de este dispositivo de sujeción es, además, que deben tenerse en cuenta las diferencias de temperatura grandes que se producen en el servicio entre el tubo metálico y el dispositivo de sujeción y, por lo tanto, extensiones longitudinales diferentes, para impedir una deformación o rotura del carril, lo que requiere un esfuerzo constructivo mayor.

55 Además, el carril se encuentra en una zona que puede estar expuesta a la irradiación solar directa. En particular los rayos que proceden directamente del reflector y no inciden en el tubo metálico o solo de forma tangencial (radiación desenfocada), pueden conducir a un calentamiento del carril y por lo tanto del material getter. Esto es un inconveniente, puesto que se reduce la capacidad de absorción del material getter para el hidrógeno libre a medida que aumenta la temperatura, de modo que vuelve a liberarse hidrógeno ya ligado en el material getter, por lo que vuelve a subir la presión en el espacio anular y, por lo tanto, la conducción de calor a través del espacio anular. Puesto que el carril está unido mediante los pies directamente con el tubo metálico, a través de estos tiene lugar una transmisión de calor, en particular un transporte de calor conductivo hacia el material getter, lo que favorece su calentamiento.

60 Como ya se ha mencionado anteriormente, los tubos absorbentes genéricos presentan habitualmente paredes, con las que se estanca el espacio anular. Para ello, se extienden entre el tubo metálico y el tubo envolvente. Puesto que el tubo metálico y el tubo envolvente están hechos de materiales diferentes y se calientan a temperaturas diferentes durante el servicio del tubo absorbente, presentan extensiones diferentes, en particular en la dirección axial. La pared comprende una unidad compensadora de la extensión, con la que pueden compensarse las

diferentes extensiones térmicas. Las unidades compensadoras de la extensión están hechas al menos en parte de metal, de modo que son impermeables para la radiación solar. Por consiguiente, no se calienta el medio portador de calor en la zona envuelta por las unidades compensadoras de la extensión, de modo que empeora el rendimiento del tubo absorbente a medida que aumenta la zona envuelta por las unidades compensadoras de la extensión.

5 Por otro lado, el material getter puede disponerse de forma ventajosa en las unidades compensadoras de la extensión. Puesto que son impermeables para la radiación solar, como se ha explicado anteriormente, los rayos solares no pueden llegar al material getter o al menos solo de forma reducida, por lo que correspondientemente no lo calientan o lo calientan en un grado menor. Por consiguiente, la capacidad de absorción del material getter para el hidrógeno libre no se reduce o al menos se reduce en un grado menor en comparación con la radiación directa por la radiación solar. Unas disposiciones correspondientes del material getter se conocen por ejemplo por los documentos DE 10 2005 022 183 B3 y CN 201 203 279 Y.

15 No obstante, para aumentar el rendimiento del tubo absorbente se intenta realizar las unidades compensadoras de la extensión de la forma más pequeña posible, para minimizar la zona del tubo absorbente envuelta por ellas. En este contexto, se habla de un aumento de la superficie de abertura del tubo absorbente, refiriéndose la superficie de abertura a la zona del tubo absorbente a la que la radiación solar puede acceder sin impedimento. Junto con la minimización de la zona envuelta por las unidades compensadoras de la extensión, también se minimiza el espacio que está disponible para la disposición del material getter en las unidades compensadoras de la extensión. Puede producirse la situación en la que ya no puede disponerse suficiente material getter en las unidades compensadoras de la extensión, de modo que la cantidad de hidrógeno liberada durante el servicio del tubo absorbente ya no puede adsorberse en la medida necesaria. La capacidad de absorción para el hidrógeno libre es proporcional a la cantidad del material getter usado. Por consiguiente, en tubos absorbentes con una superficie de abertura maximizada, la capacidad de absorción del material getter se agota antes y el rendimiento del tubo absorbente se reduce antes, de modo que debe cambiarse antes por un tubo absorbente nuevo, lo que influye negativamente en su balance económico.

30 Los tubos absorbentes que se pueden adquirir actualmente en el mercado están provistos de una unidad compensadora de la extensión, que se extiende al espacio anular entre el tubo absorbente y el tubo envolvente (documento DE 102 31 467 B4) o que une el tubo absorbente y el tubo envolvente en el exterior entre sí (documento DE 60 223711 T2). En caso de un aumento de la temperatura del tubo absorbente, se recalca por lo tanto la unidad compensadora de la extensión que se extienda al espacio anular; por lo que aumenta la abertura del tubo absorbente en las condiciones de temperatura en el servicio.

35 La pared con la que se estanqueiza el espacio anular está hecha al menos por tramos de metal, de modo que debe preverse una unión de vidrio y metal en el extremo del tubo envolvente. Puesto que en la unión de vidrio y metal el metal y el vidrio se convierten directamente uno en otro, aquí son especialmente críticas las extensiones longitudinales diferentes por un cambio de la temperatura. Por la extensión longitudinal diferente, en la unión de vidrio y metal se producen frecuentemente daños, que conducen a una pérdida del vacío en el espacio anular. Esto conlleva una reducción clara del rendimiento del colector solar, que en este caso ya no puede hacerse funcionar de forma económica.

45 La unidad compensadora de la extensión que se extiende hacia el espacio anular protege la mitad de la unión de vidrio y metal no orientada hacia el colector contra radiación desenfocada, concentrada. El recalco de la unidad compensadora de la extensión que va unido a temperaturas más elevadas puede conducir a que la unión de vidrio y metal esté expuesta a una radiación desenfocada, en particular en caso de una configuración axialmente más corta de la unidad compensadora de la extensión.

50 En caso de estar dispuesta la unidad compensadora de la extensión en el exterior, la misma no ofrece ninguna protección para la unión de vidrio y metal. Por lo tanto, se prevé en otro lugar (documento DE 60 223 711 T2) un escudo para la protección de la unión de vidrio y metal.

55 La radiación desenfocada contribuye al calentamiento de la unión de vidrio y metal, pero no al calentamiento del aceite térmico, de modo que no contribuye a la generación de energía eléctrica. A medida que aumenta la parte de radiación desenfocada, se reduce por lo tanto el rendimiento del colector solar. Por los documentos US 4,432,345, US 4,273,104 y DE 198 40 181 A1 se conocen reflectores secundarios, que están dispuestos en la mitad no orientada hacia el reflector colector del tubo absorbente en el espacio anular, para aumentar el rendimiento del colector solar.

60 El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, al menos reducir los inconvenientes arriba discutidos de los dispositivos de sujeción conocidos por el estado de la técnica y desarrollarlos de tal modo que el calentamiento del material getter al menos se reduzca y se permita una fabricación y un montaje sencillos del tubo absorbente, debiendo poder dotarse el dispositivo de sujeción tanto con material getter como con un recipiente que está llenado con material getter y/o gas protector y debiendo poder disponerse el material getter a libre elección.

65

Otro objetivo de la presente invención es contrarrestar los inconvenientes de los conceptos de tubos absorbentes conocidos, en particular la reducción de la capacidad de los materiales getter para el hidrógeno libre y el calentamiento de la unión de vidrio y metal por radiación desenfocada y la pérdida de radiación desenfocada que va unida a ello.

5 Este objetivo se consigue mediante un tubo absorbente con las características de la reivindicación 1. El tubo absorbente está caracterizado por que en el espacio anular (26) está dispuesto un material getter (46) para ligar el hidrógeno libre que se encuentra en el espacio anular (26) y por que el reflector (94) presenta una carcasa (90) con un tramo de recepción (92) para fijar y proteger el material getter (46) de la radiación (14).

10 Un reflector puede estar formado por ejemplo por un trozo de chapa en forma de placa, sin presentar una carcasa. Es cuando el reflector está configurado de tal modo que pone a disposición un tramo que está envuelto al menos en parte por la pared y que puede cerrarse, en el que puede alojarse y protegerse un objeto, por ejemplo el material getter, cuando según la definición comprende una carcasa.

15 En el caso ideal, el reflector colector está configurado de tal modo que refleja toda la radiación, en particular la radiación solar, sobre el tubo metálico, que puede contribuir allí al calentamiento del medio portador de calor. No obstante, por faltas de precisión en la fabricación o por acciones mecánicas como viento y granizo que se producen en el servicio del colector solar, puede ocurrir que una parte de la radiación reflejada por el reflector colector no incida en el tubo metálico y no pueda contribuir al calentamiento del medio portador de calor. Esta parte de la radiación (radiación desenfocada) queda sin aprovechar, lo que reduce el rendimiento del tubo absorbente y, por lo tanto, del colector solar. De acuerdo con la invención, mediante el reflector dispuesto en el espacio anular, la parte de la radiación que no incide en el tubo metálico tras la reflexión mediante el reflector colector, se refleja al tubo metálico. Esta parte de la radiación puede contribuir ahora al calentamiento del medio portador de calor, por lo que no se pierde sin ser aprovechada. Faltas de precisión en la fabricación del reflector colector o fallos que se produzcan en el servicio del colector solar, de acuerdo con la invención no conducen a una reducción del rendimiento del tubo absorbente o al menos a una reducción menos marcada.

20 El tramo de recepción de la carcasa del reflector sirve para el alojamiento del material getter, que se protege al mismo tiempo de la radiación. No están previstas otras unidades constructivas para el material getter, lo que conduce a una simplificación de la estructura y por lo tanto a una fabricación más económica del tubo absorbente.

25 En una variante, el tubo absorbente de acuerdo con la invención comprende una pared hecha al menos por tramos de metal, que se extiende entre el tubo envolvente y el tubo metálico, para estanqueizar el espacio anular, convirtiéndose la pared mediante una unión de vidrio y metal en el tubo envolvente y estando dispuesto el reflector de tal modo que protege la unión de vidrio y metal de la radiación. De acuerdo con la invención, el reflector está dispuesto de tal modo que la unión de vidrio y metal queda protegida de la radiación desenfocada, por lo que es calentada menos por la misma. Como ya se ha mencionado anteriormente, calentamientos y variaciones de temperatura demasiado fuertes de la unión de vidrio y metal son frecuentemente la causa de un fallo de la misma, lo que conlleva una pérdida del vacío en el espacio anular. La protección de la unión de vidrio y metal con la disposición de acuerdo con la invención del reflector hace que se mantenga la capacidad de funcionamiento y la eficacia del colector solar.

30 El reflector comprende preferentemente una capa reflectante aplicada o fijada en la carcasa. Esta puede realizarse por ejemplo como una lámina reflectante, que se aplica en la carcasa. También es concebible un revestimiento correspondiente de la carcasa. La capa reflectante puede aplicarse por lo tanto ya en la fabricación de la carcasa, no siendo necesarias medidas de fijación complicadas, además de poder renunciarse al uso de medios de fijación separados. También es concebible el uso de un material altamente reflectante para la carcasa.

35 Además, el reflector comprende una superficie pulida. Esta superficie pulida puede ser parte de la superficie de la carcasa. En esta configuración puede renunciarse a componentes reflectantes adicionales, lo que conlleva una simplificación de la fabricación del reflector.

40 En una configuración ventajosa de la invención, el tramo de recepción comprende una o varias concavidades, en las que puede introducirse el material getter. De este modo, la posición del material getter puede fijarse de forma sencilla desde el punto de vista constructivo en la carcasa, y por lo tanto también su posición respecto al reflector. La concavidad puede realizarse en forma de una ranura o un pliegue fresados, estampados o generados por flexión. El número y el tamaño de las concavidades pueden adaptarse a la cantidad necesaria de material getter. Mediante estas concavidades puede impedirse un desplazamiento del material getter, en particular durante el montaje o el mantenimiento del colector solar.

45 De forma ventajosa, la concavidad puede volver a cerrarse mediante un cierre. Este cierre puede estar realizado por ejemplo como red. Hay que tener en cuenta que el cierre limite lo menos posible la accesibilidad del material getter para el hidrógeno libre que se encuentra en el espacio anular. Gracias al cierre se impide que el material getter salga de la concavidad. El material getter se suministra y usa habitualmente en forma de trozos prensados, cilíndricos, denominados también pastillas. Como alternativa, el material getter también puede comprimirse en otras formas, de

modo que al elegir la forma del material getter prensado también puede tenerse en cuenta la forma del reflector. Al fijarse por adición el hidrógeno libre al material getter se forman hidruros, que por un aumento del volumen pueden causar una división en partículas de las pastillas. Las partículas pueden expandirse de forma no controlada en el espacio anular y pueden ser calentadas por la radiación. Esto conduce allí a aumentos locales de la temperatura (hot spots), lo que influye de forma negativa en la vida útil y el rendimiento del tubo absorbente. En particular, el tubo envolvente hecho de vidrio es dañado por los hot spots. Esto puede impedirse si se prevé un cierre.

En una configuración ventajosa del dispositivo de acuerdo con la invención, la carcasa está fijada en la pared. En esta configuración no es necesario fijar la carcasa en el tubo metálico o en el tubo envolvente. Una fijación en el tubo metálico es poco favorable, en particular por que este se calienta fuertemente durante el servicio, por lo que habría que tener en cuenta extensiones térmicas al realizarse la fijación, lo que requiere un mayor esfuerzo constructivo. Si no se prevén unidades compensadoras correspondientes para compensar las diferentes extensiones longitudinales, siempre existe un peligro de deformación o rotura de la carcasa al fijarla en el tubo metálico.

La pared estanqueiza el espacio anular respecto al entorno. Como ya se ha explicado anteriormente, la pared es al menos por tramos metálica. Puesto que los metales presentan habitualmente una buena conductividad térmica, en caso de una fijación de la carcasa en la pared puede evacuarse calor de la carcasa a través de la pared al entorno. Por lo tanto, se reduce el calentamiento del material getter.

En una variante ventajosa de la invención, en la que la pared comprende un elemento de empalme y un fuelle, la carcasa está fijada en el elemento de empalme o en el fuelle. Los fuelles son componentes típicos de una unidad compensadora de la extensión, con la que se compensan las extensiones diferentes del tubo metálico y del tubo envolvente en el servicio del absorbedor estanqueizándose al mismo tiempo el espacio anular. Estos y el elemento de empalme están habitualmente al menos en parte en un contacto térmicamente conductivo con el entorno del tubo absorbente. Por consiguiente, evacuan al menos una cantidad determinada de calor al entorno. La cantidad de calor evacuada ya no puede llegar al material getter y calentarlo.

En una configuración preferible del tubo absorbente de acuerdo con la invención, en el que el fuelle presenta un extremo interior y un extremo exterior, la carcasa está fijada en el extremo interior. El extremo interior está orientado en dirección al espacio anular o se encuentra en el espacio anular. Como se ha explicado al principio, se intenta maximizar la superficie de abertura del tubo absorbente. Los fuelles desempeñan un papel importante para ello en el sentido de que determinan también la extensión axial de las unidades compensadoras de la extensión. Al maximizar la superficie de abertura se intenta configura los fuelles lo más cortos posible. Por consiguiente, se limita el número de pliegues de los fuelles usados al mínimo necesario. Gracias a que, de acuerdo con la invención, la carcasa se fija en el extremo interior del fuelle, el tamaño y el número de los pliegues del fuelle para el alojamiento del material getter no tienen importancia. De acuerdo con la invención queda garantizado, independientemente de la extensión axial de las unidades compensadoras de la extensión, en particular de los fuelles, que siempre pueda disponerse suficiente material getter en el espacio anular, puesto que el reflector está dispuesto axialmente hacia el interior de la unidad compensadora de la extensión, por lo que no depende de la extensión axial de la misma.

En una configuración preferible de la presente invención, en la que la pared comprende un anillo exterior y un elemento de empalme, la carcasa está fijada en el anillo exterior o en el elemento de empalme. Los anillos exteriores son componentes típicos de una unidad compensadora de la extensión, con la que se compensan las diferentes extensiones del tubo metálico y del tubo envolvente en el servicio del absorbedor, estanqueizándose al mismo tiempo el espacio anular. Habitualmente están al menos en parte en un contacto térmicamente conductivo con el entorno del tubo absorbente. Por consiguiente, evacuan al menos una cantidad determinada de calor al entorno. La cantidad de calor evacuada ya no puede calentar el material getter.

En una variante preferible de la invención, en la que el tubo absorbente presenta una mitad orientada hacia el reflector colector y una mitad no orientada hacia este, el reflector está dispuesto en la mitad no orientada hacia el reflector colector. La radiación reflejada por el reflector colector pasa por la mitad orientada hacia el mismo e incide en el tubo metálico. El tubo metálico provoca un ensombrecimiento en la mitad no orientada hacia el reflector colector, que está en gran medida libre de radiación. Correspondientemente, se reduce también el calentamiento del material getter dispuesto en la carcasa, cuando está dispuesto en la mitad no orientada hacia el reflector colector.

En la mitad no orientada hacia el reflector colector, el reflector no provoca ningún ensombrecimiento de la radiación, de modo que se no se reduce la superficie de abertura en la mitad orientada hacia el reflector colector, que es la que es la relevante. Además, el reflector puede redirigir la radiación desenfocada al tubo metálico. Con esta disposición del reflector, el tubo absorbente puede hacerse funcionar con un mayor rendimiento.

El reflector comprende preferentemente uno o varios tramos planos reflectantes. Mediante los tramos planos, el reflector puede tener una estructura especialmente sencilla, sin que se reduzca notablemente su rendimiento. Si bien el reflector puede comprender también tramos abombados, estos, por un lado, son más difíciles de fabricar y, por otro lado, deben montarse con más precisión, para que la radiación reflejada sea reflejada realmente al tubo metálico. Esta realización del reflector no requiere un lugar de montaje exacto de este tipo.

5 No tiene lugar una conducción de calor directa entre el tubo metálico y el dispositivo de sujeción. Una conducción de calor solo tiene lugar mediante otros componentes, en los que está fijado el dispositivo de sujeción. Cuanto más largo el recorrido de la conducción de calor tanto menor es la transmisión de calor, de modo que se reduce el calentamiento del material getter. La pared está desacoplada térmicamente en gran medida del tubo metálico, de modo que apenas se calienta en el servicio del tubo absorbente. Puesto que el dispositivo de sujeción está fijado en la pared, no puede llegar ninguna cantidad de calor al material getter o solo una cantidad reducida, de modo que este tampoco se calienta durante el servicio o solo en un grado menor.

10 Además, no hay que tener en cuenta las extensiones longitudinales diferentes por el calentamiento del tubo metálico y del dispositivo de sujeción. Puesto que el dispositivo de sujeción no está fijado en el tubo metálico, puede extenderse independientemente del tubo metálico sin que lleguen a producirse daños.

15 La pared del tubo absorbente puede presentar un anillo exterior, un elemento de transición y/o un elemento de empalme, estando fijado el dispositivo de sujeción en el anillo exterior, en el elemento de transición o en el elemento de empalme. Los anillos exteriores, los elementos de transición y los elementos de empalme son componentes típicos de una unidad compensadora de la extensión, con la que se compensan las extensiones diferentes del tubo metálico y del tubo envolvente en el servicio del absorbedor, estanqueizándose al mismo tiempo el espacio anular.

20 La pared comprende preferentemente un fuelle, estando fijado el dispositivo de sujeción en el fuelle. Muchas unidades compensadoras de la extensión comprenden también un fuelle, que compensa los desplazamientos axiales por las extensiones diferentes del tubo metálico y del tubo envolvente. Es posible disponer el dispositivo de sujeción de forma anular alrededor del tubo metálico, sin tener que tomarse otras medidas de fijación. El dispositivo de sujeción puede fijarse o engancharse aquí mediante medios de fijación en el fuelle. Puesto que el fuelle está hecho habitualmente de un material impermeable a la luz, como metal, protege en esta disposición el material getter al menos en un lado de la radiación solar, lo que también conduce a una reducción del calentamiento del material getter.

30 El dispositivo de sujeción puede presentar una primera zona y una segunda zona y el tubo absorbente una mitad orientada hacia el reflector colector y una mitad no orientada hacia este. En la primera zona está dispuesto el material getter o un primer recipiente llenado con el material getter y en la segunda zona está dispuesto un segundo recipiente llenado con gas protector, encontrándose la primera zona en la mitad no orientada hacia el reflector colector y la segunda zona en la mitad orientada hacia el reflector colector.

35 La mitad no orientada hacia el reflector colector está sombreada por el tubo metálico, de modo que la primera zona no está expuesta a la radiación solar enfocada. Por consiguiente, no se calienta el material getter o solo se calienta muy poco, por lo que no se reduce su capacidad de absorción para el hidrógeno libre.

40 El gas protector que se encuentra en la segunda zona no es especialmente sensible a la temperatura. El segundo recipiente está configurado de tal modo que puede abrirse por una acción exterior, por ejemplo una acción de calor, de modo que sale el gas protector distribuyéndose en el espacio anular. Los gases protectores, como por ejemplo dióxido de carbono o gases nobles, presentan una conductividad térmica muy reducida, de modo que a pesar de una concentración de hidrógeno relativamente elevada reducen la conducción de calor a través del espacio anular, lo que limita a su vez las pérdidas de calor del tubo absorbente.

45 El dispositivo de sujeción puede comprender un tramo de recepción para la recepción del material getter o del recipiente, estando configurado el tramo de recepción de forma anular y presentando un escudo de protección contra la radiación solar y la radiación térmica. Con ayuda de la configuración anular, el material getter puede disponerse a libre elección alrededor del tubo metálico en el espacio anular del tubo absorbente. El tramo de recepción y, por lo tanto, el dispositivo de sujeción pueden estar realizados en una pieza, lo que facilita el montaje en el espacio anular. El escudo de protección contra la radiación protege el material getter de la radiación solar, que o bien llega del sol directamente al tubo absorbente o es reflejada por el reflector colector al tubo absorbente. Además, se impide también que la radiación térmica que no parte directamente del sol, sino por ejemplo del tubo metálico caliente, caliente el material getter.

55 De este modo se reduce el calentamiento del material getter y la reducción de la capacidad de absorción del material getter para el hidrógeno libre que va unida a ello. El dispositivo de sujeción también puede presentar varios escudos de protección contra la radiación, que están dispuestos por ejemplo a una distancia entre sí, visto radialmente hacia el exterior desde el eje longitudinal del tubo absorbente. Según la posición del material getter en el dispositivo de sujeción asume una vez el primer escudo de protección contra la radiación y una vez el segundo escudo de protección contra la radiación una parte más o menos grande del soporte del material getter. Además, puede estar previsto un escudo de protección contra la radiación separado que, visto radialmente hacia el exterior desde el eje longitudinal del tubo absorbente, está dispuesto en el interior del dispositivo de sujeción y no tiene ninguna función de soporte. Puede estar fijado de forma térmicamente desacoplada en el dispositivo de sujeción o en el tubo metálico o en la pared y desvía la radiación solar antes de poder alcanzar la misma el dispositivo de sujeción.

65

5 El dispositivo de sujeción puede comprender un metal altamente reflectante y/o el dispositivo de sujeción puede presentar una capa reflectante para reflejar la radiación solar. De este modo, la radiación que incide en la capa reflectante del dispositivo de sujeción no es absorbida o solo es absorbida en un grado muy reducido, por lo que el dispositivo de sujeción y por lo tanto también el material getter pueden calentarse menos. Además, la radiación reflejada puede conducirse al tubo metálico, donde puede contribuir al calentamiento del medio portador de calor, de modo que no se pierde esta radiación.

10 El dispositivo de sujeción puede presentar una envoltura para proteger el material getter de la radiación solar. La envoltura puede estar configurada por ejemplo como tela metálica. Por lo tanto, no asume ninguna función aislante, sino que reduce la cantidad de la radiación solar que penetra en el material getter, por ejemplo mediante ensombrecimiento. Por lo tanto, la envoltura está hecha al menos en parte de un material impermeable a la luz. Para no dificultar a pesar de ello la accesibilidad del material getter para el hidrógeno libre, la envoltura presenta pequeños agujeros, que pueden realizarse por ejemplo mediante láser.

15 La envoltura puede comprender un tramo reflectante para reflejar la radiación solar. La radiación solar que incide en la envoltura no calienta la envoltura o solo en un grado muy reducido y es desviada, por ejemplo al tubo metálico, donde contribuye al calentamiento del medio portador de calor. Por lo tanto, la radiación solar se aprovecha de forma más efectiva.

20 En el dispositivo de sujeción que presenta un primer extremo y un segundo extremo está previsto un elemento de unión para unir el primero y el segundo extremo. En esta variante, el dispositivo de sujeción es flexible gracias al uso del primer resorte. Con el elemento de unión, el dispositivo de sujeción puede cerrarse formando una unidad toroidal.

25 El tubo absorbente puede comprender un reflector dispuesto en el espacio anular para reflejar radiación, en particular radiación solar, al tubo metálico. El reflector puede estar realizado como componente independiente y puede estar configurado de tal modo que se refleja una parte especialmente grande de la radiación desenfocada al tubo metálico. Además, pueden tenerse en cuenta determinadas propiedades ópticas, por ejemplo una curva determinada del abombado del reflector, para realizar una concentración de la radiación, lo que no puede realizarse en la capa reflectante del dispositivo de sujeción o solo con un esfuerzo grande.

30 El tubo absorbente puede comprender una pared hecha al menos por tramos de metal, que se extiende entre el tubo envolvente y el tubo metálico, para estanqueizar el espacio anular; convirtiéndose la pared mediante una unión de vidrio y metal en el tubo envolvente y estando dispuestos el reflector o el dispositivo de sujeción de tal modo que protegen la unión de vidrio y metal de la radiación. La unión de vidrio y metal es especialmente sensible a variaciones de la temperatura, que pueden conducir a un fallo de la unión de vidrio y metal. Un fallo conlleva una pérdida del vacío en el espacio anular, lo que provoca una reducción notable del rendimiento del colector solar. El reflector y el dispositivo de sujeción están dispuestos de tal modo que ensombrecen la unión de vidrio y metal y reducen así un calentamiento por la radiación desenfocada. Esto conduce a una menor carga de la unión de vidrio y metal, de modo que la misma puede hacerse funcionar durante un tiempo más largo.

35 A continuación, la invención se explicará detalladamente con ayuda de ejemplos de realización preferibles, haciéndose referencia a las Figuras adjuntas, mostrando las Figuras 2 a 12 formas de realización que no están hechas de acuerdo con la invención.

45 Muestran:

- La Figura 1 una representación esquemática de un colector solar.
- 50 La Figura 2 una representación en semicorte de un primer ejemplo de realización de un tubo absorbente con un primer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción.
- La Figura 3 una representación en corte del primer ejemplo de realización mostrado en la Figura 2 del dispositivo de sujeción en una forma ampliada.
- 55 La Figura 4 una representación en semicorte del tubo absorbente según el primer ejemplo de realización con un dispositivo de sujeción según un segundo ejemplo de realización.
- La Figura 5 una representación en corte del segundo ejemplo de realización mostrado en la Figura 4 del dispositivo de sujeción en una forma ampliada.
- 60 La Figura 6 una representación en semicorte de la segunda forma de realización del tubo absorbente con un tercer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción.
- 65 La Figura 7 una vista en corte parcial del tercer ejemplo de realización mostrado en la Figura 6 del dispositivo de sujeción a lo largo del eje longitudinal en una forma ampliada.

- La Figura 8 una vista en planta desde arriba del tercer ejemplo de realización mostrado en las Figuras 6 y 7 del dispositivo de sujeción.
- 5 La Figura 9 una vista en planta desde arriba de un cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción.
- La Figura 10 una representación en corte del segundo ejemplo de realización del tubo absorbente con un cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción.
- 10 La Figura 11 una representación en semicorte de un tercer ejemplo de realización del tubo absorbente con el primer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción.
- La Figura 12 una representación en semicorte de un cuarto ejemplo de realización del tubo absorbente con el segundo ejemplo de realización del dispositivo de sujeción.
- 15 La Figura 13 una representación en semicorte de la segunda forma de realización del tubo absorbente con un primer ejemplo de realización de un reflector de acuerdo con la invención.
- La Figura 14 una representación en corte no realizada a escala de otro ejemplo de realización del tubo absorbente, que es en gran medida idéntico al ejemplo de realización representado en la Figura 1, con excepción de las medidas, a lo largo del plano de corte A-A definido en la Figura 13, incluyéndose el reflector colector para ilustrar la trayectoria de los rayos.
- 20 La Figura 15 una representación en corte de un tubo absorbente con el primer ejemplo de realización del reflector de acuerdo con la invención.
- 25 La Figura 16 una representación en semicorte de un tubo absorbente con un segundo ejemplo de realización del reflector de acuerdo con la invención.
- 30 La Figura 17 una representación en corte no realizada a escala de otro ejemplo de realización del tubo absorbente, que es en gran medida idéntico al ejemplo de realización representado en la Figura 16, con excepción de las medidas, a lo largo del plano de corte B-B definido en la Figura 16.

En la Figura 1 está representado un colector solar 10 del tipo conocido. El colector solar 10 comprende un reflector colector 12, que refleja la radiación solar 14 y que dirige la radiación solar reflejada 16 a un tubo absorbente 18. El reflector colector 12 está configurado en forma de canal, de modo que provoca un enfoque de la radiación solar reflejada a lo largo de una línea focal que pasa por el eje longitudinal 20 del tubo absorbente 18. El tubo absorbente 18 presenta un tubo metálico 22 y un tubo envolvente 24. El tubo metálico 22 está revestido con una capa absorbente de la radiación (no representada) y el medio portador de calor fluye por el mismo. El tubo envolvente 24 envuelve el tubo metálico 22, de modo que se forma un espacio anular 26 entre el tubo metálico 22 y el tubo envolvente 24. E tubo envolvente 24 está hecho habitualmente de vidrio. Por la configuración en forma de canal del reflector colector 12, el tubo absorbente 18 puede dividirse en una mitad 28 orientada hacia el reflector colector 12 y una mitad 30 no orientada hacia este.

35

40

La dirección de flujo del medio portador de calor se indica mediante las flechas P_1 . Al fluir por el tubo metálico 22, el medio portador de calor es calentado por la radiación solar reflejada 16. La temperatura que puede alcanzarse es de aprox. 400 °C. El medio portador de calor calentado se conduce a un proceso aquí no detalladamente representado, en el que se obtiene energía eléctrica. La mitad 30 no orientada hacia el reflector colector 12 del tubo absorbente 18 es refrigerado por convección mixta, es decir, por convección natural y por ejemplo por convección forzada por el viento, lo que conduce a pérdidas de calor y empeora por lo tanto el proceso de calentamiento del medio portador de calor. Por lo tanto, se intenta reducir en la medida posible la conducción de calor del tubo metálico 22 hacia el exterior, lo que se hace con ayuda del espacio anular 26 formado con el tubo envolvente 24. Este puede ser evacuado o puede ser llenado con un gas protector. También es posible una combinación de las dos medidas. Las dos medidas hacen que se reduzca la conducción de calor a través del espacio anular 26, por lo que se limitan las pérdidas de calor.

45

50

En la Figura 2 se muestra un primer tubo absorbente 18 con un primer ejemplo de realización no de acuerdo con la invención de un dispositivo de sujeción 32₁ en una representación en semicorte. El espacio anular 26 se estanqueiza en dirección del eje longitudinal 20 con una pared 34, que en el ejemplo de realización representado comprende un elemento de transición 36 fijado en el tubo envolvente 24, un anillo exterior 38 y un elemento de empalme 40. En la transición del elemento de transición 36 al tubo envolvente 24 está prevista una unión de vidrio y metal 37. Para compensar los desplazamientos axiales del tubo envolvente 24 respecto al tubo metálico 22, que son provocados por las diferentes extensiones en el servicio del tubo absorbente 18, entre el anillo exterior 38 y el elemento de empalme 40 está dispuesto un fuelle 41, que puede recalarse o extenderse correspondientemente. El anillo exterior 38 también puede apoyarse en el elemento de empalme 40, siendo desplazable, no obstante, en la dirección axial en el elemento de empalme 40, de modo que puede transmitir las extensiones al fuelle 41. El fuelle 41 presenta un extremo interior 42, orientado hacia el espacio anular 26, y un extremo exterior 43, no orientado hacia el espacio

55

60

65

anular 26. En este ejemplo de realización, el elemento de empalme 40 está unido con el extremo exterior 43 y el anillo exterior 38 con el extremo interior 42 del fuelle 41.

El dispositivo de sujeción 32₁ está fijado en este ejemplo partiendo radialmente del eje longitudinal 20 en el interior del fuelle 41 en el elemento de empalme 40, aunque también puede estar fijado en el elemento de empalme 36 o en el anillo exterior 38. El fuelle 41 está hecho habitualmente de un material impermeable a la luz, como metal. La disposición del dispositivo de sujeción 32₁ aprovecha por lo tanto el efecto de ensombrecimiento del fuelle 41, de modo que el dispositivo de sujeción 32₁ es protegido al menos en un lado de la radiación solar, lo que reduce un calentamiento. En cualquier caso, el dispositivo de sujeción 32₁ está dispuesto en el espacio anular 26, sin que haya un contacto directo con el tubo metálico 22. Por lo tanto, no puede transportarse por vía directa calor de forma conductiva del tubo metálico 22 al dispositivo de sujeción 32₁, de modo que también de este modo se reduce el calentamiento del dispositivo de sujeción 32₁.

En la Figura 3, el ejemplo de realización no de acuerdo con la invención mostrado en la Figura 2 del dispositivo de sujeción 32₁ está aislado del tubo absorbente 18 y está representado a escala ampliada. En este ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, el dispositivo de sujeción 32₁ presenta un tramo de recepción 44, que puede alojar un material getter 46 o un recipiente 48 llenado con material getter. El material getter 46 puede llenarse en forma de polvo en el recipiente 48. Como alternativa, el material getter 46 puede prensarse para formar porciones, habitualmente con forma cilíndrica. En este caso puede renunciarse al recipiente 48.

Tanto el material getter 46 prensado en porciones como los recipientes 48 pueden estar dispuestos en elementos distanciadores 50. Estos elementos distanciadores 50 sirven para impedir la conducción de calor al material getter 46. El tramo de recepción 44 presenta un tramo limitador 54, que impide que el material getter 46 o los recipientes 48 llenados con material getter se deslicen bajando del tramo de recepción 44.

En esta forma de realización no de acuerdo con la invención, el dispositivo de sujeción 32₁ está realizado de forma cerrada y anular, de modo que puede envolver por completo el tubo metálico. En este caso, otro tramo de recepción 44 puede preverse visto en la dirección radial en el exterior del tramo de recepción 44, que impide en este caso que se caiga el material getter 46 (no representado).

Además, el dispositivo de sujeción 32 está fijado en el elemento de empalme 40, como se muestra en la Figura 2. Este está a su vez en contacto con el tubo metálico 22 y lo envuelve de forma estanca a gas, para lo que están previstas juntas especiales aquí no mostradas. Estas juntas están hechas habitualmente de un material de mala conductividad térmica, de modo que el elemento de empalme 40 está en gran medida térmicamente desacoplado del tubo metálico 22. Para reducir a pesar de ello en la mayor medida posible la conducción de calor, se intenta que la superficie de contacto entre el tramo de recepción 44 y el elemento de empalme 40 sea lo más pequeña posible. Esto puede conseguirse, por ejemplo, por que el dispositivo de sujeción 32₁ está unido por puntos con el elemento de empalme 40. De este modo se consigue que solo pueda tener lugar una conducción de calor reducida del elemento de empalme 40 al material getter 46 o al recipiente 48 llenado con el material getter 46.

Además, el dispositivo de sujeción 32₁ comprende una capa reflectante 60, que está orientada hacia el tubo metálico 22 y que está fijada en el tramo de recepción 44. La capa reflectante 60 dirige los rayos solares que no han incidido en el tubo metálico 22 o solo de forma tangencial y que inciden en la capa reflectante 60 nuevamente al tubo metálico 22. De este modo se impide, por un lado, que el dispositivo de sujeción 32₁ absorba los rayos solares, lo que podría conducir a un calentamiento del material getter 46 y, por otro lado, los rayos reflejados pueden contribuir en el tubo metálico 22 al calentamiento del medio portador de calor. Como alternativa, el tramo de recepción 44 puede estar hecho por completo o en parte de un metal altamente reflectante 60.

En la Figura 4 está representado un segundo ejemplo de realización no de acuerdo con la invención del dispositivo de sujeción 32₂. Corresponde en gran medida al primer ejemplo de realización de acuerdo con la invención del dispositivo de sujeción 32₁, aunque no está fijado en el elemento de empalme 40 sino que está fijado con medios de fijación 61 en el fuelle. Estos medios de fijación 61 pueden estar configurados como una parte del tramo de recepción 44. Los medios de fijación 61 pueden incorporarse por ejemplo en un pliegue del fuelle 41. Esta solución sencilla desde el punto de vista constructivo es recomendable cuando el dispositivo de sujeción 32₂ envuelve el tubo metálico 22 con 180° o más. Además, el dispositivo de sujeción 32₂ según la segunda forma de realización no de acuerdo con la invención está realizado más largo que el dispositivo de sujeción 32₁ según la primera forma de realización no de acuerdo con la invención. El dispositivo de sujeción 32₂ puede alojar un total de cinco recipientes 48. Además, con la versión más larga es posible ensombrecer la unión de vidrio y metal 37 y protegerla así de un calentamiento.

Puesto que el dispositivo de sujeción 32₂ no está en contacto en el elemento de empalme 40, no puede llegar calor de forma conductiva del elemento de empalme 40 al dispositivo de sujeción 32₂ y, por lo tanto, al material getter 46. También aquí es válido que el dispositivo de sujeción 32₂ no está en contacto directo con el tubo metálico 22, de modo que ningún calor puede transportarse de forma conductiva del tubo metálico 22 directamente al dispositivo de sujeción 32₂. La extensión longitudinal del tubo metálico 22 no influye en el dispositivo de sujeción 32₂.

En la Figura 5, el dispositivo de sujeción 32₂ está representado a escala ampliada. Se ve que el material getter 46 está envuelto por la envoltura, que fija el material getter 46 en el dispositivo de sujeción 32₂. Esta envoltura 62 puede estar realizada como tela metálica o como calceta de tejido. Para garantizar la accesibilidad del material getter 46 para el hidrógeno libre, la envoltura 62 presenta agujeros 64.

En la Figura 6 está representado un tubo absorbente 18 con un tercer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₃ no realizado de acuerdo con la invención. No obstante, aquí el dispositivo de sujeción 32₃ está colocado alrededor del fuelle 41. Para ello, el elemento de empalme 40 está unido con el extremo interior y el anillo exterior 38 con el extremo exterior del fuelle 41, a diferencia de lo que ocurre en el ejemplo representado en la Figura 2. De este modo se reduce la extensión axial de la pared 34, de modo que un tramo mayor del tubo metálico 22 puede exponerse a los rayos solares, lo que aumenta la eficiencia del tubo absorbente 18. Además, la unión de vidrio y metal 37 es sombreada por el elemento de empalme 40 y el fuelle 41 y es protegida de la radiación desenfocada.

En la Figura 7, el cuarto ejemplo de realización no de acuerdo con la invención está representado en una representación en corte parcial a lo largo de un eje longitudinal 66 (véase la Figura 8) del dispositivo de sujeción 32₃. El tramo de recepción 44 y el dispositivo de fijación 50 están aquí reunidos y están configurados como un primer resorte 76 con espiras 77. El recipiente 48 o el material getter 46 están dispuestos en el espacio envuelto por las espiras 77 y son sujetados por estas. Gracias al uso del primer resorte 76, puede doblarse el eje longitudinal 66 del dispositivo de sujeción 32₃.

En este ejemplo de realización no de acuerdo con la invención, la envoltura 62 está realizada como tela metálica 68, que se coloca por encima del primer resorte 76. La tela metálica 68 protege el material getter 46 por el ensombrecimiento contra los rayos solares, aunque garantiza al mismo tiempo que el hidrógeno libre pueda llegar bien al material getter 46. La tela metálica 68 no reduce la conducción de calor al material getter 46.

En la Figura 8 se muestra el tercer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₃ no de acuerdo con la invención en una vista en planta desde arriba. El dispositivo de sujeción 32₃ presenta un primer extremo 70 y un segundo extremo 72, que están unidos con el elemento de unión 73, de modo que se dobla el primer resorte 76. El elemento de unión 73 presenta un elemento de tensión previa 74, que ejerce una fuerza previa cuando se extiende. El elemento de tensión previa 74 está realizado aquí como tercer resorte 79. La longitud del dispositivo de sujeción 32₃ o del elemento de unión 73 se elige aquí de tal modo que el primero y el segundo extremo 70, 72 se separan uno de otro durante el montaje, por ejemplo cuando se monta alrededor del fuelle 41, como está representado en la Figura 6, de modo que se extiende el elemento de tensión previa 74 y genera una fuerza previa. Una parte de esta fuerza previa produce una fuerza de fricción entre el dispositivo de sujeción 32₃ y el fuelle 41, de modo que el dispositivo de sujeción 32₃ queda fijado en su posición. En la tela metálica 68 están dispuestos tramos reflectantes 78, que reflejan los rayos solares y reducen un calentamiento del material getter 46.

En la Figura 9 está representado un cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₄ no de acuerdo con la invención. Tiene sustancialmente la misma estructura que el ejemplo de realización no de acuerdo con la invención representado en las Figuras 7 y 8. No obstante, aquí el dispositivo de sujeción 32₄ está dividido en una primera zona 80 y en una segunda zona 82. En la primera zona 80 se encuentra el material getter 46 o uno o varios primeros recipientes 84 llenados con el material getter 46, mientras que en la segunda zona 82 están dispuestos uno o varios segundos recipientes 86 llenados con gas protector.

En la Figura 10 está representado un tubo absorbente 18 con el cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₄ no de acuerdo con la invención. El dispositivo de sujeción 32₄ está dispuesto de tal modo que la primera zona 80 se encuentra en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector 12 y la segunda zona 82 en la mitad 28 orientada hacia el reflector colector 12 del tubo absorbente 18. En la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector no incide ninguna radiación solar concentrada que proceda del reflector colector 12. Por consiguiente, el material getter 46 que se encuentra en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector no es calentado por la radiación solar, de modo que no se reduce su capacidad de absorción para el hidrógeno libre. Por ejemplo la disposición del segundo recipiente 86 en la mitad 82 orientada hacia el reflector colector 12 no ha de entenderse de tal modo que debe estar dispuesto por completo en la mitad 82. Puede estar dispuesto al menos en parte también en la mitad 80 no orientada hacia el reflector colector.

En la Figura 11 está representado el tubo absorbente 18₃ según una tercera forma de realización no de acuerdo con la invención, que corresponde en gran medida al tubo absorbente 18₁ representado en la Figura 2 y que presenta un dispositivo de sujeción 32₁ según el primer ejemplo de realización no de acuerdo con la invención. No obstante, la pared 34 presenta una estructura algo diferente. En este ejemplo de realización, la pared 34 no presenta ningún anillo exterior 38. Por el contrario, el fuelle 41 está unido directamente con el elemento de transición 36. El tubo envolvente 24 y el fuelle 41 están dimensionados de tal modo que el elemento de transición 36 presenta un diámetro constante. El dispositivo de sujeción 32₁ está dispuesto de tal modo que queda sombreada la unión de vidrio y metal 37.

En la Figura 12 está representado el tubo absorbente 18₄, que corresponde en gran medida al tubo absorbente 18₂ representado en la Figura 4 y que presenta un dispositivo de sujeción 32₂ según el segundo ejemplo de realización.

No obstante, la pared 34 presenta también aquí una estructura diferente. Aquí, el fuelle 41 está unido mediante el elemento de transición 36 directamente con el tubo envolvente 24, sin que un anillo exterior esté dispuesto entre ellos. A diferencia del ejemplo de realización representado en la Figura 11, el diámetro del elemento de transición 36 cambia, de modo que los diámetros del tubo envolvente 24 y del fuelle 41 no deben adaptarse uno a otro, puesto que pueden compensarse las diferencias de diámetro con el elemento de transición 36.

En la Figura 13 se muestra el tubo absorbente 18₂ según un ejemplo de realización de acuerdo con la invención en una representación en semicorte. En el ejemplo representado, en el extremo interior 42 del fuelle 41 y en el elemento de empalme 40 está fijado un reflector 94₁ con una carcasa 90. El reflector 94₁ refleja la radiación 16 que incide en el mismo y que es reflejada por el reflector colector 12 (véase la Figura 14) al tubo metálico 22. El reflector 94₁ comprende una capa reflectante 94 aplicada en la carcasa 90. El reflector 94₁ está abombado de forma cóncava. La reflexión de la radiación 16 por el reflector 94 se indica mediante las flechas P₂.

La carcasa 90 presenta un tramo de recepción 92, en el que puede introducirse el material getter 46. El tramo de recepción 92 comprende una concavidad 102 y una abertura 100, a través de la cual el material getter 46 puede introducirse en la concavidad 102. La abertura 100 de la concavidad 102 está cerrada con un cierre 104, que puede estar realizado por ejemplo como red.

En la Figura 14, el ejemplo de realización de acuerdo con la invención del tubo absorbente 18₂ está representado con ayuda de una representación en corte a lo largo de un plano de corte A-A definido en la Figura 13, no estando realizada la representación a escala. Además, se muestra el reflector colector 12. Puede verse bien el reflector 94₁ abombado de forma cóncava, pudiendo extenderse el abombado de forma elíptica o parabólica o de otra manera, así como la concavidad 102 llenada con el material getter 46. Además, puede verse la abertura 100, a través de la cual puede introducirse material getter 46 en la concavidad 102. La carcasa 90 con el reflector 94₁ y el material getter 46 están dispuestos exclusivamente en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector 12 del tubo absorbente 18₂. Pueden verse bien la mitad 28 orientada hacia el reflector colector 12 y la mitad 30 no orientada hacia este del tubo absorbente 18₂.

Para mostrar más claramente la trayectoria de rayos de los rayos solares 14, están dibujadas las flechas P₃ a P₆. Los rayos que se extienden a lo largo de las flechas P₃ y P₅ inciden en el reflector colector 12 y son reflejados por este directamente al tubo metálico 22, donde contribuyen al calentamiento del medio portador de calor. Los rayos que se extienden a lo largo de las flechas P₃ y P₆ también inciden en el reflector colector 12. Estos no son reflejados al tubo metálico 22 por el reflector colector 12, por ejemplo por faltas de precisión en la fabricación del reflector colector 12 (radiación desenfocada), sino que pasan al lado de este. Normalmente pasarían por el tubo envolvente 24 en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector 12 y no podrían contribuir al calentamiento del medio portador de calor.

No obstante, de acuerdo con la invención estos rayos inciden en el reflector 94₁, que está configurado de tal modo que refleja los rayos nuevamente al tubo metálico 22, de modo que pueden contribuir al calentamiento del medio portador de calor y no quedan sin aprovechar. El reflector 94 y el material getter 46 quedan posicionados uno respecto al otro de tal modo que el material getter 46 no puede ser calentado por la radiación desenfocada. De acuerdo con la invención se consigue, por un lado, que los rayos que no inciden en el tubo metálico 22 son reflejados por el reflector 94₁ nuevamente al tubo metálico 22, por lo que no se quedan sin aprovechar y, por otro lado, porque el material getter 46 no es calentado por estos rayos, lo que reduciría su capacidad de absorción para el hidrógeno libre.

En la Figura 15 está representado un quinto ejemplo de realización del tubo absorbente 18₅ de acuerdo con la invención. A diferencia del primer ejemplo de realización, aquí la carcasa 90 y el reflector 94₁ envuelven el tubo metálico 22 por completo, por lo que pasa tanto por la mitad 28, 30 orientada hacia el reflector colector 12 y no orientada hacia este del tubo absorbente 18₅. No obstante, el material getter 46 solo está dispuesto en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector del tubo absorbente 18₅. Además, en este ejemplo de realización se ha reducido al mínimo absolutamente imprescindible el número de pliegues del fuelle 41. De acuerdo con la invención, la disposición del material getter 46 no depende de la extensión axial del fuelle 41, de modo que puede alojarse siempre suficiente material getter 46 en la carcasa 90.

El elemento de transición 36 forma en su transición al tubo envolvente 24 la unión de vidrio y metal 37. Al dimensionar la carcasa 90 y al disponerla en el interior del espacio anular 26 teniéndose en cuenta la extensión axial del fuelle 41, en este ejemplo de realización se tiene en cuenta que la unión de vidrio y metal 37 quede sombreada lo más posible. La unión de vidrio y metal 37 es sensible a extensiones térmicas, por lo que la generación de sombra aumenta la fiabilidad de la unión de vidrio y metal 37.

La reflexión de la radiación 16 por el reflector 94₁ se indica mediante la flecha P₇.

El tubo absorbente representado en la Figura 16 presenta un segundo ejemplo de realización de acuerdo con la invención del reflector 94₂, que está formado por varios tramos planos 106. Los tramos planos 106 pueden estar realizados como capa reflectante 95 de la carcasa 9 o como componentes separados. La capa reflectante 96 puede

5 estar realizada como superficie pulida 110, que también es reflectante. El reflector 94 está fijado en un soporte 108, que se extiende del anillo exterior 38 al reflector 94, sin entrar en contacto con el fuelle 41. El reflector 94 está dispuesto de tal modo que deja sombreada la unión de vidrio y metal 37. Mediante el reflector 94 se impide que la radiación desenfocada 16, cuya extensión se indica con la flecha P₇, incida en la unión de vidrio y metal 37. Además, el reflector 94 hace que la radiación desenfocada vuelva a ser dirigida al tubo metálico 22 y contribuya al calentamiento del aceite térmico.

10 En la carcasa 90 del reflector 94₂ está dispuesto el tramo de recepción 92, en el que se encuentra el material getter 46. El tramo de recepción 92 está realizado a su vez como concavidad 102, que puede cerrarse con el cierre 104.

15 En la Figura 17 está representado el tubo absorbente 18₅, que coincide en gran medida con el de la Figura 16, con excepción de las medidas. El tubo absorbente 18₅ se muestra con ayuda del plano de corte B-B definido en la Figura 16. Se ve que el reflector 94₂ está dispuesto en la mitad 30 no orientada hacia el reflector colector 12 del tubo absorbente 18.

Lista de signos de referencia

10	Colector solar
12	Reflector colector
20	14 Radiación solar
	16 Radiación solar reflejada
	18 ₁ - 18 ₆ Tubo absorbente
20	Eje longitudinal del tubo absorbente
25	22 Tubo metálico
	24 Tubo envolvente
	26 Espacio anular
	28 Mitad orientada hacia el reflector colector del tubo absorbente
30	30 Mitad no orientada hacia el reflector colector del tubo absorbente
	32 ₁ - 32 ₄ Dispositivo de sujeción
	34 Pared
	36 Elemento de transición
35	37 Unión de vidrio y metal
	38 Anillo exterior
	40 Elemento de empalme
	41 Fuelle
40	42 Extremo interior
	43 Extremo exterior
	44 Tramo de recepción
	46 Material getter
	48 Recipiente
45	50 Elemento distanciador
	54 Tramo limitador
	60 Capa reflectante
50	61 Medio de fijación
	62 Envoltura
	63 Escudo de protección contra la radiación
	64 Agujeros
	66 Eje longitudinal del dispositivo de sujeción
55	68 Tela metálica
	70 Primer extremo
	72 Segundo extremo
	73 Elemento de unión
	74 Elemento de tensión previa
60	76 Primer resorte
	77 Espiras
	78 Tramo reflectante
	79 Tercer resorte
65	80 Primera zona
	82 Segunda zona

ES 2 655 925 T3

	84	Primer recipiente
	86	Segundo recipiente
	90	Carcasa
5	92	Tramo de recepción
	94	Reflector
	96	Capa reflectante
	100	Abertura
10	102	Concavidad
	104	Cierre
	106	Tramo plano
	108	Soporte
	110	Superficie pulida
15	P	Dirección de flujo del medio portador de calor

REIVINDICACIONES

- 5 1. Tubo absorbente, en particular para colectores solares (10) en centrales termosolares con al menos un reflector colector (12), comprendiendo el tubo absorbente:
- un tubo metálico (22) para hacer pasar y calentar un medio portador de calor,
 - un tubo envolvente (24) que envuelve el tubo metálico (22) para formar un espacio anular (26) que puede ser evacuado, y
 - un reflector (94) dispuesto en el espacio anular (26) para reflejar radiación (14), en particular radiación solar, al tubo metálico (22),
- 10 **caracterizado por que** en el espacio anular (26) está dispuesto un material getter (46) para ligar el hidrógeno libre que se encuentra en el espacio anular (26) y por que el reflector (94) presenta una carcasa (90) con un tramo de recepción (92) para fijar y proteger el material getter (46) de la radiación (14).
- 15 2. Tubo absorbente de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el tubo absorbente presenta una pared (34) hecha al menos por tramos de metal, que se extiende entre el tubo envolvente (24) y el tubo metálico (22), para estanqueizar el espacio anular (26), convirtiéndose la pared (34) mediante una unión de vidrio y metal (37) en el tubo envolvente (24) y estando dispuesto el reflector (94) de tal modo que protege la unión de vidrio y metal (37) de la radiación (14).
- 20 3. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el reflector (94) comprende una capa reflectante (94) aplicada o fijada en la carcasa (90).
- 25 4. Tubo absorbente de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** el reflector (94) comprende una superficie pulida (110).
- 30 5. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el tramo de recepción (94) comprende una o varias concavidades (102), en las que puede introducirse el material getter (46).
- 35 6. Tubo absorbente de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** la concavidad (102) puede cerrarse mediante un cierre (104).
7. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado por que** la carcasa (90) está fijada en la pared (34).
- 40 8. Tubo absorbente de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la carcasa (90) está fijada en un elemento de empalme (40) o en un fuelle (41).
- 45 9. Tubo absorbente de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado por que** el fuelle (41) presenta un extremo interior (42) y un extremo exterior (44) y por que la carcasa (90) está fijada en el extremo interior (42).
10. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** la pared (34) presenta un anillo exterior (38) y un elemento de transición (36) y la carcasa (90) está fijada en el anillo exterior (30) o en el elemento de transición (36).
- 50 11. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el tubo absorbente (18) presenta una mitad (28) orientada hacia el reflector colector (12) y un lado (30) no orientado hacia este y el material getter (46) está dispuesto en la mitad (30) no orientada hacia el reflector colector (12).
- 55 12. Tubo absorbente de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** el reflector (94) y/o la carcasa (90) están dispuestos en la mitad (30) no orientada hacia el reflector colector (12).
13. Tubo absorbente de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado por que** el reflector (94) comprende uno o varios tramos planos (106) reflectantes.

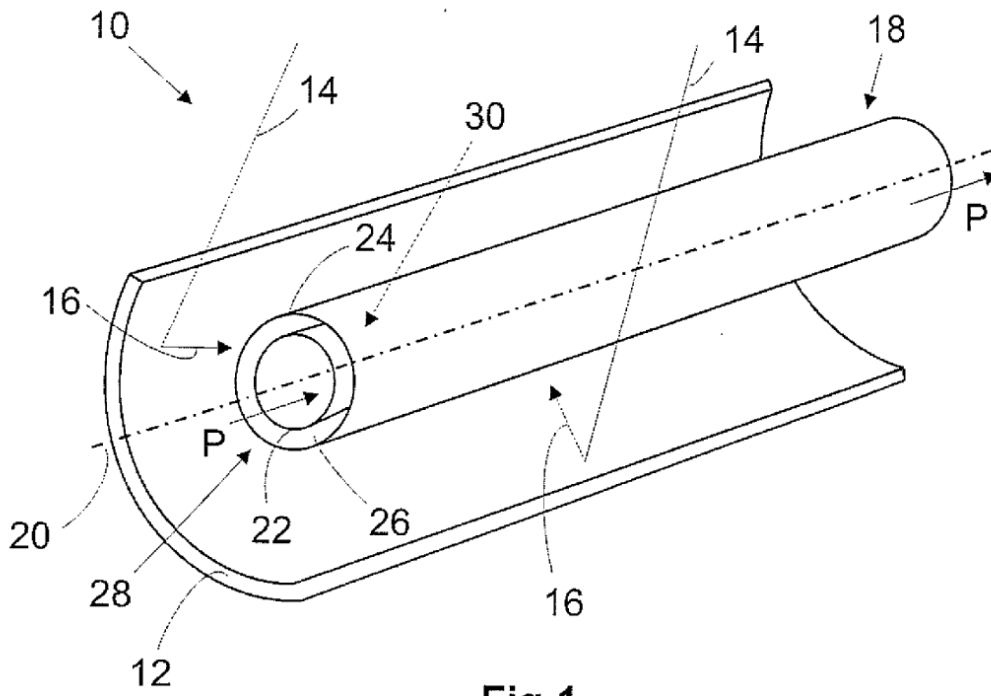


Fig.1

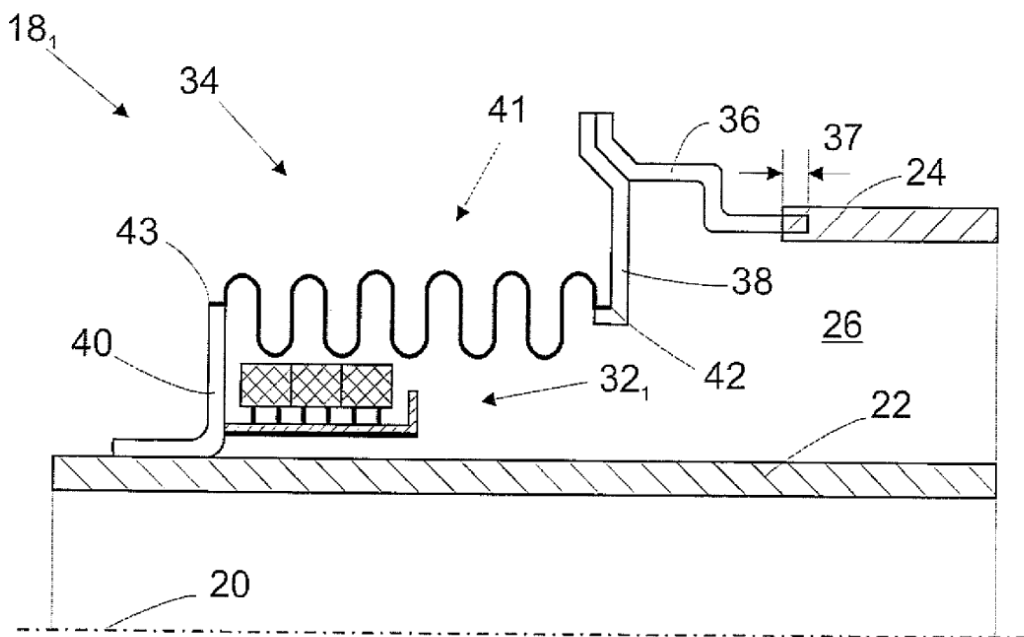


Fig.2

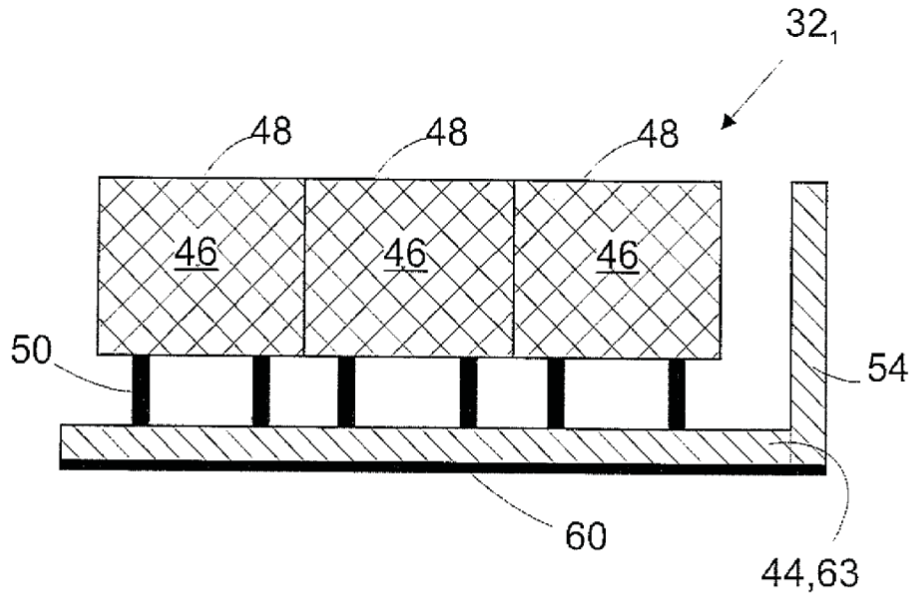


Fig.3

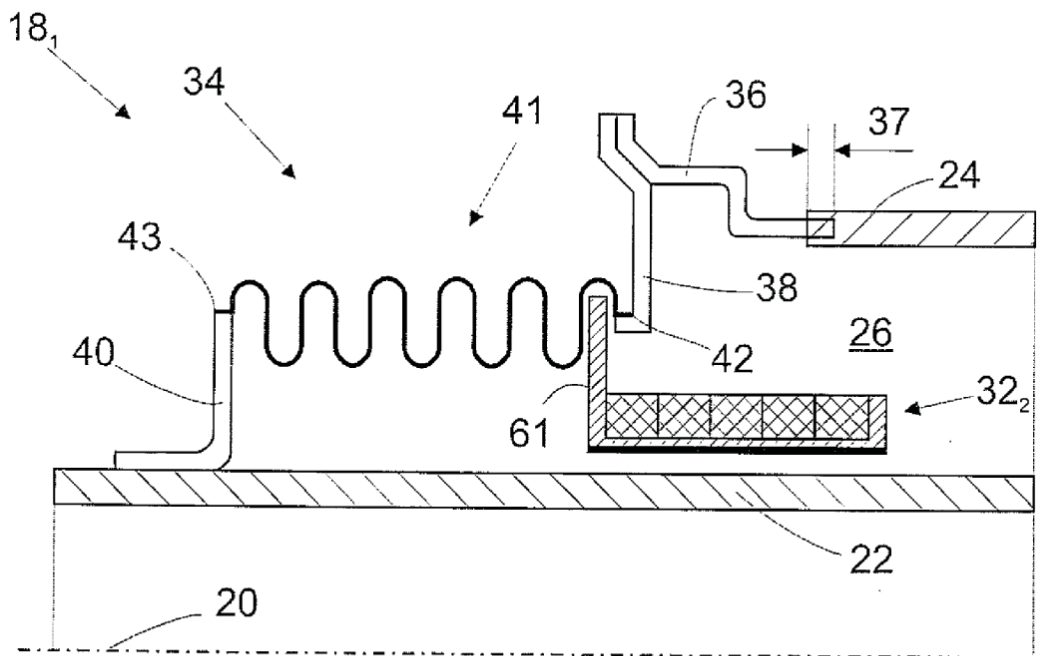


Fig.4

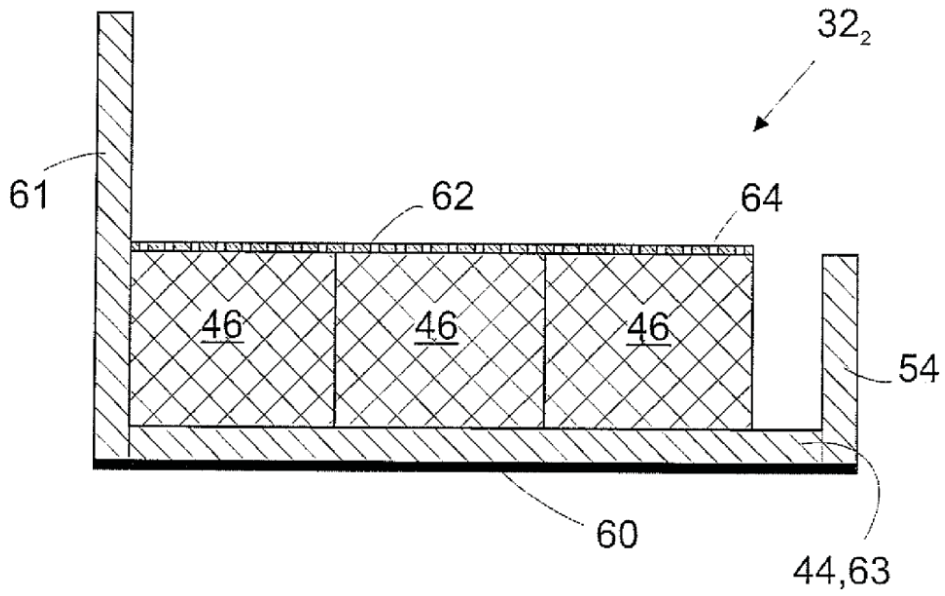


Fig.5

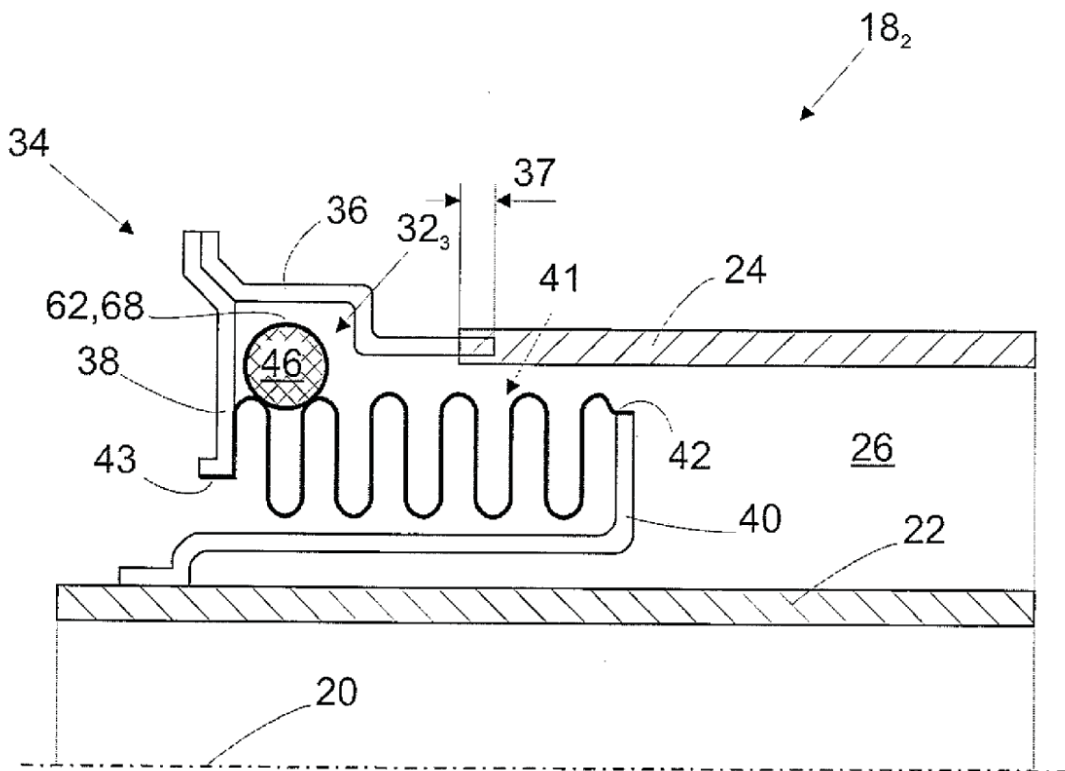


Fig.6

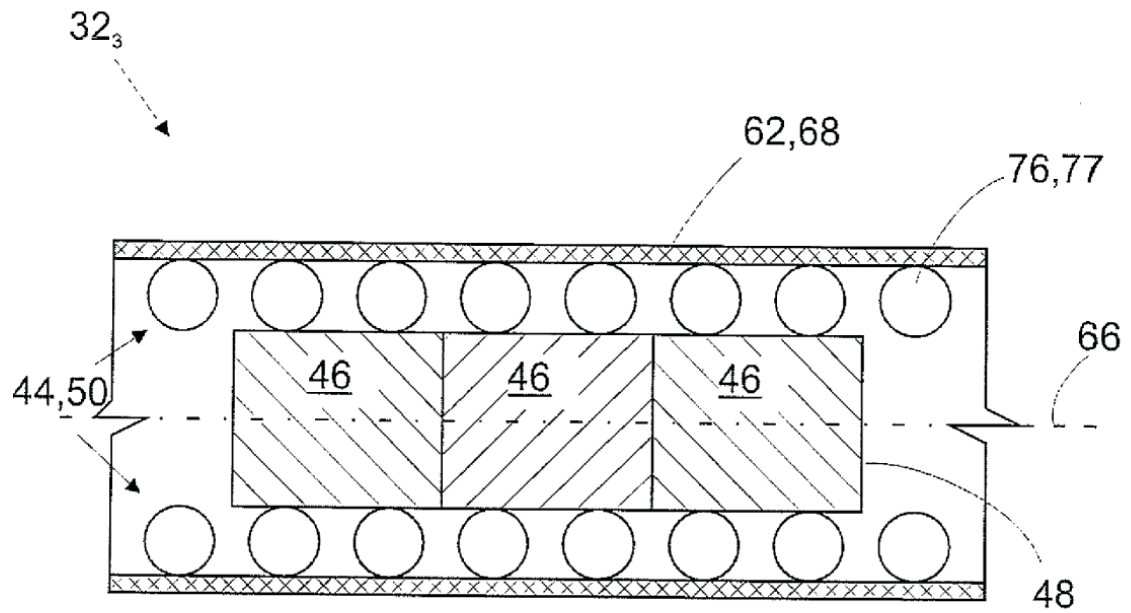


Fig.7

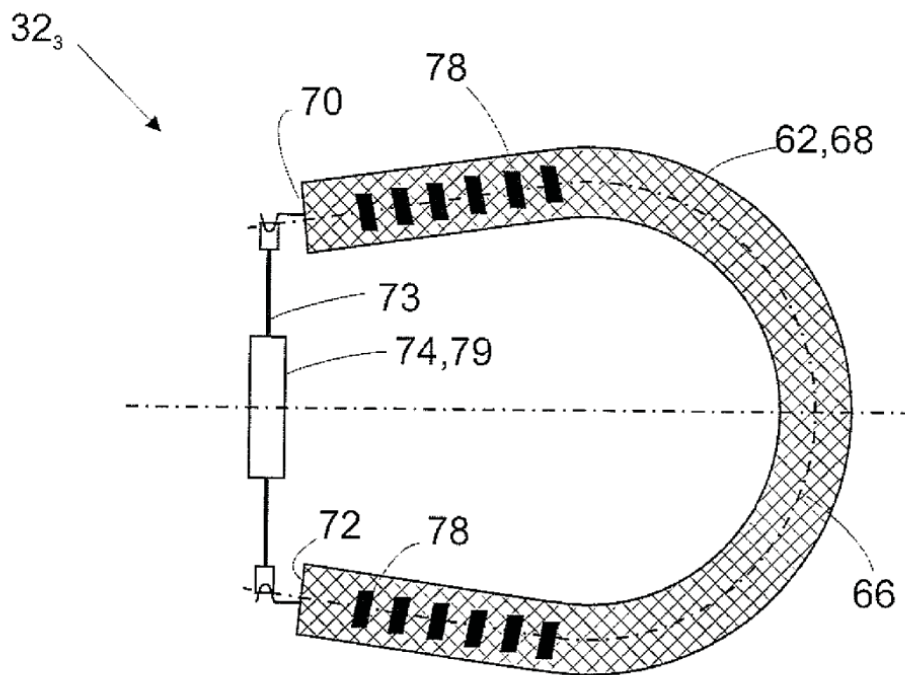


Fig.8

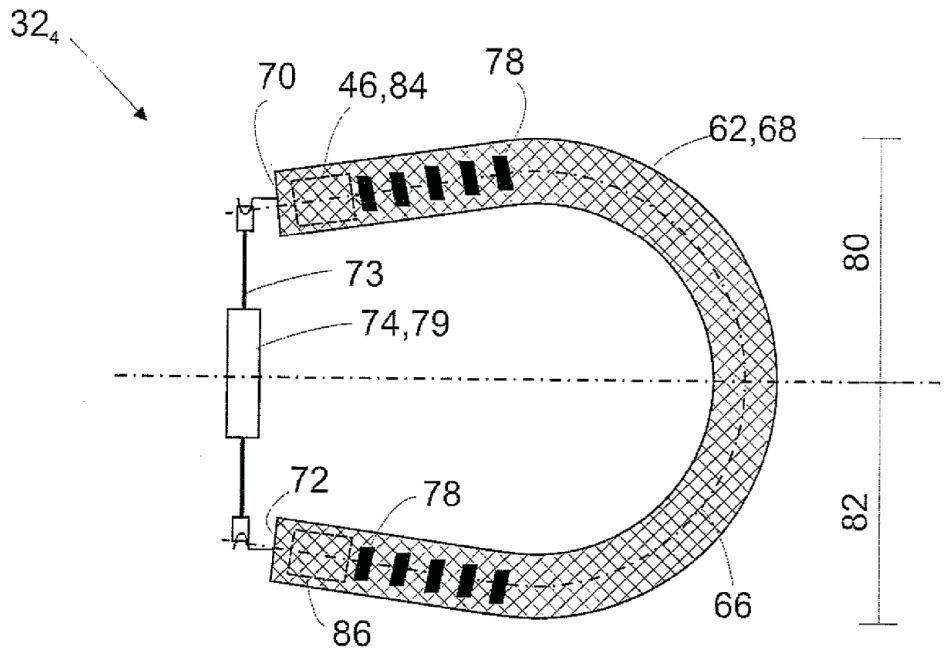


Fig.9

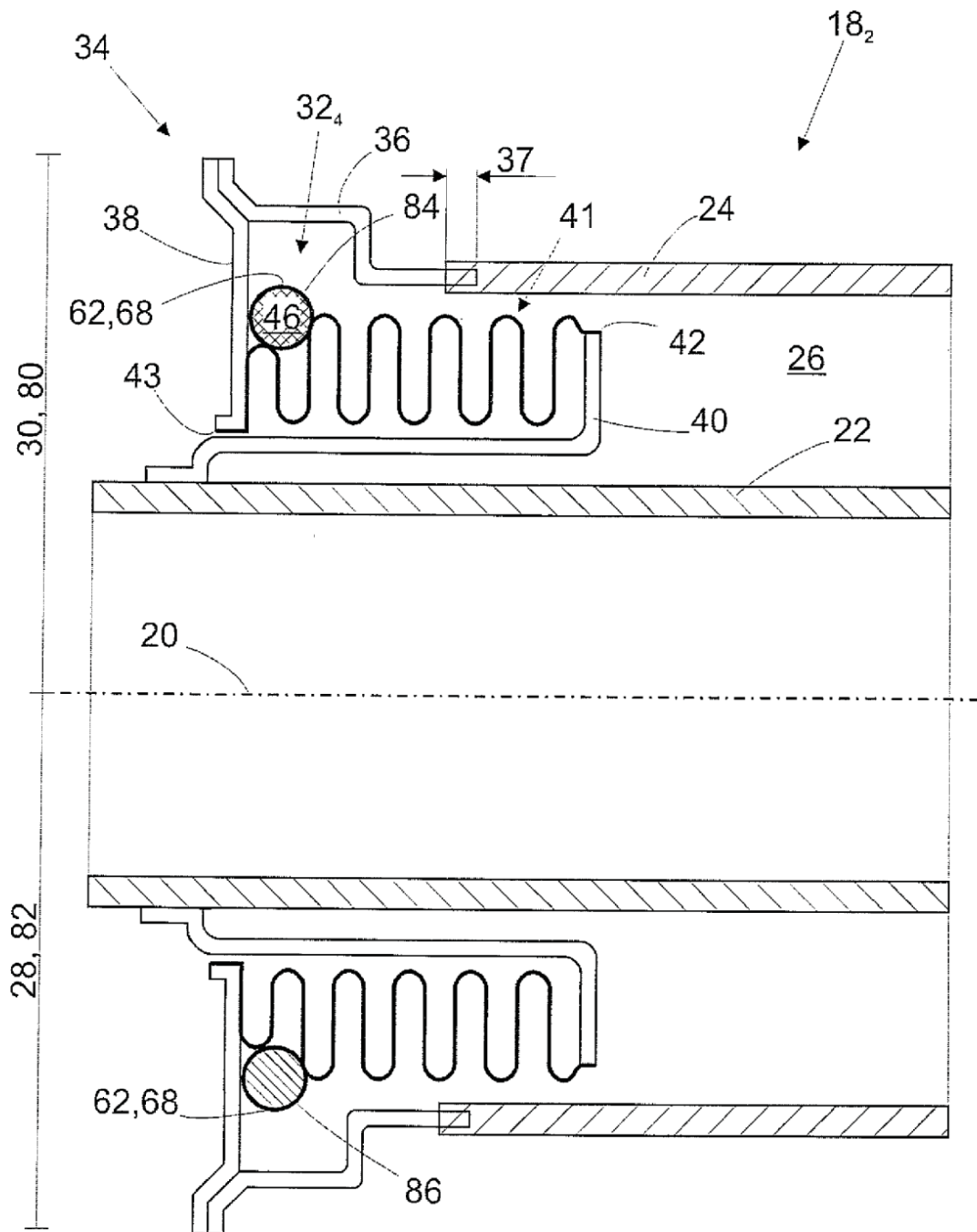


Fig.10

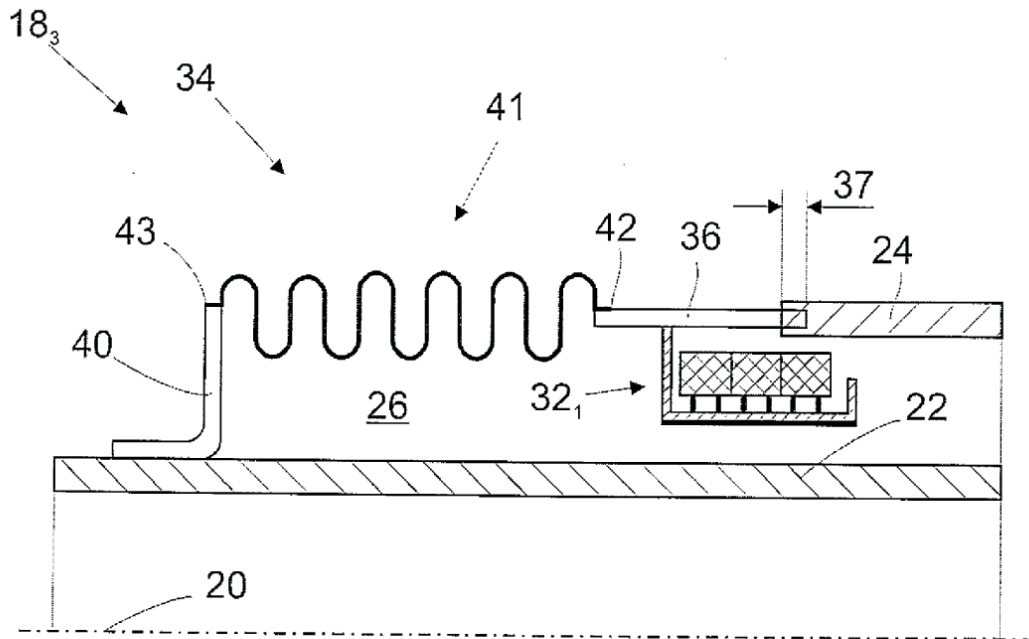


Fig.11

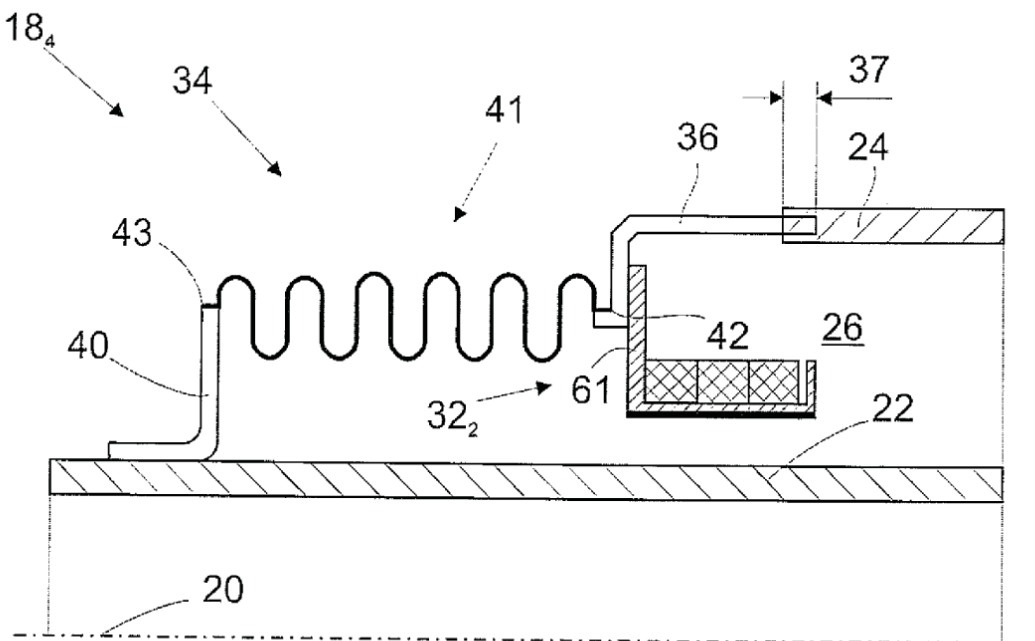


Fig.12

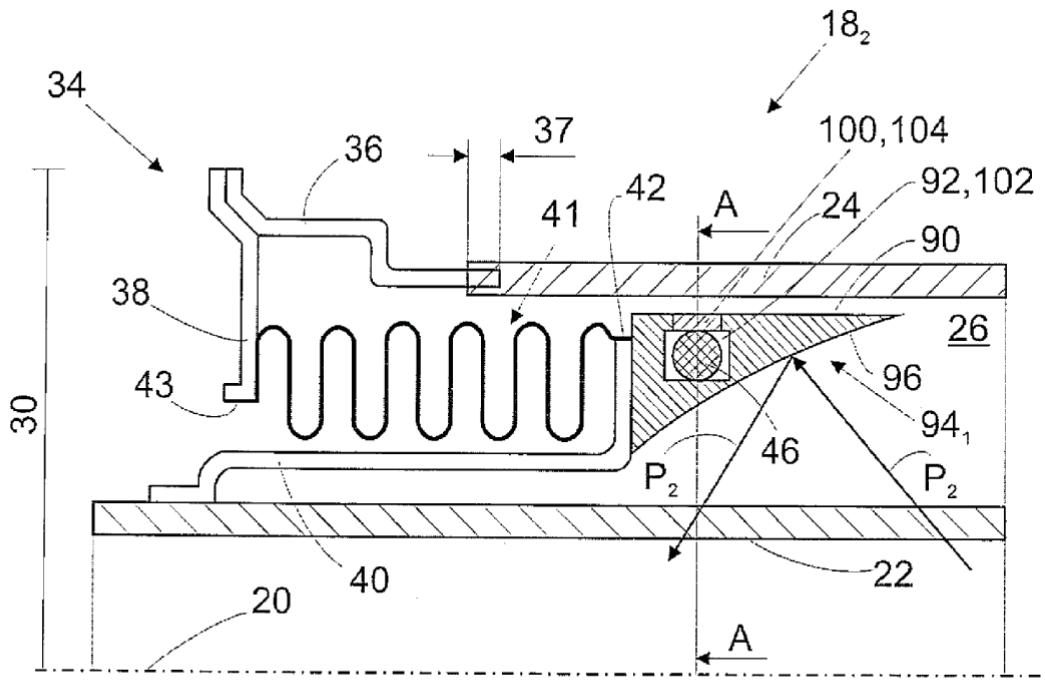


Fig.13

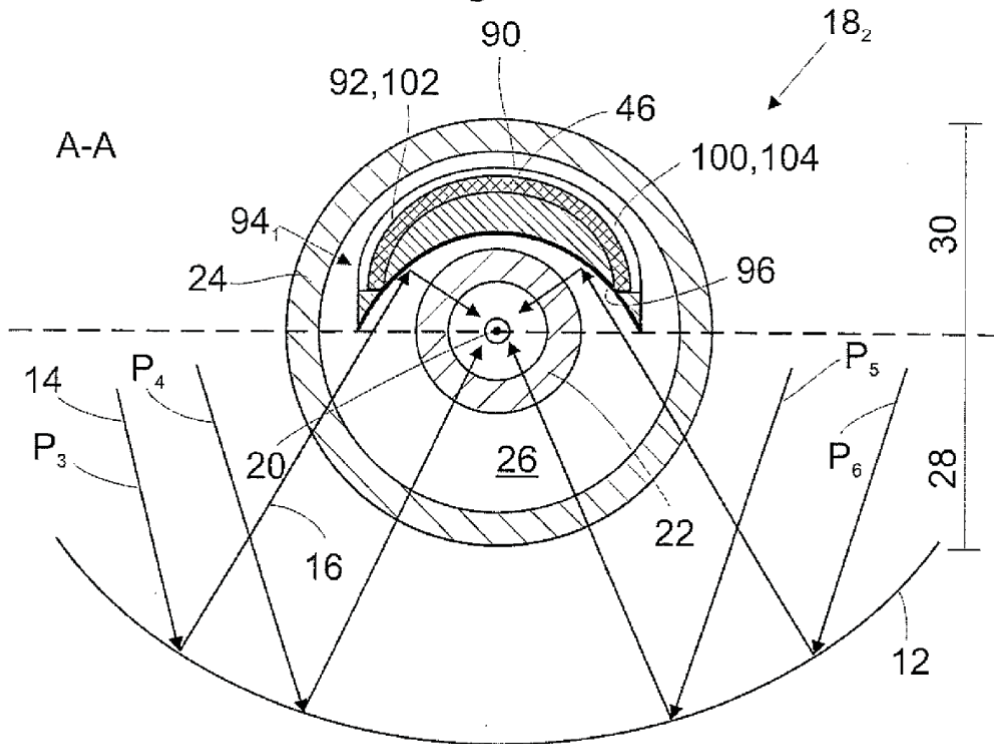


Fig.14

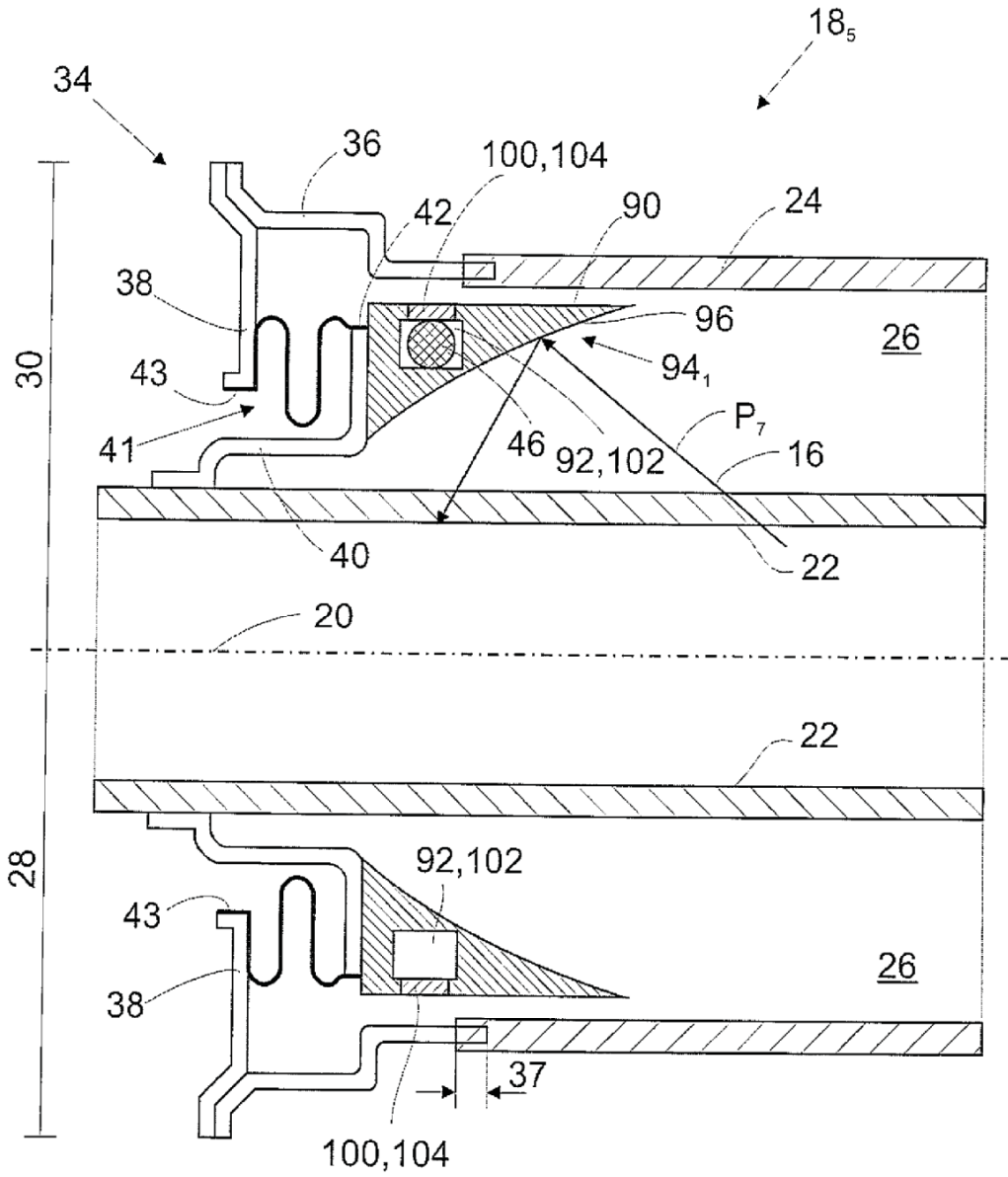


Fig.15

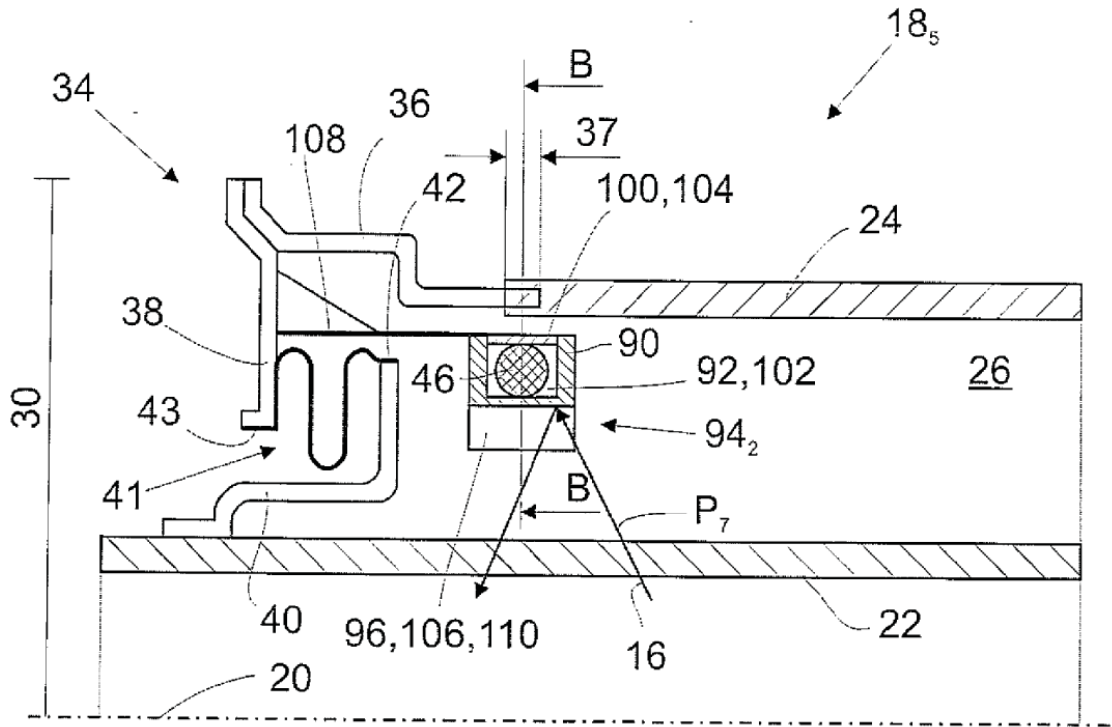


Fig.16

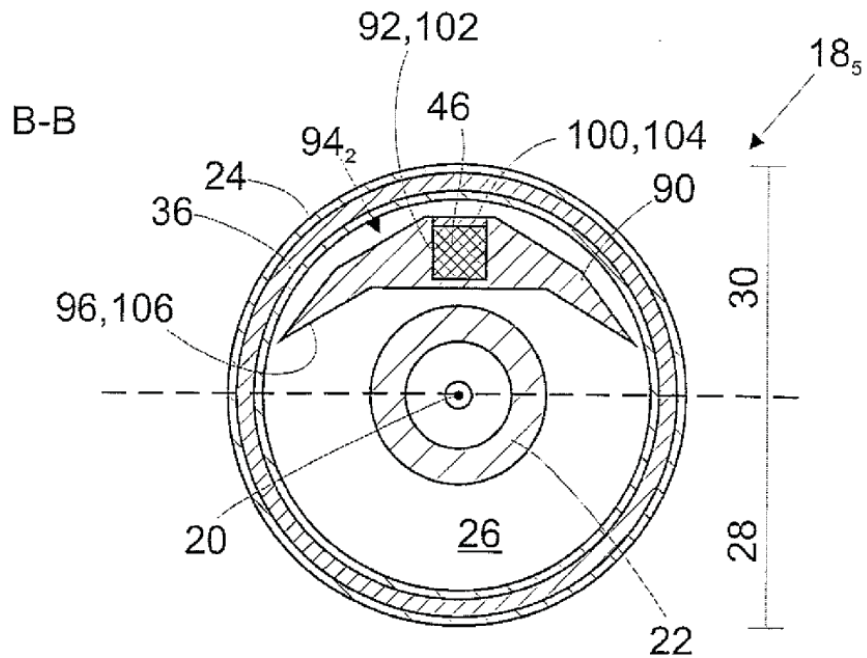


Fig.17