

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 642 588**

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

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2010 PCT/EP2010/064498**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2011 WO11039281**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2010 E 10759899 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2483607**

54 Título: **Tubo absorbedor**

30 Prioridad:

29.09.2009 DE 102009045100

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

16.11.2017

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 2 642 588 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 en particular 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 el tubo metálico para configurar un espacio anular evacuable, una pared que discurre entre el tubo envolvente y el tubo metálico para estanqueizar el espacio anular, y un dispositivo de sujeción para un material rarefactor o un recipiente llenado con material rarefactor y/o gas de protección, con una sección de recepción para el alojamiento del material rarefactor o del recipiente.

15 Los colectores solares pueden equiparse, por ejemplo, con un espejo parabólico, también llamado espejo colector, y usarse en las denominadas centrales de canales parabólicos. En las centrales de canales parabólicos conocidas se usa como medio portador de calor, por ejemplo, un aceite térmico, que puede calentarse por medio de los rayos solares reflejados por los espejos parabólicos y enfocados hacia el tubo absorbedor hasta aproximadamente 400 °C. El tubo absorbedor se compone, a este respecto, por regla general, de un tubo metálico, que presenta una capa que absorbe radiación y un tubo envolvente compuesto normalmente por vidrio, que rodea el tubo metálico. El medio portador de calor se conduce a través del tubo metálico y, por ejemplo, se suministra a un dispositivo para generar vapor de agua, con el que se transforma en un procedimiento térmico la energía térmica en energía eléctrica. El tubo metálico y el tubo envolvente discurren en paralelo y de manera concéntrica el uno con respecto al otro. Entre el tubo metálico y el tubo envolvente se forma un espacio anular que se estanqueiza axialmente por una pared, que habitualmente se compone de metal. Los tubos absorbedores individuales están en aproximadamente 4 m o más y se ensamblan hasta dar bucles de campo solar con una longitud total de hasta 800 m. Se conocen tubos absorbedores de este tipo, por ejemplo, por el documento DE 102 31 467 B4.

25 Los medios portadores de calor usados habitualmente y en particular aceites térmicos liberan, al aumentar el envejecimiento, hidrógeno, que está disuelto por ejemplo en aceite térmico. La cantidad del hidrógeno disuelto depende del aceite térmico usado y de las condiciones de operación del circuito de aceite.

30 Cuando la temperatura aumenta, aumentan los índices de descomposición y, con ello, los índices de aparición de hidrógeno. La descomposición del aceite térmico puede acelerarse adicionalmente por impurezas, por ejemplo por agua, que debido a la fuga de los intercambiadores de calor llega al circuito de aceite. Como consecuencia de la permeabilidad, el hidrógeno liberado pasa a través del tubo metálico al espacio anular evacuado, aumentando también el índice de permeabilidad mediante el tubo metálico con temperatura de operación creciente del tubo metálico. Como consecuencia de ello, aumenta también la presión en el espacio anular, lo que tiene como consecuencia un aumento de la conducción térmica por el espacio anular, que conduce a su vez a pérdidas de calor y a un menor grado de eficacia del tubo absorbedor o del colector solar. En el efecto final se reduce la vida útil del tubo absorbedor, dado que a partir de un determinado momento ya no puede generarse un rendimiento térmico suficiente para poder llevar a cabo el procedimiento térmico de manera eficaz.

40 Con el fin de reducir al menos el aumento de presión en el espacio anular y, con ello, prolongar la vida útil del tubo absorbedor, puede unirse el hidrógeno libre que ha llegado al espacio anular mediante materiales rarefactores. La capacidad de recepción de los materiales rarefactores está, no obstante, limitada. Después de alcanzar la capacidad de carga máxima o después de la saturación del material rarefactor, aumenta la presión en todo el espacio anular dependiendo de la presión parcial de hidrógeno de la fase gaseosa durante tanto tiempo hasta que esté en equilibrio con la presión parcial del hidrógeno libre liberado a partir del aceite térmico. Las mediciones de campo pudieron demostrar hasta la fecha presiones de equilibrio de algunos mbar. El hidrógeno libre da lugar a una mayor conducción de calor en el espacio anular con las consecuencias desventajosas mencionadas anteriormente para el grado de eficiencia del colector solar.

50 Los tubos absorbedores que están dotados en el espacio anular de materiales rarefactores, se conocen, por ejemplo, por el documento WO 2004/063640 A1. En este documento se describe un dispositivo de sujeción para el material rarefactor, en el que el material rarefactor está apoyado en una vía en forma de carril. La vía está fijada a través de pies en el tubo metálico. Los pies están soldados en el tubo metálico de modo que en este caso puede producirse fácilmente una fuga, por lo que el medio portador de calor puede llegar al espacio anular y el vacío puede perderse en el espacio anular. Es además desventajoso en este dispositivo de sujeción que tengan que tenerse en cuenta las grandes diferencias de temperatura, que surgen durante el funcionamiento, entre el tubo metálico y el dispositivo de soporte y, con ello, diferentes expansiones longitudinales para impedir la torcedura o desgarre de las vías, lo que exige un esfuerzo constructivo mayor.

60 Además, la vía se encuentra en una zona que puede estar sometida a irradiación solar directa. En particular los rayos que proceden del espejo y que pierden o solo rozan el tubo metálico (radiación desfocalizada), pueden conducir a un calentamiento de la vía y, con ello, del material rarefactor. Esto es desventajoso debido a que la capacidad de recepción del material rarefactor para hidrógeno libre disminuye con el aumento de la temperatura del material rarefactor, de modo que el hidrógeno ya unido al material rarefactor se libera de nuevo, por lo que aumentan de nuevo la presión en el espacio anular y, con ello, la conducción térmica por el espacio anular. Dado que la vía

está unida a través de los pies directamente con el tubo metálico, tiene lugar por ello una transmisión térmica, en particular un transporte de calor conductivo hacia el material rarefactor, lo que favorece su calentamiento.

5 Como ya se mencionó al principio, los tubos absorbedores genéricos presentan habitualmente paredes, con las que se estanca el espacio anular. Para ello se extienden entre el tubo metálico y el tubo envolvente. Dado que el tubo metálico y el tubo envolvente se componen de diferentes materiales y durante el funcionamiento del tubo absorbedor se calientan con diferente intensidad, se expanden en particular en dirección axial con diferente intensidad. La pared comprende una unidad de compensación de expansión, con la que pueden compensarse las diferentes expansiones térmicas. Las unidades de compensación de expansión están elaboradas al menos en parte a partir de metal, de modo que son impenetrables a la radiación del sol. Por consiguiente, el medio portador de calor no se calienta en la zona que está encerrada por las unidades de compensación de expansión, de modo que se empeora el grado de eficacia del tubo absorbedor cuanto más grande es la zona encerrada por las unidades de compensación de expansión.

15 Por otra parte, el material rarefactor puede disponerse de manera ventajosa en las unidades de compensación de expansión. Dado que, como se describió anteriormente, son impenetrables por la radiación solar, los rayos de sol no pueden alcanzar, o al menos solo en un perímetro reducido, el material rarefactor, y correspondientemente no lo calientan, o lo calientan con menor intensidad. Como consecuencia, la capacidad de recepción del material rarefactor para hidrógeno libre no se reduce, o al menos con menor intensidad en comparación con irradiación directa, por la radiación solar. Una disposición correspondiente del material rarefactor se conoce por el documento DE 10 2005 022 183 B3.

25 Para aumentar, no obstante, el grado de eficacia del tubo absorbedor se intenta realizar las unidades de compensación de expansión lo más pequeñas posible para minimizar la zona del tubo absorbedor encerrada por las mismas. En este contexto se habla de una ampliación de la superficie de apertura del tubo absorbedor, denominando la superficie de apertura la zona del tubo absorbedor que es accesible sin impedimentos a la radiación solar. Junto con la minimización de la zona que está encerrada por las unidades de compensación de expansión, se minimiza también el espacio que está a disposición para la disposición del material rarefactor en las unidades de compensación de expansión. Así puede producirse una situación en la que no puede disponerse suficiente material rarefactor en las unidades de compensación de expansión, de modo que la cantidad de hidrógeno liberada durante la operación del tubo absorbedor ya no puede adsorberse en el grado requerido. La capacidad de recepción para hidrógeno libre es proporcional a la cantidad del material rarefactor usado. Como consecuencia, en los tubos absorbedores con superficie de apertura maximizada, la capacidad de recepción de absorción del material rarefactor se agota antes y el grado de eficacia del tubo absorbedor cae antes, de modo que tiene que intercambiarse antes por un nuevo tubo absorbedor, lo que influye negativamente en su balance económico.

40 Actualmente, los tubos absorbedores disponibles en el mercado están dotados de una unidad de compensación de expansión que se extiende o bien en el espacio anular entre el tubo absorbedor y el tubo envolvente (DE 102 31 467 B4) o bien que une entre sí el tubo absorbedor y el tubo envolvente (DE 60 223711 T2). En el caso de un aumento de la temperatura del tubo absorbedor, la unidad de compensación de expansión que se extiende en el espacio anular se comprime así, por lo que se aumenta la abertura del tubo de absorción en las condiciones de temperatura durante el funcionamiento.

45 La pared con la que se estanca el espacio anular se compone al menos por secciones de metal, de modo que tiene que preverse una unión de vidrio-metal en el extremo del tubo envolvente. Dado que en la unión de vidrio-metal el metal y el vidrio se mezclan directamente entre sí, las diferentes expansiones longitudinales a consecuencia de un cambio de temperatura son en este caso especialmente críticas. A consecuencia de la diferente expansión longitudinal, aparecen en la unión de vidrio-metal a menudo daños que conducen a una pérdida del vacío en el espacio anular. Esto tiene como consecuencia una clara disminución del grado de eficacia del colector solar, que entonces ya no puede operarse de manera económica.

50 La unidad de compensación de expansión que se extiende hacia el espacio anular protege la mitad de la unión de vidrio-metal apartada del colector ante radiación concentrada. La compresión de la unidad de compensación de expansión asociada a temperaturas más altas puede conducir a que la unión de vidrio-metal esté expuesta a radiación desfocalizada, en particular en una configuración axialmente acortada de la unidad de compensación de expansión.

60 En el caso de la unidad de compensación de expansión situada en el exterior, esta no ofrece ninguna protección para la unión de vidrio-metal. Por tanto, se prevé en otro punto (DE 60 223 711 T2) una placa para proteger la unión de vidrio-metal.

65 La radiación desfocalizada contribuye al calentamiento de la unión de vidrio-metal, aunque no al calentamiento del aceite térmico, de modo que no contribuye a generar energía eléctrica. Al aumentar la proporción de la radiación desfocalizada, disminuye por tanto el grado de eficacia del colector solar. Por el documento US 4.432.345 y el documento US 4.273.104 se conocen espejos secundarios que están dispuestos en la mitad del tubo absorbedor apartada del espejo colector en el espacio anular para aumentar el grado de eficacia del colector solar.

El documento CN 201 203 279 Y desvela un tubo absorbedor con un tubo metálico y un tubo envolvente de vidrio, estando dispuesta entre el tubo metálico y el tubo envolvente de vidrio una pared, en la cual está dispuesto un dispositivo de sujeción con un material rarefactor.

5 Por tanto, la presente invención tiene por objetivo reducir al menos las desventajas discutidas anteriormente de dispositivos de sujeción conocidos por el estado de la técnica y perfeccionarlas de tal modo que el calentamiento del material rarefactor se reduzca al menos y se posibilite una elaboración y un montaje sencillos del tubo absorbedor, estando equipado el dispositivo de sujeción tanto con material rarefactor como con un recipiente que está llenado con material rarefactor y/o gas de protección, y debiendo estar dispuesto el material rarefactor de manera discrecional.

10 Además, la presente invención tiene por objetivo compensar las desventajas de conceptos de tubo absorbedor conocidos, en particular la disminución de la capacidad de los materiales rarefactores para hidrógeno libre y el calentamiento de la unión de vidrio-metal mediante radiación desfocalizada y la pérdida derivada de ello de la radiación desfocalizada.

15 El objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1. No tiene lugar ninguna conducción de calor directa entre el tubo metálico y el dispositivo de sujeción. Una conducción de calor tiene lugar solo a través de componentes adicionales, en los que está fijado el dispositivo de sujeción. Cuando más largo es el recorrido de la conducción de calor, menor es la transmisión de calor, de modo que el calentamiento del material rarefactor se disminuye. La pared está desacoplada térmicamente en su mayor parte del tubo metálico, de modo que apenas se calienta durante la operación del tubo absorbedor. Al estar el dispositivo de sujeción fijado en la pared, no puede llegar ninguna cantidad de calor al material rarefactor, o solo una pequeña cantidad de calor, de modo que este tampoco se calienta durante la operación, o solo en un pequeño grado.

20 Además, no tienen que tenerse en cuenta las diferentes expansiones longitudinales a consecuencia del calentamiento del tubo metálico y del dispositivo de sujeción. Dado que el dispositivo de sujeción no está fijado en el tubo metálico, puede expandirse independientemente del tubo metálico sin que se produzcan daños.

25 Con ayuda de la configuración anular puede disponerse el material rarefactor de manera discrecional alrededor del tubo metálico en el espacio anular del tubo absorbedor. La sección de recepción y, con ello, el dispositivo de sujeción, puede estar realizado de una sola pieza, lo que simplifica el montaje en el espacio anular. La pantalla de protección contra radiación protege el material rarefactor ante radiación solar, la cual llega desde el sol directamente al tubo absorbedor o se refleja desde el espejo colector hacia el tubo absorbedor. Además, la radiación térmica, que no parte directamente del sol, sino por ejemplo del tubo metálico caliente, se impide también de calentar el material rarefactor.

30 La pared del tubo absorbedor presenta preferentemente un anillo exterior, un elemento de transición y/o un elemento de conexión, estando fijado el dispositivo de sujeción en el anillo exterior, en el elemento de transición o en el elemento de conexión. Los anillos exteriores, elementos de transición y elementos de conexión son componentes típicos de una unidad de compensación de expansión, con la cual se compensan diferentes expansiones del tubo metálico y del tubo envolvente durante la operación del absorbedor y al mismo tiempo se estanqueiza el espacio anular.

35 Preferentemente, la pared comprende un fuelle de pliegues, estando fijado el dispositivo de sujeción en el fuelle de pliegues. Muchas unidades de compensación de expansión comprenden, asimismo, un fuelle de pliegues, que compensa los desplazamientos axiales a consecuencia de las diferentes expansiones del tubo metálico y del tubo envolvente. De acuerdo con la invención es posible disponer el dispositivo de sujeción en forma anular alrededor del tubo metálico sin que tengan que tomarse medidas de fijación adicionales. A este respecto puede fijarse o suspenderse el dispositivo de sujeción mediante medios de fijación en el fuelle de pliegues. Dado que el fuelle de pliegues está elaborado habitualmente a partir de un material opaco tal como metal, este protege en esta disposición el material rarefactor al menos por un lado ante radiación solar, lo que conduce, asimismo, a una reducción del calentamiento del material rarefactor.

40 Preferentemente, el dispositivo de sujeción presenta una primera y una segunda zona, y el tubo absorbedor una mitad dirigida hacia el espejo colector y una mitad apartada del espejo colector. A este respecto, están dispuestos en la primera zona el material rarefactor o un primer recipiente llenado con el material rarefactor y en la segunda zona un segundo recipiente llenado con gas de protección, encontrándose la primera zona en la mitad apartada del espejo colector y la segunda zona en la mitad dirigida hacia el espejo colector.

45 La mitad apartada del espejo colector se sombrea por el tubo metálico, de modo que la primera zona no está expuesta a la radiación solar focalizada. Como consecuencia, el material rarefactor no se calienta, o solo de manera muy reducida, por lo que su capacidad de recepción para hidrógeno libre no está disminuida.

50 El gas de protección, que se encuentra en un segundo recipiente, no es especialmente sensible a la temperatura. El segundo recipiente está configurado de tal modo que puede abrirse debido a un efecto exterior, por ejemplo un

efecto térmico, de modo que el gas de protección emana y se distribuye en el espacio anular. Los gases de protección, por ejemplo dióxido de carbono o gases nobles, presentan una conductividad térmica muy baja, de modo que disminuyen a pesar de una concentración de hidrógeno relativamente alta la conducción térmica por el espacio anular, lo que a su vez limita las pérdidas de calor del tubo absorbedor.

5 De esta manera, se reduce el calentamiento del material rarefactor y la consiguiente disminución de la capacidad de recepción del material rarefactor para el hidrógeno libre. El dispositivo de sujeción puede presentar también varias pantallas de protección contra radiación, que están dispuestas, por ejemplo, visto desde el eje longitudinal del tubo absorbedor, distanciadas unas con respecto a otras radialmente hacia fuera. Dependiendo de la posición del
10 material rarefactor en el dispositivo de sujeción, una vez la primera y otra vez la segunda pantalla de protección contra radiación asumen una proporción más o menos grande del transporte del material rarefactor. Además, puede estar prevista una pantalla de protección contra radiación independiente, la cual está dispuesta, visto desde el eje longitudinal del tubo absorbedor radialmente hacia fuera, dentro del dispositivo de sujeción, y no tiene ninguna función portante. Puede desacoplarse térmicamente en el dispositivo de sujeción o en el tubo de metal o colocarse
15 en la pared y presenta radiación solar antes de que pueda alcanzar el dispositivo de sujeción.

Preferentemente, el dispositivo de sujeción comprende un metal altamente reflectante y/o el dispositivo de sujeción presenta una capa reflectante para reflejar radiación solar. De esta manera, la radiación que incide sobre la capa reflectante del dispositivo de sujeción no se absorbe, o solo en una muy pequeña medida, por lo que pueden
20 calentarse el dispositivo de sujeción y, con ello, también el material rarefactor de manera menos intensa. Además, la radiación reflejada puede conducirse hacia el tubo metálico, donde puede contribuir al calentamiento del medio portador de calor, de modo que esta radiación no se pierde.

Preferentemente, el dispositivo de sujeción presenta una envoltura para la protección del material rarefactor ante radiación solar. La envoltura puede estar configurada, por ejemplo, como tela de alambre. Esta no asume a este respecto ninguna función aislante, sino que reduce la cantidad de la radiación solar que irrumpe sobre el material
25 rarefactor, por ejemplo mediante sombreado. Por tanto, la envoltura está construida al menos parcialmente a partir de material opaco. No obstante, para no dificultar la accesibilidad del material rarefactor al hidrógeno libre, la envoltura presenta pequeños orificios, que por ejemplo pueden crearse por láser.

30 En una configuración preferente, la envoltura comprende una sección reflectante para reflejar radiación solar. La radiación solar que incide sobre la envoltura no calienta la envoltura, o solo en una muy pequeña parte, y se refleja, por ejemplo hacia el tubo metálico, donde puede contribuir al calentamiento del medio portador de calor. La radiación solar se usa, por tanto, de manera eficaz.

35 En un perfeccionamiento ventajoso del dispositivo de sujeción, que presenta un primer y un segundo extremo, está previsto un elemento de unión para unir el primer y el segundo extremo. En este perfeccionamiento, el dispositivo de sujeción es flexible debido al uso del primer resorte. Con el elemento de unión puede cerrarse el dispositivo de sujeción hasta dar una unidad similar al toro.

40 Preferentemente, el tubo absorbedor comprende un reflector dispuesto en el espacio anular para reflejar radiación, en particular radiación solar, en el tubo metálico. El reflector puede estar realizado o configurado como un componente autónomo de tal modo que se refleja una proporción especialmente grande de la radiación desfocalizada hacia el tubo metálico. Además, pueden tenerse en cuenta determinadas propiedades ópticas, por
45 ejemplo un desarrollo determinado del abombamiento del reflector, para realizar una concentración de la radiación que no puede realizarse, o solo con un gran esfuerzo, en la capa reflectante del dispositivo de sujeción.

En una configuración ventajosa, el tubo absorbedor comprende una pared metálica al menos por secciones que discurre entre el tubo envolvente y el tubo metálico para la estanqueización del espacio anular, pasando la pared a
50 través de una unión de vidrio-metal al tubo envolvente y estando dispuestos el reflector o el dispositivo de sujeción de tal modo que protegen la unión de vidrio-metal ante la radiación. La unión de vidrio-metal es especialmente sensible frente a oscilaciones de temperatura, que pueden conducir a un fracaso de la unión de vidrio-metal. Un fracaso ocasiona una pérdida del vacío en el espacio anular, lo que provoca una notable disminución del grado de eficacia del colector solar. El reflector y el dispositivo de sujeción están dispuestos de tal modo que somborean el
55 dispositivo de vidrio-metal y reducen así un calentamiento por radiación desfocalizada. Esto conduce a una carga disminuida de la unión de vidrio-metal, de modo que puede operarse durante más tiempo.

El reflector presenta preferentemente una carcasa con una sección de depósito para almacenar y para proteger el material rarefactor ante la radiación. Un reflector puede componerse, por ejemplo, de una pieza de chapa en forma
60 de placa sin presentar a este respecto una carcasa. Una vez que se diseña el reflector de tal modo que proporciona una sección cerrable y encerrada al menos parcialmente por la pared, en la que un objeto, por ejemplo el material rarefactor, puede apoyarse o protegerse, debe comprender de acuerdo con la definición una carcasa.

65 En el caso ideal, el espejo de colector está configurado de tal modo que refleja toda la radiación, en particular la radiación del sol, sobre el tubo metálico, que puede contribuir ahí al calentamiento del medio portador de calor. No obstante, debido a las inexactitudes de elaboración o a efectos mecánicos que surgen durante la operación del

colector solar tales como el viento y el granizo, puede ocurrir que una parte de la radiación reflejada por el espejo colector puede perder el tubo metálico y no contribuir al calentamiento del medio portador de calor. Esta parte de la radiación (radiación desfocalizada) queda, por tanto, sin aprovechar, lo que reduce el grado de eficiencia del tubo absorbedor y, con ello, del colector solar. De acuerdo con la invención, con ayuda del reflector dispuesto en el espacio anular se refleja la parte de la radiación que pierde el tubo metálico tras la reflexión mediante el espejo colector en el tubo metálico. Esta parte de la radiación puede contribuir ahora al calentamiento del medio portador de calor y no se pierde sin aprovechar. Las inexactitudes en la elaboración del espejo colector o las interferencias que aparecen durante la operación del colector solar no conducen, de acuerdo con la invención, a una reducción en el grado de eficacia del tubo absorbedor, o al menos conducen a una con menos intensidad.

La sección de depósito de la carcasa del reflector sirve para recibir el material rarefactor, que se protege al mismo tiempo ante la radiación. No están previstas ningunas unidades constructivas adicionales para el material rarefactor, lo que conduce a una simplificación de la construcción y, con ello, a una elaboración más económica del tubo absorbedor.

En un perfeccionamiento, el tubo absorbedor de acuerdo con la invención comprende una pared metálica al menos por secciones que discurre entre el tubo envolvente y el tubo metálico para la estanqueización del espacio anular, pasando la pared a través de una unión de vidrio-metal al tubo envolvente y estando dispuesto el reflector de tal modo que protege la unión de vidrio-metal ante la radiación. De acuerdo con la invención se dispone el reflector de tal modo que la unión de vidrio-metal se protege ante radiación desfocalizada y, por tanto, se calienta por este con menos intensidad. Como se mencionó anteriormente, los calentamientos demasiado y oscilaciones de temperatura intensos de la unión de vidrio-metal son a menudo la causa de su fracaso, lo que tiene como consecuencia una pérdida del vacío en el espacio anular. La protección de la unión de vidrio-metal con la disposición de acuerdo con la invención del reflector causa una conservación de la capacidad de funcionamiento y la capacidad de rendimiento del colector solar.

Preferentemente, el reflector comprende una capa reflectante aplicada en o sobre la carcasa. Esto puede realizarse, por ejemplo, como una lámina reflectante, que se aplica sobre la carcasa. Un revestimiento correspondiente de la carcasa es también concebible. La capa reflectante puede aplicarse ya durante la elaboración de la carcasa, no se requieren medidas de fijación costosas, además puede prescindirse del uso de medios de fijación independientes. Asimismo, es concebible el uso de un material altamente reflectante para la carcasa.

Además, el reflector comprende una superficie pulida. Esta superficie pulida puede ser una parte de la superficie de carcasa. En esta configuración puede prescindirse de componentes reflectantes adicionales, lo que tiene como consecuencia una simplificación de la producción del reflector.

En una configuración ventajosa de la invención, la sección de depósito comprende una o varias depresiones, en las que puede introducirse el material rarefactor. En este sentido, puede determinarse de manera sencilla desde el punto de vista constructivo la posición del material rarefactor en la carcasa y, con ello, su posición con respecto al reflector. La depresión puede generarse en forma de un pliegue o una ranura fresada, estampada u originada mediante flexión. El número y tamaño de las depresiones puede adaptarse a la cantidad necesaria del material rarefactor. Mediante estas depresiones puede impedirse el escurrimiento del material rarefactor en particular durante el montaje del tubo absorbedor o el mantenimiento del colector solar.

De manera ventajosa, una o varias depresiones pueden cerrarse por un cierre. Este cierre puede realizarse, por ejemplo, como red. Debe tenerse en cuenta a este respecto que el cierre limita lo menos posible la accesibilidad del material rarefactor para el hidrógeno libre que se encuentra en el espacio anular. Mediante el cierre se impide que el material rarefactor salga de la depresión. El material rarefactor se suministra y se usa habitualmente en forma de piezas prensadas en forma de cilindro, también denominadas píldoras. Como alternativa, puede prensarse el material rarefactor también en otras formas, de modo que durante la elección de la forma del material rarefactor prensado puede tenerse en cuenta también la forma del reflector. La adición de hidrógeno libre al material absorbente da lugar a hidruros, que mediante una ampliación del volumen pueden causar una particulación de las píldoras. Las partículas pueden ensancharse entonces de manera descontrolada en el espacio anular y calentarse mediante la radiación. Esto conduce ahí a aumentos de temperatura locales ("hot spots" o puntos calientes), lo que repercute de manera desventajosa en la vida útil y el grado de eficiencia del tubo absorbedor. En particular se daña el tubo envolvente elaborado a partir de vidrio por los puntos calientes. Esto puede impedirse mediante la provisión de 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. Por eso, una fijación en el tubo metálico es en particular desventajosa, dado que este se calienta de manera intensa durante la operación, por lo que, por un lado, se tendrían en cuenta expansiones térmicas durante la fijación, lo que exige un esfuerzo constructivo mayor. En la medida en que no se prevén unidades de compensación correspondientes para compensar las expansiones longitudinales diferentes se da siempre un riesgo de torcedura o desgarre de la carcasa durante una fijación en el tubo metálico.

La pared estanqueiza el espacio anular con respecto al entorno. Como ya se explicó anteriormente, la pared está construida al menos por secciones de manera metálica. Dado que los metales presentan habitualmente una buena conductividad de calor, puede disiparse el calor desde la carcasa a través de la pared hacia el entorno cuando la carcasa está fijada en la pared. El calentamiento del material rarefactor, como consecuencia, se reduce.

5 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención, en el que la pared comprende un elemento de conexión y/o un fuelle de pliegues, la carcasa está fijada en el elemento de conexión o en el fuelle de pliegues. Los fuelles de pliegues son componentes típicos de una unidad de compensación de expansión, con la cual se compensan diferentes expansiones del tubo metálico y del tubo envolvente durante la operación del absorbedor y al mismo tiempo se estanqueiza el espacio anular. Estas y el elemento de conexión están habitualmente al menos en parte en contacto por conducción de calor con respecto al entorno del tubo absorbedor. Como consecuencia, estos conducen al menos una determinada cantidad de calor hacia el entorno. La cantidad de calor disipada ya no puede llegar al material rarefactor y calentar el mismo.

15 En una configuración preferente del tubo absorbedor de acuerdo con la invención, en el que el fuelle de pliegues presenta un extremo interior y un extremo exterior, la carcasa está fijada en el extremo interior. El extremo interior señala en dirección del espacio anular o se encuentra en el espacio anular. Como se explicó al principio, se intenta maximizar la superficie de apertura del tubo de absorbedor. Los fuelles de pliegues desempeñan a este respecto un papel importante dado que determinan juntos la extensión axial de las unidades de compensación de expansión. En la maximización de la superficie de apertura se intenta configurar los fuelles de pliegues lo más cortos posible. Como consecuencia, el número de los pliegues de los fuelles de pliegues usados se limita al mínimo necesario. Mediante la fijación de acuerdo con la invención de la carcasa en el extremo interior del fuelle de pliegues, el tamaño o el número de los pliegues del fuelle de pliegues no desempeña un papel en la colocación del material rarefactor. De acuerdo con la invención, independientemente de la extensión axial de las unidades de compensación de expansión, en particular de los fuelles de pliegues, se garantiza que puede disponerse siempre suficiente material rarefactor en el espacio anular, dado que el reflector está dispuesto axialmente hacia dentro de la unidad de compensación de expansión y, con ello, de manera independiente de la extensión axial.

30 En una configuración preferente de la presente invención, en la que la pared comprende un anillo exterior y un elemento de conexión, la carcasa está fijada en el anillo exterior o en el elemento de conexión. Los anillos exteriores son componentes típicos de una unidad de compensación de expansión, con la cual se compensan diferentes expansiones del tubo metálico y del tubo envolvente durante la operación del absorbedor y al mismo tiempo se estanqueiza el espacio anular. Estas están habitualmente al menos en parte en contacto por conducción de calor con respecto al entorno del tubo absorbedor. Como consecuencia, estos conducen al menos una determinada cantidad de calor hacia el entorno. La cantidad de calor disipada ya no puede calentar el material rarefactor.

40 En un perfeccionamiento preferente de la invención, en el que el tubo absorbedor presenta una mitad dirigida hacia el espejo colector y una mitad apartada del mismo, está dispuesto el reflector en la mitad apartada del espejo colector. La radiación reflejada por el espejo colector atraviesa la mitad dirigida al mismo e incide sobre el tubo metálico. El tubo metálico causa en la mitad apartada del espejo colector un sombreado, que en su mayor parte está libre de radiación. Correspondientemente, se reduce también el calentamiento del material rarefactor dispuesto en la carcasa cuando se dispone en la mitad apartada.

45 En la mitad apartada del espejo de colector, el reflector no causa ningún sombreado de la radiación, de modo que la superficie de apertura no se reduce sobre la mitad principalmente pertinente dirigida hacia el espejo de colector. Además, el reflector puede revertir radiación desfocalizada hacia el tubo metálico. El tubo absorbedor puede operarse en esta disposición del reflector con un grado de eficacia aumentado.

50 Preferentemente, el reflector comprende una o varias secciones planares reflectantes. Mediante las secciones planares puede construirse de manera especialmente sencilla el reflector sin que se reduzca de manera notable su grado de eficacia. Ciertamente el reflector puede comprender también secciones abombadas, aunque estas son, por un lado, difíciles de elaborar y, por otro lado, tienen que estructurarse de manera más exacta para que se refleje la radiación reflejada en realidad en el tubo metálico. Esta configuración del reflector no necesita ningún lugar de instalación exacto de este tipo.

55 La invención se explica ahora en detalle mediante ejemplos de realización preferentes con referencia a las figuras adjuntas. Muestran:

- 60 la Figura 1 una representación esquemática de un colector solar,
- la Figura 2 una representación en medio corte mediante un primer ejemplo de realización de un tubo absorbedor con un primer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención,
- 65 la Figura 3 una representación en corte del primer ejemplo de realización mostrado en la Figura 2 del dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención en forma ampliada,

- la Figura 4 una representación en medio corte a través del tubo absorbedor de acuerdo con el primer ejemplo de realización con un dispositivo de sujeción según un segundo ejemplo de realización,
- 5 la Figura 5 una representación en corte del segundo ejemplo de realización mostrado en la Figura 4 del dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención en forma ampliada,
- la Figura 6 una representación en medio corte mediante una segunda forma de realización no de acuerdo con la invención del tubo absorbedor con un tercer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción no de acuerdo con la invención,
- 10 la Figura 7 una representación en corte parcial del tercer ejemplo de realización mostrado en la Figura 6 del dispositivo de sujeción no de acuerdo con la invención a lo largo del eje longitudinal en forma ampliada,
- 15 la Figura 8 una vista superior del tercer ejemplo de realización mostrado en las Figuras 6 y 7 del dispositivo de sujeción no de acuerdo con la invención,
- la Figura 9 una vista superior de un cuarto ejemplo de realización no de acuerdo con la invención del dispositivo de sujeción,
- 20 la Figura 10 una representación en corte mediante el segundo ejemplo de realización no de acuerdo con la invención del tubo absorbedor con un cuarto ejemplo de realización no de acuerdo con la invención de un dispositivo de sujeción,
- 25 la Figura 11 una representación en medio corte mediante un tercer ejemplo de realización del tubo absorbedor con el primer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención,
- la Figura 12 una representación en medio corte mediante un cuarto ejemplo de realización del tubo absorbedor con el segundo ejemplo de realización del dispositivo de sujeción de acuerdo con la invención,
- 30 la Figura 13 una representación en medio corte mediante la segunda forma de realización no de acuerdo con la invención del tubo absorbedor con un primer ejemplo de realización de un reflector no de acuerdo con la invención,
- 35 la Figura 14 una representación en corte a escala mediante un ejemplo de realización adicional del tubo absorbedor, que es idéntico al ejemplo de realización representado en la Figura 13 a excepción de las dimensiones, a lo largo del plano de corte A-A definido en la Figura 13 incluyendo el espejo colector para aclarar la trayectoria del rayo,
- 40 la Figura 15 una representación en corte mediante un tubo absorbedor con el primer ejemplo de realización del reflector de acuerdo con la invención,
- la Figura 16 una representación en medio corte mediante un tubo absorbedor con un segundo ejemplo de realización del reflector no de acuerdo con la invención, y
- 45 la Figura 17 una representación en corte a escala mediante un ejemplo de realización adicional del tubo absorbedor, que es idéntico al ejemplo de realización representado en la Figura 16 a excepción de las dimensiones, a lo largo del plano de corte B-B definido en la Figura 16.
- 50 Las formas de realización representadas en las figuras 6 a 10 así como 13, 14, 16 y 17 no son de acuerdo con la invención.

En la Figura 1 está representado un colector solar 10 del tipo conocido. El colector solar 10 comprende un espejo colector 12, que refleja la radiación solar 14 y dirige la radiación solar 16 reflejada hacia un tubo absorbedor 18. El espejo colector 12 está configurado en forma de carril, de modo que causa una focalización de la radiación solar reflejada a lo largo de una línea focal que discurre por el 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 revestido con una capa que absorbe radiación (no representada) y se atraviesa por fluido por un medio portador de calor. El tubo envolvente 24 encierra el tubo metálico 22, de modo que se forma 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 carril del espejo colector 12, puede subdividirse el tubo absorbedor 18 en una mitad 28 dirigida hacia el espejo colector 12 y una mitad 30 apartada del mismo.

La dirección de flujo del medio portador de calor está indicada por la flecha P₁. Cuando el tubo metálico 22 fluye atravesando, el medio portador de calor se calienta por la radiación solar 16 reflejada. La temperatura alcanzable asciende aproximadamente a 400 °C. El medio portador de calor calentado se suministra a un procedimiento no

- representado en más detalle en el que se obtiene energía eléctrica. La mitad 30 del tubo absorbedor 18 apartada del espejo colector 12 se refrigera mediante convección mixta, es decir, mediante convección natural, y por ejemplo mediante convección forzada por el viento, lo que conduce a pérdidas de calor y, por tanto, empeora el procedimiento de calentamiento del medio portador de calor. Por tanto, se intenta reducir lo máximo posible la conducción de calor desde el tubo metálico 22 hacia el exterior, lo que ocurre con ayuda del espacio anular 26 formado con el tubo envolvente 24. Este puede o bien evacuarse o bien llenarse con un gas de protección. Asimismo, es posible una combinación de ambas medidas. Ambas medidas conducen a que la conducción de calor se disminuya por el espacio anular 26, por lo que se limitan las pérdidas de calor.
- 10 En la Figura 2 se muestra un primer tubo absorbedor 18 con un primer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción 32₁ de acuerdo con la invención en una representación en medio corte. 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 conexión 40. En el peso del elemento de transición 36 al tubo envolvente 24 está prevista una unión de vidrio-metal 37. Para compensar los desplazamientos axiales del tubo envolvente 24 con respecto al tubo metálico 22, que se provocan debido a las diferentes expansiones durante la operación del tubo absorbedor 18, está dispuesto entre el anillo exterior 38 y el elemento de conexión 40 un fuelle de pliegues 41, que se comprime o expande correspondientemente. El anillo exterior 38 puede apoyarse también sobre el elemento de conexión 40, pudiendo desplazarse, no obstante, axialmente sobre el elemento de conexión 40, de modo que puede transmitir las expansiones al fuelle de pliegues 41. El fuelle de pliegues 41 presenta un extremo interior 42 que señala hacia el espacio anular 26 y un extremo exterior 43 que señala de manera que se aleja del espacio anular 26. En este ejemplo de realización están unidos el elemento de conexión 40 con el extremo exterior 43 y el anillo exterior 38 con el extremo interior 42 del fuelle de pliegue 41.
- 25 El dispositivo de sujeción 32₁ está fijado en este ejemplo partiendo radialmente del eje longitudinal 20 dentro del fuelle de pliegues 41 en el elemento de conexión 40, aunque puede estar fijado también en el elemento de transición 36 o en el anillo exterior 38. El fuelle de pliegues 41 está elaborado habitualmente a partir de material opaco tal como metal. La disposición del dispositivo de sujeción 32₁ aprovecha, por tanto, el efecto de sombreado del fuelle de pliegues 41, de modo que el dispositivo de sujeción 32₁ se protege al menos por un lado ante radiación solar, lo que reduce un calentamiento. En cada caso, el dispositivo de sujeción 32₁ está dispuesto en el espacio anular 26 sin que exista un contacto directo con respecto al tubo metálico 22. Directamente no puede transportarse, por tanto, calor alguno desde el tubo metálico 22 al interior del dispositivo de sujeción 32₁, de modo que también se reduce en este sentido el calentamiento del dispositivo de sujeción 32₁.
- 30 En la Figura 3, el ejemplo de realización mostrado en la Figura 2 del dispositivo de sujeción 32₁ está aislado por el tubo absorbedor 18 y representado de manera ampliada. En este ejemplo de realización, el dispositivo de sujeción 32₁ presenta una sección de recepción 44 que puede recibir un material rarefactor 46 o un recipiente 48 llenado con material rarefactor 46. El material rarefactor 46 puede llenarse en forma de polvo en los recipientes 48. Como alternativa, puede prensarse el material rarefactor 46 hasta dar porciones, habitualmente con forma cilíndrica. En este caso puede prescindirse del recipiente 48.
- 40 Tanto el material rarefactor 46 prensado hasta dar porciones como los recipientes 48 pueden situarse sobre elementos distanciadores 50. Estos elementos distanciadores 50 sirven para impedir la conducción de calor con respecto al material rarefactor 46. La sección de recepción 44 presenta una sección de delimitación 54 que impide que el material rarefactor 46 o los recipientes 48 llenados con material rarefactor resbalen desde la sección de recepción 44 hacia abajo.
- 45 En esta forma de realización, el dispositivo de sujeción 32₁ está cerrado y configurado en forma anular, de modo que puede encerrarse el tubo metálico por completo. En este caso puede preverse una sección de recepción 44 adicional, visto radialmente, por fuera de la sección de recepción 44, que impide entonces la caída hacia fuera del material rarefactor 46 (no representado).
- 50 Además, el dispositivo de sujeción 32, como se muestra en la Figura 2, está fijado en el elemento de conexión 40. Este está a su vez en contacto con el tubo metálico 22 y encierra este de manera estanca a gas, para lo que están previstas juntas especiales y aquí no mostradas. Estas juntas se componen habitualmente de un material que conduce mal el calor, de modo que el elemento de conexión 40 está desacoplado térmicamente en su mayor parte del tubo metálico 22. Para reducir, no obstante, la conducción de calor lo máximo posible se intenta mantener la superficie de contacto entre la sección de recepción 44 y el elemento de conexión 40 lo más pequeño posible. Esto puede ocurrir por ejemplo de tal modo que el dispositivo de sujeción 32₁ se une por puntos con el elemento de conexión 40. Con ello se consigue que pueda efectuarse solo una pequeña conducción de calor desde el elemento de conexión 40 hacia el material rarefactor 46 o hacia el recipiente 48 llenado con el material rarefactor 46.
- 60 Además, el dispositivo de sujeción 32₁ comprende una capa reflectante 60, que señala hacia el tubo metálico 22 y está fijada en la sección de recepción 44. La capa reflectante 60 revierte al tubo metálico 22 rayos solares que han perdido o rayado el tubo metálico 22 y caen sobre la capa reflectante 60. De esta manera se impide, por un lado, que el dispositivo de sujeción 32₁ absorba los rayos solares, lo que podría conducir a un calentamiento del material
- 65

rarefactor 46, y, por otro lado, los rayos reflejados en el tubo metálico 22 pueden contribuir al calentamiento del medio portador de calor. Como alternativa puede estar configurada la sección de recepción 44 completa o parcialmente como un metal altamente reflectante 60.

5 En la Figura 4 está representado un segundo ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₂. Se corresponde en su mayor parte con el primer ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₁, no obstante no está fijado en el elemento de conexión 40, sino que está fijado con medios de fijación 61 en el fuelle de pliegues. Estos medios de fijación 61 pueden estar configurados como una parte de la sección de recepción 44. Los medios de fijación 61 pueden introducirse, por ejemplo, en un pliegue del fuelle de pliegues 41. Esta solución sencilla desde el punto de vista constructivo se ofrece entonces cuando el dispositivo de sujeción 32₂ encierra el tubo metálico 22 con 180° o más. Además, el dispositivo de sujeción 32₂ está realizado de acuerdo con la segunda forma de realización más largo que el dispositivo de sujeción 32₁ según la primera forma de realización. En total, pueden recibirse cinco recipientes 48 por el dispositivo de sujeción 32₂. Además, con la versión alargada es posible sombrear la unión de vidrio-metal 37 y así proteger ante calentamiento.

15 Dado que el dispositivo de sujeción 32₂ no está en contacto con el elemento de conexión 40, no puede llegar calor alguno de manera conductiva desde el elemento de conexión 40 al interior del dispositivo de sujeción 32₂ y, con ello, al material rarefactor 46. También aquí se aplica que el dispositivo de sujeción 32₂ no está en contacto directo con el tubo metálico 22, de modo que no puede transportarse calor alguno desde el tubo metálico 22 al interior del dispositivo de sujeción 32₂. La expansión longitudinal del tubo metálico 22 no tiene ninguna influencia en el dispositivo de sujeción 32₂.

20 En la Figura 5 está representado ampliado el dispositivo de sujeción 32₂. Se reconoce que el material rarefactor 46 está rodeado por una envoltura 62 que fija el material rarefactor 46 en el dispositivo de sujeción 32₂. Esta envoltura 62 puede estar configurada como un tejido de tela. Para no dificultar la accesibilidad del material rarefactor 46 al hidrógeno libre, la envoltura 62 presenta pequeños orificios 64.

25 En la Figura 6 está representado un segundo tubo absorbedor 18 con un tercer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción 32₃, que no es de acuerdo con la invención. No obstante, aquí el dispositivo de sujeción 32₃ está colocado alrededor del fuelle de pliegues 41. Para ello, el elemento de conexión 40 en comparación con el ejemplo representado en la Figura 2 está unido con el extremo interior y el anillo exterior 38 con el extremo exterior del fuelle de pliegues 41. En este sentido se reduce la extensión axial de la pared 34, de modo que una sección más grande del tubo metálico 22 puede exponerse a rayos solares, lo que aumenta la eficiencia del tubo absorbedor 18. Además, se sombrea la unión de vidrio-metal 37 por el elemento de conexión 40 y por el fuelle de pliegues 41 y se protege ante la radiación desfocalizada.

30 En la Figura 7 está representado el cuarto ejemplo de realización no de acuerdo con la invención en una representación en corte parcial a lo largo de un eje longitudinal 66 (véase la Figura 8) del dispositivo de sujeción 32₃. La sección de recepción 44 y el dispositivo de fijación 50 están en este caso englobados y configurados como un primer resorte 76 con espiras 77. Los recipientes 48 o el material rarefactor 46 están dispuestos en el espacio encerrado por las espiras 77 y se sostienen por las mismas. Mediante el uso del primer resorte 76 puede curvarse el eje longitudinal 66 del dispositivo de sujeción 32₃.

35 La envoltura 62 está realizada en este ejemplo de realización como una tela de alambre 68, la cual se estira a través del primer resorte 76. La tela de alambre 68 protege el material rarefactor 46 mediante sombreado ante rayos solares, aunque garantiza al mismo tiempo que el hidrógeno libre pueda llegar fácilmente al material rarefactor 46. La tela de alambre 68 no reduce la conducción de calor al material rarefactor 46.

40 En la Figura 8 se muestra el tercer ejemplo de realización de un dispositivo de sujeción 32₃ en una vista superior, que no es de acuerdo con la invención. El dispositivo de sujeción 32₃ presenta un primer extremo 70 y un segundo extremo 72, que están unidos con un elemento de unión 73, de modo que el primer resorte 76 se curva. El elemento de unión 73 presenta un elemento de pre-tensión 74, que ejerce una fuerza de pre-tensión cuando se extiende. El elemento de pre-tensión 74 está realizado en este caso como un tercer resorte 79. La longitud del dispositivo de sujeción 32₃ o del elemento de unión 73 está seleccionado a este respecto de tal modo que el primer y el segundo extremo 70, 72 durante el montaje, por ejemplo cuando se monta alrededor del fuelle de pliegues 41, como se representa en la Figura 6, se estiran alejándose el uno del otro de modo que el elemento de pre-tensión 74 se extiende y genera una fuerza de pre-tensión. Una parte de esta fuerza de pre-tensión produce una fuerza de fricción entre el dispositivo de sujeción 32₃ y el fuelle de pliegues 41, de modo que el dispositivo de sujeción 32₃ está establecido en su posición. Sobre la tela de alambre 68 están dispuestas secciones reflectantes 78, las cuales reflejan los rayos solares y disminuyen un calentamiento del material rarefactor 46.

45 En la Figura 9 está representado un cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₄, que no es de acuerdo con la invención. Está estructurado esencialmente igual que el ejemplo de realización representado en las figuras 7 y 8. No obstante, el dispositivo de sujeción 32₄ está en este caso subdividido en una primera zona 80 y en una segunda zona 82. En la primera zona 80 se encuentran el material rarefactor 46 o uno o varios primeros recipientes 84 llenados con el material rarefactor 46, mientras que en la segunda zona 82 están dispuestos uno o

varios segundos recipientes 86 llenados con gas de protección.

En la Figura 10 está representado un tubo absorbedor 18 con el cuarto ejemplo de realización del dispositivo de sujeción 32₄. El dispositivo de sujeción 32₄ está dispuesto a este respecto de tal modo que la primera zona 80 se encuentra en la mitad 30 apartada del espejo colector 12 y la segunda zona 82 en la mitad 28 del tubo absorbedor 18 dirigida hacia el espejo colector 12. Sobre la mitad 30 apartada no incide ninguna radiación solar concentrada procedente del espejo colector 12. Como consecuencia, el material rarefactor 46 que se encuentra de acuerdo con la invención en la mitad 30 apartada no se calienta por la radiación solar, de modo que su capacidad de recepción para el hidrógeno libre no está disminuida. A este respecto, por ejemplo la disposición del segundo recipiente 86 no debe entenderse en la mitad 82 dirigida hacia el espejo colector 12 como que tiene que estar dispuesto completamente en la mitad 82. Puede estar dispuesto al menos parcialmente también en la mitad 80 apartada.

En la Figura 11 está representado el tubo absorbedor 18₃ de acuerdo con una tercera forma de realización, que se corresponde en su mayor parte con el tubo absorbedor 18₁ representado en la Figura 2 y presenta un dispositivo de sujeción 32₁ de acuerdo con el primer ejemplo de realización. No obstante, la pared 34 está construida de manera algo diferente. En este ejemplo de realización, la pared 34 no presenta ningún anillo exterior 38. Más bien, el fuelle de pliegues 41 está unido directamente con el elemento de transición 36. El tubo envolvente 24 y el fuelle de pliegues 41 están dimensionados de tal modo que el elemento de transición 36 presentan un diámetro constante. El dispositivo de sujeción 32₁ está dispuesto de tal modo que sombrea la unión de vidrio-metal 37.

En la Figura 12 está representado un tubo absorbedor 18₄, que se corresponde en su mayor parte con el tubo absorbedor 18₂ representado en la Figura 4 y presenta un dispositivo de sujeción 32₂ de acuerdo con el segundo ejemplo de realización. No obstante, también aquí está la pared 34 construida de manera diferente. En este caso, el fuelle de pliegues 41 está unido directamente con el tubo envolvente 24 a través del elemento de transición 36 sin que esté dispuesto entremedias un anillo exterior. En comparación con el ejemplo de realización representado en la Figura 11, se modifica el diámetro del elemento de transición 36, de modo que el diámetro del tubo envolvente 24 y el fuelle de pliegues 41 no tienen que coincidir entre sí, dado que pueden compensarse diferencias de diámetro con el elemento de transición 36.

En la Figura 13 se muestra el tubo absorbedor 18₂ de acuerdo con el segundo ejemplo de realización en una representación en medio corte. En el ejemplo representado está fijado en el extremo interior 42 del fuelle de pliegues 41 y en el elemento de conexión 40 un reflector 94₁ con una carcasa 90. El reflector 94₁ refleja la radiación 16 (véase la Figura 14), que incide sobre el mismo reflejada por el espejo colector 12, hacia el tubo metálico 22. El reflector 94₁ comprende una capa 96 reflectante aplicada sobre la carcasa 90. El reflector 94₁ está abombado de manera cóncava. La reflexión de la radiación 16 por el reflector 94 está indicada mediante la flecha P₂.

La carcasa 90 presenta una sección de depósito 92, en la que puede introducirse el material rarefactor 46. La sección de depósito 92 comprende una depresión 102 y una abertura 100, por la que puede introducirse el material rarefactor 46 en la depresión 102. La abertura 100 de la depresión 102 está cerrada con un cierre 104, que puede estar realizado por ejemplo como red.

En la Figura 14 está representado no a escala el segundo ejemplo de realización del tubo absorbedor 18₂ mediante una representación en corte a lo largo del plano de corte A-A definido en la Figura 13. Además, se muestra el espejo colector 12. Puede reconocerse fácilmente el reflector 94₁ abombado de manera cóncava, pudiendo discurrir el abombamiento de manera elíptica o parabólica o de otro modo, así como la depresión 102 llenada con el material rarefactor 46. Además, puede reconocerse la abertura 100, por la que puede introducirse el material rarefactor 46 en la depresión 102. La carcasa 90 con el reflector 94₁ y el material rarefactor 46 están dispuestos exclusivamente en la mitad 30 del tubo absorbedor 18₂ apartada del espejo colector 12. La mitad 28 dirigida hacia el espejo colector 12 ya mitad 30 del tubo absorbedor 18₂ apartada del mismo pueden reconocerse fácilmente.

Para aclarar la trayectoria del rayo de los rayos solares 14 están trazadas las flechas P₃ a P₆. Los rayos que discurren a lo largo de las flechas P₄ y P₅ inciden sobre el espejo colector 12 y se reflejan por este directamente en el tubo metálico 22, donde contribuyen al calentamiento del medio portador de calor. Los rayos que discurren a lo largo de las flechas P₃ y P₆ indican, asimismo, sobre el espejo colector 12. Estos no se reflejan en el tubo metálico 22 por el espejo colector 12 por ejemplo a consecuencia de inexactitudes de elaboración del espejo colector 12 (radiación desfocalizada), sino que pierden este. Normalmente, estos atravesarían el tubo envolvente 24 sobre la mitad 30 apartada del espejo colector 12 y no podrían contribuir al calentamiento del medio portador de calor.

Estos rayos inciden sobre el reflector 94₁, que está configurado de tal modo que refleja los rayos de vuelta al tubo metálico 22, de modo que pueden contribuir al calentamiento del medio portador de calor y no permanecen sin aprovechar. El reflector 94 y el material rarefactor 46 están situados el uno con respecto al otro de tal modo que el material rarefactor 46 no puede calentarse por la radiación desfocalizada. Con ello se consigue, por un lado, que los rayos que pierden el tubo metálico 22 se reflejen por el reflector 94₁ de vuelta al tubo metálico 22 y, por tanto, no permanezcan sin aprovechar, y, por otro lado, que el material rarefactor 46 no se caliente por estos rayos, por lo que se reduciría su capacidad de recepción para hidrógeno libre.

En la Figura 15 está representado un quinto ejemplo de realización del tubo absorbedor 18₅ de acuerdo con la invención. En comparación con el primer ejemplo de realización, la carcasa 90 y el reflector 94₁ encierran en este caso el tubo metálico 22 por completo, es decir, fluye atravesando tanto la mitad 28 dirigida hacia el espejo colector 12 como la mitad 30 del tubo absorbedor 18₅ apartada del mismo. El material rarefactor 46 está dispuesto, no obstante, ahora en la mitad 30 del tubo absorbedor 18₅ apartada. Además, en este ejemplo de realización está reducido el número de los pliegues del fuelle de pliegues 41 hasta el mínimo absolutamente necesario. De acuerdo con la invención, la disposición del material rarefactor 46 es independiente de la expansión axial del fuelle de pliegues 41, de modo que puede albergarse siempre de manera suficiente material rarefactor 46 en la carcasa 90.

5 El elemento de transición 36 forma en su paso al tubo envolvente 24 la unión de vidrio-metal 37. Durante el dimensionamiento de la carcasa 90 y su disposición dentro del espacio anular 26 teniendo en cuenta la extensión axial del fuelle de pliegues 41 se pone atención en este ejemplo de realización en que la unión de vidrio-metal 37 se sombree lo máximo posible. La unión de vidrio-metal 37 es sensible frente a expansiones térmicas, por lo que un sombreado amplía la accesibilidad de la unión de vidrio-metal 37.

15 La reflexión de la radiación 16 por el reflector 94₁ está indicada mediante la flecha P₇.

El tubo absorbedor representado en la Figura 16 presenta un segundo ejemplo de realización del reflector 94₂, que está construido a partir de varias secciones 106 planares y no es de acuerdo con la invención. Las secciones 106 planares pueden estar realizadas como capa reflectante 96 de la carcasa 90 o como componentes independientes. La capa reflectante 96 puede estar configurada como superficie 110 pulida, que refleja también. El reflector 94 está fijado en un soporte 108, que se extiende desde el anillo exterior 38 hacia el reflector 94 sin tocar el fuelle de pliegues 41. El reflector 94 está dispuesto de tal modo que sombrea la unión de vidrio-metal 37. La radiación 16 desfocalizada, cuyo desarrollo está indicado con la flecha P₇, se impide mediante el reflector 94 de incidir sobre la unión de vidrio-metal 37. Además, el reflector 94 se ocupa de que la radiación desfocalizada se revierte de vuelta al tubo metálico 22 y contribuye al calentamiento del aceite térmico.

20 En la carcasa 90 del reflector 94₂ está dispuesta la sección de depósito 92, en la que se encuentra el material rarefactor 46. La sección de depósito 92 está realizada a su vez como la depresión 102, que puede cerrarse con el cierre 104.

En la Figura 17 está representado el tubo absorbedor 18₅, el cual coincide a excepción de las dimensiones en su mayor parte con el de la Figura 16. El tubo absorbedor 18₅ está mostrado mediante el plano de corte B-B definido en la Figura 16. Se reconoce que el reflector 94₂ está dispuesto en la mitad 30 del tubo absorbedor 18 apartada del espejo colector 12.

Lista de referencias

- 10 Colector solar
- 40 12 Espejo colector
- 14 Irradiación solar
- 16 Irradiación solar reflejada
- 18₁ - 18₆ Tubo absorbedor
- 45 20 Eje longitudinal del tubo absorbedor
- 22 Tubo metálico
- 24 Tubo envolvente
- 26 Espacio anular
- 50 28 Mitad del tubo absorbedor dirigida hacia el espejo colector
- 30 Mitad del tubo absorbedor dirigida hacia el espejo colector
- 32₁ - 32₄ Dispositivo de sujeción
- 34 Pared
- 36 Elemento de transición
- 55 37 Unión de vidrio-metal
- 38 Anillo exterior
- 40 Elemento de conexión
- 41 Fuelle de pliegues
- 60 42 Extremo interior
- 43 Extremo exterior
- 44 Sección de alojamiento
- 46 Material rarefactor
- 48 Recipiente
- 65 50 Elemento distanciador

54	Sección de delimitación
60	Capa reflectante
61	Medio de fijación
5	62 Envoltura
	63 Pantalla de protección contra radiación
	64 Orificios
	66 Eje longitudinal del dispositivo de sujeción
	68 Tela de alambre
10	70 Primer extremo
	72 Segundo extremo
	73 Elemento de unión
	74 Elemento de pre-tensión
	76 Primer resorte
15	77 Espiras
	78 Sección reflejada
	79 Tercer resorte
	80 Primera zona
20	82 Segunda zona
	84 Primer recipiente
	86 Segundo recipiente
	90 Carcasa
25	92 Sección de depósito
	94 Reflector
	96 Capa reflectante
	100 Abertura
30	102 Depresión
	104 Cierre
	106 Sección planar
	108 Soporte
	110 Superficie pulida
35	P Dirección de flujo del medio portador de calor

REIVINDICACIONES

1. Tubo absorbedor en particular para colectores solares 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 el tubo metálico (22) para configurar un espacio anular evacuable (26),
 - una pared (34) que discurre entre el tubo envolvente (24) y el tubo metálico (22) para estanqueizar el espacio anular (26), y
- 10
- un dispositivo de sujeción (32) dispuesto en el espacio anular (26) para un material rarefactor (46) o un recipiente (48) llenado con un material rarefactor (46) con una sección de recepción (44) para el alojamiento del material rarefactor (46) o del recipiente (48),
- caracterizado por que** el dispositivo de sujeción (32) está fijado en la pared (34), y por que la sección de recepción (44) está configurada con forma anular y presenta una pantalla de protección contra radiación (63) contra radiación solar y radiación térmica.
- 15
2. Tubo absorbedor según la reivindicación 1,
caracterizado por que la pared (34) comprende un anillo exterior (38), un elemento de transición (36) y/o un elemento de conexión (40) y el dispositivo de sujeción (32) está fijado en el anillo exterior (38), en el elemento de transición (36) o en el elemento de conexión (40).
- 20
3. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 1 o 2,
caracterizado por que la pared (34) comprende un fuelle de pliegues (41) y un elemento de transición (36) y el dispositivo de sujeción (32) está fijado en el fuelle de pliegues (41) o en el elemento de transición (36).
- 25
4. Tubo absorbedor según la reivindicación 1,
caracterizado por que el dispositivo de sujeción (32) comprende un metal altamente reflectante (60) y/o una capa reflectante (60) para reflejar radiación solar.
- 30
5. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 1 o 4,
caracterizado por que el dispositivo de sujeción (32) comprende una envoltura (62) para la protección del material rarefactor (46) contra la radiación solar.
- 35
6. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por un reflector (94) dispuesto en el espacio anular (26) para reflejar radiación (14), en particular radiación solar, en el tubo metálico (22).
- 40
7. Tubo absorbedor según la reivindicación 6,
caracterizado por que el tubo absorbedor comprende una pared (34) metálica al menos por secciones que discurre entre el tubo envolvente (24) y el tubo metálico (22) para la estanqueización del espacio anular (26), pasando la pared (34) a través de una unión de vidrio-metal (37) al tubo envolvente (24) y estando dispuestos el reflector (94) o el dispositivo de sujeción (32) de tal modo que protegen la unión de vidrio-metal (37) contra la radiación (14).
- 45
8. Tubo absorbedor según las reivindicaciones 6 o 7,
caracterizado por que el reflector (94) comprende una superficie pulida (110).
- 50
9. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 7 u 8,
caracterizado por que el reflector (94) presenta una sección de depósito (92), que comprende una carcasa (90) con una o varias depresiones (102), en las que puede introducirse el material rarefactor (46).
- 55
10. Tubo absorbedor según la reivindicación 9,
caracterizado por que una o varias depresiones (102) pueden cerrarse mediante un cierre (104).
- 60
11. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 9 o 10,
caracterizado por que la carcasa (90) está fijada en la pared (34).
- 65
12. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 9 a 11,
caracterizado por que la pared (34) presenta un elemento de conexión (40) y/o un fuelle de pliegues (41) y por que la carcasa (90) está fijada en el elemento de conexión (40) o en el fuelle de pliegues (41).
13. Tubo absorbedor según la reivindicación 12,
caracterizado por que el fuelle de pliegues (41) presenta un extremo interior (42) y un extremo exterior (44) y la carcasa (90) está fijada en el extremo interior (42).
14. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 9 a 13,

caracterizado por que la pared (34) comprende un anillo exterior (38) y un elemento de conexión (40) y la carcasa (90) está fijada en el anillo exterior (38) o en el elemento de conexión (40).

15. Tubo absorbedor según una de las reivindicaciones 1 a 14,

- 5 **caracterizado por que** el tubo absorbedor (18) presenta una mitad (28) dirigida hacia el al menos un espejo colector (12) y un lado (30) apartado del mismo y el material rarefactor (46) puede disponerse en la mitad (30) apartada del al menos un espejo colector (12).

16. Tubo absorbedor según la reivindicación 15 en relación con una de las reivindicaciones 9 a 14,

- 10 **caracterizado por que** el reflector (94) y/o la carcasa (90) están dispuestos en la mitad (30) apartada del al menos un espejo colector (12).

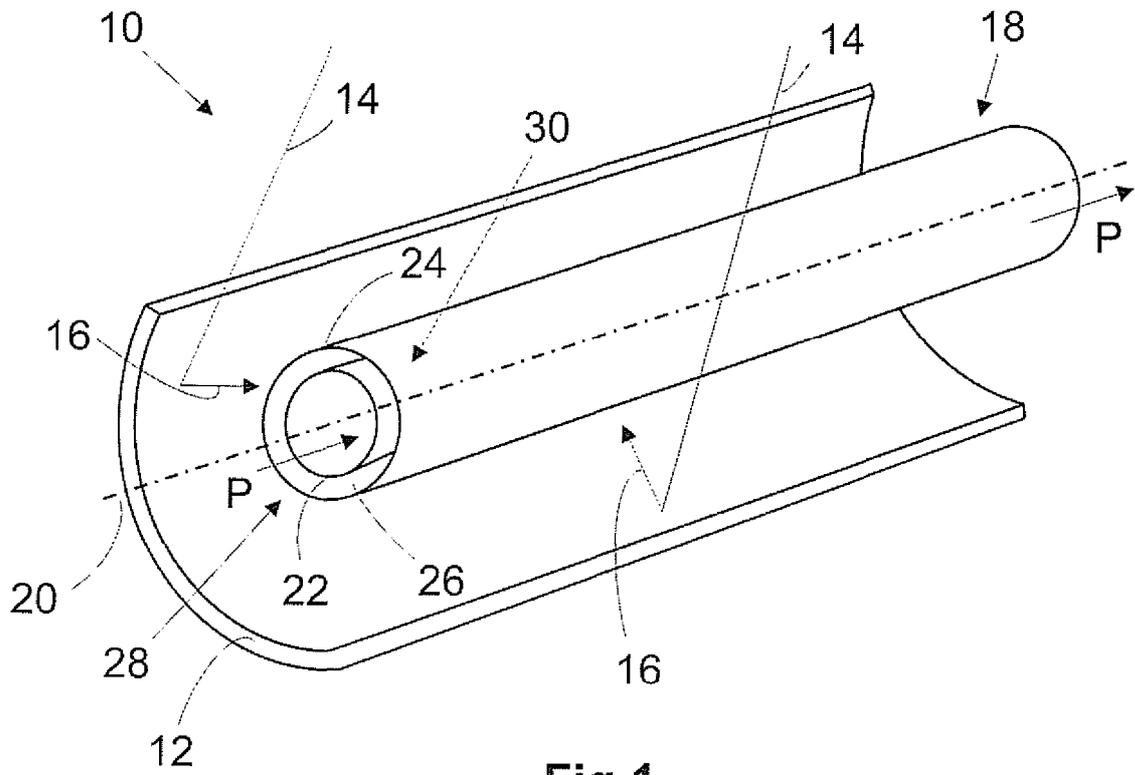


Fig.1

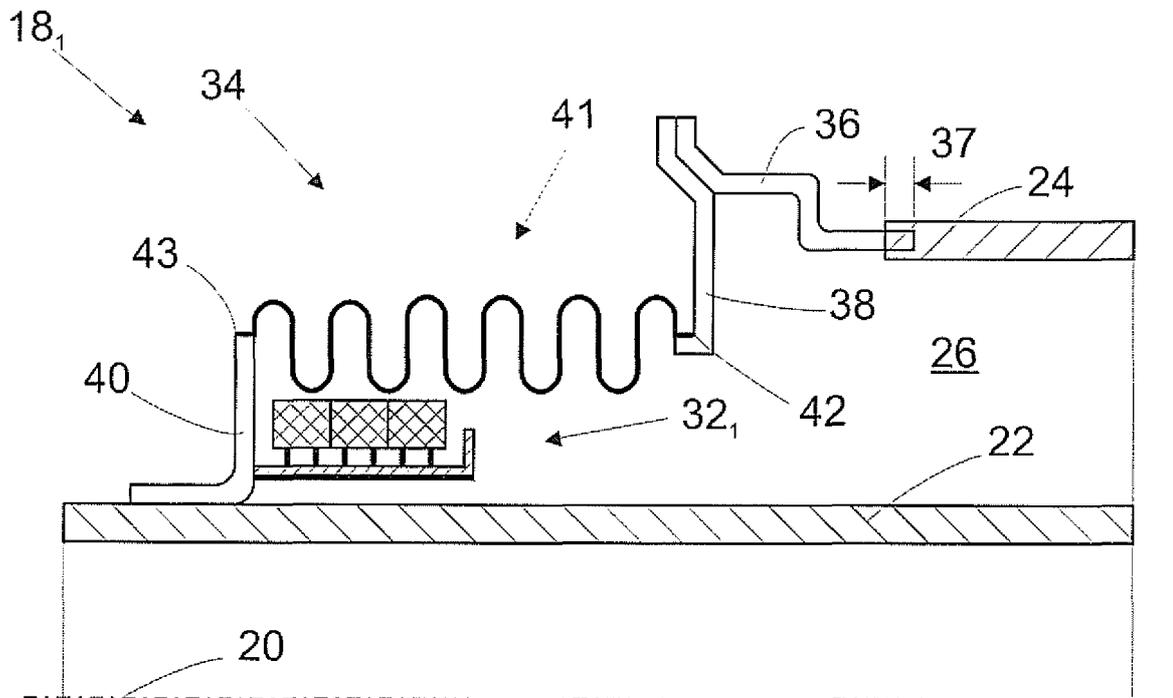


Fig.2

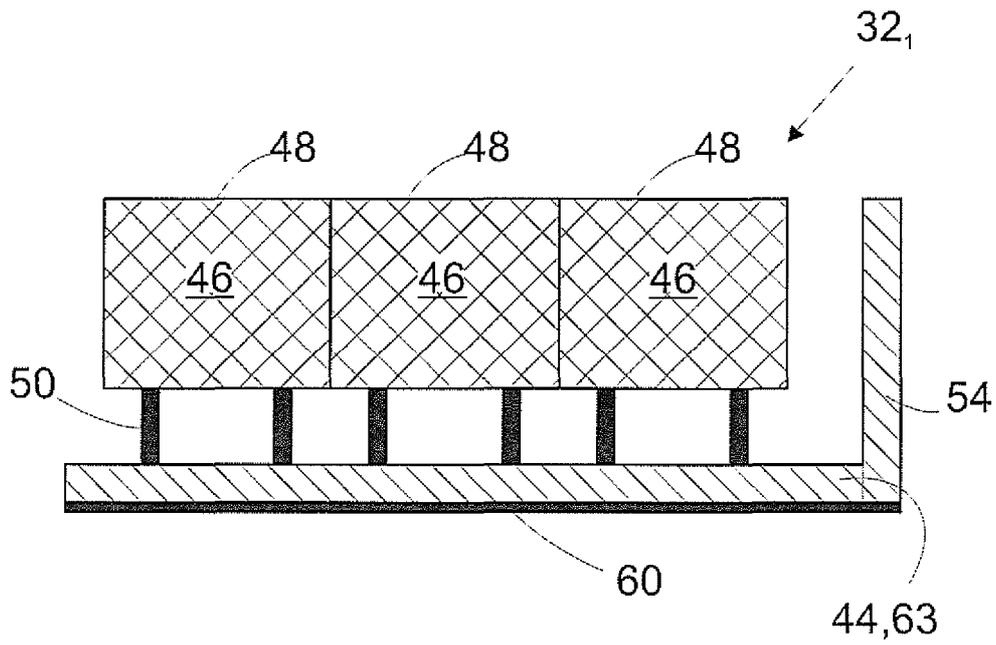


Fig.3

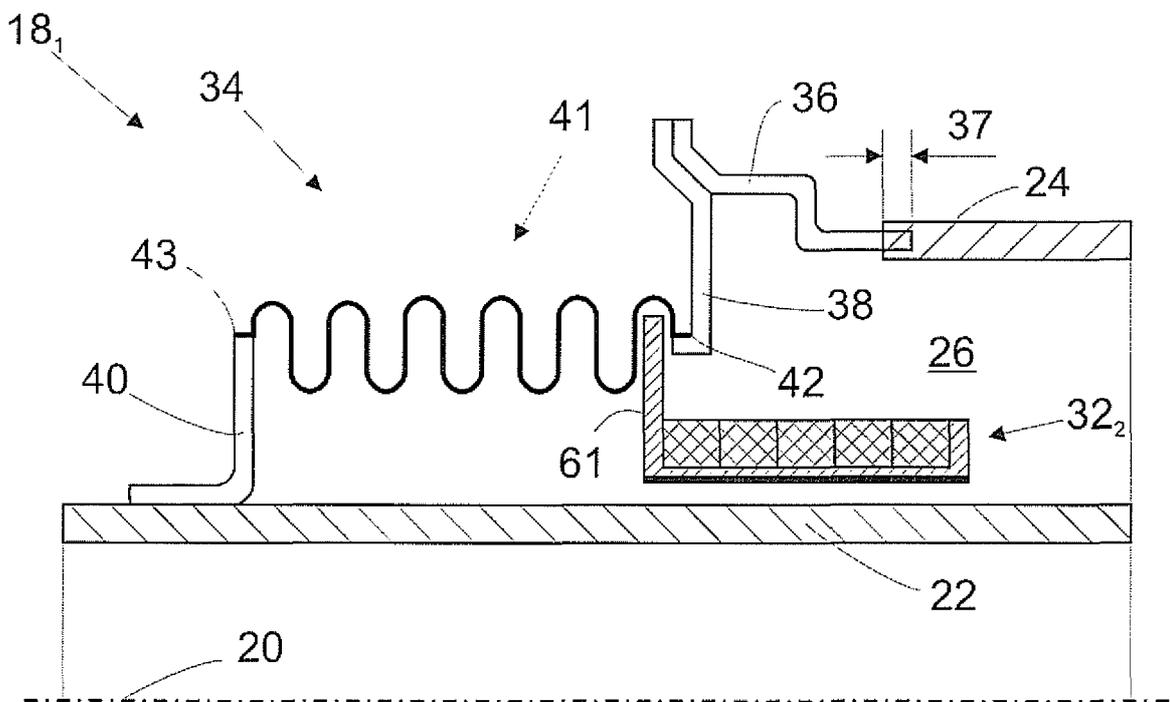


Fig.4

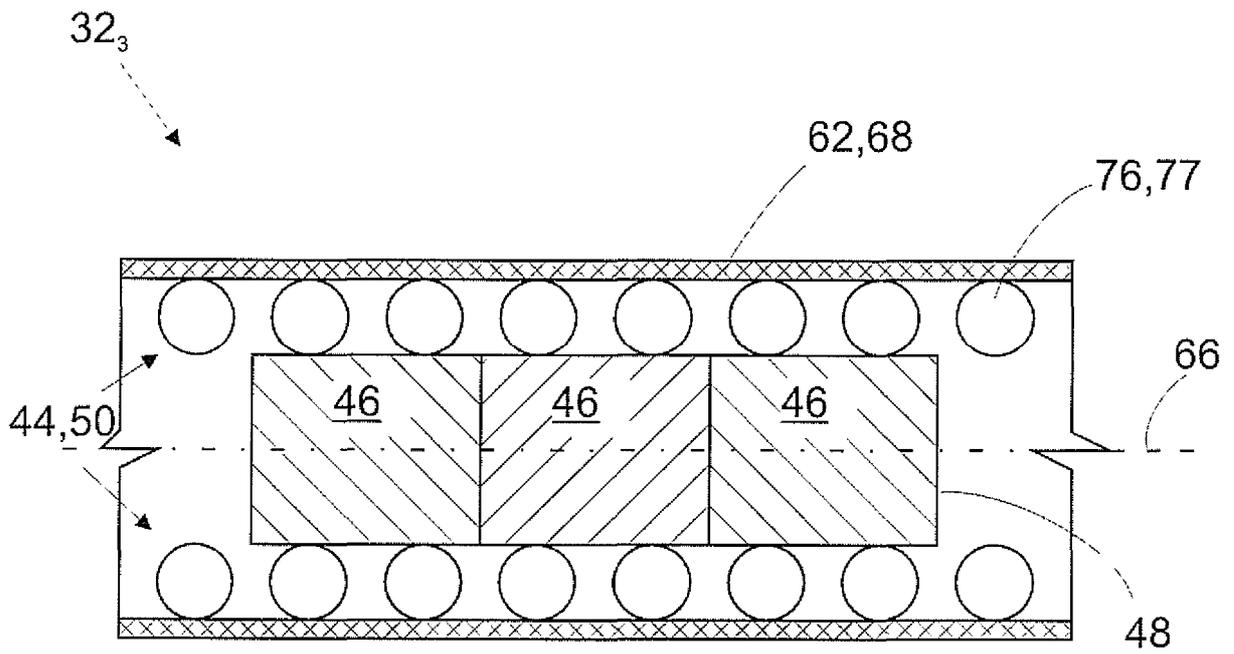


Fig.7

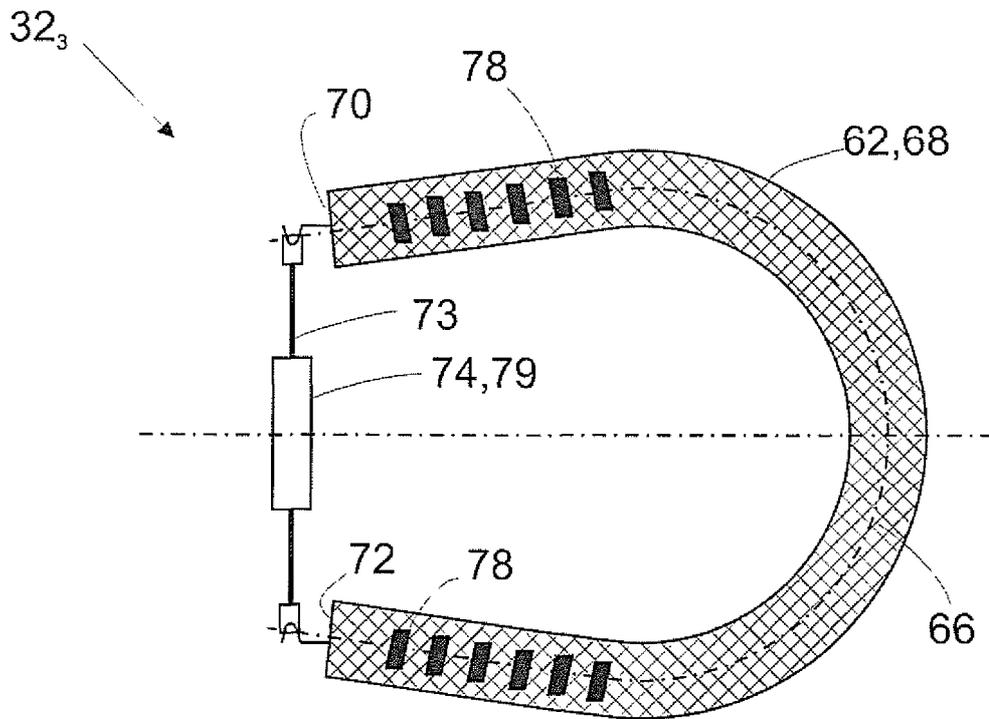


Fig.8

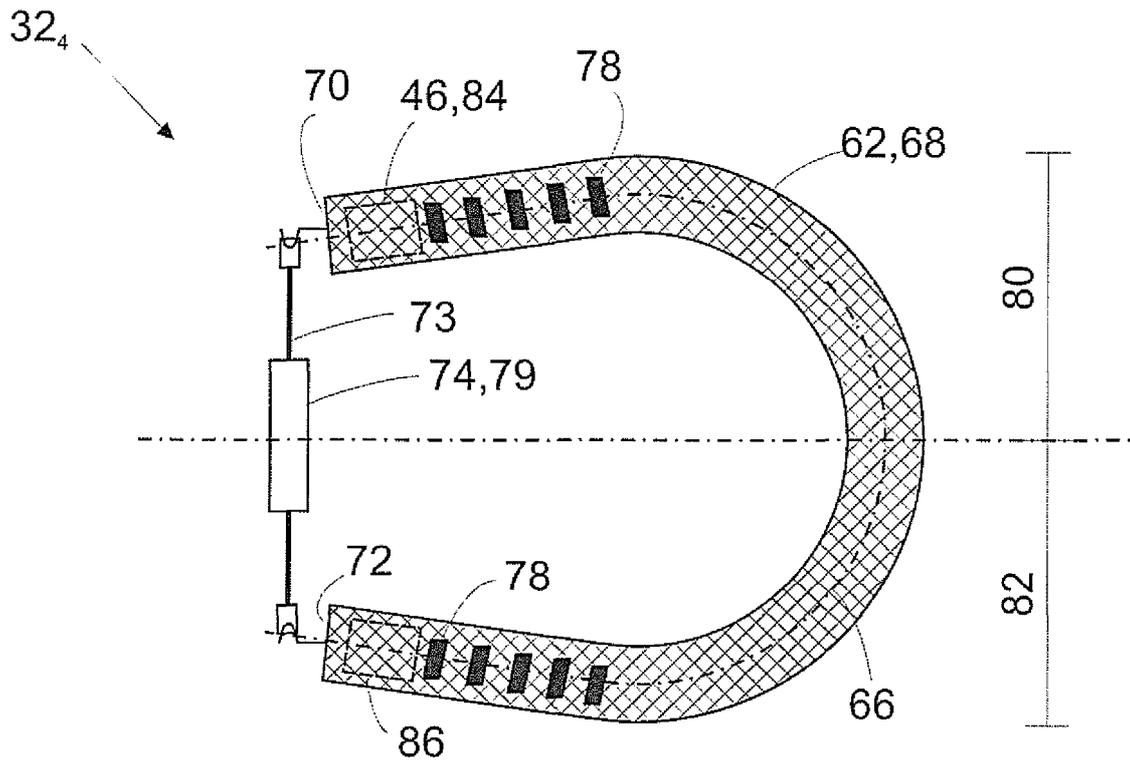


Fig.9

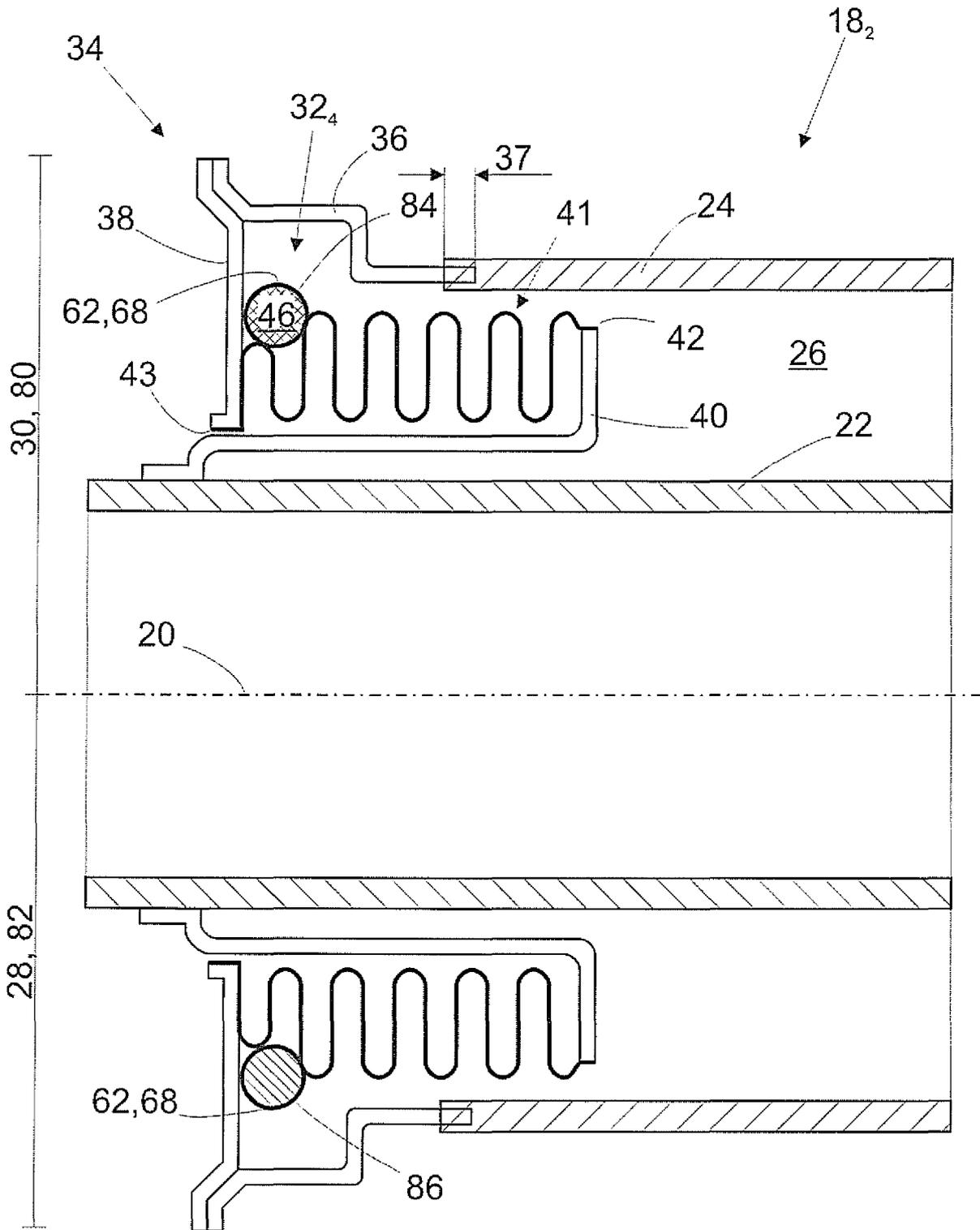


Fig.10

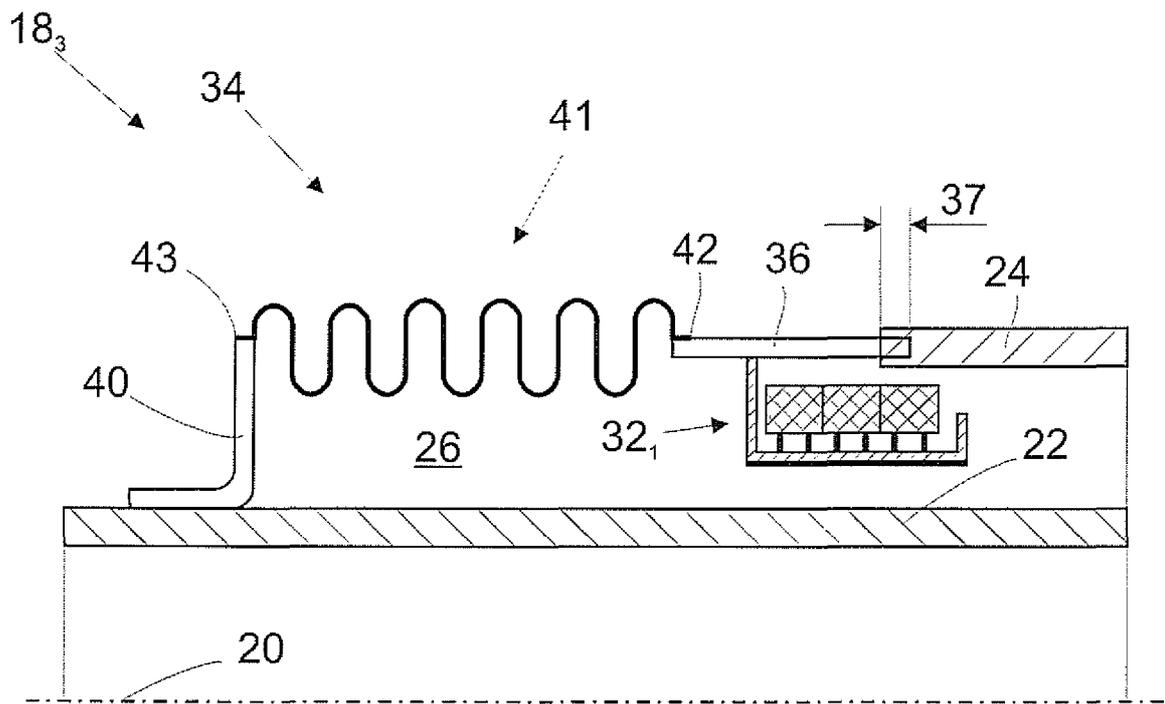


Fig.11

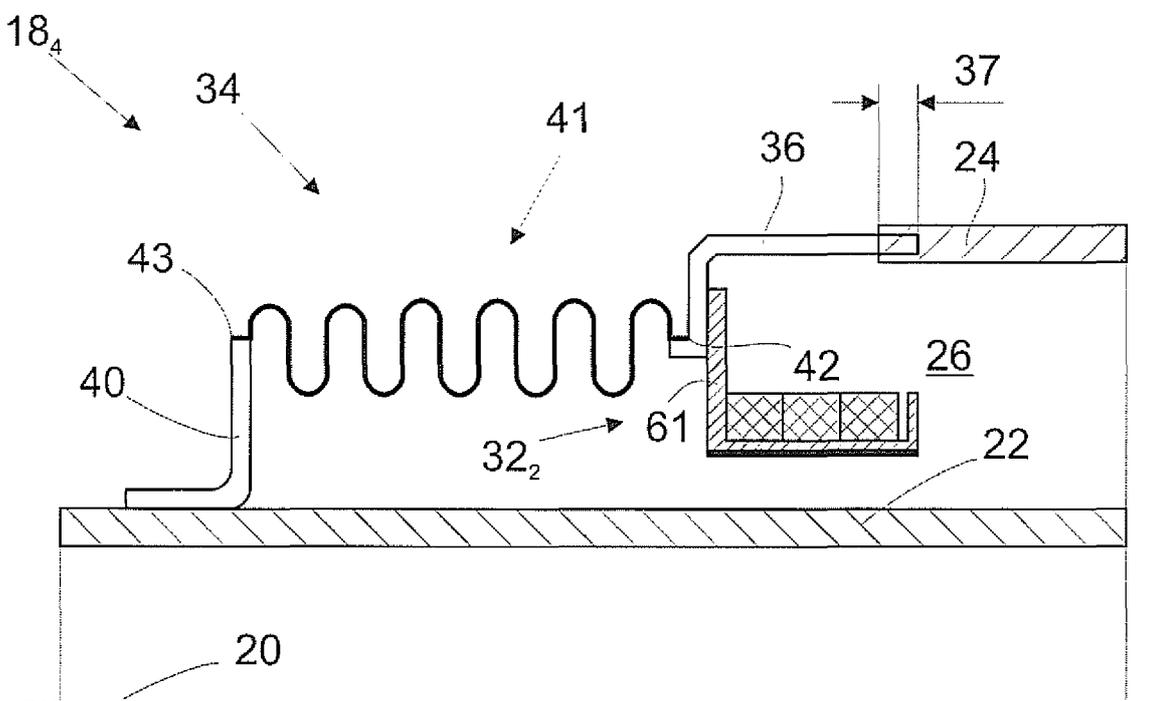


Fig.12

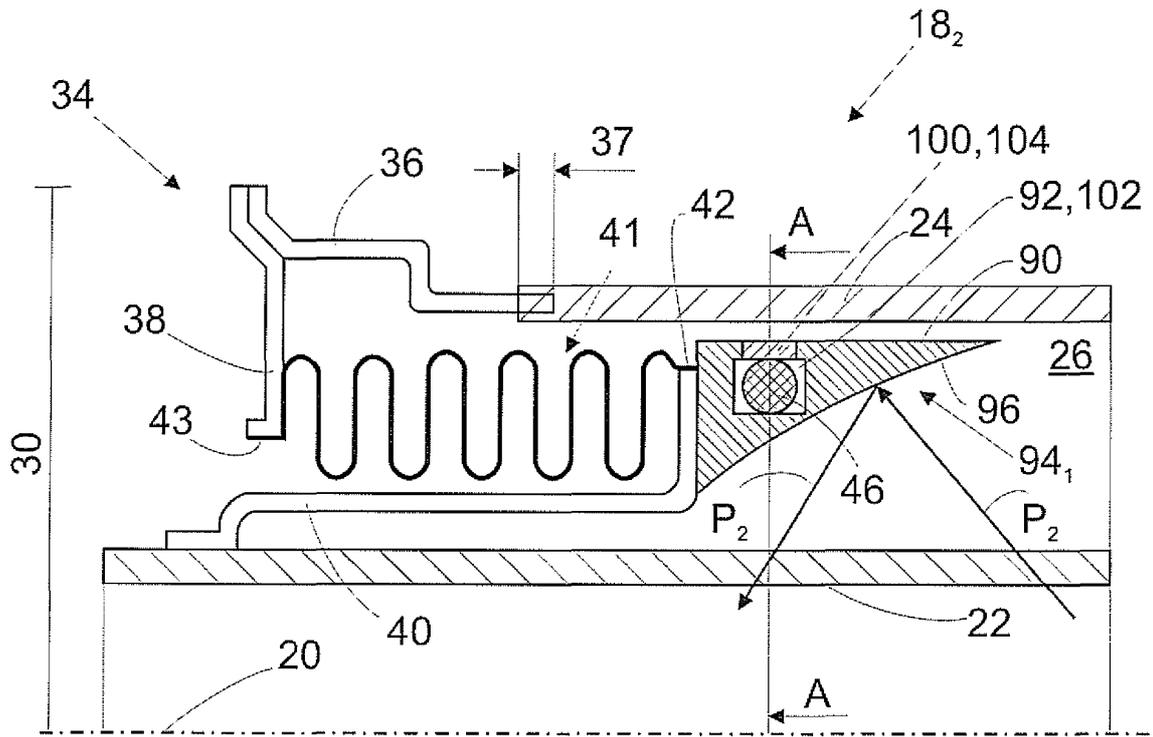


Fig.13

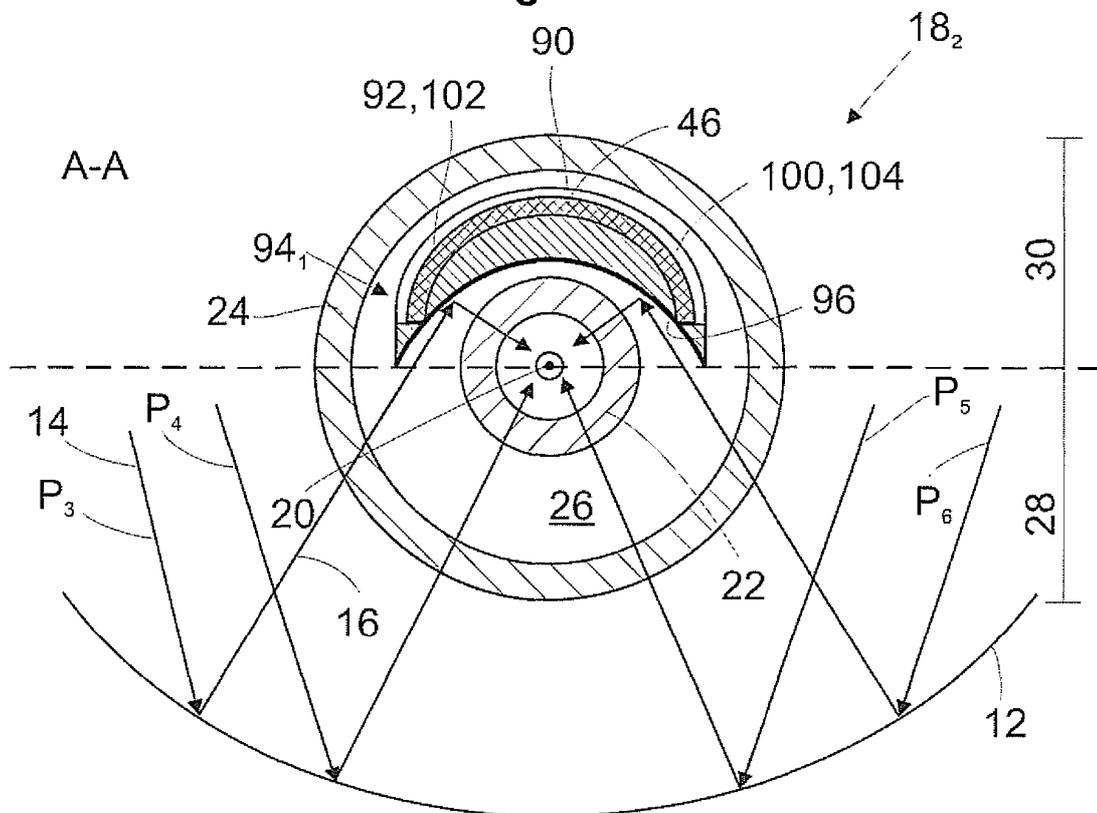


Fig.14

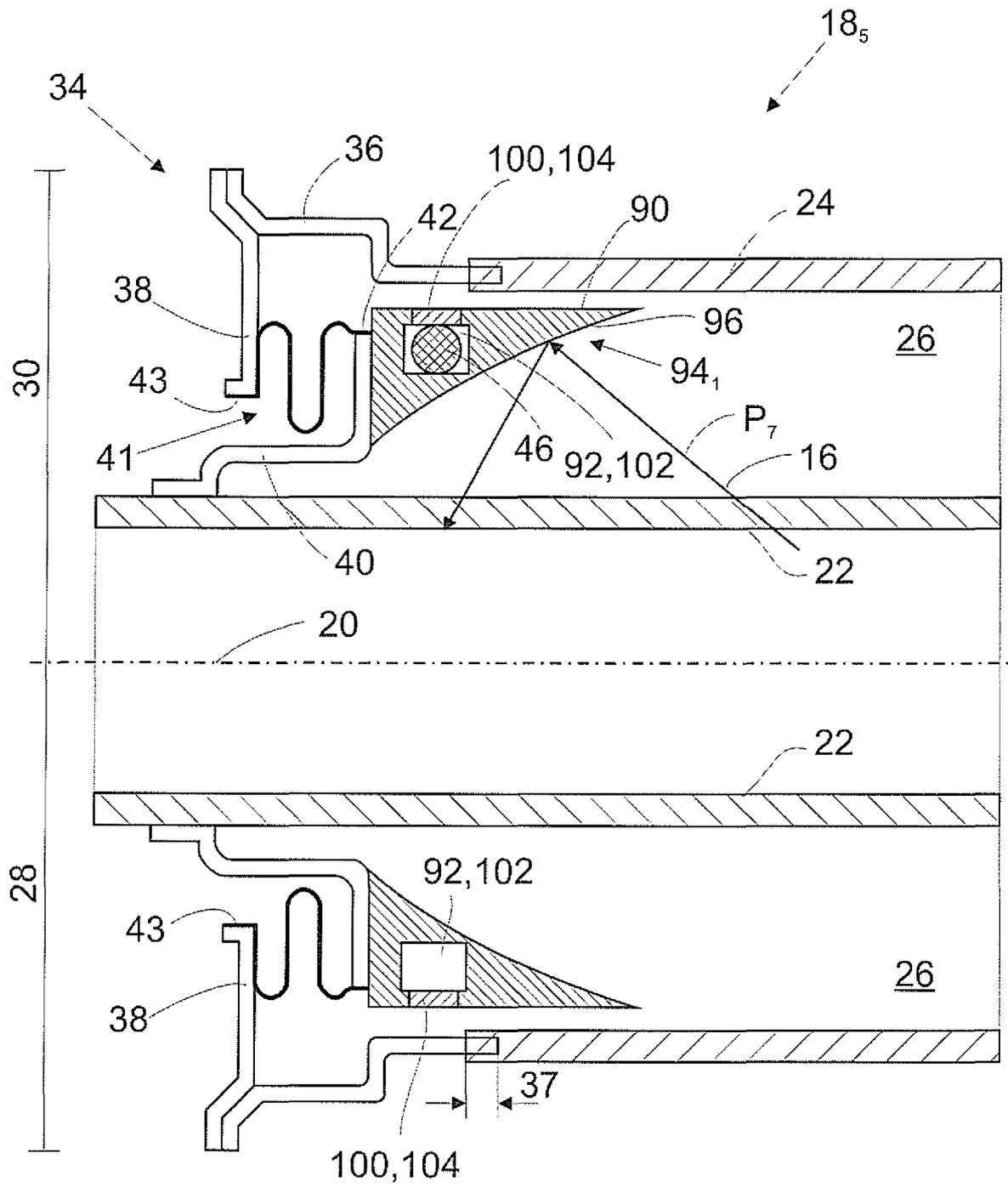


Fig.15

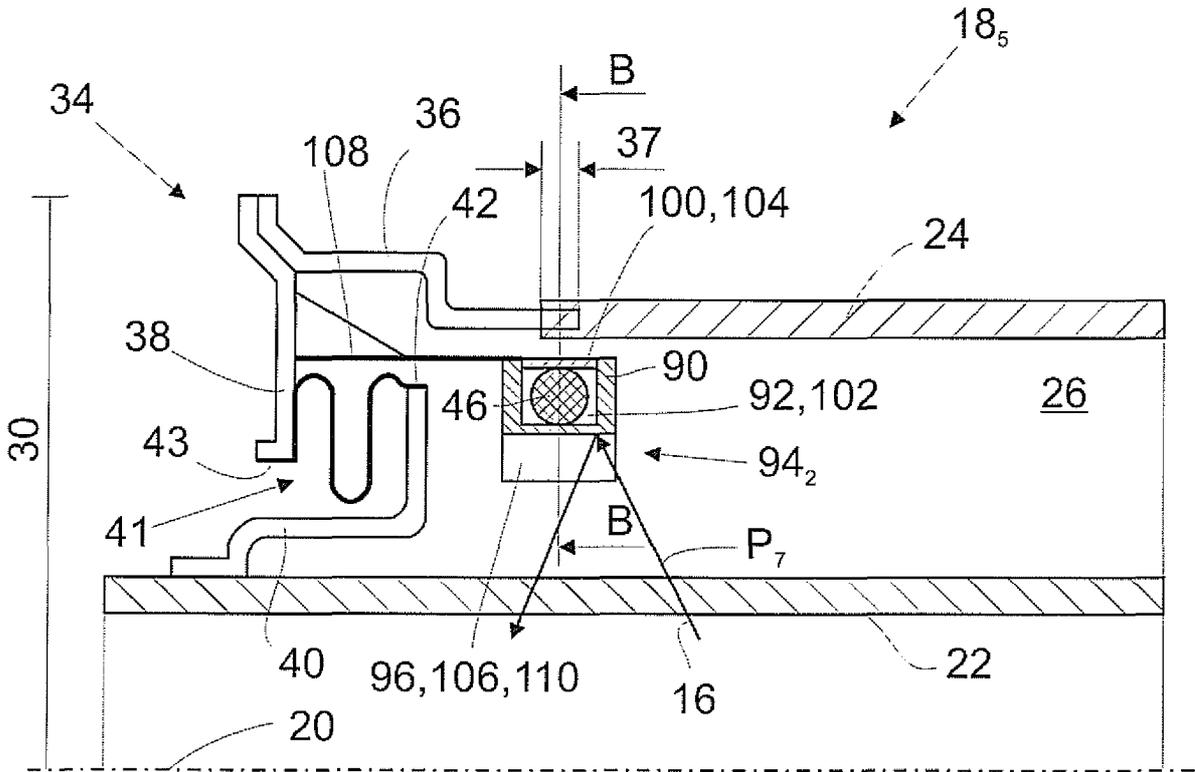


Fig.16

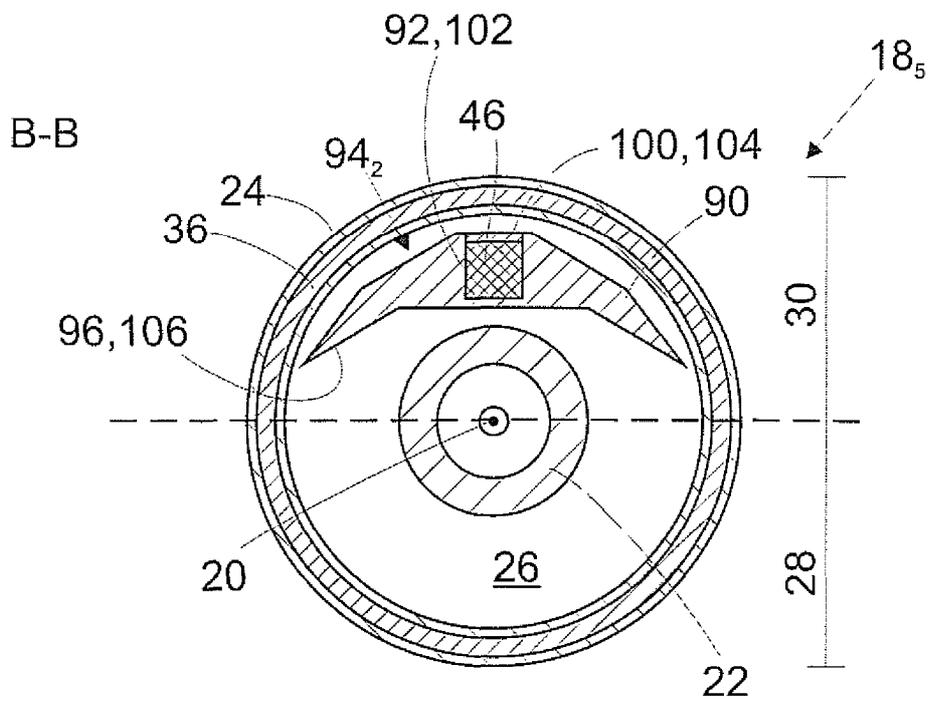


Fig.17