

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 597 037**

51 Int. Cl.:

F24J 2/10 (2006.01)

F24J 2/16 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.12.2012 PCT/EP2012/074906**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2013 WO13087556**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2012 E 12805667 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2791594**

54 Título: **Sistema receptor para una instalación solar Fresnel**

30 Prioridad:

16.12.2011 DE 102011088830

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

13.01.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SAUERBORN, ANDREAS;
GNÄDIG, TIM;
KUCKELKORN, THOMAS y
BRENGELMANN, TIM**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 597 037 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

Sistema receptor para una instalación solar Fresnel

5 La invención se refiere a un sistema receptor para una instalación solar Fresnel con un tubo de absorción que define una dirección longitudinal, con una disposición de espejo paralela a la dirección longitudinal como concentrador secundario, que presenta transversalmente al mismo un perfil curvado en simetría de espejo con al menos un vértice colocado arriba para la concentración de rayos de luz sobre el tubo absorbente.

10 El sistema receptor del tipo indicado al principio es parte de una central solar, que presenta, además, un concentrador primario en forma de un campo de series de espejos paralelos montados cerca de fondo, que concentran rayos solares sobre el sistema receptor, que se proyectan desde su disposición de espejos concentrados de nuevo sobre el tubo de absorción. El sistema receptor se encuentra con esta finalidad a una altura de varios metros sobre la disposición de espejos del concentrador primario, en la que está ajustado por medio de componentes de soporte. Según el diseño del colector, se conocen tales instalaciones con 4 m a 30 m de altura. El concentrador secundario presenta un perfil curvado adecuado y proyecta la radiación hacia abajo sobre el tubo absorbente dispuesto debajo a la menos distancia posible. El tubo absorbente es atravesado por una corriente de fluido portador de calor, que se calienta a través de la radiación de luz concentrada sobre varios 100°C. El calor se puede utilizar, por ejemplo, para la generación de corriente o como calor de proceso.

15 Tales instalaciones solares Fresnel se encuentran desde hace varios años en una fase de desarrollo acelerada. Los documentos más recientes sobre este son, por ejemplo, el Artículo Supernova - Construction, Control & Performance of Steam super heating linear Fresnel-Collector", Gabriel Morin y col., Solar Paces Conference 2011, Book of Abstracts y las publicaciones WO 2010/100293 A1 y WO 99/42765 A1.

20 Para la obtención de un rendimiento alto, además de la calidad de la superficie de los componentes ópticos del espejo y del tubo absorbedor, que son objeto de numerosas invenciones, una condición previa es, entre otras cosas, la configuración geométrica óptica de los espejos y del tubo absorbente. El objeto de la presente invención se refiere, por lo tanto, especialmente al ajuste de la disposición de espejos y del tubo receptor, al que se ha prestado en el pasado todavía poca atención.

25 El sistema receptor está expuesto sobre un ciclo diario, en partes, a oscilaciones de la temperatura e influencias del medio ambiente, en general, muy diferentes.

30 El objetivo de la invención es configurar la instalación solar a través de una construcción mejorada menos sensible a oscilaciones de la temperatura e influencias del medio ambiente y, por lo tanto, finalmente elevar también su rendimiento y duración de vida.

35 El cometido se soluciona por medio de un sistema receptor para una instalación solar Fresnel con las características de la reivindicación 1 de la patente.

40 En un sistema receptor del tipo mencionado al principio, la disposición de espejos presenta orificios de ventilación dispuestos en la zona del vértice.

45 Los orificios de ventilación provocan, en general, un intercambio de aire, de manera que la disposición de espejos no se calienta innecesariamente. En este caso se tiene en cuenta que precisamente allí donde aparece la intensidad máxima de radiación sobre la superficie del espejo no se puede acumular aire caliente y que no se configure ningún volumen muerto en la parte superior. "En la zona de los vértices" debe entenderse aquí que los intersticios de aire se pueden encontrar también un poco por debajo del vértice del perfil curvado. Como posición preferida de los intersticios de aire se indica una zona del 10 % de la altura total del perfil curvado debajo del vértice dispuesto arriba.

50 De manera similar se aplica que, cuando el perfil curvado de la disposición de espejos presenta dos vértices dispuestos arriba, los orificios de ventilación están dispuestos entonces, respectivamente, en la zona de los dos vértices.

55 De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, el sistema receptor presenta un tubo receptor, que está constituido por el tubo absorbente y por un tubo envolvente dispuesto al menos por secciones alrededor del tubo absorbente.

60 Entonces se trata de un receptor de vacío, en el que el espacio intermedio entre el tubo absorbente y el tubo receptor está evacuado para el aislamiento térmico y para la protección de las superficies del tubo absorbente. Puesto que el tubo absorbente y el tubo envolvente que lo rodea están expuestos a diferentes condiciones térmicas y puesto que el tubo absorbente está constituido de metal, pero el tubo envolvente está constituido de vidrio, los dos tubos se dilatan en diferente medida. Por lo tanto, el tubo envolvente está segmentado y entre cada segmento de tubo envolvente y el tubo absorbente están previstos de manera conocida unos elementos de compensación,

regularmente en forma de fuelles, que fijan el tubo envolvente móvil en dirección de compensación, pero por lo demás lo más rígidos posible sobre el tubo absorbente. Los elementos de compensación entre los segmentos de tubo envolvente y el tubo absorbente solamente sirven para la compensación de un movimiento relativo entre los dos. Tal disposición de receptor de vacío se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente DE 102 31 467 A1.

5 Un desarrollo ventajoso de la invención prevé que la disposición de espejos presente primeros y segundos elementos de espejo separados en dirección longitudinal con un hueco intermedio.

10 En la disposición de espejos separada en al menos dos elementos de espejos están configurados los orificios de ventilación en forma del hueco.

Para evitar pérdidas de radiación lo mejor posible, la disposición de espejo presenta una sección de espejo, que cierra al menos parcialmente ópticamente el intersticio entre el primero y el segundo elementos de espejo.

15 "Cierra al menos parcialmente ópticamente" debe entenderse en este caso de tal manera que independientemente de la configuración concreta de la sección de espejos, está previsto con preferencia, respectivamente, un intersticio de aire entre el primer elemento de espejo y la sección de espejo y entre el segundo elemento de espejo y la sección de espejo, formando en esta variante de realización de la invención los dos intersticios de aire los orificios de ventilación.

20 Con preferencia, la disposición de espejos presenta, respectivamente, un primero y un segundo elementos perfilados asociados al primero y al segundo elementos de espejo, que aloja el elemento de espejo asociado sobre su lado alejado del tubo receptor o bien tubo absorbente.

25 Se conoce hasta ahora un alojamiento sólo para todo el sistema receptor, dentro del cual están dispuestos, por consiguiente, tanto la disposición de espejos como también el tubo receptor y partes de soporte. La finalidad del alojamiento es proteger el sistema receptor contra las influencias ambientales y el polvo. La misma finalidad cumplen también los elementos perfilados asociados a los elementos de espejo individuales, pero con la ventaja de que éstos ofrecen una protección individual de los elementos de espejo individuales y, por lo tanto, se pueden comer con éstos al mismo tiempo según los requerimientos y posibilitan una ventilación mejorada de los componentes ópticos (disposición de espejos y tubo absorbente o bien tubo receptor) y de los componentes de soporte. Esto se aplica especialmente cuando están previstos con preferencia orificios de ventilación entre el elemento de espejo y el elemento perfilado asociado.

30 Los primeros y segundos elementos de espejo se fijan de manera más ventajosa, respectivamente, en los primeros y segundos elementos perfilados asociados al menos en un lado por medio de elementos de compensación, que permiten diferentes dilataciones de los elementos de espejo y de los elementos perfilados asociados en dirección longitudinal. De esta manera se crea una compensación de la dilatación para elementos de espejo y elementos perfilados calentados diferentes.

35 En una variante de realización ventajosa, por que es económica, los primeros y los segundos elementos perfilados están configurados en forma de L.

La sección de espejo está configurada según una primera alternativa con preferencia como tercer elemento de espejo y la disposición de espejo presenta un tercer elemento perfilado con preferencia en forma de U, asociado al tercer elemento de espejo, que aloja el tercer elemento de espejo sobre su lado alejado del tubo absorbente.

40 Puesto que también el tercer elemento de espejo así como el tercer elemento perfilado asociado están expuestos, por su parte, a diferentes temperaturas y, por lo tanto, a diferentes dilataciones longitudinales, se ha revelado que es ventajoso fijar el tercer elemento de espejo en el tercer elemento perfilado asociado al menos en un lado a través de medios de compensación, que permiten diferentes dilataciones del tercer elemento de espejo y del elemento perfilado asociado en dirección longitudinal.

45 Según una segunda alternativa, la sección de espejos está configurada como superficie azogada del tubo envolvente.

50 Tal variante se conoce, en principio, a partir de la publicación WO 2010/100293 A1, pero allí sirve para otra finalidad, a saber, colocar la disposición de espejos del sistema receptor lo más cerca posible del tubo absorbente. para aprovechar la radiación de pérdida, que en otro caso pasaría inutilizada el espacio intermedio entre el tubo absorbente y el espejo.

55 De manera especialmente preferida, el sistema receptor presenta un bastidor de soporte para el tubo absorbente o bien tubo receptor y la disposición de espejos, en el que están montadas de manera independiente entre sí una primera suspensión para la retención del tubo absorbente o bien tubo receptor y una segunda suspensión para la retención de la disposición de espejos o al menos de partes de la disposición de espejos, en el que la primera suspensión presenta primeros medios de compensación y la segunda suspensión presenta segundos medios de

compensación, y los primeros y segundos medios de compensación permiten diferentes dilataciones del tubo absorbente y de la disposición de espejos en dirección longitudinal.

5 Cuando aquí se habla de "al menos de partes de la disposición de espejos", se entienden entonces con ello al menos los dos primeros y segundos elementos de espejo colocados en el exterior y, si están presentes, su elementos perfilados asociados.

10 Este aspecto de la invención se basa en el reconocimiento de que el tubo absorbente, por una parte, y la disposición de espejos, por otra parte, están sujetos a diferentes temperaturas. Además, los dos componentes están fabricados de diferentes materiales, de manera que en el funcionamiento se dilatan de diferente manera. Puesto que la instalación solar tiene típicamente varios 100 metros de largo, la dilatación longitudinal del tubo absorbente más fuertemente calentado puede alcanzar hasta algunos metros. Pero también los espejos se dilatan a través del calentamiento en una extensión considerable, que es, sin embargo, diferente de la dilatación del tubo absorbente. Además, hay que tener en cuenta que el tubo absorbente se extiende continuo sobre toda la longitud de la instalación solar, mientras que la disposición de espejos está dividida sobre toda la longitud en segmentos individuales.

20 El primer medio de compensación y el segundo medio de compensación ofrecen, respectivamente, un grado de libertad esencialmente en dirección longitudinal, de manera que se puede compensar una dilatación independiente del tubo absorbente y de la disposición de espejos. De esta manera se evitan eficazmente las deformaciones de las superficies de los espejos especialmente en el caso de utilización de espejos de aluminio.

25 Como se explicará más adelante con la ayuda de ejemplos de realización, los grados de libertad pueden permitir, además de un movimiento de compensación lineal, también un movimiento de compensación curvado, en particular de forma circular, por ejemplo a través de una conexión de articulación giratorio, de manera que, sin embargo, sólo interesa la porción tangencial del movimiento de compensación que se extiende en dirección longitudinal. En este sentido, se habla aquí de un grado de libertad "esencialmente en dirección longitudinal".

30 El bastidor de soporte presenta con preferencia un soporte longitudinal que se extiende paralelo al tubo absorbente o tubo receptor y a la disposición de espejos, en el que está montada la primera suspensión.

De manera especialmente preferida, el soporte longitudinal está dispuesto sobre el tubo absorbente o tubo receptor y sobre la disposición de espejos.

35 A tal fin se conduce la primera suspensión desde el soporte longitudinal con preferencia a través del hueco entre los primeros y segundos elementos de espejo hacia el tubo absorbente. De esta manera, la primera suspensión para la retención del tubo absorbente o bien del tubo receptor puede realizar un movimiento relativo ilimitado frente a la disposición de espejo en dirección longitudinal, sin colisionar con la disposición de espejo.

40 De manera especialmente preferida, la segunda suspensión presenta como segundo medio de compensación una primera articulación, que conecta el bastidor de soporte sobre uno de los lados con la disposición de espejo sobre el otro lado y define un grado de libertad en dirección longitudinal. Como articulación se entiende aquí, en principio, la conexión móvil de dos cuerpos relativamente rígidos.

45 La primera articulación está configurada con preferencia como articulación de cuerpo sólido. En esta forma de realización, la articulación se puede formar por un cuerpo sólido monolítico, pero flexible a través de su sección transversal plana. Esta forma de la articulación tiene la ventaja de que no existe ninguna fricción de dos piezas de articulación móviles relativamente entre sí y de que la suspensión es, por lo tanto, menos propensa a desgaste y de mantenimiento en el caso de articulaciones reducidas.

50 La primera suspensión presenta como primer medio de compensación con preferencia una disposición de rodamiento o cojinete de fricción, especialmente en forma de un carro, que está dispuesto desplazable a lo largo del soporte longitudinal.

55 Este forma de compensación de la dilatación es especialmente conveniente en virtud de la dilatación longitudinal considerable del tubo absorbente.

Los primeros y segundos elementos perfilados están fijados con preferencia en la segunda suspensión y el tercer elemento perfilado con preferencia en la primera suspensión.

60 De esta manera, el tubo absorbente o tubo receptor forman junto con la primera suspensión y el tercer elemento de espejo central con elemento perfilado una unidad coherente e independiente del primero y segundo elementos de espejo con sus elementos perfilados, cuya dilatación como compensación está totalmente desacoplada de la del primero y segundo elementos de espejo.

En una configuración especialmente preferida, la segunda suspensión presenta una segunda articulación, que conecta el bastidor de soporte sobre un lado con la disposición de espejos o con partes de la disposición de espejo sobre el otro lado y define un grado de libertad transversalmente a la dirección longitudinal.

5 Tal articulación sirve para que la disposición de espejos o partes de ellos sean móviles en dirección lateral y/o vertical con relación al tubo absorbente o tubo receptor, pero está conectado de forma imperdible a través del bastidor de soporte con éste. Posibilita que la disposición de espejos se pueda mover para fines de mantenimiento del tubo absorbente o tubo receptor de manera sencilla y definida fuera de éste y de nuevo de retorno a la posición teórica exacta.

10 Especialmente la segunda articulación es con ventaja una articulación giratoria para la articulación de la disposición de espejos o al menos de partes de la disposición de espejos.

15 Según otra configuración ventajosa, el tubo envolvente está dispuesto al menos sobre una sección longitudinal media excéntrica alrededor del tubo absorbente.

20 Tal configuración se conoce, en principio, igualmente por la publicación WO 2010/100293 A1. La disposición excéntrica sirve aquí como también allí para un rendimiento elevado de la radiación de luz reflejada, o bien para una pérdida más reducida de rayos de luz que pasan a través del espacio intermedia entre el tubo absorbente y la disposición de espejos.

25 De manera alternativa o adicional a ello, el tubo envolvente se estrecha con preferencia al menos sobre una sección longitudinal media. También esta medida sirve para una reducción del intersticio entre el tubo absorbente y el tubo envolvente, de manera que la disposición de espejos se puede disponer a una distancia reducida respecto al tubo absorbente.

Otras características y ventajas de la invención se explican con la ayuda de ejemplos de realización, que se representan en las siguientes figuras descritas. En este caso:

30 La figura 1 muestra una representación esquemática de la situación de partida que sirve de base a la invención.

La figura 2 muestra una representación tridimensional del bastidor de soporte del sistema receptor según la invención con primera y segunda suspensión.

35 La figura 3 muestra una vista frontal sobre un ejemplo de realización del sistema receptor según la invención.

La figura 4 muestra una representación aislada del bastidor de soporte del sistema receptor según la invención en la vista frontal.

40 La figura 5 muestra una vista lateral sobre el detalle del bastidor de soporte para la ilustración de la segunda suspensión para la retención de la disposición de espejos.

45 La figura 6 muestra una vista lateral sobre un segmento del sistema receptor para la ilustración de la disposición de espejos.

La figura 7 muestra una vista lateral sobre el detalle del tubo receptor junto a la primera suspensión del sistema receptor.

50 La figura 8 muestra una representación en perspectiva del detalle de la primera suspensión.

La figura 9 muestra una sección transversal esquemática a través del sistema receptor en una primera forma de realización para la ilustración de una disposición de espejos dividida.

55 La figura 10 muestra una sección transversal esquemática a través de una segunda forma de realización del sistema receptor para la ilustración de una división alternativa de la disposición de espejos.

La figura 11 muestra una sección transversal esquemática a través del sistema receptor similar a la forma de realización según a figura 9 para la ilustración de una ventilación de los elementos de espejo.

60 La figura 12A muestra una vista lateral de una primera forma de realización del tubo receptor con disposición excéntrica del tubo envolvente; y

La figura 12B muestra una vista lateral sobre una segunda forma de realización del tubo receptor con tubo envolvente estrechado.

En la figura 1 se esboza la situación de partida para la explicación del problema que sirve de base a la invención con la ayuda de una representación esquemática de una instalación solar Fresnel 100. Ésta presenta un campo de espejos concentradores primarios 102 alineados paralelos, que están montados en la proximidad del suelo y están alineados sobre un sistema receptor 104 de tal manera que los rayos solares que inciden sobre los espejos concentradores primarios 102 son reflejados por éstos esencialmente hacia arriba y a ser posible llegan sin pérdidas a la zona de detección del sistema receptor 104. El sistema receptor 104 presenta esencialmente tres componentes funcionales, a saber, un tubo receptor 106, que está constituido, por una parte, por un tubo absorbente 108 y un tubo envolvente 110 dispuestos en dirección longitudinal al menos por secciones alrededor del tubo absorbente 108, una disposición de espejos 112 paralela a la dirección longitudinal como concentrador secundario para la concentración de los rayos de luz reflejados por el concentrador primario sobre el tubo absorbente 108 y un bastidor de soporte 114, que se representa aquí muy simplificado y comprende un pilar de apoyo 116 y un soporte transversal 118.

Partiendo de aquí, la invención se ocupa de la cuestión de cómo se puede reducir de la manera más eficiente y económica o compensar una deformación provocada por calentamiento de los componentes ópticos, en particular de la disposición de espejos. A ello pertenece según la invención la ventilación explicada con la ayuda de la figura 11 de la disposición de espejos y, por otra parte, una fijación, que prepara grados de libertad suficientes para la compensación de diferentes dilataciones longitudinales de los componentes individuales. Hasta ahora tanto el tubo receptor como también las disposiciones de espejos se disponen en una carcasa común, que está dispuesta como un techo sobre la disposición de espejos y la protege contra influencias de la intemperie. Dentro de la carcasa inciden desde arriba unos soportes de fijación comunes en el tubo receptor y en la disposición de espejos y los fijan. También estos soportes permiten, en efecto, un movimiento de compensación en dirección longitudinal, pero sólo un movimiento común para el tubo receptor y la disposición de espejos. Para tener en cuenta las dilataciones longitudinales de diferente magnitud, se fijan los espejos de la disposición de espejos sólo en un lado y se guían sólo en el otro lado. No obstante, esto no ha conducido a movimientos inadmisibles de los componentes y regularmente a un desajuste óptico.

En primer lugar, con la ayuda de las figuras 2 y 3 se explica cómo se puede configurar con ventaja la fijación de la disposición de espejos o de partes de la misma y la fijación del tubo absorbente o bien del tubo receptor, habiéndose omitido en la figura 2 partes esenciales del sistema receptor en favor de la claridad, que se explican con referencia a la sección transversal en la figura 3.

El sistema receptor 204 presenta un tubo receptor 206 del tipo descrito anteriormente, una disposición de espejos 212 y de la misma manera un pilar 216 y un soporte transversal 218 como partes del bastidor de soporte 214.

El bastidor de soporte 214 presenta, además, un elemento de bastidor 220, que conecta el soporte transversal 218 con un soporte longitudinal 222 que se extiende sobre el tubo receptor 206 y la disposición de espejo 212. Además, el bastidor de soporte 214 presenta una primera suspensión 323 para la retención del tubo receptor 206 y una segunda suspensión 324 para la retención de la disposición de espejo o al menos de partes de la disposición de espejos. Las dos suspensiones 323 y 324 están dispuestas independientes entre sí en el elemento bastidor 220.

Más exactamente, la primera suspensión 323 presenta primeros medios de compensación en forma de un carro 326, que está dispuesto desplazable a lo largo del soporte longitudinal 322 en dirección longitudinal. El soporte longitudinal forma de esta manera una guía de carriles para la primera suspensión, que puede compensar una dilatación longitudinal casi ilimitada y de esta manera tiene en cuenta la dilatación mayor del tubo absorbente muy caliente.

La segunda suspensión 324 presenta segundos medios de compensación en forma de pestañas 328, que están conectadas en su extremo fijo en una sola pieza con el elemento de bastidor 220 del bastidor de soporte 214 y sobre el otro lado en su extremo libre con partes de la disposición de espejo 212. Las pestañas 328 forman un cuerpo de fijación monolítico y plano en dirección transversal, es decir, transversalmente al plano de representación, que define en su extremo libre un grado de libertad esencialmente en dirección longitudinal. De esta manera, las pestañas 328 forman una primera articulación en forma de una articulación de cuerpo sólido, que puede compensar en dirección longitudinal solamente una dilatación longitudinal limitada, que es suficiente, sin embargo, para la dilatación comparativamente reducida de la disposición de espejo. Por lo demás, la desviación de la articulación se puede adaptar, en principio, fácilmente a la longitud de dilatación necesaria, siendo seleccionada adecuadamente la longitud de las pestañas 328 y las distancias de segundas suspensiones sucesivas en dirección longitudinal o bien la longitud de los elementos de espejo dispuestos intermedios.

Otros detalles especialmente de la segunda suspensión 324 se explican en detalle con la ayuda de la figura 4. La segunda suspensión 324 presenta, además de la pestaña 328 que forma una primera articulación, una segunda articulación 430, que está configurada como articulación giratoria para la articulación de la disposición de espejos o bien de partes de la disposición de espejos transversalmente a la dirección longitudinal. La disposición de espejos se representa en la posición de funcionamiento por medio de líneas continuas y en la posición de mantenimiento o revisión articulada lateralmente y hacia arriba. En la posición de revisión, la disposición de espejos libera el tubo

receptor dispuesto en el centro, ver la figura 3, para una intervención por todos los lados y protege de esta manera especialmente los elementos de espejo sensibles contra daños por la intervención.

La disposición de espejos presenta en la forma de realización mostrada primeros y segundos elementos de espejo 432 y 434 con un hueco 436 intermedio, que se extiende en dirección longitudinal. El hueco 436 forma al mismo tiempo los orificios de ventilación en la zona del vértice de la disposición de espejos y un orificio en la disposición de espejos, a través del cual está guiada la primera suspensión 323 desde el soporte longitudinal 222 hacia el tubo receptor 206, ver la figura 3. Por lo demás, la disposición de espejo presenta, respectivamente, un primero y un segundo elementos perfilados 438, 440 asociados al primero y segundo elementos de espejo 432, 434, que alojan el elemento de espejo asociado sobre su lado alejado del tubo receptor y de esta manera lo protege contra influencias de la intemperie y el polvo. Los primeros y segundos elementos perfilados 438, 440 están ambos configurados en forma de L.

Otros detalles especialmente del bastidor de soporte se puede reconocer en la figura 5. Ésta representa el bastidor de soporte en la zona del elemento de marco 220 descrito anteriormente sobre el pilar de apoyo 216. En la vista lateral se muestra que en la zona de los pilares de apoyo están dispuestos adyacentes dos segmentos del bastidor de soporte 214. Por lo tanto, en el soporte transversal 218 está atornillado a ambos lados, respectivamente, un elemento de marco 220, cada uno de los cuales lleva uno de los segmentos vecinos del bastidor de soporte 214. Esto se puede reconocer en que en cada uno de los marcos 220 está atornillado un elemento separado del soporte longitudinal 222, configurándose una junta 542 entre los dos elementos del soporte longitudinal 222. Esta junta sirve como junta de dilatación, puesto que también los elementos del soporte longitudinal se dilatan con el calentamiento. No obstante, el soporte longitudinal a diferencia de las construcciones conocidas, no se encuentra en común con los elementos ópticos fuertemente calentados en el funcionamiento dentro de una carcasa sino fuera de la carcasa subyacente de los elementos de espejo 430, 434, de manera que es suficiente una reserva de dilatación mucho más reducida.

Además, se puede reconocer que en este lugar coinciden también dos segmentos sucesivos de elementos perfilados en L 438 o bien 440, que están suspendidos, respectivamente, en uno de los dos elementos de marco 220 en una sola pieza por medio de pestañas 328 correspondientes. Tanto entre los primeros o bien los segundos elementos perfilados (en la representación sólo se puede reconocer uno de ellos y los primeros y segundos elementos de espejo asociados reconocibles está configurado en dirección longitudinal un intersticio 544 como una junta de dilatación.

Un segmento completo del bastidor de soporte entre dos pilares de apoyo vecinos se representa en la figura 6 como 646. También aquí se puede reconocer entre dos soportes longitudinales 222 adyacentes montados sobre los mismos pilares de apoyo, respectivamente, una junta 542 así como entre dos elementos perfilados 438 o bien 440 vecinos se puede reconocer una junta 544. Además, también se puede ver que en el elemento perfilado 438 y de manera similar en el elemento perfilado 440 reflejado están dispuestos varios primeros o bien segundos elementos de espejo 432, 434 distanciados en dirección longitudinal. Se reproducen tres por cada elemento perfilado, pero se puede variar el número a voluntad. Las juntas 648 intermedias respectivas dentro del mismo elemento perfilado asociado sirven, sin embargo, como juntas de dilatación y tienen en cuenta la circunstancia de que también entre los elementos de espejo 432, 434, por una parte y, los elementos perfilados asociados, por otra parte, pueden configurar diferentes temperaturas y diferencias de dilatación especialmente en el funcionamiento. Los primeros o bien segundos elementos de espejo 432, 434 están fijados en el primero y segundo elementos perfilados asociados, por lo tanto, con preferencia, respectivamente, en un lado a través de medios de compensación, mientras que en el otro lado respectivo en dirección longitudinal están unidos rígidamente con el elemento perfilado respectivo. Los medios de compensación pueden comprender, por ejemplo, taladros alargados.

La figura 7 muestra una representación simplificada esquemática de aspectos de detalle de la primera suspensión en la vista lateral. Se puede ver el tubo receptor 206, que está constituido por el tubo absorbente 208 y por el tubo envolvente 210 que lo rodea concéntricamente sobre una sección longitudinal. El tubo envolvente 210 está conectado por medio de elementos de compensación conocidos en forma de fuelles 754 en ambos extremos con el tubo absorbente 208.

En este lugar se muestra claramente que también el tubo receptor 206 presenta una segmentación, que está predeterminada por la longitud del tubo envolvente 210, mientras que el tubo absorbente 208 prosigue sin interrupción (casi sin fin). Esto debe ser evidentemente así para que el fluido que transporta el calor pueda recorrer sin impedimentos el tubo absorbente 208 sin impedimentos desde un extremo hasta el otro extremo. Entre dos tubos envolventes 210 vecinos se deja un hueco, respectivamente, que sirve, por una parte, como compensación de la dilatación para los tubos envolventes y en el que permanece libre, por otra parte, una sección corta del tubo absorbente, en la que la primera suspensión 323 encaja con una abrazadera 750 para la fijación del tubo absorbente 208 en su extremo libre. Sobre el tubo receptor 206 se representa de nuevo el soporte longitudinal 222, en el que la primera suspensión 323 está dispuesta desplazable con un carro 326 colmo primer medio de compensación en dirección longitudinal.

En esta construcción, en el caso de una dilatación longitudinal del tubo absorbente 208, el tubo envolvente 210 se mueve al mismo tiempo con relación al soporte longitudinal 222. Una modificación de la longitud del tubo absorbente 208 con relación al tubo envolvente 210 en virtud de diferente calentamiento y diferentes materiales se posibilita sólo a través de los fuelles 754.

5 En la comparación de las figuras 6 y 7 se muestra claramente, además, que la suspensión y la longitud de los segmentos de los tubos receptores es independiente de la suspensión de la disposición de espejos y la longitud de los segmentos de los soportes longitudinales, elementos perfilados o elementos de espejo.

10 Por lo demás, en la figura 7 se puede representa un tercer elemento perfilado 756 para una tercer elemento de espejo, que no se puede reconocer aquí, inmediatamente sobre el tubo receptor 210, que está fijado sobre ambos lados en la primera suspensión 323. El tercer elemento perfilado 758 está conectado en un lado a través de medios de compensación, aquí en forma de un taladro alargado 756, y sobre el otro lado rígidamente con la primera suspensión 323 asociada, respectivamente, lo que permite una dilatación longitudinal diferente del tubo absorbente 208, por un lado, y del elemento perfilado 756, por otro lado.

15 Otros detalles especialmente de la primera suspensión 323 se muestran en la figura 8, en la que ésta se representa en sección y en perspectiva. La primera suspensión 323 presenta, como se ha dicho, en su extremo superior un carro 326, que cuelgan desplazables en dirección longitudinal por medio de dos parejas de rodillos 860, sólo uno de los cuales se muestra en la semi-sección, en el soporte longitudinal 222. En el extremo inferior, el carro 326 está conectado por medio de un estribo 862 con las abrazaderas 750, que fijan el tubo absorbente 208.

20 En esta representación se puede reconocer bien el tercer elemento perfilado 756, que aloja el tercer elemento de espejo 871 sobre su lado alejado del tubo receptor 206. El tercer elemento perfilado 756 está configurado para esta finalidad esencialmente en forma de U, de manera que presenta en los extremos de sus dos brazos unas proyecciones laterales 866, que forman una cubierta con los primeros y segundos elementos perfilados 438 y 440 en forma de L. La disposición de espejos subyacentes, que está constituida por los primeros, segundos y terceros elementos de espejo 432, 434, 871. está protegida de esta manera suficientemente contra influencias ambientales y polvo.

25 La figura 9 representa en forma esquemática muy simplificada los componentes ópticos del sistema receptor según la invención de acuerdo con una primera forma de realización. Se puede ver allí el tubo receptor 906 con un tubo absorbente 908 y un tubo envolvente 910, que rodea concéntricamente el tubo absorbente 908. A los componentes ópticos pertenecen, además, la disposición de espejo 912 fuera del tubo receptor 906, que está separada en dirección longitudinal en los dos primeros y segundos segmentos de espejo 932 y 934 con un hueco 936 intermedio directamente sobre el tubo receptor 906, que está cerrado al menos parcialmente ópticamente por una sección de espejo 968. Al menos parcialmente cerrado significa en este caso que, considerado en la sección transversal, respectivamente, permanece un intersticio de aire 970 entre el primer elemento de espejo 932 y la sección de espejo 968 así como entre el segundo elemento de espejo 934 y la sección de espejo 968. Ambos intersticios de aire 970 preparan orificios de ventilación suficientes en la zona de los dos vértices de los perfiles en simetría de espejo de la disposición de espejo.

30 El hueco 936 entre el primero y el segundo elementos de espejo 932 y 934 sirve, además, como abertura, a través de la cual se conduce la primera suspensión desde el soporte longitudinal no representado aquí por encima de los componentes ópticos hacia el tubo receptor. De esta manera es posible configurar la primera suspensión para la retención del tubo receptor 906 y de la sección de espejo 968 independientemente de la segunda suspensión para la retención de partes de la disposición de espejos, a saber, el primero y el segundo elementos de espejo 932, 943, de manera que éstos permiten dilataciones diferentes del tubo absorbente 908, por una parte, y del primero y segundo elementos de espejo 932, 934, por otra parte.

35 La sección de espejo 968 está configurada en esta forma de realización como tercer elemento de espejo 971, que está posicionado sin contacto directo con el tubo envolvente 912 y por encima del mismo.

40 La figura 10 muestra una segunda variante de configuración de los componentes ópticos del sistema receptor según la invención. Éste presenta un tubo receptor 1006 que está constituido por un tubo absorbente 1008 y un tubo envolvente 1010 así como una disposición de espejos 1012 que está constituida por un primer elemento de espejo 1032, un segundo elemento de espejo 1034 y una sección de espejo 1068, que cierra ópticamente al menos parcialmente el hueco 1036 entre le primera y la segunda sección de espejo. Una diferencia esencial con respecto al ejemplo de realización según la figura 9 consiste en que la sección de espejo 1068 está configurada como superficie azogada 1074 del tubo envolvente 1010. Esta variante de configuración tiene la ventaja de una estructura más sencilla, puesto que el tercer elemento de espejo se puede suprimir junto a su fijación, puesto que la sección de espejo forma un componente integral del tubo receptor y de esta manera también es guiada al mismo tiempo automáticamente siempre con el tubo receptor.

Además, también en esta forma de realización se pueden reconocer intersticios de aire 1070 entre el primer elemento de espejo 1032 y la sección de espejo 1068 así como entre el segundo elemento de espejo 1034 y la sección de espejo 1068, que preparan orificios de ventilación en la zona de un vértice de la disposición de espejos, de manera que los intersticios de aire 1070 sólo se encuentran un poco por debajo del vértice. La distancia vertical del vértice es con preferencia, sin embargo, no mayor del 10 % de la altura total del perfil curvado.

Por último, en la figura 10 se representa un primer elemento perfilado 1038, que está asociado al primer elemento de espejo 1032, y un segundo elemento perfilado 1040, que está asociado al segundo elemento de espejo 1034. Los dos elementos perfilados 1038 y 1040 están configurados en forma de L y alojan los primeros y segundos elementos de espejo sobre su lado alejado del tubo receptor 1006.

Una tercera forma de realización de los componentes ópticos del sistema receptor según la invención se representa de forma esquemática en la figura 11. Ésta corresponde con respecto a la disposición de espejos 1112 esencialmente a la forma de realización de la figura 9. La disposición de espejos se compone como allí por un primero, un segundo y un tercer elemento de espejo 1132, 1134 y 1171.

Una diferencia con respecto al ejemplo de realización en la figura 9 consiste en una forma modificada del tubo receptor 1106, en el que el tubo absorbente 1108 está dispuesto excéntricamente en el tubo envolvente 1110. Dicho con más precisión, el tubo absorbente 1108 está desplazado hacia arriba, de manera que el intersticio entre la superficie envolvente del tubo absorbente 1108 y la superficie envolvente del tubo envolvente 1110 está reducido sobre el lado superior dirigido hacia el tercer elemento de espejo 1171. De esta manera, se reducen al mínimo las pérdidas de radiación, ver también la figura 12A.

Además, en la figura 11 se representa un primer elemento perfilado 1138 asociado al primer elemento de espejo 1132, un segundo elemento perfilado 1140 asociado al segundo elemento de espejo 1134 y un tercer elemento perfilado 1156 asociado al tercer elemento de espejo 1171. Los primeros y segundos elementos perfilados 1138, 1140 están configurados en forma de L y alojan los primeros y segundos elementos de espejo asociados, respectivamente. El primer elemento perfilado 1156 está configurado en forma de U y aloja el tercer elemento de espejo 1171 sobre su lado dirigido hacia el tubo receptor 1106. Al mismo tiempo, los tres elementos perfilados se cubren de tal manera que los elementos de espejo y el tubo receptor están protegidos por el lado superior contra influencias del medio ambiente, como por ejemplo precipitaciones, radiación solar, viento o polvo. Otra protección se pueda través de moleteados adecuados de los bordes así como la proyección lateral no representada aquí (ver las figuras 3 y 8).

Además, en la figura 11 se ilustra que toda la disposición de espejos presenta una pluralidad de intersticios de aire. Éstos son, por una parte, los intersticios de aire 1170 ya descritos anteriormente entre el primero y el segundo elementos de espejos 1132, 1134, por una parte, y la sección de espejo configurada en forma del tercer elemento de espejo 1171. Otro intersticio de aire está configurado entre el primer elemento perfilado 1138 y el tercer elemento perfilado 1156 así como simétricamente a él entre el segundo elemento perfilado 1140 y el tercer elemento perfilado 1156.

También se puede reconocer que la disposición de espejos presenta en la sección transversal un perfil curvado en simetría de espejo con dos vértices colocados arriba, de manera que los intersticios de aire 1170 se encuentran, respectivamente, en la zona de estos vértice. "En la zona de los vértices" incluye también una zona debajo del vértice o aquí de los vértices del perfil curvado de hasta 10 % de la altura total del perfil curvado. En cualquier caso, los intersticios de aire 1170 dispuestos en la zona de los vértices contribuyen a que el aire caliente ascendente sino se acumule en la disposición de espejos, sino que se pueda escapar a través de los intersticios de aire hacia arriba, de manera que se pueden reducir las oscilaciones de la temperatura, a las que están expuestos los elementos de espejo individuales.

Para que el aire caliente ascendente pueda abandonar totalmente la carcasa formada por los tres elementos perfilados 1138, 1140 y 1156, están previstos a ambos lados, respectivamente, los intersticios 1174 entre los elementos perfilados. Una corriente de salida de aire se identifica por medio de flechas.

Otros intersticios se encuentran, respectivamente, entre los primeros y segundos elementos de espejo 1132 o bien 1134 y los elementos perfilados 1138 y 1140 asociados. Aquí se encuentran tanto en el extremo inferior los intersticios 1176 así como en el extremo superior los intersticios 1178, que permiten una circulación de aire también sobre el lado exterior de los elementos de espejo 1132 y 1134, de manera que se asegura una refrigeración óptima de estos elementos de espejo.

Las figuras 12A y 12B muestran dos formas de realización diferentes de tubos receptores 1206 y 1206' modificados. Éstos presentan, respectivamente, un tubo absorbente 1208 de la misma estructura, pero tubos envolventes 1210 y 1210' diferentes. El tubo envolvente 1212 está acodado en una sección media del tubo receptor, de manera que en esta sección el tubo absorbente 1208 se extiende excéntrico en el tubo envolvente 1212. A diferencia de ello, el tubo

5 envolvente 1210' según la figura 12b se estrecha sólo en esta sección, de manera que el tubo absorbente 1208 y el tubo envolvente 1210' forman, por tanto, una disposición concéntrica. Ambas variantes tienen como consecuencia que el intersticio 1280 y 1280' entre el tubo absorbente y el tubo envolvente se estrechan en la dirección longitudinal de la sección media del tubo receptor sobre su lado superior, de manera que en este lugar se produce una pérdida más reducida de radiación, como ya se ha explicado con la ayuda de la figura 11. Ambas medidas, un tubo envolvente acodado y un tubo envolvente estrechado se pueden combinar también en principio.

10 Por lo demás, en las figuras se puede reconocer la unión entre el tubo absorbente 1208 y el tubo envolvente 1210 o bien 1210', que están configurados idénticos en ambos casos. Se proporciona una obturación del volumen encerrado por el tubo envolvente 1210 o bien 1210', que está en general evacuado. Además, de la obturación, la conexión 1282 tiene al mismo tiempo la función de una compensación de la dilatación. Por tanto, presenta un fuelle da manera conocida en sí.

15 Como explicación hay que indicar todavía que las figuras 12A y 12B muestran, respectivamente, una sección extrema del tubo receptor, que se extiende hacia la izquierda y presente un cierre reflejado sobre el lado opuesto.

Lista de signos de referencia

100	Instalación solar Fresnel
102	Espejo concentrador primario
104	Sistema receptor
20 106	Tubo receptor
108	Tubo absorbente
110	Tubo envolvente
112	Disposición de espejo
114	Bastidor de soporte
25 116	Pilar de apoyo
118	Soporte transversal
204	Sistema receptor
206	Tubo receptor
208	Tubo absorbente
30 210	Tubo envolvente
212	Disposición de espejos
214	Bastidor de soporte
216	Placa de apoyo
218	Soporte transversal
35 220	Elemento del bastidor
222	Soporte longitudinal
323	Primera suspensión
324	Segunda suspensión
326	Carro
40 328	Pestaña
430	Segunda articulación, articulación giratoria
432	Primer elemento de espejo
434	Segundo elemento de espejo
436	Hueco, orificio
45 438	Primer elemento perfilado
440	Segundo elemento perfilado
542	Intersticio
544	Intersticio
646	Segmento del bastidor de soporte
50 648	Intersticio
750	Abrazadera
752	Segmento de la primera suspensión
754	Fuelle
756	Tercer elemento perfilado
55 758	Medios de compensación
860	Pareja de rodillos
862	Estribo
866	Saliente lateral
906	Tubo receptor
60 908	Tubo absorbente
910	Tubo envolvente
912	Disposición de espejos

	932	Primer elemento de espejo
	934	Segundo elemento de espejo
	936	Hueco
	968	Sección de espejo
5	970	Intersticio de aire
	971	Tercer elemento de espejo
	1006	Espejo receptor
	1008	Tubo absorbente
	1010	Tubo envolvente
10	1012	Disposición de espejos
	1032	Primer elemento de espejo
	1034	Segundo elemento de espejo
	1036	Hueco
	1038	Primer elemento perfilado
15	1040	Segundo elemento perfilado
	1068	Sección de espejo
	1070	Intersticio de aire
	1072	Superficie azogada
	1106	Tubo receptor
20	1108	Tubo absorbente
	1110	Tubo envolvente
	1112	Disposición de espejos
	1132	Primer elemento de espejo
	1134	Segundo elemento de espejo
25	1138	Primer elemento perfilado
	1140	Segundo elemento perfilado
	1156	Tercer elemento perfilado
	1170	Intersticio de aire
	1171	Tercer elemento de espejo
30	1174	Intersticio de aire
	1176	Intersticio de aire
	1178	Intersticio de aire
	1180	Intersticio entre tubo absorbente y tubo envolvente
	1206	Tubo receptor
35	1206'	Tubo receptor
	1208	Tubo absorbente
	1208'	Tubo absorbente
	1210	Tubo envolvente
	1210'	Tubo envolvente
40	1280	Intersticio entre tubo absorbente y tubo envolvente
	1280'	Intersticio entre tubo absorbente y tubo envolvente
	1282	Conexión

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Sistema receptor (104, 204) para una instalación solar Fresnel (100) con un tubo de absorción (108, 208, 908, 1008, 1108) que define una dirección longitudinal y con una disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) paralela a la dirección longitudinal con un perfil curvado en simetría de espejo con al menos un vértice colocado arriba para la concentración de rayos de luz sobre el tubo absorbente, caracterizado por que la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) presenta orificios de ventilación dispuestos en la zona del vértice.
- 10 2.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 1, caracterizado por un tubo receptor (106, 206, 906, 1006, 1106), que está constituido por el tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108) y por un tubo envolvente (110, 210, 910, 1010, 1110) dispuesto al menos por secciones alrededor del tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108).
- 15 3.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) presenta primeros y segundos elementos de espejo (432, 434, 932, 934, 1032, 1034, 1132, 1134) separados en dirección longitudinal con un hueco (436, 936, 1036) dispuesto en medio.
- 20 4.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 3, caracterizado por que la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) presenta una sección de espejos (968, 1068), que cierra ópticamente al menos parcialmente el hueco (436, 936, 1036).
- 25 5.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 4, caracterizado por que permanece, respectivamente, un intersticio (970, 1070, 1170) entre el primer elemento de espejo (932, 1032, 1132) y la sección de espejo (968, 1068) y entre el segundo elemento de espejo (934, 1034, 1134) y la sección de espejo (968, 1068), formando los intersticios de aire los orificios de ventilación.
- 30 6.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones 3 a 5, caracterizado por que la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) presenta, respectivamente, un primero y segundo elementos perfilados (438, 440, 1038, 1040, 1138, 1140) asociados al primero y segundo elementos de espejo (432, 434, 932, 934, 1032, 1034, 1132, 1134), que alojan el segundo elemento de espejo sobre su lado alejado del tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108).
- 35 7.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 6, caracterizado por que, respectivamente, entre el elemento de espejo (432, 434, 932, 934, 1032, 1034, 1132, 1134) y el elemento perfilado (438, 440, 1038, 1040, 1138, 1140) están previstos orificios de ventilación.
- 40 8.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones 4 ó 5, caracterizado por que la sección de espejo (968, 1068) está configurada como tercer elemento de espejo (971, 1171).
- 45 9.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 8, caracterizado por que la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) presenta un tercer elemento perfilado (756, 1156) asociado al tercer elemento de espejos (971, 1171), que aloja el tercer elemento de espejo sobre su lado alejado del tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108).
- 50 10.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones 4 ó 5, caracterizado por que la sección de espejos (968, 1068) está configurada como superficie azogada (1072) del tubo envolvente (110, 210, 910, 1010, 1110).
- 55 11.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un bastidor de soporte (114, 214) para el tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108) y la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112), en el que están montadas de manera independiente entre sí una primera suspensión (323) para la retención del tubo absorbente y una segunda suspensión (324) para la retención de la disposición de espejos o al menos de partes de la disposición de espejos, en el que la primera suspensión presenta primeros medios de compensación y la segunda suspensión presenta segundos medios de compensación, y los primeros y segundos medios de compensación permiten diferentes dilataciones del tubo absorbente y de la disposición de espejos en dirección longitudinal.
- 60 12.- Sistema receptor (104, 204) según la reivindicación 11, en conexión con la figura 3, caracterizado por que el bastidor de soporte (114, 214) presenta un soporte longitudinal (222) que se extiende paralelo al tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108) y a la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112) en el que está montada la primera suspensión (323), y por que la primera suspensión (323) está guiada desde el soporte longitudinal (222) a través del hueco (436, 936, 1036) entre el primero y el segundo elementos de espejo (432, 434, 932, 934, 1032, 1034, 1132, 1134) hacia el tubo absorbente (108, 208, 908, 1008, 1108).
- 13.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado por que la segunda suspensión (324) presenta como segundo medio de compensación una primera articulación, que conecta la pieza de

bastidor (114, 214) sobre uno de los lados con la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112), o al menos partes de la disposición de espejos sobre el otro lado.

5 14.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que la primera suspensión (323) presenta como primeros medios de compensación una disposición de rodamiento o de cojinete de fricción, en particular un carro (326), que está dispuesto desplazable a lo largo del soporte longitudinal (222).

15.- Sistema receptor (104, 204) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el perfil curvado de la disposición de espejos (112, 212, 912, 1012, 1112), presenta dos vértices colocados arriba, estando dispuestos los orificios de ventilación, respectivamente, en la zona de ambos vértices.

Fig. 1

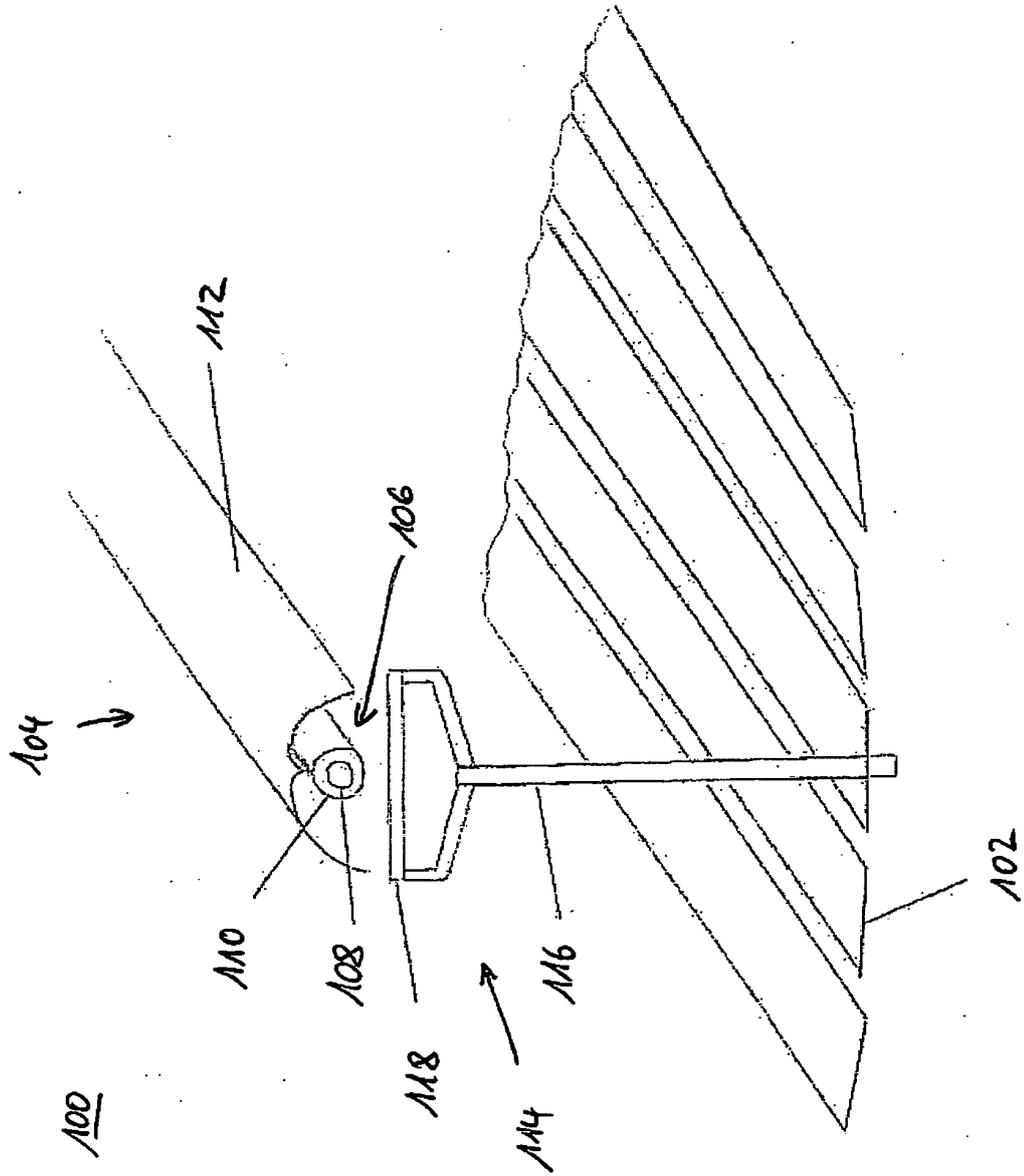


Fig. 2

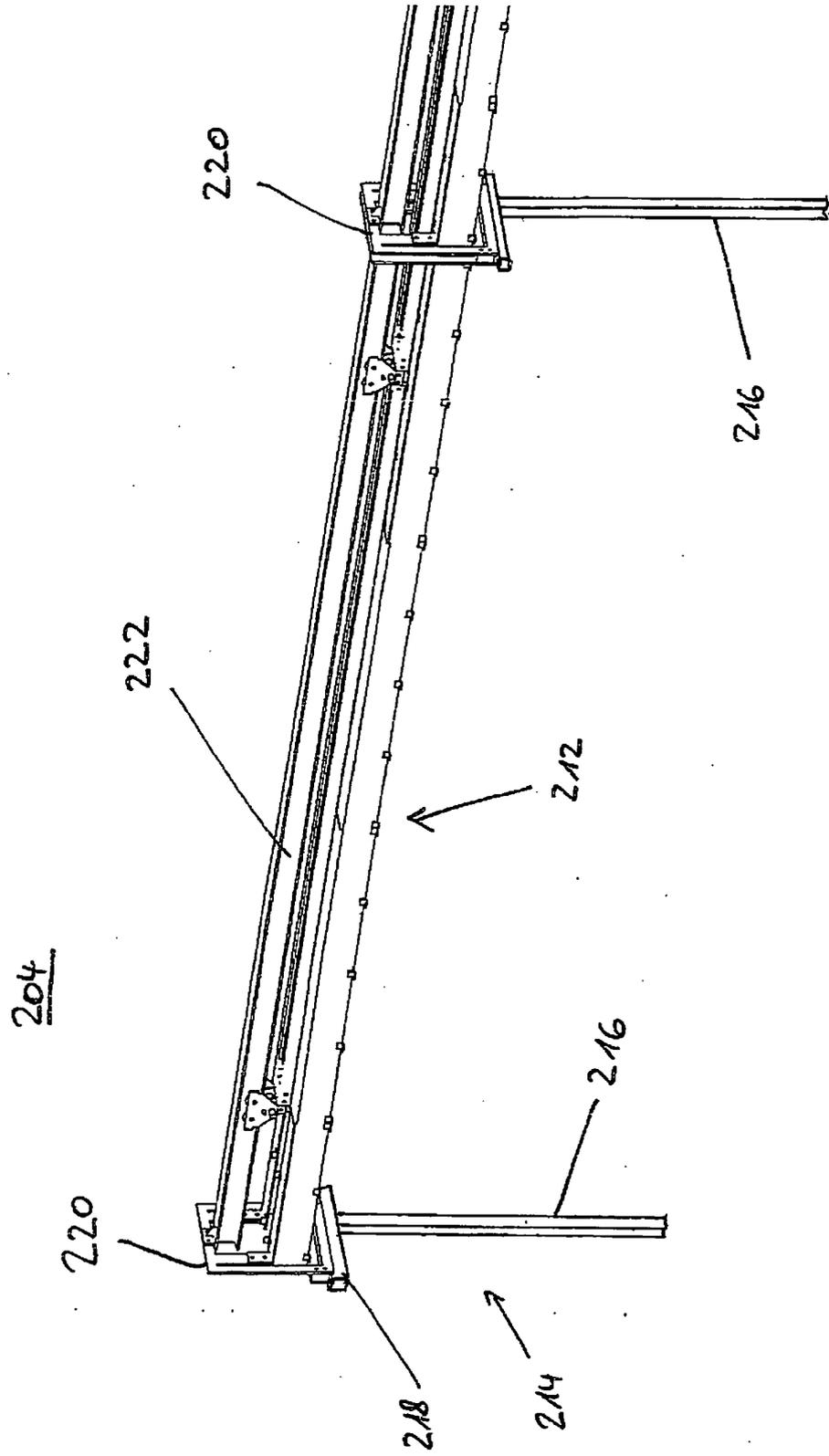
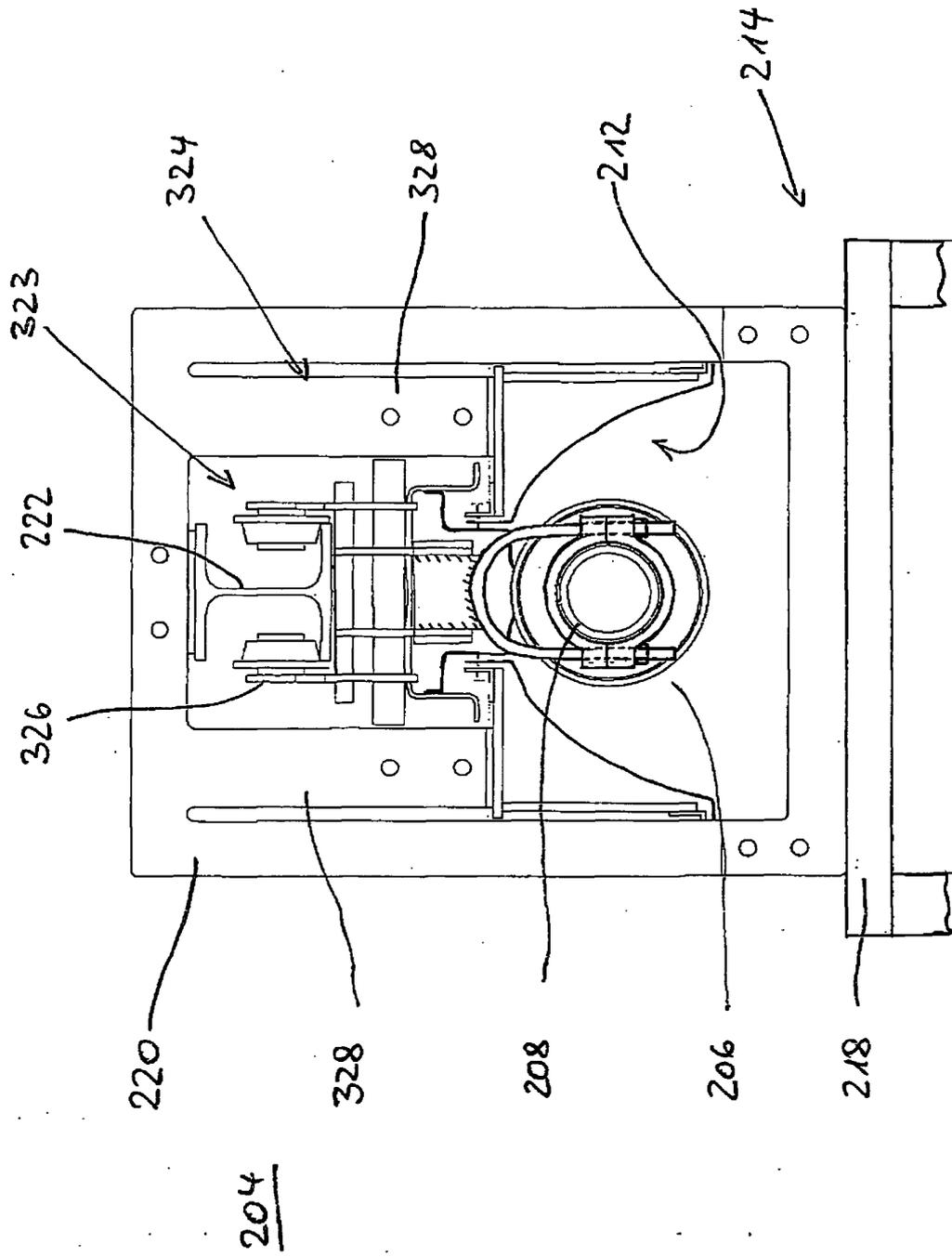


Fig. 3



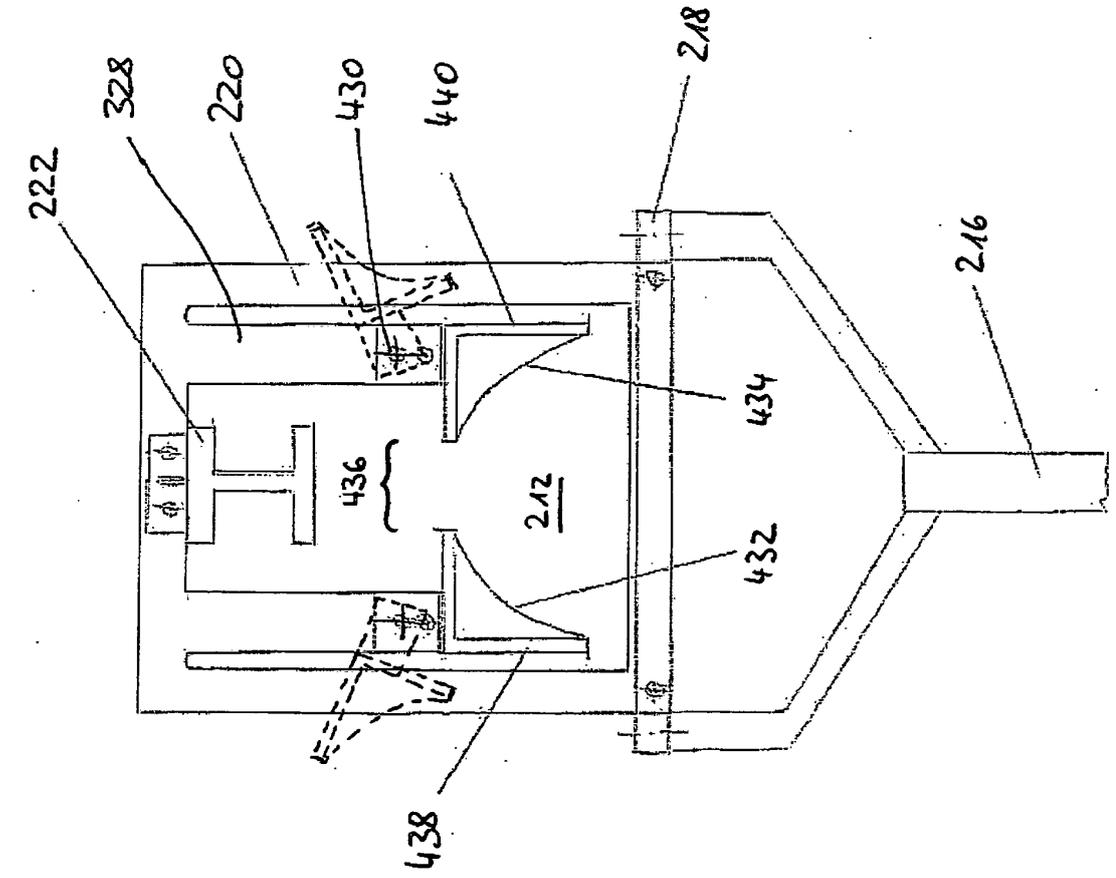
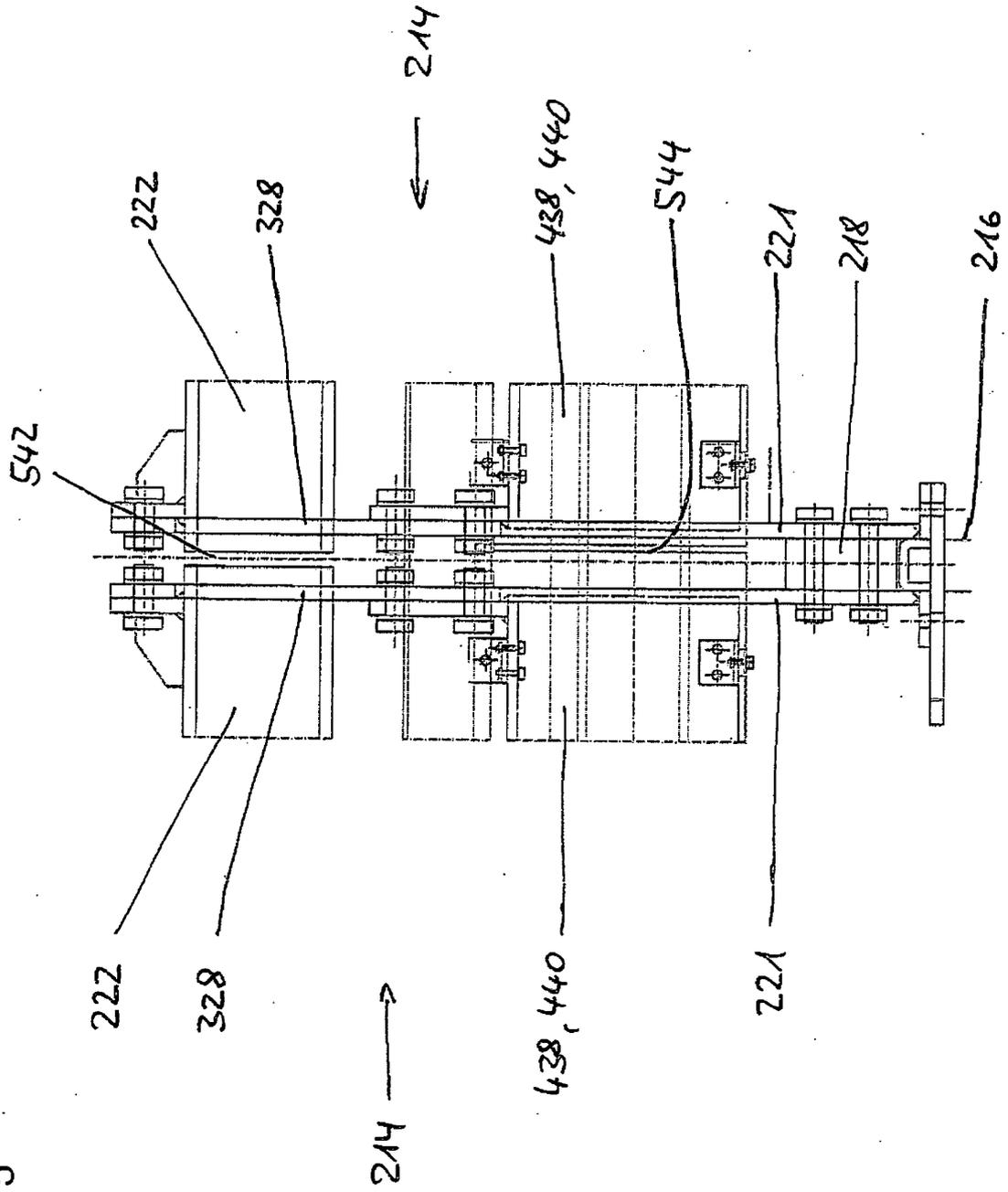


Fig. 4

Fig. 5



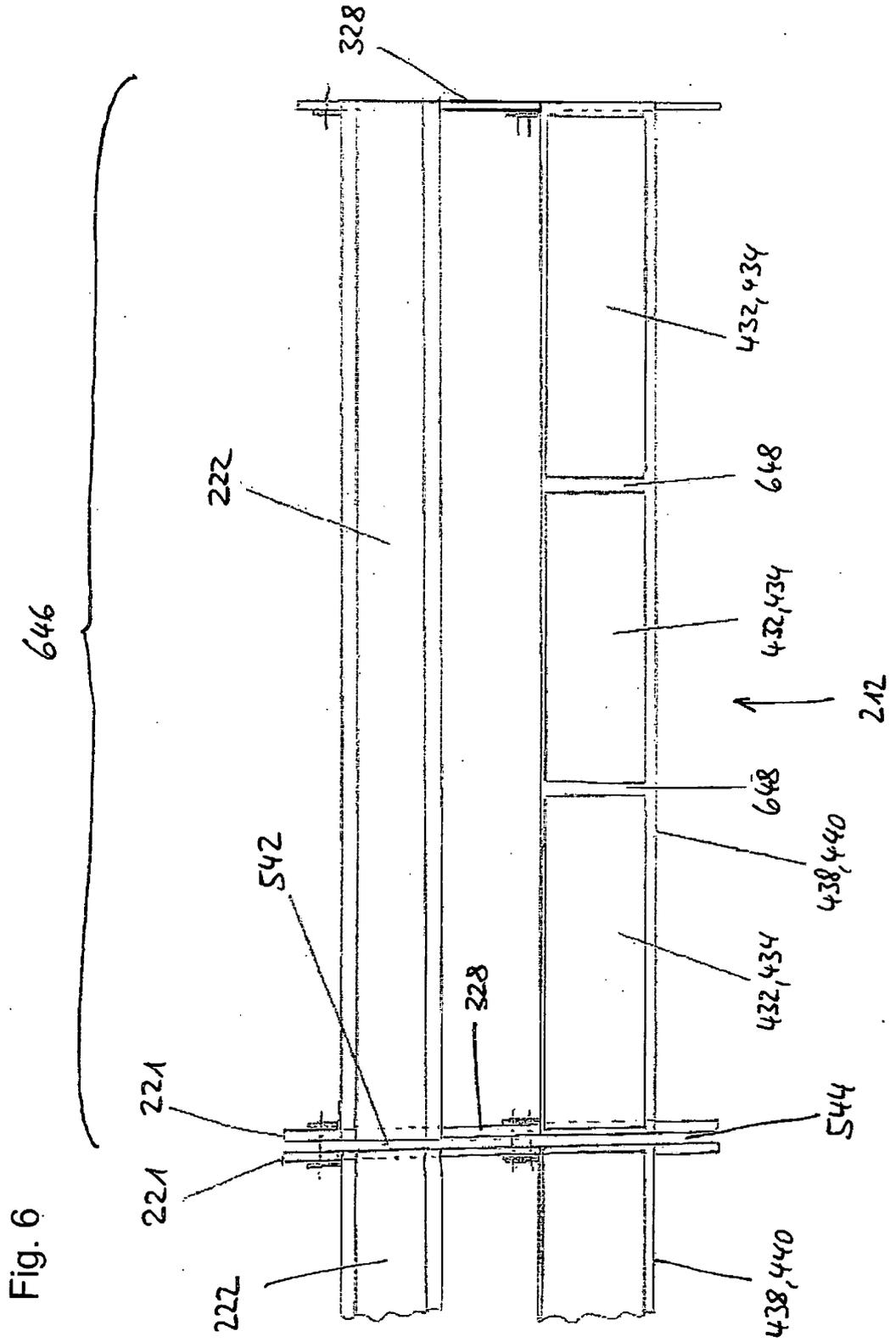
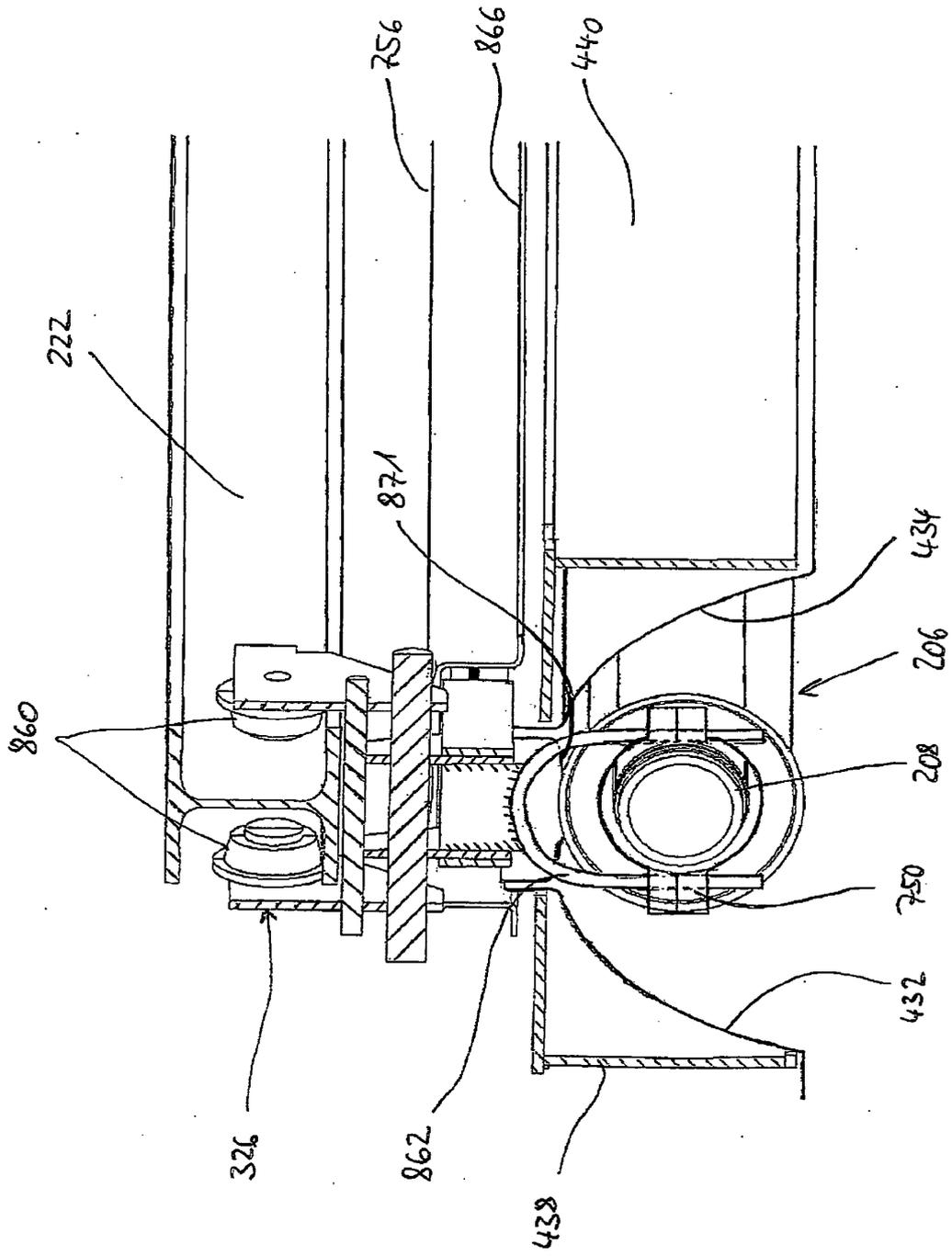


Fig. 8



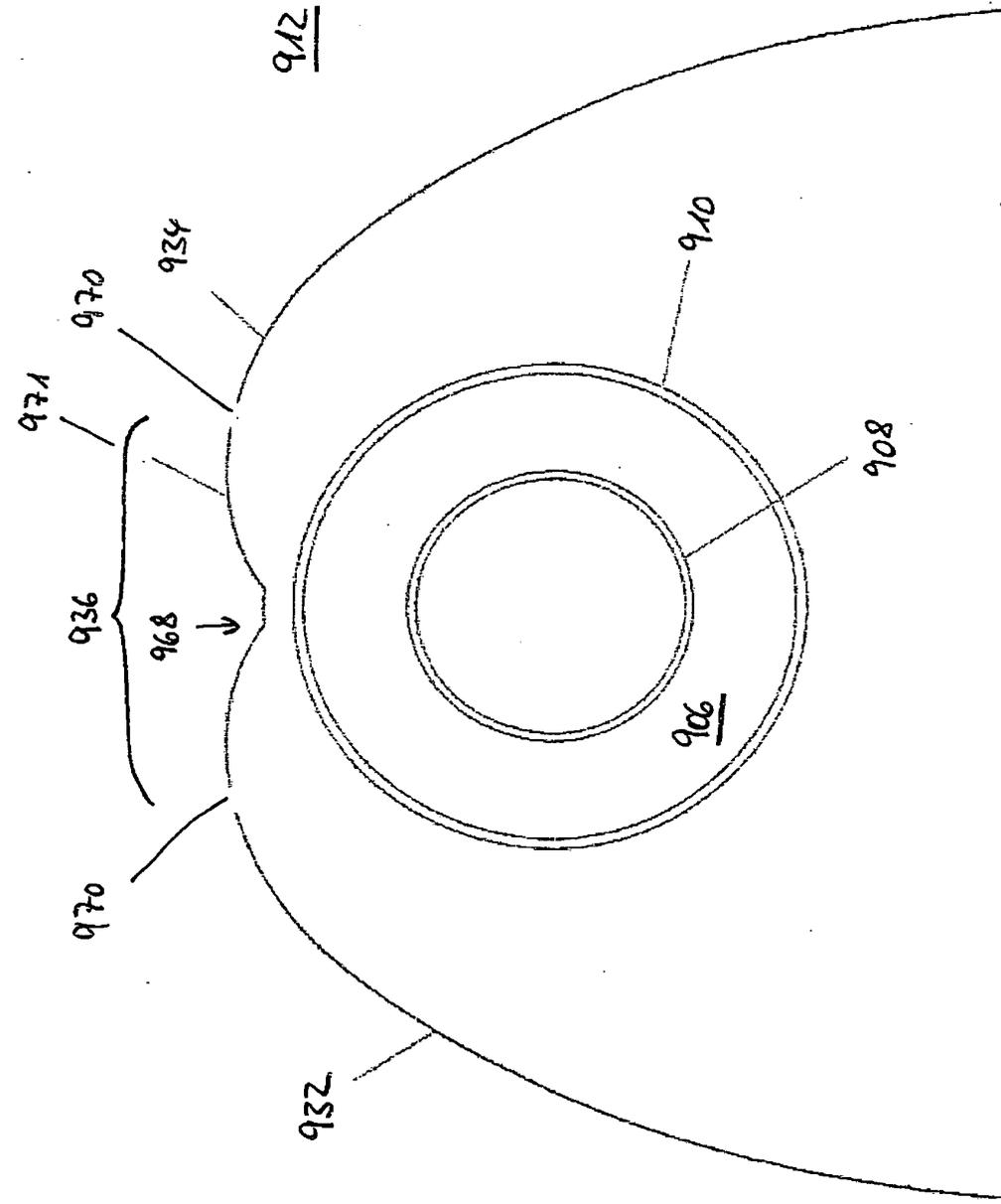
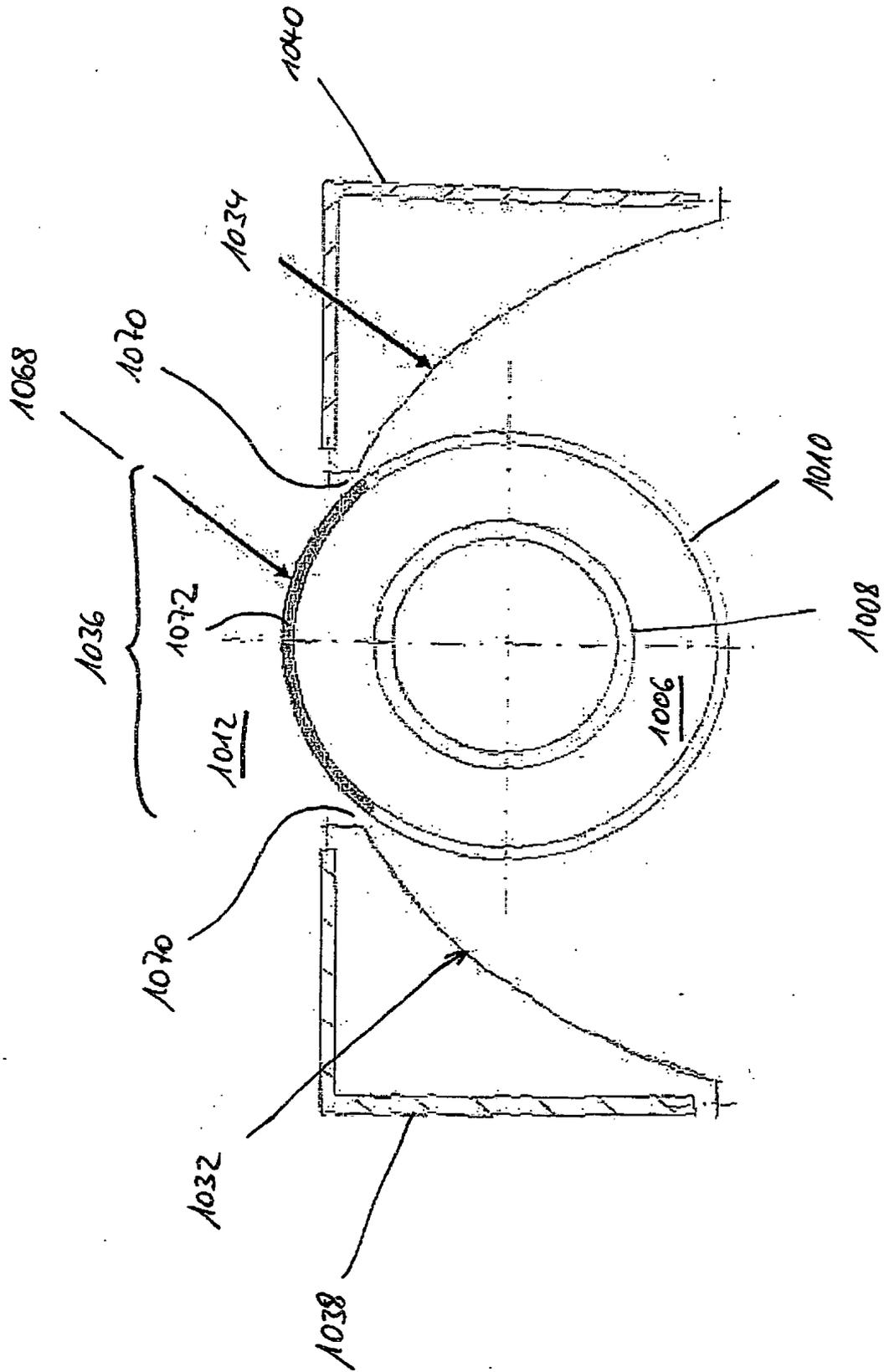


Fig. 9

Fig. 10



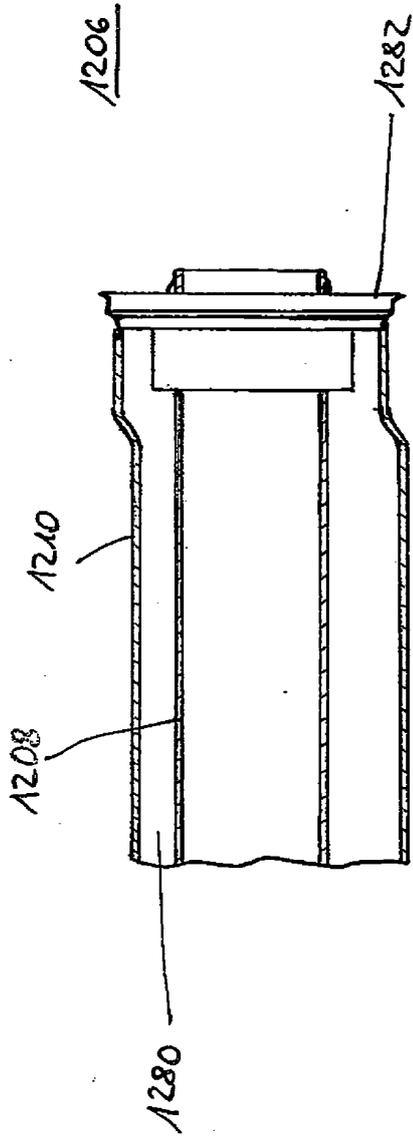


Fig. 12A

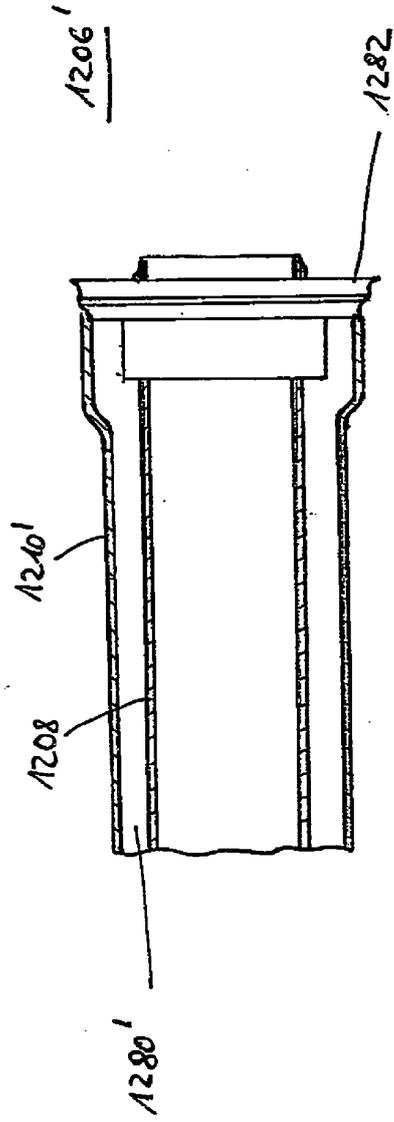


Fig. 12B