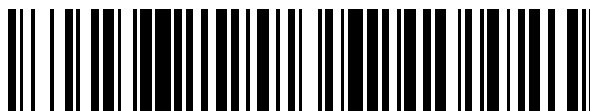


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 726 673**

51 Int. Cl.:

**F24S 30/42** (2008.01)

**F24S 23/74** (2008.01)

**F24S 23/79** (2008.01)

**F24S 30/452** (2008.01)

**F24S 30/45** (2008.01)

**F24S 23/75** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2015 PCT/GB2015/053485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.05.2016 WO16079497**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2015 E 15800897 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 3221650**

54 Título: **Concentrador solar con conexiones pivotantes separadas**

30 Prioridad:

**18.11.2014 GB 201420462**

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

**08.10.2019**

73 Titular/es:

**OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LIMITED  
(100.0%)  
Buxton Court, 3 West Way, Botley  
Oxford OX2 0JB, GB**

72 Inventor/es:

**BAILEY, PAUL BRIAN;  
STONE, CHARLES RICHARD;  
JELLEY, NICHOLAS ALFRED y  
DADD, MICHAEL WILLIAM**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 726 673 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**

Concentrador solar con conexiones pivotantes separadas

5 Esta invención se refiere a un concentrador solar, en particular, a un concentrador solar con seguimiento de dos ejes y destinado a usarse en aplicaciones de potencia media, tal como en el intervalo de 1 a 100 kW.

10 Las fuentes de energía renovables serán cada vez más importantes a medida que el mundo se vea obligado a depender menos de los combustibles fósiles. La energía solar se considera, en general, como el recurso de energía renovable más importante para muchas partes del mundo y, en particular, para aquellos países que tienen una alta insolación solar, por ejemplo, la India.

La energía solar ya se usa directamente para generar energía eléctrica por medio de paneles PV planos.

15 La energía solar también puede usarse para proporcionar una fuente de calor para una gama de aplicaciones y en varias de estas aplicaciones parece haber beneficios económicos muy tangibles. Algunos ejemplos son: entrada de calor para enfriadores de ciclo de absorción; generación de vapor para procesos industriales y calor para cocinar alimentos. Las temperaturas requeridas varían, pero normalmente son de 150 a 400 grados C o más.

20 Para que se genere calor a las temperaturas requeridas se necesita, en general, que un colector solar concentre la radiación solar. Para temperaturas más bajas (por ejemplo, 150 grados C), los factores de concentración de alrededor de 100 pueden ser suficientes y estos pueden producirse por concentradores que usan solo el seguimiento de un único eje. Para temperaturas de 400 grados C y más, se requieren concentraciones más altas y estas solo pueden proporcionarse por concentradores que usan seguimiento de dos ejes.

25 Los concentradores solares de seguimiento de dos ejes existentes usan normalmente una disposición de plato reflectante. Idealmente, el plato es una parábola, pero los platos exitosos también han usado diseños que se aproximan a la geometría parabólica de varias maneras. La página 9 en el Informe OMSoP: D3.4 REPORT ON STATE-OF-THE-ART DISH-ENGINE APPLICATIONS (7º Programa Bastidor de Investigación y Desarrollo de la Unión Europea) muestra una serie de diseños de este tipo que se han usado para proporcionar entradas de calor a los motores Stirling.

30 Aunque estos diseños son capaces de producir los niveles de concentración requeridos para aplicaciones a altas temperaturas, tienen dos inconvenientes importantes.

35 En primer lugar, el foco del concentrador, donde se genera el calor, se encuentra en una posición fija con respecto al concentrador y a cierta distancia del mismo. A medida que el concentrador sigue al sol, el foco y el receptor de calor también deben moverse con el concentrador. Por lo tanto, la estructura de seguimiento/concentrador debe ser capaz de soportar un conjunto relativamente masivo sobre una pluma. Para las aplicaciones de calor de proceso también existe la complicación muy importante de proporcionar uniones articuladas para la entrada y salida de los fluidos del proceso (por ejemplo, agua y vapor a alta presión).

40 En segundo lugar, estos diseños tienen, de diferentes maneras, geometrías que son relativamente complicadas de implementar. Los platos parabólicos requieren una superficie 3D que no puede formarse a partir de una lámina plana; necesita mecanizarse o moldearse. Si la parábola es aproximada, entonces se requiere un número significativo de elementos junto con los soportes adecuados.

45 Un foco alternativo a los concentradores de plato que sea capaz de generar un foco fijo, usa un gran número de espejos seguidos individualmente para formar un foco común en un objetivo que está montado en una torre. Estos "heliostatos" se han desarrollado para generar energía a gran escala, pero en general no son adecuados para aplicaciones a potencias más bajas, tales como en el intervalo de 1 a 100 kW.

50 El documento WO 2011/154685 A2 desvela un sistema de focalización para concentrar la radiación sobre una superficie objetivo, que comprende: un primer elemento reflectante que forma parte de la superficie de un cono alineado axialmente a lo largo de un primer eje de alineación, posicionándose el primer elemento reflectante de tal manera que cuando la radiación plana incide en el primer elemento reflectante en una dirección paralela al primer eje de alineación, la radiación plana se focaliza hacia un primer foco que se extiende a lo largo del primer eje de alineación, en el que dicha parte de la superficie de un cono está contenida dentro de un sector que tiene un ángulo incluido de menos de 180 grados; y un segundo elemento reflectante que tiene una superficie reflectante que en todos los puntos es plana en una dirección paralela a una única dirección de referencia, estando el segundo elemento reflectante colocado entre el primer elemento reflectante y el primer foco de tal manera que, cuando la radiación plana incide en el primer elemento reflectante en una dirección paralela al primer eje de alineación, la radiación reflejada desde el primer elemento reflectante sobre el segundo elemento reflectante se focaliza hacia un segundo foco.

65 El documento US 2013/093154 A1 desvela un sistema de colector solar que comprende un tubo absorbente, un

5 reflector primario y un reflector secundario. En ciertas realizaciones, los reflectores primario y secundario están localizados en lados opuestos del tubo absorbente, de tal manera que sus puntos focales respectivos convergen sobre un eje longitudinal del tubo absorbente. El sistema de colector solar incluye, en ciertas realizaciones, un conjunto de bastidor, por lo que el reflector primario, el reflector secundario y el tubo absorbente están todos configurados para rotar de manera unitaria alrededor de un eje de pivote común definido por al menos una parte del conjunto del bastidor.

10 El documento US 4291677 A desvela un colector de energía solar que comprende un espejo conformado en parábola formado a partir de una pluralidad de tiras de película reflectantes flexibles estiradas sobre una pluralidad de soportes que están dispuestos para colocar la película en una forma de parábola. Los soportes se mantienen en su lugar mediante una pluralidad de armazones. El espejo se fija de manera pivotante a un conjunto de soporte, por lo que el espejo puede mantenerse en la misma posición relativa al sol. La colocación del espejo está controlada por un dispositivo de seguimiento de rayos de energía. Los soportes pueden ajustarse, de tal manera que los rayos de energía de luz e infrarrojos que golpean la película entre los soportes se reflejan en el foco del espejo alrededor del que se localiza un conjunto de colector. El conjunto de colector comprende una superficie recubierta con una sustancia negra que es capaz de absorber el máximo calor de los rayos de energía de luz e infrarrojos; y, un fluido contenido que pasa en contacto con dicha superficie absorbe y transfiere el calor con el fin de que pueda obtenerse un trabajo útil del mismo.

20 Un objeto de la invención es proporcionar un concentrador solar mejorado que aborde al menos parcialmente uno o más de los problemas de la técnica anterior tratados anteriormente.

El alcance de la invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 En una realización desvelada se proporciona un concentrador solar, que comprende: un conjunto de reflector que comprende unos reflectores primero y segundo montados de manera fija uno con respecto a otro, estando los reflectores primero y segundo configurados de tal manera que la radiación solar incidente en el primer reflector desde una dirección de destino se focaliza en un punto focal a través de una primera secuencia de reflexiones, incluyendo la primera secuencia de reflexiones una reflexión del primer reflector sobre el segundo reflector y una reflexión posterior del segundo reflector sobre el punto focal; y un primer conjunto de seguimiento que comprende unos conectores primero y segundo que soportan el conjunto de reflector, en el que los conectores primero y segundo están configurados para permitir la rotación del conjunto de reflector alrededor de un primer eje a través del pivotamiento del conjunto de reflector en los conectores primero y segundo; y ambos conectores primero y segundo están localizados en el primer eje y están separados uno de otro a lo largo del primer eje.

35 La formación de un punto focal usando dos reflectores separados hace posible que los reflectores se formen a partir de una lámina plana, facilitando de este modo el transporte y el almacenamiento de los componentes para la fabricación del concentrador solar. El montaje pivotante del conjunto de reflector que usa dos conectores separados uno de otro hace posible soportar el conjunto de reflector de manera estable y segura sin que los conectores necesiten ser excesivamente fuertes (y, por lo tanto, pesados y/o costosos). La combinación de características proporciona un sistema que puede seguir el sol a través del cielo de manera eficaz, permitiendo de este modo lograr altos factores de concentración, y es liviano y fácil de almacenar y ensamblar, incluso en localizaciones remotas.

45 Los reflectores primero y segundo pueden configurarse fácilmente para proporcionar factores de alta concentración, por ejemplo, de 500 a 1000 o más. Dichos factores de concentración hacen que el concentrador solar sea adecuado para aplicaciones donde el dispositivo proporcionará salidas en el intervalo de 1 a 100+ kW. Las aplicaciones típicas son las cocinas solares comunitarias, el proceso de calentamiento y también las unidades de generación de energía solar que podrían aprovechar los motores de ciclo Stirling o de ciclo orgánico de Rankine.

50 El conjunto de reflector comprende además un segundo conjunto de seguimiento, en el que el primer conjunto de seguimiento se conecta al segundo conjunto de seguimiento de tal manera que pueda rotar alrededor de un segundo eje que es perpendicular al primer eje. De este modo, el conjunto de reflector puede hacerse rotar alrededor de los ejes primero y segundo perpendiculares, permitiendo de este modo que el conjunto de reflector siga la trayectoria del sol a través del cielo con alta precisión.

55 El concentrador solar está configurado de tal manera que el punto focal permanece estacionario (por ejemplo, en relación con el suelo) mientras que el conjunto de reflector se hace rotar a través de un intervalo de ángulos alrededor de ambos ejes primero y segundo. Por ejemplo, el concentrador solar puede configurarse de tal manera que el punto focal permanezca estacionario durante un seguimiento del sol a través del cielo durante el transcurso de un día. El uso de dos reflectores separados dispuestos de acuerdo con las realizaciones de la invención hace posible lograr esta funcionalidad con un mínimo de movimiento de las partes reflectantes durante el seguimiento. Por lo tanto, el aparato puede construirse y operarse, en general, de manera barata y compacta.

65 La provisión de un punto focal que se fija con respecto al suelo es una ventaja muy significativa sobre los concentradores de plato existentes, ya que elimina la necesidad de mover el aparato para recibir la energía solar concentrada (el receptor de calor) en respuesta al seguimiento del sol. El receptor de calor puede montarse en una

torre estática simple sin necesidad de uniones articuladas para la entrada y salida de fluidos de proceso (donde se usen). Además, el receptor de calor no necesita proteger el espejo que recoge la radiación solar.

5 En una realización, el concentrador solar se configura de tal manera que, durante su uso, cuando se ve a lo largo de la dirección de destino, el segundo conector se coloca entre los reflectores primero y segundo a lo largo del primer eje. Proporcionar el segundo conector entre los reflectores primero y segundo de esta manera proporciona un soporte eficaz para el conjunto de reflector al tiempo que también libera espacio en la región del punto focal, lo que facilita la instalación del receptor de calor y del aparato asociado en el punto focal.

10 En una realización, el concentrador solar se configura de tal manera que cuando la radiación solar incide en el primer reflector desde la dirección de destino, el punto focal se localiza más cerca del sol que el segundo reflector desde el que se está reflejando la radiación solar hacia el punto focal (por ejemplo, el segundo reflector está debajo del punto focal). Además, en esta realización, el conjunto de reflector comprende además los reflectores tercero y cuarto montados de manera fija uno con respecto a otro, los reflectores tercero y cuarto están configurados de tal manera que la radiación solar incidente en el tercer reflector desde la dirección de destino se focaliza en el punto focal a través de la reflexión desde el cuarto reflector, y el concentrador solar se configura de tal manera que cuando la radiación solar incide en el tercer reflector desde la dirección de destino, el punto focal se localiza más alejado del sol que el cuarto reflector desde el que se está reflejando la radiación solar hacia el punto focal (por ejemplo, el cuarto reflector está por encima del punto focal).

20 Esta disposición proporciona una mayor potencia por área de suelo necesaria para la instalación (huella) que las realizaciones alternativas que no tienen los reflectores tercero y cuarto. Además, la colocación del tercer y cuarto reflector descritos proporciona una distribución de masa más equilibrada alrededor del primer eje, facilitando de este modo la estabilidad y el uso de componentes de construcción livianos y baratos.

25 La invención puede usarse en cualquier aplicación que implique el uso de radiación concentrada a partir del sol. Unos ejemplos son:

30 1) Absorción directa de la radiación solar:

- a) Sistemas fotovoltaicos concentrados para producir energía eléctrica
- b) Sistemas de síntesis química donde se usa la radiación solar para facilitar las reacciones químicas

35 2) Uso del calor generado por la radiación solar:

- a) Entrada de calor para ciclos termodinámicos
- b) Motores para la producción de energía, por ejemplo, ciclo de Stirling, ciclo de Rankine orgánico
- c) Enfriadores de ciclo de absorción para refrigeración
- d) Entrada para calentamiento de proceso
- e) Cocinar

40 La invención se describirá ahora con más detalle, simplemente a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

45 la figura 1 es una vista lateral en sección de un conjunto de reflector que comprende los reflectores primero y segundo de acuerdo con una realización, con un punto focal que está por encima del segundo reflector;  
 la figura 2 es una vista en planta del conjunto de reflector de acuerdo con la figura 1;  
 la figura 3 es una vista lateral en sección de un conjunto de reflector del tipo mostrado en la figura 1, excepto que el punto focal se forma debajo del segundo reflector;  
 50 la figura 4 es una vista lateral en sección de un conjunto de reflector del tipo mostrado en la figura 1, excepto que se proporciona un segundo conector entre los reflectores primero y segundo;  
 la figura 5 es una vista lateral en sección de una realización que comprende además los reflectores tercero y cuarto, con el punto focal formado entre los reflectores segundo y cuarto;  
 la figura 6 es una vista lateral en sección de un primer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, que soporta un primer conjunto de seguimiento conectado a un conjunto de reflector del tipo mostrado en la figura 1 en una primera posición de ejemplo (latitud = 0 grados);  
 55 la figura 7 es una vista lateral en sección de la disposición de la figura 6 con el conjunto de reflector en una segunda posición de ejemplo (latitud = 40 grados);  
 la figura 8 es una vista en planta de la disposición de la figura 6;  
 60 la figura 9 es una vista lateral en sección de un segundo ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, que soporta un primer conjunto de seguimiento conectado a un conjunto de reflector del tipo mostrado en la figura 3 en una primera posición de ejemplo (latitud = 0 grados);  
 la figura 10 es una vista lateral en sección de la disposición de la figura 9 con el conjunto de reflector en una segunda posición de ejemplo (latitud = 40 grados);  
 65 la figura 11 es una vista lateral en sección de un tercer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, que soporta un primer conjunto de seguimiento conectado a un conjunto de reflector del tipo mostrado en la figura 4

en una primera posición de ejemplo (latitud = 0 grados);  
 la figura 12 es una vista lateral en sección de la disposición de la figura 11 con el conjunto de reflector en una  
 segunda posición de ejemplo (latitud = 40 grados);  
 la figura 13 es una vista lateral en sección de un cuarto ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, en el  
 que el segundo eje es vertical, y que soporta un primer conjunto de seguimiento conectado a un conjunto de  
 reflector del tipo mostrado en la figura 1;  
 la figura 14 es una vista en planta de la disposición de la figura 13 colocada en una elevación baja (adecuada,  
 por ejemplo, para el amanecer);  
 la figura 15 es una vista en planta de la disposición de la figura 13 colocada en una elevación máxima (adecuada  
 para el mediodía);  
 la figura 16 es una vista en planta de la disposición de la figura 13 colocada en una elevación baja (adecuada,  
 por ejemplo, para el anochecer);  
 la figura 17 es una vista a lo largo de una dirección horizontal perpendicular al segundo eje de un quinto ejemplo  
 de un segundo conjunto de seguimiento, en el que el segundo eje es horizontal y orientado N-S;  
 la figura 18 es una vista en sección a lo largo del segundo eje de la disposición de la figura 18 en una elevación  
 baja (adecuada, por ejemplo, para el amanecer);  
 la figura 19 es una vista en sección a lo largo del segundo eje de la disposición de la figura 18 en una elevación  
 máxima (adecuada para el mediodía); y  
 la figura 20 es una vista en sección a lo largo del segundo eje de la disposición de la figura 18 en una elevación  
 baja (adecuada, por ejemplo, para el anochecer).

En las figuras 1-20 se muestran unos ejemplos de un concentrador solar (o componentes del mismo) de acuerdo  
 con las realizaciones. En estas realizaciones, el concentrador solar comprende un conjunto de reflector. El conjunto  
 de reflector comprende un primer reflector 4 y un segundo reflector 6. Los reflectores primero y segundo 4, 6 están  
 normalmente separados uno de otro y tienen diferentes geometrías entre sí (por ejemplo, como se describe a  
 continuación, el primer reflector 4 puede tener una geometría cónica y el segundo reflector puede tener una  
 geometría parabólica bidimensional). Los reflectores primero y segundo 4, 6 están configurados de tal manera que la  
 radiación solar (véanse, por ejemplo, los rayos de ejemplo 16 en la figura 1) incidente en el primer reflector 4 desde  
 la dirección de destino se focaliza en un punto focal 14. El punto focal 14 es un foco que se localiza sustancialmente  
 en el espacio. El punto focal 14 no será perfectamente puntual (es decir, tendrá cero dimensiones) debido a las  
 tolerancias de ingeniería con las que el experto en la materia sería muy consciente. Normalmente, el área del punto  
 focal 14 en todos los planos que cortan a través del punto focal 14 será significativamente menor que el área de  
 superficie de ambos reflectores primero y segundo 4, 6, preferentemente al menos 100 veces más pequeño que el  
 área de superficie del primer reflector 4.

La focalización se consigue mediante una primera secuencia de reflexiones. La primera secuencia de reflexiones  
 incluye una reflexión del primer reflector 4 sobre el segundo reflector 6 y una reflexión posterior del segundo reflector  
 6 sobre el punto focal 14. La formación de un punto focal 14 usando dos reflectores diferentes en lugar de uno hace  
 posible que los reflectores tengan geometrías que pueden formarse doblando láminas planas, facilitando de este  
 modo la fabricación y el transporte del aparato o los componentes para la construcción del aparato.

Los reflectores primero y segundo 4, 6 se montan de manera fija entre sí (por ejemplo, de tal manera que los  
 reflectores primero y segundo 4, 6 mantienen una relación espacial fija uno con respecto a otro durante su uso). En  
 las realizaciones mostradas en las figuras, se proporcionan unos elementos de conector 8 para conectar los  
 reflectores primero y segundo 4, 6 entre sí. Los elementos de conector 8 pueden conectarse entre sí para formar un  
 bastidor de conjunto de reflector al que pueden unirse los reflectores primero y segundo 4, 6. El conjunto de reflector  
 puede comprender de este modo los reflectores primero y segundo 4, 6, los elementos conectores 8 y/o el bastidor  
 de conjunto de reflector.

El concentrador solar puede comprender además un primer conjunto de seguimiento que comprende unos  
 conectores primero y segundo 11 y 12 que soportan el conjunto de reflector. En ciertas realizaciones, el primer  
 conjunto de seguimiento puede comprender un primer bastidor de conjunto de seguimiento 10 al que se unen las  
 conexiones primera y segunda 11 y 12. Los conectores primero y segundo 11 y 12 están configurados para permitir  
 la rotación del conjunto de reflector alrededor de un primer eje 18. La rotación se proporciona a través del  
 pivotamiento del conjunto de reflector en los conectores primero y segundo 11 y 12. Diversos mecanismos para  
 implementar la funcionalidad pivotante en los conectores 11 y 12 serán conocidos por los expertos en la materia.  
 Ambos conectores primero y segundo 11, 12 están localizados en el primer eje 18 y están separados uno de otro a  
 lo largo del primer eje 18. Al proporcionar dos conectores 11, 12, es posible soportar el conjunto de reflector de  
 manera estable y segura sin que los conectores 11, 12 necesiten ser excesivamente fuertes (y, por lo tanto, pesados  
 y/o caros). La rotación alrededor del primer eje 18 (opcionalmente en combinación con la rotación alrededor de un  
 segundo eje, como se describe a continuación) hace posible que el conjunto de reflector siga al sol a medida que se  
 mueve a través del cielo durante el día.

En una realización, el conjunto de reflector está configurado de tal manera que el punto focal 14 permanece  
 estacionario (por ejemplo, en relación con el entorno en el que está instalado el concentrador solar) a través de un  
 intervalo de ángulos de rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje 18. Mantener un punto focal

estacionario 14 facilita el uso de la energía solar concentrada en el punto focal 14. Por ejemplo, un receptor de calor que absorbe la energía solar puede permanecer estacionario durante su uso a pesar de la rotación del conjunto de reflector para seguir el movimiento del sol.

5 En una realización, el primer reflector 4 está configurado de tal manera que la radiación solar se refleja en el primer reflector 4 en una dirección perpendicular a la dirección de destino cuando la radiación solar incide en el primer reflector 4 desde la dirección de destino (es decir, los rayos que viajan entre el primer reflector 4 y el segundo reflector 6 están contenidos en planos que son perpendiculares a la radiación incidente del sol). En una realización, el primer reflector 4 comprende una superficie reflectante conformada como una parte de un cono. Por ejemplo, el primer reflector 4 puede comprender una superficie reflectante en la forma de un sector de un cono truncado. En una realización, el segundo reflector 6 comprende una superficie reflectante conformada como una parte de un cilindro parabólico. El cilindro parabólico puede denominarse como una superficie parabólica bidimensional en el sentido de que una sección a través de la superficie sigue una curva parabólica cuando se corta por cualquier plano perpendicular a una primera dirección y sigue una línea recta cuando se corta por cualquier plano que contenga a la primera dirección. Por lo tanto, en la figura 1, por ejemplo, puede verse que el segundo reflector 6 tiene una sección parabólica cuando se ve a lo largo de una dirección perpendicular a la página. Las secciones vistas desde cualquier dirección dentro de la página serían rectas.

20 En una realización, el cono del primer reflector 4 está definido por un eje de cono 20 alrededor del cual el cono es rotatoriamente simétrico. El primer reflector 4 está dispuesto de tal manera que el primer eje 18 interseca el eje de cono 20 a 90 grados (véase, por ejemplo, la figura 1). El segundo reflector 6 puede colocarse entre el primer reflector 4 y el eje cónico 20 (con el fin de interceptar la radiación solar reflejada desde el primer reflector 4). La dirección de destino para la radiación incidente en el primer reflector 4 puede ser paralela al eje de cono 20.

25 La geometría detallada de las superficies de concentrador puede determinarse usando los principios conocidos por los expertos en la materia. Véase, por ejemplo, el documento "Low Cost Focussing System Giving High Concentrations", US-2013-0206207-A1.

30 En una realización, el primer eje 18 interseca el punto focal 14. Esto facilita mantener estacionario el punto focal 14 durante el seguimiento del movimiento del sol por el concentrador solar.

35 En una realización, el concentrador solar se configura de tal manera que cuando la radiación solar incide en el primer reflector 4 desde la dirección de destino, el punto focal 14 se localiza más cerca del sol que al menos la mayor parte del segundo reflector 6 desde donde se refleja la radiación solar hacia el punto focal 14. En las realizaciones de este tipo, el punto focal tenderá a estar por encima de al menos parte del segundo reflector 6. En las figuras 1, 2, 4-8 y 11-20 se muestran ejemplos de realizaciones de este tipo.

40 El segundo reflector 6 puede configurarse de tal manera que los rayos que inciden en el punto focal se distribuyan de manera equitativa alrededor de un eje a través del punto focal 14 que es paralelo a la dirección de destino (y, donde pueda aplicarse, al eje cónico 20).

45 En una realización alternativa, el concentrador solar se configura de tal manera que cuando la radiación solar incide en el primer reflector 4 desde la dirección de destino, el punto focal 14 se localiza más alejado del sol que al menos la mayor parte del segundo reflector 6 desde el que se refleja la radiación solar hacia el punto focal 14. En las figuras 3, 9 y 10 se muestran ejemplos de realizaciones de este tipo. En las realizaciones de este tipo, el primer eje 18 puede localizarse debajo de los reflectores primero y segundo 4, 6, en lugar de sobre los reflectores primero y segundo 4, 6 como en las figuras 1, 2, 4-8 y 11-20. En las realizaciones de este tipo, el punto focal 14 tenderá a estar por debajo del segundo reflector 6. Esta geometría puede ser ventajosa en aplicaciones donde puede desearse minimizar la altura del concentrador solar.

50 En una realización, el conjunto de reflector comprende además un tercer reflector 5 y un cuarto reflector 7. En la figura 5 se muestra un ejemplo de una realización de este tipo. El tercer y cuarto reflector 5, 7 están montados de manera fija uno con respecto a otro (por ejemplo, de tal manera que el tercer y cuarto reflector 5, 7 mantengan una relación espacial fija uno con respecto a otro durante su uso). Pueden proporcionarse elementos de conector 8 para conectar los reflectores tercero y cuarto 5, 7 entre sí y/o a los reflectores primero y segundo 4, 6 y/o a un bastidor de conjunto de reflector (donde se proporcione). El conjunto de reflector puede comprender de este modo los reflectores primero, segundo, tercero y cuarto 4, 5, 6, 7, los elementos de conector 8 y/o el bastidor de conjunto de reflector.

60 En una realización, en cuanto al primer reflector 4, el tercer reflector 5 está configurado de tal manera que la radiación solar se refleja en el tercer reflector 5 en una dirección perpendicular a la dirección de destino cuando la radiación solar incide en el tercer reflector 5 desde la dirección de destino (es decir, los rayos que viajan entre el tercer reflector 5 y el segundo reflector 7 están contenidos en planos que son perpendiculares a la radiación incidente del sol). En una realización, en cuanto al primer reflector 4, el tercer reflector 5 comprende una superficie reflectante conformada como una parte de un cono. Por ejemplo, el tercer reflector 5 puede comprender una superficie reflectante en la forma de un sector de un cono truncado. En una realización, en cuanto al segundo

reflector 6, el cuarto reflector 7 comprende una superficie reflectante conformada como una parte de un cilindro parabólico.

5 Los reflectores primero, segundo, tercero y cuarto 4, 5, 6, 7 pueden configurarse de tal manera que cuando la radiación solar incide en el reflector primero y tercero 4, 5 desde la dirección de destino, el punto focal 14 se localiza más cerca del sol que al menos la mayor parte del segundo reflector 6 desde donde se refleja la radiación solar hacia el punto focal 14 y más lejos del sol que al menos la mayor parte del cuarto reflector 7 desde donde se refleja la radiación solar hacia el punto focal 14 (como se muestra, por ejemplo, en la figura 5).

10 La disposición de la figura 5 se asemeja a una combinación de apilamiento o de "doble piso" de las realizaciones del tipo mostrado en las figuras 1 y 3. Si las disposiciones de las figuras 1 y 3 se combinaran directamente de manera simple juntando sus primeros ejes 18, el primer reflector 4 de la disposición inferior (del tipo mostrado en la figura 1) quedaría oculto por el primer reflector 4 de la disposición superior (que se convierte en el "tercer reflector 5"). Esto se soluciona expandiendo el tercer reflector 5 radialmente hacia fuera con respecto al eje de cono 20 hasta que el radio interior del tercer reflector 5 coincida con el radio exterior del primer reflector 4 (como se muestra en el ejemplo de la figura 5). Las realizaciones de este tipo tienen algunas ventajas significativas:

- 15 i) Son más eficientes en cuanto al espacio que las disposiciones que usan solo dos reflectores. El área de tierra necesaria para la instalación (la huella) es más pequeña para una potencia dada.
- 20 ii) Puede usarse el mismo primer conjunto de seguimiento que para un conjunto de reflector que tiene solo dos reflectores mientras se genera más del doble de energía.
- 25 iii) La combinación de dos conjuntos reflectores que tienen solo dos reflectores, por encima y por debajo del primer eje 18, conduce a un conjunto que ya está bastante bien equilibrado y que puede tener una distribución de peso muy uniforme al elegir los ángulos de sector adecuados para los reflectores cónicos primero y tercero 4, 5. Esto contrasta fuertemente con las otras realizaciones (por ejemplo, las figuras 1 y 3) donde el peso está todo en un lado del primer eje 18.

30 Para evitar o reducir las pérdidas por convección, pueden proporcionarse unas ventanas en el receptor. Las ventanas permiten la entrada de radiación pero no la salida por convección, lo que es bueno para la radiación desde arriba.

35 En una realización, el concentrador solar se configura de tal manera que, durante su uso, cuando se ve a lo largo de la dirección de destino, el primer reflector 4 y el segundo reflector 6 se colocan entre los conectores primero y segundo 11, 12 a lo largo del primer eje 18. Por ejemplo, en una realización, las proyecciones sobre el primer eje 18 en las direcciones perpendiculares al primer eje 18 de todas las partes de los reflectores primero y segundo 4, 6 que participan en las reflexiones que conducen a la focalización de la radiación solar en el punto focal 14 están todas colocadas entre los conectores primero y segundo 11, 12. La figura 1 muestra una realización de este tipo. Las proyecciones sobre el primer eje 18 de las partes del primer reflector 4 que participan en las reflexiones que conducen a la focalización de la radiación solar en el punto focal 14 se localizarían en el primer eje 18 en la región marcada como 19 en la figura 1. Las proyecciones sobre el primer eje 18 de las partes del segundo reflector 6 que participan en las reflexiones que conducen a la focalización de la radiación solar en el punto focal 14 se localizarían en el primer eje 18 en la región marcada como 21. Como puede verse, todas las regiones 19 y 21 en el primer eje 18 están localizadas entre las posiciones en el primer eje 18 de los conectores primero y segundo 11 y 12.

45 La colocación de los conectores primero y segundo 11, 12 relativamente separados de esta manera tiende a reducir las fuerzas que deben resistirse por cualquiera de los conectores primero y segundo (11, 12) para contrarrestar las fuerzas de rotación (los pares) aplicadas al conjunto de reflector (por ejemplo, por gravedad), con una necesidad mínima de agregar pesos de equilibrio y, por lo tanto, aumentar el peso total del aparato. Además, proporcionar el conector primero y segundo 11, 12 fuera de la región donde están teniendo lugar las reflexiones entre los reflectores primero y segundo 4, 6 y el punto focal 14 reduce el riesgo o la extensión del bloqueo de los rayos reflejados por cualquiera de los conectores primero y segundo 11, 12 y/o cualquier estructura de soporte que soporte los conectores primero y segundo 11, 12, que pueden surgir en otras disposiciones.

55 En una realización alternativa, como se representa, por ejemplo, en la figura 4, el concentrador solar se configura de tal manera que, durante su uso, cuando se ve a lo largo de la dirección de destino, el segundo conector 12 se coloca entre los reflectores primero y segundo 4, 6 a lo largo del primer eje 18. Por ejemplo, en una realización, el segundo conector 12 se coloca entre las proyecciones (en direcciones perpendiculares al primer eje 18) sobre el primer eje 18 de todas las partes del primer reflector 4 que participan en las reflexiones que conducen a la focalización de la radiación solar en el punto focal 14 (dentro de la región 23 en la figura 4) y las proyecciones sobre el primer eje 18 de todas las partes del segundo reflector 6 que participan en las reflexiones que conducen a la focalización de la radiación solar en el punto focal 14 (dentro de la región 25 en la figura 4). Esta configuración libera espacio alrededor del punto focal 14, facilitando de este modo la colocación de aparatos, como un receptor de calor, que usa la energía solar focalizada en el punto focal 14.

65 En una realización, el concentrador solar comprende además un segundo conjunto de seguimiento, en el que el primer conjunto de seguimiento está conectado al segundo conjunto de seguimiento de tal manera que pueda rotar

alrededor de un segundo eje 22. El segundo eje 22 puede estar dispuesto para pasar a través del punto focal 14. A continuación se describen unos ejemplos de unos segundos conjuntos de seguimiento haciendo referencia a las figuras 6-20.

5 En varias realizaciones, los conjuntos de seguimiento primero y segundo están configurados de tal manera que los ejes primero y segundo 18, 22 permanezcan perpendiculares entre sí durante la rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje 18 y la rotación del primer conjunto de seguimiento (y, por lo tanto, el conjunto de reflector montado en el mismo) alrededor del segundo eje 22. Los conjuntos de seguimiento primero y segundo pueden configurarse adicionalmente de tal manera que los ejes primero y segundo 18, 22 pasen a través del punto focal 14.  
10 Esto proporciona a los conjuntos de seguimiento primero y segundo los grados de libertad para seguir eficientemente cualquier trayectoria del sol a través del cielo mientras se mantiene un punto focal 14 que es estacionario en el bastidor de referencia del entorno dentro del que se instala el concentrador solar.

15 En una realización, el segundo conjunto de seguimiento está configurado para soportar el primer conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje 22 es horizontal. Las figuras 6-12 y 17-20 muestran unas realizaciones de este tipo. Como se describirá con más detalle a continuación, las figuras 6-12 muestran las realizaciones en las que el segundo eje horizontal 22 está colocado con el fin de que sea paralelo a las líneas de latitud de la Tierra (es decir, alineado con la dirección local Este-Oeste). Las figuras 17-20 muestran una realización en la que el segundo eje horizontal 22 está colocado con el fin de que sea paralelo a las líneas de longitud de la Tierra (es decir, alineado con la dirección Norte-Sur local).  
20

En una realización alternativa, el segundo conjunto de seguimiento está configurado para soportar el primer conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje 22 sea vertical. Las figuras 13-16 muestran una realización de ejemplo de este tipo.  
25

*Segundo conjunto de seguimiento - Primer ejemplo*

30 En un primer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, como se muestra en las figuras 6-8, el segundo eje 22 está definido por un cardán 24 (véase la vista superior de la figura 8 para una descripción más clara). El cardán 24 está conectado a uno de los conectores primero y segundo (el segundo conector 12 en el ejemplo mostrado). El segundo conjunto de seguimiento comprende además un conjunto de soporte 26 conectado al otro de los conectores primero y segundo (el primer conector 11 en el ejemplo mostrado). El cardán 24 está configurado para proporcionar la rotación necesaria alrededor del segundo eje 22. El conjunto de soporte 26 comprende un portador 28 montado con el fin de ser linealmente transitable a lo largo de una guía lineal 30. La guía lineal 30 está configurada para pivotar alrededor de un eje 32 paralelo al segundo eje 22. El otro de los conectores primero y segundo 11 está conectado de manera pivotante al portador 28 de tal manera que permite la rotación alrededor de un eje 34 a través del portador 28 que es paralelo al segundo eje 22.  
35

40 El movimiento combinado de la guía lineal pivotante 30 y el movimiento lineal del portador 28 a lo largo de la guía lineal 30 permiten que el primer conjunto de seguimiento rote libremente alrededor del cardán 24 mientras proporciona tanto control como soporte. En la figura 6, el segundo eje 22 se ajusta para el sol directamente sobre la cabeza (una latitud de 0 grados). El segundo movimiento de seguimiento de eje se ilustra en la figura 7, donde el primer conjunto de seguimiento se ha rotado alrededor del segundo eje 22 una latitud de 40 grados. La figura 8 muestra una vista en planta de la figura 6. Se ve que el cardán 24 se soporta solo en un lado, es decir, está en voladizo en un solo pivote 23 a través de un brazo en voladizo 25. El uso de dicho cardán en voladizo 24 mejora el acceso al área calentada en la región del punto focal 14.  
45

Esta realización tiene un diseño simple de bajo coste que es adecuado para aplicaciones más pequeñas. En particular, puede usarse para una cocción solar de tamaño comunitario. La altura del foco fuera del suelo puede ser de ~ 3 m, por lo que las instalaciones de cocción normalmente deberán estar en el primer piso o en el techo.  
50

Las características de la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 6-8 pueden resumirse de la siguiente manera:

- 55 i) Seguimiento polar - el segundo eje 22 sigue la trayectoria del sol en el cielo - este eje debe ajustarse solo lentamente a medida que la altura de la trayectoria del sol cambia durante un año.
- ii) El segundo eje 22 corre paralelo al suelo (Este-Oeste).
- iii) La rotación alrededor del segundo eje 22 se proporciona usando una disposición de pivote/cardán.
- iv) Se proporciona un conjunto de soporte para proporcionar un soporte adicional y para controlar la rotación  
60 alrededor del segundo eje.
- v) El segundo reflector 6 está orientado para reflejar hacia arriba, como en la figura 1.
- vi) La figura 6 muestra la posición del segundo eje 22 para el sol de mediodía (latitud = 0 grados, es decir, el ecuador).
- vii) La figura 7 muestra la posición del segundo eje 22 para la latitud = 40 grados.
- 65 viii) La figura 8 muestra una vista en planta de la figura 6.
- ix) La realización es específicamente adecuada para aplicaciones de calentamiento de procesos pequeños.



*Segundo conjunto de seguimiento - Segundo ejemplo*

En un segundo ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, como se muestra en las figuras 9 y 10, el segundo eje 22 se define nuevamente por un cardán 24 que funciona junto con un conjunto de soporte 26 configurado de una manera similar a la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 6-8. Sin embargo, en esta realización, el segundo reflector 6 está orientado hacia abajo (lejos del sol) con el fin de producir un punto focal 14 debajo de los reflectores primero y segundo 4, 6. En la figura 9, la rotación alrededor del segundo eje 22 se ajusta para el sol directamente sobre la cabeza (latitud = 0). El segundo movimiento de seguimiento de eje se ilustra en la figura 10, donde la rotación alrededor del segundo eje 22 se ha ajustado para una latitud de 40 grados.

Esta disposición es específicamente adecuada para instalaciones en una azotea, ya que puede montarse fácilmente en una superficie plana. También tiene la ventaja de que el punto focal 14 y, por lo tanto, el área calentada son bajos. En una aplicación de calentamiento de proceso, esto minimizaría el funcionamiento de la tubería, etc. También es adecuado para cualquier aplicación que pueda usar absorbentes solares encapsulados o evacuados donde pueda aceptarse la luz incidente desde arriba.

Las características de la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 9-10 pueden resumirse de la siguiente manera:

- i) Disposición de seguimiento polar similar al primer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento.
- ii) El segundo reflector está orientado para reflejar hacia abajo (lejos del sol) como se muestra en la figura 3.
- iii) La figura 9 muestra la posición del segundo eje 22 para el sol de mediodía (latitud = 0 grados, es decir, el ecuador)
- iv) La figura 10 muestra la posición del segundo eje 22 para la latitud = 40 grados.

*Segundo conjunto de seguimiento - Tercer ejemplo*

En un tercer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, como se muestra en las figuras 11 y 12, se proporciona una disposición de seguimiento polar como en los ejemplos primero y segundo. Sin embargo, en lugar de proporcionar un cardán 24 para definir la rotación alrededor del segundo eje 22, el primer conjunto de seguimiento está configurado para rodar (usando unas ruedas 41) a lo largo de una guía curva 40 que define la rotación alrededor del segundo eje 22. En comparación con los ejemplos primero y segundo de un segundo conjunto de seguimiento, el tercer ejemplo tenderá a ofrecer una mayor rigidez y capacidad de carga. Es adecuado para aplicaciones más grandes que involucran masas superiores y que también pueden requerir un seguimiento más preciso.

En la figura 11, la posición de rotación del conjunto de reflector sobre el segundo eje 22 se ajusta para el sol directamente sobre la cabeza (latitud = 0 grados). El segundo movimiento de seguimiento de eje se ilustra en la figura 12, donde la rotación alrededor del segundo eje 22 se ha ajustado para una latitud de 40 grados.

En la realización mostrada, el segundo conector 12 está localizado entre los reflectores primero y segundo 4, 6 cuando se ve a lo largo de la dirección de destino (como, por ejemplo, en la figura 4). Esto tiene la ventaja de liberar espacio en la región del punto focal 14.

Esta realización podría usarse, por ejemplo, para aplicaciones de calentamiento de procesos a gran escala o motores Stirling.

Las características de la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 11-12 pueden resumirse de la siguiente manera:

- i) Disposición de seguimiento polar que usa unas ruedas 41 en una guía circular 40 para definir el segundo eje 22.
- ii) El primer eje 18 tiene un segundo conector 12 entre los reflectores primero y segundo 4, 6 cuando se ve a lo largo de la dirección de destino.
- iii) El segundo reflector 6 está orientado para reflejar la luz hacia arriba (hacia el sol). La geometría es la misma que la mostrada en la figura 4.
- iv) La figura 11 muestra la posición de rotación alrededor del segundo eje 22 para el sol de mediodía (latitud = 0 grados, es decir, el ecuador).
- v) La figura 12 muestra la posición de rotación alrededor del segundo eje 22 para la latitud = 40 grados.

*Segundo conjunto de seguimiento - Cuarto ejemplo*

En un cuarto ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, como se muestra en las figuras 13-16, el segundo conjunto de seguimiento está configurado para soportar el primer conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje 22 sea vertical. Este tipo de disposición de seguimiento puede denominarse como disposición de seguimiento de tipo azimutal/elevación. Este enfoque es adecuado para aplicaciones más grandes que involucran

masas superiores (por ejemplo, reflectores 4, 6 más grandes y más pesados) y que también pueden requerir un seguimiento más preciso. En las figuras 13-16 se verá que el seguimiento del segundo eje se proporciona mediante una combinación simple de una unión de bola 46 junto con dos ruedas de soporte 48.

5 Las figuras 14, 15 y 16 muestran una vista en planta de un primer bastidor de conjunto de seguimiento 10 (sin el conjunto de reflector para mayor claridad) mientras se hace un seguimiento del concentrador solar durante un día. En la figura 14 está amaneciendo y el ángulo de rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje 18 está en su elevación más baja para capturar el sol a medida que comienza a elevarse; el ángulo azimutal (establecido por la rotación del primer bastidor de conjunto de seguimiento 10 alrededor del segundo eje 22) se ajusta para dirigir el concentrador hacia el sol (es decir, de tal manera que la dirección de destino se alinee con la posición del sol). En la figura 15 es mediodía y el ángulo de rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje 18 está en su elevación más alta. En la figura 16, el ángulo de rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje 18 está nuevamente en su elevación más baja cuando el sol está a punto de desaparecer. Los ángulos azimutal y de elevación se ajustan (mediante rotaciones respectivas alrededor de los ejes primero y segundo 18 y 22) en todo momento para mantener la alineación del concentrador con el sol. En las figuras 14, 15 y 16, la dirección de la flecha sombreada gruesa muestra la dirección azimutal del conjunto de reflector. La longitud de la flecha indica la elevación del conjunto de reflector - la flecha más corta al mediodía indica su elevación más alta.

20 El cuarto ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento es ventajoso con respecto al tercer ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento descrito anteriormente en que las ruedas 48 solo necesitan correr sobre una superficie plana. Sin embargo, tiene una huella más grande para la misma potencia. También requiere un ajuste continuo de ambos ejes de seguimiento 18, 22 para mantener una alineación precisa. La elección entre las dos disposiciones es, por lo tanto, bastante dependiente de la aplicación específica.

25 La figura 13 también ilustra cómo podría usarse esta realización con un receptor de cavidad 50, que se monta en este ejemplo en la torre 51. El receptor 50 tiene una pequeña abertura de entrada y esta, en general, se coloca en el punto focal 14 del concentrador. Cuando el sol está directamente sobre la cabeza, el plano focal del foco se alineará con la abertura de entrada y la abertura solo necesitará ser tan grande como el punto focal 14 para recopilar toda la radiación incidente. Para todas las demás posiciones del sol, el plano focal no se alineará y si el tamaño de la abertura no cambia, el receptor 50 no capturarán toda la radiación. Para capturar toda la radiación durante el intervalo necesario de ángulos de seguimiento hay dos opciones:

- 35 i) La abertura/receptor puede hacerse rotar de tal manera que el plano focal esté siempre alineado con la abertura.
- ii) La abertura puede ampliarse de tal manera que sea lo suficientemente grande como para contener el foco no alineado. El enfoque más eficaz es alinear la abertura con el plano del foco. Sin embargo, esto puede conllevar alguna complicación mecánica. Si la temperatura de funcionamiento no es demasiado alta, entonces puede ser más sencillo abrir la abertura y vivir con el aumento de las pérdidas de radiación.

40 Las características de la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 13-16 pueden resumirse de la siguiente manera:

- 45 i) La disposición de seguimiento azimutal/elevación.
- ii) Una unión de bola y una rueda en la guía usada para definir el segundo eje de seguimiento.
- iii) El segundo eje de seguimiento es perpendicular al suelo.
- iv) La figura 13 muestra una vista lateral del concentrador al mediodía.
- v) Las figuras 14, 15 y 16 muestran vistas en planta e indican cómo se logra la variación del ángulo azimutal.

#### Segundo conjunto de seguimiento - Quinto Ejemplo

50 En un quinto ejemplo de un segundo conjunto de seguimiento, como se muestra en las figuras 17-20, se usa un diseño azimutal/elevación en el que el ángulo azimutal está en un plano perpendicular al suelo en lugar de ser paralelo al suelo. El segundo eje 22 es, por lo tanto, horizontal y está alineado en la dirección Norte-Sur (paralelo a las líneas de longitud). Las disposiciones de este tipo pueden ser adecuadas para situaciones donde el concentrador solar debe estar unido a una pared (por ejemplo, una pared orientada al sur). Por ejemplo, podría usarse para proporcionar agua/vapor caliente en pequeños sistemas residenciales sin usar un espacio en el techo.

60 La figura 17 es una vista lateral (a lo largo de la pared 42) del concentrador al mediodía cuando la latitud es de 20 grados. El ángulo azimutal del segundo eje 22 se establece de tal manera que el primer eje 18 sea horizontal (paralelo al suelo 40). Al mismo tiempo, el conjunto de reflector se inclina a 20 grados hacia la vertical alrededor del primer eje 18 con el fin de alinearse con el sol. Las figuras 18, 19 y 20 muestran unas vistas que se orientan hacia la pared 42 a medida que se sigue el primer conjunto de seguimiento durante el día alrededor del segundo eje de seguimiento. En la figura 18, el conjunto de reflector apunta hacia el horizonte mientras al amanecer se detiene. La figura 19 muestra el conjunto de reflector al mediodía cuando el sol está directamente sobre la cabeza (es decir, para una latitud = 0). En la figura 20, el conjunto de reflector apunta hacia el horizonte opuesto, ya que el sol está a punto de desaparecer al atardecer.

Las características de la realización descrita anteriormente haciendo referencia a las figuras 17-20 pueden resumirse de la siguiente manera:

- 5 i) Disposición de seguimiento azimutal/elevación - el ángulo azimutal está en un plano perpendicular al suelo.
- ii) El segundo eje 22 es paralelo al suelo alineado Norte-Sur.
- iii) La figura 17 muestra una vista lateral del concentrador al mediodía para una latitud de 20 grados. El segundo eje 22 está en ángulo recto con una pared vertical 42.
- 10 iv) Las figuras 18, 19 y 20 muestran vistas frontales que miran a la pared 42. Indican cómo el seguimiento del segundo eje varía el ángulo azimutal vertical.

10 En cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento y en otras realizaciones, puede proporcionarse un mecanismo para impulsar la rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje, para impulsar la rotación del primer conjunto de seguimiento alrededor del segundo eje, o ambos. Diversos mecanismos que son bien conocidos por los expertos en la materia podrían usarse para este fin. Por ejemplo, puede unirse una  
15 rueda al conjunto de reflector o al primer conjunto de seguimiento, y a continuación esta puede accionarse mediante algún tipo de sistema de control/accionador. Por ejemplo, puede usarse un motor eléctrico para hacer rotar el conjunto de reflector o el primer conjunto de seguimiento a través de una caja de engranajes y una cadena de transmisión.

REIVINDICACIONES

1. Un concentrador solar, que comprende:

5 un conjunto de reflector que comprende unos reflectores primero y segundo (4, 6) montados de manera fija uno con respecto a otro, estando los reflectores primero y segundo (4, 6) configurados de tal manera que la radiación solar incidente en el primer reflector (4) desde una dirección de destino se focaliza en un punto focal (14) a través de una primera secuencia de reflexiones, incluyendo la primera secuencia de reflexiones una reflexión del primer reflector (4) sobre el segundo reflector (6) y una reflexión posterior del segundo reflector (6) sobre el punto focal (14), comprendiendo el primer reflector (4) una superficie reflectante conformada como una parte de un cono; estando dicho concentrador solar **caracterizado por** comprender además:

15 un primer conjunto de seguimiento que comprende unos conectores primero y segundo (11, 12) que soportan el conjunto de reflector, en el que los conectores primero y segundo (11, 12) están configurados para permitir la rotación del conjunto de reflector alrededor de un primer eje (18) a través del pivotamiento del conjunto de reflector en los conectores primero y segundo (11, 12); ambos conectores primero y segundo (11, 12) están localizados en el primer eje (18) y están separados uno de otro a lo largo del primer eje (18);

20 el concentrador solar comprende además un segundo conjunto de seguimiento, en el que el primer conjunto de seguimiento se conecta al segundo conjunto de seguimiento de tal manera que pueda rotar alrededor de un segundo eje (22) que es perpendicular al primer eje (18); y los ejes primero y segundo (18, 22) pasan a través del punto focal (14) de tal manera que el punto focal (14) permanece estacionario a través de un intervalo de ángulos de rotación del conjunto de reflector alrededor del primer eje (18) y del segundo eje (22).

2. El concentrador solar de la reivindicación 1, en el que el segundo reflector (6) comprende una superficie reflectante conformada como una parte de un cilindro parabólico.

30 3. El concentrador solar de la reivindicación 1 o 2, en el que el cono está definido por un eje de cono alrededor del que el cono es rotatoriamente simétrico y el primer eje (18) se interseca con el eje de cono a 90 grados.

4. El concentrador solar de cualquier reivindicación anterior, configurado de tal manera que cuando la radiación solar incide en el primer reflector (4) desde la dirección de destino, el punto focal (14) se localiza más cerca del sol que al menos la mayor parte del segundo reflector (6) desde el que se refleja la radiación solar hacia el punto focal (14).

5. El concentrador solar de la reivindicación 4, en el que:

40 el conjunto de reflector comprende además unos reflectores tercero y cuarto (5, 7) montados de manera fija uno con respecto a otro, estando los reflectores tercero y cuarto (5, 7) configurados de tal manera que la radiación solar incidente en el tercer reflector (5) desde la dirección de destino se focaliza en el punto focal (14) a través de una segunda secuencia de reflexiones, incluyendo la segunda secuencia de reflexiones una reflexión del tercer reflector (5) sobre el cuarto reflector (7) y una reflexión posterior del cuarto reflector (7) sobre el punto focal (14).

45 6. El concentrador solar de la reivindicación 5, configurado de tal manera que cuando la radiación solar incide en el tercer reflector (5) desde la dirección de destino, el punto focal (14) se localiza más alejado del sol que al menos la mayor parte del cuarto reflector (7) desde el que se refleja la radiación solar hacia el punto focal (14).

50 7. El concentrador solar de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, configurado de tal manera que cuando la radiación solar incide en el primer reflector (4) desde la dirección de destino, el punto focal (14) se localiza más alejado del sol que al menos la mayor parte del segundo reflector (6) desde el que la radiación solar se está reflejando hacia el punto focal (14).

55 8. El concentrador solar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, configurado de tal manera que, durante su uso, cuando se ve a lo largo de la dirección de destino, el primer reflector (4) y el segundo reflector (6) se colocan entre los conectores primero y segundo (11, 12) a lo largo del primer eje (18).

60 9. El concentrador solar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto de reflector está configurado de tal manera que la radiación solar se refleja en el primer o, cuando está presente, en el tercer reflector (4,5), en una dirección perpendicular a la dirección de destino cuando la radiación solar incide en el primer reflector (4) o, cuando está presente, en el tercer reflector (5) desde la dirección de destino.

10. El concentrador solar de la reivindicación 1, en el que el segundo conjunto de seguimiento está configurado para soportar el primer conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje (22) es horizontal.

65

11. El concentrador solar de la reivindicación 10, en el que:

5 el segundo conjunto de seguimiento comprende un cardán (24) conectado a uno de los conectores primero y segundo (11, 12) y un conjunto de soporte (26) conectado al otro de los conectores primero y segundo (12, 11);  
el cardán (24) está configurado para proporcionar la rotación alrededor del segundo eje (22); y  
el conjunto de soporte (26) comprende un portador (28) montado con el fin de que pueda trasladarse linealmente  
a lo largo de una guía lineal (30), estando la guía lineal (30) configurada para pivotar alrededor de un eje paralelo  
al segundo eje (22), en el que el otro del conector primero y segundo (12, 11) se conecta de manera pivotante al  
10 portador (28) tal como para permitir la rotación alrededor de un eje a través del portador (28) que es paralelo al segundo eje (22).

12. El concentrador solar de la reivindicación 1, en el que el segundo conjunto de seguimiento está configurado para soportar el primer conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje (22) sea vertical.

15 13. El concentrador solar de la reivindicación 10 o 12, en el que:

el primer conjunto de seguimiento está configurado para rodar a lo largo de una guía curva que define la rotación alrededor del segundo eje (22).

20 14. Un método para instalar un concentrador solar de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende colocar el segundo conjunto de seguimiento de tal manera que el segundo eje (22) se alinee en paralelo con una línea de latitud o a una línea de longitud.

Fig.1

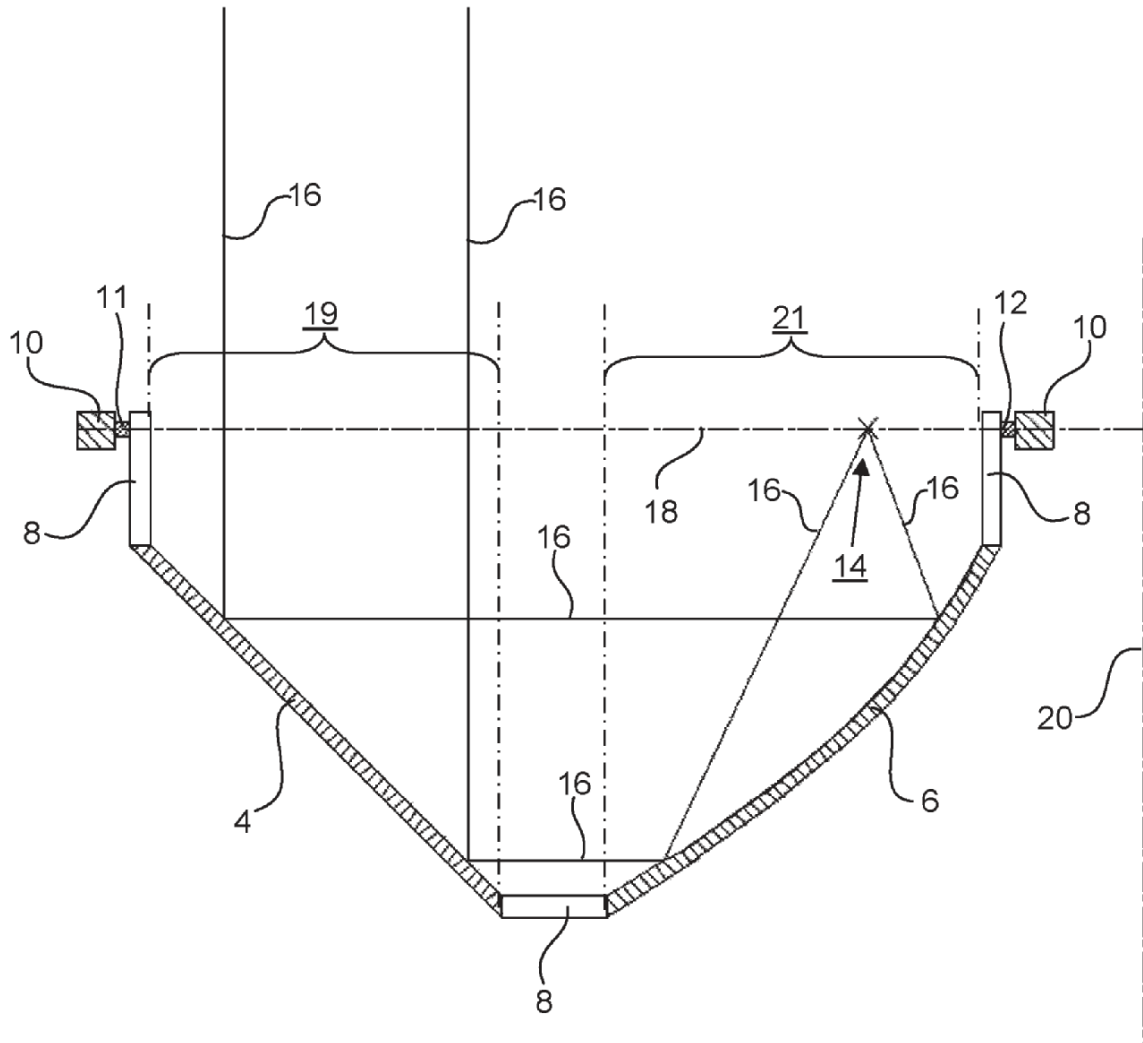


Fig.2

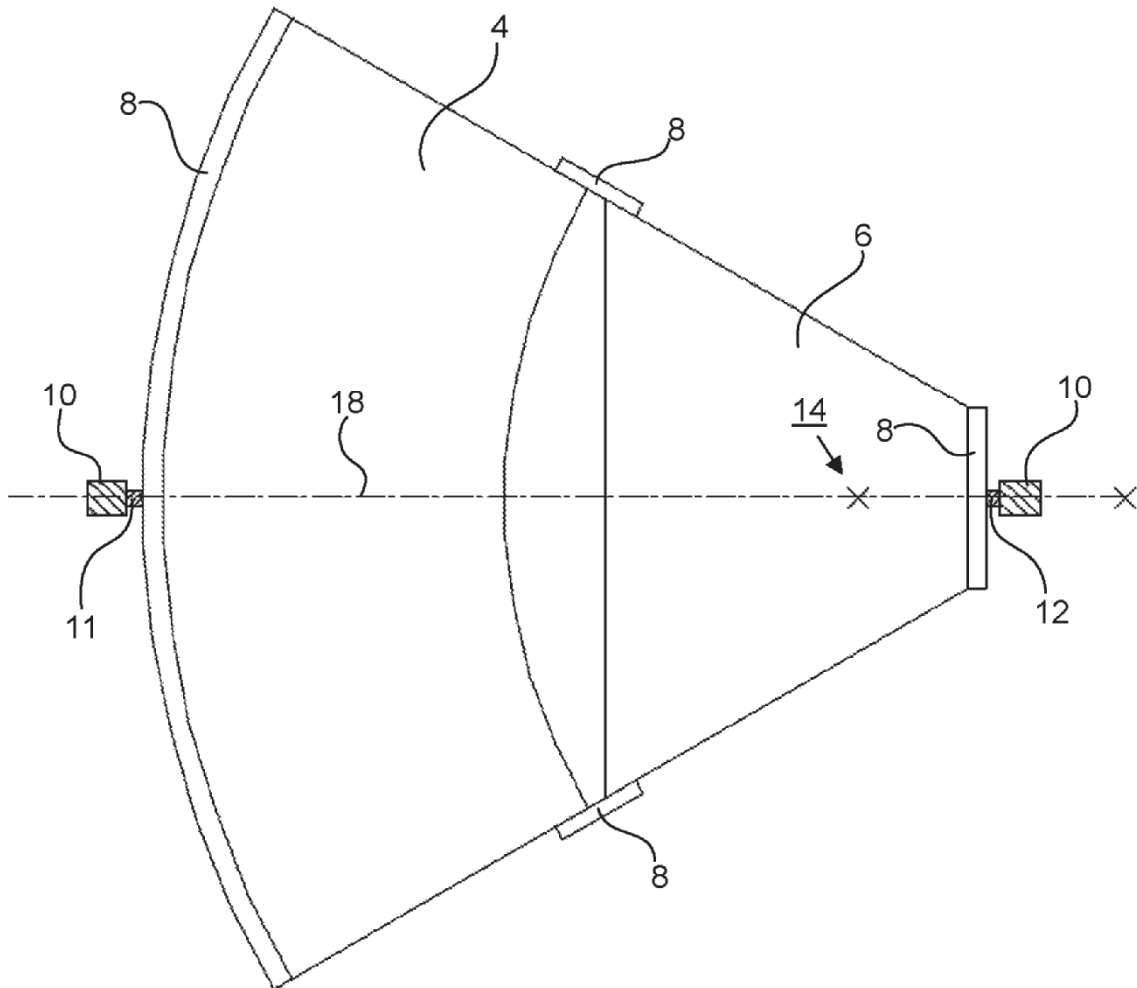


Fig.3

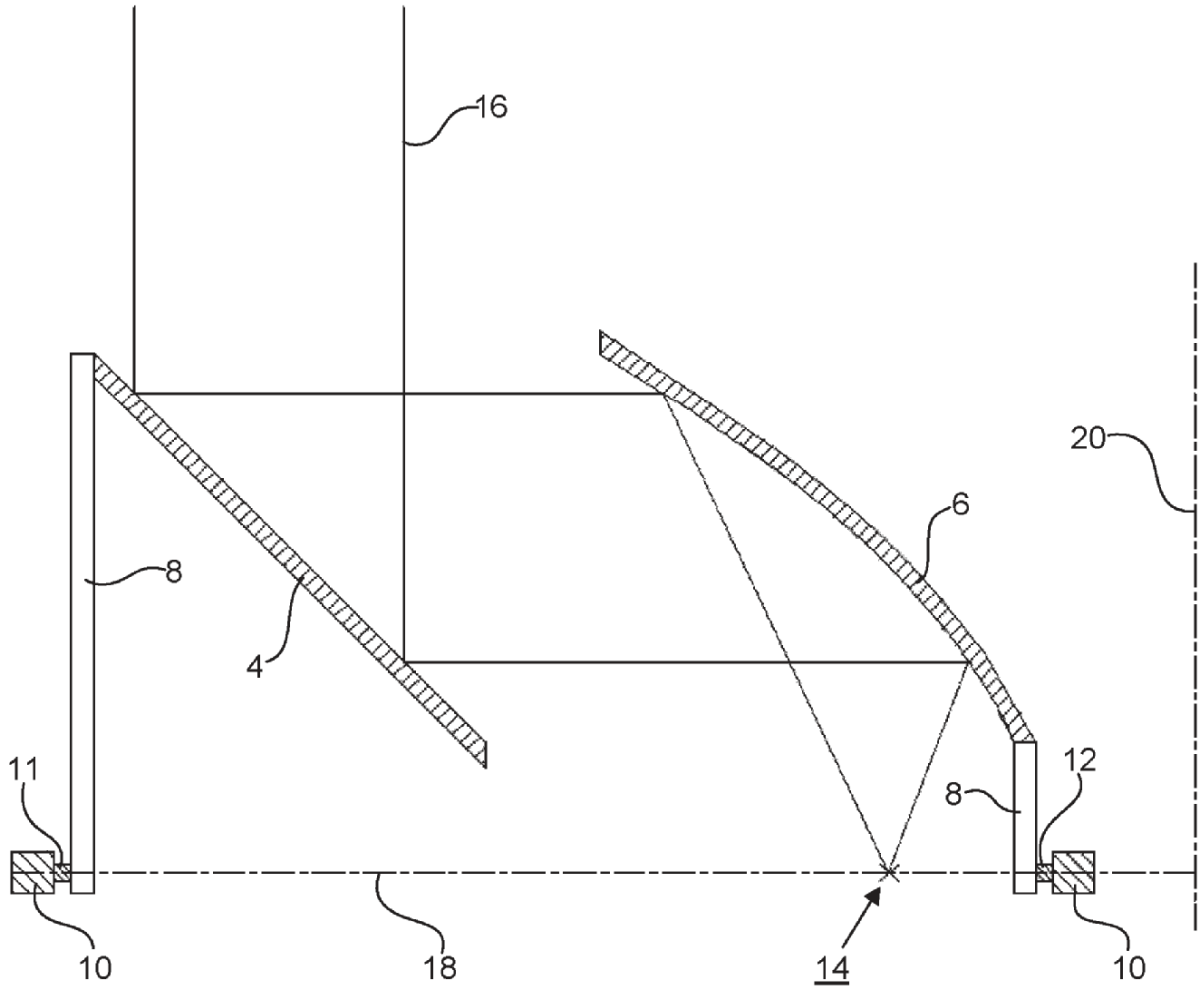




Fig.4

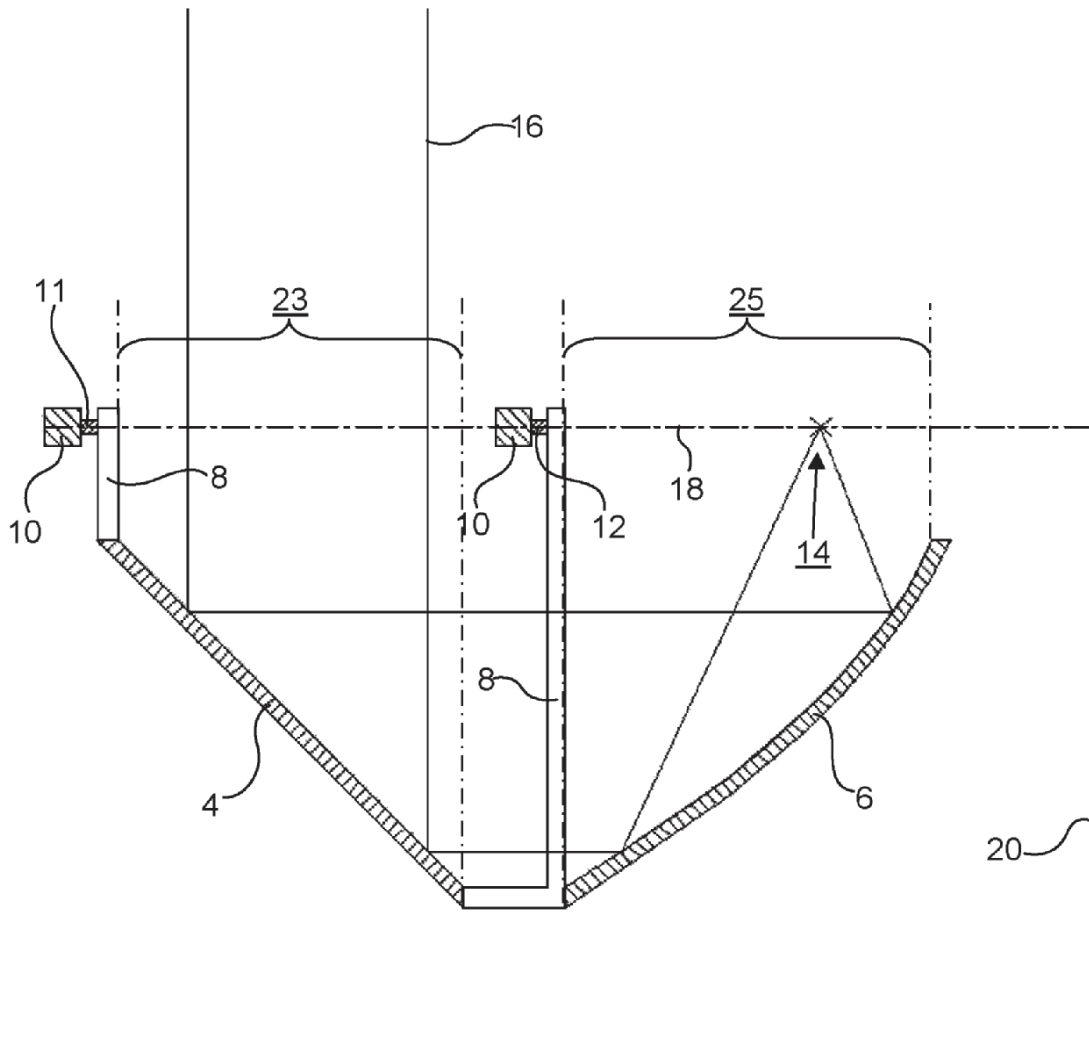




Fig.6

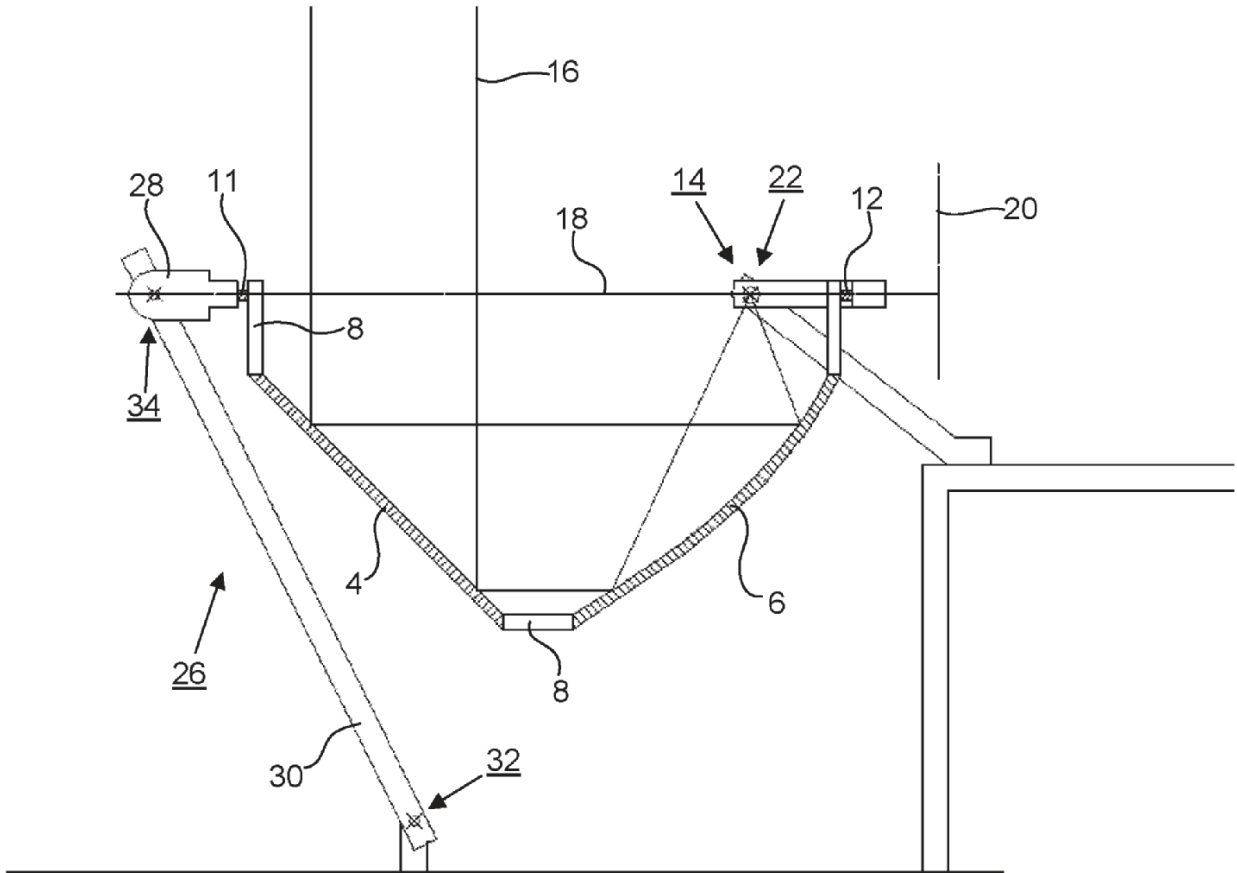


Fig.7

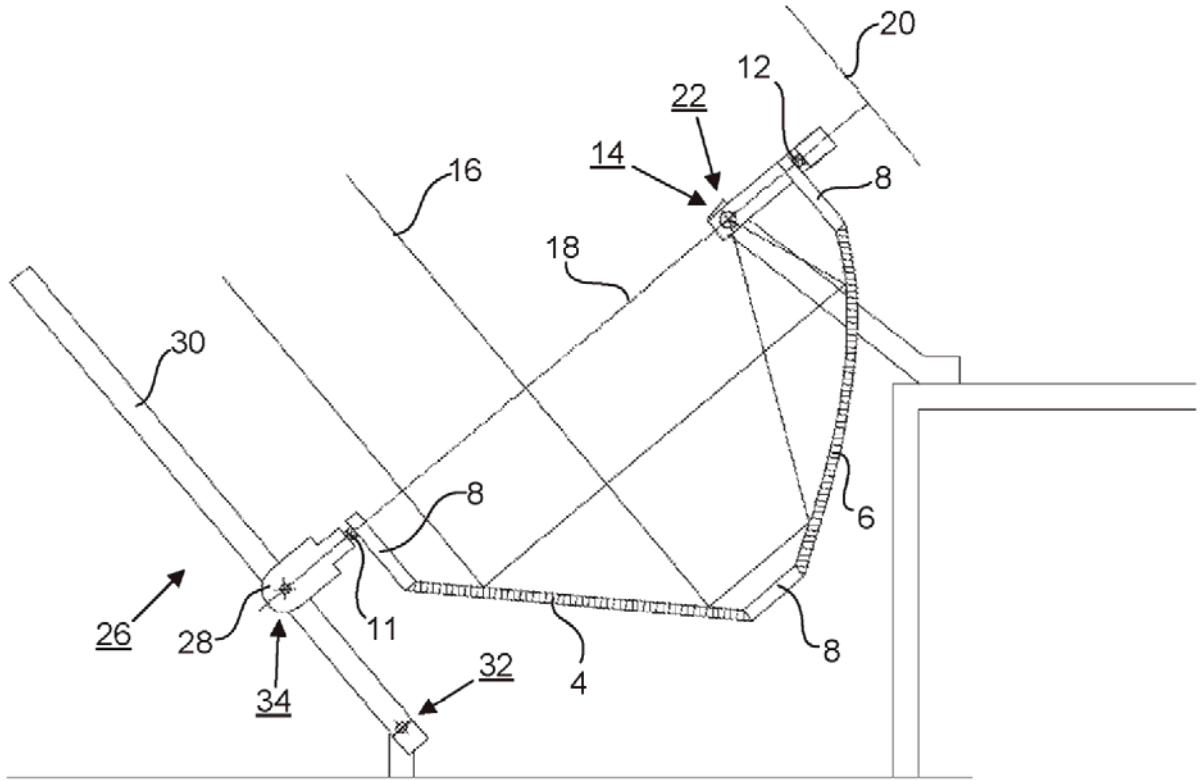


Fig.8

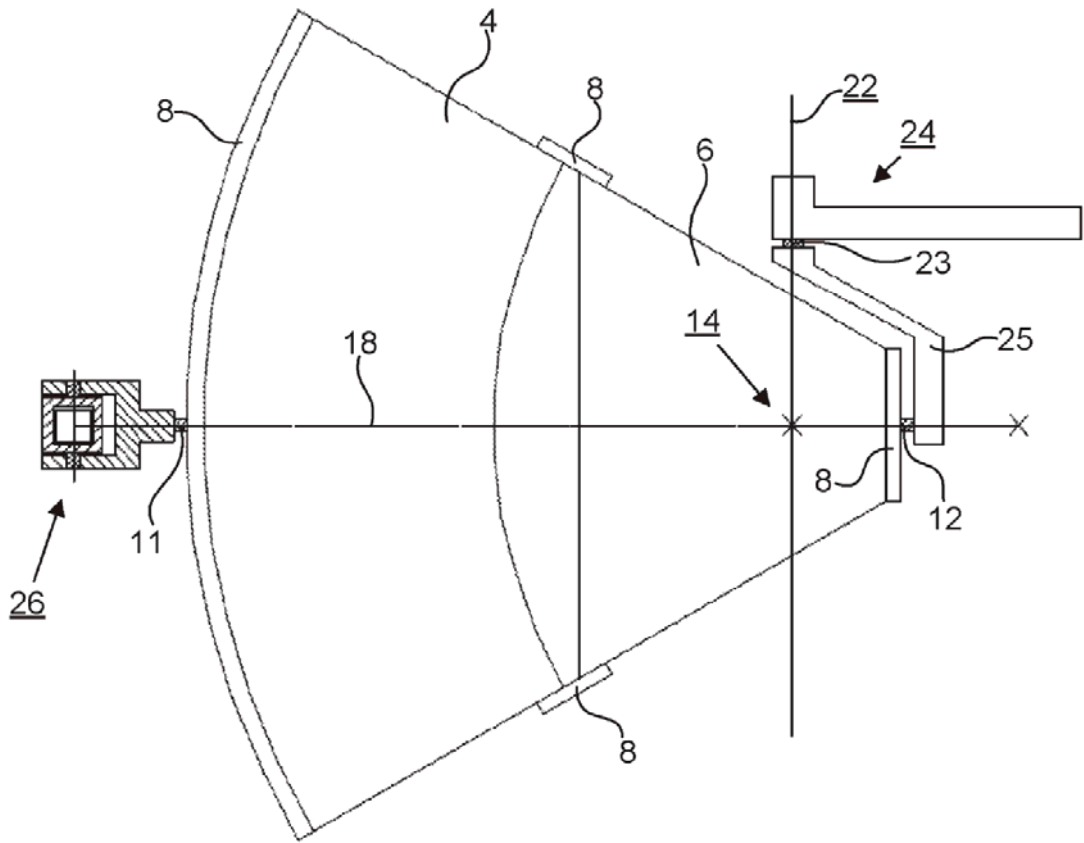


Fig.9

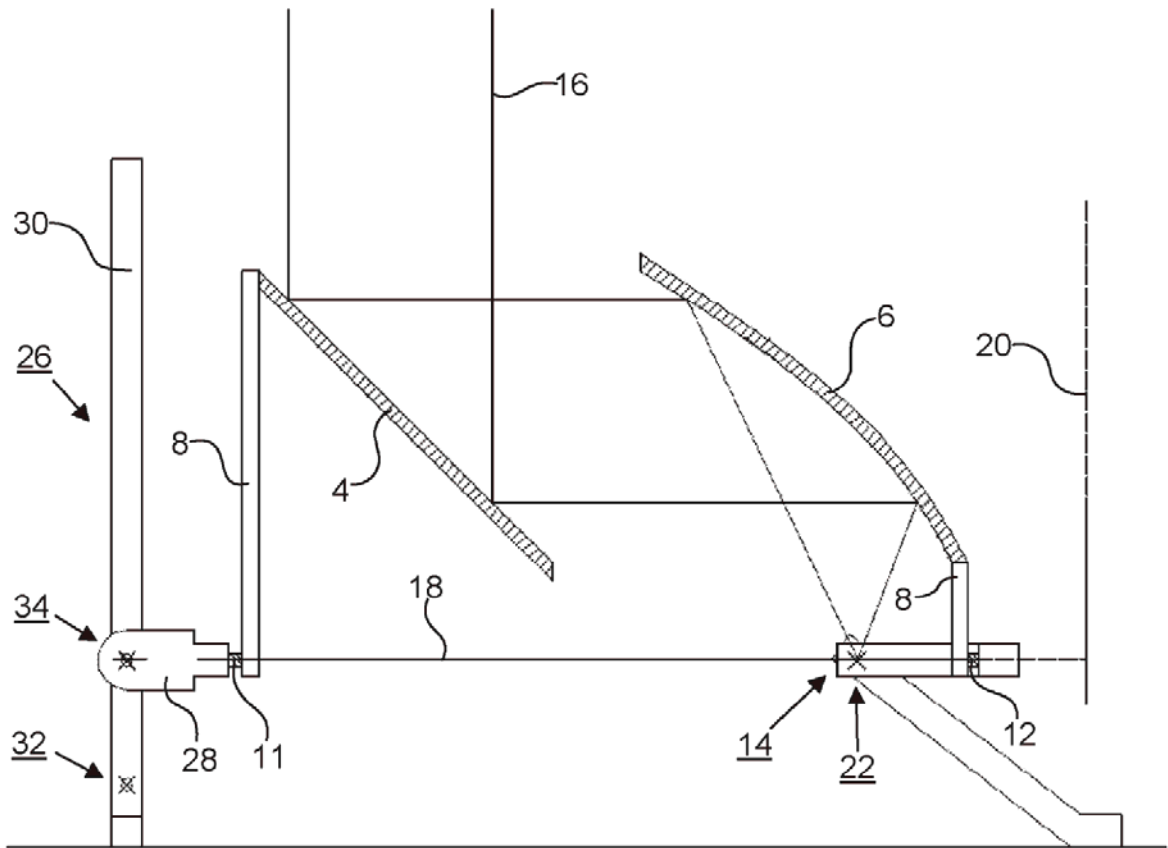


Fig.10

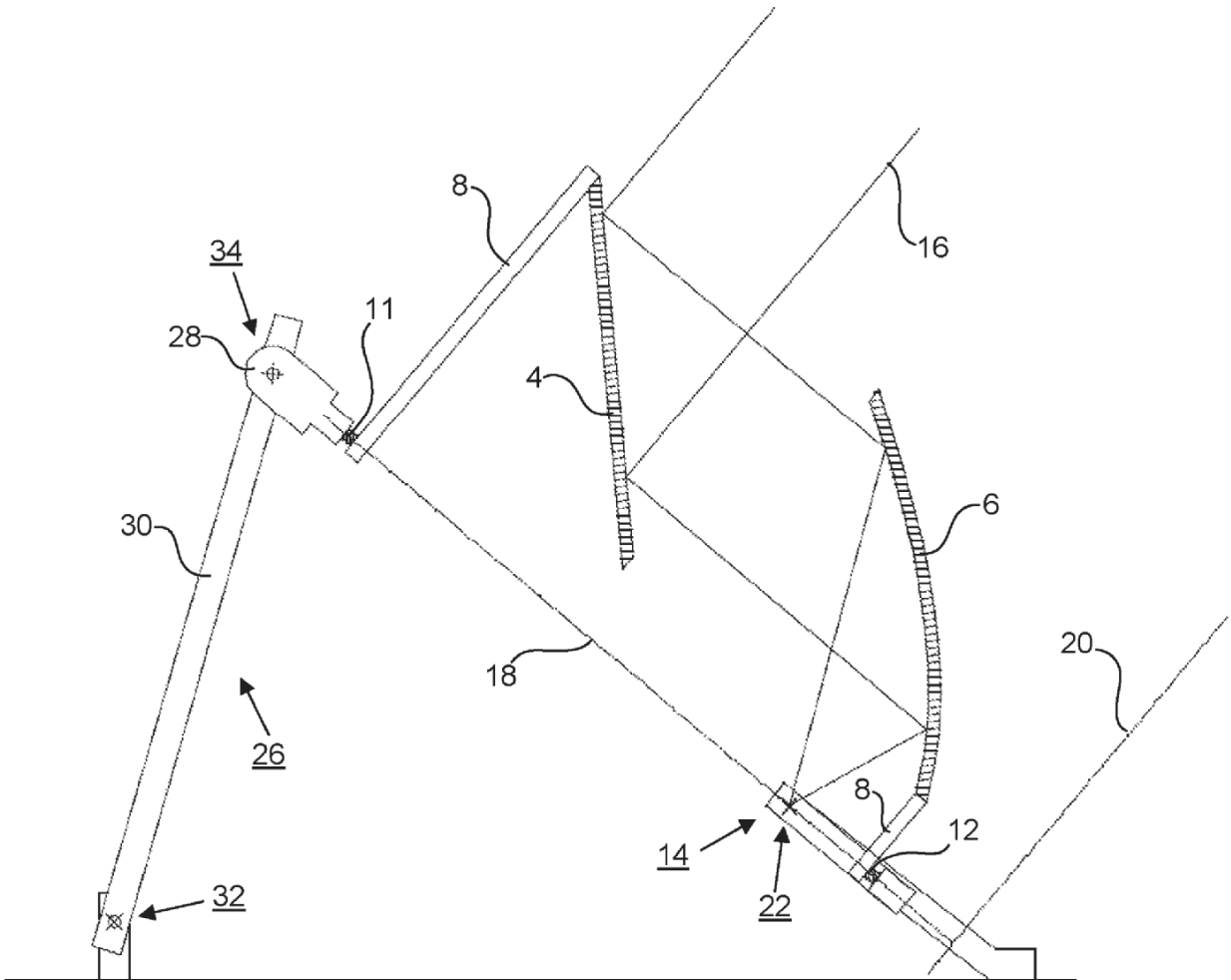


Fig.11

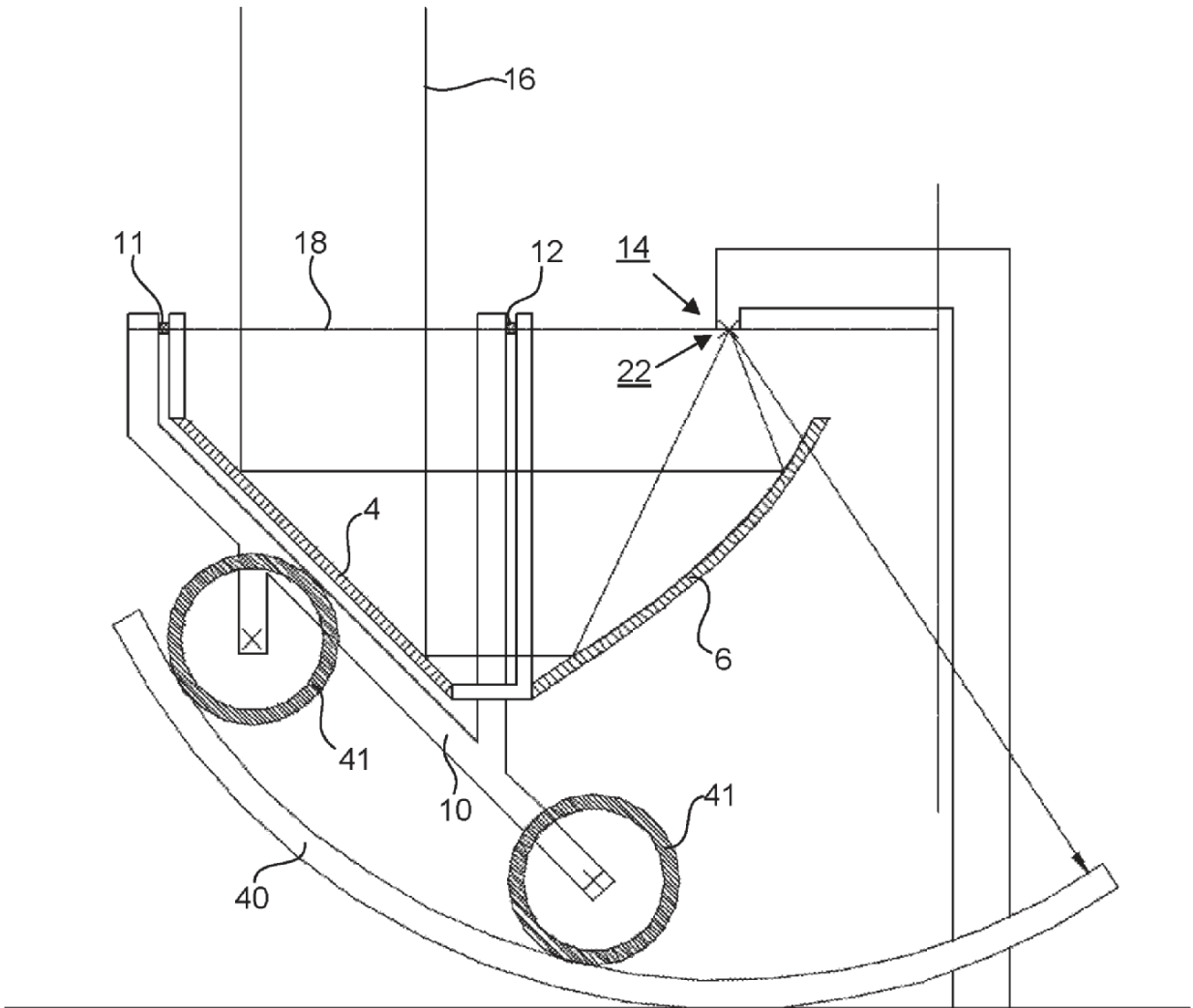




Fig.12

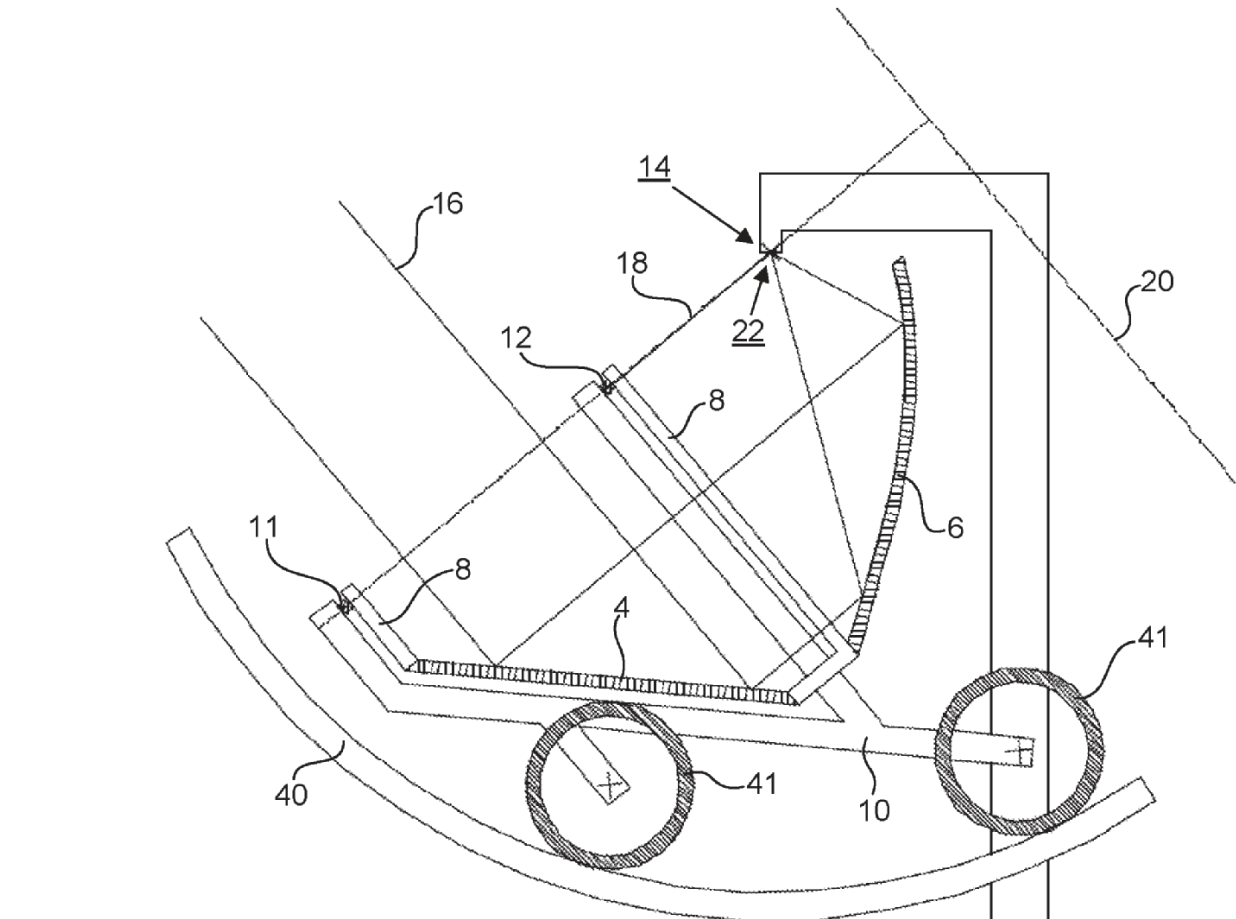


Fig.13

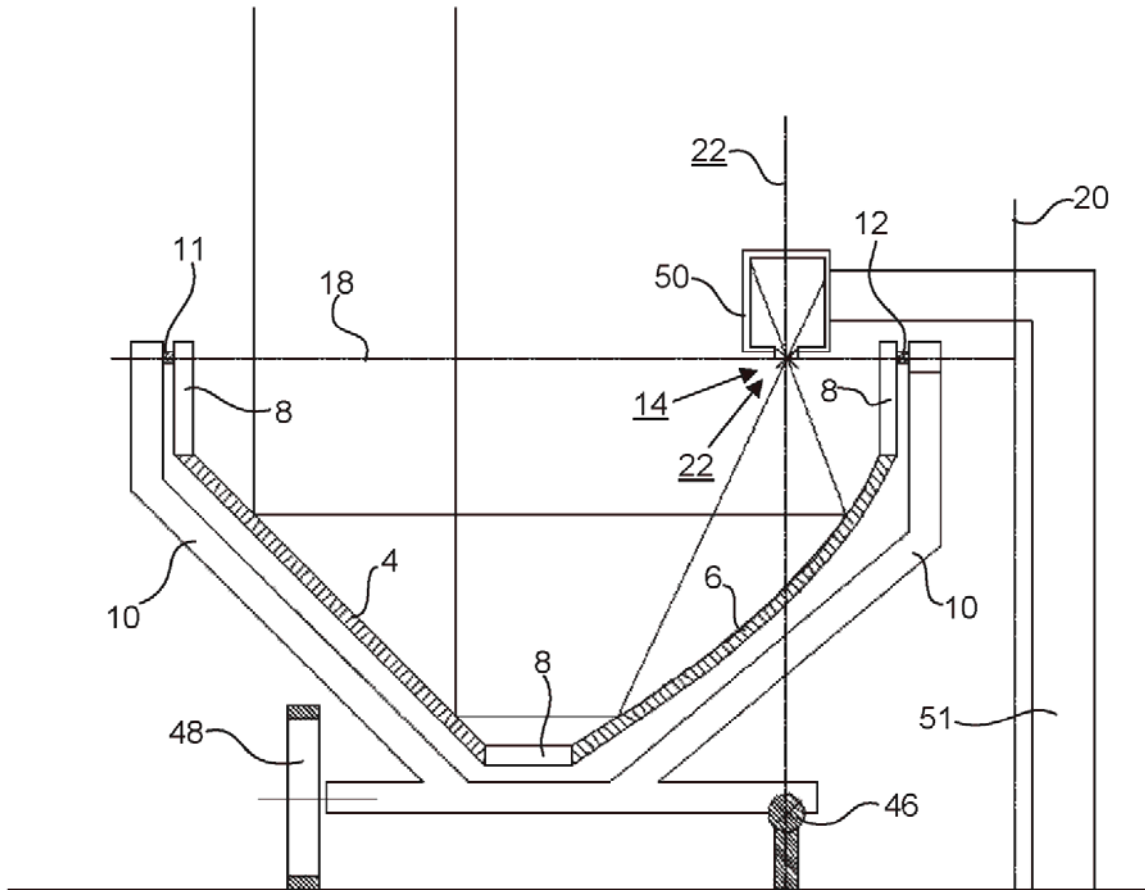


Fig.14

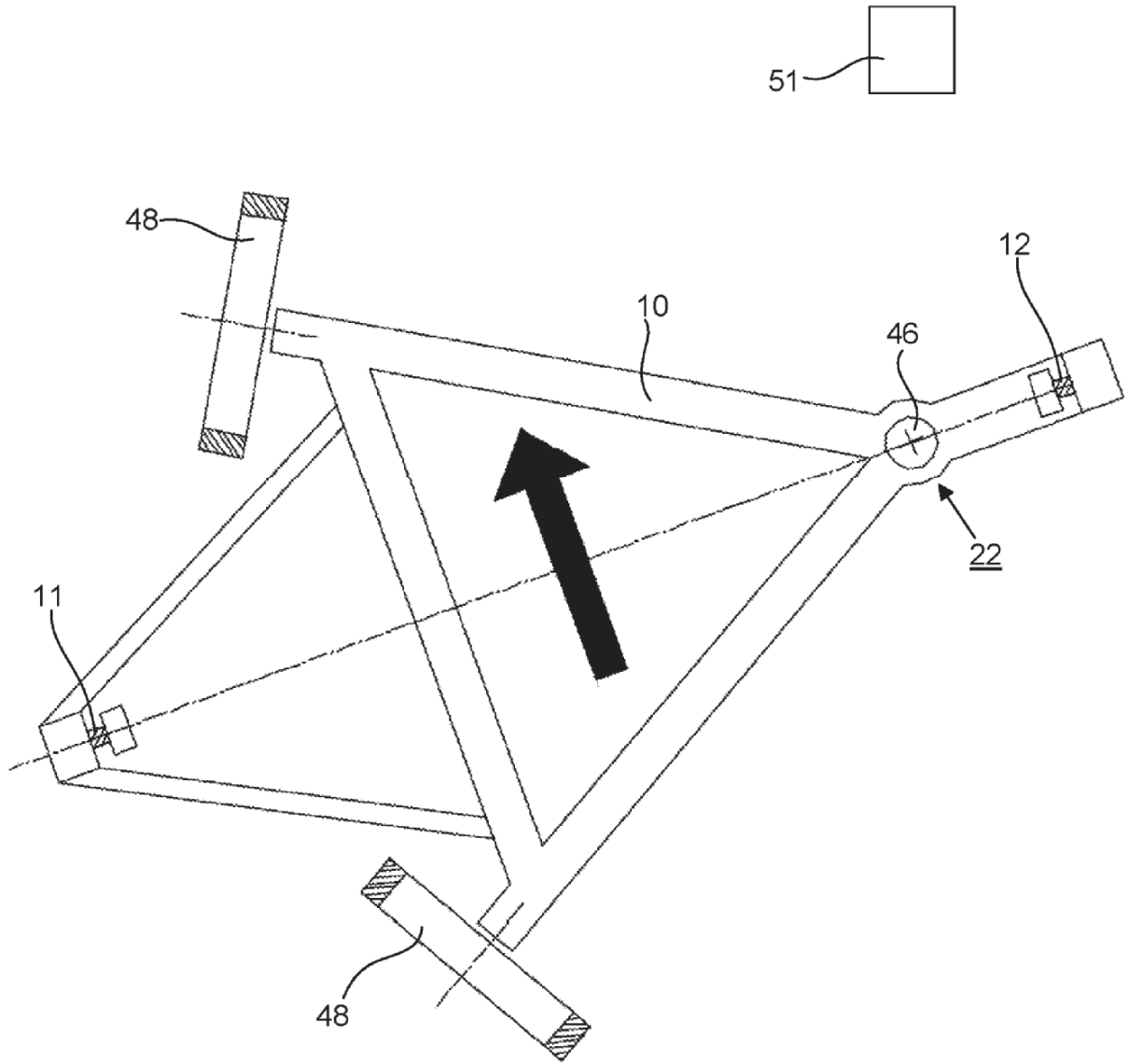


Fig.15

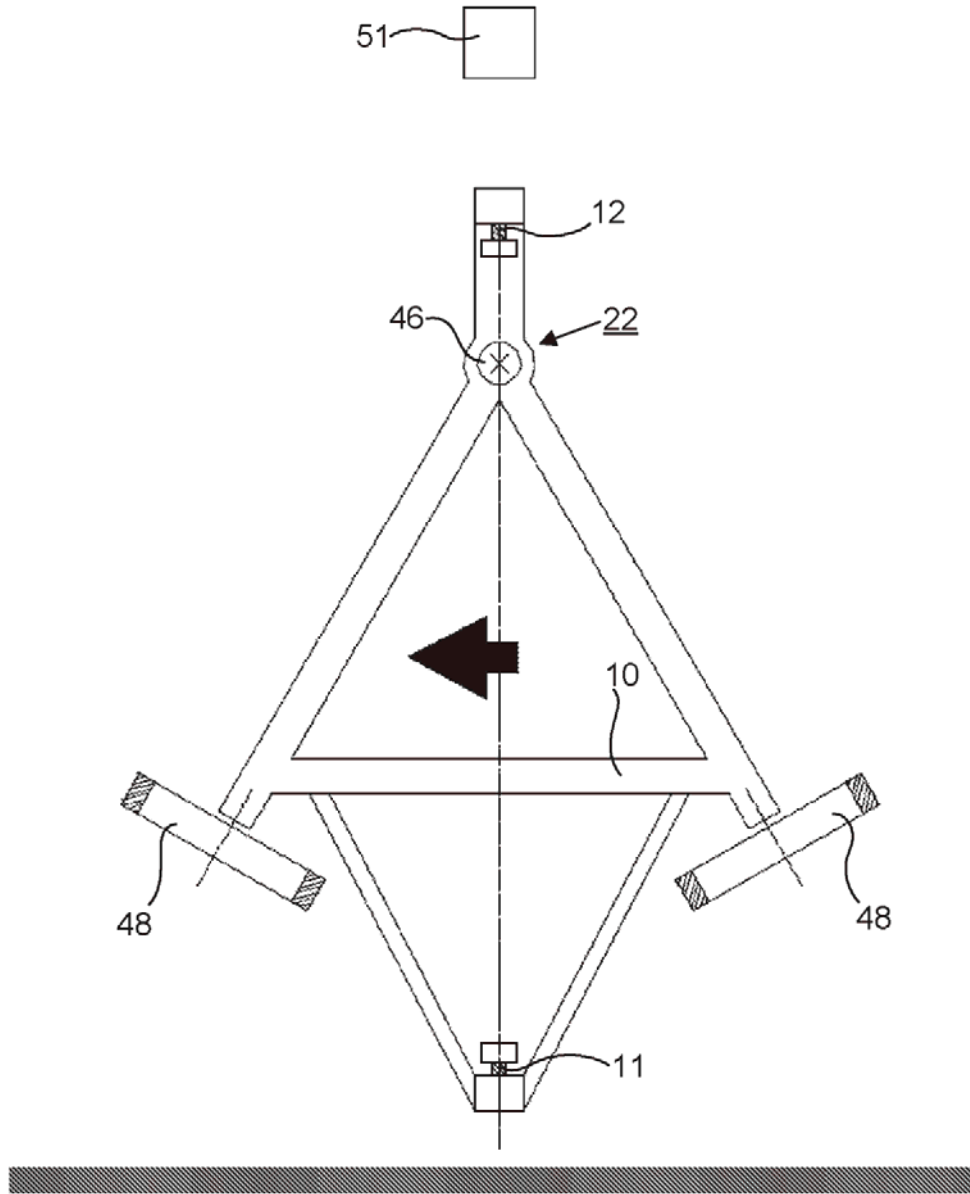


Fig.16

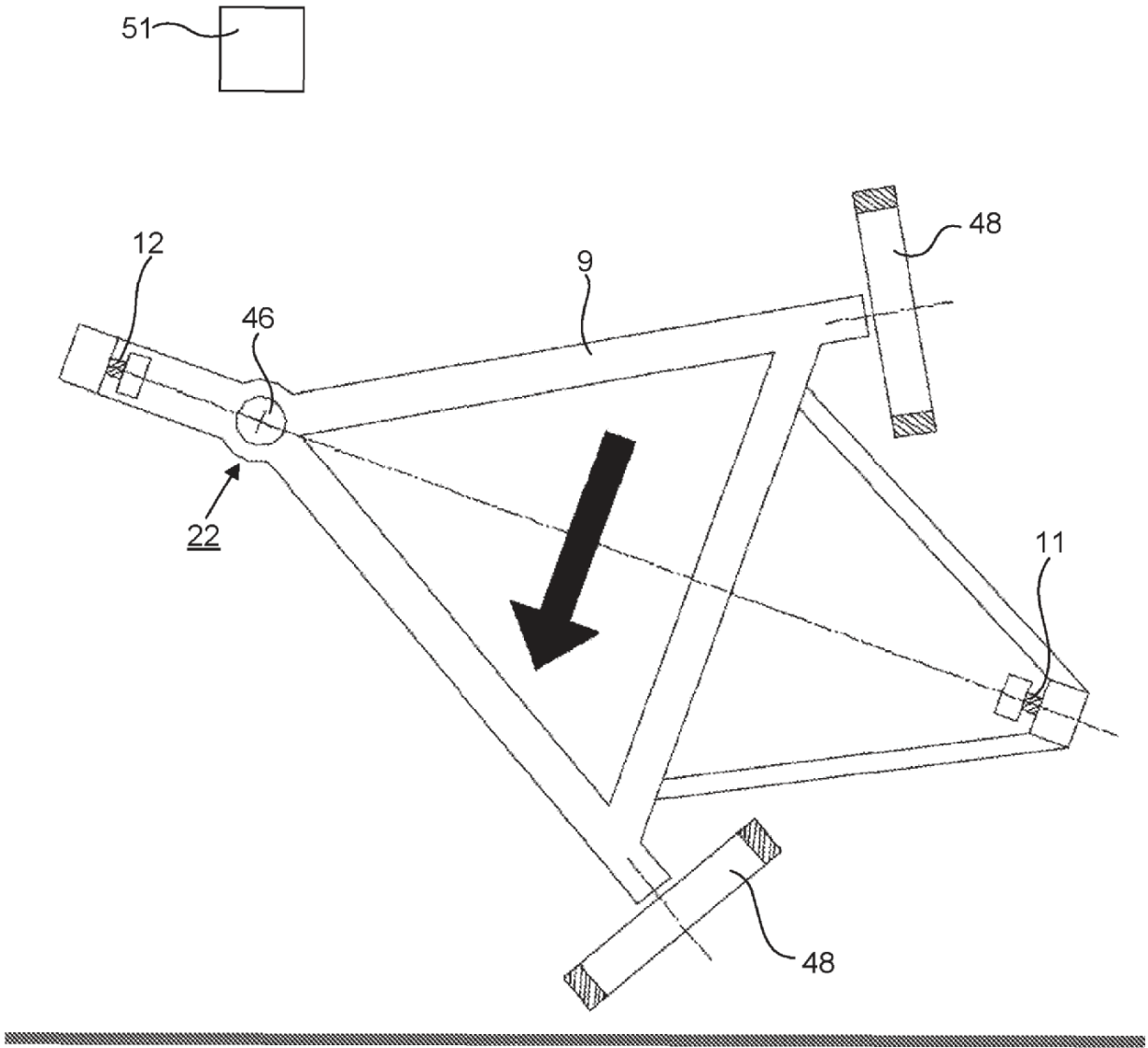


Fig.17

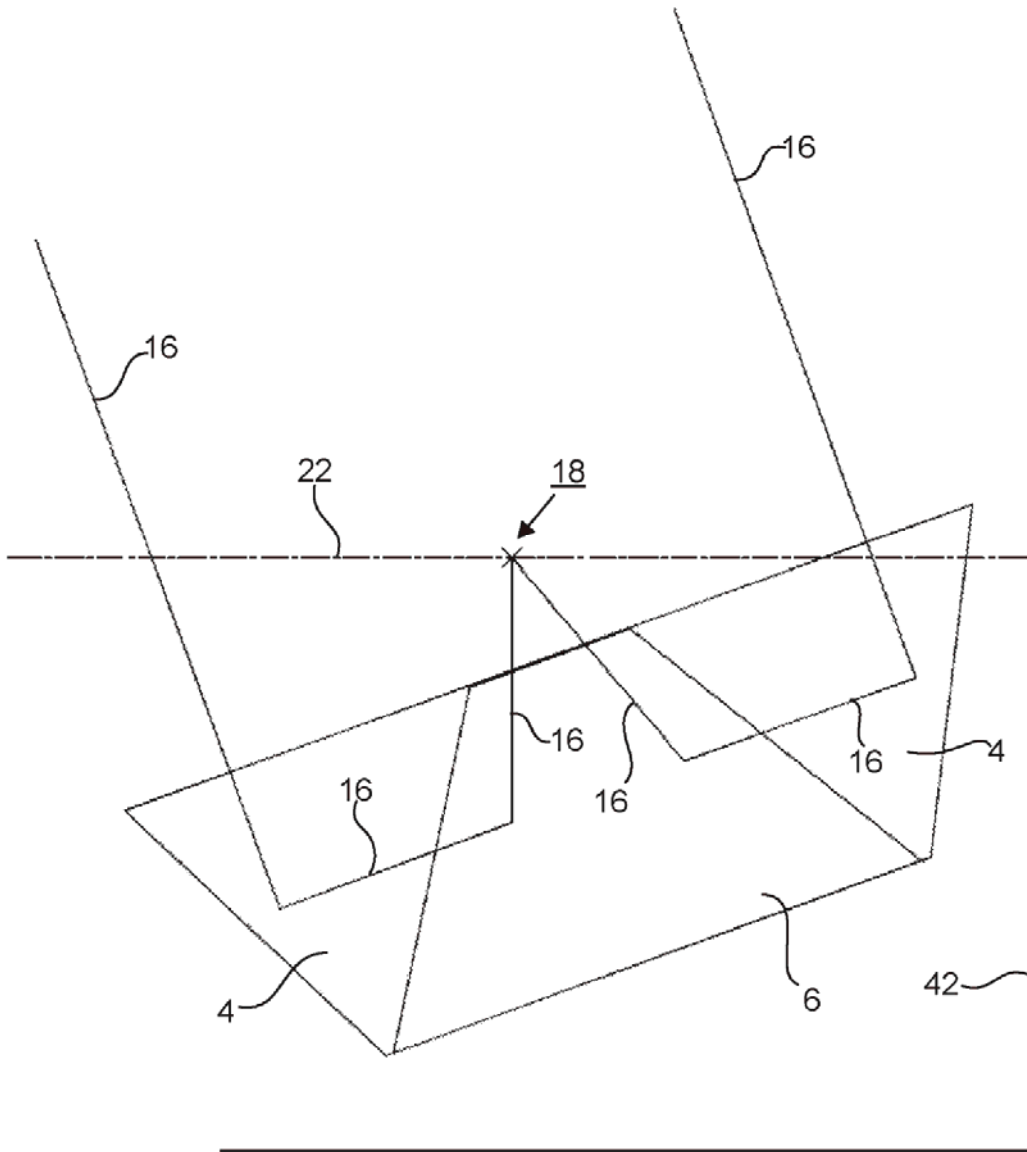


Fig.18

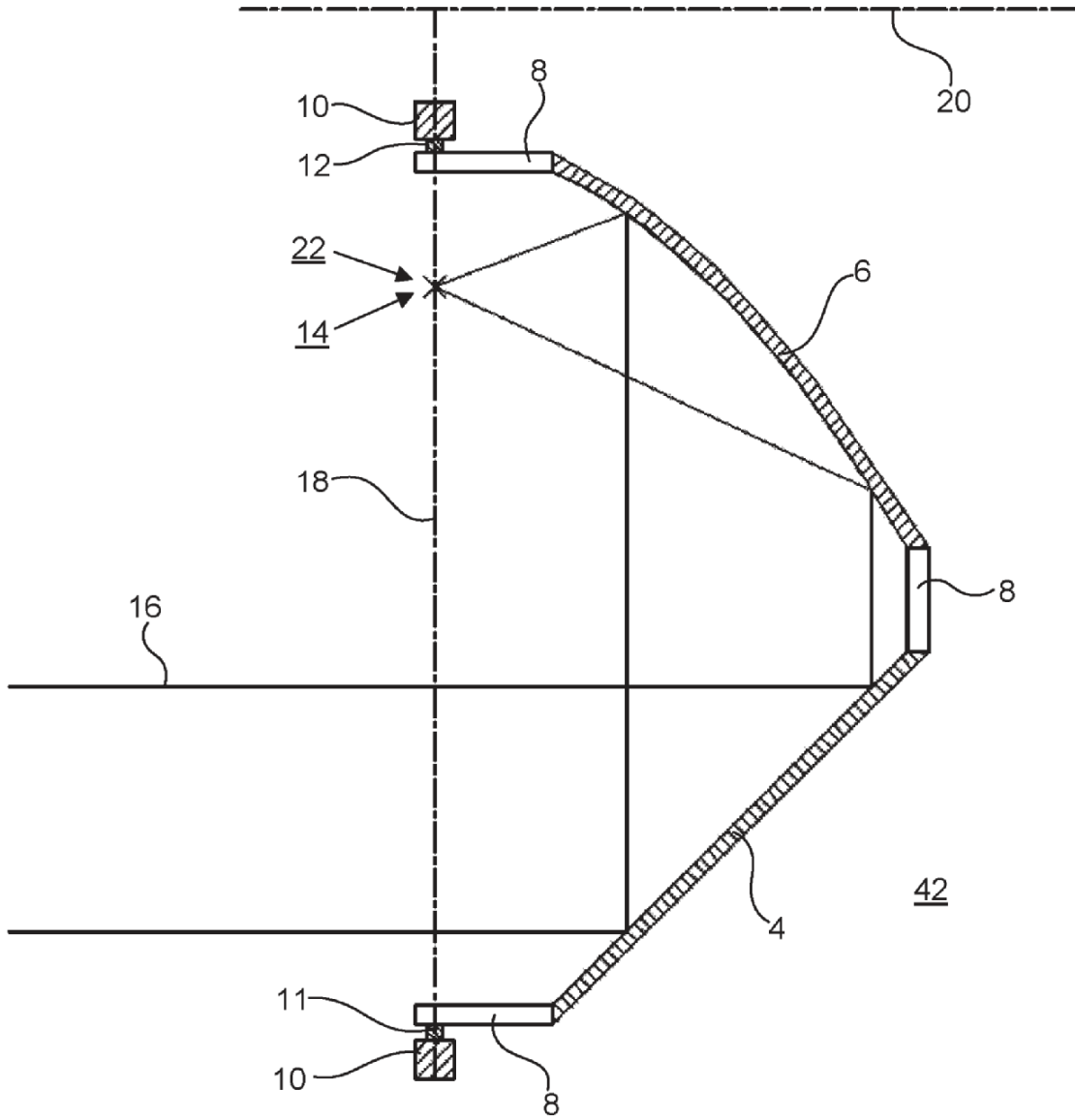


Fig.19

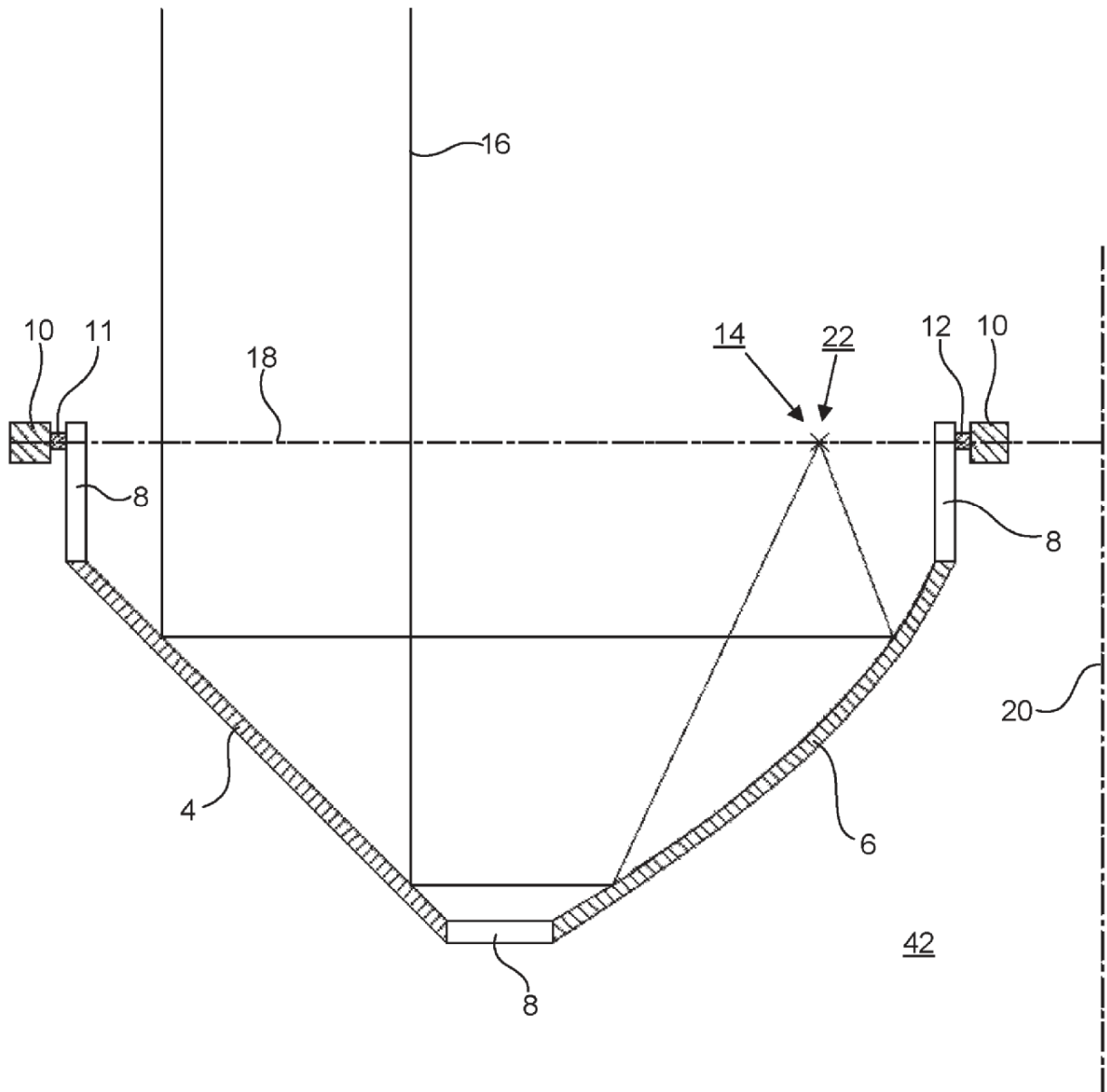




Fig.20

