

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 849 598**

51 Int. Cl.:

H02S 10/00 (2014.01)

F24S 23/70 (2008.01)

F24S 30/458 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2015 PCT/EP2015/057163**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.10.2015 WO15150445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2015 E 15772322 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 3126754**

54 Título: **Helióstatos de simetría central y central solar con un receptor y una pluralidad de helióstatos**

30 Prioridad:

01.04.2014 DE 102014206187

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

19.08.2021

73 Titular/es:

**SBP SONNE GMBH (100.0%)
Schwabstrasse 43
70197 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**VON REEKEN, FINN y
BALZ, MARKUS**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 849 598 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

Helióstato de simetría central y central solar con un receptor y una pluralidad de helióstatos

5 Las centrales solares con un receptor central, que está rodeado por una pluralidad de helióstatos, se conocen desde hace mucho, a fin de transmitir la energía solar en forma concentrada a un caloportador líquido y/o gaseoso, como p. ej. una sal fundida o agua o vapor, y obtener energía mecánica o eléctrica en una turbina aguas abajo.

10 Los costes de inversión para una central solar semejante son relativamente altos, comparado con una central termoeléctrica convencional de combustible fósil, entre otros, ya que se necesitan una pluralidad de helióstatos que se deben construir *in situ*, anclarse con una cimentación apropiada en el suelo y proveerse con un accionamiento de regulación apropiado.

15 Un helióstato semejante comprende un pilón y una estructura portante para la superficie de espejo, en general una superficie de vidrio tipo espejo, una conexión articulada de pilón y estructura portante con dos grados de libertad, así como un accionamiento de regulación, que permite orientar la superficie de espejo, de modo que la radiación solar que incide sobre la superficie de espejo se desvía sobre el receptor dispuesto de forma central.

20 En el caso de instalaciones expuestas, la superficie de espejo de un helióstato va de aproximadamente 1 m² hasta más de 150 m². Correspondientemente los pilones, las estructuras portantes así como las articulaciones y accionamientos deben ser muy robustos y resistentes, ya que solo entonces se pueden absorber de forma segura las cargas de viento y el peso propio del helióstato e introducirse en la tierra a través de la cimentación. Además, es importante una construcción rígida para conseguir una buena exactitud de seguimiento.

25 En grandes centrales solares se necesitan parcialmente por encima de 10.000 helióstatos. Por consiguiente, es considerable la fracción de los helióstatos en la inversión total y cualquier optimización de los helióstatos conlleva una ventaja económica diversa. Por lo tanto, la invención reivindicada tiene el objetivo de proporcionar una central solar cuyos helióstatos estén optimizados desde el punto de vista de la técnica de fabricación, pero también con vistas al menor uso de material posible con simultáneamente alta rigidez y calidad óptica de las superficies de espejo.

30 El documento US 4209236 A describe un helióstato para una central solar con receptor central, que presenta un marco muy ligero que porta y sujeta un material elástico reflectante. Este marco comprende un mecanismo para introducir una tensión de tracción selectiva en el material estirable, a fin de ajustar las propiedades ópticas deseadas del material expansible. Este marco está fijado y se porta por un armazón tubular que está anclado en el suelo.

35 El marco se controla a lo largo de una vía predeterminada por un sistema de accionamiento igualmente optimizado respecto al peso, de modo que se puede seguir el curso del sol tanto respecto a la elevación y el ángulo de azimut. Por consiguiente se reflejan de forma efectiva y continua los rayos solares a una zona de foco, donde está instalado el receptor central de dicha central energética. Este receptor solar es parte de un sistema de uso de la energía solar, como por ejemplo una central energética accionada por energía solar.

40 El marco puede ser un sistema instalado para el testeado de las propiedades ópticas del reflector, que por la lámina mencionada, expansible, reflexiva y reflectante se forma el material extensible y reflectante. La configuración geométrica preferida del reflector es un octógono. Se describen distintas formas de realización de los medios para la sujeción del material elástico y reflectante y para el posicionamiento del reflector para alcanzar una característica óptica deseada del reflector.

45 Este objetivo se consigue según la invención con un helióstato para una central solar con un receptor central según la reivindicación 1. El helióstato comprende un pilón, una estructura portante giratoria y/o pivotable con respecto al pilón para una superficie de espejo y al menos un accionamiento actuador, donde la superficie de espejo es axialsimétrica y presenta al menos cinco esquinas.

50 En otras palabras: la superficie de espejo está configurada como polígono regular con cinco o más esquinas y de este modo se aproxima más a la forma circular que lo que es el caso en superficies de espejo convencionales, cuadradas o rectangulares. De este modo se reduce claramente el sombreado mutuo de superficies de espejo adyacentes y simultáneamente se puede reducir la longitud de los pilones en helióstatos con un eje primario no horizontal, ya que - suponiendo superficie de espejo igual - se reduce la distancia máxima de una esquina del polígono al punto central de la superficie de espejo.

60 Además, una estructura portante igualmente de simetría central con un buje, en el que están dispuestos los brazos

portantes dirigidos radialmente hacia fuera, ofrece otras ventajas con vistas al uso de material y costes constructivos. Gracias a esta estructura radial de los brazos portantes se puede reducir el uso de material con la misma rigidez y los segmentos de las superficies de espejo se pueden fabricar con una forma base triangular, que se pueden cortar sin desperdicios del material bruto de vidrio plano.

5

En la estructura según la invención, todas las masas grandes (bujes, las zonas rígidas radialmente interiores de los brazos portantes, así como el segundo accionamiento lineal) están dispuestos de forma central, de modo que la frecuencia propia de la estructura es alta y en consecuencia es pequeña la excitación vibratoria por viento durante el funcionamiento. De este modo, la luz solar reflejada también se desvía muy exactamente hacia el receptor con viento.

10 Este no es el caso en los helióstatos convencionales.

En suma estas características según la invención conducen por consiguiente a una eficiencia mejorada o una potencia elevada de la superficie de espejo debido al sombreado menor, uso de material menor y simultáneamente sollicitaciones menores del helióstato por el peso propio y cargas de viento, lo que posibilita de nuevo una reducción de material usado. Por consiguiente, los helióstatos según la invención son muy económicos.

15

Ha resultado ser ventajoso que la estructura portante comprenda un primer grupo de brazos portantes, que conecta el buje con los puntos de esquina de la superficie de espejo. En otra configuración ventajosa de la invención, entre estos dos brazos portantes adyacentes del primer grupo están dispuestos los brazos portantes de un segundo grupo en la bisectriz entre dos brazos portantes adyacentes del primer grupo. Los brazos portantes del primer grupo son más largos que los brazos portantes del segundo grupo; ambos tienen el objetivo de soportar la superficie de espejo, que se compone de varios segmentos de paneles de vidrio triangulares revestidos, e imprimir una pequeña deformación dirigida de la superficie de espejo, de modo que la superficie de espejo tenga un efecto.

20

Entre los brazos portantes adyacentes están previstas varias correas dispuestas a diferentes distancias radiales, que provocan una rigidización adicional de la estructura portante. En general las correas cruzan los brazos portantes cortos con un ángulo recto. Sobre las correas están dispuestas los elementos de fijación, que se pueden ajustar en altura y se pegan directa o indirectamente en su un extremo con el lado posterior de la superficie de espejo. De esta manera, la superficie de espejo se conecta con la estructura portante y se sujeta de forma segura.

30

Para poder compensar las tolerancias de fabricación y montaje de la estructura portante, los elementos de fijación están conectados preferiblemente por una rosca con las correas, de modo que mediante el giro de los elementos de fijación se puede ajustar de forma sensible y exacta la altura del punto de fijación. Alternativamente también es posible pegar los elementos de fijación a las correas. A este respecto, el adhesivo se debería aplicar de forma suficientemente gruesa, de modo que durante el posicionamiento de los elementos de la superficie de espejo con respecto a los brazos portantes se puedan compensar las tolerancias que aparecen.

35

De este modo también es posible sin más imprimir una cierta curvatura a los segmentos triangulares de la superficie de espejo, de modo que la superficie de espejo concentre la luz solar incidente en un foco, en el que el foco se sitúa aproximadamente allí donde el receptor tiene su ubicación.

40

Alternativamente, las superficies de espejo también se pueden llevar en primer lugar a la posición y forma deseada y luego pegarse con la estructura.

Para poder controlar la orientación de la superficie de espejo, de modo que la luz solar incidente sobre la superficie de espejo se desvía hacia el receptor, está previsto que el buje y el pilón estén acoplados a través de una articulación con dos ejes de giro, que forman un ángulo entre 60° y 90° (ortogonalmente), y que un primer eje de giro de la articulación forme un primer ángulo α mayor de 0° con un plano horizontal.

El ángulo α no es igual en cada helióstato de la central solar, sino que depende de la posición del helióstato con respecto al receptor.

El ángulo α representa por consiguiente ciertamente un tipo de preajuste dependiente del lugar de la superficie de espejo, de modo que para el seguimiento de la superficie de espejo conforme la hora del día y la estación es suficiente un rango de ajuste reducido alrededor del primer eje de giro. Esto tiene la consecuencia de que las articulaciones y el accionamiento actuador se pueden realizar de forma más sencilla y económica y se reducen considerablemente los costes de inversión.

55

Dado que los helióstatos de una central solar solo se diferencian entre sí con respecto al ángulo alfa, así y todo, es posible una fabricación en serie económica de los pilones. En centrales solares planificadas concretamente ha

60

resultado ser suficiente que en conjunto se fabriquen siete tipos distintos de pilones, donde los pilones solo se diferencian entre sí con respecto al ángulo alfa mencionado del primer eje de giro. Este pequeño cambio constructivo no conduce a costes de producción elevados dignos de mención.

5 La articulación entre buje y pilón presenta un segundo eje de giro, que discurre ortogonalmente al primer eje de giro. Con la ayuda de dos ejes de giro es posible ajustar la superficie de espejo de modo que la luz solar incidente se desvíe en la dirección del receptor. Simultáneamente también es posible pivotar la normal a la superficie de la superficie de espejo fuera del receptor y pivotar toda la superficie de espejo a una posición de reposo y en caso necesario también una posición de limpieza.

10

Entre el pilón y la estructura portante está previsto un primer accionamiento lineal. Este accionamiento lineal pivota la superficie de espejo alrededor del primer eje de giro. Los accionamientos lineales son relativamente económicos, ya que su fabricación es sencilla. A este respecto, en principio son apropiados todos los accionamientos lineales disponibles en el mercado. En muchos casos, los husillos roscados, por ejemplo, con una rosca trapezoidal o husillos roscados de bolas, han resultado ser potentes y suficientemente precisos.

15

Para aumentar la exactitud con la que se pivota la superficie de espejo es ventajoso que el peso propio de la estructura portante solicite el accionamiento lineal a tracción. Entonces siempre se compensan las tolerancias de fabricación y el juego en el accionamiento lineal o las articulaciones y cojinetes con cuya ayuda está fijado el accionamiento lineal por un lado al pilón y por otro lado a la estructura portante. Incluso el juego creciente debido al desgaste durante la duración de funcionamiento del helióstato se puede compensar por el control y luego no repercute de forma negativa en la exactitud de la orientación de la superficie de espejo.

20

Otra simplificación constructiva de la articulación prevé que la articulación comprenda una pieza intermedia y que la pieza intermedia presente un primer y un segundo canal de cojinete, los cuales están espaciados entre sí y discurren en ángulo recto entre sí. De este modo es posible implementar de manera sencilla un alojamiento alrededor del primer eje de giro y un segundo eje de giro. El movimiento de ajuste alrededor del segundo eje de giro se implementa según la invención por un segundo accionamiento lineal, que está fijado en un extremo en la pieza intermedia y en el otro extremo en el buje de la estructura portante. Aquí también es válido de nuevo que, debido al peso propio de la estructura portante, el segundo accionamiento lineal esté bajo tensión a tracción preferiblemente de forma permanente, de modo que el juego no tenga repercusiones negativas en la exactitud de posicionamiento de la superficie de espejo. Alternativamente un sensor en el accionamiento lineal también le podría proporcionar información al control de si reina precisamente una sollicitación a tracción o compresión. Entonces el control puede compensar el juego en el accionamiento lineal o las articulaciones.

25

30

35

Ha resultado ser suficiente que el rango de regulación alrededor del primer eje de giro y el segundo eje de giro sea menos de 110° , preferiblemente menos de 105° y en muchos casos también menos de 100° , lo que posibilita el uso eficiente de los accionamientos lineales.

40

En este rango angular es bien posible excitar de forma suficientemente exacta tanto la posición central, como también las posiciones externas con un accionamiento lineal y sujetar de forma suficientemente exacta la estructura portante en la posición excitada.

45

Cuando el ángulo de regulación se aumenta claramente más allá de 110° , entonces al menos en las posiciones extremas aparecen fuerzas muy altas y la construcción se vuelve relativamente flexible y sensible respecto a las cargas del viento.

50

En otra configuración ventajosa de la invención, los brazos portantes están configurados como celosía y los segmentos de las superficies de juego están conectados directa o indirectamente, en particular a través de las correas y elementos de fijación ya mencionados, con los brazos portantes. De esta manera, los segmentos de las superficies de espejo se sostienen en muchos puntos, de modo que incluso un vidrio plano con grosor de solo cuatro milímetros soporta las cargas de viento que aparecen durante el funcionamiento. Además, es posible imprimir una curvatura (cóncava) a los segmentos de las superficies de espejo, de modo que la superficie de espejo obtenga una propiedad óptica de concentración.

55

Alternativamente también es posible fabricar los brazos portantes de chapa por un proceso de conformación. La sección transversal de estos brazos portantes es en forma de U y cambia con distancia creciente del buje, de manera que la sección transversal se vuelve más ancha y por ello menos alta. Simultáneamente en el borde se produce un plegado que es más apropiado para pegar la superficie de espejo con el brazo portante. Mediante la línea de pegado larga se produce después del pegado del vidrio un perfil rectangular cerrado que se forma, por un lado, a partir del

60

segmento de la superficie de espejo y, por otro lado, a partir de uno o dos brazos portantes que están dispuestos uno junto a otro. Cada uno de estos perfiles de tipo caja es muy rígido y resistente a torsión, de modo que se puede conseguir una reducción adicional del uso de material al aumentar la resistencia.

5 Los segmentos individuales se pueden conectar preferiblemente a una estructura de cubierta cerrado.

Para poder conectar lo mejor posible estos perfiles de tipo caja o estos brazos portantes fabricados de chapa en forma de U con el buje, en el extremo superior del buje y en el extremo inferior del buje están configuradas las lengüetas formadas correspondientes. En estas lengüetas se fijan los brazos portantes preferiblemente por remaches ciegos. A este respecto, como también durante el montaje de la estructura portante de tipo celosía, se pueden compensar las inexactitudes de fabricación porque el buje y los brazos portantes se posicionan en una grada, y en esta posición se remachan los brazos portantes con el segmento pegado de la superficie de espejo con el buje.

15 Ha resultado ser ventajoso cuando el buje esté configurado como cuerpo troncocónico, cuyo un extremo presenta un diámetro mayor y cuyo otro extremo presenta un diámetro pequeño, donde al menos en el extremo con diámetro mayor están previstos varios puntos de fijación o lengüetas de fijación dispuestas de forma radial. El extremo con el diámetro menor puede estar configurado como brida de fijación o presentar igualmente varias bridas de fijación dispuestas radialmente.

20 En este caso es posible que los brazos portantes de tipo celosía se atornillan en el extremo con las bridas de fijación dispuestas radialmente en la dirección tangencial, ya que la distancia es suficientemente grande entre las bridas de fijación, para aplicar una herramienta para apretar los tornillos de fijación. En el extremo del buje con el diámetro menor no está previsto este espacio, de modo que los tornillos de fijación se enchufan y aprietan en paralelo al eje a través de la brida y orificios de fijación correspondiente de los brazos portantes.

25 En el buje, que se conecta con los brazos portantes fabricados por la chapa, en los dos extremos del buje troncocónico están configuradas lengüetas que están dispuestas radialmente. Los brazos portantes formados por chapa se conectan preferiblemente por remaches ciegos con las lengüetas.

30 El objetivo mencionado al inicio se consigue también mediante una central solar, que comprende un receptor y una pluralidad de helióstatos, donde los helióstatos presentan accionamientos de regulación eléctricos y donde a varios helióstatos está asignada una unidad fotovoltaica, un acumulador tampón para energía eléctrica y/o un equipo de control. Luego un equipo de control, una unidad fotovoltaica y un acumulador tampón pueden controlar una pluralidad, por ejemplo, ocho a veinte helióstatos. De este modo se reducen los costes para las unidades fotovoltaicas, el acumulador tampón y el equipo de control referido a un helióstato, ya que se nivela la utilización, por ejemplo, del equipo de control y también se utilizan regularmente los otros componentes y se aprovechan mejor.

Simultáneamente, las distancias espaciales entre el equipo de control y los accionamientos de los helióstatos son todavía relativamente cortas, de modo que también todavía es razonable el coste de cableado.

40 Ha resultado ser más ventajoso que distintos grupos de helióstatos iguales constructivamente entre sí se dispongan alrededor del receptor. A este respecto, los helióstatos de dos grupos solo se diferencian respecto al ángulo alfa en el que está inclinado el primer eje de giro respecto a la horizontal. En la práctica ha resultado ser suficiente que se fabriquen siete grupos de helióstatos y se dispongan alrededor del receptor. De este modo es posible implementar las ventajas según la invención de los helióstatos con accionamiento lineal.

Otras ventajas y configuraciones ventajosas de la invención se deducen de los dibujos siguientes y su descripción. Todas las características descritas en los dibujos, su descripción y las reivindicaciones pueden ser esenciales tanto para la invención individualmente, como también en cualquier combinación entre sí.

50 Muestran:

figura 1 una vista en planta de un primer ejemplo de realización de una superficie de espejo axialsimétrica según la invención con estructura portante correspondiente;

55 figura 2 una vista lateral de un buje con un brazo portante configurado como celosía;

figura 3 un buje sin brazo portante;

la figura 4 muestra cómo se cortan los segmentos de las superficies de espejo sin desperdicios a partir de una placa de vidrio plano habitual en el mercado;

60 la figura 5 muestra el atornillado de las correas con los brazos portantes más largos, así como la fijación de la superficie de espejo con la ayuda de los elementos de fijación ajustables en altura en las correas;

- la figura 6 muestra la fijación de las correas en los brazos portantes más cortos;
 la figura 7 muestra en dos vistas distintas un pilón según la invención y un buje según la invención, que están conectados entre sí a través de una articulación con dos ejes de giro y dos accionamientos lineales;
 la figura 8 muestra la misma disposición que en la figura 7 en una isometría;
 5 la figura 9 muestra en un fragmente la conexión de la estructura portante y pilón con la ayuda de una articulación y dos accionamientos lineales;
 las fig. 10 - fig. 13 muestra un segundo ejemplo de realización de una estructura portante según la invención;
 la figura 14 muestra la conexión de los brazos portantes conformados fabricados de chapa con un buje formado correspondientemente mediante remaches ciegos;
 10 la figura 15 muestra la alimentación de un grupo de helióstatos con energía eléctrica y su excitación central por parte de un equipo de control común;
 las figuras 16 y 17 otro ejemplo de realización de un buje y
 las figuras 18 y 19 una pieza intermedia dispuesta entre el pilón y buje.

15 Descripción de los ejemplos de realización

La figura 1 muestra una vista desde abajo de un primer ejemplo de realización de un helióstato según la invención, donde la superficie de espejo realizada como polígono regular se ha provisto con la referencia 1.

- 20 La estructura portante, que porta la superficie de espejo 1, comprende un buje central 3, en el que están atornillados radialmente dos grupos de brazos portantes 5 y 7 o están fijados de otra manera. El primer grupo de brazos portantes 5 llegan hasta las esquinas de la superficie de espejo 1 y los brazos portantes algo más cortos 7 dispuestos entre los brazos portantes 5 están dispuestos en la bisectriz entre dos brazos portantes 5. Por motivos de claridad no todas las piezas iguales constructivamente están provistas con las referencias en las figuras.

25

Entre los brazos portantes 5 están dispuestas en diferentes radios correas 9 que se extienden de un brazo portante 5 al brazo portante adyacente 5 y a este respecto están atornilladas o remachadas en su centro con los brazos portantes más cortos 7.

- 30 Los detalles constructivos de esta construcción se explican más en detalle a continuación en relación con las figuras 2 a 9.

- En la figura 3 está representado un buje 3 en una vista lateral. A este respecto, se clarifica que el buje 3 está configurado en forma troncocónica y el extremo superior del buje 3 en la figura 3 presenta un diámetro mayor que el
 35 extremo inferior del buje 3. En el extremo superior están previstas varias lengüetas de fijación 11 orientadas radialmente y en paralelo al eje longitudinal del buje 3, que presentan respectivamente un orificio de fijación (sin referencia).

- En el extremo inferior del buje 3 está configurada una brida 13, que presenta igualmente orificios de fijación, que están
 40 orientados en paralelo respecto al eje longitudinal del buje 3 y por tanto no son visibles en la figura 3. Los orificios de fijación en las lengüetas de fijación 11 y en la brida 13 sirven para poder atornillar los brazos portantes 5 y 7 con el buje 3.

- Según se puede reconocer adecuadamente de la figura 3, en el buje 3 está dispuesto un punto de articulación 15 para
 45 un segundo accionamiento lineal 29 (no representado) y una lengüeta 17. La lengüeta 17 es parte de una articulación con la que está fijado el buje 3 en un pilón. El punto de articulación 15 sirve para conectar un accionamiento lineal de forma articulada con el buje 3, a fin de posibilitar la regulación o la pivotación del buje 3 alrededor de un segundo eje de giro, que se corresponde con el eje longitudinal del orificio de cojinete en la lengüeta 17.

- 50 La superficie de espejo 1 está fabricada por varios segmentos, que tienen aproximadamente la forma de un triángulo rectangular. En la figura 4 se puede ver el corte de estos segmentos de una placa de vidrio habitual en el mercado, que se fabrica en las dimensiones de 6 metros por 3,21 metros. A este respecto, se clarifica que no se produzcan desperdicios, de modo que con el mínimo uso de material se forme una superficie de espejo con superficie máxima.

- 55 En la figura 5 se representa en distintas vistas la conexión atornillada, según se atornillan las correas 7 en las lengüetas soldadas 19 en los brazos portantes 5. Las lengüetas 19 solo están provistas en la vista en planta en el extremo inferior de la figura 5c con referencias.

- Para que se puedan compensar las exactitudes de fabricación, las lengüetas 19 presentan orificios de paso, cuyo
 60 diámetro es claramente mayor que el diámetro de los tornillos de fijación usados. De este modo es posible compensar

las inexactitudes de fabricación mencionadas y, después de que se han apretado los tornillos de fijación, estabilizar toda la estructura con la ayuda de arandelas suficientemente grandes y gruesas.

En este ejemplo de realización, en las correas 9 están previstos casquillos roscados en los que se enroscan los elementos de fijación 21. Los elementos de fijación 21 presentan en el extremo inferior en la figura 5a un pie (sin referencia). Este pie es el punto de contacto con la superficie de espejo 1. En otras palabras: los segmentos de la superficie de espejo 1 se pegan con los pies de los elementos de fijación 21. Dado que los pies de los elementos de fijación están dispuestos de forma similar a una articulación esférica en el elemento de fijación verdadero 21, es posible girar el elemento de fijación en el casquillo roscado de la correa 9 y ajustar exactamente de esta manera la superficie de espejo 1 en su altura.

Gracias a una contratuerca u otro tipo del aseguramiento de tornillo se pueden asegurar de forma duradera los elementos de fijación 21 después de realizar el ajuste y por consiguiente se puede garantizar la calidad óptica de la superficie de espejo 1 durante muchos años.

Alternativamente también se puede implementar una conexión adhesiva entre la superficie de espejo y la estructura portante.

En la figura 6 está indicada la conexión de una correa 9 con uno de los brazos portantes más cortos 7 mediante una conexión remachada.

Evidentemente también es posible conectar las correas 9 con los brazos portantes 5 y 7 también de otra manera.

En la figura 7 están representados un pílón 23, una articulación 25 y un buje 3, así como los accionamientos lineales 27 y 29 correspondientemente en una vista lateral y en una isometría. El pílón 23 es un tubo con sección transversal circular o cuadrada de acero, que está cortado oblicuamente en su extremo superior y allí presenta un alojamiento, cuyo eje de giro, designado a continuación como primer eje de giro 31, forma un ángulo α con una horizontal. Gracias a este primer eje de giro oblicuo 31 es posible limitar el ángulo de regulación requerido para el funcionamiento del heliostato alrededor del primer eje de giro 31 a un valor por debajo de 110° y en muchos casos incluso a un valor por debajo de 105° .

Este ángulo de regulación se puede implementar de forma suficientemente precisa y con rigidez suficiente con un primer accionamiento lineal 27. El hecho de que no es lineal la relación entre el recorrido de regulación del primer accionamiento lineal 27 y el cambio de ángulo resultante de ello del buje 3, no representa ningún problema para el control, ya que esta relación se puede almacenar, por ejemplo, en forma de una curva característica en el equipo de control.

En este ejemplo de realización, un segundo eje de giro 33 está configurado ortogonalmente al primer eje de giro en la articulación 25. Este segundo eje de giro 33 se puede reconocer adecuadamente en la figura 8. Según se puede reconocer adecuadamente por las figuras 7 y 8, la articulación 25 comprende una segunda pieza intermedia 35, en cuyo extremo inferior está configurado un canal de cojinete para el primer eje de giro 31 y en cuyo extremo superior está configurado un canal de cojinete para el segundo eje de giro 33. En la pieza intermedia 35 está dispuesta una extensión 36, que sirve como apoyo antagonista para el segundo accionamiento lineal 29. También son posibles otras realizaciones, en las que el primer eje de giro no discurre ortogonalmente - por ejemplo entre 60° y 90° -

respecto al segundo eje de giro 33.

El otro extremo del segundo accionamiento lineal 29 está fijado de forma articulada en el punto de articulación 15 del buje 3. Gracias a la excitación del segundo accionamiento lineal 29 es posible así pivotar el buje 3 alrededor del segundo eje de giro 33 con respecto a la pieza intermedia 35 o con respecto al pílón 23. En este caso también es suficiente un ángulo de regulación por debajo de 110 grados.

En el pílón 23 está previsto un punto de fijación 37 para el un extremo del primer accionamiento lineal 27. Aquí el accionamiento lineal 27 también debe estar conectado de forma articulada con el punto de fijación 37. Esto también se clarifica especialmente en el extremo superior del primer accionamiento 27. Allí está dispuesta una articulación con dos grados de libertad, cuya placa de fijación 39 se atornilla con uno de los brazos portantes 7 de la estructura portante (véase la figura 1). La articulación en el extremo superior del primer accionamiento lineal tiene la referencia 38. En este ejemplo de realización, el eje de giro superior de la articulación 38 en la figura 8 discurre coaxialmente al segundo eje de giro 33 de la articulación 25 entre el buje 3 y pílón 23. De este modo se evitan los arriostramientos de las articulaciones 25 y 38.

Evidentemente también sería posible prever en lugar de esta articulación 38 una articulación esférica u otra articulación con dos grados de libertad.

5 En la figura 9 está representado ahora un fragmento de un helióstato según la invención en una vista isométrica desde abajo. Por motivos de visibilidad no están marcadas algunas referencias. A este respecto se clarifica la fijación de los brazos portantes 5 y 7 en el buje 3. Además, se clarifica como se atornilla el primer accionamiento lineal con un brazo portante 7. Este brazo portante 7 tiene las mismas dimensiones exteriores que los restantes brazos portantes 7, sin embargo, está configurado con un mayor espesor de pared debido a las mayores sollicitaciones que aparecen, de modo que es más rígido.

Además, las fuerzas introducidas por la placa de fijación de la articulación 38 se derivan a través de un compuesto triangular 41 en los brazos portantes 5 adyacentes o el buje 3.

15 La estructura portante simétrica radialmente según la invención es muy ligera pero rígida. Debido a la inclinación del primer eje de giro 31 con respecto a la horizontal se puede limitar el recorrido de ajuste de la articulación 25 alrededor del primer eje de giro 31 a valores por debajo de 110 grados. El recorrido de ajuste de la articulación 25 alrededor del segundo eje de giro 33 también se puede limitar a valores por debajo de 110 grados, lo que posibilita el uso de accionamiento lineales 27 y 29 económicos pero potentes con posicionamiento suficientemente exacto de la superficie de espejo 1.

En las figuras 10 a 14 se representa un segundo ejemplo de realización de un helióstato según la invención en distintas vistas. A este respecto, los brazos portantes 51 están fabricados como chapa a partir de un corte de chapa mediante conformación, en particular embutición profunda. La superficie de espejo 1 está configurada como octógono en este ejemplo de realización, donde este ejemplo de realización no está limitado a las superficies de espejo octogonales, sino que también se puede usar en otras superficies de espejo poligonales 1.

Según se puede reconocer por la figura 10, que muestra una vista isométrica desde abajo de la estructura portante y la superficie de espejo 1, y figura 13, en este ejemplo de realización también están fijados los brazos portantes 51 en un buje 3. Por la figura 13 b) se puede reconocer que los brazos portantes 51 siempre presentan en principio una sección transversal similar, a saber en forma de U, con dos patas paralelas 57 y un nervio 53 que conecta las dos patas 57.

El nervio 53 es en cierto sentido el lado inferior del brazo portante 51 y por ello se puede ver de forma especialmente adecuada en la figura 10, pero también en la figura 11. Cerca del buje 3 es estrecha la sección transversal en forma de U y las patas son correspondientemente altas. Con distancia creciente del buje, la sección transversal en forma de U se vuelve más ancha y las patas menos altas.

De este modo resulta una rigidez de los brazos portantes 51 que se corresponde con los momentos de flexión que aparecen. Simultáneamente se maximiza la longitud de la línea de pegado entre el brazo portante 51 y la superficie de espejo 1.

En la figura 11 está representada una vista desde abajo sobre un segmento de una superficie de espejo con dos brazos portantes pegados 51. Los brazos portantes 51 están plegados en su extremo dirigido hacia la superficie de espejo (véase la referencia 55 en las figuras 11 y 13b)), de modo que se produce una línea de pegado larga entre los brazos portantes 51 y el segmento de la superficie de espejo 1. En el pegado entre los brazos portantes 53 y la superficie de espejo se puede recurrir a técnicas de unión de la construcción de automóviles. A este respecto se produce una caja rígida a torsión con sección transversal rectangular. Tres lados (57 y 53) de esta sección transversal rectangular se forman por los brazos portantes 51, el cuarto lado se forma por la superficie de espejo, es decir, un vidrio plano.

En la figura 12 está indicado un corte de los segmentos de la superficie de espejo 1 a partir de un vidrio plano habitual en el mercado.

55 En este ejemplo de realización se conectan primeramente los brazos portantes 51 con el buje 3 y luego los segmentos de la superficie de espejo 1 se pegan con los brazos portantes o se conectan de otra manera.

De este modo se producen ciertas restricciones con vistas a la accesibilidad de las herramientas y ha resultado ser ventajoso, también debido al espesor relativamente bajo de la chapa de las que son los brazos portantes 51 (aproximadamente 1 mm), conectar los brazos portantes 51 con el buje 3 mediante remaches ciegos. Los detalles

constructivos de esta conexión están representados en las distintas vistas de la figura 13.

En la figura 13 b) se puede reconocer adecuadamente la sección transversal en forma de U de los brazos portantes con los pliegues aplicados 55. Las dos patas paralelas de la sección transversal en forma de U están provistas en la figura 13 b) con la referencia 57.

Para que los brazos portantes 51 se puedan conectar directamente, es decir, sin modificación de la sección transversal o similar con el buje 3, el buje 3 está configurado en su extremo superior y en su extremo inferior con puntos de contacto correspondientes, que comprenden tanto lengüetas perpendiculares 59 como también superficies de contacto para los pliegues 55 y el nervio 53 de los brazos portantes 51.

En la figura 14 está ilustrado el buje 3. A este respecto, se clarifica que en el extremo superior del buje 3 se puede fabricar dichas lengüetas 59 mediante plegado de una superficie de brida. De manera correspondiente, a partir de una placa de brida se pliegan hacia arriba las bridas 61 en el extremo inferior del buje 3, de modo que en suma se produce una gran superficie de contacto entre el buje 3 y cada brazo portante 51 individual.

Para ilustrarlo están marcados los remaches ciegos para dos brazos portantes 51. A modo de ejemplo, en la figura 14 un remache ciego 63 está provisto con una referencia. De ello resulta que es posible una conexión plana y muy resistente con ello entre el buje 3 y brazo portante 51 a través del pliegue 55, las patas 57 y el nervio 53. De este modo se consigue una conexión muy rígida.

Gracias a la estructura autoportante de estos brazos portantes 51 fabricados a partir de la chapa delgada en conexión con el segmento de la superficie de espejo 1 se pueden implementar otras ventajas de peso respecto a heliostatos convencionales en este ejemplo de realización.

En este ejemplo de realización también se pueden suministrar las piezas individuales, a saber, buje 3, brazos portantes 51 y los segmentos cortados de la superficie de espejo 1 en la obra y se fabrican allí en dispositivos de montaje correspondientes.

En la figura 15 está representada de forma muy simplificada la estructura de red y comunicación de un campo de heliostatos según la invención.

A este respecto hay en cierto sentido tres grupos de equipos de control / salas de control. Los equipos de control descentralizados están caracterizados con HC, como abreviatura para *HelioStat Control*. Un equipo de control semejante HC alimenta o controla un grupo de heliostatos y alimenta los accionamientos lineales 27, 29 con la energía eléctrica requerida. Con esta finalidad, a cada equipo de control HC están asignados una unidad fotovoltaica y un acumulador tampón para la energía eléctrica (no representado).

Cuando de esta manera la energía requerida para el funcionamiento del equipo de control HC y para la excitación de los accionamientos 27, 29 de varios heliostatos se genera por grupos por una unidad fotovoltaica y se almacena en un acumulador tampón, se produce ventajas económicas considerables. Los correspondiente también es válido para el uso de un equipo de control HC para varios heliostatos. Entonces se aprovecha mejor la potencia de cálculo de este un equipo de control HC. Los distintos equipos de control HC está conectados entre sí y con un distribuidor DP (= *Distribution Panel*) a través de un bus de campo, indicado por la línea 65 y

Los distribuidores DP de nuevo están conectados entre sí y con una sala de control MDP (= *Main Distribution Panel*). Para ello se usa una conexión de Ethernet 67.

Cuando los equipos de control HC no se deben alimentar con energía eléctrica a través de una unidad fotovoltaica, entonces también es posible colocar unas líneas eléctricas de alimentación 69 partiendo de la sala de control MDP a través de los distribuidores DP hacia los equipos de control HC individuales.

En la figura 16 está representado otro ejemplo de realización de un buje 3 en una vista lateral. En este ejemplo de realización, el buje 3 está configurado como construcción soldada optimizada en referencia a la rigidez, peso y costes de fabricación.

En este ejemplo de realización, los brazos portantes 5 y 7 (véase la figura 1) se fijan en dos bridas 13 y 14 del buje 3. En este ejemplo de realización, la brida inferior 13 en la posición de instalación tiene un mayor diámetro exterior y diámetro del círculo que la brida superior 14 en la posición de instalación.

Las lengüetas 17 se extienden a través de la brida 13 hasta la brida «superior» 14 y están conectadas de forma fija con esta, por ejemplo, por soldadura.

5 Como también en el ejemplo de realización según la figura 3, en el extremo inferior de las lengüetas 17 están configurados los orificios 16 que forman parte del tercer eje de giro 31 (véase la figura 8). Para obtener un cojinete lo más rígido posible, la distancia entre las lengüetas 17 en la zona de los orificios 16 es relativamente grande.

Conforme a las sollicitaciones que aparecen durante el funcionamiento se aproximan las lengüetas 17 en la dirección de la brida 14.

10

En las lengüetas 17 y la brida 14 está fijado el punto de articulación 15 (igualmente en forma de dos lengüetas (de chapa)), por ejemplo, por soldadura.

15 En paralelo al primer eje de giro 31 y entre los orificios 16 y la brida 14 está dispuesta una extensión 18, que sirve como punto de fijación para el primer accionamiento lineal 27 (véase la figura 7b).

20 De este modo las fuerzas que actúan entre la superficie de espejo 1 y pilón 23 se introducen de los brazos portantes 5, 7 al buje y luego se transmiten a través de la extensión 18 sobre el accionamiento lineal. Por ello todos los brazos portantes 5, 7 se solicitan de forma uniforme, de modo que todos los brazos portantes 5, 7 se pueden dimensionar iguales. Esto facilita la fabricación en serie y el montaje *in situ*. La extensión 18 está soportada por un puntal 20 hacia la brida 14.

En la figura 17 está representado este ejemplo de realización cerca de un buje 3 en una isometría.

25 En la zona de las bridas 13 y 14, así como de las lengüetas 17 están previstas todavía chapas de nudos y elementos de rigidización en forma de U para la rigidización adicional. Entre otros, por ello, este ejemplo de realización de un buje 3 es extremadamente rígido y ligero. Se puede fabricar a partir de cortes de chapa planos de forma sencilla.

30 En la figura 18 está representada una pieza intermedia 35 «de tipo boomerang» en una vista lateral. Tiene la función de la pieza intermedia representada en la figura 8, no obstante, está adaptada al buje 3 según las figuras 16 y 17. En este caso, se trata de una construcción soldada optimizada en peso, que se puede fabricar por cortes de chapa.

En las figuras 18 y 19 está marcados el primer eje de giro 31 y el segundo eje de giro 33.

35 La pieza intermedia 35 se compone de cinco elementos constructivos principales:

Dos partes laterales 71, una primera parte de conexión 73, una segunda parte de conexión 75 y un cuadro 77.

40 En la zona del segundo eje de giro 33, la pieza intermedia 35 tiene una sección transversal en forma de U, que se forma por las partes laterales 71 y la primera parte de conexión 73. Para recibir un perno de cojinete no representado, en la zona del segundo eje de giro 33 está soldado un casquillo 79. El casquillo 79 y los orificios 16 en el buje 3 forman conjuntamente con un perno de cojinete (no representado) un cojinete, que posibilita la movilidad de la construcción alrededor del segundo eje de giro 33.

45 En el extremo izquierdo en la figura 18 de la pieza intermedia 35 y en el cuadro 77 están configurados los orificios 81 (no visible en el cuadro 77), que definen el primer eje de giro 31. Ya que este alojamiento debe recibir cargas muy grandes, la distancia entre los orificios 81 es relativamente grande. Correspondientemente, la contrapieza (no representada) se debe dimensionar en el extremo superior del pilón 23.

50 El manguito 79 y los orificios 81 son partes de los canales de cojinete.

55 En el extremo derecho en la figura 18 de la pieza intermedia 35 está configurada la extensión 36. Ya que entre el manguito 79 y el extremo de la extensión 36 actúan sollicitaciones muy altas, entre otros también cargas a torsión sobre la pieza intermedia 35, en esta zona está prevista todavía una segunda parte de conexión 75 adicionalmente a la primera parte de conexión 73. De este modo se produce un perfil de sección transversal cerrado en forma de un rectángulo.

La extensión 36 forma una recepción / un punto fijo para el segundo accionamiento lineal 29.

REIVINDICACIONES

1. Helióstato para una central solar con un receptor central, donde el helióstato comprende:
- 5 - una superficie de espejo axialsimétrica (1) con al menos cinco esquinas,
 - un pilón (23),
 - una estructura portante giratoria y/o pivotable con respecto al pilón (23) para la superficie de espejo (1), y
 - al menos dos accionamientos actuadores (27, 29);
- 10 donde la estructura portante presenta un buje (3), varios brazos portantes (5, 7, 9, 51) conectados con el buje (3) y una articulación (25),
 donde la articulación (25) presenta dos ejes de giro (31, 33) para acoplar entre sí el buje (3) y el pilón (23),
 donde un primer eje de giro (31) de la articulación (25) es un primer eje de giro (31) fijado en el pilón (23), que forma un primer ángulo (alfa) mayor de 0° con un plano horizontal;
- 15 **caracterizado porque** entre el pilón (23) y la estructura portante está previsto un primer accionamiento lineal (27);
porque la articulación (25) comprende una pieza intermedia (35) que presenta un primer y un segundo canal de cojinete para los ejes de giro (31, 33), donde el primer y el segundo canal de cojinete están espaciadas entre sí y se sitúan en distintos planos P, **porque** entre el primer accionamiento lineal (27) y la estructura portante está dispuesta una articulación (38) con dos grados de libertad, y **porque** un eje de giro (38) de la articulación (38) es coaxial al
 20 segundo eje de giro (33) de la articulación (25) entre buje (3) y pilón (23).
2. Helióstato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la superficie de espejo (1) se compone de varios segmentos aproximadamente triangulares.
- 25 3. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un primer grupo de brazos portantes (5) conecta el buje (3) con las esquinas de la superficie de espejo (1).
4. Helióstato según la reivindicación 3, **caracterizado porque** un segundo grupo de brazos portantes (7) está dispuesto en la bisectriz entre dos brazos portantes adyacentes (5) del primer grupo.
- 30 5. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** un segundo eje de giro (33) de la articulación (25) discurre de forma ortogonal respecto al primer eje de giro (31).
6. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el segundo eje de giro
 35 (33) y el primer eje de giro (31) de la articulación (25) forman un ángulo menor de 90° y mayor de 60°.
7. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer y segundo canal de cojinete están espaciados entre sí y discurren en ángulo recto entre sí.
- 40 8. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** está previsto un segundo accionamiento lineal (29) entre el buje (3) y la pieza intermedia (35).
9. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer y/o el
 45 segundo accionamiento lineal (27, 29) posibilitan un ángulo de regulación de más de 100° preferentemente de más de 110°.
10. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los brazos portantes (5, 7) están configurados como celosía, y **porque** los segmentos de la superficie de espejo (1) están conectados directa o indirectamente, en particular a través de correas (9) y elementos de fijación ajustables (21) con
 50 uno o dos brazos portantes (5, 7, 51).
11. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** los brazos portantes (51) están fabricados por un corte de chapa mediante conformación, en particular embutición profunda, **porque** los segmentos de la superficie de espejo (1) están pegados de forma puntual o lineal con uno o dos brazos profundos
 55 portantes (5, 7, 51).
12. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el buje (3) está configurado como cuerpo troncocónico que comprende un extremo con un diámetro mayor y un extremo con un diámetro menor, **porque** en el extremo con diámetro mayor están previstas varias lengüetas de fijación (11, 59)
 60 dispuestas radialmente, y **porque** el extremo con menor diámetro está configurado como brida de fijación (13) y

opcionalmente con lengüetas de fijación (61) dispuestas radialmente.

13. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** el buje (3) presenta dos bridas de fijación (13, 14), y **porque** en el buje (3) está prevista una extensión (18) que coopera con un primer accionamiento lineal (27).
14. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones 12 o 13, **caracterizado porque** el buje (3) está compuesto de cortes de chapa.
- 10 15. Helióstato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, **caracterizado porque** la pieza intermedia (35) comprende dos partes laterales (71), una primera parte de conexión (73), una segunda parte de conexión (75) y/o un cuadro (77).
16. Central solar que comprende un receptor y una pluralidad de heliostatos según cualquiera de las
15 reivindicaciones anteriores, donde los heliostatos presentan accionamientos de regulación eléctricos, **caracterizada porque** a varios heliostatos está asociada una unidad fotovoltaica, un acumulador tampón para energía eléctrica y un equipo de control (HC).
17. Central solar según la reivindicación 16, **caracterizada porque** varios grupos de heliostatos iguales
20 constructivamente están dispuestos alrededor del receptor.
18. Central solar según cualquiera de las reivindicaciones 16 o 17, **caracterizada porque** los heliostatos de los distintos grupos se diferencian respecto al ángulo (α) entre el primer eje de giro (31) y la horizontal.

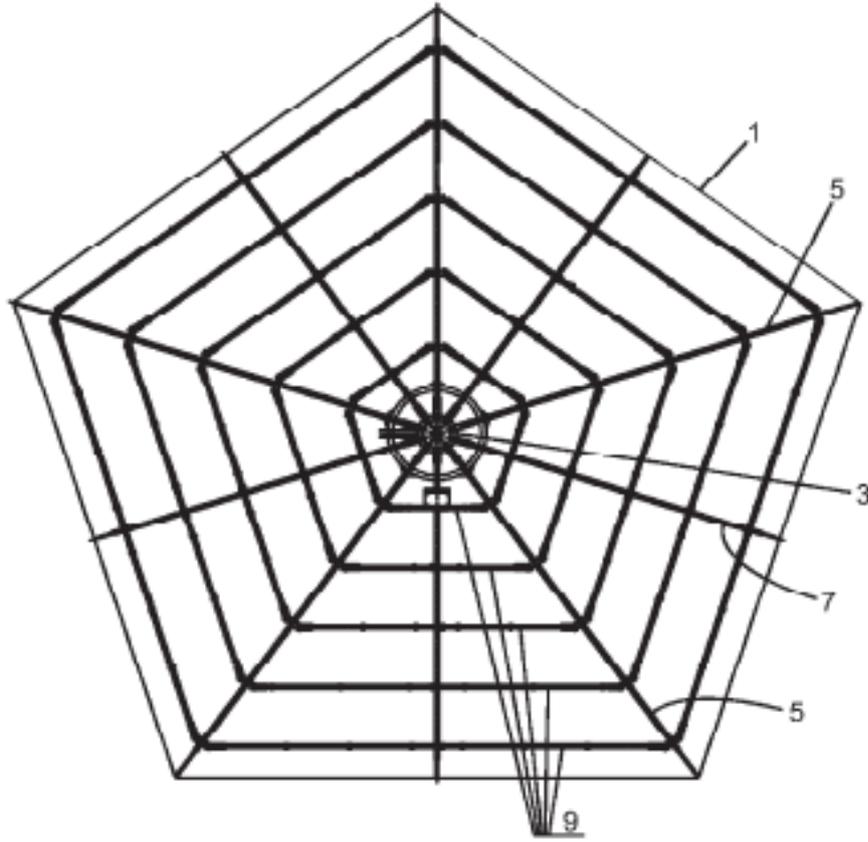


Fig. 1

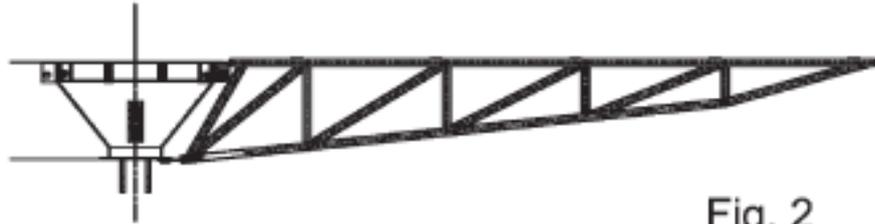


Fig. 2

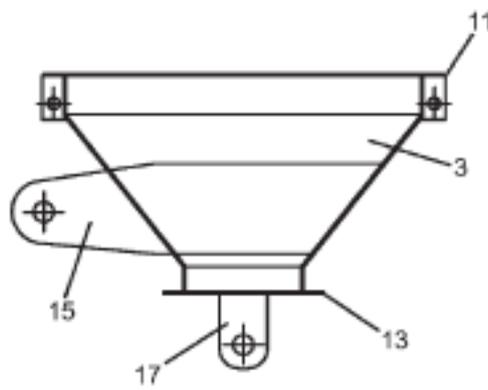


Fig. 3



Fig. 4

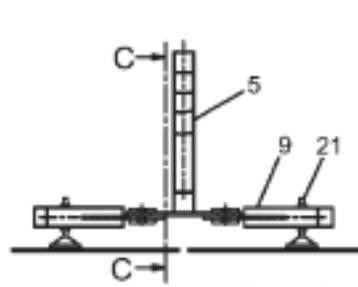


Fig. 5a

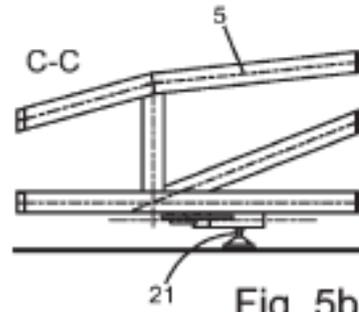


Fig. 5b

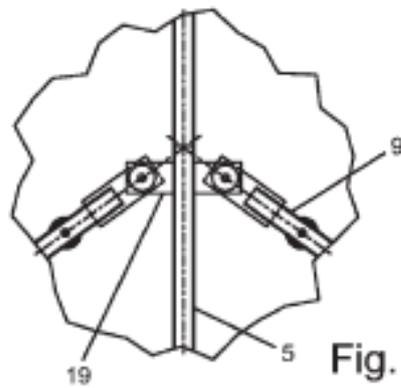


Fig. 5c

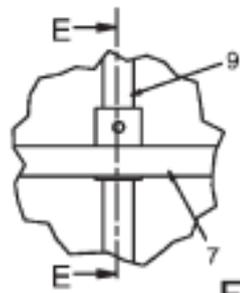


Fig. 6a

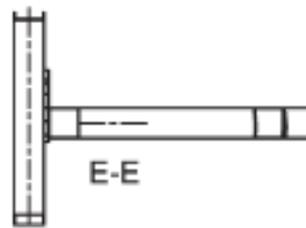


Fig. 6b

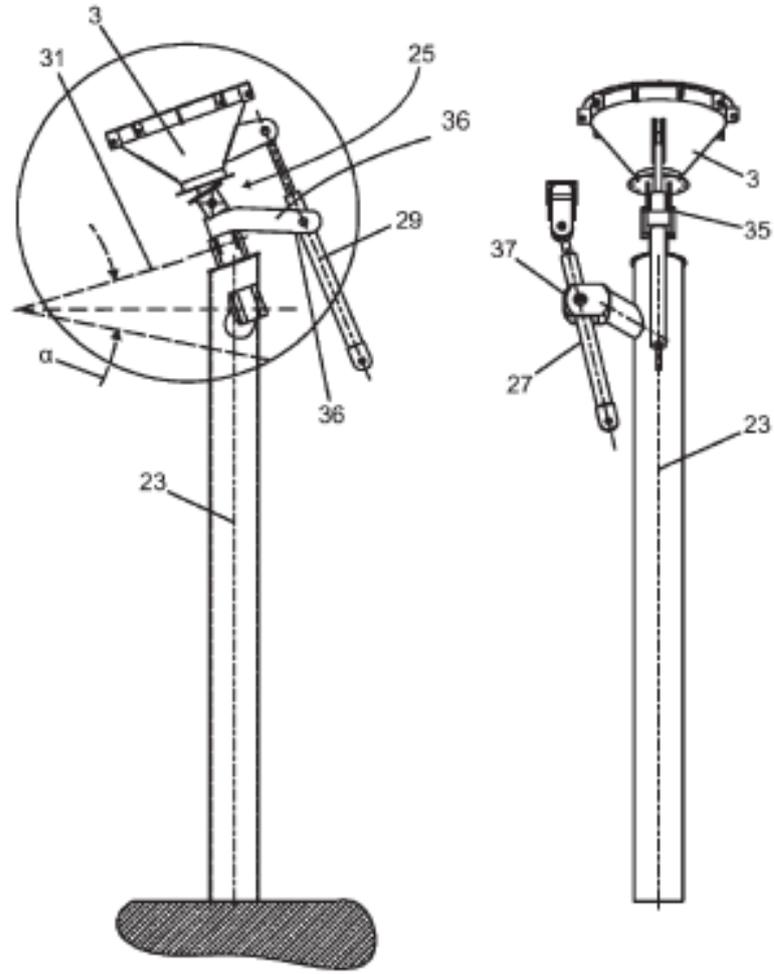


Fig. 7a

Fig. 7b

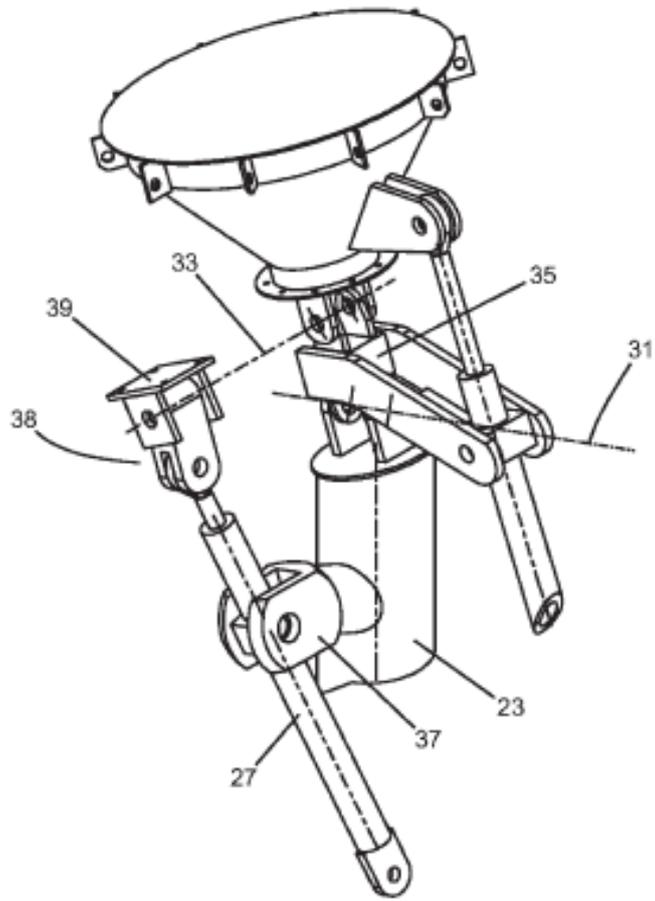


Fig. 8

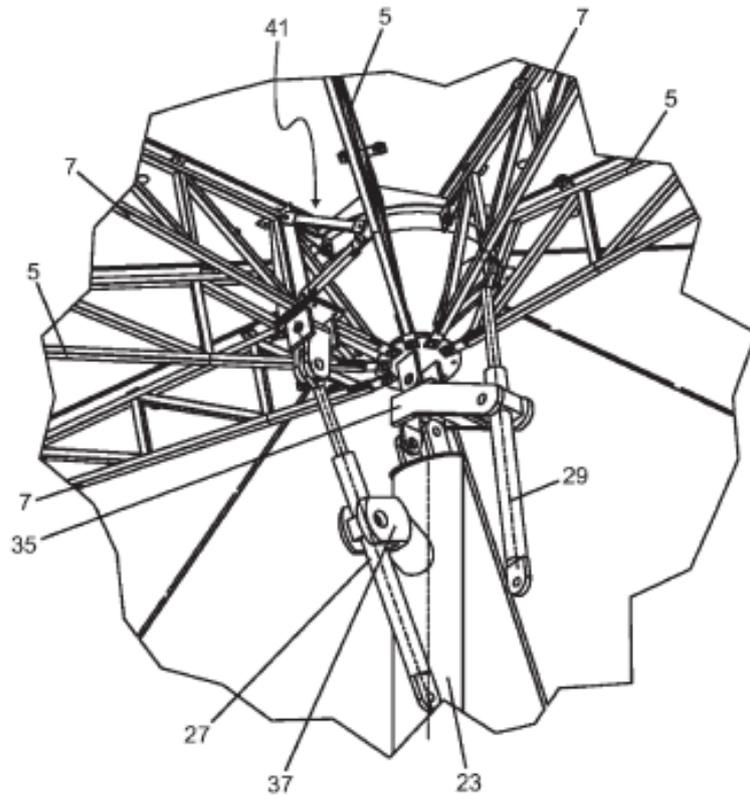


Fig. 9

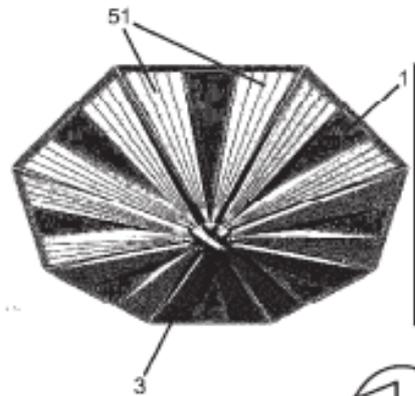


Fig. 10

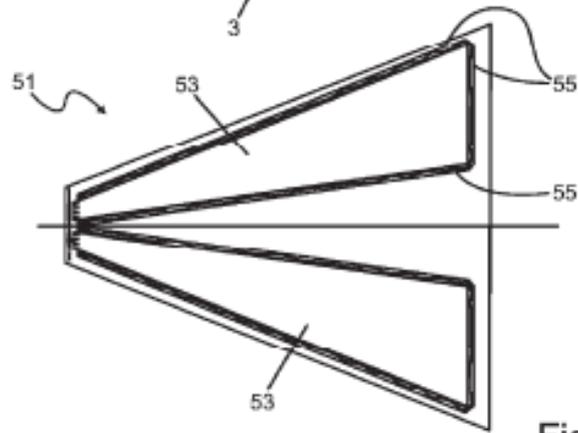


Fig. 11

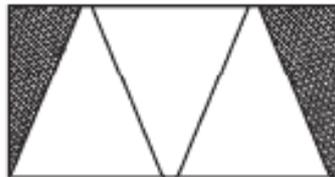
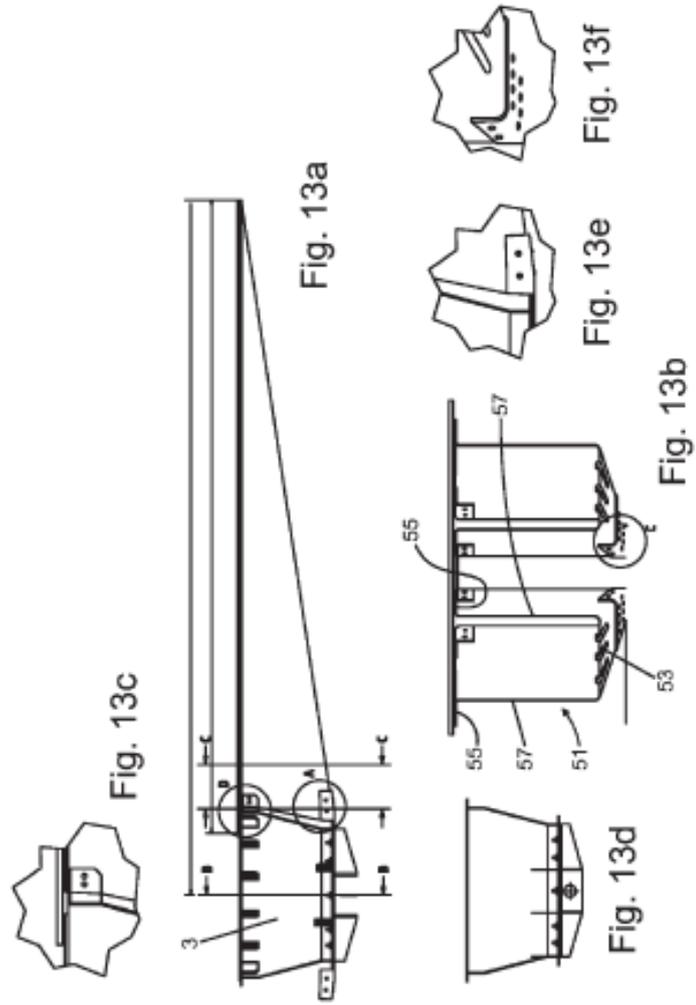


Fig. 12



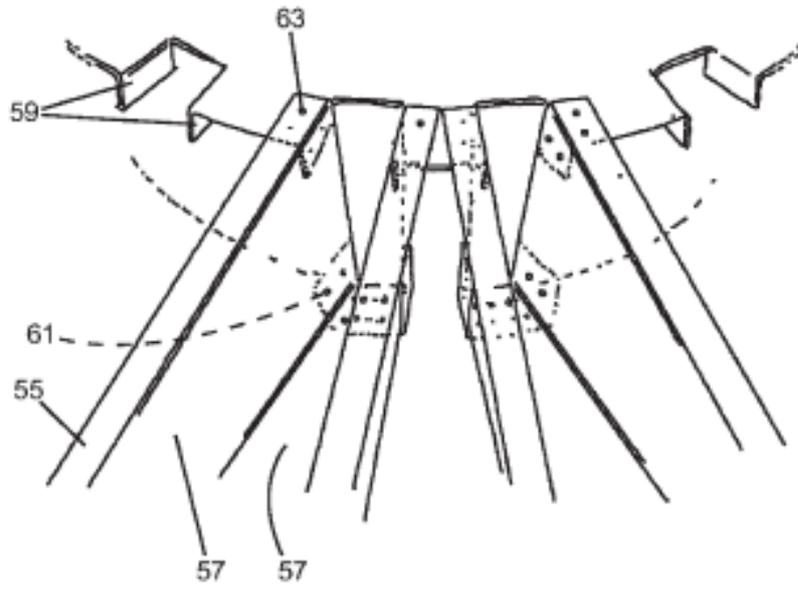


Fig. 14

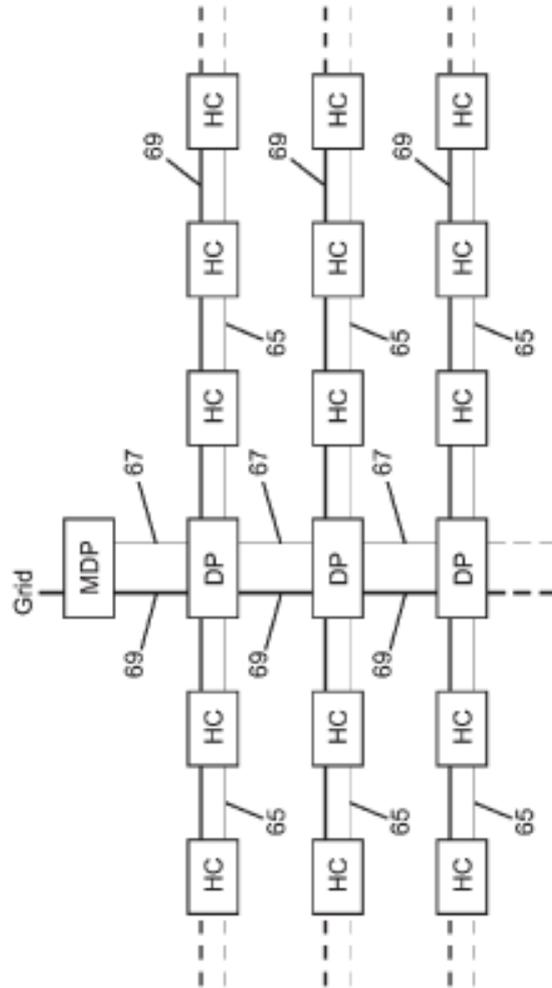


Fig. 15

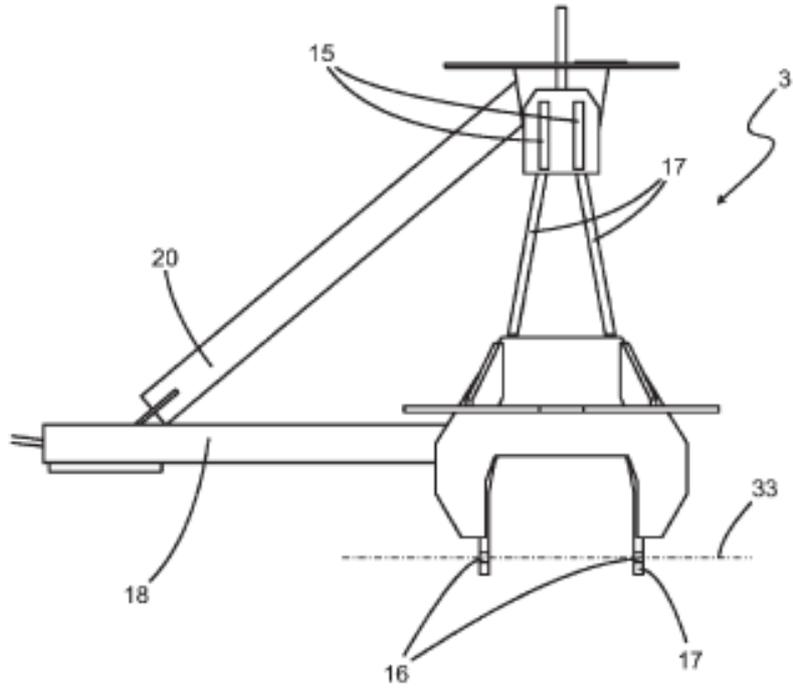


Fig. 16

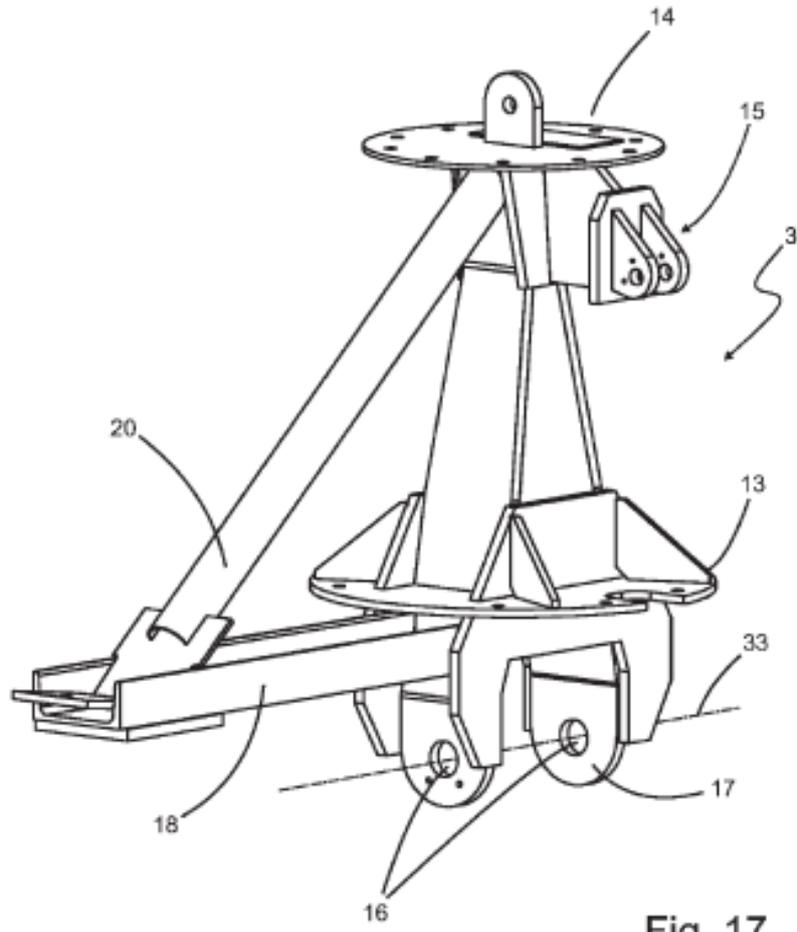


Fig. 17

