

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 178**

51 Int. Cl.:  
**F24J 2/06** (2006.01)  
**H01L 31/052** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07747277 .7**  
96 Fecha de presentación: **05.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2005074**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.12.2008**

54 Título: **Dispositivo para convertir la energía solar**

30 Prioridad:  
**07.04.2006 NL 1031544**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**07.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**07.11.2012**

73 Titular/es:  
**SUNCYCLE B.V. (100.0%)**  
**HIGH TECH CAMPUS 69**  
**5656 AG EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:  
**BIJL, ROY y**  
**PENNING, PETER**

74 Agente/Representante:  
**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 390 178 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**

Dispositivo para convertir la energía solar

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para convertir la energía solar, que comprende una unidad de captación de la radiación solar que consta de por lo menos una lente que tiene una superficie de entrada para la radiación solar incidente y una superficie de salida para emitir la radiación solar de forma refractada hacia una unidad de concentración de la radiación solar que comprende una superficie reflectora para reflejar la radiación solar incidente sobre la superficie reflectora desde la superficie de salida de la lente hasta al menos un área objetivo de la unidad de concentración de la radiación solar.

10 Un dispositivo así se describe por ejemplo en la patente US número 4.230.094. El citado documento describe una unidad de captación de la radiación solar combinada con una unidad de concentración de la radiación solar que tiene una superficie reflectora. La radiación solar incidente sobre la lente de la unidad de captación de la radiación solar se refracta en varios ángulos y es reflejada por la superficie reflectora hacia un área objetivo, en donde la radiación solar se capta y se convierte en otra forma de energía.

15 En la realización de acuerdo con la patente US número 4.230.094 el área objetivo se configura como un tubo alargado, hueco, a través del cual pasa agua. El agua se calienta mediante la radiación solar incidente sobre el área objetivo, que se concentra por medio de la superficie reflectora. En consecuencia, la energía solar se convierte en energía térmica y, más concretamente, en un incremento de la temperatura del agua que fluye a través del tubo.

20 La construcción descrita en la patente US número 4.230.094 se caracteriza por unas dimensiones constructivas considerables, que hacen la construcción cara y difícil de manejar, pero, además, también menos funcional para utilizar. Además de esto, el citado dispositivo conocido para convertir la energía solar se caracteriza por un rendimiento generalmente variable, porque la conversión de energía solar en otra forma de energía tiene un amplio grado de dependencia de la posición del sol.

25 El objeto de la invención es precisamente realizar un dispositivo de acuerdo con la introducción, mediante el cual se pueda realizar una conversión eficaz de la energía solar en diferentes posiciones del sol y que, además, tenga dimensiones constructivas compactas.

30 De acuerdo con la invención, el dispositivo se caracteriza para esta finalidad porque el dispositivo comprende medios posicionadores para orientar la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar una con respecto a la otra a través de una rotación alrededor de al menos un eje perpendicular a un plano formado por la lente. Puesto que la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar se pueden orientar una con respecto a la otra dependiendo de la posición del sol, la radiación solar reflejada por medio de la superficie reflectora se concentra continuamente en un punto sobre la superficie reflectora.

35 En comparación con dispositivos estacionarios, como el dispositivo que se conoce de la patente US-A-4.230.094, el dispositivo de acuerdo con la invención proporciona una concentración y una conversión más eficaz de la radiación solar en otra forma de energía. En comparación con dispositivos móviles como se describe en EP-A-1 174 658, el dispositivo tiene una forma constante y es menos complicado, lo que significa un ahorro en costes y en gastos de construcción. El dispositivo es por lo tanto más aplicable universalmente por ejemplo en edificios.

40 En una primera realización, los ejes de rotación de la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar son dos ejes diferentes, mientras que en otra, con un dispositivo más fácilmente controlado y más compacto, los ejes de rotación de la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar coinciden.

Una realización específica se caracteriza porque la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar se pueden orientar en planos separados una respecto a la otra mediante sistemas de posicionamiento.

45 Como resultado del posicionamiento independiente de la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar en planos separados o, dicho de otro modo, en dos planos paralelos, separados, se efectúa en un área objetivo específica una concentración óptima de la radiación solar refractada por la lente e incidiendo sobre la superficie reflectora, con independencia de la posición del sol en el cielo durante el día cuando el dispositivo está funcionando.

50 De esta manera se realiza una mejora considerable del rendimiento, porque – aparte de las pérdidas de rendimiento ordinarias de varios componentes – la radiación solar se concentra constantemente en el mismo punto como consecuencia de la orientación en dos planos paralelos de la lente y de la superficie reflectora una con respecto a la otra. En consecuencia, bastará un solo componente de conversión de energía solar en dicho único punto, lo cual no solamente conduce a simplificar sino también a abaratar la construcción del dispositivo.

55 Una realización muy funcional del dispositivo de acuerdo con la invención se caracteriza porque los medios de posicionamiento se disponen para orientar la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración

- de la radiación solar una con respecto a la otra sobre la base de la posición actual del sol en el cielo, las características ópticas del dispositivo, así como la orientación del dispositivo. De esta manera se realiza un dispositivo totalmente autónomo, que además controla la orientación o rotación exacta de la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar una con respecto a la otra de una manera muy precisa.
- Más concretamente, esta realización se caracteriza además porque los medios de posicionamiento incluyen una unidad aritmética, que está dispuesta para determinar la posición actual del sol en el cielo sobre la base de la posición geográfica y la orientación sobre la tierra, así como el día y la hora del día. De esta forma la posición exacta del sol en el cielo se puede determinar continuamente de una manera precisa, autónoma, con el fin de obtener una captación óptima de la radiación solar y la reflexión concentrada de la radiación solar en el área objetivo.
- En una realización funcional de la invención, el dispositivo incluye un marco en el cual están montadas la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar con capacidad de girar.
- Se realiza un sistema fiable y robusto de orientación de la unidad de captación de la radiación solar y de la unidad de concentración de la radiación solar porque está montada en el marco una guía que funciona como una rampa, sobre cuya guía pueden ser movidas la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar por los medios de posicionamiento. En otra realización, pueden estar montados en el marco varios rodillos de apoyo de la unidad de captación de la radiación solar y de la unidad de concentración de la radiación solar.
- Al menos uno de los citados rodillos puede ser accionado por los medios de posicionamiento, por ejemplo mediante motores que se pueden controlar por medio de los medios de posicionamiento. En otra realización, la unidad de captación de la radiación solar y la unidad de concentración de la radiación solar se pueden mover sobre la guía o sobre los rodillos en el marco por medio de una correa de transmisión que puede ser controlada por los medios de posicionamiento.
- En realizaciones concretas de la lente, la lente se caracteriza porque la superficie de entrada de la lente es una superficie plana.
- Para realizar una refracción adecuada de la luz incidente sobre la lente en la dirección de la superficie reflectora de la unidad de concentración de la radiación solar, la superficie de la lente en el lado opuesto al de la radiación solar está configurada como una lente escalonada. Más concretamente, la superficie de salida de la lente está configurada como una lente escalonada en forma de prisma recto. En combinación con la rotación de la lente alrededor de un eje, se consigue de esta manera un ángulo de salida fijo de la radiación solar desde la superficie de salida configurada como una lente escalonada, más en concreto una lente escalonada en forma de prisma recto, con independencia de la posición del sol en el cielo y, consecuentemente, con independencia del ángulo de incidencia de la radiación solar sobre la superficie de entrada de la lente.
- Más concretamente, el ángulo de la lente prismática oscila entre  $15^\circ$  y  $50^\circ$ , en particular es de  $36^\circ$ .
- Más en particular, en una realización, la unidad de captación de la radiación solar está dispuesta para la emisión de radiación solar hacia la unidad de concentración de la radiación solar con un ángulo de salida fijo que oscila entre  $15^\circ$  y  $55^\circ$ , en particular con un ángulo de salida de  $36^\circ$ .
- Para realizar también una captación óptima de la radiación solar en regiones de clima templado, el dispositivo se puede posicionar con un ángulo respecto a la horizontal, en particular un ángulo de  $45^\circ$  para los Países Bajos.
- Aunque es preferible mantener un ángulo fijo del dispositivo con respecto a la horizontal, un dispositivo más versátil se caracteriza porque el citado ángulo es ajustable dependiendo del grado de la latitud del lugar donde se ubica el dispositivo. Para los Países Bajos este ángulo es  $45^\circ$ , pero para el Ecuador es  $0^\circ$ .
- En una realización funcional, la superficie reflectora incluye por lo menos una curvatura cóncava. Así se produce una reflexión óptima de la radiación solar que sale de la superficie de salida de la lente hacia un punto de concentración. Esto conduce a una mejora considerable del rendimiento del dispositivo, porque de esta forma se puede concentrar una mayor cantidad de radiación solar incidente de una manera efectiva hacia el componente de conversión de la energía solar que puede estar dispuesto en el área objetivo.
- Sin embargo, la utilización de una curvatura cóncava puede provocar una pérdida parcial de la radiación solar que sale de la lente entre la lente y el espejo en la ubicación del área objetivo definida por la curvatura. Para alcanzar una reflexión y una concentración efectivas por medio de la superficie reflectora también de esta parte de la radiación solar refractada por la lente, la superficie reflectora de otra realización, más funcional, se configura de manera que la primera curvatura cóncava de la superficie reflectora se combina con una segunda curvatura cóncava diferente de la citada primera curvatura en un punto próximo del área objetivo asociada, cuya segunda curvatura conforma igualmente un área objetivo para la radiación solar. Así, la luz que sale de la lente se refleja con eficacia y se concentra en ambas áreas objetivo sobre toda el área reflectora de la unidad de concentración de la radiación solar.

- 5 Como resultado de los aspectos funcionales del dispositivo de acuerdo con la invención, en el que una cantidad máxima de la radiación solar que sale de la lente se refleja por medio de la superficie reflectora y se concentra en las áreas objetivo de manera efectiva, bastarán sólo dos células concentradoras de radiación solar dispuestas en el área objetivo, o sólo una célula, en cuyo caso también la radiación solar incidente en la segunda área objetivo se refleja hacia esta célula (junto con la radiación solar incidente en la primera área objetivo).
- Más concretamente, la célula concentradora de la radiación solar se dispone en el borde del reflector y por lo tanto se mueve junto con el reflector como consecuencia de ser orientado mediante los medios de posicionamiento. La invención se explicará ahora con mayor detalle con referencia a los dibujos, en los que:
- Las figuras 1a y 1b muestran dos realizaciones del dispositivo de acuerdo con la invención;
- 10 La figura 2 muestra otra vista de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- La figura 3 muestra una tabla relativa al accionamiento rotacional de los dispositivos de acuerdo con la invención;
- La figura 4 muestra una vista parcial de un dispositivo de acuerdo con la invención;
- Las figuras 5a y 5b muestran dos condiciones de operación del dispositivo de acuerdo con la invención;
- La figura 6 muestra una vista parcial de un dispositivo de acuerdo con la invención.
- 15 Para una mejor comprensión de la invención, partes iguales se indicarán con los mismos números en la descripción que sigue de las figuras.
- Las figuras 1a y 1b muestran dos realizaciones de un dispositivo de acuerdo con la invención para convertir energía solar. El dispositivo 10 se compone de un dispositivo 11 de captación de la radiación solar, representado esquemáticamente como una lente que tiene una superficie 11a de entrada y una superficie 11b de salida. La lente 20 11 funciona para captar la radiación solar 1 emitida por el sol Z. La radiación solar 1 será refractada por la lente de acuerdo con las leyes de refracción de Snellius, como se comentará más adelante, y será reflejada en la dirección de la unidad 12 de concentración de la radiación solar con un ángulo diferente del ángulo con el cual la radiación solar 1 incide sobre la superficie 11a de entrada.
- 25 La unidad 12 de concentración de la radiación solar comprende un reflector 12 que dispone de una superficie 12a de reflexión, consistente por ejemplo de un revestimiento de aluminio o cromo.
- La lente 11 incluye una superficie de lente, mientras que el borde circular del reflector 12 conforma también una superficie, estando posicionados la lente 11 y el reflector 12 de tal manera una respecto al otro que las dos superficies formadas por la lente 11 y el reflector 12 se extienden paralelas entre sí pero separadas. El eje 11' de la lente 11 interseca las dos superficies imaginarias perpendicularmente. Esta disposición mostrada en las figuras 1a y 30 1b es esencial para la comprensión y sobre todo para el funcionamiento del dispositivo de acuerdo con la invención.
- Como se explicará a continuación, el ángulo de incidencia de la radiación 1 solar incidente sobre la superficie 11a de entrada dependerá de la posición del sol Z en el cielo. Esto se muestra esquemáticamente en las figuras 1a y 1b, en las cuales el sol (indicado por la letra Z) ocupa una posición en el cielo que corresponde a las 9.00 horas, mientras que el sol indicado por la letra Z' ocupa una posición que corresponde a las 13.00 horas. Debido a los diferentes 35 ángulos de incidencia sobre la superficie 11a de entrada de la radiación solar 1 y 1', respectivamente (dependiendo de la posición del sol en el cielo), la luz refractada por la lente 11 saldrá de la superficie 11b de salida en la dirección de la superficie reflectora 12a del reflector 12 con diferentes ángulos de salida.
- Para concentrar y captar la citada radiación solar 1a, 1a' refractada de una manera eficaz en un área objetivo 13, la superficie reflectora 12a del reflector 12 presenta una curvatura parabólica. Por otra parte, mediante la orientación 40 de la lente 11 y el reflector 12 una respecto del otro de acuerdo con la invención a través de la rotación alrededor del eje 11', efectuada mediante los medios de posicionamiento (no mostrados), la radiación solar 1a, 1a' refractada que sale de la lente 11 es reflejada por la superficie reflectora 12a hacia un área objetivo 13 ubicada en el borde circular 12' del reflector 12 (véase la figura 1b).
- Aunque el área objetivo 13 se indica esquemáticamente en las figuras 1a y 1b, se debe disponer una célula concentradora de la radiación solar, por ejemplo una célula fotovoltaica, en el área objetivo 13. De esta manera toda la radiación solar incidente sobre la citada célula se puede convertir en otra forma de energía, por ejemplo energía eléctrica, de una manera eficaz, sin tener en cuenta cualesquiera pérdidas de rendimiento. La citada energía se puede obtener del área objetivo 13, de una forma que no es relevante para la presente invención, para la posterior 45 utilización de la misma.
- 50 Como muestra la figura 1a, la lente y el reflector 12 se accionan ambos para girar alrededor del eje 11' de la lente 11 y de tal manera que la lente 11 puede llevar a cabo un movimiento giratorio que es independiente del movimiento giratorio del reflector 12.

5 La figura 1b muestra otra realización del dispositivo, en la cual tanto la lente 11 como el reflector 12 se relegan en la misma dirección alrededor del eje 11'. Con esta finalidad, tanto la lente 11 como el reflector 12, están montados en un marco 10' (véase la figura 2) y están soportados por varios rodillos o ruedas o cojinetes 15a, 15b, respectivamente, de los cuales se muestra solamente un rodillo 15a, 15b, respectivamente, para fácil referencia en la figura 1b. Los rodillos 15a-15b se pueden accionar mediante motores adecuados, por ejemplo motores paso a paso 16a-16b, que son adecuadamente controlados por los medios 14 de posicionamiento.

Por otra parte, la lente 11 y el reflector 12 pueden ser hechos girar adecuadamente en el dispositivo por medio de una correa de transmisión o por la colocación sobre una rampa.

10 Los medios 14 de posicionamiento se disponen para controlar los motores 16a-16b independientemente uno del otro, de manera que la lente y el reflector se pueden orientar a diferentes velocidades de giro alrededor del eje 11' una con respecto al otro.

15 La rotación de la lente 11 y del reflector 12 se determina sobre la base de la posición actual del sol Z (Z', respectivamente) en el cielo, las características ópticas de la lente 11, así como la orientación global del dispositivo 10 con respecto a la horizontal. Para poder de determinar la posición actual del sol Z (Z', respectivamente), los medios 14 de posicionamiento incluyen una unidad aritmética 14a, que determina la posición actual del sol Z en el cielo sobre la base de la posición geográfica y la orientación del dispositivo 10 en la tierra, así como del día y la hora del día.

20 La unidad aritmética 14a, para esta finalidad, incluye medios de almacenamiento adecuados y medios de procesamiento de datos, tales como un procesador matemático, así como un programa de ordenador que determina la posición actual del sol en el cielo sobre la base de los criterios mencionados. Sobre la base de ello, los motores paso a paso 16a-16b se controlan mediante los medios de posicionamiento para orientar la lente 11 y el reflector 12 una con respecto al otro y con respecto al sol Z (Z').

25 Aunque la lente 11 y el reflector 12 se ilustran de tal manera en las figuras 1a y 1b que las superficies imaginarias formadas mediante dos partes se extienden paralelas a la horizontal, se entenderá que con el fin de lograr una mejora significativa del rendimiento debe ser posible posicionar el dispositivo 10 con un ángulo  $\alpha$  con respecto a la horizontal 100. Dicho ángulo  $\alpha$  puede ser además variablemente ajustable por medios adecuados. Así, el dispositivo 10 se puede dirigir hacia el sol también en regiones de clima templado, en particular en invierno, cuando la intensidad de la radiación solar es baja, a través de una orientación angular adecuada del mismo. Véase la figura 2.

30 También de esta manera la cantidad de radiación solar, que es pequeña durante la citada época del año, se puede captar de una manera eficaz y ser concentrada en el área objetivo 13 después de la refracción y reflexión por la lente 11 y el reflector 12, respectivamente, y la energía solar concentrada se puede convertir en otra forma de energía por medio de una célula solar adecuada. El ángulo de rotación a través del cual la lente 11 y el reflector 12 giran alrededor del eje 11' depende mucho de la posición geográfica sobre la tierra, del ajuste angular o la orientación del dispositivo con respecto a la horizontal, pero sobre todo de la posición del sol y de las propiedades físicas de la lente.

35 El dispositivo de acuerdo con la invención hace que sea posible conseguir una mejora significativa de eficacia por el hecho de que la lente 11 tiene una superficie de entrada 11a plana y de que la superficie 11b de salida de la lente 11 está configurada como una lente prismática escalonada. Esto se muestra en la figura 4, en la cual la superficie de salida está provista de surcos 110' rectos que se extienden paralelos unos a otros, consiguiendo de este modo una superficie 11b de salida que tiene un perfil de sierra. Más concretamente, la superficie 11b de salida se configura como una lente en forma de prisma recto, escalonada, como se muestra en las figuras 4, 5a y 5b.

40 La mejora de la eficacia del dispositivo de acuerdo con la invención se debe en particular a que la lente 11 es hecha girar alrededor del eje 11' mediante los medios 14 de posicionamiento. En consecuencia, la luz saldrá de la superficie 11b de salida con el mismo ángulo en todo momento, con independencia de la posición del sol Z (Z') en el cielo.

45 La figura 4 muestra la situación en el caso de una lente 11 estacionaria. La letra de referencia Z indica la posición del sol en el cielo a las 9.00 horas. Después de una primera refracción en la superficie 11a de entrada y una segunda refracción en la superficie 11b de salida, la radiación solar 1 incidente saldrá de la lente 11 en forma de radiación solar refractada. Cuando el sol está en su zenit en el cielo a las 12.00 horas (mediodía) (indicado con Z'), la radiación solar 1' que entra por la superficie de entrada con un ángulo de incidencia de 90° saldrá por la superficie 11b de salida con un ángulo (representado como el rayo de sol 1a') diferente del ángulo de salida de la radiación solar 1a de las 9.00 horas.

50 En el caso de una lente 11 estacionaria, la radiación solar incidente se refractará con varios ángulos, que dependen, por lo tanto, de la posición del sol, y así también será reflejada con varios ángulos por la superficie reflectora 12b dispuesta bajo la lente 11. No será posible con una lente estacionaria 11 una adecuada o eficaz concentración de la radiación solar 1a-1a' en un área objetivo 13. Mediante la rotación de la lente alrededor de su eje 11', se puede conseguir un ángulo constante de salida para la luz saliente 1a-1a' mediante la variación constante de orientación de la superficie 11b de la lente prismática escalonada, como se muestra en la figura 5b.

- Los experimentos han demostrado que un ángulo fijo de salida de la radiación solar 1a-1a' se puede conseguir con la radiación solar incidente sobre la superficie plana 11a de entrada de la lente 11 con un ángulo de 20°-90°. Si el dispositivo 10 en su conjunto se dirige hacia el sur con un ángulo  $\alpha$  de 45°, la radiación solar se puede captar de una manera eficaz desde las 7.30-8.00 horas hasta las 16.00-16.30 horas, por ejemplo, en los Países Bajos, y concentrar en el área objetivo 13 después de la refracción y la reflexión.
- Para efectuar un ángulo de salida fijo de la radiación solar 1a-1a' saliente, la rotación de la lente 11 se debe calcular mediante la unidad aritmética 14a. Como ya se ha mencionado anteriormente, además de la posición actual del sol en el cielo, también las características ópticas de la lente 11 y la orientación del dispositivo 10 con respecto a la horizontal desempeñan un papel.
- La lente 11 se puede hacer de vidrio, plexiglás (PMMA), policarbonato u otro material transparente adecuado y duradero. El plexiglás y el policarbonato son plásticos que son fáciles de procesar en un molde. La realización preferente de la lente 11 tiene una superficie de entrada 11a plana y está dotada de un dentado, preferiblemente un dentado recto (perfil de sierra), de modo que la superficie 11b de salida se configura como una lente escalonada en forma de prisma recto.
- La eficacia de la lente 11 es afectada negativamente en particular por la reflexión sobre la superficie de entrada 11a plana, las pérdidas de transmisión de la radiación solar a través de la lente 11 hacia la superficie 11b de salida, la posible reflexión de la radiación solar sobre la superficie de salida 11b y la pérdida de la radiación solar provocada por el perfil dentado de la superficie 11b de salida configurada como una lente prismática escalonada.
- Los experimentos han demostrado que para regiones de clima templado, como los Países Bajos, la radiación solar 1 se dirige al reflector 12 con un máximo grado de eficacia mediante el uso de una lente 11 que tiene una lente prismática con un ángulo de 36° y un ángulo fijo de salida de 36° en la dirección de la superficie 12b de la lente, con el conjunto del dispositivo orientado hacia el sur con un ángulo de 45°.
- El diagrama de la figura 3 muestra los ángulos de rotación de la lente 11 (y del reflector 12) en las diferentes posiciones del sol en el cielo el 21 de junio (en los Países Bajos) para esta configuración de la lente. En dicho diagrama, las horas del día (en este caso el 21 de junio) se señalan sobre el eje horizontal y los ángulos específicos de rotación de la lente 11 y el reflector 12 para cada punto en el tiempo se señalan en el eje vertical. Los citados ángulos de rotación se determinan sobre la base del modelo aritmético (o programa de ordenador) que se lleva a cabo mediante la unidad aritmética 14a sobre la base de las diferentes posiciones del sol Z en el cielo el 21 de junio.
- Se ha encontrado que con una orientación de 45° hacia el sur (en los Países Bajos) y ángulos de incidencia de la radiación solar entre 20° y 90°, se obtiene una lente que tiene un rendimiento medio máximo (a lo largo de todo el día), si la lente está dotada con una superficie 11b de lente de prisma escalonado que presenta un ángulo de lente de 36° y un ángulo de salida fijo entre 15° y 55°, en particular 36°, que se produce con estas diferentes posiciones del sol en el cielo. De esta forma con esta lente se alcanza un grado de eficacia del 77%.
- Para conseguir una concentración eficiente de la radiación solar 1a-1a' sobre la superficie reflectora 12b y una reflexión concentrada de la radiación solar 1a-1a' hacia el área objetivo 13, la superficie reflectora 12b del reflector 12 exhibe al menos una curvatura cóncava, por ejemplo una curvatura parabólica o hiperbólica. En consecuencia, tiene lugar la reflexión hacia el foco de la curvatura cóncava. En este caso, además, el reflector 12 se puede hacer de un plástico idéntico al de la lente 11, estando recubierto el reflector 12 con un material reflector, tal como una capa de aluminio o de cromo.
- El reflector 12 también se puede hacer de un metal, en cuyo caso, sin embargo, se necesita pulir la superficie reflectora 12a. También en este caso se debe tener en cuenta una pérdida de rendimiento en la reflexión de la radiación solar 1a-1a' saliente en la superficie reflectora. Sin embargo, hay revestimientos y otros materiales reflectores adecuados que reflejan más del 95% de la radiación solar incidente.
- Si el reflector 12 se construye de manera que la superficie reflectora 12a solamente se compone de una curvatura cóncava, parte de la luz incidente de la lente 11 se perderá después de la reflexión por la superficie reflectora 12a. En particular, la zona de la ubicación del área objetivo 13 (la célula 1 solar 13) reflejará una radiación solar insuficiente en la dirección del área objetivo. Para reflejar la luz incidente en esta zona del reflector 12 cerca del área objetivo 13 de manera eficaz, la primera curvatura cóncava (indicada con una A en la figura 6) se funde o une suavemente con una segunda curvatura cóncava (indicada con una B), segunda curvatura cóncava que es claramente diferente en su forma de la primera curvatura cóncava.
- Mediante la configuración de la superficie reflectora 12a como dos curvaturas cóncavas fundidas una con la otra, se consigue una mejora adicional del rendimiento de todo el sistema, porque también la radiación solar 1" incidente próxima al área objetivo 13 puede ser captada todavía después de la refracción y la reflexión (como radiación solar 1a") mediante la célula solar (célula fotovoltaica) dispuesta en el área objetivo 13 o mediante una célula solar (célula fotovoltaica) dispuesta en otra área objetivo.
- De esta forma se consigue un dispositivo muy funcional para convertir radiación solar, en el que una proyección óptima de la radiación solar sobre la superficie reflectora 12a se efectúa haciendo girar la lente 11 y el reflector 12

específicamente conformado, uno con respecto a otro en torno a la entrada 11' de la lente 11, cuya radiación solar se concentra mediante el reflector y se dirige hacia el área objetivo.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un dispositivo (10) para convertir energía solar, que comprende: una unidad (11) de captación de la radiación solar que comprende por lo menos una lente que tiene una superficie (11a) de entrada para la radiación solar incidente y una superficie (11b) de salida para emitir la radiación solar en forma refractada hacia una unidad (12) de concentración de la radiación solar que comprende una superficie reflectora (12a) para reflejar la radiación solar incidente sobre la superficie reflectora (12a) desde la superficie (11b) de salida de la lente hasta por lo menos un área objetivo (13) de la unidad (12) de concentración de la radiación solar, caracterizado porque el dispositivo (10) incluye medios (14) de posicionamiento para orientar la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar una respecto a la otra dependiendo de una posición del sol por medio de la rotación alrededor de por lo menos un eje (11') perpendicular a un plano formado por la lente.
- 10 2.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los ejes de rotación (11') de la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar son dos ejes diferentes.
- 15 3.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los ejes (11') de rotación de la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar coinciden.
- 4.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar se pueden orientar en planos separados una con respecto a la otra mediante los medios de posicionamiento.
- 20 5.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios (14) de posicionamiento están dispuestos para orientar la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar una con respecto a la otra sobre la base de la posición actual del sol en el cielo, las características ópticas del dispositivo (10), así como la orientación del dispositivo (10).
- 25 6.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque los medios (14) de posicionamiento incluyen una unidad aritmética (14a), que está dispuesta para determinar la posición actual del sol en el cielo sobre la base de la posición geográfica y la orientación sobre la tierra, así como del día y de la hora del día.
- 7.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo (10) comprende un marco (10') en el cual la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar están montadas de manera rotativa.
- 30 8.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque está montada en el marco (10') una guía que funciona como una rampa, sobre cuya guía la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar pueden ser movidas por los medios (14) de posicionamiento.
- 9.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado porque se pueden montar en el marco (10') varios rodillos (15a,b) que soportan la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar.
- 35 10.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque por lo menos uno de dichos rodillos (15a, b) se puede accionar mediante los medios (14) de posicionamiento.
- 11.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado porque dichos rodillos se pueden accionar por medio de motores (16a, b) que se pueden controlar mediante los medios (14) de posicionamiento.
- 40 12.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones 7-11, caracterizado porque la unidad (11) de captación de la radiación solar y la unidad (12) de concentración de la radiación solar son movibles en el marco (10') por medio de una correa de transmisión que puede ser controlada por los medios (14) de posicionamiento.
- 13.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie (11a) de entrada de la lente es una superficie plana.
- 45 14.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie (11b) de salida de la lente está configurada como una lente escalonada.
- 15.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado porque la superficie (11b) de salida de la lente está configurada como una lente de prisma escalonado recto.
- 50 16.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 14 ó 15, caracterizado porque el ángulo de la lente prismática oscila entre los 15° y 50°, en particular es de 36°.

- 17.- Un dispositivo (10) de acuerdo con las reivindicación 14, 15 ó 16, caracterizado porque la unidad (11) de captación de la radiación solar está dispuesta para emitir la radiación solar a la unidad (12) de concentración de la radiación solar con un ángulo de salida fijo que oscila entre 15° y 55°, en particular con un ángulo de salida de 36°.
- 5 18.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el dispositivo (10) se puede posicionar con un ángulo respecto a la horizontal.
- 19.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque el citado ángulo es ajustable dependiendo del grado de latitud del lugar en el que se sitúa el dispositivo (10).
- 20.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la superficie reflectora (12a) incluye por lo menos una curvatura cóncava.
- 10 21.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la primera curvatura cóncava de la superficie reflectora (12a) se funde con una segunda curvatura cóncava diferente de la citada primera curvatura en un punto próximo a su área objetivo (13) asociada, cuya segunda curvatura forma igualmente un área objetivo (13) asociada.
- 15 22.- Un dispositivo (10) de acuerdo con una cualquiera o más de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en cada área objetivo (13) existe una célula concentradora de la radiación solar.
- 23.- Un dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado porque la célula concentradora de la radiación solar está dispuesta en el borde del reflector.

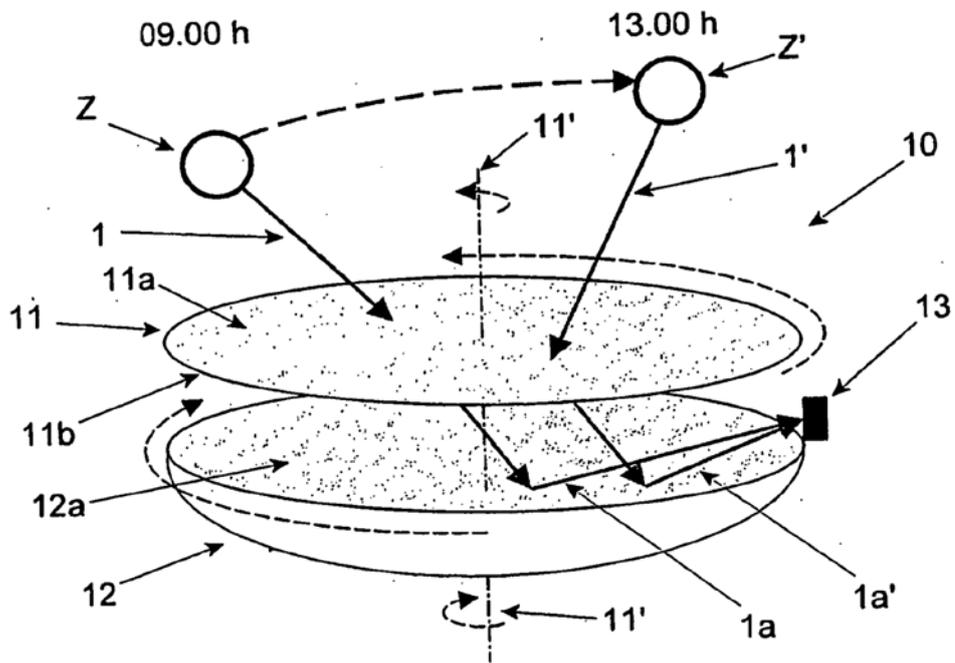


Fig. 1a

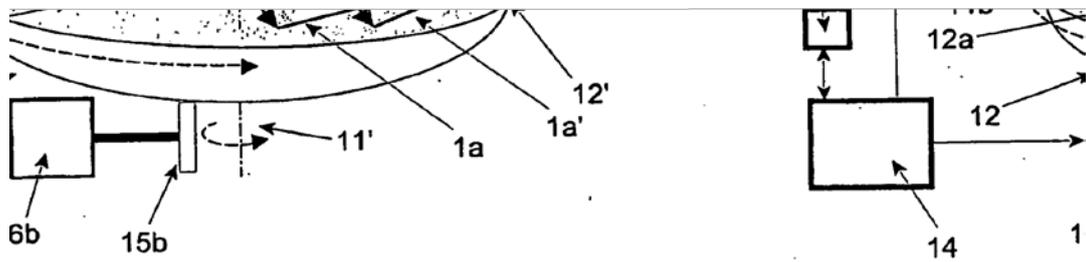
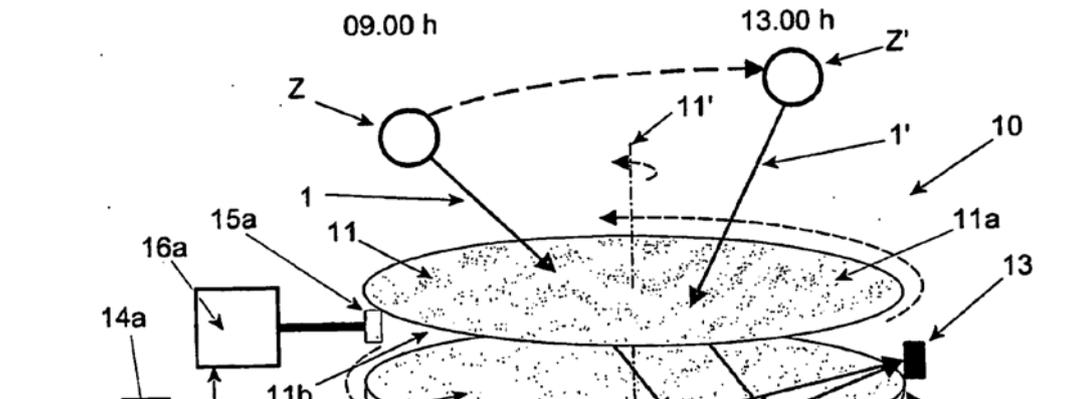


Fig. 1b

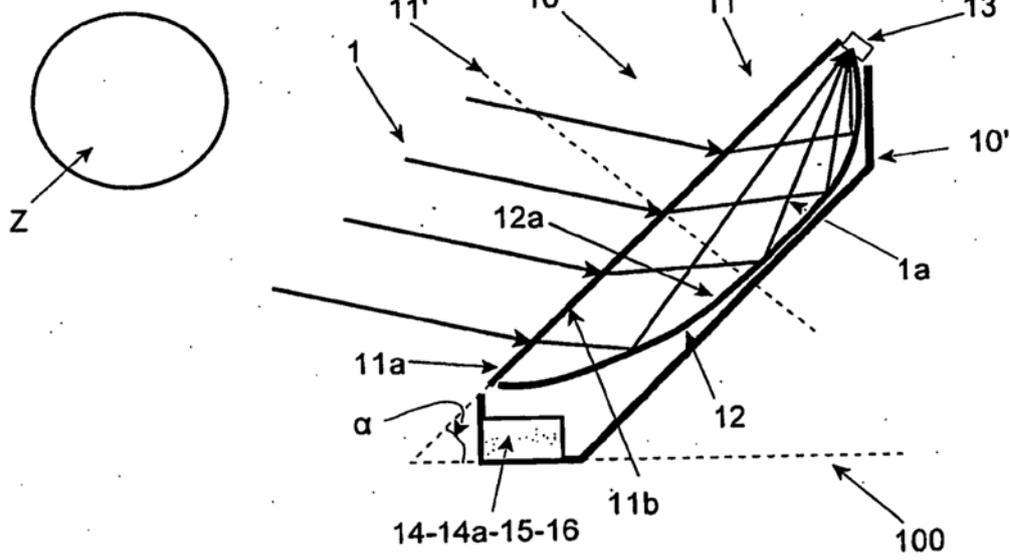


Fig. 2

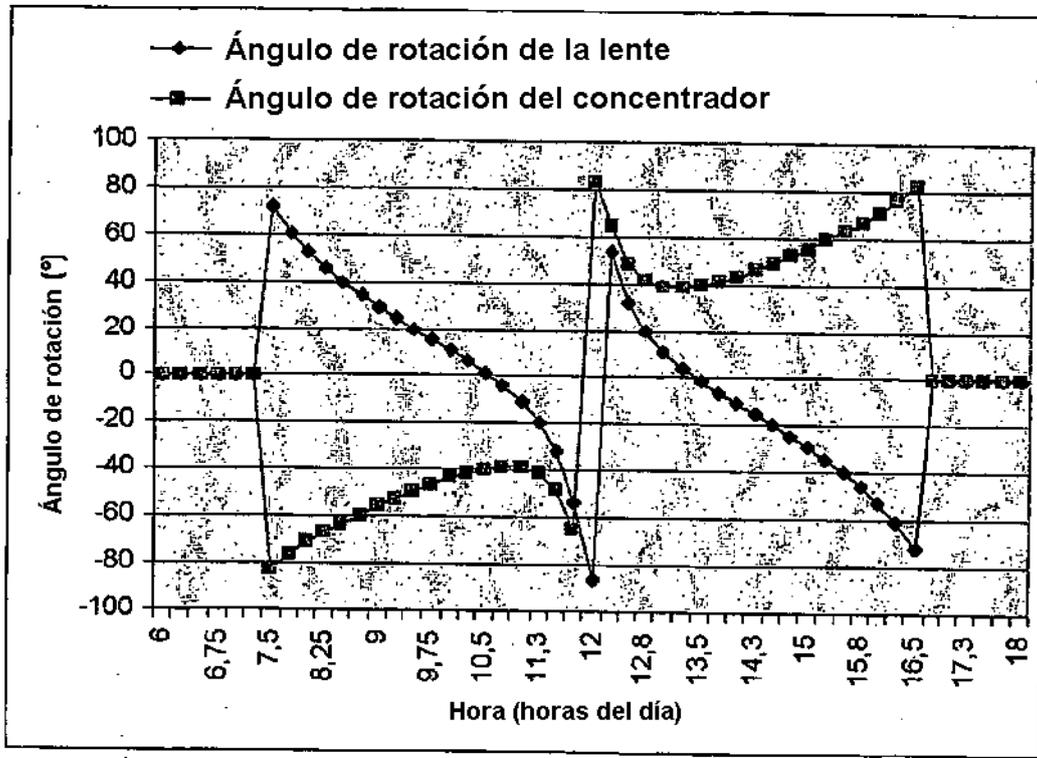


Fig. 3

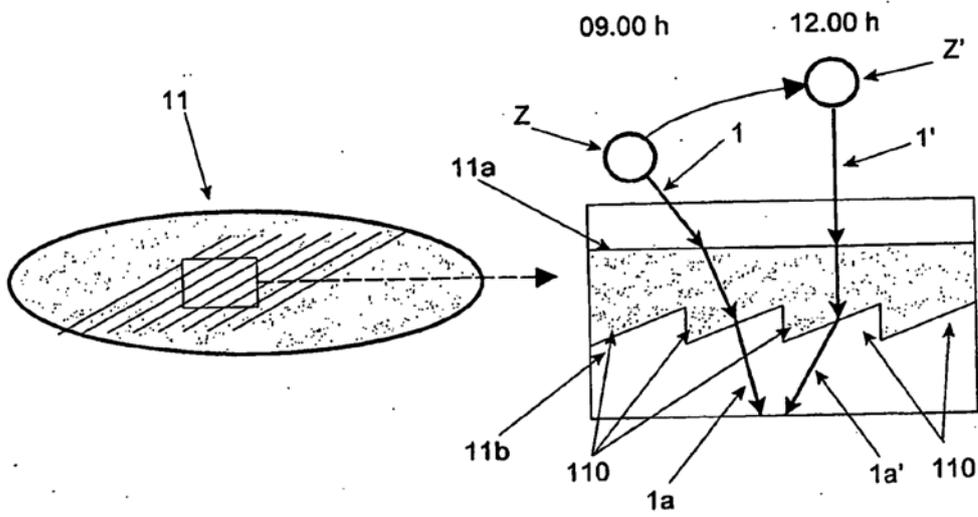


Fig. 4



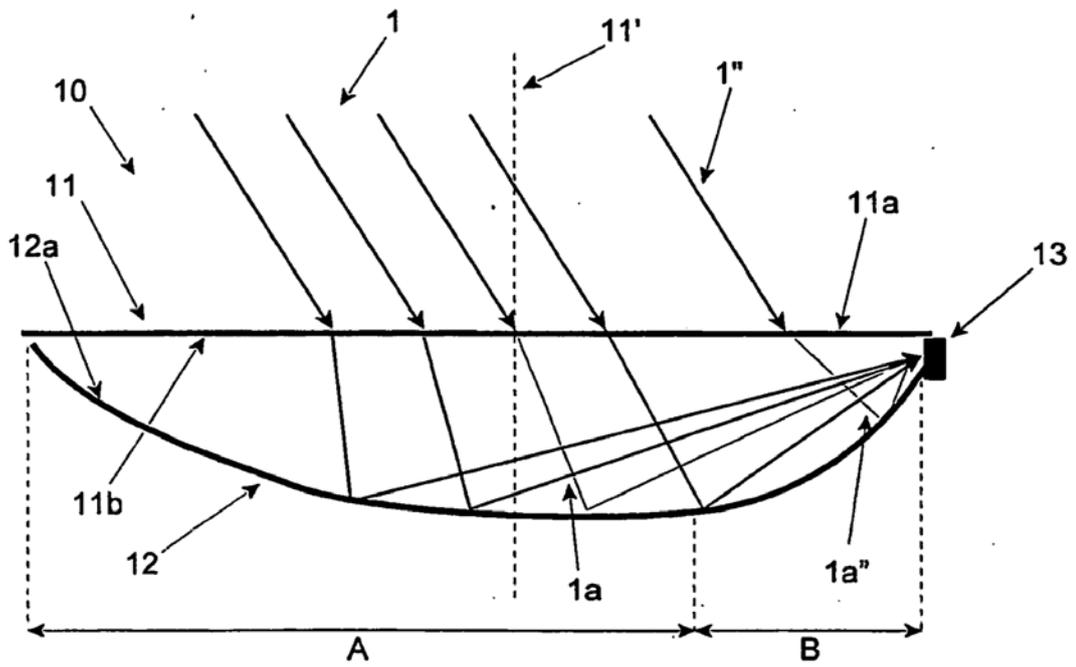


Fig. 6