

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 208**

21 Número de solicitud: 201530011

51 Int. Cl.:

F24J 2/46 (2006.01)

H04B 10/80 (2013.01)

G01J 1/42 (2006.01)

F24J 2/10 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

05.01.2015

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.08.2016

Fecha de concesión:

12.05.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

22.05.2017

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2016/070001

73 Titular/es:

ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(100.0%)

Calle Energía Solar nº 1
41014 Sevilla (Sevilla) ES

72 Inventor/es:

ESPINOSA RUEDA, Guillermo;
MARTINEZ SANZ, Noelia;
HERAS VILA, Carlos;
SALINAS ARIZ, Iñigo;
ALONSO ESTEBAN, Rafael;
IZQUIERDO NUÑEZ, David;
OSTA LOMBARDO, Marta y
GELLA MARIN, Rafael

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN DE RADIACIÓN INCIDENTE SOBRE UN RECEPTOR SOLAR**

57 Resumen:

Sistema y método de detección de radiación incidente sobre un receptor solar.

La presente invención se refiere a un sistema y a un método de detección de radiación incidente sobre un receptor solar con regiones sometidas a diferentes temperaturas, y que está basado en: al menos un captador de radiación que comunica un primer extremo de recepción de radiación, situado en una región anterior de altas temperaturas, con un segundo extremo de detección de radiación situado en una región posterior de bajas temperaturas; y al menos un módulo de medida de la radiación guiada por el captador de radiación, situado en la región posterior de detección. La invención propuesta permite realizar medidas de la distribución luminosa en el receptor, a través de medios configurados para guiar la luz que llega a la torre desde cualquier ángulo de incidencia, y con resistencia térmica para soportar las altas temperaturas presentes en la superficie detectora de la torre.

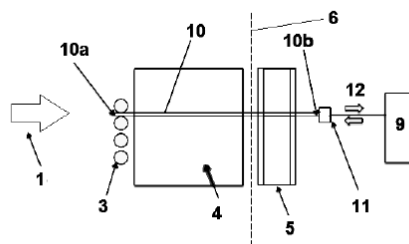


Fig. 3

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 579 208 B1

DESCRIPCIÓN**SISTEMA Y MÉTODO DE DETECCIÓN DE RADIACIÓN INCIDENTE SOBRE UN
RECEPTOR SOLAR**

5

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se encuadra dentro de la tecnología de sistemas o instrumentos ópticos de detección y medida de fuentes de radiación. Más concretamente, la invención se refiere a un sistema y a un método de detección, en tiempo real, de la distribución luminosa que se produce en el elemento receptor solar situado en una torre de una central solar de concentración. El sistema incluye los componentes necesarios para realizar la medida de la intensidad de la radiación incidente, incluyendo el procesado de los datos asociados, y su envío a medios de almacenamiento y análisis.

15

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Dentro del sector de las energías renovables, la captación de energía solar térmica posee actualmente una gran importancia tecnológica y económica, tanto en el ámbito doméstico como en el industrial. De entre las formas de obtención de energía solar térmica, la energía solar termoeléctrica produce electricidad con un ciclo termoeléctrico convencional, que precisa del calentamiento de un fluido a alta temperatura. Más concretamente, las centrales termosolares de torre concentran la energía solar, mediante el uso de centenares o millares de espejos, sobre un receptor que se sitúa en una torre y que tiene dimensiones típicas de unas decenas de metros cuadrados, siendo la situación ideal para el rendimiento de este tipo de centrales una distribución uniforme de la energía solar focalizada sobre el receptor desde los espejos.

Dada la gran importancia de la configuración del conjunto formado por la torre y los espejos para el rendimiento energético de la central, la medida de la distribución espacial de focalización de los receptores instalados en la torre juega un papel de gran relevancia para la mejora de dicho rendimiento. Para la explotación, el control de la operación diaria y el mantenimiento de las instalaciones de producción de energía eléctrica, debido al gran número de espejos instalados y al tamaño de los receptores, es conveniente contar, pues, con sistemas que permitan realizar la caracterización de la distribución espacial en tiempo real y de forma rápida, cómoda y sencilla.

El principal inconveniente para la captación directa de la distribución de radiación en un receptor es la elevada temperatura que éste alcanza (habitualmente, entre 600°C-700°C, pero pudiendo llegar hasta los 1000°C), lo cual hace inviable el uso directo de detectores de radiación de tipo fotodiodo en la zona donde se dispone dicho receptor. Para superar esta limitación, los métodos desarrollados hasta la fecha para realizar la medida de la distribución de radiación en los receptores de torre se dividen, tradicionalmente, en dos tipos: métodos indirectos y métodos directos.

Los métodos indirectos no realizan una medida real de la radiación incidente sobre los diferentes puntos del receptor, sino que miden, usando cámaras digitales colocadas en distancias alejadas del receptor, la radiación reflejada. Este método es divulgado en el artículo Marc Röger *et al.*, "Flux Density Measurement on Large-Scale Receivers", SolarPACES-2011 (2011). Dicha medida se realiza, bien directamente por el receptor, o bien por un blanco difuso (barras o similar) colocado por delante del receptor y que se desplaza a lo largo del mismo, tal y como se describe en el artículo de Von Tobel, G., Schelders, Ch., Real, M., "Concentrated Solar Flux Measurements at the IEA-SSPS Solar Central Receiver Power Plant", Tabernas-Almería, Spain, Final Report, Swiss (1982). En ambos casos, y a partir de la medida de la radiación reflejada, se estima mediante cálculos la densidad de flujo de la radiación incidente. En el primer caso, el cálculo de distribución de flujo en el receptor puede reportar incertidumbres importantes, debido a que la medida en la cámara depende de la reflectancia del reflector en la dirección espejo-receptor-cámara, que no es conocida. En el segundo caso, al usar como blanco un reflector difuso conocido, que puede recalibrarse cada cierto tiempo, se reducen las incertidumbres debidas a la reflectancia del blanco y se obtienen distribuciones de flujo con alta precisión. Sin embargo, este método no reporta una medida en tiempo real de la distribución de flujo y, además, exige la instalación de sistemas móviles en la parte frontal del receptor que desplacen el blanco difusor.

Los métodos directos miden la radiación que llega al receptor mediante sensores que pueden ser termopares, termopilas o calorímetros, ubicados directamente en la parte delantera del receptor. Estos sensores pueden colocarse fijos sobre el receptor, por ejemplo mediante el método explicado en el artículo de Osuna, R., Morillo, R., Jiménez, J. M., Fernández-Quero, V., "Control and Operation Strategies in PS10 Solar Plant", Proceedings 13th Solar PACES, Sevilla, Spain, Jun. 20–23 (2006), o pueden colocarse sobre barras o brazos móviles que se desplazan por delante del receptor, según lo divulgado en el artículo de Isayed, M. M., Fathalah, K. A., Al-Rabghi, O. M., "Measurements of Solar Flux Density Distribution on a Plane Receiver due to a Flat Heliostat", Sol. Energy, 54(6), pp. 403–411

(1995). Los sensores y su cableado asociado deben soportar altas temperaturas y, dependiendo del sensor implementado, se requiere protegerlo mediante un sistema de refrigeración. Las altas temperaturas a las que están sometidos estos sistemas pueden reducir la vida operativa de los mismos, además de introducir errores en las medidas. En general, estos sensores son sensibles a corrientes de aires que incrementan la incertidumbre de la medida. Los puntos calientes del propio receptor también pueden introducir errores sobre la medida de los sensores.

Ninguno de los sistemas citados ni otros similares cumplen los requisitos necesarios para la medida de la distribución espacial de focalización en receptores de centrales termosolares de torre, ya sea por falta de capacidad de medida en tiempo real, de medida de radiación lumínica incidente o por incertidumbre de la medida. De este modo, la presente invención propone una solución a los problemas técnicos descritos, a través de un novedoso sistema óptico de medida y de un método asociado al mismo, que permiten superar las limitaciones de los sistemas conocidos del estado de la técnica.

DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Tal y como se ha mencionado previamente, la medida de la distribución espacial de focalización en receptores de centrales de torre juega un papel muy importante en el rendimiento total de dichas centrales. Para la explotación, el control de operaciones diarias y el mantenimiento de estas instalaciones de producción de energía eléctrica, y debido al gran número de superficies reflectantes instaladas (heliostatos) y al tamaño de los receptores utilizados, es conveniente contar con sistemas que permitan realizar la caracterización de la distribución espacial en tiempo real y de forma eficaz. Sin embargo, el principal inconveniente para la captación directa de la distribución de radiación en el receptor es la elevada temperatura que éste alcanza (típicamente de hasta 1000 °C), lo cual hace inviable el uso directo de detectores de radiación, tales como fotodiodos o matrices CCD, en la zona del receptor expuesta a la radiación reflejada por los heliostatos.

En consecuencia, un objeto de la presente invención es, pues, la obtención de medios automatizados de medida, en tiempo real, de la distribución de la radiación incidente en el receptor, que presenta gran robustez, manejabilidad, rapidez en la medida, sensibilidad y un rango dinámico adecuado, que no se ve afectado por las altas temperaturas existentes en la zona del receptor de torre. Para ello, el sistema comprende un conjunto de captadores distribuidos en la superficie del receptor, un conjunto de módulos de medida ubicados en

una zona fría, por detrás de la superficie del receptor, y un sistema central de tratamiento de datos y comunicación, que permita almacenar y analizar la información recabada.

Dicho objeto de la invención se realiza, pues, mediante un sistema de detección de radiación incidente sobre un receptor solar, siendo dicho receptor del tipo de los que comprenden una región anterior de altas temperaturas sometida a la radiación incidente y una región posterior de bajas temperaturas no sometida a la radiación incidente (por ejemplo, un receptor de torre en una central térmica de heliostatos). Dicho sistema comprende, preferentemente:

- al menos un captador de radiación que comunica un primer extremo de recepción de radiación, situado en la región anterior de altas temperaturas, con un segundo extremo de detección de radiación situado en la región posterior de bajas temperaturas, comprendiendo dicho captador una guía de luz configurada para guiar la radiación incidente desde el primer extremo de recepción hasta el segundo extremo de detección;

- al menos un módulo de medida de la radiación guiada por el captador de radiación, situado en la región posterior de detección y conectado al segundo extremo de detección de dicho captador de radiación, que comprende un detector de dicha radiación.

Preferentemente, la guía de luz del captador de radiación comprende una varilla térmicamente resistente a las temperaturas de la región anterior del receptor solar, y/o fibra óptica. Dicha varilla puede ser, por ejemplo, una varilla de cuarzo o cristal, preferentemente cilíndrica con un diámetro de entre 1 mm y 4 mm. En diferentes realizaciones de la invención, la varilla puede estar conectada a fibra óptica por medio de conectores adaptados al efecto, estando a su vez la fibra óptica conectada al módulo de medida del sistema.

La guía de luz posee, pues, propiedades ópticas adecuadas para transportar la radiación (por ejemplo, baja atenuación de la intensidad en las reflexiones internas), para asegurar que el ángulo de salida de la radiación sea igual al ángulo de incidencia, y resistencia térmica adecuada para soportar las altas temperaturas (típicamente, de hasta 1000 °C). La varilla se inserta en la superficie del receptor, con un extremo que queda en la superficie anterior del receptor (en la zona de altas temperaturas), y el otro extremo atravesando la pared del receptor, que queda en la región posterior del receptor, en una zona a temperatura ambiente. La radiación incidente en el punto donde se ubica el captador es recogida por la guía de luz, y transportada a lo largo de la misma hasta su extremo frío, donde se ubicará el módulo de medida de la radiación incidente.

Por su parte, el detector de la radiación guiada por la guía de luz comprende, preferentemente, una distribución de fotodiodos, termopilas, matrices CCD o disposiciones (o, según su término en inglés, "arrays") de fotodetectores que configuran, pues, medios de registro de la intensidad de la radiación detectada, ya sea puntualmente o en un plano de
5 detección. En una realización preferente de la invención, la conexión entre la guía de luz y el módulo de medida se realiza mediante un espaciamiento intermedio, de forma que la radiación que sale del segundo extremo de detección de dicha guía de luz llega al módulo de medida con una distribución angular característica.

10 En una realización preferente de la invención, el módulo de medida comprende un módulo de adquisición de datos de la radiación medida y, más preferentemente, dicho módulo de medida comprende un módulo de comunicación configurado para enviar y/o recibir datos a/desde un sistema central remoto. Se consigue con ello disponer de medios de procesamiento y de almacenamiento de la información detectada y medida por el sistema.

15 Otro objeto de la invención se refiere a un método de detección de radiación incidente sobre un receptor solar, siendo dicho receptor del tipo de los que comprenden una región anterior de altas temperaturas sometida a la radiación incidente y una región posterior de bajas temperaturas no sometida a la radiación incidente, que comprende el uso de un sistema de
20 medición según cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento, y donde:

- se recibe la radiación incidente en el primer extremo de recepción del captador de radiación;
- se guía dicha radiación hasta el segundo extremo de detección del captador de
25 radiación;
- se mide la intensidad de la radiación guiada en la región posterior de bajas temperaturas, por medio del módulo de medida.

Preferentemente, el método de la invención comprende una etapa de análisis de la
30 componente angular de la radiación guiada por el captador de radiación y, más preferentemente, en dicha etapa se calcula la irradiancia normal a partir de la radiación incidente detectada y de la componente angular de la radiación guiada.

Asimismo, en diferentes realizaciones del método de la invención, se utiliza una pluralidad
35 de captadores de radiación, donde sus primeros extremos de detección se encuentran distribuidos en múltiples puntos de medida sobre la región anterior de altas temperaturas del

receptor solar, estando dichos puntos de medida, preferentemente, intercalados entre los elementos de absorción de radiación del receptor solar.

Tal y como se ha descrito anteriormente, la ventaja principal de la invención propuesta es que permite obtener medidas, en tiempo real, de la distribución luminosa que se produce en el elemento receptor situado en una torre de una central solar de concentración, a través de medios configurados para guiar la radiación que llega a la torre desde cualquier ángulo de incidencia, y con resistencia térmica para soportar las altas temperaturas presentes en la superficie detectora de la torre (típicamente, hasta 1000 °C).

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra un esquema con las características esenciales de un receptor de torre solar.

La Figura 2 muestra una vista frontal ampliada de la cara anterior de un receptor de torre solar.

La Figura 3 muestra un esquema general del sistema de la presente invención, en el que se indican sus componentes principales y su disposición en el receptor de torre solar.

La Figura 4 muestra el esquema de una primera realización preferente del sistema de la invención.

La Figura 5 muestra el esquema de una segunda realización preferente del sistema de la invención.

La Figura 6 muestra el esquema de una tercera realización preferente del sistema de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La Figura 1 del presente documento muestra un esquema genérico del receptor de una torre solar. La radiación incidente (1) que proviene de los heliostatos incide sobre la región anterior del receptor de torre (7). Dicho receptor incluye, preferentemente, tubos absorbedores (3) de la radiación, una capa de material aislante térmico (4) y la estructura de sujeción (5) del receptor en la torre. De esta forma, se distinguen dos zonas térmicas

diferenciadas: una zona de temperaturas altas en la región anterior (7) del receptor y una zona de temperaturas bajas o ambiente en la región posterior (6) del receptor. La distribución de los heliostatos determina la configuración de flujo incidente (1) en la superficie del receptor.

5

En el receptor se localizan, asimismo, una serie de puntos de medida (8), distribuidos de forma uniforme en la parte anterior (7) del receptor de torre (2). La Figura 2 del presente documento muestra una vista frontal de dicha parte anterior del receptor (7), con una posible distribución de los puntos de medida (8). Por su parte, y tal como se muestra en la Figura 3, en cada punto de medida (8) se sitúa un captador de radiación (10), un módulo de medida (11) y un módulo de comunicación (12) con un sistema central (9). Dicha figura representa, en un corte transversal del receptor, la disposición de los elementos que forman un punto de medida. Cada captador de radiación (10) comprende preferentemente una varilla de cuarzo de entre 1 mm y 4 mm de diámetro, y más preferentemente de 2 mm, siendo estas dimensiones aptas como para insertarse en el receptor, entre los tubos absorbedores (3), atravesando el material aislante (4) y la estructura de soporte del receptor (5). De este modo, el extremo anterior (10a) de la varilla de cuarzo queda en la cara anterior del receptor (2) para recoger la radiación incidente y el extremo posterior (10b) de la varilla de cuarzo queda en la región posterior del receptor (6), en la zona de temperaturas bajas o ambiente. La radiación incidente (1) en cada punto de medida es recogida por su varilla (10) y guiada hasta el extremo posterior (10b) para ser medida en el módulo de medida (11).

La Figura 4 muestra el esquema de una primera realización preferente de la invención. En dicha realización, el módulo de medida (11) comprende un detector de radiación lumínica (13), que mide directamente la radiación guiada (14) por el captador hasta su salida, y un módulo de adquisición de datos (15). El detector de radiación lumínica (13) puede ser, por ejemplo, un fotodiodo o una termopila. Mediante calibración previa, la relación de pérdidas (atenuación) de la varilla puede ser determinada, lo que permite calcular la potencia lumínica incidente en el extremo anterior de la varilla a partir de la potencia lumínica medida en el detector (13). Cada detector (13) está preferentemente seguido de una etapa de amplificación, cuya ganancia depende del valor de la resistencia que incluya. Esta resistencia puede ser, por ejemplo, un potenciómetro digital cuyo valor se puede controlar vía software, lo que permite ajustar la ganancia de cada punto de medida en cualquier momento utilizando las salidas digitales del módulo de adquisición de datos (15).

35

El módulo de adquisición de datos (15) se comunica con un módulo central (9) de tratamiento de datos y de control del sistema. Dicho sistema central de tratamiento de datos y comunicación (9) puede ser un ordenador. Preferentemente, recibe los datos que provienen de cada uno de los puntos de medida, y los incorpora a una base de datos y a un software de tratamiento de datos para calcular la distribución de flujo incidente en el receptor.

En una segunda realización preferente de la invención, representada por la Figura 5, el esquema seguido es análogo al de la primera realización preferente, salvo en el diseño del módulo de medida (11). En este caso, el detector de radiación lumínica (13) puede ser una matriz CCD o un “array” de fotodetectores, y está ligeramente separado de la varilla (y, en consecuencia, del captador de radiación (10)), alineado con ésta. Así, se mide la distribución de intensidades de la radiación que sale del captador (10). Mediante calibración previa, se fija la relación de distribución de intensidades de la radiación que sale del captador (10), respecto a la distribución en ángulos de la radiación incidente en el captador que es conocida, lo que permite calcular la potencia lumínica incidente en el extremo anterior de la varilla a partir de la potencia lumínica medida en el detector (13).

En una tercera realización preferente, mostrada por la Figura 6 (análoga a la primera o a la segunda realización preferente, salvo en el diseño del módulo de medida (11)), la radiación que sale del captador (10) es inyectada mediante un conector (16) a uno o más haces de fibra óptica (17). En el otro extremo de la fibra (17), tras un conector (16), se coloca el detector de radiación lumínica (13), que puede ser por ejemplo un fotodiodo, una termopila, una matriz CCD o un “array” de fotodetectores (estando en el caso de éstos dos últimos detectores la fibra ligeramente separada del detector). Así, la radiación guiada (18) por la fibra (17) puede llevarse a una ubicación alejada del captador (10). Mediante calibración previa, la relación de pérdidas de la varilla, los conectores y la fibra puede determinarse, lo que permite calcular la potencia lumínica incidente en el extremo anterior de la varilla a partir de la potencia lumínica medida en el detector (13).

Para el cálculo de la intensidad de radiación recibida en el detector (13) es necesario, en el caso de la segunda y tercera realización preferente con matriz CCD o “array de fotodetectores, tener en cuenta el ángulo de incidencia de dicha radiación, puesto que la relación entre la intensidad de la radiación medida (I_{medida}) y la de la radiación incidente ($I_{\text{incidente}}$) será: $I_{\text{medida}} = k(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot I_{\text{incidente}}$, donde α es el valor del ángulo de incidencia de la radiación sobre el captador, y $k(\alpha)$ es el factor de atenuación que vendrá determinado por

dicho ángulo de incidencia, así como por las características ópticas de la guía de luz del captador (10).

Una vez descrita la invención propuesta por el solicitante, se incide de nuevo en su ventaja principal sobre los sistemas conocidos del estado de la técnica, que consiste en la capacidad de realizar la medida, en tiempo real, de la distribución luminosa que se produce en el elemento receptor situado en una torre de una central solar de concentración, a través de medios configurados para guiar la luz que llega a la torre desde cualquier ángulo de incidencia, y con resistencia térmica para soportar las altas temperaturas presentes en la superficie detectora de la torre (típicamente, hasta 1000 °C).

REIVINDICACIONES

1.- Sistema de detección de radiación incidente (1) sobre un receptor solar (2), siendo dicho receptor (2) del tipo de los que comprenden una región anterior (7) de altas temperaturas sometida a la radiación incidente (1) y una región posterior (6) de bajas temperaturas no sometida a la radiación incidente (1), **caracterizado por que** comprende:

- al menos un captador de radiación (10) que comunica un primer extremo (10a) de recepción de radiación, situado en la región anterior (7) de altas temperaturas, con un segundo extremo (10b) de detección de radiación situado en la región posterior (6) de bajas temperaturas, comprendiendo dicho captador (10) una guía de luz configurada para guiar la radiación incidente (1) desde el primer extremo (10a) de recepción hasta el segundo extremo (10b) de detección;

- al menos un módulo de medida (11) de la radiación guiada (14) por el captador de radiación (10), situado en la región posterior (6) de detección y conectado al segundo extremo (10b) de detección de dicho captador de radiación (10), que comprende un detector (13) de dicha radiación.

2.- Sistema según la reivindicación anterior, donde la guía de luz del captador de radiación (10) comprende una varilla térmicamente resistente a las temperaturas de la región anterior (7) del receptor solar (2), y/o fibra óptica (17).

3.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la guía de luz comprende una varilla de cuarzo o cristal.

4.- Sistema según la reivindicación anterior, donde la varilla es cilíndrica con un diámetro comprendido entre 1 mm y 4 mm.

5.- Sistema según la reivindicación 2, donde la guía de luz comprende una varilla térmicamente aislante conectada a fibra óptica (17) por medio de conectores (16), estando a su vez la fibra óptica (17) conectada al módulo de medida (11).

6.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el módulo de medida (11) comprende una matriz CCD y/o una disposición de fotodetectores.

7.- Sistema según la reivindicación anterior, donde la conexión entre la guía de luz (10) y el módulo de medida (11) se realiza mediante un espaciamiento, de forma que la

radiación que sale del segundo extremo (10b) de detección de dicha guía de luz (10) llega al módulo de medida (11) con una distribución angular característica.

5 8.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, donde el detector (13) de radiación guiada (14) por la guía de luz (10) comprende fotodiodos y/o termopilas.

10 9.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el módulo de medida (11) comprende un módulo de comunicación (12) configurado para enviar y/o recibir datos a/desde un sistema central (9) remoto.

10.- Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el receptor solar (2) es un receptor de torre en una central térmica de heliostatos.

15 11.- Método de detección de radiación incidente (1) sobre un receptor solar (2), siendo dicho receptor (2) del tipo de los que comprenden una región anterior (7) de altas temperaturas sometida a la radiación incidente (1) y una región posterior (6) de bajas temperaturas no sometida a la radiación incidente (1), **caracterizado por que** comprende el uso de un sistema de medición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y donde:

20 - se recibe la radiación incidente (1) en el primer extremo (10a) de recepción del captador de radiación (10);

- se guía dicha radiación hasta el segundo extremo (10b) de detección del captador de radiación (10);

- se mide la intensidad de la radiación guiada (14) en la región posterior (6) de bajas temperaturas, por medio del módulo de medida (11).

25 12.- Método según la reivindicación anterior, que comprende el uso de un sistema según la reivindicación 7 y donde se analiza la componente angular de la radiación guiada (14) por el captador de radiación (10).

30 13.- Método según la reivindicación anterior, donde se calcula la irradiancia normal a partir de la radiación incidente (1) detectada y de la componente angular de la radiación guiada (14).

35 14.- Método según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, donde se utiliza una pluralidad de captadores de radiación (10), donde sus primeros extremos (10a) de detección

se encuentran distribuidos en múltiples puntos de medida (8) sobre la región anterior (7) de altas temperaturas del receptor solar (2).

5 15.- Método según la reivindicación anterior, donde los puntos de medida (8) se encuentran intercalados entre los elementos de absorción (3) de radiación del receptor solar (2).

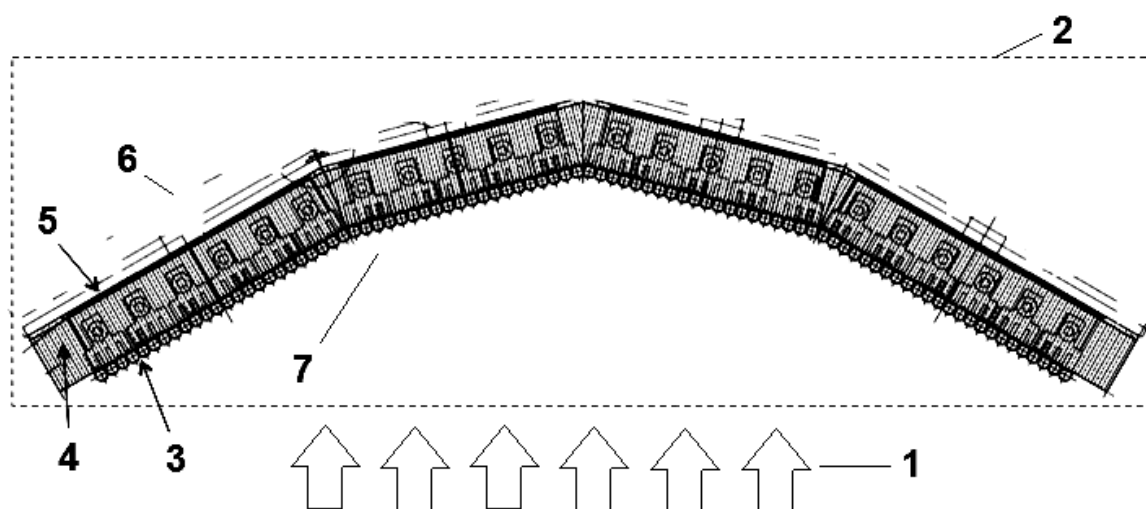


Fig. 1

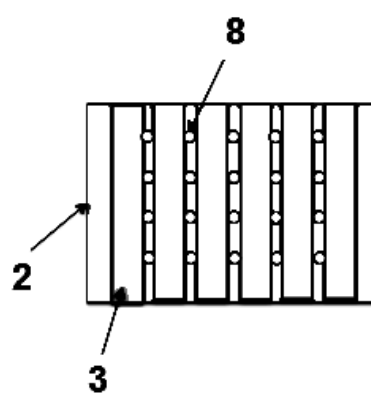


Fig. 2

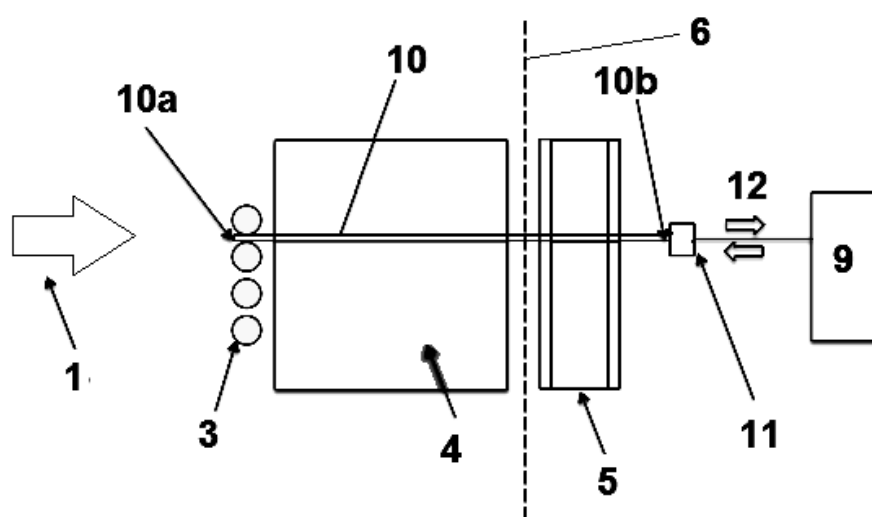


Fig. 3

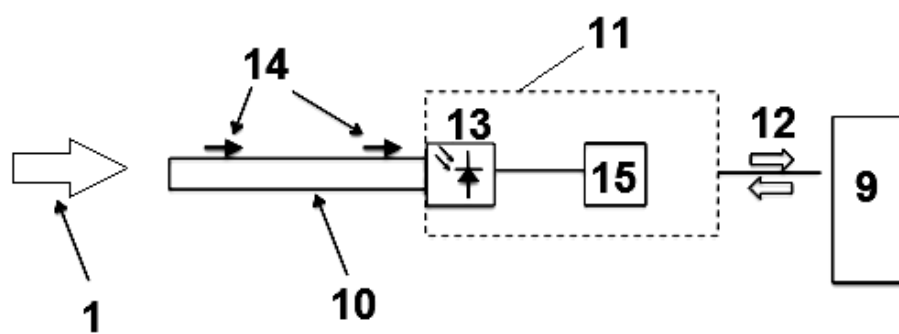


Fig. 4

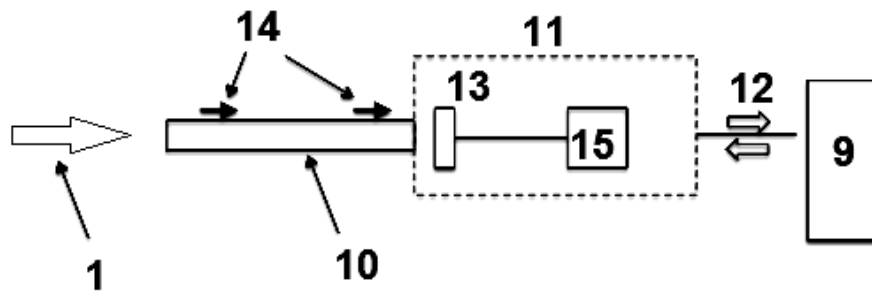


Fig. 5

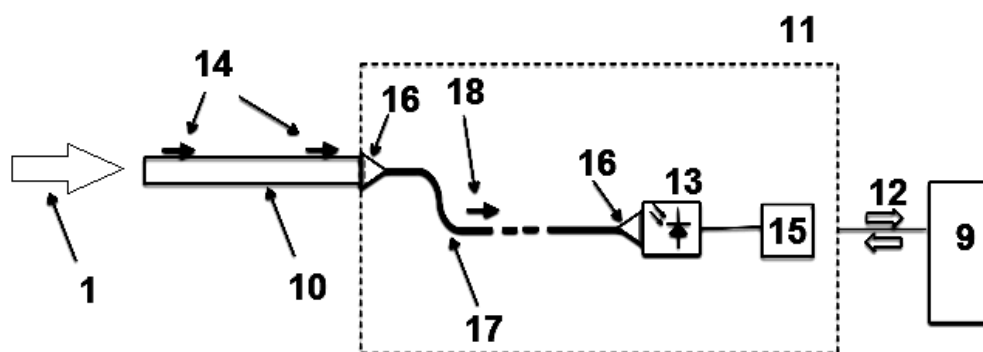


Fig. 6