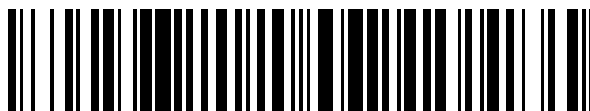


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 803**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/054** (2014.01)  
**H02S 40/42** (2014.01)  
**H02S 40/22** (2014.01)  
**H02S 40/12** (2014.01)  
**H02S 40/44** (2014.01)  
**H02S 40/32** (2014.01)  
**H02S 40/38** (2014.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.12.2015 PCT/CN2015/096095**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17091971**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.12.2015 E 15909488 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3382764**

54 Título: **Sistema solar de concentración de luz**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.04.2021**

73 Titular/es:  
**BOLYMEDIA HOLDINGS CO., LTD. (100.0%)  
3235 Kifer Road, Suite 150  
Santa Clara, CA 95051, US**

72 Inventor/es:  
**HU, XIAOPING**

74 Agente/Representante:  
**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 818 803 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema solar de concentración de luz

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere a la energía limpia, y en particular, a sistemas de energía solar de concentración de luz que utilizan energía solar. Las características del preámbulo de la reivindicación independiente se conocen del documento WO 2010/114868 A1. Las tecnologías relacionadas se conocen de los documentos US 2013/008487 A1, US 6 958 868 B1, US 4 131 485 A, US 5 089 055 A y DE 10 2012 010712 A1.

Técnica Anterior

15 Con un énfasis creciente en la protección ambiental, los sistemas de energía solar están creciendo en popularidad. Los sistemas de energía solar que se ven comúnmente en la actualidad se instalan en techos o pavimentos, tales como los sistemas solares de calentamiento de agua que realizan conversión fototérmica, los sistemas de generación de energía solar que realizan conversión fotovoltaica y similares.

20 Los dispositivos de conversión de energía de estos sistemas de energía solar comunes, tal como un tubo de vacío solar o un panel fotovoltaico, generalmente enfrentan la luz solar directamente. El área de su propia superficie de trabajo es el área máxima que es capaz de recibir la luz solar, restringiendo la captación de energía solar mediante los sistemas tradicionales de energía solar. Además, cuanto mayor sea la superficie de trabajo del panel fotovoltaico, mayor será el costo. En aras de la simplicidad, los "paneles fotovoltaicos" en la presente descripción representan varios dispositivos fotovoltaicos posibles, que incluyen, pero no se limitan a, paneles fotovoltaicos de polisilicio, paneles fotovoltaicos de silicio monocristalino, paneles fotovoltaicos de silicio amorfo, paneles fotovoltaicos semiconductores III-V, paneles fotovoltaicos de seleniuro de cobre, indio, galio (CIGS), paneles fotovoltaicos de perovskita y películas fotovoltaicas, que no se repetirán más abajo.

30 Para aumentar la capacidad de captación de energía solar, ha surgido un sistema de energía solar de concentración de luz; por ejemplo, el divulgado en la Solicitud de Patente China núm. CN101640502A titulada "Method for assembling optical collector photoelectrical solar cell array". Con el método, la luz solar puede enfocarse en un panel fotovoltaico a través de una lente, de modo que un panel fotovoltaico que tiene un área más pequeña es capaz de capturar la luz solar concentrada por una lente que tiene un área más grande.

35 Sin embargo, una lente condensadora convencional puede enfocar la luz solar directamente a un panel fotovoltaico, haciendo que la estructura de montaje del mismo esté sujeta a muchas restricciones. Para hacer un mejor uso del espacio limitado y aumentar la flexibilidad de uso, aún se puede esperar que se proporcionen soluciones más prácticas.

Resumen de la invención

40 La presente invención se define en la reivindicación independiente.

45 Un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con la presente descripción incluye una primera lente de Fresnel, una lente de Fresnel reflectante que comprende una segunda lente de Fresnel y una primera superficie reflectante, una segunda superficie reflectante y un primer panel fotovoltaico. La primera lente de Fresnel se proporciona con al menos una superficie dentada, en la que cada superficie dentada tiene al menos una unidad de Fresnel. La primera superficie reflectante y la segunda superficie reflectante se disponen para permitir que la luz solar incidente converja a través de la primera lente de Fresnel y luego irradie a la primera superficie reflectante, y al menos parte de la luz solar incidente se refleje en la segunda superficie reflectante por la primera superficie reflectante. El primer panel fotovoltaico se dispone para permitir que al menos parte de la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante se irradie directamente o sea conducida a irradiar al primer panel fotovoltaico.

55 De acuerdo con el sistema de energía solar de concentración de luz de la presente descripción, la luz solar irradia sobre el panel fotovoltaico después de converger al menos dos veces por las lentes de Fresnel y reflejarse al menos dos veces. Por un lado, el sistema puede proporcionar una relación de concentración de luz más alta (es decir, la relación entre el área de iluminación de luz solar del sistema y el área del panel fotovoltaico utilizado) y, por otro lado, la altura del sistema puede reducirse debido a la doble reflexión, lo que hace que el sistema de acuerdo con la presente descripción pueda emplearse ampliamente. Y al mismo tiempo, el sistema puede diseñarse mejor con flexibilidad en su estructura, de modo que la disipación de calor de un panel fotovoltaico o el uso de energía térmica se puedan realizar más fácilmente.

Los ejemplos específicos de acuerdo con la presente descripción se describirán en detalle más abajo con referencia a los dibujos acompañantes.

65 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de diversos arreglos de una superficie refractante de Fresnel compuesta en la presente descripción;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de una lente de Fresnel reflectante en la presente descripción;

5 La Figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema de energía solar de concentración de luz de una primera realización;

La Figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema de energía solar de concentración de luz de una segunda realización;

La Figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema de energía solar de concentración de luz de una tercera realización;

10 La Figura 6 es un diagrama esquemático de un sistema de energía solar de concentración de luz de una cuarta realización;

La Figura 7 es un diagrama esquemático de un sistema de energía solar de concentración de luz de una quinta realización.

15 Descripción detallada

Se emplea una lente de Fresnel en el sistema de convergencia de un sistema de energía solar de convergencia de luz de acuerdo con la presente descripción. Para facilitar la comprensión, los conceptos relacionados se describirán en primer lugar a continuación.

20 La lente de Fresnel es una lente delgada. Puede producirse por medio de la división en varias secciones de una superficie original continua de una lente convencional, reduciendo el grosor de cada sección y colocando todas las secciones delgadas en un plano idéntico o en una superficie curva sustancialmente lisa idéntica. Dichas superficies refractantes discontinuas desarrolladas a partir de la superficie original pueden referirse como una superficie refractiva de Fresnel, la cual es generalmente escalonada o dentada. En teoría, la superficie refractiva de Fresnel puede tener propiedades ópticas aproximadas en comparación con la superficie original correspondiente, pero su grosor se reduce considerablemente. La superficie refractiva de Fresnel generada por una superficie original única puede denominarse una unidad de Fresnel.

30 La superficie original comúnmente usada para generar la superficie refractiva de Fresnel es generalmente una superficie simétrica alrededor de un eje óptico, tal como una superficie esférica, un paraboloide giratorio y otras superficies giratorias. El foco de una superficie original convencional está en un punto, por lo que puede llamarse "plano concurrente". En la presente descripción, la superficie original puede ser cualquier tipo de superficie coaxial y puede configurarse específicamente de acuerdo con las necesidades reales. La denominada superficie coaxial se refiere a superficies curvas que tienen el foco en una línea idéntica (no necesariamente en un punto idéntico). Esta línea se puede llamar "línea coaxial". El plano concurrente convencional puede considerarse como un caso especial cuando la línea coaxial de la superficie coaxial se degrada a un punto. Con una superficie original que es coaxial pero no concurrente, un elemento sensor que se proporciona en una posición de foco se puede expandir desde un área más pequeña (correspondiente al foco) a una tira larga (correspondiente a la línea coaxial formada por el foco), mejorando así la capacidad de captar señal y ayudando a resolver problemas de sobrecalentamiento local sin aumentar significativamente los costos. Las superficies coaxiales típicas incluyen superficies giratorias (que contienen superficies giratorias secundarias o de orden superior), superficies cilíndricas, superficies cónicas, etc. Las superficies cilíndricas, que también pueden denominarse superficies coaxiales de sección uniforme, tienen las mismas secciones transversales después de cortarse en cualquier punto a lo largo de la dirección vertical de la línea coaxial. Una superficie cilíndrica circular es un caso especial de la superficie cilíndrica. Las superficies cónicas tienen secciones transversales con una forma similar pero diferentes tamaños. Una superficie cónica circular es un caso especial de la superficie cónica.

50 Una superficie "macro" refractante que se compone de una o más unidades de Fresnel puede denominarse superficie dentada, y una superficie sustancialmente lisa o plana opuesta a la misma puede denominarse lado inverso. La superficie dentada que contiene solo una unidad de Fresnel puede denominarse "superficie refractante de Fresnel simple" y la superficie dentada que contiene dos o más unidades de Fresnel puede denominarse "superficie refractante de Fresnel compuesta". Generalmente, los parámetros básicos de cada unidad de Fresnel en la superficie refractante de Fresnel compuesta (por ejemplo, área, distancia focal, forma de la superficie original correspondiente, número de anillos concéntricos usados para dividir la superficie original, etc.) se pueden disponer de manera flexible y pueden ser idénticos, parcialmente idénticos o completamente diferentes. En una realización, cada unidad de Fresnel en la superficie refractante de Fresnel compuesta tiene su propio centro óptico, pero sus focos caen en un punto idéntico o línea, o en un área limitada. Esto puede lograrse mediante la disposición espacial de todas las unidades de Fresnel que forman la superficie refractante de Fresnel compuesta. La Figura 1 ilustra varios arreglos típicos de unidades de Fresnel en una superficie refractante compuesta, entre los cuales la Figura 1(a) muestra un arreglo de simetría circular, la Figura 1(b) muestra un arreglo determinante, y la Figura 1(c) muestra un arreglo de panel. Puede considerarse que estas unidades de Fresnel se disponen en una "macro" superficie, tal como un plano, una superficie cuadrática (que incluye una superficie esférica, una superficie elipsoidal, una superficie cilíndrica, un cilindro parabólico, un cilindro hiperbólico), una superficie polinomial de orden superior (la cual es una manera común de implementar una superficie esférica), y una superficie plegada o escalonada formada por el empalme de una pluralidad de planos.

En términos generales, se pueden fabricar varios tipos de elementos combinando de manera flexible la superficie dentada con el lado inverso. Por ejemplo, una lente de Fresnel que tiene una superficie dentada y un lado inverso puede denominarse como "lente de Fresnel de un solo lado"; y además, si la superficie dentada es una "superficie refractante de Fresnel simple", la lente puede ser una "lente de Fresnel simple de un solo lado"; y si la superficie dentada es una "superficie refractante de Fresnel compuesta", la lente puede ser una "lente de Fresnel compuesta de un solo lado". Una lente de Fresnel que tiene ambos lados de superficies dentadas puede denominarse "lente de Fresnel de dos lados", y de manera similar, puede clasificarse además en "lente de Fresnel simple de dos lados" y "lente de Fresnel compuesta de dos lados". Si una superficie dentada de una lente de Fresnel de dos lados es una superficie refractante de Fresnel simple y la otra superficie dentada de la misma es una superficie refractante de Fresnel compuesta, la lente puede denominarse como una "lente de Fresnel mixta de dos lados". Además, como una variante de una lente de Fresnel de dos lados, si una superficie dentada de la misma es una "superficie refractante de Fresnel simple", puede reemplazarse por una superficie de lente convexa convencional o una superficie de lente cóncava convencional.

Las dos superficies reflectantes usadas en el sistema de convergencia de la presente descripción pueden ser superficies reflectantes planas o superficies reflectantes curvas, tal como superficies reflectantes cóncavas o convexas, y pueden ser además superficies reflectantes con forma de superficie dentada. Las dos superficies reflectantes se disponen para permitir que la luz solar incidente converja sobre una primera superficie reflectante a través de una primera lente de Fresnel y se refleje al menos parcialmente por la primera superficie reflectante sobre una segunda superficie reflectante. Cada superficie reflectante se puede proporcionar por un elemento que tiene una única función reflectante, tal como una placa con un revestimiento reflectante, donde la luz puede reflejarse directamente sobre la superficie del elemento. La superficie reflectante puede proporcionarse además por una lente reflectante. La llamada lente reflectante se refiere a una lente con un revestimiento reflectante, donde la luz se refracta desde una superficie de transmisión hacia la lente, y luego se refleja por una superficie reflectante y nuevamente se refracta fuera de la lente a través de la superficie de transmisión. El sistema de la invención se proporciona con una lente de Fresnel reflectante, que se considera como una combinación de una lente de Fresnel y una superficie reflectante, con referencia a la Figura 2. En la Figura 2, el elemento L1 tiene una superficie reflectante s3 y una superficie refractante de Fresnel s4, y la luz se refracta desde la superficie refractante hacia la lente y luego se refleja por la superficie reflectante, y nuevamente se refracta fuera del elemento a través de la superficie refractante. La trayectoria de la luz incidente pasa dos veces a través de la interfaz de refracción física s4 debido a la reflexión. La interfaz física es de hecho equivalente a dos superficies dentadas, de modo que el efecto de convergencia del sistema puede mejorarse ventajosamente proporcionando las superficies reflectantes. El sistema de convergencia puede incluir dos lentes de Fresnel, en el que la segunda lente de Fresnel se combina con la primera superficie reflectante para actuar como una lente de Fresnel reflectante.

A continuación, se describirán varios modos de uso del sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con la presente descripción a manera de ejemplos con escenarios específicos.

#### Primera Realización

Con referencia a la Figura 3, un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con una realización de la presente descripción puede incluir una primera lente de Fresnel 111, una primera superficie reflectante 112, una segunda superficie reflectante 113 y un primer panel fotovoltaico 114.

La primera lente de Fresnel 111 proporciona una superficie dentada orientada hacia adentro y una superficie exterior lisa, y la forma de la superficie "macro" curvada de la lente es una superficie combada circularmente simétrica. En esta realización, las dos superficies reflectantes y la primera lente de Fresnel tienen el mismo eje de simetría rotacional, es decir, eje óptico. En otras realizaciones, las dos superficies reflectantes y la primera lente de Fresnel también pueden tener la misma superficie de división simétrica. La llamada superficie de división simétrica se refiere a un plano que divide una forma geométrica en dos partes, y las dos partes divididas son simétricas con respecto al plano. La ventaja de tener la misma superficie de división simétrica entre los elementos es que el tamaño espacial puede utilizarse completamente para lograr un diseño compacto. Además, en comparación con el que tiene el mismo eje de simetría rotacional, el que tiene la misma superficie de división simétrica puede enriquecer en gran medida la forma posible del sistema de convergencia. El diseño mostrado en la Figura 3 no solo puede ser aplicable a un sistema de energía solar de concentración de luz en el que cada elemento tiene el mismo eje de simetría de rotacional, sino también a un sistema de energía solar de concentración de luz en el que cada elemento tiene la misma superficie de división simétrica.

La primera superficie reflectante 112, que se ubica debajo de la primera lente de Fresnel, puede usar un reflector o un espejo plano que tiene una "macro" forma circular. En otras realizaciones, la primera superficie reflectante también puede actuar en la superficie inferior de una lente reflectante de Fresnel, de modo que habrá dos lentes de Fresnel en el sistema para poder obtener una mayor relación de concentración de luz.

La segunda superficie reflectante 113 se dispone en el centro de la primera lente de Fresnel 111. Por ejemplo, una película reflectante revestida en el centro (exterior o interior) de la primera lente de Fresnel 111 puede servir como segunda superficie reflectante.

El primer panel fotovoltaico 114 se dispone en el centro de la primera superficie reflectante 112. Con la estructura de esta realización, se puede obtener una alta relación de concentración de luz, lo que facilita el enfriamiento centralizado o el uso intensivo de la energía térmica generada por el primer panel fotovoltaico.

5 En esta realización, también se pueden proporcionar un segundo panel fotovoltaico 115 y un dispositivo de utilización de energía térmica para lograr una mayor eficiencia de utilización de energía.

10 El segundo panel fotovoltaico 115 se dispone sobre la segunda superficie reflectante, de modo que la luz solar bloqueada por la segunda superficie reflectante también puede ser absorbida y utilizada para mejorar la eficiencia de la utilización única de energía luminosa.

15 El dispositivo de utilización de energía térmica 116 se dispone debajo del primer panel fotovoltaico, y al menos un extremo conductor de calor del mismo se conecta térmicamente con el primer panel fotovoltaico. El dispositivo de utilización de energía térmica al que se hace referencia en la presente descripción pueden ser varios dispositivos de convención de energía térmica o dispositivos de conducción y almacenamiento de energía térmica, tales como un dispositivo que usa la diferencia de temperatura para la generación de energía, un calentador de agua y similares, y puede conectarse con el panel fotovoltaico en una manera de conducción térmica que puede determinarse de acuerdo con el tipo de dispositivo. Utilizando además la energía térmica relativamente concentrada generada por el primer panel fotovoltaico con el dispositivo de utilización de energía térmica, la energía solar que no se ha usado para realizar la conversión fotoeléctrica se puede utilizar de nuevo; lo que no solo reduce la temperatura del panel fotovoltaico, sino que también mejora eficazmente la eficiencia del uso general de la energía solar. En esta realización, el dispositivo de utilización de energía térmica es un dispositivo que usa la diferencia de temperatura para la generación de energía, y el extremo conductor de calor del mismo para que la afluencia de calor se adhiera al primer panel fotovoltaico para realizar la disipación de calor mediante el uso del área enorme de la superficie reflectante. En otras realizaciones, se puede lograr una mejor disipación de calor mediante el empleo de enfriamiento externo, por ejemplo, colocando todo el dispositivo en una fuente de frío externa.

30 Como una realización preferente, el borde de la primera superficie reflectante y el borde de la primera lente de Fresnel se conectan entre sí para formar un espacio relativamente cerrado, evitando así la entrada de suciedad y similares desde el exterior, asegurando un trabajo eficiente de los paneles fotovoltaicos y alargando su vida útil. Además, el segundo panel fotovoltaico también se puede disponer dentro de la primera lente de Fresnel, lo que facilita la limpieza y el manejo de la superficie del sistema. Al menos una superficie reflectante se hace de un material conductor (por ejemplo, metal) con una película de revestimiento y se conecta a los circuitos en el sistema. De esta manera, en situaciones especiales, como cuando está nevando o helando en el invierno, el sistema puede calentarse encendiendo la superficie reflectante para derretir la nieve o eliminar el hielo, lo que garantiza que el sistema pueda usarse normalmente en condiciones climáticas extremas.

40 Con el fin de almacenar y utilizar mejor la energía eléctrica que se obtiene mediante la conversión de energía solar, esta realización también puede incluir los siguientes elementos adicionales enumerados. En otras realizaciones, uno o varios de ellos solo pueden proporcionarse selectivamente de acuerdo con los requisitos reales.

45 Un dispositivo de almacenamiento de energía 131, que se conecta eléctricamente al panel fotovoltaico, se configura para almacenar energía eléctrica. El almacenamiento de energía puede seleccionarse de un grupo que consiste de supercapacitores, baterías recargables y compresores de aire.

50 Un inversor de CA 132, que se conecta eléctricamente al dispositivo de almacenamiento de energía (también puede conectarse directamente al panel fotovoltaico en otras realizaciones), se configura para conectar su salida de energía a un armario de distribución de red 133. El armario de distribución de red se acopla a una red de energía de CA externa 134 de modo que la energía eléctrica generada por el sistema de energía solar pueda incorporarse a la red de energía externa. El inversor de CA también puede conectarse de forma externa a una placa de cableado de CA 135 para proporcionar directamente la salida de CA a los usuarios.

55 Un dispositivo de salida de tensión de CC 136, que se conecta eléctricamente con el dispositivo de almacenamiento de energía (también puede conectarse directamente con un panel fotovoltaico de dos lados en otra realización), se configura para emitir una tensión de CC para el uso de los usuarios. La tensión de CC emitida por el dispositivo de salida puede incluir, por ejemplo, 12 V, 9 V, 5 V, 3 V, 1,5 V, etc.

60 Un dispositivo de control e indicación de estado 137 se configura para detectar y visualizar los parámetros de operación del sistema y controlar el estado de operación del sistema. Estos parámetros de operación pueden ser tensión, corriente, potencia, temperatura, etc., para que los usuarios puedan captar el estado de operación de cada panel fotovoltaico, el estado general del sistema, etc. Estos parámetros pueden obtenerse proporcionando dispositivos de detección correspondientes al tipo de parámetros requeridos, tal como una sonda de temperatura. El sistema se puede controlar de forma manual o automática. Por ejemplo, la superficie reflectante hecha de un revestimiento metálico se puede controlar para energizarse para el calentamiento en base a una temperatura detectada del panel fotovoltaico para lograr el deshielo automático.

Segunda Realización

5 Con referencia a la Figura 4, un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con otra realización de la presente descripción puede incluir una primera lente de Fresnel 211, una primera superficie reflectante 212, una segunda superficie reflectante 213 y un primer panel fotovoltaico 214.

La forma de la superficie "macro" curvada de la lente de Fresnel 211 es una superficie coaxial, y las dos superficies reflectantes y la primera lente de Fresnel tienen la misma superficie de división simétrica.

10 La primera superficie reflectante 212 se dispone debajo de la primera lente de Fresnel. Dado que la proyección de la primera lente de Fresnel sobre la primera superficie reflectante es cuadrada, la forma exterior de la primera superficie reflectante es preferentemente un cuadrado. La primera superficie reflectante puede ser un plano o una superficie reflectante y de condensación que es de simetría axial o simetría circular; y la última se usa en esta realización.

15 La segunda superficie reflectante 213 se dispone en la parte superior de la primera lente de Fresnel 111. Dado que la posición del foco de la primera lente de Fresnel no es un punto sino una línea, la forma externa de la segunda superficie reflectante es una forma rectangular que se extiende a lo largo de la dirección de extensión de la línea coaxial ss de la primera lente de Fresnel. Como la primera superficie reflectante adopta una superficie reflectante y de condensación que es de simetría circular, la longitud de la segunda superficie reflectante puede ser menor que la de la línea coaxial  
20 de la primera lente de Fresnel.

El primer panel fotovoltaico 214 se dispone en el centro de la primera superficie reflectante 212 y tiene una forma de tira alargada. En la presente realización, la segunda superficie reflectante también puede adoptar una superficie reflectante y de condensación que es de simetría circular (por ejemplo, un espejo reflectante cóncavo), por lo que la  
25 longitud del primer panel fotovoltaico se reduce aún más en comparación con la longitud de la segunda superficie reflectante, lo que hace que el sistema tenga una relación de concentración de luz relativamente grande. Las flechas que se muestran en la Figura 4 indican la trayectoria de la luz solar incidente.

30 Esta realización muestra un caso en el que las superficies que son de simetría circular (es decir, las dos superficies reflectantes) se usan junto con la superficie coaxial (es decir, la lente de Fresnel), teniendo en cuenta la limitación de la forma externa y la necesidad de aumentar la relación de concentración de luz.

De manera similar a la primera realización, en esta realización también se usa un dispositivo de utilización de energía  
35 térmica 216 para aumentar el uso de energía solar. Específicamente, puede ser un tanque de agua ubicado debajo del primer panel fotovoltaico y que esté en comunicación con el sistema de suministro de agua. Además, se puede proporcionar un segundo panel fotovoltaico adicional (no mostrado) encima de la segunda superficie reflectante 213. Por ejemplo, se puede revestir una película reflectante en la superficie interna de la parte superior de la primera lente de Fresnel, y se puede pegar una película fotovoltaica en la superficie exterior de la parte superior de la lente.

40 En esta realización, el sistema de energía solar puede diseñarse para que tenga forma cuadrada y puede disponerse y empalmarse repetidamente a lo largo de la dirección de la línea coaxial o la dirección perpendicular a la línea coaxial. En otras realizaciones, la forma también puede ser un triángulo, un hexágono y similares. Cada sistema de energía solar usado para el empalme puede considerarse como un módulo; y cada módulo se proporciona a su alrededor con una interfaz conductora (no mostrada) para conectarse entre sí, tal como una interfaz enchufable o de contacto. De  
45 esta manera, cuando se empalman varios módulos, pueden formar un sistema de energía solar que puede cubrir un área grande y tener una interfaz externa uniforme. Tal forma modular es muy beneficiosa para el sistema de energía solar a gran escala. Por un lado, el tamaño de un solo módulo puede diseñarse para que sea pequeño para facilitar la fabricación, el transporte y la instalación; por otro lado, los módulos pueden compartir interfaces externas idénticas y dispositivos externos tales como inversores y dispositivos de almacenamiento después de formarse en una sola unidad  
50 por simple empalme, evitando así el desperdicio. En otras realizaciones, la apariencia del módulo también puede diseñarse para ser de otro tipo que pueda disponerse y empalmarse repetidamente de acuerdo con reglas establecidas, o también puede determinarse de acuerdo con las necesidades reales.

55 El sistema de energía solar de esta realización puede usarse para instalarlo en el techo de un edificio, ya sea directamente como techo de una nueva construcción o sobre un techo viejo de un edificio existente. La primera lente de Fresnel puede hacerse de un material rígido y transparente, como plástico duro, resina, vidrio y similares. El método de empalme modular del mismo hace posible que sea adecuado para techos de diversas formas. Con el sistema, la relación de concentración de luz puede ser alta, el costo puede reducirse. Además, dado que los paneles fotovoltaicos se pueden encerrar fácilmente dentro de la cavidad y la superficie exterior es relativamente lisa, es posible limpiar con  
60 facilidad y extender la vida útil general del sistema.

Tercera Realización

Con referencia a la Figura 5, un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con otra realización de la presente descripción puede incluir una primera lente de Fresnel 311, una primera superficie reflectante 312, una segunda superficie reflectante 313 y un primer panel fotovoltaico 314.

5 La forma de la superficie "macro" curvada de la primera lente de Fresnel 311 es plana, y la superficie curvada original de la superficie dentada de la lente es una superficie coaxial; en consecuencia, la luz solar incidente puede converger en una forma de tira, y las dos superficies reflectantes correspondientes y el panel fotovoltaico son rectangulares.

La primera superficie reflectante 312 es plana y forma un ángulo con la primera lente de Fresnel.

10 La segunda superficie reflectante 313 es plana y se dispone en el lado de la primera lente de Fresnel orientada hacia fuera de la primera superficie reflectante (puede realizarse revistiendo una película reflectante sobre la posición correspondiente de la primera lente de Fresnel).

15 El primer panel fotovoltaico 314, junto con la primera lente de Fresnel y las dos superficies reflectantes, encierra una cavidad aproximadamente triangular. Las flechas que se muestran en la Figura 5 indican la trayectoria de la luz solar incidente.

20 De manera similar a la primera realización, también se proporciona un tanque de agua 316 debajo del primer panel fotovoltaico para mejorar el uso de la energía solar en esta realización.

25 El sistema de energía solar en esta realización también se puede expandir en una manera de empalme modular; por ejemplo, puede acoplarse en la dirección de la línea coaxial o la dirección perpendicular a la línea coaxial. Por lo tanto, el sistema de energía solar en esta realización también puede ser adecuado para su instalación en el techo de un edificio u otros lugares donde se necesite pavimentar un área grande. Se hace notar que la estructura general del sistema en la realización tiene una forma irregular, lo que significa que el sistema de convergencia con las dos superficies reflectantes divulgado en la presente descripción puede tener una forma estructural rica y flexible.

#### 30 Cuarta Realización

Un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con otra realización más de la presente descripción se ilustra en la Figura 6, donde (a) es una vista en sección transversal y (b) es una vista superior. El sistema de esta realización incluye una primera lente de Fresnel 411, una primera superficie reflectante 412, una segunda superficie reflectante 413 y un primer panel fotovoltaico 414.

35 La forma de la superficie "macro" curvada de la primera lente de Fresnel 411 es plana, y la superficie curvada original de la superficie dentada de la lente es un plano concurrente; en consecuencia, la luz solar incidente puede converger hacia el centro.

40 La primera superficie reflectante 412 se dispone debajo de la primera lente de Fresnel, y su forma es la misma que la de la primera lente de Fresnel, y los bordes de las dos se conectan para formar una cavidad cerrada. La cavidad puede estar al vacío. Sin embargo, la cavidad puede rellenarse con un líquido refrigerante transparente y aislante o un gas comprimido 417 para mejorar la capacidad de soporte de toda la estructura y también para ayudar a la disipación de calor del panel fotovoltaico.

45 La segunda superficie reflectante 413 se dispone en la región central de la primera lente de Fresnel (que se puede implementar mediante recubriendo o pegando un papel reflectante en la superficie interna).

50 El primer panel fotovoltaico 414 se dispone en el centro de la primera superficie reflectante y se conecta al exterior de la cavidad cerrada a través de un cable 418. Las flechas que se muestran en la Figura 6 indican la trayectoria de la luz solar incidente.

55 El sistema de energía solar en esta realización también se puede expandir en una manera de empalme modular; por ejemplo, con referencia a la Figura 6, la apariencia del módulo se diseña como un hexágono regular, lo que puede facilitar el pavimento de grandes áreas. La estructura modular de esta realización puede hacerse principalmente de vidrio templado o material plástico. Debido al empleo de la estructura que tiene las dos superficies reflectantes, el grosor total del sistema se puede reducir en gran medida y es adecuado para la instalación en el suelo, por ejemplo, puede reemplazar los ladrillos ordinarios de carreteras y puede usarse para pavimentar aceras, pisos, plazas, etc. para lograr una generación de energía de pavimento segura y confiable. Para mejorar la seguridad, especialmente cuando se usa en un lugar donde se congela más fácilmente en invierno, la superficie exterior de la primera lente de Fresnel puede proporcionarse con una estructura antideslizante que incluye, entre otras, pequeñas irregularidades que se proporcionan en la superficie, figuras antideslizantes y materiales antideslizantes tal como el caucho, colocados ligeramente encima de la superficie del módulo en las juntas de los módulos empalmados.

65 Quinta Realización

Con referencia a la Figura 7, un sistema de energía solar de concentración de luz de acuerdo con aún otra realización de la presente descripción puede incluir una primera lente de Fresnel 511, una primera superficie reflectante 512, una segunda superficie reflectante 513, un primer panel fotovoltaico 514, un dispositivo guía de luz 521 y una cámara receptora de energía solar relativamente cerrada 522.

La estructura para condensar la luz solar en esta realización es similar a la de la primera realización; la diferencia entre ellas es que, la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante irradia directamente al primer panel fotovoltaico en la primera realización, mientras que en esta realización la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante se guía además hacia la cámara receptora de energía solar relativamente cerrada para utilizar de forma más plena la luz solar captada. Las flechas que se muestran en la Figura 7 ilustran la trayectoria de la luz solar incidente.

La primera lente de Fresnel y las dos superficies reflectantes tienen una estructura de simetría circular en esta realización. La primera superficie reflectante se dispone debajo de la primera lente de Fresnel y la segunda superficie reflectante se dispone en el centro de la primera lente de Fresnel.

La entrada del dispositivo guía de luz 521 se ubica en el centro de la primera superficie reflectante, de modo que la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante ingrese al dispositivo guía de luz y luego sea guiada hacia la cámara receptora de energía solar a través del dispositivo guía de luz. El dispositivo guía de luz se puede fabricar de acuerdo con varias tecnologías de transmisión de luz existentes. Por ejemplo, puede hacerse de un material transparente sólido o de un tubo hueco, y su superficie exterior o interna se reviste con una película reflectante, de modo que la luz solar solo puede ir hacia adelante e irradiar a la cámara receptora después de entrar en el dispositivo guía de luz. Además, el dispositivo guía de luz también puede servir como soporte para la estructura de concentración ubicada encima, para formar una estructura como una sombrilla solar, una carpa solar o una farola solar que se puede instalar en el suelo.

La pared interior de la cámara receptora de energía solar 522 se coloca como un panel fotovoltaico o un reflector. Se puede considerar que el primer panel fotovoltaico 514 se dispone dentro de la cámara receptora de energía solar o en la pared interior de la misma. La cámara receptora de energía solar está "relativamente cerrada", lo que significa que la luz solar que incide en la cámara puede no disiparse libremente. Dado que la pared interior de la cámara receptora está llena de paneles fotovoltaicos o reflectores, la luz solar puede convertirse eventualmente en energía eléctrica o energía térmica una vez que ingresa a la cámara. Como una realización preferida, para evitar la disipación de la luz solar, se puede proporcionar un reflector ahusado 523 en el dispositivo guía de luz a la entrada de la cámara receptora, de modo que la luz se disperse tan pronto como entre al dispositivo guía de luz y le sea difícil salir de la cámara receptora a través del dispositivo guía de luz.

Para un mejor uso de la energía térmica generada por la luz solar, también se proporciona en esta realización un dispositivo de utilización de energía térmica 516; y la cámara receptora de energía solar está completamente encerrada en el dispositivo de utilización de energía térmica. El dispositivo de utilización de energía térmica, tal como un tanque de enfriamiento o un tanque de agua caliente, puede hacerse de un material transparente u opaco.

El sistema de energía solar en esta realización no solo puede tener una alta relación de concentración de luz (por ejemplo, mayor de 100:1), sino que también aumenta la eficiencia de conversión y uso de energía porque la luz solar captada se utiliza completamente en la cámara cerrada y evita la contaminación de luz y la alta temperatura.

El principio y las formas de implementación de la presente descripción se han descrito anteriormente con referencia a modalidades específicas, que se proporcionan meramente con el fin de comprender la presente descripción y no pretenden limitar la presente descripción. Los expertos en la técnica podrán realizar variaciones basadas en el principio de la presente descripción.



**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de energía solar de concentración de luz, que comprende:

5 una primera lente de Fresnel (111) que se proporciona con al menos una superficie dentada, en la que cada superficie dentada tiene al menos una unidad de Fresnel;  
 una lente de Fresnel reflectante que comprende una segunda lente de Fresnel y una primera superficie reflectante (112), en la que la primera superficie reflectante actúa en la superficie inferior de la lente de Fresnel reflectante; una segunda superficie reflectante (113); en la que la primera lente de Fresnel, la  
 10 segunda lente de Fresnel, la primera superficie reflectante y la segunda superficie reflectante se configuran de manera que la luz solar incidente converja a través de la primera lente de Fresnel (111) en la segunda lente de Fresnel, y luego en la primera superficie reflectante (112); la luz solar reflejada vuelve a converger a través de la segunda lente de Fresnel, y al menos parte de la luz solar reflejada se refleja de nuevo en la  
 15 segunda superficie reflectante (113); y  
 un primer panel fotovoltaico (114) se dispone para recibir al menos parte de la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante (113);  
 en el que al menos una superficie reflectante (112, 113) se hace de un material conductor con película de revestimiento y se conecta a un circuito de control en el sistema para calentar la superficie reflectante cuando se energiza.

20 2. El sistema de energía solar de la reivindicación 1, en el que la primera lente de Fresnel (111), la primera superficie reflectante (112) y la segunda superficie reflectante (113) tienen el mismo eje de simetría rotacional,  
 la primera superficie reflectante (112) se ubica debajo de la primera lente de Fresnel (111),  
 25 la segunda superficie reflectante (113) se dispone en el centro de la primera lente de Fresnel (111), y el primer panel fotovoltaico (114) se dispone en el centro de la primera superficie reflectante (112).

3. El sistema de energía solar de la reivindicación 2, que tiene una o más de las siguientes características:  
 30 el borde de la primera superficie reflectante (112) y el borde de la primera lente de Fresnel (111) se conectan entre sí para formar un espacio relativamente cerrado;  
 un segundo panel fotovoltaico (115) comprendido y dispuesto además sobre la segunda superficie reflectante (113); y  
 un dispositivo de utilización de energía térmica comprendido y dispuesto además debajo del primer panel  
 35 fotovoltaico (114), al menos un extremo conductor de calor del dispositivo de utilización de energía térmica que se conecta térmicamente con el primer panel fotovoltaico (114); y el tipo de dispositivo de utilización de energía térmica que se selecciona de un grupo que consiste de: dispositivo de conversión termoeléctrica y calentador de agua.

40 4. El sistema de energía solar de la reivindicación 2, que tiene una o más de las siguientes características:  
 las formas de las superficies macrocurvadas de la primera lente de Fresnel (411) y la primera superficie reflectante (412) son planas, ambos bordes de las mismas que se conectan para formar una cavidad cerrada que está al vacío o se rellena con un líquido aislante o gas comprimido; y  
 45 la superficie exterior de la primera lente de Fresnel (411) que se proporciona con una estructura antideslizante.

5. El sistema de energía solar de la reivindicación 1,  
 que comprende además un dispositivo guía de luz (521) y una cámara receptora de energía solar relativamente  
 50 cerrada, en donde la luz solar reflejada por la segunda superficie reflectante (113) entra al menos parcialmente en el dispositivo guía de luz, y el dispositivo guía de luz guía la luz solar al interior de la cámara receptora de energía solar (522);  
 y  
 un primer panel fotovoltaico (514) se dispone en la cámara receptora de energía solar (522), y la pared interior  
 55 de la cámara receptora de energía solar (522) se coloca como un panel fotovoltaico o un reflector.

6. El sistema de energía solar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene una o más de las  
 siguientes características:  
 60 la forma de la superficie macrocurvada de la primera lente de Fresnel (111) es una superficie de simetría circular o una superficie coaxial;  
 la primera lente de Fresnel (111), la primera superficie reflectante (112) y la segunda superficie reflectante (113) tienen la misma superficie de división simétrica o el mismo eje de simetría rotacional;  
 un lado de la lente de Fresnel que es una superficie dentada y el otro lado de la misma que es una superficie  
 65 dentada de tipo idéntico o diferente, un plano, una superficie cóncava o una superficie convexa;

el tipo de superficie reflectante que se selecciona de un grupo que consiste de un plano, una superficie cóncava, una superficie convexa y una superficie dentada; y

el tipo de un elemento reflectante que proporciona la superficie reflectante que se selecciona de un grupo que consiste de un elemento que solo tiene una función reflectante única y una lente reflectante.

5  
7. El sistema de energía solar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la apariencia del sistema de energía solar se diseña para poder disponerse y empalmarse repetidamente de acuerdo con una regla establecida, cada sistema de energía solar usado para el empalme puede considerarse como un módulo; y cada módulo se proporciona alrededor de sí mismo con una interfaz conductora para conectarse entre sí.

10  
8. El sistema de energía solar de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más de los siguientes elementos:

15 un dispositivo de almacenamiento de energía (131) conectado eléctricamente al panel fotovoltaico y configurado para almacenar energía eléctrica, en el que el dispositivo de almacenamiento de energía se selecciona de un grupo que consiste de supercapacitores, baterías recargables y compresores de aire;

un inversor de CA (132), conectado eléctricamente al dispositivo de almacenamiento de energía y configurado para conectar su salida de energía a un armario de distribución de red;

20 un dispositivo de salida de tensión de CC (136) conectado eléctricamente con el dispositivo de almacenamiento de energía y configurado para emitir una tensión de CC; y

un dispositivo de control e indicación de estado (137) configurado para detectar y visualizar los parámetros de operación del sistema, y controlar el estado de operación del sistema, en el que los parámetros de operación se seleccionan de un grupo que consiste de tensión, corriente, potencia y temperatura.

25

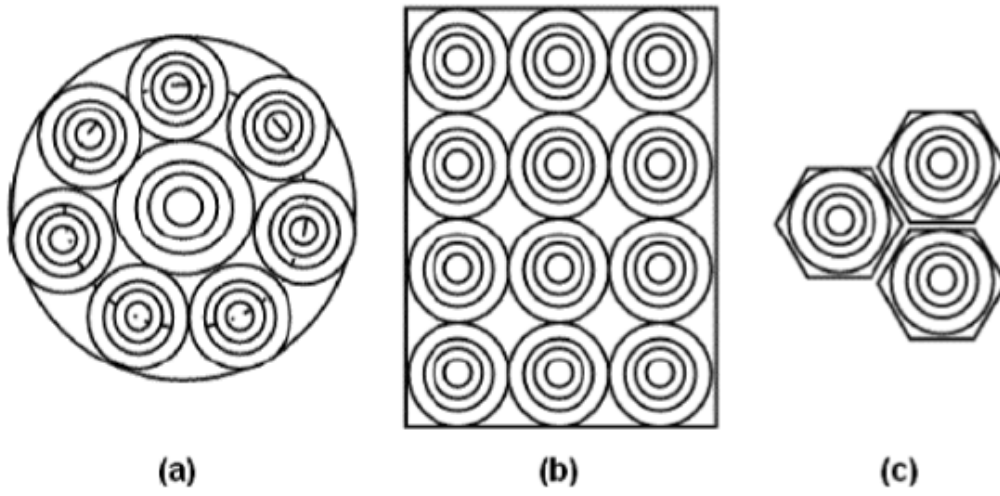


Figura 1

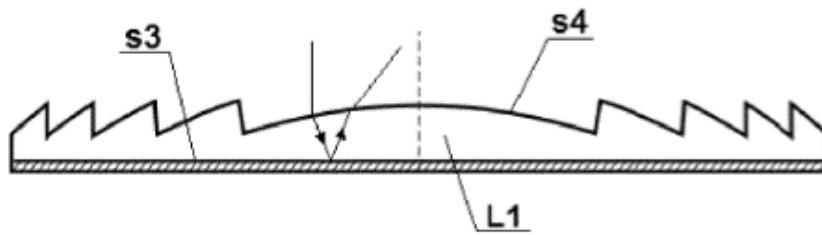


Figura 2

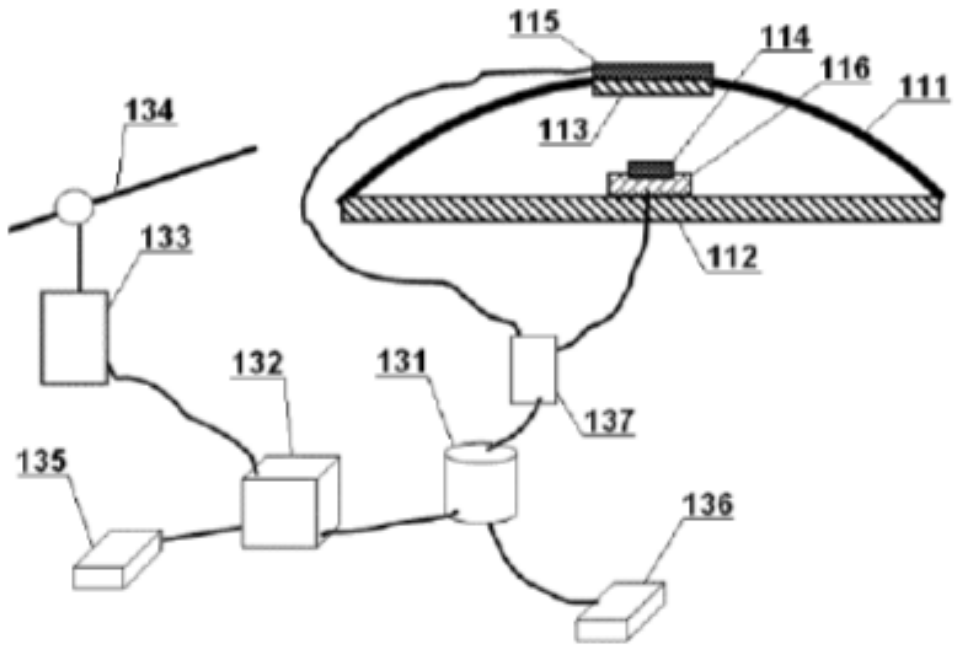


Figura 3

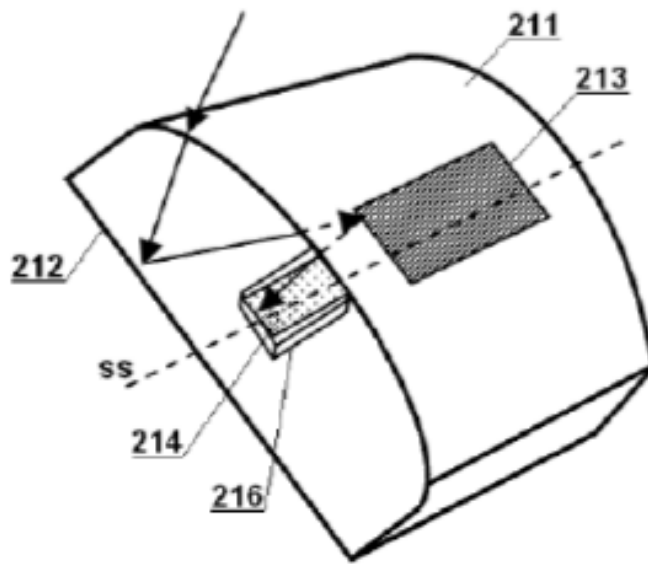


Figura 4

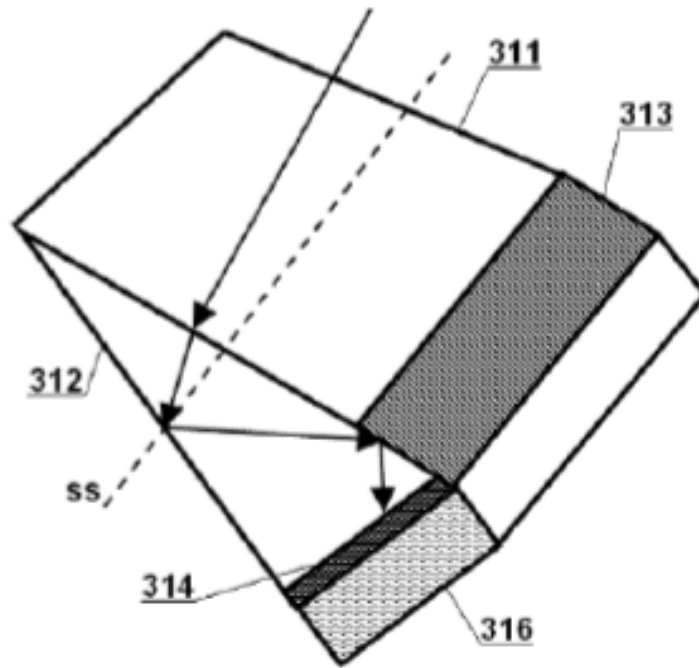


Figura 5

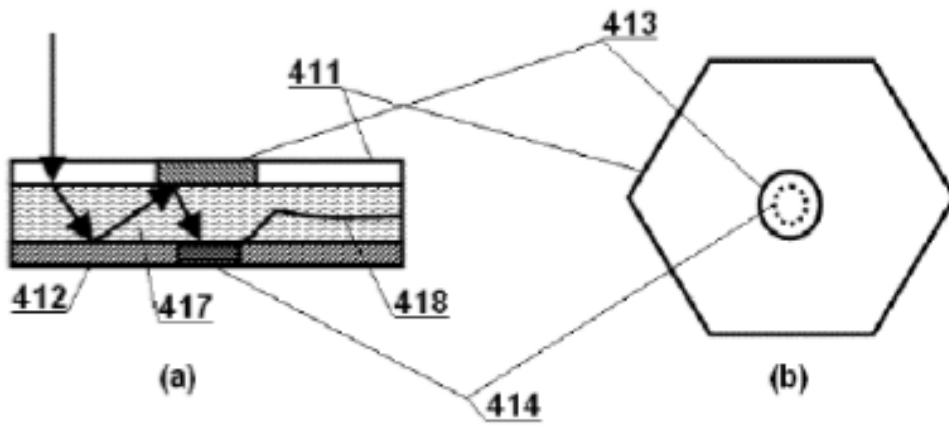


Figura 6

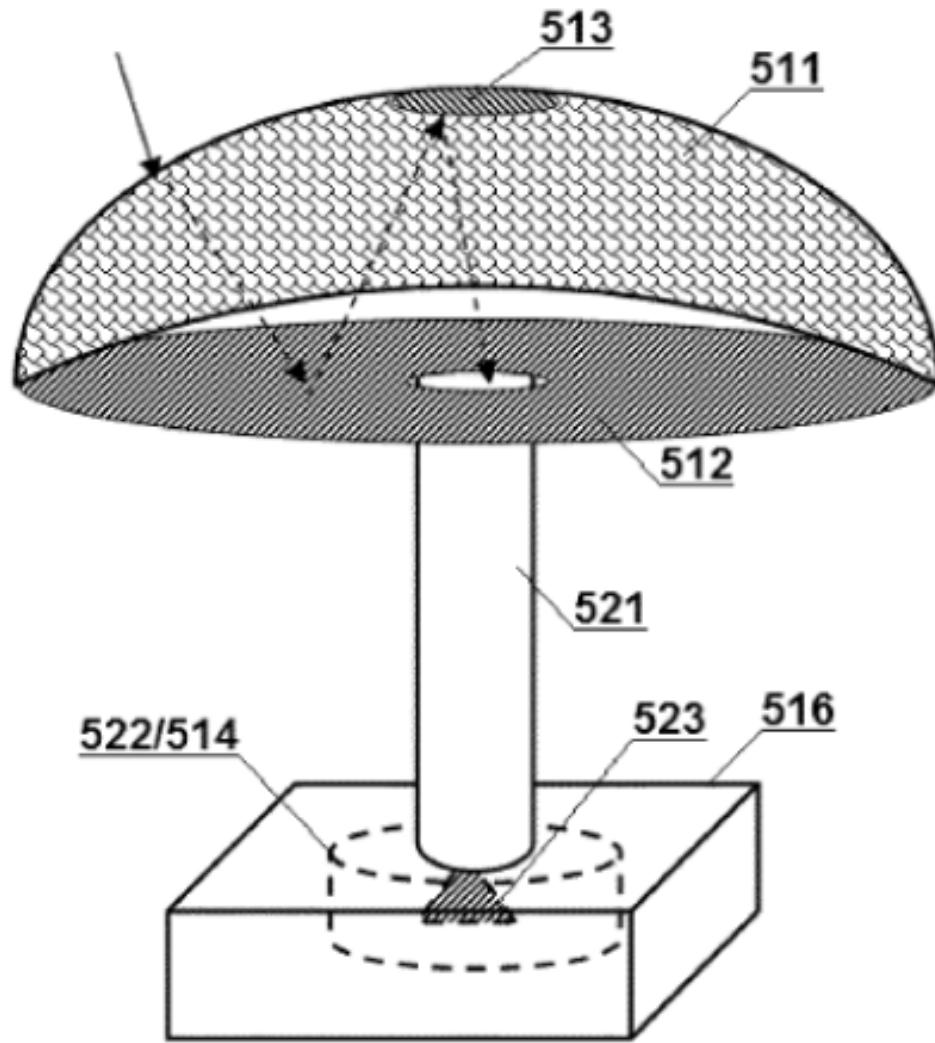


Figura 7