

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 416**

21 Número de solicitud: 202390086

51 Int. Cl.:

F24S 20/20 (2008.01)

F24S 10/95 (2008.01)

F28D 15/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

08.05.2021

30 Prioridad:

13.01.2021 CN 202110043689

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.10.2023

71 Solicitantes:

NANJING TECH UNIVERSITY (100.0%)
No 30, Puzhu Road (s)
211816 NANJING (Jiangsu) CN

72 Inventor/es:

LING, Xiang;
DU, Mingsheng;
LIU, Changtian y
ZHAO, Juan

74 Agente/Representante:

CODOÑER MOLINA, Vicente

54 Título: **NUEVO ABSORBEDOR DE CALOR DE PLACA PLANA CON EL SISTEMA DE APLICACIÓN DE TIPO TORRE PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA SOLAR**

57 Resumen:

La presente invención describe un nuevo absorbedor de calor de placa plana con el sistema de aplicación de tipo torre para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar. Aprovechando la disposición de la rejilla y la innovación de la estructura del absorbedor de calor de placa plana en la presente invención, la altura de los absorbedores de calor se reduce en más de la mitad en comparación con el absorbedor de calor convencional de tubo térmico, de modo que se reduce el área de barlovento, se baja el centro de gravedad y se mejora su estabilidad. Además, se adopta el método de transferencia de calor indirecta por el principio del tubo térmico en el que el absorbedor de calor de placa plana pueda soportar una alta densidad de flujo de calor y choque térmico, extendiendo su vida útil.

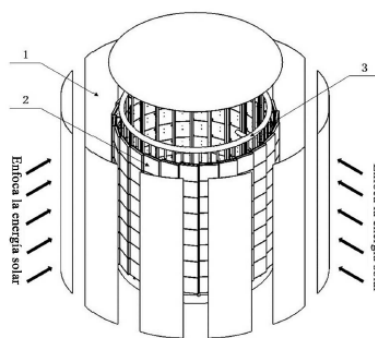


Fig. 1

DESCRIPCIÓN**NUEVO ABSORBEDOR DE CALOR DE PLACA PLANA CON EL SISTEMA DE APLICACIÓN DE TIPO TORRE PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE LA ENERGÍA SOLAR**

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a unos absorbedores de calor de placa plana y un sistema de aplicación de tipo torre para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar, que corresponde al campo técnico de utilización de calor solar a alta temperatura.

10

Antecedentes técnicos

En el siglo 21, con el agotamiento de los combustibles fósiles y la contaminación ambiental cada vez más grave, los problemas energéticos se han convertido en un cuello de botella que restringe el rápido desarrollo de la economía de China. Como una energía renovable con grandes reservas, limpia y respetuosa con el medio ambiente, y ampliamente distribuida, la energía solar se está convirtiendo en un punto caliente en la investigación, el desarrollo y su utilización como campo de energía. El sistema de tipo torre de generación de energía eléctrica térmica proveniente de la energía solar, por las ventajas como alto múltiplo de concentración, alta eficiencia de conversión fototérmica y bajo costo de generación de energía, se ha desarrollado rápidamente. Sin embargo, debido al funcionamiento en condiciones de carga de calor de estado inestable, irregular y de alta densidad de flujo de energía, el absorbedor de calor del sistema de tipo torre de generación de energía eléctrica tiene problemas como el sobrecalentamiento local, la fatiga térmica y el trinquete de calor, afectando mucho la estabilidad y confiabilidad del absorbedor de calor, lo que se ha convertido en un problema técnico clave que afecta el rendimiento del sistema de tipo torre de generación de energía eléctrica térmica. Además, para aumentar el múltiplo de concentración, se precisa de un amplio campo de espejo de heliostatos, que requiere que el absorbedor de calor se coloque en un foco de campo de espejo más alto, lo que resulta en un área de barlovento más grande y un centro de gravedad más alto en relación con el suelo, provocando la inestabilidad del absorbedor de calor y de la torre central. En caso de la posición de foco y el área de absorción de calor invariable, la estructura del absorbedor de calor debe ajustarse para resolver los problemas mencionados.

35

El absorbedor de calor es el componente clave del sistema de tipo torre de generación de energía eléctrica térmica, y el absorbedor de calor directo mantiene una gran diferencia de temperatura entre la placa absorbente de luz y el fluido frío, lo que hace que el absorbedor de calor sufra daños causados por tensión térmica y se reduce su vida útil. El absorbedor de calor convencional de tubo térmico requiere que la sección de condensación se ubique por encima de la sección de evaporación, de modo que el absorbedor de calor tenga un centro de gravedad más alto y un volumen mayor con la misma área de absorción de calor.

Contenido de invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar, cuya placa absorbente de luz tiene buena uniformidad de temperatura, tensión térmica pequeña, alta eficiencia de transferencia de calor y larga vida, que puede resolver el problema de la corta vida útil causado por el sobrecalentamiento local y la fatiga térmica del absorbedor de calor existente bajo la acción de una carga térmica de estado inestable, irregular y de alta densidad de flujo de energía. Mientras, el absorbedor de calor de placa plana tiene un centro de gravedad más bajo y volumen menor con la condición de la misma área de absorción de calor, lo que puede resolver el problema del absorbedor de calor de tubo térmico existente, del cual la altura y el centro de gravedad son demasiado altos y el volumen es demasiado grande.

El objeto de la presente invención es también para proporcionar un sistema de tipo torre que utilice el nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar.

Para resolver los problemas técnicos mencionados, la solución técnica adoptada en la presente invención consiste en:

Nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar, que incluye desde el exterior hacia el interior una placa absorbente de luz establecidas, un fieltro de fibra metálica, una malla de alambre, una rejilla, una placa divisora, unas aletas, una tapa provista de un tubo de entrada y un tubo de salida, del cual el lado del absorbedor de calor está provisto de tiras de sellado para formar un entorno de sellado; un tubo de llenado dispuesto pasa por la placa divisora; la placa absorbente de luz, la placa divisora, las tiras de

sellado y el tubo de llenado constituyen el lado de placa térmica, y el interior del lado de placa térmica está en estado de vacío y contiene el fieltro de fibra metálica, la malla de alambre, la rejilla y el fluido de transferencia de calor que ingresa a través del tubo de llenado; la placa divisora, las aletas, las tiras de sellado, la tapa, el tubo de entrada y el tubo de salida constituyen el lado de intercambio de calor, el fluido de funcionamiento pasa por el lado de intercambio de calor a través del tubo de entrada y el tubo de salida, y el fluido de transferencia de calor transfiere energía térmica al fluido de funcionamiento circulante aprovechando transferencia de calor indirecta según el principio de del tubo térmico; la superficie de evaporación y la superficie de condensación del fluido de transferencia de calor en el absorbedor de calor están en el mismo nivel horizontal.

Además, el fluido de transferencia de calor absorbe el calor de la placa absorbente de luz y se evapora, libera el calor y se condensa en la placa divisora, y el fluido de transferencia de calor condensado regresa a la superficie interior de la placa absorbente de luz para ingresar al siguiente ciclo; el calor exotérmico de condensación se transfiere al fluido de funcionamiento a través de la placa divisora y las aletas.

Además, la rejilla está conectada mediante impresión 3D o soldadura a la superficie de condensación de la placa divisora, que está inclinada a la superficie de evaporación de la placa absorbente de luz en un ángulo de entre 10° a 30°, y en la dirección de altura de la rejilla se extiende a la superficie de la malla de alambre.

Además, en la rejilla se establecen los marcos hexagonales regulares inclinados, y en la parte más baja en la dirección longitudinal están los bordes de los marcos; en cada cara del marco lejos de la superficie de condensación y del borde, se abre un orificio pasante que no excede la longitud del borde del marco, y cada marco hexagonal regular se comunica con los seis marcos hexagonales regulares adyacentes a través de los orificios pasantes; alternatively, en la rejilla se establecen las placas inclinadas de prisma triangular, que no son continuas en el mismo nivel y se escalonan entre sí en diferentes niveles.

Además, la placa divisora también está provista de placas deflectoras dispuestas horizontalmente, y los extremos de las placas deflectoras adyacentes están escalonados; las aletas tienen forma de zigzag y forman un corredor de intercambio de calor de regreso múltiple dentro del lado de intercambio de calor con las placas

deflectoras; e tubo de entrada y el tubo de salida están dispuestos diagonalmente en el lado del intercambio de calor, y el tubo de entrada está por encima del tubo de salida; el fluido de funcionamiento es aire o dióxido de carbono supercrítico.

Además, la superficie exterior de la placa absorbente de luz está recubierta con un recubrimiento absorbente de luz resistente a altas temperaturas, y la superficie interior está provista de una superficie de micro-hoyo; el fieltro de fibra metálica conecta estrechamente con la superficie interior de la placa absorbente de luz y está cubierta por la malla de alambre, y la malla de alambre y el fieltro de fibra metálica están soldados por puntos en la superficie interior de la placa absorbente de luz; el fluido de transferencia de calor es metal líquido, y el porcentaje de llenado del fluido de transferencia de calor es del 30% a 50% del volumen del lado de la placa térmica en condiciones de funcionamiento; el material utilizado para la placa absorbente de luz, el fieltro de fibra metálica, la malla de alambre, la rejilla, la placa divisora, las tiras de sellado, el tubo de termopar y el tubo de llenado es de acero inoxidable, aleación a base de níquel de alta temperatura o aleación de titanio.

Además, el absorbedor de calor está provisto del tubo de termopar, que junto con el tubo de llenado pasan a través del lado de intercambio de calor hacia el interior del lado de placa térmica; una vez llenado el fluido de transferencia de calor, el extremo del tubo de llenado se aplasta, se suelda y se sella; el tubo de termopar está soldado y sellado mediante las placas de sellado con el tubo pasante en el extremo frontal del lado de la placa térmica, en el interior del cual se coloca el termopar. El punto de detección de temperatura está en contacto con las placas de sellado y el tubo de termopar está por encima del nivel de líquido del fluido de transferencia de calor y no entra en contacto con la malla de alambre ni la rejilla.

Un sistema de generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar, que comprende de un protector contra el viento, un circuito de circulación y el nuevo absorbedor de calor de placa de tipo torre plana para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar mencionado anteriormente, el protector contra el viento cubre los absorbedores de calor de placa plana y el circuito de circulación, el circuito de circulación se encuentra en detrás de los absorbedores de calor de placa plana, los absorbedores de calor de placa plana están conectados en paralelo a través del circuito de circulación, y cada absorbedor de calor de placa plana es un elemento de transferencia de calor y absorción de luz independiente.

Además, el protector contra el viento comprende de una tapa protectora contra el viento y palas protectoras contra el viento estrechamente dispuestas en paralelo; el circuito de circulación incluye unos tubos de derivación de entrada, un tubo anular de entrada, unos tubos principales de entrada, unos tubos de derivación de salida, un tubo anular de salida, unos tubos principales de salida, entre los cuales están dispuestos opuestamente los dos tubos principales de entrada en el tubo anular de entrada, y se establecen verticalmente varios tubos de derivación de entrada paralelos en el tubo anular de entrada; la relación de configuración entre los tubos de derivación de salida, el tubo anular de salida y los tubos principales de salida es la misma que los tubos de derivación de entrada, el tubo anular de entrada y los tubos principales de entrada; el tubo anular de entrada y el tubo anular de salida son paralelas entre sí, y los tubos de derivación de entrada y los tubos de derivación de salida se configuran y se corresponden entre sí; el tubo de derivación de entrada consiste en el cuerpo, una brida, una rama y un tapón, la estructura del tubo de derivación de salida es la misma que el tubo de derivación de entrada, la rama del tubo de derivación está conectada al tubo de entrada y al tubo de salida del absorbedor de calor de placa plana por rosca o brida, y también se puede usar como soporte para fijar el absorbedor de calor de placa plana.

Además, los diámetros del tubo de derivación de entrada, el tubo anular de entrada y el tubo principal de entrada es menor respectivamente que los diámetros del tubo de derivación de salida, el tubo anular de salida y el tubo principal de salida; la distancia entre el tubo de derivación de entrada y el tubo de derivación de salida correspondiente al mismo absorbedor de calor de placa plana es mayor que el grosor del absorbedor de calor de placa plana.

En comparación con la técnica existente, la presente invención tiene las siguientes ventajas y efectos:

El método de transferencia de calor indirecta según el principio del tubo térmico evita el intercambio de calor directo entre la placa absorbente de luz y el fluido frío, lo que puede reducir el estrés térmico, la deformación térmica y la fatiga térmica causadas por la enorme diferencia de temperatura del absorbedor de calor de placa plana y prolongar su vida útil;

Como fluido de transferencia de calor, el metal líquido tiene un punto de fusión relativamente bajo, una alta temperatura de ebullición y excelentes características de transferencia de calor, permitiendo una operación con un mayor caudal de calor para lograr una mayor temperatura de salida del fluido de funcionamiento;

5 La acción capilar del fieltro de fibra metálica y el efecto de reflujo de la rejilla hacen que el fluido de transferencia de calor líquido se distribuya de manera más uniforme en la superficie de evaporación, de modo que la placa absorbente de luz tenga un mejor rendimiento de uniformidad de temperatura y evite problemas como el sobrecalentamiento local;

10 Con el nuevo absorbedor de calor de placa plana es fácil de lograr la estandarización, la modularización, y la conexión paralela a través del circuito de circulación. Cada absorbedor de calor de placa plana funciona como un elemento de transferencia de calor y absorción de luz independiente, y los absorbedores de calor de placa se apilan uno a uno en dirección tanto horizontal como vertical formando una
15 pantalla absorbente de calor, sin embargo no se afectan entre sí durante el funcionamiento. Se observa en tiempo real el estado de funcionamiento del absorbedor de calor de placa plana a través del termopar en el tubo de termopar, que se puede reemplazar de forma independiente en caso de ocurrir daños, provisto de una mejor seguridad, un mantenimiento más conveniente y menores costos de
20 mantenimiento.

En resumen, el nuevo absorbedor de calor de placa plana con el sistema de aplicación de tipo torre para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar de la presente invención adopta el método de transferencia de calor indirecta según el principio de tubo térmico, de modo que la placa absorbente de luz del
25 absorbedor calor de placa plana tiene un buen rendimiento de uniformidad de temperatura, capaz de soportar una alta densidad de flujo de calor y choque térmico, evitar el sobrecalentamiento local y los puntos calientes, y proporcionar la entrada del fluido de funcionamiento estable y de alta temperatura para el sistema de generación de energía. La presente invención, según el principio de tubo térmico, utiliza metal
30 líquido como fluido de transferencia de calor en el lado de la placa térmica del absorbedor de calor de placa plana, mejorando la uniformidad de temperatura de la superficie de calentamiento y la eficiencia de transferencia de energía térmica, prolongando la vida útil del absorbedor de calor de placa plana y teniendo en cuenta el

procesamiento y uso y el mantenimiento y reemplazo del absorbedor de calor (en el sistema de energía solar de tipo torre real, su diámetro y altura pueden alcanzar decenas de metros o incluso cientos de metros, por lo que a menudo hay ascensor y otras herramientas de transporte dentro de la torre central para facilitar que el personal de funcionamiento y el personal de mantenimiento realicen el mantenimiento. Por lo tanto, es importante mencionar que la distancia entre el tubo de derivación de entrada y el tubo de derivación de salida correspondiente al mismo absorbedor de calor de placa plana es mayor que el grosor del absorbedor de calor de placa plana, que debe de tenerse en cuenta al diseñar el absorbedor de calor de placa plana. Al reemplazar, se pueden quitar la brida de conexión y el dispositivo fijo de los tubos de entrada y salida del absorbedor de calor de placa plana, y se pueden reciclar de los tubos de derivación de entrada y salida al vehículo de transporte y reemplazarse con un nuevo absorbedor de calor de placa plana), lo que resuelve el problema del alto costo del mantenimiento a gran escala mediante el método de montaje modular.

Además, a partir de la comparación del principio de funcionamiento y de la altura del absorbedor de calor en la Figura 12, se puede notar que el absorbedor de calor convencional de tipo tubo térmico necesita colocar la sección de condensación sobre la sección de evaporación y el fluido de transferencia de calor líquido condensado regresa a lo largo de la pared a la sección de evaporación, de modo que la sección de evaporación tenga un mejor rendimiento de uniformidad de temperatura. La sección de condensación y la sección de evaporación del nuevo absorbedor de calor de placa plana propuesto por la presente invención se encuentran a la misma altura horizontal, a través del efecto de reflujo de la rejilla y la posición de entrada del fluido de funcionamiento y la disposición del canal de flujo de las aletas, el fluido de transferencia de calor líquido condensado regresa a la superficie de evaporación, y se distribuye de forma uniforme sobre la superficie de evaporación bajo la combinación de la gravedad y la acción capilar del fieltro de fibra metálica para obtener un mejor rendimiento de uniformidad de temperatura. Es equivalente al absorbedor de calor de tubo térmico convencional anteriormente mencionado. Dado que la sección de condensación, la sección adiabática y la sección de evaporación del nuevo absorbedor de calor de placa plana propuesto por la presente invención están ubicadas al mismo nivel horizontal, la altura del nuevo absorbedor de calor de placa plana se reduce al menos a la mitad en comparación con el absorbedor de calor de tubo térmico convencional, manteniendo la misma área de absorción de calor. Por lo tanto, el centro de gravedad del absorbedor de calor y el centro de gravedad de la torre central se

desplazarán hacia abajo, y el área de barlovento del absorbedor de calor se reducirá a la mitad. Bajo las mismas condiciones de viento, el dispositivo fijo del absorbedor de calor y la torre central soporta menos fuerza, mejorando la estabilidad y la seguridad del absorbedor de calor y la torre central, y reduciendo el consumo de acero y los
5 costos de producción.

Descripción de las figuras adjuntas

La figura 1 muestra el nuevo absorbedor de calor de placa plana y su sistema de la presente invención.

La figura 2 muestra una vista superior del nuevo absorbedor de calor de placa
10 plana y su sistema de la presente invención.

La figura 3 muestra la apariencia del protector contra el viento de la presente invención.

La figura 4 muestra una vista explosionada del nuevo absorbedor de calor de placa plana de la presente invención.

La figura 5 muestra una sección longitudinal del nuevo absorbedor de calor de
15 placa plana de la presente invención.

La figura 6 muestra un detalle local de la sección longitudinal media del nuevo absorbedor de calor de placa plana de la presente invención.

La figura 7 muestra la apariencia del nuevo absorbedor de calor de placa plana
20 de la presente invención.

La figura 8 muestra la apariencia de la rejilla con marcos hexagonales regulares del nuevo absorbedor de calor de placa plana de la presente invención.

La figura 9 muestra la apariencia de la rejilla de placas inclinadas de prisma triangular del nuevo absorbedor de calor de placa plana de la presente invención.

La figura 10 muestra la apariencia del circuito de circulación y la ruta de flujo de
25 la presente invención.

La figura 11 muestra un detalle local del tubo de derivación de entrada del circuito de circulación de la presente invención.

La figura 12 muestra la comparación del principio de funcionamiento y la altura de los absorbedores de calor.

5 Método de aplicación detallado

Con el fin de describir aún más el contenido, características y funciones de la presente invención, se describe en detalle junto con las figuras y realizaciones específicas adjuntas a la descripción, pero la presente invención no se limita a estas realizaciones.

10 Como se muestra en las figuras 1 y 4, un nuevo absorbedor de calor de placa plana y un sistema de tipo torre de aplicación para la generación de energía eléctrica mediante la energía solar. El sistema incluye un protector contra el viento 1, un absorbedor de calor de placa plana 2 y un circuito de circulación 3. Según el principio del tubo térmico el absorbedor de calor de placa plana 2 realiza la transferencia
15 indirecta de calor para lograr un mejor rendimiento de uniformidad de temperatura de la placa absorbente de luz 2.1. Durante el proceso de funcionamiento, la energía solar enfocada de alta densidad de flujo de energía pasa a través del protector contra el viento 1, se irradia en la placa absorbente de luz 2.1 del absorbedor de calor de placa plana 2, se absorbe por el recubrimiento absorbente de luz 2.1.1 y se convierte en
20 energía térmica, se transmite a la superficie de evaporación interna de la placa absorbente de luz 2.1 a través de la placa absorbente de luz 2.1, el fluido de transferencia de calor absorbe el calor, se evapora y vaporiza, el vapor transporta una gran cantidad de calor para liberar el calor y condensar en la superficie de condensación de la placa divisora 2.6, por una parte, el líquido condensado regresa al
25 fieltro de fibra metálica 2.2 y la malla de alambre 2.3 a lo largo de la dirección inclinada de la rejilla 2.4, la acción capilar del fieltro de fibra metálica 2.2 y el efecto de reflujo de la rejilla 2.4 hacen que el fluido de transferencia de calor líquido se distribuye en la superficie de evaporación interna de la placa absorbente de luz 2.1, por otra parte, el calor liberado por la condensación pasa a través de las aletas 2.5 y la placa divisora
30 2.6 y se transfiere a la superficie de intercambio de calor de las aletas 2.5 y de la placa divisora 2.6, y el fluido de funcionamiento fluye a través de las aletas 2.5 y la placa divisora 2.6, absorbiendo el calor para entrar en el circuito de circulación 3. El tubo térmico tiene un excelente rendimiento isotérmico y conductividad térmica, y el método

de transferencia de calor indirecta proporciona un mejor rendimiento uniforme de la temperatura de la placa absorbente de luz 2.1.

Como se muestra en las figuras 1 y 3, el protector contra el viento 1 está hecha de vidrio o plástico reforzado con alta transmisión de luz, baja conductividad térmica, resistencia a altas temperaturas, baja densidad y alta resistencia, que incluye una tapa protectora contra el viento 1.2 y palas protectoras contra el viento estrechamente dispuestas en paralelo 1.1, y cubre los absorbedores de calor de placa plana 2 y el circuito de circulación 3. Las palas protectoras contra el viento estrechamente dispuestas en paralelo 1.1 pueden evitar la pérdida de calor causada por el flujo de aire horizontal, y la tapa protectora contra el viento 1.2 puede evitar la pérdida de calor causada por la convección axial causada por los absorbedores de calor de placa plana de alta temperatura 2.

Como se muestra en la figura 4, el absorbedor de calor de placa plana 2 incluye la placa absorbente de luz 2.1, el fieltro de fibra metálica 2.2, la rejilla 2.4, el medio de transferencia de calor (fluido de transferencia de calor), las aletas 2.5 y el fluido de funcionamiento, etc., utilizando el proceso de transición de fase gas-líquido del fluido de transferencia de calor para proporcionar una transmisión de calor rápida. El proceso de cambio de fase del fluido de funcionamiento de transferencia de calor puede realizar la transferencia rápida de un gran flujo de calor y tiene una alta conductividad térmica.

Como se muestra en las figuras 4 y 5, la placa absorbente de luz 2.1 y la placa divisora 2.6, las tiras de sellado 2.7, el tubo de termopar 2.9 y el tubo de llenado 2.10 constituyen el lado de placa térmica, cuyo interior está en estado de vacío y contiene el fieltro de fibra metálica 2.2, la malla de alambre 2.3, la rejilla 2.4 y el fluido de transferencia de calor. Además, las aletas 2.5 y la placa divisora 2.6, las tiras de sellado 2.7, el tubo de entrada 2.11, la tapa 2.12, el tubo de salida 2.13 y la brida del absorbedor de calor 2.14 constituyen el lado del intercambio de calor, y el fluido de funcionamiento fluye al lado del intercambio de calor a través del tubo de entrada 2.11, el tubo de salida 2.13 y la brida del absorbedor de calor 2.14. El ambiente de vacío en el lado de la placa térmica puede evitar tanto la influencia del gas no condensable en el rendimiento del lado de la placa térmica como las reacciones de deterioro como la oxidación del fluido de transferencia de calor.

Como se muestra en las figuras 6 y 7, la superficie exterior de la placa absorbente de luz 2.1 está recubierta con un recubrimiento absorbente de luz resistente a altas temperaturas 2.1.1, como el material de recubrimiento metálico P1501 (basado en Ni-Mo) desarrollado por Cheng Xudong de la Universidad Tecnológica de Wuhan o el material de recubrimiento metal-cerámico P2712 (basado en Co-WC), la superficie interior de la placa absorbente de luz 2.1 está formada por grabado láser y otros procesos para formar la superficie de micro-hoyo 2.1.2, y la forma, el diámetro, la profundidad y el espaciado del micro-hoyo se pueden optimizar de acuerdo con los últimos resultados de investigación. Por ejemplo, el diámetro del agujero propuesto por Chatpun es de aproximadamente 10 micras, y la distancia entre los agujeros es de aproximadamente 3 mm, y Hutter propone que la profundidad del agujero tiene poco efecto. El fieltro de fibra metálica 2.2 dentro del lado de la placa térmica se conecta estrechamente con la superficie interior de la placa absorbente de luz 2.1, está cubierto por la malla de alambre 2.3, y la malla de alambre 2.3 y el fieltro de fibra metálica 2.2 están soldados por puntos a la superficie interior de la placa absorbente de luz 2.1 con láminas de níquel, y la posición de la soldadura por puntos corresponde a la posición del centro del marco hexagonal regular 2.4.1 de la rejilla 2.4; la rejilla 2.4 está conectada directamente a la superficie de condensación de la placa divisora 2.6 mediante impresión 3D o soldadura y otras técnicas de procesamiento, e inclina un cierto ángulo θ (10° a 30°) desde la superficie de condensación hasta la superficie de evaporación, extendiéndose a la superficie de la malla de alambre 2.3, el porcentaje de llenado del fluido de transferencia de calor es del 30% a 50% del volumen del lado de la placa térmica en condiciones de funcionamiento.

La superficie del micro-hoyo 2.1.2 de la placa absorbente de luz 2.1 puede proporcionar más núcleos de ebullición para la evaporación del fluido de transferencia de calor y fortalecer la evaporación o la transferencia de calor de ebullición; mediante la soldadura por puntos con láminas de níquel, el fieltro de fibra metálica 2.2 y la malla de alambre metálico 2.3 adherirán más firmemente a la superficie interior de la placa absorbente de luz 2.1, se suelda por puntos en la posición correspondiente al centro del marco hexagonal regular 2.4.1 de la rejilla 2.4, que hace que la posición de protuberancia y expansión del fieltro de fibra metálica 2.2 y la malla de alambre 2.3 cae en el marco hexagonal regular 2.4.1, así absorbe mejor el fluido de transferencia de calor líquido que regresa a lo largo del borde; la rejilla 2.4 está conectada directamente a la placa divisora 2.6, lo que implica expandir el área de superficie de condensación y fortalecer la condensación, además, puede evitar que el fluido de

transferencia de calor líquido condensado fluya a lo largo de la superficie de condensación hasta la parte inferior del lado de la placa térmica; el ángulo de inclinación θ de la rejilla 2.4 puede hacer que el fluido de transferencia de calor líquido condensado regrese a la malla de alambre 2.3 a una velocidad más rápida para evitar la acumulación en la rejilla 2.4; el porcentaje de llenado del fluido de transferencia de calor debe determinarse de acuerdo con las condiciones de funcionamiento, si se llena poco, ocurrirá el fenómeno de secado que resultará en sobrecalentamiento, y si se llena demasiado, se reducirá el área de transferencia de calor por transición de fase, perdiendo la ventaja del tubo térmico.

10 Como se muestra en las figuras 8 y 9, por ejemplo, la rejilla 2.4 es de marcos hexagonales regulares inclinados 2.4.1, y en la parte más baja en la dirección longitudinal están los bordes de los marcos (el borde presentado por el marco hexagonal regular en el espacio tridimensional, en su sección transversal se puede observar un hexágono regular, el borde corresponde al punto de la esquina hexagonal regular, y se requiere que los dos puntos de esquina correspondientes al hexágono regular deben estar en el punto más alto y el punto más bajo, y el punto más alto y el punto más bajo no pueden reemplazarse por bordes, es decir, las caras del marco hexagonal regular del espacio tridimensional); en cada cara del marco lejos de la superficie de condensación y del borde, se abre un orificio pasante que no excede la longitud del borde del marco, y cada marco hexagonal regular 2.4.1 se comunica con los seis marcos hexagonales regulares adyacentes 2.4.1 a través de los orificios pasantes.

25 Por ejemplo, en la rejilla 2.4 alternativamente se pueden usar las placas inclinadas de prisma triangular 2.4.2, que no son continuas en el mismo nivel y se escalonan entre sí en diferentes niveles. Los marcos hexagonales regulares 2.4.1 y las placas inclinadas de prisma triangular 2.4.2 están diseñados para permitir que el fluido de transferencia de calor líquido condensado regresa a la posición correspondiente de la superficie de evaporación. La velocidad de flujo del fluido de transferencia de calor condensado a lo largo de los bordes de los marcos hexagonales regulares 2.4.1 es mayor que la velocidad de flujo a lo largo de las caras de los marcos hexagonales regulares 2.4.1; los orificios pasantes puede asegurar el equilibrio de presión en el lado de placa térmica, y el vapor del fluido de transferencia de calor puede fluir libremente a la zona de baja presión con un efecto de condensación más obvio; la

disposición escalonada de placas inclinadas de prisma triangular 2.4.2 se da en base a la consideración anterior de la velocidad de flujo y el equilibrio de presión.

Como se muestra en la Figura 4, el fluido de transferencia de calor es un metal líquido, como sodio, potasio, cesio, litio, aleación de sodio-potasio, etc. El material
5 utilizado para la placa absorbente de luz 2.1, el fieltro de fibra metálica 2.2, la malla de alambre 2.3, la rejilla 2.4, la placa divisora 2.6, las tiras de sellado 2.7, el tubo de termopar 2.9, el tubo de llenado 2.10 es de acero inoxidable, aleación a base de níquel de alta temperatura o aleación de titanio y otros materiales compatibles con el fluido de transferencia de calor. El metal líquido tiene una alta temperatura de ebullición y
10 excelentes características de transferencia de calor, permitiendo una operación con un mayor caudal de calor para lograr una mayor temperatura de salida del fluido de funcionamiento, pero con requisitos de compatibilidad para materiales de embalaje.

Como se muestra en la Figura 6, el tubo de termopar 2.9 y el tubo de llenado 2.10 pasan a través del lado de intercambio de calor hacia el interior del lado de la
15 placa térmica; una vez llenado el fluido de transferencia de calor, el extremo del tubo de llenado 2.10 se aplasta, se suelda y se sella; El tubo de termopar 2.9 está soldado y sellado mediante una placa de sellado 2.9.1 con el tubo pasante 2.9.2 en el extremo frontal del lado de la placa térmica, en el interior del cual se coloca el termopar. El punto de detección de temperatura está en contacto con las placas de sellado 2.9.1 y
20 el tubo de termopar 2.9 está por encima del nivel de líquido del fluido de transferencia de calor y no entra en contacto con la malla de alambre 2.3 ni la rejilla 2.4. El tubo de termopar 2.9 y el tubo de llenado 2.10 se extienden desde el lado del intercambio de calor, garantizando la integridad de la placa absorbente de luz 2.1, haciendo las tiras de sellado 2.7 planas, logrando una pantalla absorbente de calor por el montaje de los
25 absorbedores de calor de placa plana 2 en dirección tanto horizontal como vertical; el termopar dentro del tubo de termopar 2.9 mide la temperatura de saturación del vapor del fluido de transferencia de calor, que sirve como base para identificar el estado de funcionamiento y el deterioro del absorbedor de calor de placa plana 2.

Como se muestra en la Figura 4, las aletas 2.5 tienen forma de zigzag y forman
30 un corredor de intercambio de calor de regreso múltiple dentro del lado del intercambio de calor con las placas deflectoras 2.8; se muestra la disposición del corredor de intercambio de calor con un único canal y cinco regresos en la Figura 4, además, los regresos del corredor de intercambio de calor deben estar dispuestos horizontalmente

en lugar de verticalmente, para garantizar que la temperatura en la placa divisora cambie en un gradiente vertical, y la temperatura del corredor horizontal en la parte superior de la placa divisora sea la más baja. El tubo de entrada 2.11 y el tubo de salida 2.13 están dispuestos diagonalmente en el lado del intercambio de calor, y el tubo de entrada 2.11 debe estar por encima del tubo de salida 2.13, conectado al circuito de circulación 3 por rosca o brida de absorbedor de calor 2.14; el fluido de funcionamiento es aire o dióxido de carbono supercrítico u otros fluidos de funcionamiento.

El corredor de intercambio de calor de regreso múltiple puede extender el tiempo de intercambio de calor del fluido de funcionamiento y aumentar la temperatura de salida del fluido de funcionamiento; el tubo de entrada 2.11 está por encima del tubo de salida 2.13, haciendo la temperatura superior de la superficie de condensación más baja, condensando más fluido de transferencia de calor y devolviendo más fluido de transferencia de calor líquido a la parte superior del fieltro de fibra metálica 2.2 y de la malla de alambre 2.3, bajo la influencia sinérgica de la gravedad y la acción capilar, la parte superior de la placa absorbente de luz 2.1 tiene más fluido de transferencia de calor; el tubo de salida 2.13 está debajo, lo que puede aumentar la temperatura del fluido de transferencia de calor líquido inferior, de modo que con más evaporación y ebullición se producen el vapor del fluido de transferencia de calor; los dos tubos anteriores pueden hacer que el fluido de transferencia de calor líquido se distribuya de forma más uniforme en la superficie de la placa absorbente de luz 2.1, la diferencia de temperatura de la placa absorbente de luz 2.1 sea menor y el rendimiento de temperatura uniforme sea mejor; una vez conectados con el circuito de circulación 3 a través de rosca o brida, el desmontaje y la expansión serán más convenientes; el fluido de funcionamiento se puede cambiar de acuerdo con los requisitos del sistema de generación de energía.

Como se muestra en las Figuras 10 y 11, el circuito de circulación 3 está compuesto por los tubos de derivación de entrada 3.1, el tubo anular de entrada 3.2, los tubos principales de entrada 3.3, los tubos de derivación de salida 3.4, el tubo anular de salida 3.5 y los tubos principales de salida 3.6, y el tubo anular de entrada 3.2 está provista de dos tubos principales de entrada dispuestos opuestamente 3.3, y verticalmente varios tubos de derivación de entrada 3.1 paralelos, la relación de configuración entre los tubos de derivación de salida 3.4, el tubo anular de salida 3.5 y los tubos principales de salida 3.6 es la misma que los tubos de derivación de entrada

3.1, el tubo anular de entrada 3.2 y los tubos principales de entrada 3.3. El tubo anular de entrada 3.2 y el tubo anular de salida 3.5 son paralelos entre sí, y los tubos de derivación de entrada 3.1 y los tubos de derivación de salida 3.4 se corresponden entre sí.

5 Los diámetros de todos los tubos de salida son mayores que los diámetros de todos los tubos de entrada (el diámetro del tubo de derivación de entrada 3.1, el tubo anular de entrada 3.2 y el tubo principal de entrada 3.3 es menor que el diámetro del tubo de derivación de salida 3.4, el tubo anular de salida 3.5 y el tubo principal de salida 3.6 respectivamente); el tubo de derivación de entrada 3.1 incluye el cuerpo principal 3.1.1, la brida 3.1.2, la rama 3.1.3 y el tapón 3.1.4, la estructura del tubo de derivación de salida 3.4 es la misma que el tubo de derivación de entrada 3.1, la rama del tubo de derivación 3.1.3 está conectada al tubo de entrada y al tubo de salida 2.11 del absorbedor de calor de placa plana 2 por rosca o brida, y también se puede usar como soporte para fijar el absorbedor de calor de placa plana 2.

15 Se requiere que el espacio entre el tubo de derivación de entrada 3.1 y el tubo de derivación de salida 3.4 correspondiente al mismo absorbedor de calor de placa plana 2 sea mayor que el espesor del absorbedor de calor de placa plana 2. Los diámetros de los tubos de salida son mayores que los de los tubos de entrada debido a la temperatura de salida más alta que causa expansión del fluido de funcionamiento, con el fin de evitar la vibración causada por una velocidad de flujo demasiado rápida en los tubos de salida y otros problemas; se utiliza el circuito de circulación 3 como soporte auxiliar para fijar el absorbedor de calor de placa plana, lo que puede mejorar la seguridad de la instalación externa del absorbedor de calor de placa plana 2; la distancia entre el tubo de derivación de entrada 3.1 y el tubo de derivación de salida 3.4 es mayor que el grosor del absorbedor de calor de placa plana 2, lo que puede facilitar el desmontaje y montaje del absorbedor de calor de placa plana 2 dentro del sistema solar de tipo torre.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, varios absorbedores de calor de placa plana 2 se conectan en paralelo a través del circuito de circulación 3, y cada absorbedor de calor de placa plana 2 se utiliza como un elemento de transferencia de calor y absorción de luz independiente, y se apilan uno a uno en dirección tanto horizontal como vertical formando una pantalla absorbente de calor, sin embargo no se afectan entre sí durante el funcionamiento y se puede reemplazarse

independientemente en caso de cualquier daño. La pantalla de absorción de calor paralela tiene una mayor estabilidad y seguridad durante el proceso de funcionamiento, y también hace que el absorbedor de calor de placa plana 2 sea más pequeño y modular, y los costos de procesamiento y mantenimiento sean más bajos.

REIVINDICACIONES

1. Un nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar, caracterizado por el nuevo absorbedor de calor de placa plana compuesto de placa absorbente de luz, fieltro de fibra metálica, malla de alambre, rejilla, placa divisora, aletas, tapa provista de tubo de entrada y tubo de salida, y al lado del absorbedor de calor se está provisto de tiras de sellado para formar un entorno de sellado; el tubo de llenado dispuesto pasa por la placa divisora y;

10 La placa absorbente de luz, la placa divisora, las tiras de sellado y el tubo de llenado constituyen el lado de la placa térmica, cuyo interior está en estado de vacío y contiene el fieltro de fibra metálica, la malla de alambre, la rejilla y el fluido de transferencia de calor que ingresa por el tubo de llenado; la placa divisora, las aletas, las tiras de sellado, la tapa, el tubo de entrada y el tubo de salida constituyen el lado de intercambio de calor, por el cual pasa el fluido de funcionamiento desde el tubo de entrada y el tubo de salida, y el fluido de transferencia de calor transfiere la energía térmica al fluido de funcionamiento circulante aprovechando transferencia de calor indirecta según el principio de del tubo térmico; la superficie de evaporación y la superficie de condensación del fluido de transferencia de calor en el absorbedor de calor están en el mismo nivel horizontal.

2. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar según la reivindicación 1, una de sus características es: el fluido de transferencia de calor en el absorbedor de calor absorbe el calor de la placa absorbente de luz y se evapora, libera el calor y se condensa en la placa divisora, y el fluido de transferencia de calor condensado regresa a la superficie interior de la placa absorbente de luz para ingresar al siguiente ciclo; el calor exotérmico de condensación se transfiere al fluido de funcionamiento a través de la placa divisora y las aletas.

30

3. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar según la reivindicación 2, una de sus características es: la rejilla está conectada mediante impresión 3D o soldadura a la superficie de condensación de la placa divisora, que está inclinada a la superficie de

evaporación de la placa absorbente de luz en un ángulo de entre 10° a 30°, y en la dirección de altura de la rejilla se extiende a la superficie de la malla de alambre.

4. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar según la reivindicación 3, una de sus características es: en la rejilla se establecen los marcos hexagonales regulares inclinados, y en la parte más baja en la dirección longitudinal están los bordes de los marcos; en cada cara del marco lejos de la superficie de condensación y del borde, se abre un orificio pasante que no excede la longitud del borde del marco, y cada marco hexagonal regular se comunica con los seis marcos hexagonales regulares adyacentes a través de los orificios pasantes;

Alternativamente, en la rejilla se establecen las placas inclinadas de prisma triangular, que no son continuas en el mismo nivel y se escalonan entre sí en diferentes niveles.

15

5. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, una de sus características es: la placa divisora también está provista de placas deflectoras dispuestas horizontalmente, y los extremos de las placas deflectoras adyacentes están escalonados; las aletas tienen forma de zigzag y forman un corredor de intercambio de calor de regreso múltiple dentro del lado de intercambio de calor con las placas deflectoras;

20

El tubo de entrada y el tubo de salida están dispuestos diagonalmente en el lado del intercambio de calor, y el tubo de entrada está por encima del tubo de salida;

25

El fluido de funcionamiento es aire o dióxido de carbono supercrítico.

6. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, una de sus características es: la superficie exterior de la placa absorbente de luz está recubierta con un recubrimiento absorbente de luz resistente a altas temperaturas, y la superficie interior está provista de una superficie de micro-hoyo;

30

El fieltro de fibra metálica conecta estrechamente con la superficie interior de la placa absorbente de luz y está cubierta por la malla de alambre, y la malla de alambre

y el fieltro de fibra metálica están soldados por puntos en la superficie interior de la placa absorbente de luz;

El fluido de transferencia de calor es metal líquido, y el porcentaje de llenado del fluido de transferencia de calor es del 30% a 50% del volumen del lado de la placa
5 térmica en condiciones de funcionamiento;

El material utilizado para la placa absorbente de luz, el fieltro de fibra metálica, la malla de alambre, la rejilla, la placa divisora, las tiras de sellado, el tubo de termopar y el tubo de llenado es de acero inoxidable, aleación a base de níquel de alta temperatura o aleación de titanio.

10

7. El nuevo absorbedor de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, una de sus características es: el absorbedor de calor está provisto del tubo de termopar, que junto con el tubo de llenado pasan a través del lado
15 de intercambio de calor hacia el interior del lado de placa térmica; una vez llenado el fluido de transferencia de calor, el extremo del tubo de llenado se aplasta, se suelda y se sella; el tubo de termopar está soldado y sellado mediante las placas de sellado con el tubo pasante en el extremo frontal del lado de la placa térmica, en el interior del cual se coloca el termopar. El punto de detección de temperatura está en contacto con las
20 placas de sellado y el tubo de termopar está por encima del nivel de líquido del fluido de transferencia de calor y no entra en contacto con la malla de alambre ni la rejilla.

8. Un sistema de generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar, una de sus características es: el sistema comprende de un protector
25 contra el viento, un circuito de circulación y los nuevos absorbedores de calor de placa plana para la generación de energía eléctrica de tipo torre mediante la energía solar mencionado en cualquiera de las reivindicaciones 1-7; el protector contra el viento cubre los absorbedores de calor de placa plana y el circuito de circulación, el circuito de circulación se encuentra en detrás de los absorbedores de calor de placa plana, los
30 absorbedores de calor de placa plana están conectados en paralelo a través del circuito de circulación, y cada absorbedor de calor de placa plana es un elemento de transferencia de calor y absorción de luz independiente.

9. El sistema según la reivindicación 8, una de sus características es: el protector contra el viento comprende de una tapa protectora contra el viento y palas protectoras contra el viento estrechamente dispuestas en paralelo;

El circuito de circulación incluye unos tubos de derivación de entrada, un tubo anular de entrada, unos tubos principales de entrada, unos tubos de derivación de salida, un tubo anular de salida, unos tubos principales de salida, entre los cuales están dispuestos opuestamente los dos tubos principales de entrada en el tubo anular de entrada, y se establecen verticalmente varios tubos de derivación de entrada paralelos en el tubo anular de entrada; la relación de configuración entre los tubos de derivación de salida, el tubo anular de salida y los tubos principales de salida es la misma que los tubos de derivación de entrada, el tubo anular de entrada y los tubos principales de entrada; el tubo anular de entrada y el tubo anular de salida son paralelas entre sí, y los tubos de derivación de entrada y los tubos de derivación de salida se configuran y se corresponden entre sí; el tubo de derivación de entrada consiste en el cuerpo, una brida, una rama y un tapón, la estructura del tubo de derivación de salida es la misma que el tubo de derivación de entrada, la rama del tubo de derivación está conectada al tubo de entrada y al tubo de salida del absorbedor de calor de placa plana por rosca o brida, y también se puede usar como soporte para fijar el absorbedor de calor de placa plana.

20

10. El sistema según la reivindicación 8 o 9, una de sus características es: los diámetros del tubo de derivación de entrada, el tubo anular de entrada y el tubo principal de entrada es menor respectivamente que los diámetros del tubo de derivación de salida, el tubo anular de salida y el tubo principal de salida; la distancia entre el tubo de derivación de entrada y el tubo de derivación de salida correspondiente al mismo absorbedor de calor de placa plana es mayor que el grosor del absorbedor de calor de placa plana.

25

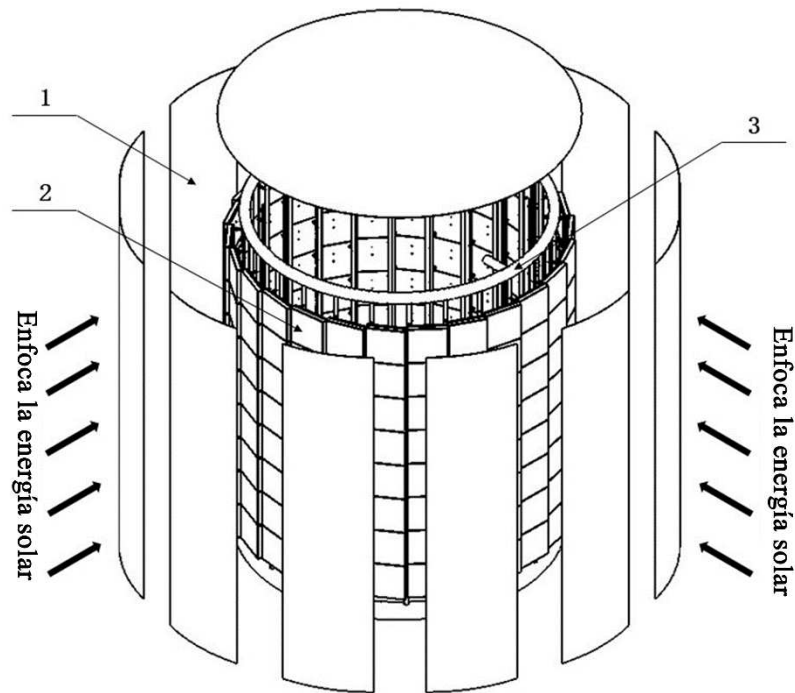


Fig. 1

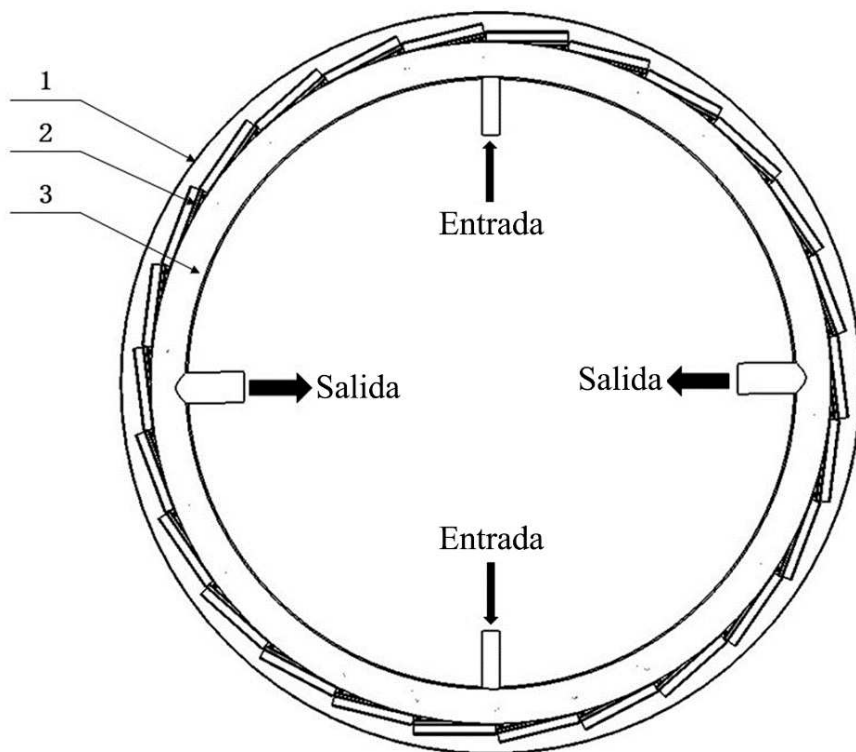


Fig. 2

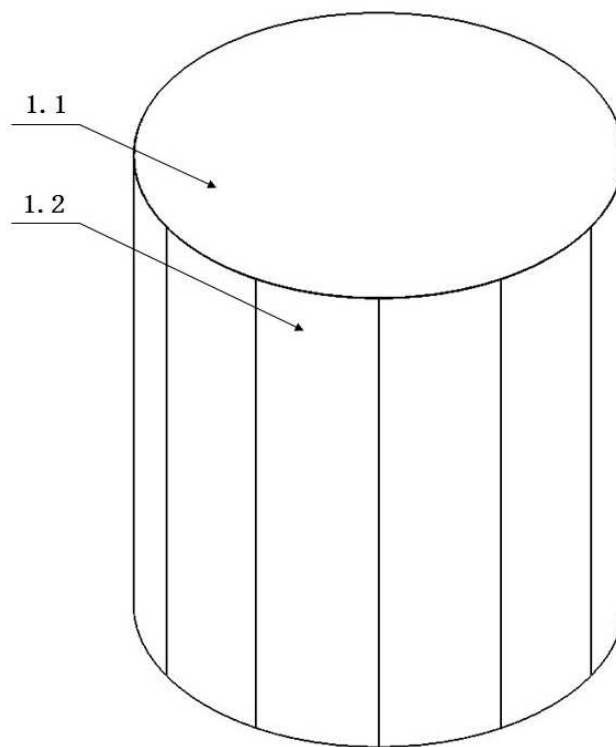


Fig. 3

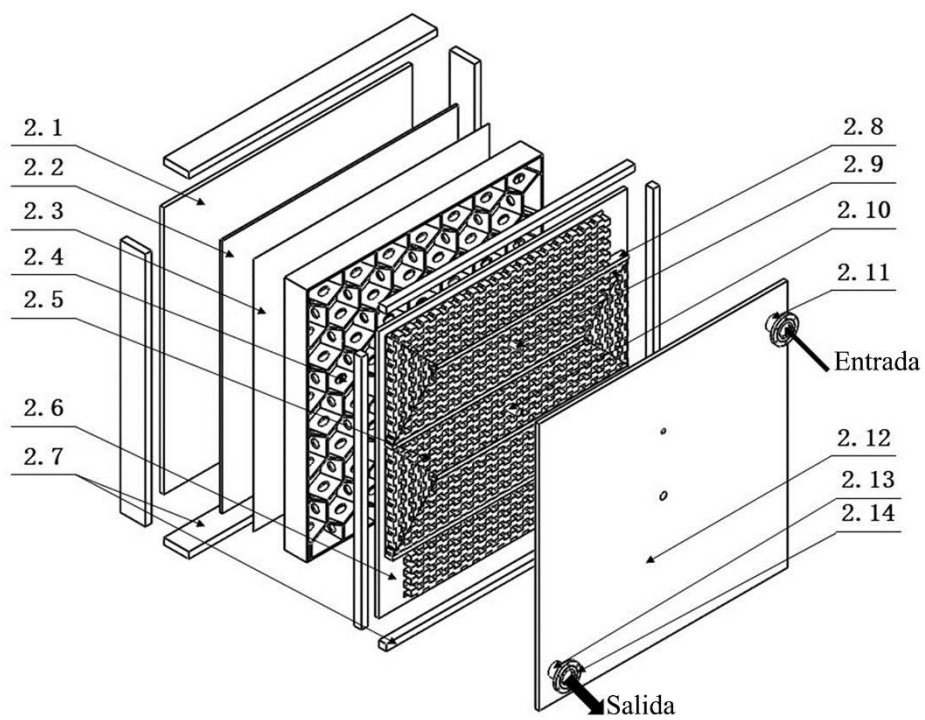


Fig. 4

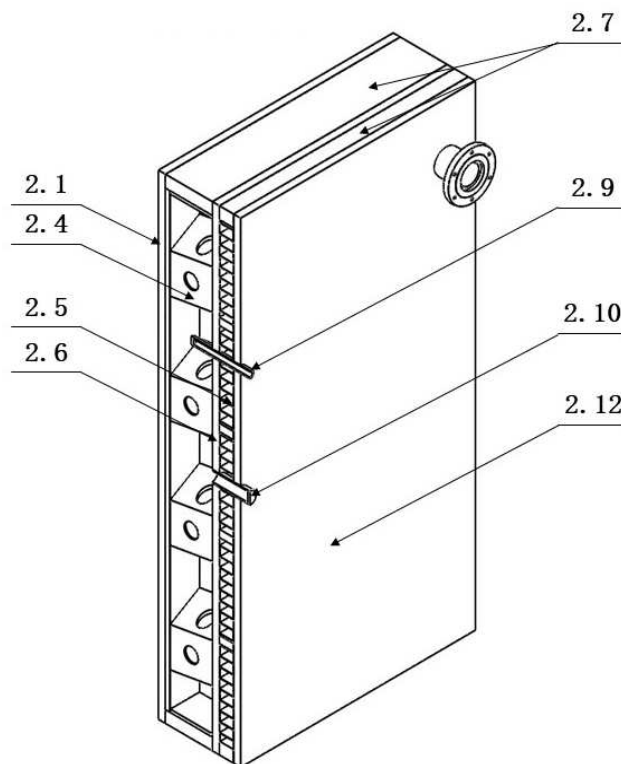


Fig. 5

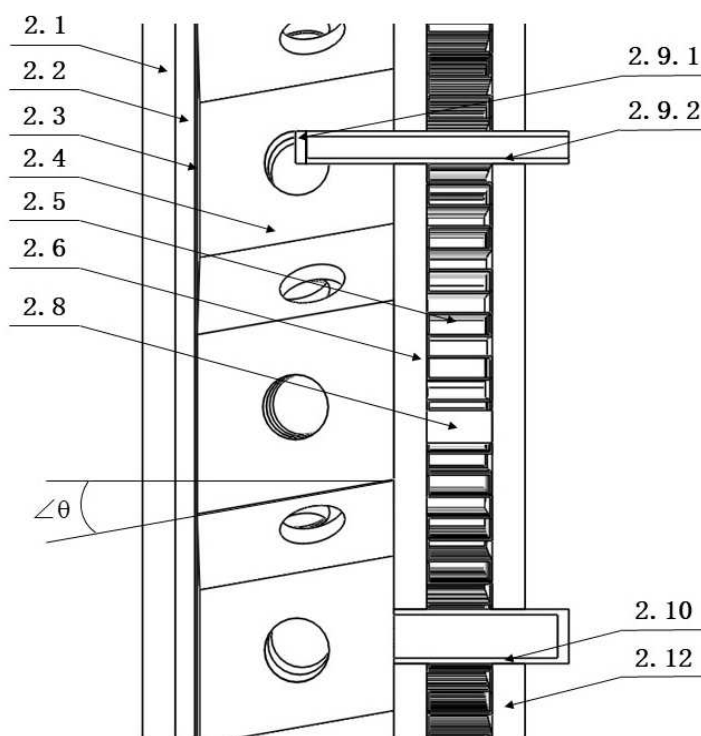


Fig. 6

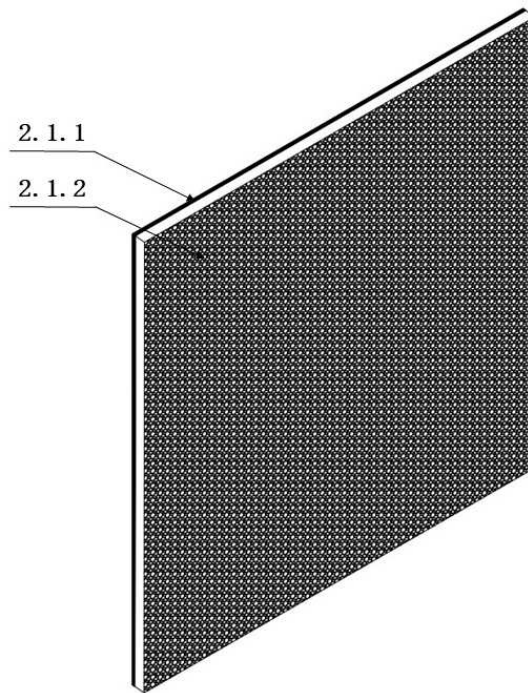


Fig. 7

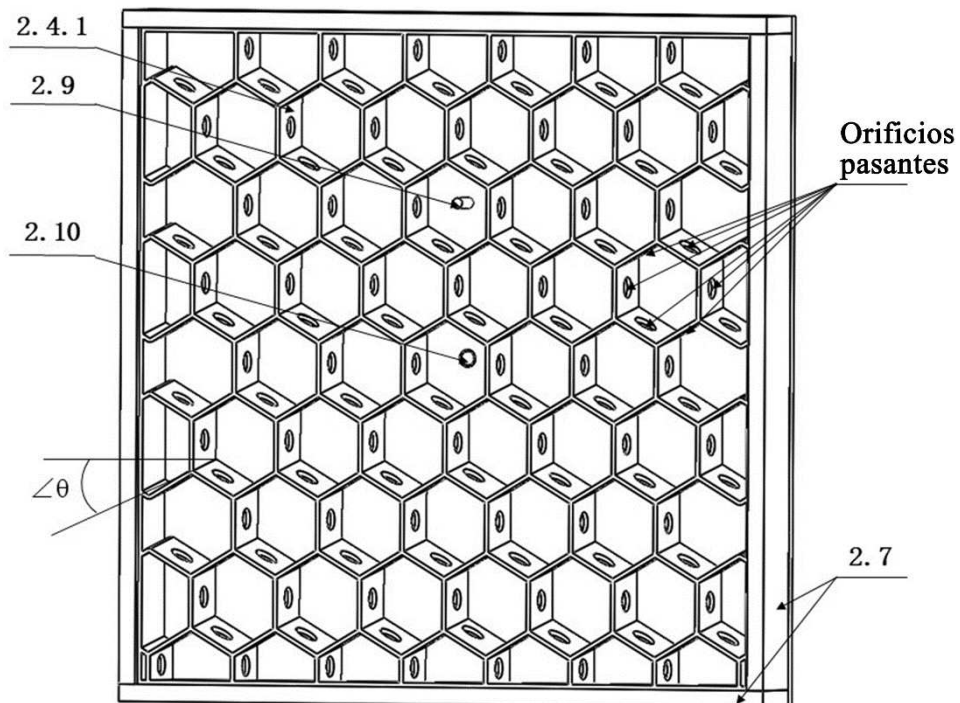


Fig. 8

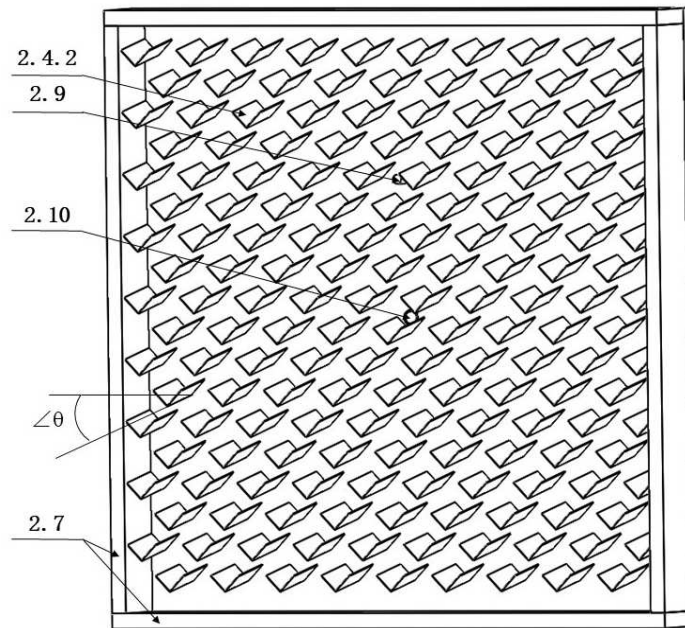


Fig. 9

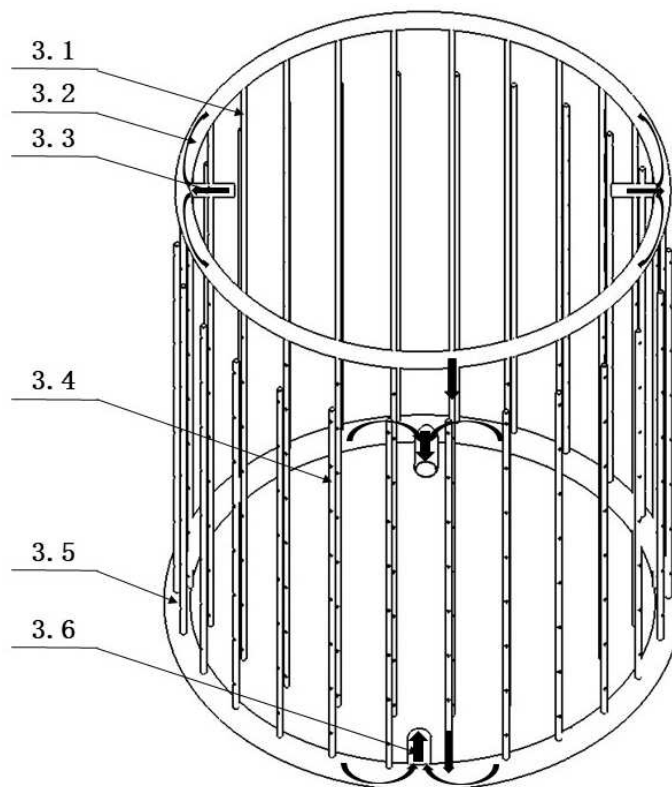


Fig. 10

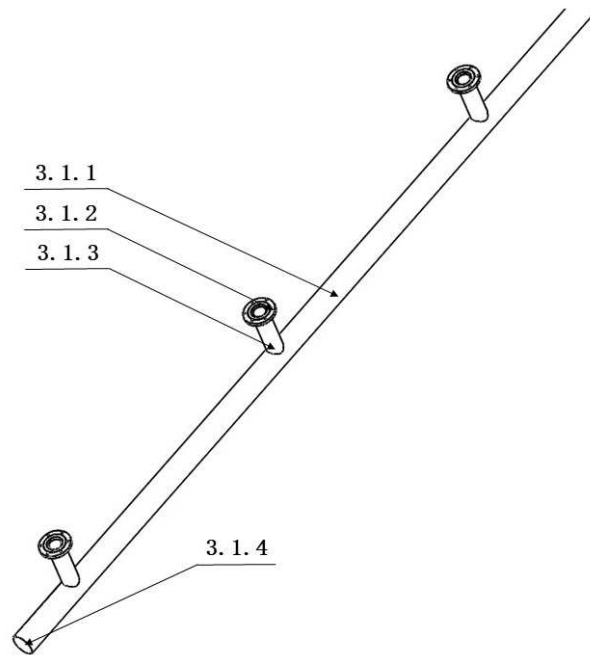


Fig. 11

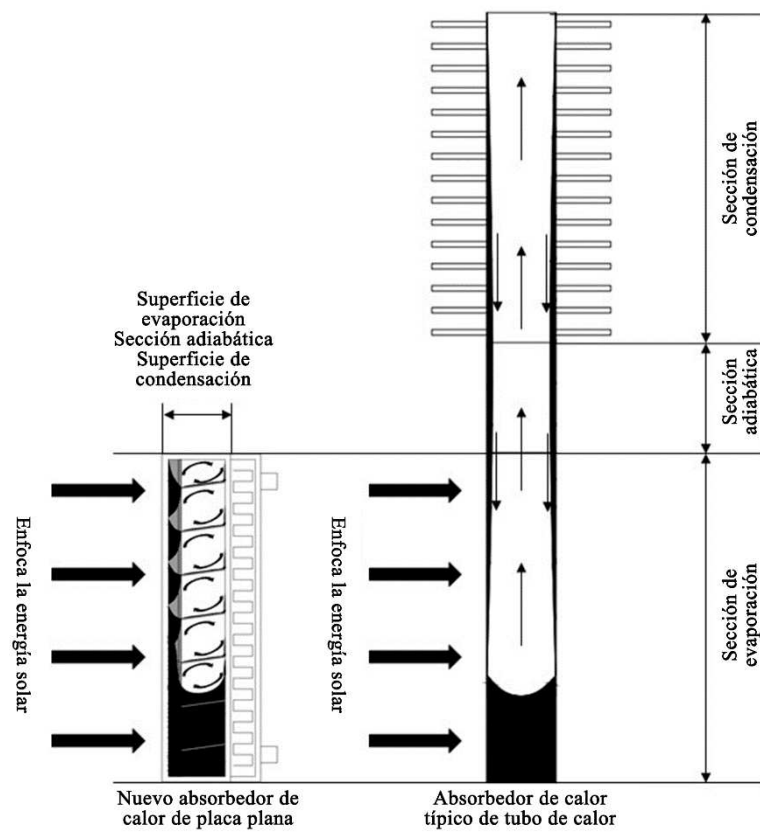


Fig. 12