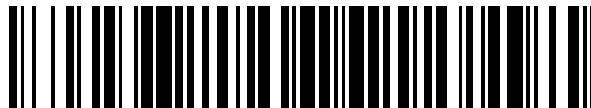


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 776**

51 Int. Cl.:

F28D 20/00 (2006.01)

F28D 17/00 (2006.01)

C09K 5/14 (2006.01)

F24J 2/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2012 PCT/CN2012/076424**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.03.2013 WO13040912**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2012 E 12833719 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017 EP 2767789**

54 Título: **Dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase**

30 Prioridad:

23.09.2011 CN 201110285859

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

19.03.2018

73 Titular/es:

**BEIJING TERASOLAR PHOTOTHERMAL
TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
P18 Building 1 NO.3 Yongchang North Road,
Beijing Economic-Technological Development
Area
Beijing 100176 , CN**

72 Inventor/es:

LIU, YANG

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 659 776 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase aplicable a diversos campos, más particularmente al campo de la utilización solar térmica.

10 ANTECEDENTES

Con el uso de la energía solar y otras energías renovables floreciendo en todo el mundo, la energía solar concentrada (CSP) ha sido gradualmente reconocida. En un sistema CSP, la absorción y transferencia de calor tienen un papel muy importante. En las tecnologías de captación térmica solar, actualmente el aceite de transferencia de calor se utiliza principalmente como medio de transferencia de calor, después del intercambio de calor a través del aceite de transferencia de calor, se impulsa una turbina de vapor convencional para hacer que un generador genere energía. Dado que la temperatura de operación del aceite de transferencia de calor debe controlarse por debajo de 400°C, más allá de esta temperatura causará grietas por transferencia de calor, aumento la viscosidad, reducción de la eficiencia de transferencia de calor y otros problemas, limitando la temperatura de operación de la concentración de la energía solar. Mientras tanto, el costo de uso del aceite de transferencia de calor es alto, por lo tanto, existe una necesidad urgente de un nuevo medio de trabajo de transferencia de calor para reemplazar el aceite de transferencia de calor, para elevar la temperatura de operación y reducir el costo del equipo y el costo de operación. Actualmente, las alternativas del medio de transferencia de calor de las tecnologías de captación solar térmica internacional incluyen materiales de sal fundida, pero su punto de cristalización es relativamente alto, la mayoría son de 230°C a 260°C, por lo que todavía hay muchas dificultades en el reemplazo directo. Actualmente, la sal fundida se utiliza principalmente para el almacenamiento de energía térmica.

La tecnología de generación directa de vapor (DSG) que utiliza directamente agua como medio de intercambio de calor ha sido probada durante muchos años, y el principio de la tecnología es similar al principio de operación de un tubo de calor de caldera de vapor, que utiliza agua como medio de trabajo para inyectar agua a baja temperatura desde un extremo de la tubería de absorción de calor. El agua se calienta gradualmente durante el proceso de movimiento a lo largo de la dirección axial de la tubería, y se convierte en vapor saturado cuando alcanza el punto de ebullición, y luego continúa absorbiendo calor y se convierte en vapor sobrecalentado. Debido a que la inestabilidad ocurre cuando el agua hierve en el tubo de calentamiento, hay problemas de transmisión de corriente de dos fases, presión de vapor desigual en el tubo de recolección de calor, etc., y ocurren fenómenos de daños como golpes de ariete, vibración, fatiga del material de tubería; también durante el período en que el vapor saturado se convierte en vapor sobrecalentado, debido a la mala conductividad térmica del vapor y la capacidad de absorción de calor relativamente débil, el daño causado por el sobrecalentamiento de la tubería es propenso a ocurrir; y cuando la tubería se calienta de forma irregular, la diferencia de temperatura de las paredes de la tubería es relativamente grande, por lo tanto, se producirá una flexión grave, lo que genera otras pérdidas (como un daño en el sello de vacío); además, la tecnología existente todavía no puede resolver una serie de problemas causados por que una parte de la tubería DSG no se calienta (por ejemplo, el campo reflejado tiene sombra localmente debido a la cobertura de la nube), por ejemplo, el control del flujo de entrada de agua y salida de vapor, e impactos del cambio de parámetro. Por lo tanto, la tecnología todavía está en la etapa experimental. Pero mientras estos problemas puedan ser resueltos, la tecnología DSG se convertirá en la tecnología clave de la generación de energía termosolar ambientalmente segura con el menor costo y la más alta eficiencia. El documento de la técnica anterior US 6,397,936 B1 describe un condensador tolerante a la congelación para un sistema de transferencia de calor en bucle cerrado. Más específicamente, el condensador incluye un recinto y una arteria porosa localizada dentro y que se extiende a lo largo del recinto. Se define un espacio de vapor entre el recinto y la arteria, y un espacio líquido se define mediante un pasaje central dentro de la arteria. El documento de la técnica anterior US 4,748,826 describe un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

RESUMEN

55 El objetivo de la presente invención es superar los problemas anteriores existentes en la técnica anterior y proporcionar un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase que se puede aplicar a diversos campos.

60 De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, se proporciona un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase, que incluye un tubo interno, un tubo exterior y un medio de intercambio de calor; donde el espacio entre el tubo interior y el tubo exterior forma un todo o parte de una región de fase líquida; un todo o una parte del espacio dentro del tubo interno forma una región de vaporización; el medio de intercambio de calor con una primera presión dentro de la región de fase líquida entra en la región de vaporización con una segunda presión mientras se calienta cuando fluye, y fluye fuera del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase después de evaporarse; en el que la primera presión es superior a la segunda presión; en el que, el tubo exterior está dispuesto en secciones, y una válvula de retención está dispuesta en una entrada del medio de intercambio de

5 calor en fase líquida de cada sección del tubo exterior; un tubo de suministro de medio de intercambio de calor está dispuesto fuera del tubo exterior y en paralelo a lo largo de la dirección axial del tubo interior; cada sección del tubo externo se conecta independientemente al tubo de suministro de medio de intercambio de calor a través de una de las válvulas de retención, ejecutando control de presión independiente y control de entrada de medio de intercambio de calor por separado.

Preferiblemente, el medio de intercambio de calor es agua o aceite de transferencia de calor.

10 El dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de acuerdo con las realizaciones de la presente invención se puede aplicar a los campos de utilización térmica solar tales como colector fototérmico de tipo canal, colector fototérmico de matriz Fresnel o colector fototérmico de tipo torre, etc.; también se aplica a los campos de calentamiento de la caldera, y la aplicación de entrada y salida de calor de un sistema de almacenamiento de calor.

15 El dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de las realizaciones según la presente invención puede inyectar simultáneamente un medio de intercambio de calor a la región de vaporización del tubo interno desde una pluralidad de puntos de posición a lo largo de la dirección axial del tubo, de modo que la cantidad del medio de intercambio de calor inyectado en cada posición es relativamente pequeña, y puede obtener una transformación de fase básicamente similar del aumento de temperatura a lo largo de la mayor parte de la longitud axial del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase; debido a la circulación en espiral del medio de intercambio de calor en fase líquida en el sistema, se reduce la desigualdad de temperatura en la superficie circunferencial debido al calentamiento irregular del tubo, a fin de evitar la deformación del tubo; además, supera los siguientes defectos en la técnica anterior: de manera convencional, el medio de intercambio de calor se inyecta directamente en un extremo del tubo de calentamiento, y se calienta gradualmente mientras se mueve a lo largo de la dirección axial dentro del tubo de calentamiento, lo que provoca taponar el estado de flujo en la región de ebullición de flujo saturado, el estado de calentamiento inestable debido al flujo laminado, la capacidad de absorción de calor desigual del tubo de calentamiento a lo largo de la dirección axial y la temperatura desigual en la circunferencia de la sección de tubo de calentamiento después de la vaporización, etc; también supera problemas como el golpe de ariete, el fenómeno de oscilación, el daño por fatiga de la tubería, el desgaste debido a una parte del sobrecalentamiento de la tubería y la curvatura de la tubería, etc., provocados por la transmisión de corriente de dos fases en la dirección axial y la distribución desigual de la presión de vapor. Además, debido a que la temperatura del tubo exterior es relativamente uniforme en la mayoría de las posiciones a lo largo de la dirección de longitud axial de la tubería de absorción, y la diferencia no es grande, la eficiencia total de absorción de calor del dispositivo según las realizaciones de la invención es mayor que el modo de entrada de extremo único convencional.

35 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase;

40 La FIG. 2. es un diagrama esquemático de la disposición de un orificio pasante capilar de un tubo de metal interior de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase;

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase aplicado al campo de matriz de Fresnel de energía solar;

45 La FIG. 4-1 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase aplicado al campo de matriz de Fresnel de energía solar;

50 La FIG. 4-2 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase;

La FIG. 4-3 es un diagrama esquemático del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase que se calienta;

55 La FIG. 4 -4 es un diagrama estructural esquemático de un cuarto tubo del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase;

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de acuerdo con una realización de la presente invención;

60 La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase;

65 La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

Las realizaciones de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

5 La FIG. 1 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase. Se puede ver desde una vista en sección parcial de la FIG. 1 que, un dispositivo 1 de intercambio de calor de transformación de fase incluye un tubo 2 de metal interno, un tubo 3 de metal exterior y un medio 4 de intercambio de calor. El tubo 2 de metal interior y el tubo 3 de metal exterior están dispuestos dentro y fuera del mismo eje. El espacio anular formado entre el tubo 2 de metal interior y el tubo 3 de metal exterior es una región de fase líquida, y el espacio interno del tubo 2 de metal interno es una región de vaporización.

15 Los pasajes medios pasantes están dispuestos en la pared del tubo 2 de metal interno a lo largo de la dirección de la longitud axial del tubo 2 de metal interno, donde cada uno de los pasos del medio es un orificio pasante capilar 7, un capilar, una boquilla o un puerto de material permeable.

20 La pared exterior del tubo 3 metálico exterior es una superficie de calentamiento; el medio de intercambio de calor en fase líquida se calienta dentro de la región de fase líquida. Además, debido a la convección de líquido y a la circulación forzada, la temperatura circunferencial es básicamente uniforme, lo que puede evitar una deformación grave debido a la gran diferencia de temperatura de pared causada por el calentamiento irregular del exterior del tubo 3 de metal exterior. La temperatura de la región de fase líquida es mayor que la temperatura del vapor saturado correspondiente a la presión de la región de vaporización formada por el tubo 2 de metal interno, para proporcionar continuamente el calor necesario para la vaporización del medio de intercambio de calor dentro de la región de vaporización y completar el proceso de intercambio de calor de transformación de fase del medio de intercambio de calor.

25 El proceso de intercambio de calor específico es el siguiente:

30 Se proporciona una válvula de retención en la entrada del tubo 3 de metal exterior, que controla los suplementos continuos del medio 4 de intercambio de calor y mantiene la presión interna de la región de fase líquida; el medio 4 de intercambio de calor fluye a través de la región de fase líquida en forma de fase líquida, recibe calor transmitido desde la pared exterior del tubo 3 de metal exterior; después de que el medio 4 de intercambio de calor en fase líquida se calienta, la temperatura y la presión aumentan; cuando la presión diferencial entre el medio 4 de intercambio de calor en fase líquida y el medio 4 de intercambio de calor dentro de la región de vaporización es mayor que un cierto valor, el medio 4 de intercambio de calor en fase líquida pasa a través de los orificios pasantes 7 capilares de la pared del tubo 2 de metal interno desde la región de fase líquida (alta presión) a la región de vaporización (baja presión); debido a que hay ciertas caídas de presión cuando se expulsan desde los orificios pasantes 7 capilares, por ejemplo, 1-2 MPa, la diferencia de temperatura de saturación entre los dos es aproximadamente 20-25°C. Después de alcanzar el tubo 2 de metal interno, parte del medio de intercambio de calor en fase líquida con alta presión parpadea, y otra parte recibe el calor transmitido a la pared interna del tubo 2 de metal interno a través de la región de fase líquida (mientras tanto la temperatura de la pared interna del tubo 2 de metal interno mantiene una temperatura al menos 20°C mayor que la temperatura de saturación correspondiente a la presión interna del tubo 2 de metal interno). El medio 4 de intercambio de calor en fase líquida puede obtener fácilmente energía y transformarse en el medio 4 de intercambio de calor en fase de vapor, y enviarse al sistema exterior; debido a que cada uno de los orificios pasantes capilares 7 es relativamente pequeño, impulsado por la diferencia de presión o la temperatura, el flujo que sale del orificio es muy pequeño; básicamente, incluso el intercambio de calor de ebullición se produce dentro del tubo 2 de metal interior, evitando así una gran cantidad de depósito de fase líquida en la parte inferior o generando estados inestables tales como la ebullición brusca local, etc.

50 Cuando la recepción continua de calor externo por la pared exterior del tubo 3 metálico exterior aumenta, el calor transferido a la pared interior del tubo 3 de metal exterior y el medio de intercambio de calor en fase líquida dentro de la región de fase líquida por la pared exterior aumenta, por lo tanto, aumentan la presión y la temperatura del medio de intercambio de calor en fase líquida. De acuerdo con la teoría del flujo de orificios, el flujo del orificio se relaciona directamente con la presión de entrada y salida del orificio, y tiene una relación inversa con la viscosidad de la fase líquida. La temperatura aumenta, la viscosidad del líquido disminuye, y el flujo del orificio aumentará, es decir, cuando el calor recibido por el medio 4 de intercambio de fase aumenta, y la presión o temperatura aumenta, el flujo del orificio aumentará, para liberar la presión y la temperatura, alcanzando así la estabilización relativa entre la presión interna y la temperatura.

60 Cuando la recepción continua de calor externo por la pared exterior del tubo 3 de metal exterior es insuficiente, el flujo del orificio se reduce debido a la temperatura y presión internas del medio de intercambio de calor de fase líquida de la región de fase líquida, el flujo expulsado a la región de vaporización disminuye automáticamente, lo que logra el propósito de controlar el flujo del medio de intercambio de calor de fase líquida y el medio de intercambio de calor de fase de vapor automáticamente de acuerdo con el flujo de calor recibido por el sistema.

65 El dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase puede controlar automáticamente el flujo interno según la condición de calentamiento externo, garantiza continuamente la estabilidad relativa de la temperatura de la

pared interior del tubo 2 de metal interno, y proporciona un buen entorno de intercambio de calor de medio de intercambio de calor; lo que es más importante, porque el medio de intercambio de calor en fase líquida dentro de la región de fase líquida anular formado por el tubo 3 de metal exterior y el tubo 2 de metal interno puede garantizar mejor la estabilidad de su propia temperatura, por lo tanto, incluso la pared del tubo 3 de metal exterior en contacto con el medio de intercambio de calor en fase líquida se calienta de forma desigual la temperatura de la pared es básicamente homogénea bajo el impacto del agua en fase líquida; además, se resuelve el problema de la temperatura no homogénea de la pared anular causado por el proceso de transformación de la fase de vaporización del agua dentro del tubo 2 de metal interior, si el medio 4 de intercambio de calor en fase líquida es agua, es capaz de resolver mejor los problemas tales como la deformación seria del tubo y el daño de estabilidad del sistema debido a la temperatura irregular de la pared anular en el sistema DSG convencional, etc.

El medio 4 de intercambio de calor del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase es una sustancia que tiene transformación en fase de vapor y fase líquida dentro de un ámbito de aplicación adecuado, tal como el medio de tubería de agua, cetona, éter, alcohol, diversos compuestos orgánicos y metal de fase líquida o bajo punto de ebullición, etc. Preferiblemente, el medio 4 de intercambio de calor es agua, aceite de transferencia de calor y de baja temperatura.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático de la disposición de los orificios pasantes del tubo de metal interior de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase. A partir de la porción de sección parcial se puede ver que, preferiblemente, la dirección de los orificios pasantes 7 capilares del tubo 2 de metal interior y la dirección del radio de la sección transversal del tubo forman un ángulo de intersección, por lo tanto, se agranda la ruta de flujo del medio de intercambio de calor y forma rotación a lo largo de la dirección circunferencial, mejora la uniformidad de temperatura en la circunferencia del tubo exterior del dispositivo de intercambio de calor, mejora el efecto de intercambio de calor y evita la deformación de la tubería causado por calentamiento desigual del tubo exterior.

Preferiblemente, excepto para formar el ángulo de intersección con la dirección del radio en la circunferencia, la dirección de los orificios pasantes 7 capilares del tubo de metal interno forma un ángulo inverso con la dirección del vapor que viaja a lo largo de la dirección axial del tubo, de modo que después siendo expulsado desde los orificios pasantes 7 capilares, el medio de intercambio de fase líquida colisiona completamente y toca el vapor, las partículas en fase líquida son además segmentadas y micronizadas, lo que reduce el impacto de la transformación en dos fases del medio de intercambio de calor en fase líquida. Aparte de eso, los orificios pasantes 7 capilares que forman un ángulo inverso también pueden lograr los efectos de hacer que el vapor se mueva en espiral y totalmente, ampliando el área de contacto con la pared de alta temperatura, aumentando el intercambio de calor, homogeneizando la distribución de temperatura en la dirección circunferencial de la pared y reduciendo la deformación de la tubería. Además y preferiblemente, la disposición de los orificios pasantes 7 capilares del tubo de metal interior con intervalos de cambio a lo largo de la dirección axial mejora la desigual distribución de parámetros causada por la salida del vapor del extremo del tubo, hace que la capacidad de absorción de calor de cada sitio a lo largo de la dirección axial relativamente pareja, por lo tanto, las temperaturas de la pared son relativamente consistentes a lo largo de la dirección axial, la capacidad de absorción de calor aumenta, la pérdida de calor se reduce y se evita el daño local por sobrecalentamiento, así el medio de intercambio de calor de vapor mantiene un parámetro estable y seguro durante el movimiento. Parámetro seguro durante el movimiento. Más preferiblemente, el intervalo de los orificios pasantes 7 capilares del tubo interno es relativamente grande en el lado adyacente al extremo de salida del vapor, y el intervalo de los orificios pasantes 7 capilares en el lado alejado del extremo de salida es relativamente pequeño, de acuerdo con la ubicación diferente del calor de recepción, los orificios pasantes 7 capilares dispuestos irregularmente pueden obtener un rendimiento de intercambio de calor de vapor relativamente estable. Preferiblemente, el medio de intercambio de calor de fase líquida se inyecta en la región de vaporización desde la región de fase líquida usando el modo de inyección de líquido de compresión de tipo de pulso. La expulsión de líquido de compresión se realiza en el espacio interior y exterior del tubo en un cierto intervalo de tiempo, y la cantidad de líquido se controla de este modo, disminuyendo así la dificultad de procesamiento de los orificios pasantes 7 capilares de pequeño diámetro.

En un ejemplo, para mejorar la eficacia de trabajo del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase, preferiblemente, el tubo 2 de metal interno está provisto con muy pocos orificios de los orificios pasantes capilares en la dirección de la salida de vapor, para reducir la cantidad de inyección del vapor en este lugar, después de pasar por este lugar, el vapor se calienta en vapor sobrecalentado, es decir, el vapor tiene algunos espacios de sobrecalentamiento en la dirección de la salida de vapor, por lo que no hay inyección del medio de intercambio de calor de fase líquida en el extremo de salida del medio de intercambio de calor de vapor, y el vapor se calienta directamente para finalizar el proceso de calentamiento adicional.

El dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase usa un medio de intercambio de calor con capacidad de transformación de fase dentro de ciertas temperaturas, por ejemplo, el agua, como medio de trabajo, dentro del espacio de calentamiento lineal (por ejemplo, una forma de tubo). El agua se inyecta de manera relativamente uniforme a lo largo de la dirección axial, de modo que la transformación de la fase de absorción de calor del agua inyectada se produce principalmente en la trayectoria a lo largo de la dirección radial. Un conducto de agua de distribución del tubo interior está dispuesto a lo largo de la dirección axial del tubo de calefacción, el agua a baja temperatura de la entrada es expulsada relativamente de manera uniforme en cada ubicación de distribución a

lo largo de la dirección axial del tubo, porque la cantidad de agua expulsada en cada punto es poca se puede vaporar rápidamente con una velocidad similar; de esta manera, puede obtenerse una transformación relativamente uniforme en dos fases en la dirección axial del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase completa, para superar todo tipo de problemas provocados por la transformación de flujo de dos fases que se produce gradualmente durante el proceso de flujo axial, como el golpe de ariete del medio de intercambio de calor del agua, los fenómenos de oscilación y el daño por fatiga de la tubería, etc; además, el vapor supercalentado que está completamente seco también se puede obtener controlando el vapor para que salga con una temperatura más alta y una presión más baja.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase aplicado al campo de matriz de Fresnel de energía solar. Como se muestra en la FIG. 3, el ejemplo (el medio de intercambio de calor es agua) recibe luz reflejada por el campo 10 de espejo de energía solar de la matriz de Fresnel de energía solar, después de la salida de vapor, porque los parámetros de vapor obtenidos no son fáciles de controlar, esta se dispone adicionalmente de manera que, después de que el medio de intercambio de calor de vapor fluye desde el tubo 2 de metal interno, entra en la región de recalentamiento dentro del cuarto tubo 5 de metal, además, el cuarto tubo 5 de metal está dispuesto a lo largo del eje extendido del ejemplo; el medio de intercambio de calor de vapor húmedo se calienta dentro de la región de sobrecalentamiento del cuarto tubo 5 de metal y luego obtiene el parámetro más alto necesario, y sale del extremo; el vapor es básicamente de una sola fase dentro de la región de sobrecalentamiento, y no hay problemas de golpe de ariete, oscilación y deformación grave y así sucesivamente debido a la transformación de fase del medio de intercambio de calor en fase líquida.

La FIG. 4-1 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase aplicado al campo de matriz de Fresnel de energía solar. Después del ejemplo (el medio de intercambio de calor es agua) termina la salida de vapor, porque el parámetro de vapor obtenido no puede controlarse fácilmente, e incluso si el cuarto tubo de metal está dispuesto en la línea extendida del ejemplo según el otro ejemplo de la presente invención, también pueden producirse situaciones de calor desigual recibidas por la región de fase líquida (por ejemplo, el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase se aplica al campo de matriz Fresnel de energía solar o al campo tipo artesa fototérmica de energía solar), la diferencia de temperatura interna del cuarto tubo de metal también puede ser relativamente alta, y también puede aparecer deformación; en aun otro ejemplo de la invención, como se muestra en la FIG. 4-1, el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase recibe la luz reflejada por el campo 10 reflector de energía solar de la matriz de Fresnel de energía solar, incidente en el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase bajo el reenfoque de la luz del concentrador parabólico compuesto (CPC) 9.

La FIG 4-2 es un diagrama estructural esquemático de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase. De acuerdo con la FIG. 4-2, la región de sobrecalentamiento del cuarto tubo 5 de metal está dispuesto en la parte superior del eje del tubo 3 de metal exterior en paralelo, los dos están dispuestos debajo del concentrador parabólico compuesto (CPC) (se refiere a la figura 4-1 para una ubicación específica); el tubo 2 de metal interno y el tubo 3 de metal exterior están dispuestos concéntricamente interna y externamente, los orificios pasantes 7 capilares están dispuestos en la pared del tubo 2 de metal interno a lo largo de la dirección axial, el espacio de sección anular entre el tubo 2 de metal interno y el tubo 3 de metal exterior forma un todo o parte de la región de fase líquida, dentro de la cual está el medio 4-1 de intercambio de calor en fase líquida; el interior del tubo 2 de metal interno es una región de vaporización, el interior del cuarto tubo 5 de metal es una región de sobrecalentamiento, el interior de ambos es un medio 4-2 de intercambio de calor de fase vapor; el cuarto tubo 5 de metal está dispuesto encima del tubo 3 de metal exterior, bajo el efecto del concentrador parabólico compuesto (CPC) 9, las proporciones de la luz reflejada del campo 10 de espejo de energía solar obtenido por el cuarto tubo 5 de metal y el tubo 3 de metal exterior son diferentes.

La FIG. 4-3 es un diagrama esquemático del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de calentamiento que se calienta. Como se muestra en la FIG. 4-3, la relación del calor del campo de espejo de energía solar recibida por el cuarto tubo 5 de metal y el tubo 3 de metal exterior está relacionada con diferentes diámetros de tubo y la inconsistencia de los rayos solares en momentos diferentes. El diámetro de la tubería del cuarto tubo 5 de metal está diseñado para ser menor que el del tubo 3 de metal exterior en el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase, además, la relación del calor del campo de espejo de energía solar recibida por el cuarto tubo 5 de metal y el tubo 3 de metal exterior en diferentes momentos se encuentra aproximadamente 1:2~5; por ejemplo, el tubo 3 de metal exterior en la parte inferior recibe el 75% del calor total, y el cuarto tubo 5 de metal en la parte superior recibe el 25% del calor total, esta proporción es igual a la proporción del calor de vaporización y el calor del vapor sobrecalentado del medio de intercambio de calor de agua, es decir, el calor recibido por el tubo 3 de metal exterior inferior satisface básicamente que el medio de intercambio de calor de fase líquida interna se transforma en el medio de intercambio de calor de vapor saturado, luego entra dentro del cuarto tubo 5 de metal para recibir otra parte del calor total, de modo que el medio de intercambio de calor de vapor saturado se sobrecaliente adicionalmente, y luego abandona el sistema después de alcanzar el parámetro necesario, para terminar el intercambio de calor.

El cuarto tubo 5 de metal de la estructura de este ejemplo está dispuesto en la parte superior del tubo 3 de metal exterior, la densidad de calor recibida es relativamente pequeña, y el diámetro de la tubería es relativamente

pequeño, es más fácil terminar el intercambio de calor interno, su temperatura de pared tiene una diferencia de temperatura que es más constante, lo que reduce aún más la temperatura de deformación de la pared; además, en aun otro ejemplo, incluso hay una situación en la que una parte dentro de una cierta área de longitud a lo largo de la dirección axial del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase no se calienta uniformemente o no se calienta (por ejemplo, la situación en la que la nube el campo de espejo incidente del rayo solar), debido a que el tubo 3 metálico exterior y el cuarto tubo 5 metálico están dispuestos en paralelo, la proporción de rayos solares receptores correspondientes al tubo 3 metálico exterior y el cuarto tubo 5 metálico es aun igual, puede todavía manejar la relación proporcional de calidad del medio de intercambio de calor saturado y el medio de intercambio de calor sobrecalentado muy bien, evita situaciones como esa, un sistema convencional hace que el proceso de transformación de fase del medio de intercambio de calor sea difícil de controlar debido a que cierta parte se calienta de manera irregular, lo que hace que el funcionamiento del sistema sea inestable, etc. Además, preferiblemente, el cuarto tubo 5 de metal y el tubo 3 de metal exterior se pueden fijar entre sí hacia arriba y hacia abajo por métodos tales como soldadura, etc., incluso si la tubería se deforma, la estabilidad de la estructura del sistema y el tamaño de la forma no se dañará

La FIG 4-4 es un diagrama estructural esquemático de un cuarto tubo del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase; como se muestra en la FIG. 4-4, para obtener una diferencia de temperatura de pared más uniforme, un dispositivo de guía de flujo en espiral está dispuesto dentro del cuarto tubo 5 de metal, por ejemplo, una aleta 12 giratoria en espiral; durante el proceso del medio de intercambio de calor de fase de vapor que fluye a través de la región de sobrecalentamiento, bajo la función de la aleta 12 giratoria espiral, el medio de intercambio de calor de fase de vapor se mueve en espiral, lo que disminuye la diferencia de temperatura de la pared circunferencial de la región de recalentamiento, disminuye la deformación de la tubería.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de acuerdo con una realización de la presente invención; como se muestra en la FIG. 5, el tubo 3 de metal exterior está dispuesto en sección fuera del tubo 2 de metal interior en serie, por ejemplo, cada 8 m es una unidad, y el tubo 8 de suministro de agua está dispuesto en paralelo a lo largo de la dirección axial del tubo 2 de metal interior, cada tubo de metal externo, tal como 3-1 y 3-2, está conectado independientemente al tubo 8 de suministro de agua a través de la válvula de retención 11, ejecuta control de presión independiente y control de entrada de medio de intercambio de calor por separado; cuando una cierta parte del tubo 3 de metal exterior se ve afectado por el exterior (por ejemplo, cobertura nubosa), cuya superficie no se calienta, la tubería de suministro de agua correspondiente no ejecuta la reposición de agua bajo el control de la válvula de retención, que puede controlar muy bien el balance térmico de todo el sistema, y mantener la estabilidad térmica del sistema; el medio 4-1 de intercambio de calor en fase líquida controla respectivamente el tubo de metal externo correspondiente a través de cada válvula de retención 11 desde la tubería 8 de suministro de agua, por ejemplo, el tubo 3-1 de metal exterior o el tubo 3-2 de metal exterior; cada tubo de metal exterior entra en el tubo de metal interno a través de los agujeros pasantes 7 capilares en la pared del tubo 2 de metal interno según el cambio de parámetros del medio de intercambio de calor interno, después de ser evaporado en el medio 4-2 de intercambio de calor de fase vapor, sale del sistema desde otro extremo del tubo de metal interno. Preferiblemente, el medio de intercambio de calor en fase líquida usa fluido de tipo de pulso para inyectar en la región de líquido, para suministrar más eficientemente el medio de intercambio de calor en fase líquida. Este resuelve una serie de problemas causados por calentamiento desigual local en la longitud total del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase cuando el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase del ejemplo se aplica al campo fototérmico lineal de energía solar, y solamente una única válvula de retención (por ejemplo, la longitud es de 300 m) está dispuesta en el extremo total del dispositivo de intercambio de calor; por ejemplo, el medio de intercambio de calor en fase líquida expulsado dentro del tubo 2 de metal interior no puede transformarse en vapor, hay mucha agua en el fondo, luego de que la posición de la nube ha cambiado, los medios de intercambio de calor en fase líquida se vaporizan, lo que causa problemas de estabilidad térmica como la vibración.

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase; con el fin de obtener un mejor rendimiento de temperatura uniforme de la pared anular de tubo, además, el medio de intercambio de calor en fase líquida dentro de la región de fase líquida formado por el tubo 2 de metal interno y el tubo 3 de metal exterior se establece para circular por completo dentro del tubo de circulación dispuesto dentro del sistema; como se muestra en la FIG. 6 (la dirección de flujo de la línea continua representa la dirección de flujo del medio de intercambio de calor de fase líquida, la dirección de la línea punteada representa la dirección de flujo del medio de intercambio de calor de fase de vapor), la región de fase líquida incluye un tercer tubo 6 de metal dispuesto dentro del tubo 2 de metal interno, donde el tercer tubo 6 de metal está conectado a la región de fase líquida formada por el tubo 2 de metal interior y el tubo 3 de metal exterior, y los orificios pasantes capilares 7 están dispuestos a lo largo de la dirección del eje del tubo 2 de metal interior, donde los orificios pasantes 7 capilares del medio de intercambio de calor están dispuestos en la pared del tercer tubo 6 de metal, el medio de intercambio de calor de fase líquida fluye en la región de fase líquida formada por el tubo 2 de metal interno y el tubo 3 de metal exterior, y fluye al interior del tercer tubo 6 de metal, y entra en la región de vaporización a través de los orificios pasantes 7 capilares en la pared del tercer tubo 6 de metal. Debido a que el área del campo espejo de energía solar puede establecerse relativamente grande, la velocidad de flujo del medio de intercambio de calor de fase líquida en la región de fase líquida no es lento, por lo tanto, el flujo del medio de intercambio de calor en fase líquida en la región de fase líquida puede completarse sin el accionamiento de una

bomba de circulación extra, y la temperatura de la pared de la tubería también puede obtener un buen rendimiento de temperatura uniforme; preferiblemente, un dispositivo de guía de flujo en espiral está dispuesto en la pared interior del espacio anular formado por el tubo 2 de metal interior y el tercer tubo 6 de metal a lo largo de la dirección axial del tubo 2 de metal interno, por ejemplo, una aleta giratoria en espiral, puede hacer que el medio de intercambio de calor de vapor interno genere un vórtice e incremente la capacidad de intercambio de calor; preferiblemente, una pluralidad de rebanadas de bloque están dispuestas verticalmente en la superficie de la pared del dispositivo de guía de flujo espiral, primero, aumenta el rendimiento de temperatura uniforme de la pared en la circunferencia del tubo de intercambio de calor de transformación de fase, segundo, aumenta la convección a lo largo de la dirección del radio del medio de intercambio de calor de fase líquida, y aumenta el rendimiento de temperatura uniforme del propio medio de intercambio de calor de fase líquida, disminuye la resistencia térmica conectiva de conducción de calor del medio de intercambio de calor de fase líquida entre el tubo 3 de metal exterior y el tubo 2 de metal interno, disminuye la diferencia de temperatura entre los dos y proporciona suficiente diferencia de temperatura de intercambio de calor para la región de vaporización.

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una estructura completa de un dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase; como se muestra en la FIG. 7 (la dirección de flujo de la línea continua representa la dirección de flujo del medio de intercambio de calor de fase líquida, la dirección de flujo de la línea punteada representa la dirección de flujo del medio de intercambio de calor de fase de vapor), la circulación interna del medio de intercambio de calor de fase líquida se ejecuta dentro de la región de fase líquida, una bomba 13 de circulación está dispuesta en el extremo de la región de fase líquida; bajo la función de la bomba 13 de circulación en el extremo de salida del tercer tubo 6 de metal, el medio de intercambio de calor en fase líquida fluye circularmente dentro del pasaje de circulación compuesto del espacio de sección anular formado por el tubo 2 de metal interior y el tubo 3 de metal exterior, y el espacio interno del tercer tubo 6 de metal, de modo que la temperatura del medio de intercambio de calor en fase líquida es básicamente la misma, lo que logra un buen efecto de temperatura consistente de la pared del tubo de intercambio de calor y supera la inestabilidad del sistema muy bien causado por la parte o el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase completa que no se calienta bruscamente o se calienta bruscamente. Durante la operación real, una parte de vapor puede generarse dentro de la región de fase líquida cuando la región de fase líquida se calienta bruscamente, la parte de vapor ocupa los orificios pasantes 7 capilares y entra en la región de vaporización a través de los orificios pasantes 7 capilares, así, el calor absorbido por el medio de intercambio de calor de fase líquida que entra en la región de vaporización se reduce, de modo que el calor dentro del sistema no puede salir del sistema a través de la vaporización del medio de intercambio de calor en fase líquida, además, este causa que el medio de intercambio de calor de fase más líquida dentro de la región de fase líquida hierva y se convierta en vapor, lo que provoca la falla de salida del sistema de tubería y, más severamente, el daño de la tubería; preferiblemente, la región de fase líquida tiene una región de escape que almacena y expulsa el vapor generado en la región de fase líquida; preferiblemente, la región de escape está situada en el extremo de entrada del medio de intercambio de calor en fase líquida de la región de fase líquida, formada haciendo que la región de fase líquida se incline en un ángulo pequeño como un todo, por ejemplo, formando un ángulo de 2° con el plano horizontal, o aumentando gradualmente el diámetro a lo largo de la dirección de movimiento del medio de intercambio de calor en fase líquida; además, una válvula 14 de escape está dispuesta en una ubicación particular de la región de escape, y la válvula 14 de escape agota el medio de intercambio de calor de fase de vapor generado debido al calentamiento inestable de la región de fase líquida fuera de la región de fase líquida; preferiblemente, la salida de la válvula 14 de escape está conectada a la región de sobrecalentamiento, el sobrecalentamiento adicional se completa dentro del cuarto tubo 5 metálico, o la salida de la válvula 14 de escape está conectada a la región de vaporización, y luego a la región de sobrecalentamiento. Para reducir aún más el vapor que se genera dentro de la región de fase líquida, ocupa los orificios pasantes 7 capilares y luego entra en la región de vaporización, preferiblemente, la válvula 14 de escape está dispuesta en la región sin escape del tercer tubo 6 metálico, más preferiblemente está dispuesto en la parte posterior del tercer tubo 6 metálico (la superficie de la pared en la dirección de gravedad), lo que reduce aún más la fase de vapor dentro de la región de fase líquida que entra en la región de vaporización, evita el fenómeno de sobrecalentamiento de la pared de la tubería causada por la cantidad de suplemento del flujo que entra en la región de vaporización que se reduce.

El medio de intercambio de calor en fase líquida fluye circularmente en la región de fase líquida, y se puede obtener el efecto de temperatura uniforme de pared durante el proceso de operación del sistema; el efecto de temperatura uniforme de la pared también se puede obtener mediante los siguientes modos: 1. La tubería circulante dispuesta dentro de la región de fase líquida es una tubería en espiral anular, que incluye tuberías de entrada y salida de agua formadas por dos tubos en espiral paralelos, y las dos están dispuestas alternativamente, la fase líquida fluye a través de la región de alta temperatura y la región de baja temperatura la pared anular hacia adelante y hacia atrás, que aumenta el rendimiento de intercambio de calor dentro del medio de intercambio de calor en fase líquida, y hace que el tubo interno y el tubo externo formen superficies de pared de temperatura básicamente uniformes e independientes; 2. Para obtener buenos parámetros del medio de intercambio de calor de fase líquida y el medio de intercambio de calor de fase de vapor dentro de la región de fase líquida y la región de vaporización, el tubo 2 de metal interior y el tercer tubo 6 de metal pueden configurarse como un tubo corrugado espiral o un tubo segmentado corrugado en espiral.

Una realización específica aplicada a la matriz de Fresnel de energía solar es: el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase incluye un tubo de metal exterior, un tubo de metal interno, un tercer tubo de metal

5 ubicado dentro del tubo de metal interno; un cuarto tubo de metal dispuesto en la parte superior del tubo exterior de metal en paralelo; bajo el efecto del concentrador parabólico compuesto, la relación del calor recibido por el cuarto tubo de metal y el tubo de metal exterior es de 1:3; supongamos que la longitud total del campo del espejo es 300 m, el diámetro de la boca abierta es 6 m, el DNI es 900W/m^2 , la eficiencia de recepción del sistema de intercambio de calor de transformación de fase es 0.54, la potencia de recepción total es 972 KW, el tamaño del tubo de metal exterior es de 64 mm × 3 mm; el tubo interno de metal es 48 mm × 1.2 mm (el cojinete de presión es relativamente pequeño), el tercer tubo de metal es 38 mm × 1.2 mm (el cojinete de presión es relativamente pequeño), el cuarto tubo es 38 mm × 2.5 mm, el agua del medio de intercambio de calor de fase líquida es la entrada al sistema por 10 5MPa, 220°C, y el vapor a alta presión con el parámetro 435°C es la salida; la velocidad de flujo total del sistema es 0.41 kg/s, y la velocidad de flujo máxima de entrada a la región de fase líquida formada por el tubo de metal exterior y el tubo de metal interno es 0.59 m/s, la velocidad de flujo del agua del medio de intercambio de calor en fase líquida dentro del tercer tubo es de 0.49 m/s, y la velocidad máxima del vapor de la región de vaporización es de 41.2 m/s.

15 Sin duda, el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase también puede aplicarse al sistema de torre del campo fototérmico de energía solar, una disposición del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase está dispuesta en la torre receptora central fototérmica de la torre y recibe el rayo solar concentrado por el campo del espejo, el vapor sobrecalentado después de la transformación de la fase de vaporización dentro del medio de intercambio de calor de transformación de fase lleva la fototérmica solar lejos del sistema de recolección de calor; el dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase también puede aplicarse al campo de entrada y salida del sistema de almacenamiento de calor, donde la región de fase líquida del medio de almacenamiento térmico calienta el medio de intercambio de calor y el calor dentro del sistema de almacenamiento de calor se transforma en el medio de intercambio de calor de fase de vapor a través de la transformación de fase del medio de intercambio de calor y luego abandona el sistema de almacenamiento de calor.

20

25 El dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase de la invención también se puede aplicar al campo de calentamiento de la caldera. Donde, el tubo 3 de metal exterior es una superficie de calentamiento que calienta el medio de intercambio de calor de fase líquida desde el tubo 2 de metal interno o el cuarto tubo 5 de metal a estado de vapor, para completar el intercambio de energía de calor; a excepción de que no sea necesario el revestimiento de absorción y la estructura óptica, otros detalles específicos de la estructura son los mismos que en la descripción anterior. La aplicación también tiene las ventajas del dispositivo de intercambio de calor de transformación de fase anterior. Además, debe observarse que, la estructura del tubo del dispositivo de la invención es preferiblemente material metálico, pero no se limita al material metálico; las formas estructurales de la región de fase líquida, la región de vaporización y la región de sobrecalentamiento son preferiblemente de formas de tubo, pero no están limitadas a las formas de tubo.

30

35

Es obvio que la invención descrita anteriormente puede tener muchas variaciones en la premisa de no apartarse del espíritu y alcance de la presente invención. Por lo tanto, todas las modificaciones predecibles para los expertos en la técnica deberían caer dentro del alcance de las presentes reivindicaciones. La protección de la invención está limitada por las reivindicaciones.

40

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (1) de intercambio de calor de transformación de fase, que comprende un tubo (2) interno, un tubo (3) exterior y un medio (4) de intercambio de calor; en el que un espacio entre el tubo (2) interior y el tubo (3) exterior forma un todo o parte de una región de fase líquida; un todo o una parte del espacio dentro del tubo (2) interno forma una región de vaporización; el medio (4) de intercambio de calor con una primera presión dentro de la región de fase líquida entra en la región de vaporización con una segunda presión mientras se calienta cuando fluye, y fluye fuera del dispositivo (1) de intercambio de calor de transformación de fase después de ser evaporado; donde la primera presión es más alta que la segunda presión; en donde el tubo (3) exterior está dispuesto en secciones y un tubo (8) de suministro de medio de intercambio de calor está dispuesto fuera del tubo (3) exterior y en paralelo a lo largo de la dirección axial del tubo (2) interior; caracterizado porque una válvula (11) de retención está dispuesta en una entrada del medio (4) de intercambio de calor en fase líquida de cada sección del tubo (3) exterior; y cada sección del tubo (3) externo está conectada independientemente al tubo (8) de suministro de medio de intercambio de calor a través de una de las válvulas (11) de retención, ejecutando control de presión independiente y control de entrada de medio (4) de intercambio de calor por separado
- 10
- 15
- 20 2. El dispositivo (1) de intercambio de calor de transformación de fase según la reivindicación 1, en el que una pared de contacto entre la región de fase líquida y la región de vaporización está provista de uno o más pasos de medios de intercambio de calor, preferiblemente, cada uno de los pasos de medios de intercambio de calor es un orificio pasante (7) capilar, un capilar, una boquilla o un puerto de material permeable.
3. El dispositivo (1) de intercambio de calor de transformación de fase según la reivindicación 1, en el que el medio (4) de intercambio de calor es agua o aceite de transferencia de calor.

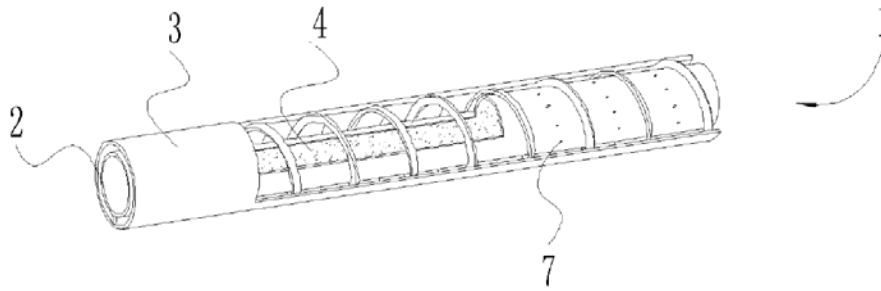


FIG. 1

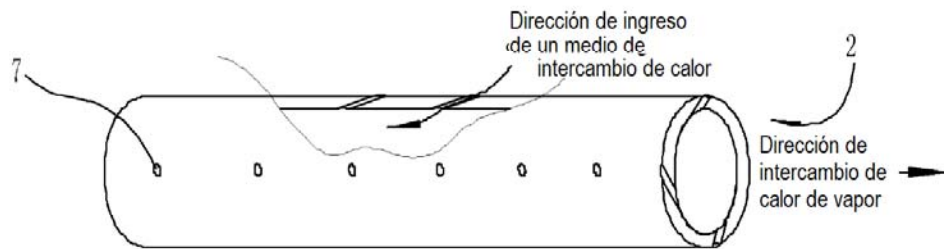


FIG. 2

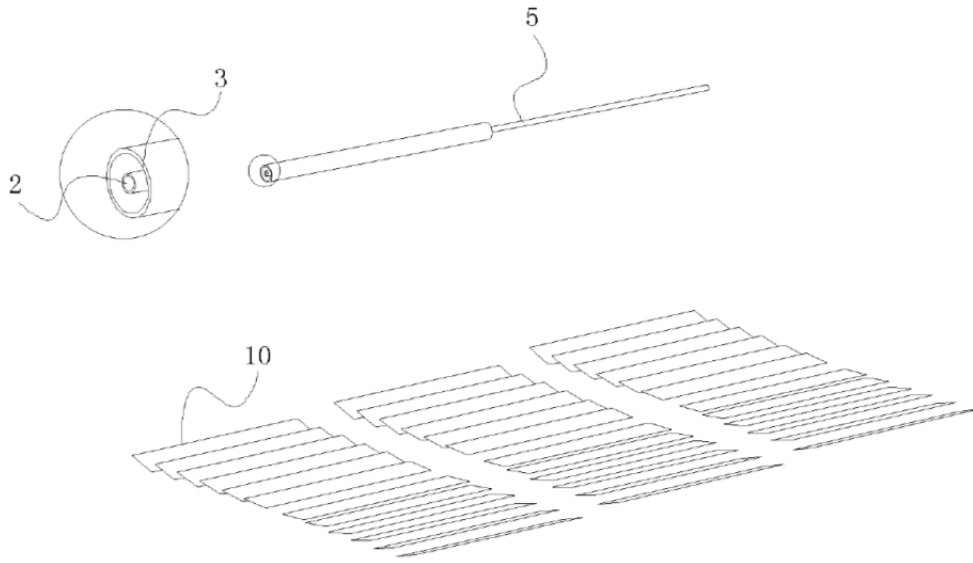


FIG. 3

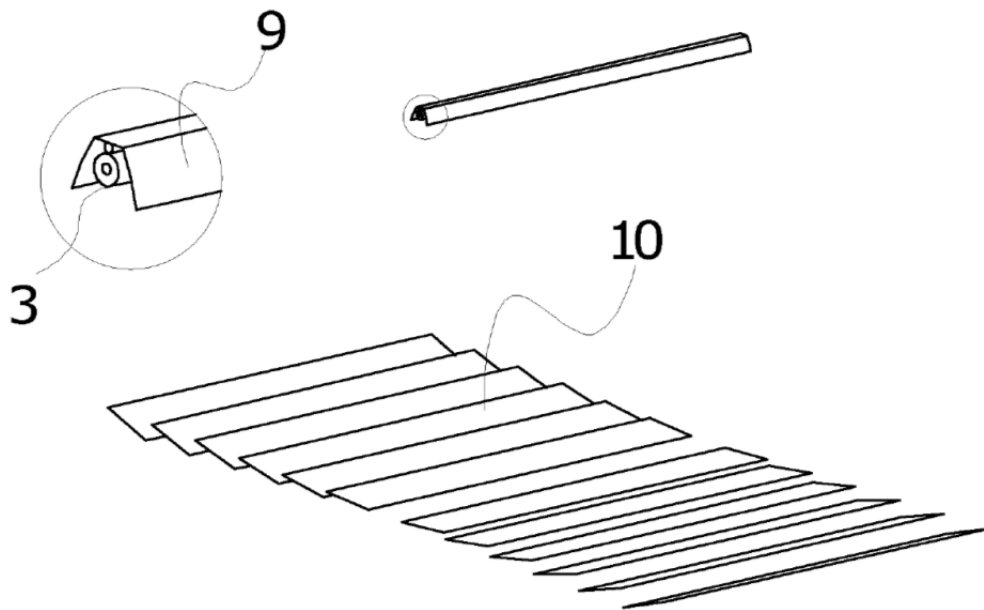


FIG. 4-1

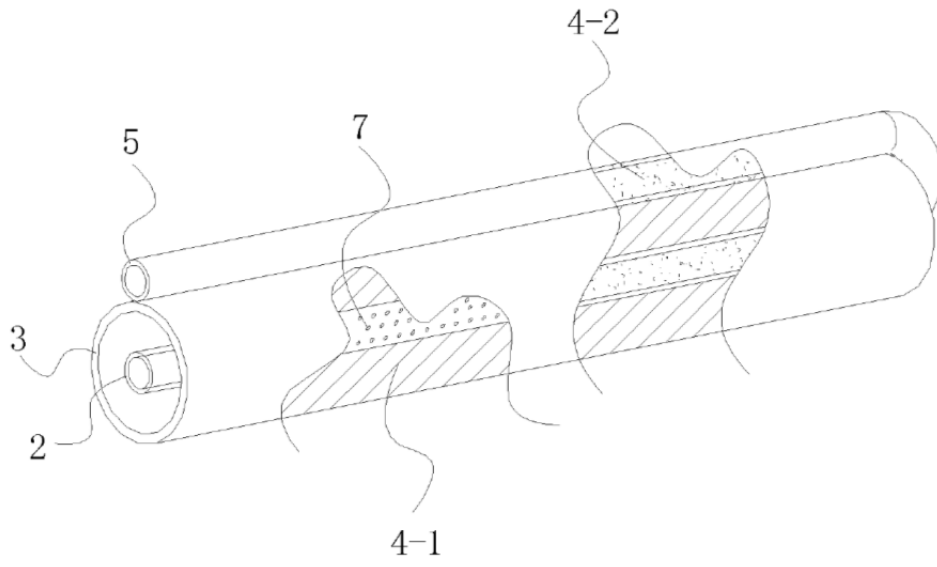


FIG. 4-2

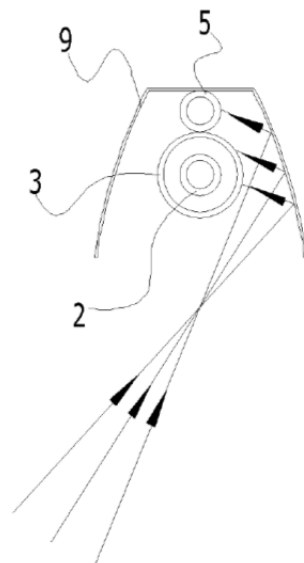


FIG. 4-3

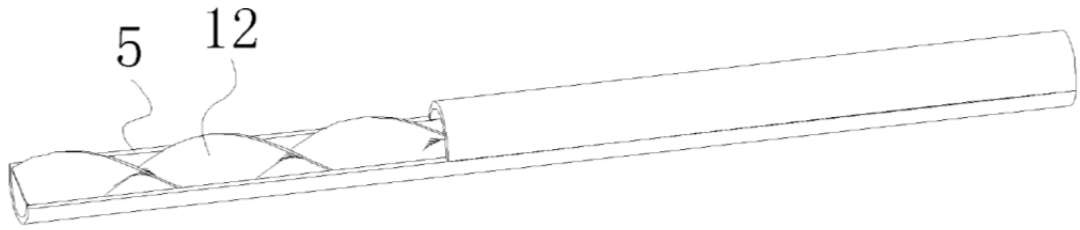


FIG. 4-4

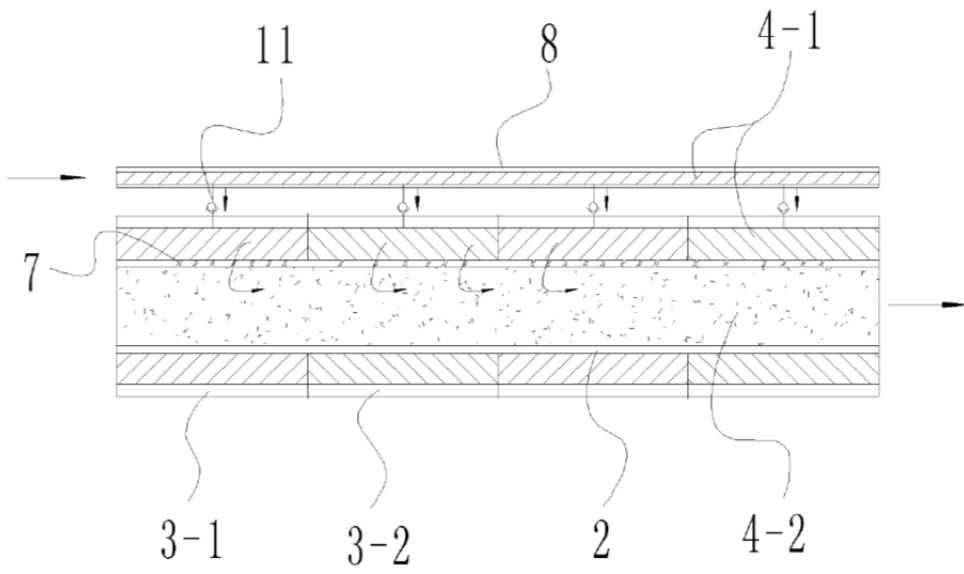


FIG. 5

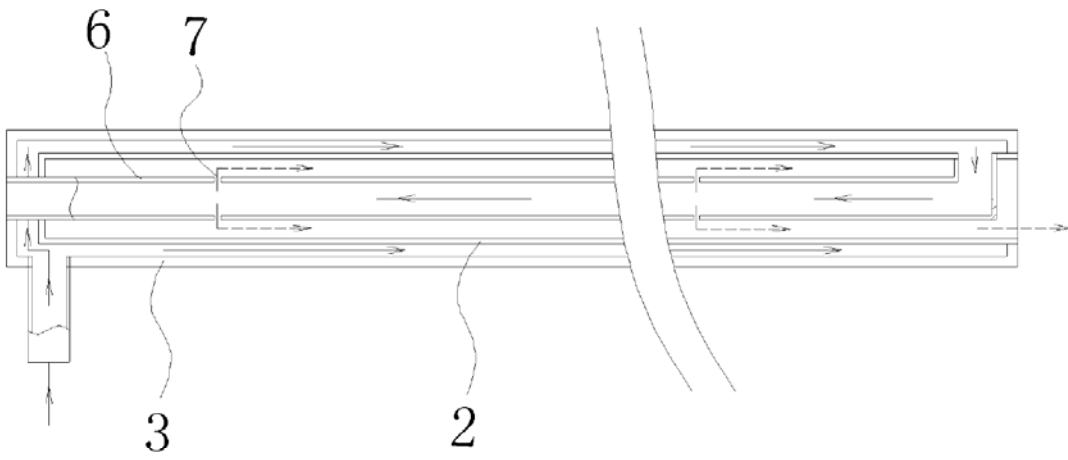


FIG. 6

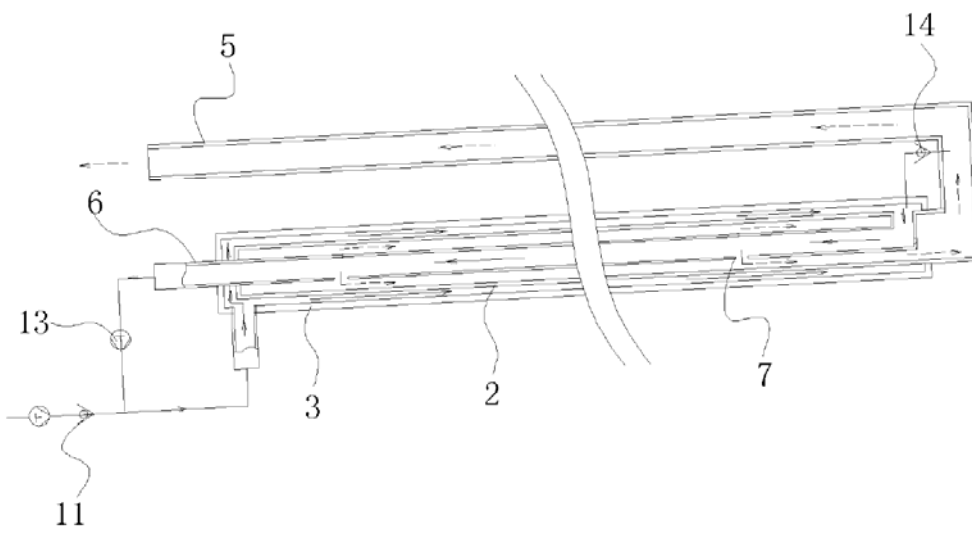


FIG. 7