

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 681 143**

21 Número de solicitud: 201890026

51 Int. Cl.:

F03G 6/06 (2006.01)

F24S 20/20 (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

04.11.2016

30 Prioridad:

04.11.2015 JP 2015-216892

05.09.2016 WO PCT/JP2016/076048

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.09.2018

71 Solicitantes:

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.
(100.0%)

3-1, Minatomirai 3-chome, Nishi-ku
220-8401 Yokohama-shi JP

72 Inventor/es:

SHINOZAKI, Kohei;
MARUMOTO, Takahiro y
KOYAMA, Kazuhito

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA DE CAPTACIÓN DE CALOR SOLAR Y MÉTODO DE FUNCIONAMIENTO DEL MISMO**

57 Resumen:

Sistema de captación de calor solar y método de funcionamiento del mismo.

Sistema de captación de calor solar que comprende: un dispositivo de calentamiento a baja temperatura para calentar agua utilizando luz solar para generar vapor; un dispositivo de separación de vapor para separar el fluido bifásico generado en agua y vapor; y un dispositivo de calentamiento a alta temperatura para calentar el vapor usando la luz solar reflejada por helióstatos y generar vapor sobrecalentado, incluyendo el dispositivo de calentamiento a baja temperatura: un primer captador de calor provisto de un primer tubo de captación de calor y un primer elemento reflector, configurado para reflejar la luz solar sobre el primer tubo; y un segundo captador de calor que incluye un segundo tubo de captación de calor, configurado para recibir la luz reflejada por al menos una parte de los helióstatos.

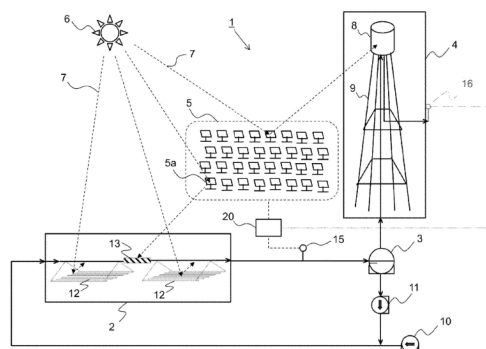


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE CAPTACIÓN DE CALOR SOLAR Y MÉTODO DE FUNCIONAMIENTO DEL MISMO

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a sistemas de captación de calor solar que captan calor solar para generar vapor de agua y a métodos de funcionamiento de los mismos.

10

Técnica anterior

Por ejemplo, un sistema de captación de calor solar usado en las centrales termosolares descrito en el documento de patente 1 es conocido en la técnica. El documento de patente 1 describe una configuración de “un calentador de calor solar que incluye un dispositivo de calentamiento a baja temperatura que calienta agua suministrada por una bomba de suministro de agua con calor solar; un dispositivo de separación de vapor que separa un fluido bifásico de agua y vapor generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y en vapor; un dispositivo de calentamiento a alta temperatura que calienta el vapor separado en el dispositivo de separación de vapor con calor solar; y una bomba de circulación que suministra el agua separada en el dispositivo de separación de vapor al dispositivo de calentamiento a baja temperatura” (véase el resumen).

En la configuración del documento de patente 1, se usa un dispositivo de calentamiento a baja temperatura de tipo de enfoque de luz lineal, tal como de tipo cilíndrico-parabólico o de tipo Fresnel, y se usa un dispositivo de captación de calor de tipo torre como dispositivo de calentamiento a alta temperatura. Según el Documento de patente 1, el dispositivo de enfoque de luz y de captación de calor pueden ser de tamaño reducido. Por lo tanto, el coste de construcción puede reducirse reduciendo la altura de la torre. De forma adicional, la precisión de enfoque de luz requerida para los helióstatos está en proporción a la altura (distancia) de la torre y, por tanto, los costes requeridos para mantener alta la precisión de enfoque de luz, tales como los costes de los ángulos de ajuste durante la construcción y el funcionamiento, pueden reducirse.

Documentos de la técnica anterior

35

Documento de patente

Documento de patente 1: WO 2013/002054

Sumario de la invención

5

Problema para resolver por la invención

Sin embargo, según la tecnología conocida descrita en el Documento de patente 1, el vapor no puede calentarse mediante el dispositivo de calentamiento a alta temperatura hasta que se obtenga suficiente vapor saturado para generar vapor sobrecalentado (hasta que el vapor sea separado por el dispositivo de separación de vapor). En otras palabras, aunque los helióstatos estén listos para concentrar la luz solar, no hay vapor que sirva de medio de funcionamiento en el dispositivo de calentamiento a alta temperatura, y por tanto no se logra la captación de calor (termorrecuperación). Esto se describirá más adelante usando las Figs. 6A a 6C.

15

Las Figs. 6A a 6C ilustran, respectivamente, una radiación solar directa en buenas condiciones climáticas (Fig. 6A), una temperatura del fluido en una salida del dispositivo de calentamiento a baja temperatura (Fig. 6B) y un caudal de vapor en una salida del dispositivo de separación de vapor (Fig. 6C). Como se ilustra en la Fig. 6A, la radiación solar directa aumenta cuando sale el sol y el agua suministrada a un tubo de transferencia térmica del dispositivo de calentamiento a baja temperatura se calienta. Esto provoca un aumento de la temperatura del fluido en la salida del dispositivo de calentamiento a baja temperatura, como se ilustra en la Fig. 6B. Como se ilustra en la Fig. 6C, el vapor no se suministra desde el dispositivo de separación de vapor al dispositivo de calentamiento a alta temperatura hasta que la temperatura del fluido en la salida del dispositivo de calentamiento a baja temperatura alcance la temperatura de saturación y se forme, por tanto, el fluido bifásico de agua y vapor. Un gran número de helióstatos, excluidos los helióstatos que se precalientan hacia el dispositivo de calentamiento a alta temperatura, se mantienen en espera hasta que la temperatura del agua suministrada alcance la temperatura de vapor saturado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura (durante A-A' en la Fig. 6B). Por consiguiente, el calor no se puede captar en el dispositivo de calentamiento a alta temperatura durante A-A'.

30

Además, según la tecnología conocida anteriormente descrita, la cantidad de calor captada por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura y la cantidad de calor captado por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura no se equilibran dependiendo de la estación. Por tanto, existe la necesidad de que los helióstatos se mantengan en espera para equilibrar las cantidades. Esto se describirá más adelante usando las Figs. 7A, 7B, 8A y 8B.

35

Las Figs. 7A y 7B ilustran los principios de la captación de calor por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura y por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura. Como se ilustra en la Fig. 7A, el dispositivo de calentamiento a baja temperatura usa un método en el que la luz reflejada de un espejo dispuesto horizontalmente se enfoca sobre un tubo de transferencia térmica horizontal dispuesto encima del espejo para calentar un medio de funcionamiento en el tubo de transferencia térmica. Por ejemplo, durante la culminación del sol en verano, el espejo dispuesto de forma horizontal al sol está orientado al sol de forma más directa conforme el sol se acerca al cenit. Esto permite un aumento del área de recepción de luz, es decir, permite que la eficacia de captación de calor se maximice. Por otra parte, durante la culminación del sol en invierno, por ejemplo, la luz solar incide en oblicuo en el espejo. Esto provoca una disminución del área de recepción de luz y por ende, una reducción de la eficacia de la captación de calor.

La Fig. 7B ilustra el principio de captación de calor por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura. En este método, la luz solar se refleja por un gran número de espejos biaxiales inclinables llamados helióstatos y se enfoca sobre un panel de un tubo de transferencia térmica llamado receptor, dispuesto en una parte superior de una torre para calentar un medio de funcionamiento en el panel del tubo de transferencia térmica. En el caso del dispositivo de calentamiento a alta temperatura, como se ilustra en la Fig. 7B, algunos espejos están orientados al sol de forma más directa conforme se va acercando el invierno y, por tanto, las eficiencias de captación de calor de algunos helióstatos se incrementan. Sin embargo, teniendo en cuenta las eficiencias individualmente variables de captación de calor de todos los cientos a miles de helióstatos en total, las fluctuaciones anuales de las eficiencias de la captación de calor tienden a ser pequeñas.

Las Figs. 8A y 8B ilustran relaciones entre las latitudes y las eficiencias de captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo de calentamiento a alta temperatura. La Fig. 8A ilustra que las fluctuaciones en las eficiencias de la captación de calor, tanto del dispositivo de calentamiento a baja temperatura como del dispositivo de calentamiento a alta temperatura, son pequeñas en una latitud baja, en donde la órbita del sol durante el día está cerca del cenit a lo largo del año. En otras palabras, aunque las escalas de la instalación del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo de calentamiento a alta temperatura se determinen con referencia a un punto planificado, por ejemplo, el solsticio de verano, las fluctuaciones en las eficiencias de la captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo de calentamiento a alta

temperatura son pequeñas en invierno y, por tanto, las cantidades de calor captado, que están en correlación con las eficiencias de captación de calor, no disminuyen significativamente.

Sin embargo, la altitud del sol disminuye en invierno en latitudes superiores, como se ilustra en la Fig. 8B, y la eficiencia de captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura disminuye, como se ilustra en la Fig. 7A. Por consiguiente, en un caso en donde las escalas de la instalación del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo de calentamiento a alta temperatura se determinan con referencia al solsticio de verano, por ejemplo, el caudal del vapor saturado en invierno disminuye. Por tanto, es necesario eliminar la cantidad de calor captada por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura, el cual puede captar tanto calor como durante el solsticio de verano, y los helióstatos deben mantenerse en espera. Como resultado, el coeficiente de explotación de la instalación disminuye en la tecnología conocida.

Para resolver este problema, el vapor saturado, que se va agotando, puede generarse de forma complementaria sobreponiendo la luz solar que una parte de los helióstatos que no estén en funcionamiento en el dispositivo de captación de calor a baja temperatura pueden captar. Sin embargo, los inventores de la presente solicitud han descubierto a través de su trabajo de investigación y desarrollo que enfocar la luz solar que los helióstatos pueden captar sobre el dispositivo de captación de calor a baja temperatura existente (luz lineal enfocada sobre el captador de calor) no provoca ni una captación de calor eficiente ni un aumento de la cantidad de vapor saturado.

Esto se debe a las diferencias en el diseño de los dispositivos de captación de calor. Es decir, el dispositivo de captación de calor a baja temperatura de tipo cilíndrico-parabólico o de tipo Fresnel (luz lineal enfocada sobre el captador de calor) está originalmente diseñado para captar calor de la luz reflejada de un elemento reflector/de enfoque (tal como un espejo o una lente) dispuesto a una distancia relativamente cerca (distancia focal) de un tubo de captación de calor y enfocado sobre el tubo de captación de calor. Por el contrario, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura está diseñado para recibir la luz reflejada por un gran número de helióstatos dispuestos alejados del panel del tubo de transferencia térmica (gran distancia focal) usando la superficie de captación de calor del panel del tubo de transferencia térmica que se extiende longitudinal y transversalmente.

Más específicamente, uno de los principales factores que evita que el vapor saturado se genere de manera eficiente, incluso enfocando la luz solar sobre el captador de calor con enfoque de

luz lineal usando los helióstatos, es el hecho de que es difícil que el patrón de enfoque de la luz de los helióstatos coincida con la forma de la superficie receptora de luz del captador de calor con enfoque de luz lineal.

5 La presente invención se ha hecho teniendo en cuenta las circunstancias anteriormente descritas. Un primer objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de captación de calor solar que reduzca el tiempo para que la temperatura del vapor generado en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura alcance la temperatura del vapor saturado. Un
10 segundo objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de captación de calor solar que rectifique el desequilibrio en las cantidades de calor captado por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura y por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura dependiendo de la estación.

Medios para resolver el problema

15 Para lograr los objetivos anteriormente descritos, un sistema de captación de calor solar según la presente invención incluye un sistema de captación de calor solar que incluye un dispositivo de calentamiento a baja temperatura configurado para calentar agua suministrada usando calor de la luz solar para generar vapor; un dispositivo de separación de vapor configurado para separar un
20 fluido bifásico de agua y vapor generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y en vapor; y un dispositivo de calentamiento a alta temperatura configurado para calentar el vapor separado en el dispositivo de separación de vapor usando el calor de la luz solar reflejada por una pluralidad de helióstatos para generar vapor sobrecalentado. El dispositivo de calentamiento a baja temperatura incluye: un primer captador de calor que incluye un primer tubo
25 de captación de calor, que se dispone de forma lineal, y un primer elemento reflector, que se dispone de forma lineal en una dirección longitudinal del primer tubo de captación de calor, y está configurado para reflejar la luz solar sobre el primer tubo de captación de calor, estando el primer captador de calor configurado para enfocar la luz reflejada por el primer elemento reflector sobre el primer tubo de captación de calor para calentar el agua que fluye en el primer tubo de captación de
30 calor, y un segundo captador de calor que incluye un segundo tubo de captación de calor, que se dispone de forma lineal y se configura para recibir la luz reflejada por al menos una parte de la pluralidad de helióstatos para calentar el agua que fluye en el segundo tubo de captación de calor.

Además, para conseguir los objetivos anteriormente descritos, se proporciona un método de
35 funcionamiento de un sistema de captación de calor solar según la presente invención. El sistema de captación de calor solar incluye un dispositivo de calentamiento a baja temperatura

configurado para calentar agua suministrada usando el calor de la luz solar para generar vapor, un dispositivo de separación de vapor configurado para separar un fluido bifásico de agua y vapor generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y en vapor y un dispositivo de calentamiento a alta temperatura configurado para calentar el vapor separado en el dispositivo de separación de vapor usando el calor de la luz solar reflejada por una pluralidad de helióstatos para generar vapor sobrecalentado, incluyendo el dispositivo de calentamiento a baja temperatura un primer captador de calor dispuesto aguas abajo en un flujo de agua y un segundo captador de calor dispuesto aguas arriba y estando conectado al primer captador de calor en serie entre sí. El método de funcionamiento incluye: hacer fluir agua por el primer captador de calor a través del segundo captador de calor; reflejar luz solar sobre el segundo captador de calor usando, al menos, una parte de la pluralidad de helióstatos durante un período predeterminado de tiempo; y hacer que el agua evite el segundo captador de calor y fluya por el primer captador de calor transcurrido el período de tiempo predeterminado.

Efecto de la invención

Según la presente invención, el tiempo que transcurre hasta que la temperatura del vapor generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura alcanza la temperatura de vapor saturado puede reducirse. Además, según la presente invención, se puede rectificar el desequilibrio de las cantidades de calor captado por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura y el dispositivo de calentamiento a alta temperatura según la estación. Se deducirán objetivos, configuraciones y efectos diferentes de los descritos anteriormente de la lectura de las siguientes descripciones de unas realizaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de la configuración completa de un sistema de captación de calor solar según una realización de la presente invención.

Las Figs. 2A a 2C ilustran, respectivamente, una radiación solar directa en buenas condiciones climáticas, temperaturas del fluido en una salida de un dispositivo de calentamiento a baja temperatura y caudales de vapor en una salida de un dispositivo de separación de vapor para comparar la presente invención con una tecnología conocida.

La Fig. 3 ilustra la eficiencia de la captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura.

Las Figs. 4A a 4D ilustran modificaciones del dispositivo de captación de calor a baja temperatura aplicables a la presente invención.

- 5 Las Figs. 5A a 5E ilustran modificaciones del dispositivo de captación de calor a baja temperatura aplicables a la presente invención.

Las Figs. 6A a 6C ilustran una relación entre la radiación solar directa en buenas condiciones climáticas, la temperatura del fluido en la salida del dispositivo de calentamiento a baja
10 temperatura y el caudal de vapor en la salida del dispositivo de separación de vapor según la tecnología conocida.

Las Figs. 7A y 7B ilustran los principios de la captación de calor por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura y por el dispositivo de calentamiento a alta temperatura.

15 Las Figs. 8A y 8B ilustran relaciones entre las latitudes y las eficiencias de captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo de calentamiento a alta temperatura.

20 La Fig. 9 es un diagrama de la configuración completa de un sistema de captación de calor solar según una segunda realización de la presente invención.

Descripción de las realizaciones preferidas

25 Primera realización

Las realizaciones de la presente invención se describirán a continuación haciendo referencia a los dibujos. La Fig. 1 es un diagrama de la configuración completa de un sistema de captación de calor solar según las realizaciones de la presente invención. Este sistema 1 de captación de calor solar se
30 usa para suministrar vapor sobrecalentado a una turbina de vapor de una central termosolar. Aunque no se ilustra, la central termosolar incluye la turbina de vapor que se acciona con el vapor sobrecalentado generado en un dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura del sistema 1 de captación de calor solar, un generador que genera electricidad usando la fuerza motriz de la turbina de vapor, un condensador que condensa el vapor sobrecalentado suministrado a la turbina de vapor
35 en agua y un conducto para suministrar el agua condensada por el condensador a un dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura del sistema 1 de captación de calor solar.

En la Fig. 1, el signo 2 de referencia indica el dispositivo de calentamiento a baja temperatura que calienta el agua usando calor solar, el signo 3 de referencia indica un dispositivo de separación de vapor que separa un fluido bifásico de agua y vapor en agua y en vapor, el signo 4 de referencia indica el dispositivo de calentamiento a alta temperatura que calienta el vapor usando calor solar, el signo 5 de referencia indica los helióstatos, el signo 6 de referencia indica el sol, el signo 7 de referencia indica la luz solar, el signo 10 de referencia indica una bomba de suministro de agua, el signo 11 de referencia indica una bomba de circulación, el signo 15 de referencia indica un detector de temperatura y el signo 20 de referencia indica un dispositivo de control (dispositivo de control de helióstato).

En la siguiente descripción, la tubería que conecta los componentes se expresa como un conducto ○-○. La “○” representa un símbolo de referencia y, por ejemplo, un conducto 2-3 representa una tubería que conecta el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y el dispositivo 3 de separación de vapor.

Como se ilustra en la Fig. 1, en el sistema 1 de captación de calor solar, el agua suministrada por la bomba 10 de suministro de agua se envía al dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura a través de un conducto 10-2. En el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura, el agua se calienta usando el calor de la luz solar 7 para generar un fluido bifásico de agua y vapor. El fluido bifásico de agua y vapor generado se envía al dispositivo 3 de separación de vapor a través del conducto 2-3.

El fluido bifásico de agua y vapor introducido en el dispositivo 3 de separación de vapor se separa en agua y en vapor en el dispositivo 3 de separación de vapor. El vapor saturado separado se envía al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura a través de un conducto 3-4. El vapor saturado introducido en el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura se calienta aún más en el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura usando calor de la luz solar 7 reflejada por los helióstatos 5 para generar vapor sobrecalentado. El agua separada en el dispositivo 3 de separación de vapor se envía a la bomba 11 de circulación a través de un conducto 3-11. El agua a presión en la bomba 11 de circulación se envía a una entrada del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura a través de un conducto 11-2.

A continuación se describirá con detalle el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura. El dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura es un denominado dispositivo de captación de calor con enfoque de luz de tipo torre y, más específicamente, incluye una torre 9 que tiene una

altura predeterminada (aproximadamente 30 m a 100 m) y un panel 8 de tubo de transferencia térmica montado en la parte superior de la torre 9. Por otro lado, el gran número de helióstatos orientados en varias direcciones se disponen sobre la superficie del suelo y un grupo de helióstatos enfoca la luz solar sobre el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura (panel 8 de tubo de transferencia térmica) siguiendo el movimiento del sol 6 para generar vapor sobrecalentado. El ángulo de cada uno de los helióstatos 5 es controlado por el dispositivo 20 de control. Además, como se describe más adelante, los ángulos de una parte del grupo de helióstatos 5 (signo 5a de referencia) son controlados por el dispositivo 20 de control de manera que los helióstatos 5a pueden reflejar la luz solar sobre el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura.

A continuación se describirá con detalle el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. El dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura es un denominado dispositivo de captación de calor con enfoque de luz de tipo Fresnel y, más específicamente, incluye un gran número de espejos 12 de enfoque de luz planos o ligeramente curvados, cuyos ángulos son ligeramente diferentes entre sí y un grupo de tubos 13 de transferencia térmica dispuestos de forma horizontal en un plano a unos pocos metros sobre dicho grupo de espejos 12 de enfoque de luz. El grupo 12 de espejos de enfoque de luz enfoca la luz solar 7 para el grupo de tubos 13 de transferencia térmica para calentar el agua que fluye por los tubos 13 de transferencia térmica y para generar, por tanto, un fluido bifásico de agua y vapor.

En algunas realizaciones puede usarse un dispositivo de captación de calor con enfoque de luz de tipo cilíndrico-parabólico, que incluye espejos de enfoque de luz que se extienden en forma de cilindro parabólico y tubos de transferencia térmica dispuestos sobre las circunferencias interiores de las superficies curvadas de los espejos de enfoque de luz y que enfoca la luz solar sobre los tubos de transferencia térmica usando los espejos de enfoque de luz para calentar el agua que fluye por los tubos de transferencia térmica generando con ello vapor, en lugar del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura que incluye el dispositivo de captación de calor con enfoque de luz de tipo Fresnel.

A continuación se describirá el control del grupo de helióstatos 5 mediante el dispositivo 20 de control. El dispositivo 20 de control recibe los datos del detector 15 de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una salida del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Por ejemplo, durante un periodo de tiempo (período predeterminado) después de que el sistema 1 de captación de calor solar empiece a funcionar hasta que la temperatura del vapor detectada en el detector 15 de temperatura alcance la temperatura de vapor saturado, el dispositivo 20 de control

controla los ángulos de los helióstatos 5a dispuestos más cerca del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura entre el grupo de helióstatos 5, de tal manera que los helióstatos 5a se orienten a los tubos 13 de transferencia térmica del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Esto provoca que los helióstatos 5a reflejen y enfoquen la luz solar 7 sobre los tubos 13 de transferencia térmica, dando como resultado una reducción del tiempo de generación de vapor saturado mediante el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Cuando la temperatura de vapor detectada en el detector 15 de temperatura alcanza la temperatura de vapor saturado, el dispositivo 20 de control controla los ángulos de los helióstatos 5a dirigidos al dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura, de tal manera que los helióstatos 5a se orienten al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura (vuelta a las posiciones originales).

Nótese que se controlan los ángulos de los helióstatos 5a dispuestos más cerca del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura entre el grupo de helióstatos 5, ya que la eficiencia del enfoque de luz sobre los tubos 13 de transferencia térmica del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura es mayor que cuando se controlan los ángulos de los helióstatos alejados del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura.

De esta manera, el vapor saturado no se suministra al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura hasta que el vapor saturado se genere en el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura se mantiene en espera. Por tanto, no es necesario usar todo el grupo de helióstatos 5 para enfocar la luz solar 7 sobre el panel 8 de tubo de transferencia térmica del dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura. En esta realización se usa una parte de los helióstatos 5a, excluidos los helióstatos 5 requeridos para el precalentamiento del dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura, para enfocar la luz solar 7 sobre el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura para reducir el tiempo de generación de vapor saturado por el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura.

El dispositivo 20 de control recibe los datos de un detector 16 de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una salida del dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura. Por ejemplo, después de que el sistema 1 de captación de calor solar empiece a funcionar y la temperatura de vapor detectada en el detector 16 de temperatura alcance una temperatura predeterminada (por ejemplo, 550 °C), la temperatura predeterminada puede mantenerse sin dirigir todos los helióstatos 5 al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura cuando el caudal del vapor saturado del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura no alcance el caudal nominal, dependiendo del número de helióstatos 5 o de las condiciones de radiación solar.

En consecuencia, se controlan los ángulos de, por ejemplo, los helióstatos 5a que se mantienen en espera y que no están orientados al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura entre el grupo de helióstatos 5, de tal manera que los helióstatos 5a se orienten a los tubos 13 de transferencia
5 térmica del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Esto provoca que los helióstatos 5a reflejen y enfoquen la luz solar 7 sobre los tubos 13 de transferencia térmica, dando como resultado un aumento del caudal del vapor saturado generado en el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura.

10 Cuando la temperatura de vapor detectada en el detector 16 de temperatura desciende por debajo de una temperatura predeterminada (por ejemplo, 550 °C), el dispositivo 20 de control controla los ángulos de los helióstatos 5a dirigidos al dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura, de tal manera que los helióstatos 5a se orienten al dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura.

15 Por tanto, en esta realización, excluidos los helióstatos 5a que mantienen la temperatura de vapor en la salida del dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura, una parte de los helióstatos 5 se usa para enfocar la luz solar 7 sobre el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura para aumentar el caudal de vapor saturado del dispositivo 2 de calentamiento a
20 baja temperatura.

A continuación se describirán los efectos ventajosos de la presente invención mediante la comparación con una tecnología conocida. Las Figs. 2A a 2C ilustran, respectivamente, una radiación solar directa en buenas condiciones climáticas, temperaturas del fluido en la salida
25 del dispositivo de calentamiento a baja temperatura y caudales de vapor en una salida del dispositivo de separación de vapor para comparar la presente invención con la tecnología conocida. La Fig. 3 ilustra la eficiencia de la captación de calor del dispositivo de calentamiento a baja temperatura.

30 Como se ilustra en la Fig. 2B, el tiempo requerido para que la temperatura del fluido en la salida del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura alcance la temperatura de vapor saturado se reduce de A-A' a A-B debido a la captación de calor usando los helióstatos 5a. Aunque las condiciones varían dependiendo del número de helióstatos 5a que usar, la escala de generación de energía, u otros factores, el coeficiente de explotación de los helióstatos
35 aumenta entre 5 % y 8 % diseñando el sistema para reducir el tiempo requerido para la generación de vapor saturado entre 20 y 30 minutos cuando haya 8 horas de luz solar al día.

La Fig. 3 ilustra la eficiencia de captación de calor del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura según la presente invención. Las escalas de la instalación del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y del dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura se determinan atendiendo a, por ejemplo, el solsticio de verano y los helióstatos 5a que se mantienen en espera se dividen en un grupo para calentar el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y en un grupo para calentar el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura según el caudal del vapor saturado aumentado mediante el calentamiento del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Esto provoca un aumento de la eficiencia de la captación de calor del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura entre aproximadamente 1,05 y 1,10 veces en el equinoccio primaveral y entre aproximadamente 1,40 y 1,45 veces en invierno. En otras palabras, según la presente invención, la utilización de los helióstatos 5a mantenidos en espera permite una captación de calor eficaz incluso cuando el sistema se instala en latitudes altas.

A continuación, se describirán, haciendo referencia a los dibujos, varias modificaciones del dispositivo de calentamiento a baja temperatura aplicables a la presente invención. Las Figs. de 4A a 4D y las Figs. de 5A a 5E ilustran modificaciones del dispositivo de captación de calor a baja temperatura aplicables a la presente invención. Un dispositivo 2a de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 4A tiene una configuración en la que la luz reflejada por los helióstatos 5a se enfoca sobre un tubo 13 de transferencia térmica idéntico al tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal. Siempre y cuando el tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal pueda captar la luz reflejada por los helióstatos 5a de esta manera, no se proporcionará ningún tubo de transferencia térmica adicional. Un dispositivo 2b de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 4B incluye un tubo 13 de transferencia térmica dispuesto aguas abajo de un tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal y capaz de captar la luz reflejada por los helióstatos 5a. Un dispositivo 2c de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 4C incluye un tubo de transferencia térmica dispuesto aguas arriba de un tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal y capaz de captar la luz reflejada por los helióstatos 5a. Como puede verse de las Figs. 4A a 4C, la luz reflejada por los helióstatos 5a puede enfocarse sobre cualquier punto del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura, siempre y cuando el medio de funcionamiento atraviese el punto. De forma adicional, como en un dispositivo 2d de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 4D, dos o más tubos 13 de transferencia térmica sirven como objetos que captan la luz reflejada por los helióstatos 5a, en algunos casos.

Además, tal y como se ilustra en las Figs. 5A a 5E, el tubo de transferencia térmica del dispositivo de calentamiento a baja temperatura puede tener una configuración similar a la configuración de, por ejemplo, el panel del tubo de transferencia térmica para el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura. Un dispositivo 2e de calentamiento a baja temperatura
 5 ilustrado en la Fig. 5A incluye un panel 25 de tubo de transferencia térmica entre dos tubos de transferencia térmica dispuestos de forma horizontal y la luz reflejada por los helióstatos 5a se enfoca sobre el panel 25 de tubo de transferencia térmica. Un dispositivo 2f de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 5B incluye un panel 25 de tubo de transferencia térmica
 10 aguas abajo de un tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal y la luz reflejada por los helióstatos 5a se enfoca sobre el panel 25 de tubo de transferencia térmica. Un dispositivo 2g de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 5C incluye un panel 25 de tubo de transferencia térmica aguas arriba de un tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal, a diferencia del caso del dispositivo 2f de calentamiento a baja temperatura.

15 Un dispositivo 2 h de calentamiento a baja temperatura ilustrado en la Fig. 5D incluye un tubo 13 de transferencia térmica y un panel 25 de tubo de transferencia térmica en serie y la luz reflejada por los helióstatos 5a se enfoca sobre el tubo 13 de transferencia térmica y sobre el panel 25 de tubo de transferencia térmica. La Fig. 5E ilustra una configuración en la que la luz reflejada por los helióstatos 5a se enfoca sobre un panel 25 de tubo de transferencia térmica
 20 conectado en paralelo con un tubo de transferencia térmica dispuesto de forma horizontal. Se pueden adoptar varios dispositivos de calentamiento a baja temperatura descritos anteriormente según convenga.

Segunda realización

25 A continuación se describirá una segunda realización de la presente invención. La Fig. 9 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según la segunda realización de la presente invención. Los mismos componentes que aquellos de la primera realización se indicarán con los mismos signos de referencia y las descripciones
 30 detalladas de los mismos se omitirán. Como se ilustra en la Fig. 9, un sistema 100 de captación de calor solar según la segunda realización incluye un sistema de generación de vapor saturado en el que unos espejos 12 de enfoque de luz reciben luz solar 7, los espejos 12 de enfoque de luz reflejan y enfocan la luz sobre los tubos 13 de captación de calor y una bomba 11 de circulación
 35 hace que el agua en los tubos 13 de captación de calor circule para aumentar la temperatura del agua en un tambor 3 de vapor (dispositivo de separación de vapor); y un sistema de generación de vapor sobrecalentado en el que el vapor saturado generado en el tambor 3 de vapor se envía

a un sobrecalentador 8 (panel de tubo de transferencia térmica) de una torre 9 y a continuación el sobrecalentador 8 se irradia con la luz solar 7 recibida y reflejada por los helióstatos 5 para generar vapor sobrecalentado.

5 En esta realización, el sistema de generación de vapor saturado incluye un primer captador 51 de calor de enfoque de luz lineal (primer captador de calor) y un segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal (segundo captador de calor) como un dispositivo de calentamiento a baja temperatura.

10 El primer captador 51 de calor de enfoque de luz lineal incluye los múltiples tubos 13 de captación de calor (primer tubo de captación de calor) de tipo tubo doble de vacío dispuestos de forma lineal y los múltiples espejos 12 de enfoque de luz (primer elemento reflector) dispuestos de forma lineal en la dirección longitudinal de los respectivos tubos 13 de captación de calor de tipo tubo doble de vacío (denominados a continuación en la memoria tubos 13 de captación de calor) y que reflejan la luz
15 solar sobre los tubos 13 de captación de calor, y se configura para calentar el agua que fluye en cada uno de los tubos 13 de captación de calor enfocando la luz reflejada por cada uno de los espejos 12 de enfoque de luz sobre cada uno de los tubos 13 de captación de calor. Los múltiples tubos 13 de captación de calor se disponen en un plano a unos pocos metros por encima del grupo de espejos 12 de enfoque de luz. El número de tubos 13 de captación de calor y el número de espejos 12 de
20 enfoque de luz pueden determinarse como se considere apropiado según las especificaciones.

El segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal incluye múltiples tubos 30 de captación de calor (segundo tubo de captación de calor) de tipo tubo doble de vacío. Los múltiples tubos 30 de captación de calor de tipo tubo doble de vacío (denominados a continuación en la memoria
25 tubos 30 de captación de calor) se disponen de forma vertical en un plano (forma de panel), mientras que cada uno de los tubos 30 de captación de calor se dispone de forma horizontal. Los tubos 30 de captación de calor se conectan en serie, los múltiples tubos 30 de captación de calor dispuestos en un plano reciben la luz reflejada por los helióstatos 5a que se mantienen en espera y a continuación el agua que fluye por los tubos 30 de captación de calor se calienta. En la presente
30 memoria el número de tubos 30 de captación de calor puede determinarse como se considere apropiado según las especificaciones. El tipo de tubo doble de vacío de los tubos de captación de calor que tiene un diámetro exterior de tubo de 70 mm y un diámetro exterior del tubo de vidrio de 125 mm, por ejemplo, es aplicable a los tubos 13 de captación de calor y a los tubos 30 de captación de calor.

35

El segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal se instala en un espacio entre la torre 9 y los helióstatos 5. En esta realización, el segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal se monta sobre una estructura de soporte de la torre 9 teniendo en cuenta la distancia focal de los helióstatos 5. Sin embargo, el segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal puede montarse en una estructura de soporte adicional dispuesta en el espacio entre la torre 9 y los helióstatos 5.

De forma adicional, en esta realización se dispone un espejo auxiliar 55 (segundo elemento reflector) en el lado posterior de los tubos 30 de captación de calor (lado opuesto al que se disponen los helióstatos 5) para aumentar la eficiencia de enfoque de luz reflejando de forma secundaria la luz reflejada que se escapa por los espacios entre los tubos 30 de captación de calor. Sin embargo, no es necesario incluir el espejo auxiliar.

El primer captador 51 de calor de enfoque de luz lineal y el segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal se conectan en serie por medio de dos válvulas 31 y 32 de tres vías que sirven de mecanismos de cambio del canal de flujo. El segundo captador 52 de calor de enfoque de luz lineal se dispone aguas arriba en un flujo de agua y el primer captador 51 de calor de enfoque de luz lineal se dispone aguas abajo. Más específicamente, una entrada de los tubos 30 de captación de calor se conecta con una salida de una bomba 11 de circulación mediante la válvula 31 de tres vías. Además, una salida de los tubos 30 de captación de calor se conecta con una entrada de los tubos 13 de captación de calor mediante la válvula 32 de tres vías. Además, la válvula 31 de tres vías y la válvula 32 de tres vías se conectan entre sí mediante los extremos de los puertos restantes usando una tubería. De forma adicional, se dispone un termómetro 33 de agua para el tambor de vapor que mide la temperatura del agua dentro del tambor 3 de vapor en el tambor 3 de vapor y se introducen señales de apertura y cierre basadas en la lectura del indicador del termómetro 33 de agua para el tambor de vapor en las dos válvulas 31 y 32 de tres vías.

A continuación se describirán los funcionamientos del sistema de captación de calor solar según la segunda realización configurada como se ha indicado anteriormente. Cuando el sistema de captación de calor solar se pone en marcha después de la salida del sol, primero se inicia el sistema de generación de vapor saturado. Hasta que la lectura del indicador del termómetro 33 de agua para el tambor de vapor alcance una temperatura específica (por ejemplo, 300 °C), la válvula 31 de tres vías se abre en una dirección que permite que el agua que sirve de fluido entubado fluya en la dirección de la flecha A en la Fig. 9 desde la salida de la bomba 11 de circulación hacia la entrada de los tubos 30 de captación de calor, y la válvula 32 de tres vías se

abre en una dirección que permite que el agua que sirve de fluido entubado fluya desde la salida de los tubos 30 de captación de calor hacia la entrada de los tubos 13 de captación de calor. Por consiguiente, no hay flujo de fluido entre las válvulas 31 y 32 de tres vías (primer canal de flujo).

- 5 Cuando la bomba 11 de circulación se acciona en este estado, el agua enviada fuera de la bomba 11 de circulación fluye de forma secuencial en la válvula 31 de tres vías, los tubos 30 de captación de calor, la válvula 32 de tres vías, los tubos 13 de captación de calor y el tambor 3 de vapor, y a continuación vuelve a la bomba 11 de circulación. En este momento, los tubos 30 de captación de calor se irradian con la luz reflejada 34 por los helióstatos 5a mantenidos en
10 espera para aumentar la temperatura del agua dentro de los tubos 30 de captación de calor. El agua caliente se envía a los tubos 13 de captación de calor y la temperatura del agua caliente aumenta aún más por la luz reflejada de los espejos 12 de enfoque de luz irradiados con la luz solar 7.
- 15 Después de que la lectura del indicador del termómetro 33 de agua para el tambor de vapor alcance una temperatura específica, el vapor saturado dentro del tambor 3 de vapor está listo para ser suministrado al sobrecalentador 8. En la etapa en la que el sobrecalentador 8 se irradia con luz reflejada por los helióstatos 5, la irradiación por los helióstatos 5a mantenidos en espera se cambia de los tubos 30 de captación de calor al sobrecalentador 8 para generar
20 vapor sobrecalentado. Posteriormente, las válvulas 31 y 32 de tres vías se cambian para separar el fluido en los tubos 13 de captación de calor y el fluido en los tubos 30 de captación de calor. En otras palabras, el agua caliente enviada fuera de la bomba 11 de circulación fluye directamente en los tubos 13 de captación de calor en dirección de la flecha B en la Fig. 9 a través de la tubería que conecta la válvula 31 de tres vías y la válvula 32 de tres vías aguas
25 abajo, sin pasar por los tubos 30 de captación de calor.

Como se describió anteriormente, según la segunda realización, la cantidad de calor captado por todo el dispositivo de calentamiento a baja temperatura (captador de calor de enfoque de luz lineal) aumenta al inicio del sistema de captación de calor solar y, por tanto, el vapor
30 saturado puede generarse en el tambor 3 de vapor más rápido de lo que era posible anteriormente. Esto da como resultado una reducción del tiempo de inicio.

Además, los múltiples tubos 30 de captación de calor se disponen en un plano ortogonal entre la torre 9 y los helióstatos 5 y, por tanto, los tubos 30 de captación de calor pueden ser irradiados
35 eficientemente con la luz reflejada por los helióstatos 5a mantenidos en espera y, además, todos los tubos 30 de captación de calor pueden ser irradiados eficientemente con la luz reflejada por

los helióstatos 5a mantenidos en espera. Esto facilita la formación de un estado de calentamiento uniforme y un control de los aumentos locales en la temperatura, tal como los puntos calientes.

Como se ha descrito anteriormente, en virtud del sistema 1 de captación de calor solar según las realizaciones de la presente invención, el agua suministrada al dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura puede calentarse usando la luz reflejada por los espejos 12 de enfoque de luz del dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y la luz reflejada por los helióstatos 5a mantenidos en espera. Esto provoca una reducción en el tiempo requerido para generar vapor saturado en el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura. Por tanto, el coeficiente de explotación del sistema 1 de captación solar se mejora. Además, incluso en altas latitudes, la utilización de los helióstatos 5a mantenidos en espera rectifica el desequilibrio de las cantidades de calor captadas entre el dispositivo 2 de calentamiento a baja temperatura y el dispositivo 4 de calentamiento a alta temperatura provocado por las estaciones y previene, por tanto, una reducción de la eficiencia de enfoque de luz.

La presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente e incluye varias modificaciones. Por ejemplo, los detalles de las realizaciones descritas anteriormente sirven para describir de forma inteligible la presente invención y no tienen previsto limitar la invención a aquellos con todas las configuraciones descritas anteriormente.

Por ejemplo, las válvulas 31 y 32 de tres vías solo se describen como una combinación ilustrativa del mecanismo de cambio del canal de flujo. De forma alternativa, por ejemplo, se pueden disponer varias válvulas de ajuste de caudal en un canal de flujo que atravesase los tubos 30 de captación de calor y en un canal de flujo que evite los tubos 30 de captación de calor.

En este caso, el caudal de fluido (agua) que calentar que fluye por los tubos 30 de captación de calor puede ajustarse mientras la cantidad total de fluido que calentar fluye por los tubos 13 de captación de calor controlando la apertura de cada una de las válvulas de ajuste de caudal. Esto permite un ajuste del funcionamiento en el que, por ejemplo, la cantidad total de fluido que calentar fluye dentro de los tubos 13 de captación de calor y de los tubos 30 de captación de calor inmediatamente después de que el sistema 100 de captación de calor solar se inicie y en el que el caudal del fluido que calentar que fluye por los tubos 30 de captación de calor se reduce gradualmente con el paso del tiempo tras el inicio.

Números de referencia

- 1 Sistema de captación de calor solar
- 2 Dispositivo de calentamiento a baja temperatura
- 3 Dispositivo de separación de vapor/tambor de vapor
- 5 4 Dispositivo de calentamiento a alta temperatura
- 5 Helióstato
- 5a Helióstato mantenido en espera
- 6 Sol
- 7 Luz solar
- 10 8 Panel de tubo de transferencia térmica/sobrecalentador
- 9 Torre
- 10 Bomba de suministro de agua
- 11 Bomba de circulación
- 12 Espejo de enfoque de luz
- 15 13 Tubo de transferencia térmica/tubo de captación de calor
- 15 Detector de temperatura
- 20 Dispositivo de control (dispositivo de control de helióstato)
- 30 Tubo de captación de calor (segundo tubo de captación de calor) de tipo tubo doble de vacío
- 31, 32 Válvula de tres vías (mecanismo de cambio del canal de flujo)
- 20 55 Espejo auxiliar (segundo elemento reflector)
- A Hora de salida del Sol
- A' Tiempo de generación de vapor (según la tecnología de la técnica relacionada)
- B Tiempo de generación de vapor (según la presente invención)
- C Temperatura de saturación de agua (a una presión determinada)
- 25 D Área de recepción de la luz
- E Luz reflejada
- N Norte
- S Sur

REIVINDICACIONES

1.- Un sistema de captación de calor solar que comprende:

un dispositivo de calentamiento a baja temperatura configurado para calentar agua
5 suministrada usando el calor de la luz solar para generar vapor;

un dispositivo de separación de vapor configurado para separar fluido bifásico de agua y
vapor generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y en
vapor; y

un dispositivo de calentamiento a alta temperatura configurado para calentar el vapor
10 separado en el dispositivo de separación de vapor usando el calor de la luz solar reflejada
por una pluralidad de helióstatos para generar vapor sobrecalentado, en donde

el dispositivo de calentamiento a baja temperatura incluye:

un primer captador de calor que incluye un primer tubo de captación de calor que se dispone
de forma lineal y un primer elemento reflector que se dispone de forma lineal en una dirección
15 longitudinal del primer tubo de captación de calor y configurado para reflejar la luz solar sobre
el primer tubo de captación de calor, estando el primer captador de calor configurado para
enfocar la luz reflejada por el primer elemento reflector sobre el primer tubo de captación de
calor para calentar el agua que fluye en el primer tubo de captación de calor; y

un segundo captador de calor que incluye un segundo tubo de captación de calor que se
20 dispone de forma lineal, y se configura para recibir la luz reflejada por al menos una
parte de la pluralidad de helióstatos para calentar el agua que fluye en el segundo tubo
de captación de calor,

el primer captador de calor se dispone aguas abajo en un flujo de agua, el segundo captador
de calor se dispone aguas arriba, y el primer captador de calor y el segundo captador de calor
25 se conectan en serie entre sí, y

el dispositivo de calentamiento a baja temperatura además incluye un mecanismo de
cambio de canal de flujo configurado para cambiar un canal de flujo de agua entre un
primer canal de flujo a lo largo del cual el agua fluye dentro del primer captador de calor a
través del segundo captador de calor y un segundo canal de flujo a lo largo del cual el
30 agua evita el segundo captador de calor y fluye dentro del primer captador de calor.

2.- El sistema de captación de calor solar según la reivindicación 1 que además comprende:

un dispositivo de control de helióstato configurado para controlar los ángulos de la
pluralidad de helióstatos, en donde

35 el dispositivo de control de helióstato controla el ángulo de cada uno de la pluralidad de
helióstatos de manera que la luz solar se refleje sobre el dispositivo de calentamiento a

alta temperatura y de manera que la luz solar se refleje sobre el segundo captador de calor durante un período predeterminado de tiempo.

3.- El sistema de captación de calor solar según la reivindicación 2, en donde

5 el mecanismo de cambio de canal de flujo cambia el canal de flujo al primer canal de flujo durante el período predeterminado de tiempo, y cambia el canal de flujo del primer canal de flujo al segundo canal de flujo después de que transcurra el período predeterminado de tiempo.

10 4.- El sistema de captación de calor solar según la reivindicación 3, en donde

el período predeterminado de tiempo es un período de tiempo hasta que el agua suministrada al dispositivo de calentamiento a baja temperatura alcanza una temperatura de vapor saturado.

15 5.- Un método de funcionamiento de un sistema de captación de calor solar, incluyendo el sistema de captación de calor solar un dispositivo de calentamiento a baja temperatura configurado para calentar el agua suministrada usando el calor de la luz solar para generar vapor, un dispositivo de separación de vapor configurado para separar fluido bifásico de agua y vapor
20 generado en el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y en vapor, y un dispositivo de calentamiento a alta temperatura configurado para calentar el vapor separado en el dispositivo de separación de vapor usando el calor de la luz solar reflejada por una pluralidad de helióstatos para generar vapor sobrecalentado, incluyendo el dispositivo de calentamiento a baja temperatura un primer captador de calor dispuesto aguas abajo en un
25 flujo de agua y un segundo captador de calor dispuesto aguas arriba y estando conectado con el primer captador de calor en serie entre sí, comprendiendo el método de funcionamiento:
hacer fluir agua en el primer captador de calor a través del segundo captador de calor;
reflejar luz solar sobre el segundo captador de calor usando al menos una parte de la
30 pluralidad de helióstatos durante un período predeterminado de tiempo; y
hacer que el agua evite el segundo captador de calor y fluya en el primer captador de calor transcurrido el período de tiempo predeterminado.

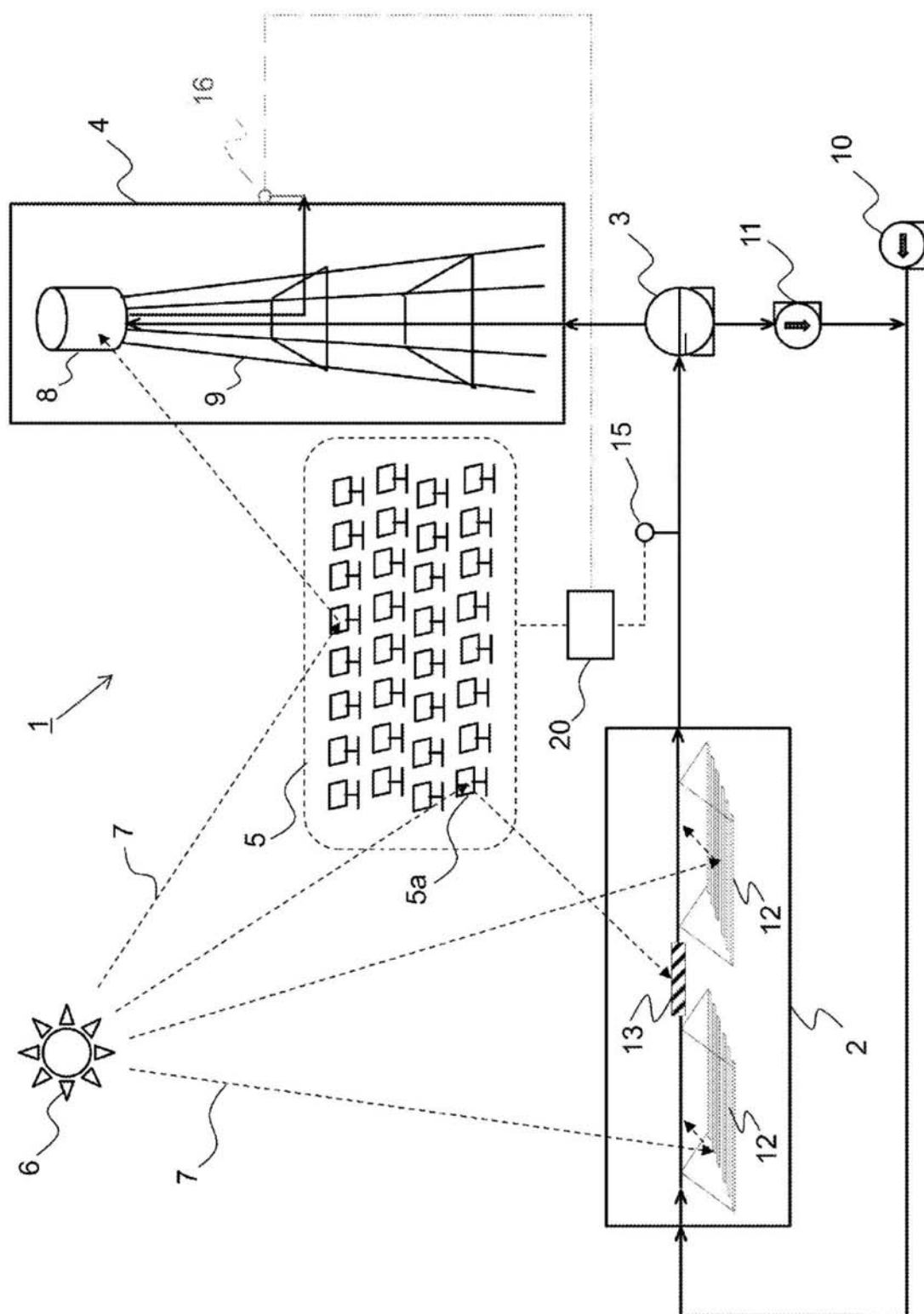
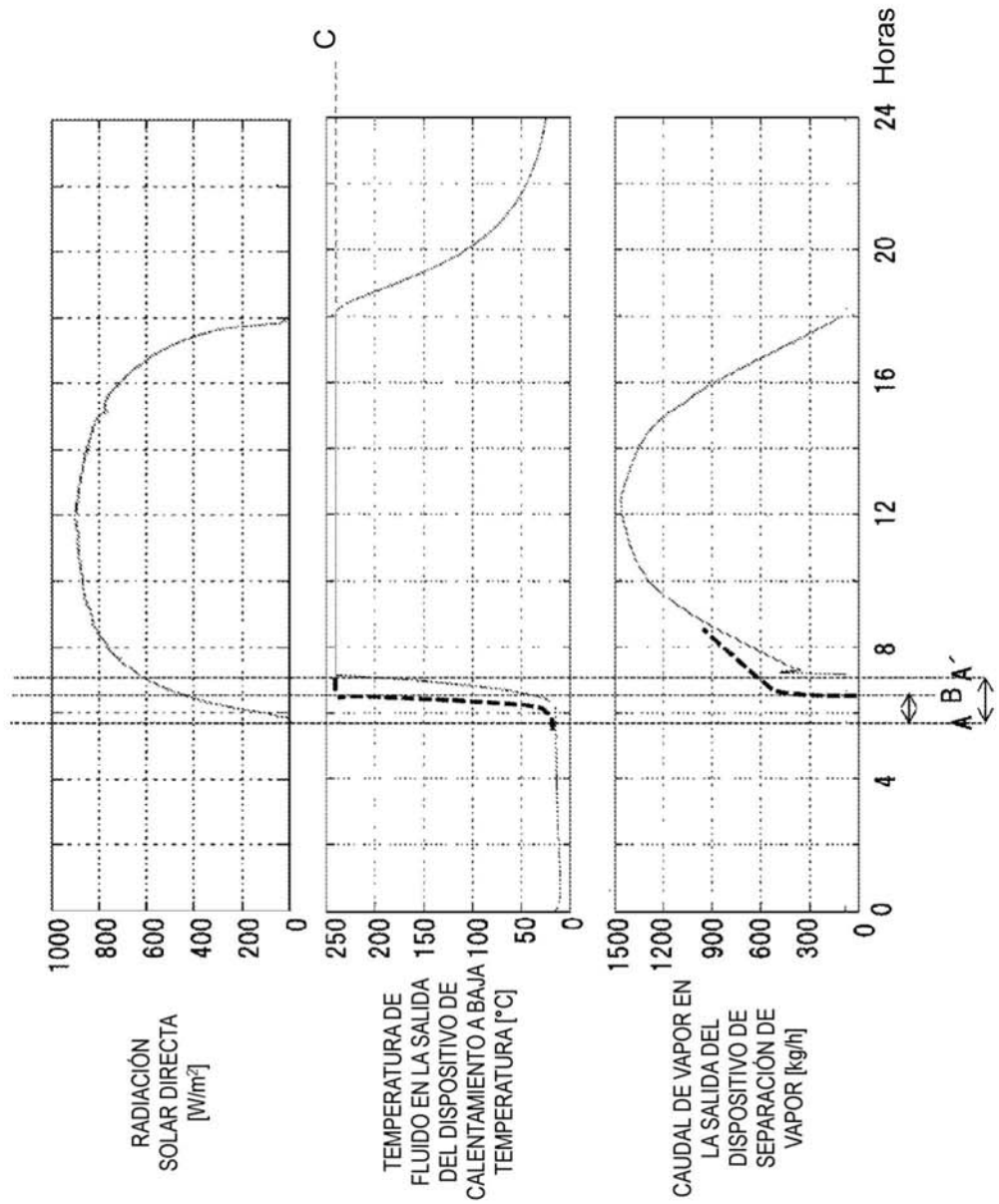


FIG. 1

FIG. 2A



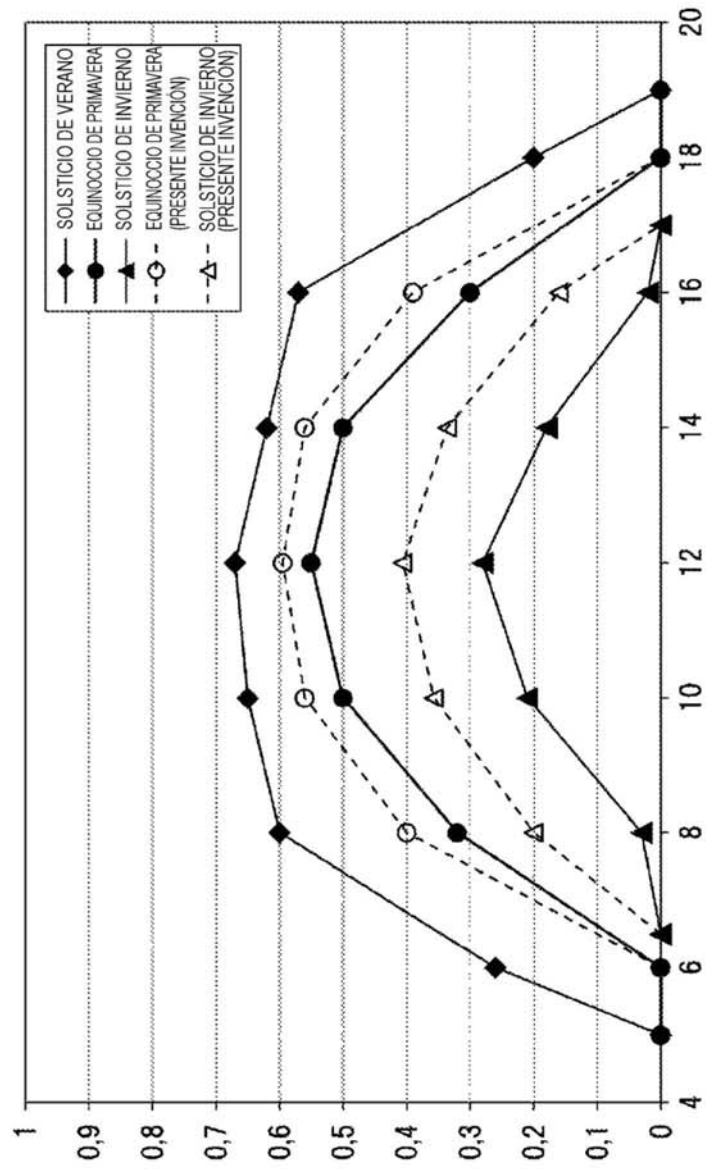


FIG. 3

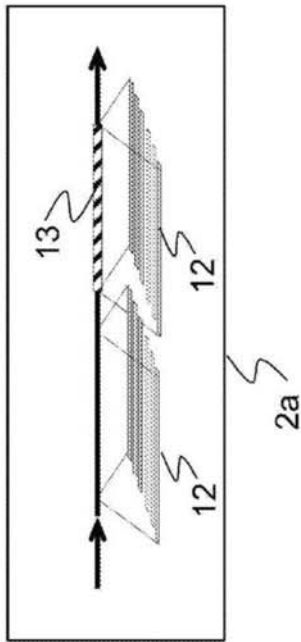


FIG. 4A

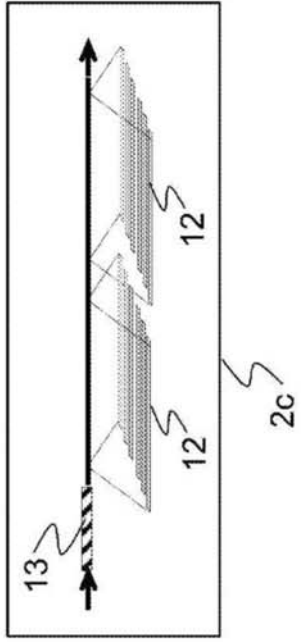


FIG. 4C

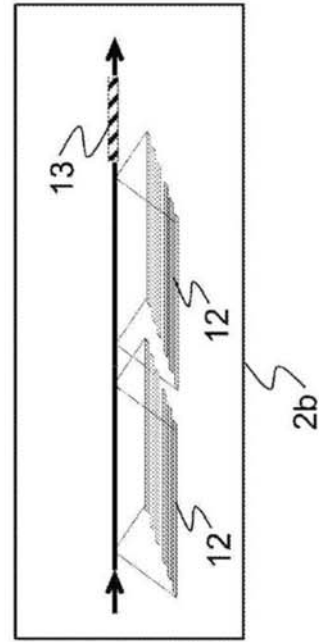


FIG. 4B

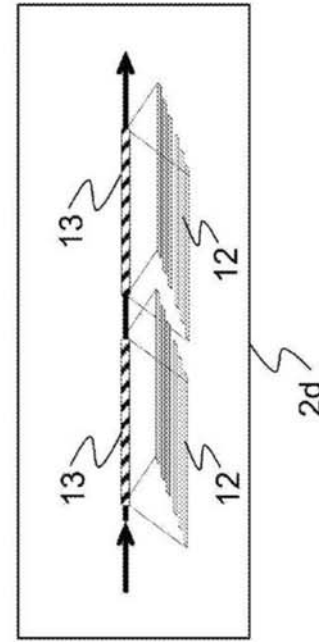


FIG. 4D

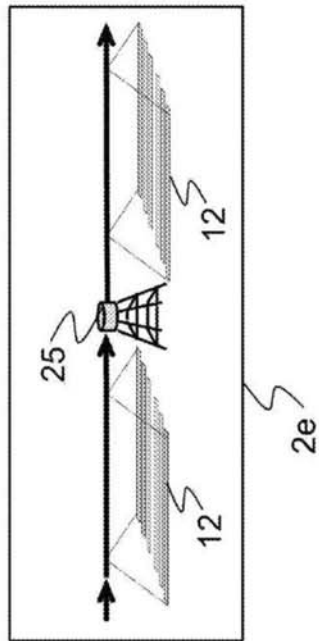


FIG. 5A

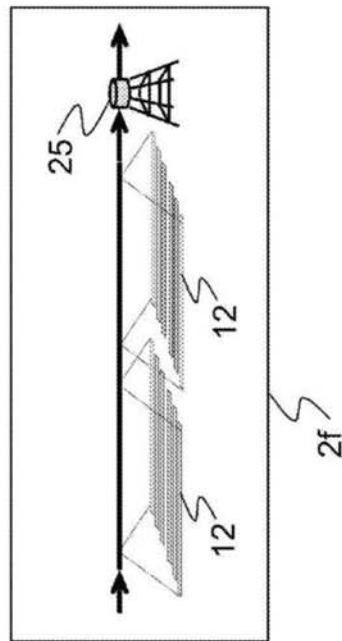


FIG. 5B

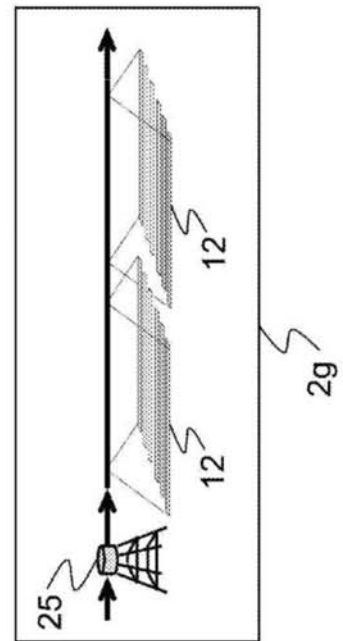


FIG. 5C

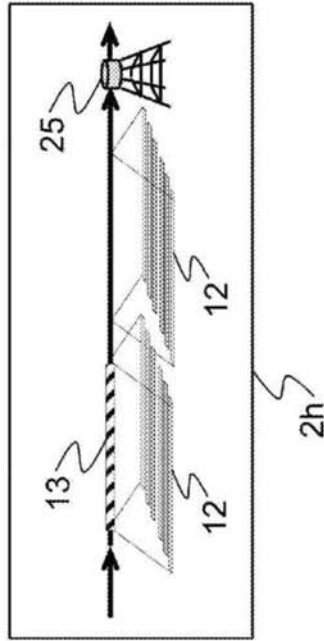


FIG. 5D

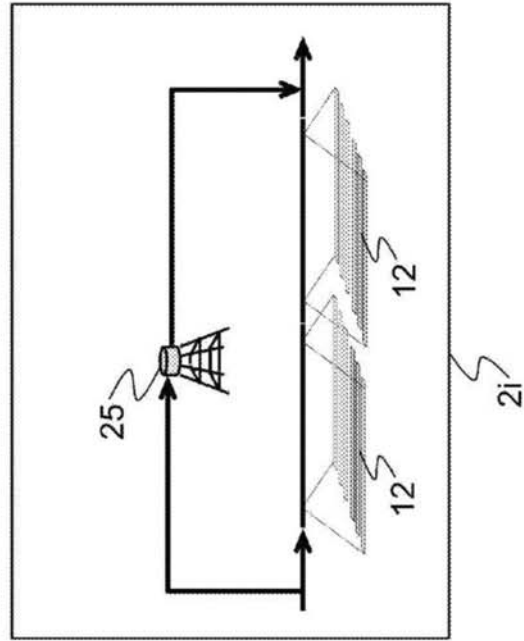
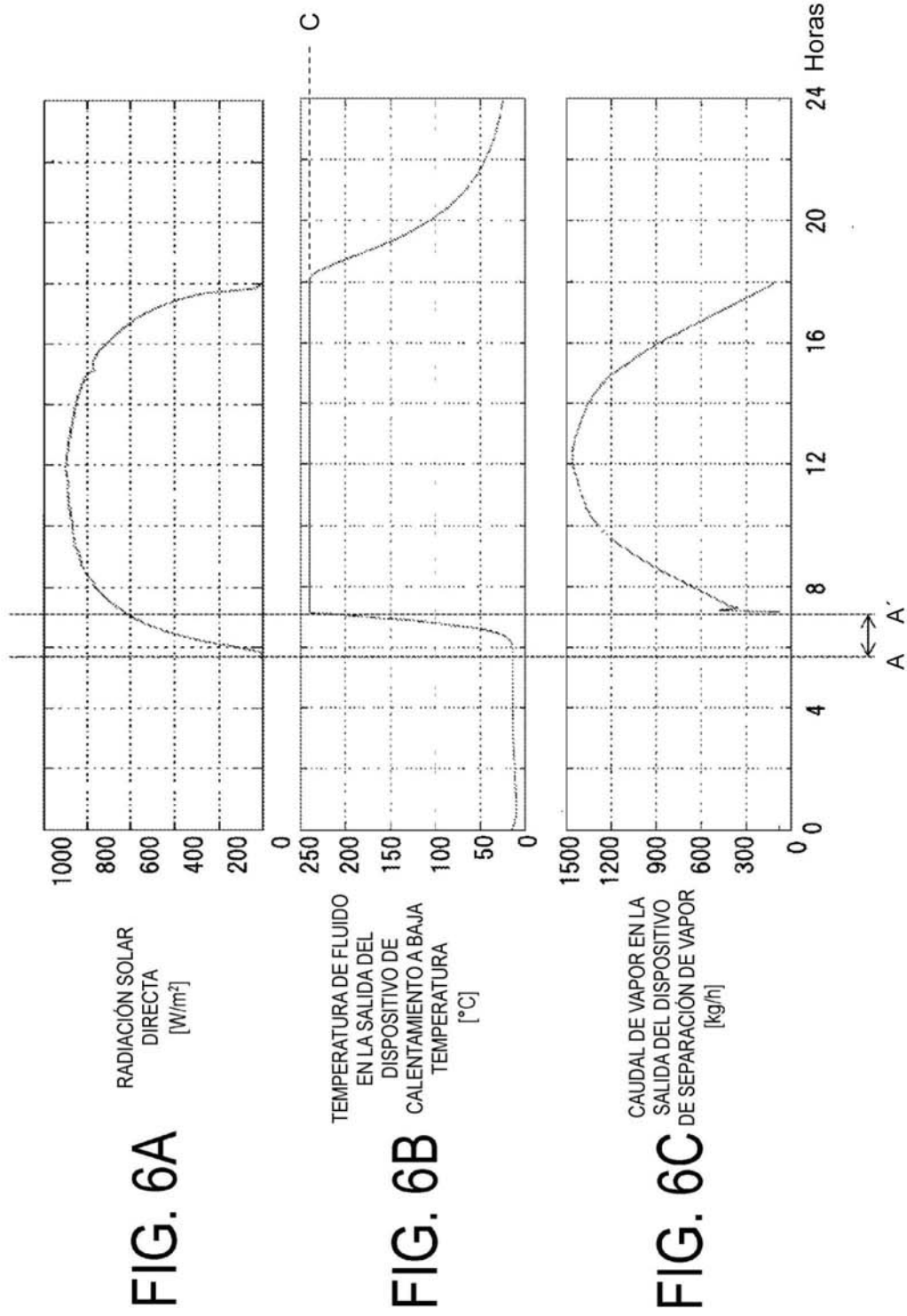


FIG. 5E



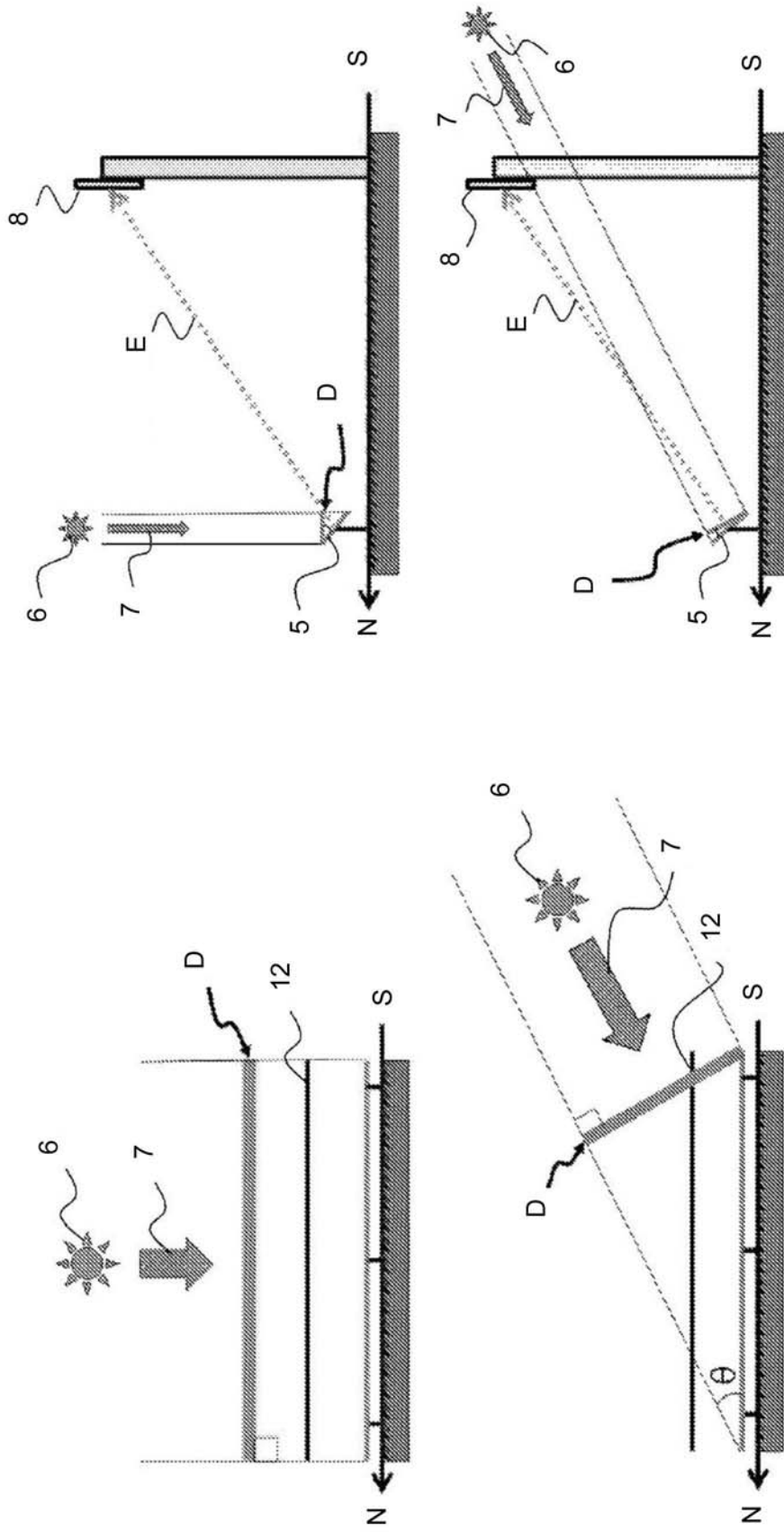


FIG. 7A

FIG. 7B

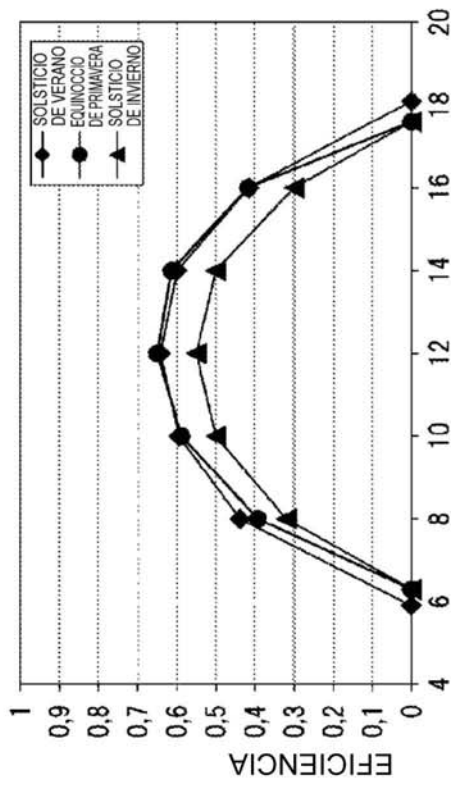
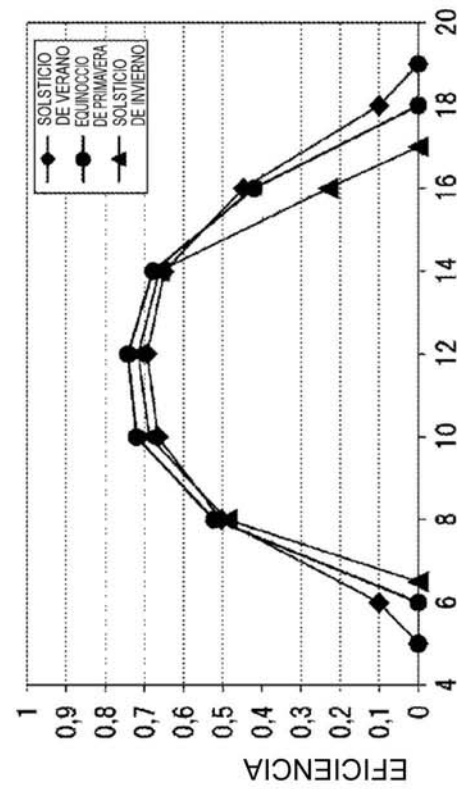
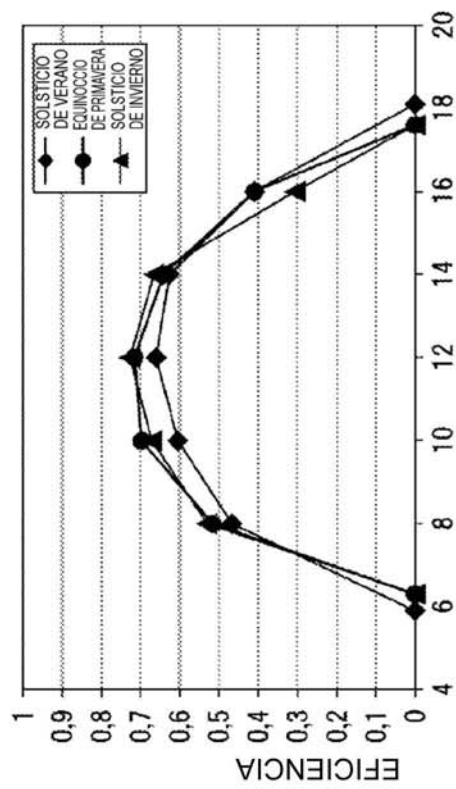


FIG. 8A

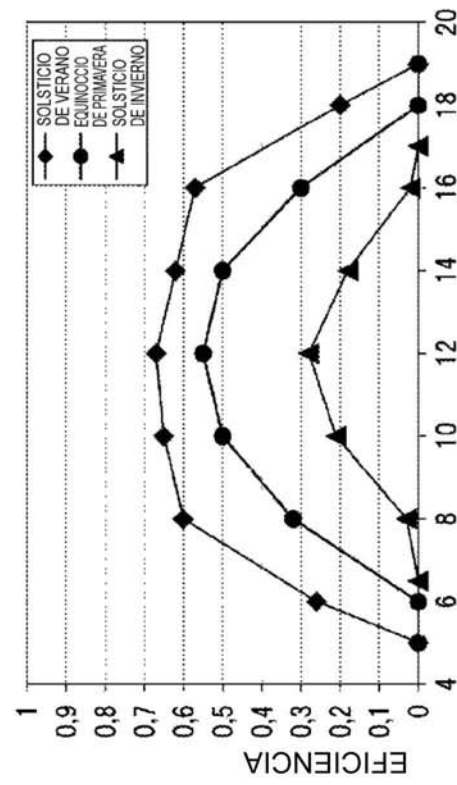


FIG. 8B

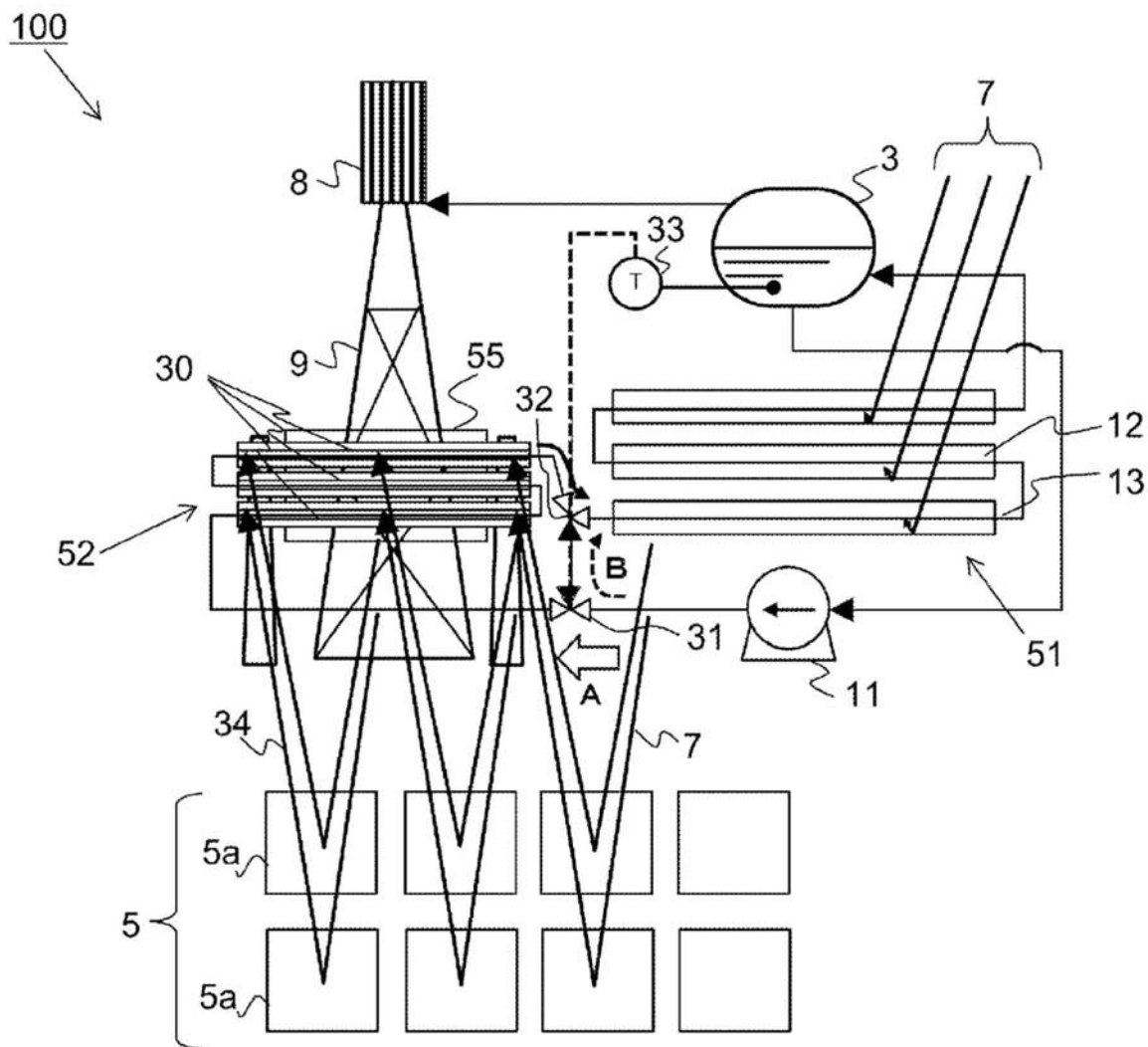


FIG. 9