

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 646 926**

51 Int. Cl.:

<b>F22G 3/00</b>	(2006.01) <b>F24J 2/26</b>	(2006.01)
<b>F22B 37/22</b>	(2006.01) <b>F24J 2/38</b>	(2014.01)
<b>F22G 1/16</b>	(2006.01) <b>F24J 2/46</b>	(2006.01)
<b>F24J 2/24</b>	(2006.01)	
<b>F24J 2/42</b>	(2006.01)	
<b>F28F 9/02</b>	(2006.01)	
<b>F22B 1/00</b>	(2006.01)	
<b>F22G 1/06</b>	(2006.01)	
<b>F24J 2/07</b>	(2006.01)	
<b>F24J 2/10</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2013 PCT/JP2013/070611**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.02.2014 WO14021320**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2013 E 13826214 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.10.2017 EP 2894402**

54 Título: **Colector solar para caldera de calor solar, y caldera de calor solar de tipo torre equipada con el mismo**

30 Prioridad:

**30.07.2012 JP 2012168481**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.12.2017**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.  
(100.0%)  
3-1, Minatomirai 3-chome Nishi-Ku,  
Yokohama-shi Kanagawa 220-8401, JP**

72 Inventor/es:

**MARUMOTO, TAKAHIRO y  
SHIKATA, TETSUO**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

**ES 2 646 926 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

Colector solar para caldera de calor solar, y caldera de calor solar de tipo torre equipada con el mismo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un colector solar para una caldera de calor solar, que puede recolectar calor a partir del sol y generar vapor mediante el uso del calor recolectado, y una caldera de calor solar de tipo torre que está equipada con el colector solar.

Antecedentes del estado de la técnica

10 Las plantas de calor solar de tipo de concentración están clasificadas aproximadamente en plantas independientes y plantas híbridas. En las plantas independientes, la mayoría de calor es proporcionado por el calor solar mientras que una parte del calor es respaldado por un combustible fósil o similar. Por otro lado, en las plantas híbridas, la mayoría del calor es proporcionado por un combustible fósil o un combustible nuclear mientras que una parte del calor es respaldado mediante calor solar.

15 En ambos tipos de plantas independientes y de plantas híbridas, el calor de la luz solar es recolectado y utilizado como una fuente de calentamiento, y un colector solar es también utilizado sustancialmente en común. Generalmente, un colector solar/de tipo de luz pasante (en el cual se proporciona un espejo parabólico y una tubería de transferencia de calor está dispuesta en un punto focal en donde está enfocada la luz solar), un colector solar de tipo Fresnel (en el cual un gran número de espejos planos son proporcionados y se disponen tuberías de transferencia de calor en puntos focales donde está enfocada a la luz solar) y un colector solar de tipo torre (en el cual un gran número de espejos planos (de aquí en adelante también referidos simplemente como espejos) están colocados en una amplia región próxima a la superficie del terreno y un panel de transferencia de calor que sirve como un colector solar está dispuesto en un punto focal en donde se enfoca la luz solar reflejada por los espejos) se puede utilizar como el colector solar.

20 Entre ellos, el colector solar de tipo pasante y el colector solar de tipo Fresnel son cortos en la longitud focal y bajos en el grado de concentración de la luz solar (la densidad de calor en una porción de recolección de calor). Por otro lado, el colector solar de tipo torre es largo en la longitud focal para ser capaz de utilizar la luz reflejada desde una región amplia. Por tanto, un colector solar del tipo torre tiene como características que el grado de concentración de la luz solar (la densidad de calor en una porción de recolección de calor) es alto. Cuando la densidad de calor en el colector solar es alta, la cantidad de calor recolectada por unidad de área de transferencia de calor es grande de manera que se puede obtener un vapor a temperatura más alta.

25 A continuación, se ilustra un ejemplo de una planta independiente de tipo torre para explicar los antecedentes del estado de la técnica. La figura 7 muestra una vista esquemática de una planta independiente de tipo torre típica. Mediante una bomba 11 de suministro de agua, el agua es entregada a un colector 13 solar colocado en una base 12 de soporte del colector solar. Por otro lado, la luz del sol 14 es reflejada mediante superficies de espejo de helióstatos 15 constituidos por espejos y unidades controladoras, y recolectados en el colector 13 solar. En el colector 13 solar, la temperatura del agua aumenta debido al calor del sol de manera que se genera vapor. El vapor generado en el colector 13 solar es entregado a una turbina 16 de vapor. La turbina 16 de vapor es accionada de manera que un generador 17 puede generar electricidad.

30 Como un ejemplo de la estructura del colector 13 solar, la figura 8 muestra un ejemplo de un colector solar que incluye un evaporador 19 y un sobrecalentador 20. El agua suministrada por la bomba 11 de suministro de agua (ver la figura 7) una vez entra en un dispositivo 18 de separación vapor-agua. El agua es circulada y calentada en el evaporador 19 de manera que se convierte parcialmente en vapor, y después entra en el dispositivo 18 de separación vapor-agua de nuevo. En el dispositivo 18 de separación vapor-agua, el agua es separada en vapor saturado y agua saturada. El vapor saturado entra en el sobrecalentador 20, mientras que el agua saturada entra en el evaporador 19 de nuevo. El vapor saturado que entra en el sobrecalentador 20 es calentado por el calor solar de manera que se genera un vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado generado es suministrado a la turbina 16 de vapor (ver la figura 7).

35 La figura 9 muestra de forma esquemática la estructura del sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor) en el colector 13 solar mencionado anteriormente y la distribución de una carga térmica (unidad:KW/m<sup>2</sup>) en el sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor). Cada línea discontinua conecta porciones de la misma carga térmica como una línea de contorno y muestra cada región del mismo escalonamiento de carga térmica.

40 El vapor a saturado generado en el evaporador 19 es suministrado al sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor) a través de un cabezal 1 de entrada y calentado mediante calor solar de manera que se convierte en vapor d sobrecalentado, el cual fluye fuera a través de un canal 5 de salida. La forma del patrón de luz incidente reflejada por cada espejo con una forma fija y que alcanza una superficie de recepción de luz que sirve como la porción de recolección de calor del colector solar es cambiada por el ángulo de azimut y el ángulo de elevación de cada helióstato que sigue el sol de acuerdo con la relación posicional entre el espejo y la superficie de recepción de luz y el azimut y la altitud del sol.

- 5 Por ejemplo, incluso si se utiliza un espejo cuadrado, el patrón de un rayo de luz incidente puede cambiarse para ser más largo horizontalmente que verticalmente o más largo verticalmente que horizontalmente. Adicionalmente, los patrones de rayos de luz incidentes que alcanzan la superficie de recepción de luz desde una pluralidad de espejos que tienen la misma forma pero están colocados en diferentes posiciones son diferentes entre sí. Por lo tanto, puede suceder una distribución en la intensidad de la luz incidente obtenida por esos rayos de luz incidentes superpuestos unos a otros. Es decir, se genera una región alta en carga térmica y una región baja en carga térmica, tal y como se muestra en la figura 9.
- 10 Por otro lado, una porción en la que los rayos de luz reflejados mediante una pluralidad de espejos están superpuestos (solapados) llegan a tener una temperatura alta. Es por lo tanto deseable que los rayos de luz reflejados que están incidiendo en una porción distinta de la porción de recolección de calor del colector de calor puedan dañar térmicamente cualquier miembro en la porción.
- 15 Por lo tanto, durante un periodo de funcionamiento de la caldera de calor solar (colector solar), la región de la superficie de recepción de luz del colector solar (es decir la anchura y la altura de la porción de recolección de calor del colector solar) se establece generalmente para que sea más grande que la forma de la luz incidente (de aquí en adelante también referida como patrón de luz incidente global) en la cual los rayos de luz incidente desde todos los espejos en uso se superponen, de manera que se puede evitar que el patrón de luz incidente global sobresalga de la superficie de recepción de luz del colector solar.
- 20 El rango o distribución superior/inferior del valor absoluto de la carga térmica del sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor) fluctúa dependiendo de las condiciones de instalación (dimensiones, formas, región de instalación, número, etc.) o del método de seguimiento (control) de los helióstatos (espejos) y dependiendo del azimut y de la altitud del sol. Sin embargo, la carga térmica es más alta en la porción central (región e de carga térmica alta) del sobrecalentador 20 y disminuye a medida que se dispone de forma más próxima a la periferia (región f de carga térmica baja) del sobrecalentador 20.
- 25 La figura 10 muestra la relación entre la posición en la dirección de anchura (dirección perpendicular a la dirección del eje de cada tubería de transferencia de calor) del sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor) mostrado en la figura 9, cuya posición está en la abscisa, y una diferencia de temperatura de un fluido entre el cabezal 1 de entrada y el cabezal 5 de salida en el sobrecalentador 20 (porción de recolección de calor), cuya diferencia de temperatura está en la ordenada.
- 30 La tubería de transferencia de calor (el signo g de referencia mostrado en la figura 9) en la porción central está situada en la región e de carga térmica alta. Por ejemplo, en las condiciones en las cuales un fluido que se va a calentar (vapor a saturado) fluye dentro del cabezal 1 dentada y a una presión de 5 Mpa y el fluido (vapor d sobrecalentado) fluye fuera del cabezal 5 de salida y a una temperatura promedio de 500°C, la temperatura del fluido alcanza aproximadamente 600°C en la porción de salida mientras que la temperatura del fluido que se va a calentar (vapor a saturado) tiene una temperatura de aproximadamente 250°C en la entrada. Por tanto, la diferencia de temperatura del fluido entre el cabezal de entrada y el cabezal de salida es de aproximadamente 350°C. Por otro lado, las tuberías de transferencia de calor (el signo h de referencia mostrado en la figura 9) en las porciones laterales opuestas están situadas en la región f de carga térmica baja. Por consiguiente, la cantidad de calentamiento es tan baja que la temperatura del fluido alcanza aproximadamente 350°C en la porción de salida mientras que la temperatura del fluido que se va a calentar (vapor s saturado) es aproximadamente de 250°C en la entrada. Por tanto, la diferencia de temperatura del fluido entre el cabezal de entrada y el cabezal de salida es de aproximadamente 100°C. Como resultado, la diferencia de temperatura en la dirección de anchura en el cabezal de salida alcanza aproximadamente 250°C (600°C-350°C). De esta manera, surge una gran diferencia de temperatura entre las posiciones en la dirección de anchura del sobrecalentador (porción de recolección de calor).
- 35 40 45 Adicionalmente, por ejemplo, la literatura de patente 1 da a conocer una caldera que utiliza calor solar, en la cual una pluralidad de paneles de recepción de luz de calor solar cada uno que tiene un cabezal inferior y un cabezal superior, están conectados en cascada de manera que el fluido que pasa a través de las tuberías puede ser calentado de forma secuencial. Esta literatura de patente 1 tampoco tiene sugerencias particulares con respecto a propiedades de recepción de calor en las posiciones en la dirección de anchura de los paneles de recepción de luz.
- 50 55 Adicionalmente, la literatura de patente 2 da a conocer una estructura de disposición de tuberías de transferencia de calor como la siguiente. Es decir, un cabezal inferior está previsto en la dirección de anchura de un pasaje a través del cual pasa un medio de calor tal como gases de escape, y el cabezal inferior está dividido en tres porciones mediante dos placas de partición de manera que el fluido de una tubería de entrada puede fluir dentro de un puerto de división de una porción central en la dirección de anchura y el fluido que retorna del puerto de división de la porción central a través de un cabezal superior puede fluir en los puertos de división en los lados opuestos de la porción central. Esta literatura de patente 2 sugiere que una entrada y una salida están previstas en el cabezal inferior de manera que se puede eliminar una tubería de comunicación anterior colocada entre el cabezal superior y el cabezal inferior.

Lista de citación

Literatura de patente

Literatura de patente 1: US 2010/0199974A1

Literatura de patente 2: JP-A- 61-252401

5 Literatura de patente 3: US 4245618A da a conocer un receptor central solar o generador de vapor y una unidad sobrecalentadora que comprende una primera y una segunda series de paneles de tubo dispuestos circularmente, respectivamente.

10 Literatura de patente 4: US 4269172A da a conocer un sistema de calentamiento de agua solar que tiene un absorbedor formado de un conducto de plástico adaptado para estar dispuesto de forma no obstruida sobre una superficie de tejado con lo cual el agua es calentada por medio de una radiación directa del sol y por medio de conducción desde la superficie de tejado sobre la cual está soportado el conducto.

Literatura de patente 5: US 2011/289921A1 da a conocer un intercambiador de calor configurado para capturar energía mediante radiación, que comprende al menos un intercambiador básico en forma de bandera, que incluye: un colector de entrada y un colector de salida; una pluralidad de tubos de intercambio conectados al conector de entrada y al colector de salida; respectivamente, y apilados de manera que detienen la radiación incidente.

15 Literatura de patente 6: US 5845591A da a conocer un dispositivo de combustión giratorio en el cual una pluralidad de tubos conectan un primer cabezal a un segundo cabezal, y en el cual el primer y segundo cabezales tienen una pluralidad de deflectores que los dividen en una pluralidad de cámaras. Una tubería ramificada está situada en un extremo final de una primera de las cámaras para admitir fluido a la primera cámara, de tal manera que el fluido fluya a través de un primer conjunto de tubos hasta una segunda cámara y entonces a través de un segundo conjunto de tubos y es retornado a otra cámara y sale a través de una segunda tubería ramificada dispuesta en un extremo final de la cámara.

20 Literatura de patente 7: EP 1066882A 2 da a conocer un receptor solar que comprende una pluralidad de paneles de tubo que generan vapor y una pluralidad de paneles de tubo sobrecalentadores intercalados con los paneles de tubo que genera vapor para mantener cerca de una constante la relación de potencia absorbida entre los tubos del sobrecalentador y generadores de vapor independientemente de la distribución del flujo de calor sobre la superficie absorbidora.

Resumen de la invención

Problema técnico

30 Sin embargo, en las técnicas de los antecedentes del estado de la técnica mostradas en la figura 7 y en la figura 8, que incluyen la literatura de patente 1 mencionada anteriormente, se produce una diferencia de temperatura muy grande en una dirección de un conjunto de un gran número de tuberías de transferencia de calor (en una dirección perpendicular a la dirección del eje de cada una de las tuberías de transferencia de calor o en una dirección de anchura del sobrecalentador o una porción de recolección de calor). Por lo tanto, hay una posibilidad de que la cantidad de expansión térmica pueda variar en la dirección de anchura de las tuberías de transferencia de calor y que las tuberías de transferencia de calor y los cabezales puedan dañarse.

35 Por otro lado, la literatura de patente 2 mencionada anteriormente da a conocer una estructura en la cual el cabezal inferior que conecta unos extremos de un gran número de tuberías de transferencia de calor se divide en tres porciones, una porción central del cual se establece como el lado de entrada de un fluido mientras que las otras porciones en los lados opuestos de la porción central se establecen como lados de salida del fluido. Sin embargo, una fuente de calentamiento de fluido es un gas de escape que pasa a través de una caldera. De forma diferente al calor solar recolectado, la fuente no es una fuente de calor que puede provocar una gran diferencia de temperatura del gas de escape en la dirección de anchura del pasaje del gas de escape. Por tanto, en la literatura de patente 2, el cabezal inferior se divide para los propósitos de eliminar la tubería de comunicación entre el cabezal superior y el cabezal inferior.

40 Un objeto de la invención es proporcionar un colector solar para una caldera de calor solar, que incluye dicha estructura de cabezales y dicha formación de un flujo de fluido en las tuberías de transferencia de calor que conectan los cabezales, que puede suprimir una desviación entre una diferencia de temperatura de entrada/salida del fluido en una porción central en la dirección de anchura de la porción de recolección de calor (sobrecalentador) y una diferencia de temperatura en una entrada-salida del fluido en cada una de las porciones laterales opuestas en la dirección de anchura de la porción de recolección de calor (sobrecalentador) para ser lo suficientemente baja para reducir la cantidad de expansión térmica en la dirección de anchura en las tuberías de referencia de calor.

Solución al problema

Con el fin de resolver los problemas anteriores, la invención proporciona un colector solar para una caldera de calor solar tal y como se ha definido en la reivindicación 1.

Adicionalmente, una caldera de calor solar de tipo torre incluye: el colector solar mencionado anteriormente para una caldera de calor solar; un evaporador que calienta agua suministrada la misma; un separador de vapor-agua que separa un fluido en dos fases vapor-agua generado en el evaporador, en vapor saturado y agua; y helióstatos que siguen la luz del sol y concentran la luz sobre la porción de recolección de calor solar del colector solar para una caldera de calor solar; en donde: el vapor saturado separado en el separador vapor-agua se hace para fluir dentro del cabezal de entrada como el fluido que se va a calentar en el colector solar para una caldera de calor solar, de manera que el vapor saturado puede ser sobrecalentado.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la invención, se puede reducir una desviación entre la diferencia de temperatura entrada-salida de una primera parte de sobrecalentador y la diferencia de temperatura de entrada-salida de cada una de las segundas partes de sobrecalentador, de manera que se puede reducir una diferencia en la expansión térmica entre la primera parte de sobrecalentador y la segunda parte de sobrecalentador. Es por lo tanto posible evitar daños en el colector solar para una caldera de calor solar.

Adicionalmente, cuando el colector solar de acuerdo con la invención es utilizado en una caldera de calor solar de tipo torre, se puede reducir la desviación de una diferencia de temperatura entrada-salida del fluido en la dirección de anchura del sobrecalentador, incluso si fluctúa la tasa de vapor saturado que fluye dentro del sobrecalentador o fluctúa la cantidad de radiación solar. Adicionalmente, sólo el sobrecalentador se puede colocar en una porción superior de una torre. Por consiguiente, es posible reducir el coste del equipo total de la caldera de calor solar.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1. Una vista de configuración que muestra una estructura de los cabezales y la formación de un flujo de fluido en un colector solar para una caldera de calor solar de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La figura 2. Una vista que muestra detalles de los cabezales y de partes de sobrecalentador de un sobrecalentador en la configuración mostrada en la figura 1.

La figura 3. Una vista en sección que muestra detalles de una porción de conexión entre las partes de sobrecalentador mostradas en la figura 2.

La figura 4. Una gráfica que muestra la relación entre una posición en la dirección de anchura del sobrecalentador y una diferencia de temperatura de un fluido entre un cabezal de entrada y un cabezal intermedio o una diferencia de temperatura de fluido entre el cabezal intermedio y cada cabezal de salida de acuerdo con el modo de realización.

La figura 5. Una vista que muestra una estructura de disposición que incluye un evaporador y un sobrecalentador en una caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con un modo de realización de la invención.

La figura 6. Un gráfico que muestra la relación entre la cantidad de vapor saturado que fluye dentro de un sobrecalentador y una diferencia de temperatura de un fluido entre un cabezal de entrada y un cabezal de salida.

La figura 7. Una vista que muestra una configuración conceptual de una caldera de calor solar independiente de tipo torre típica.

La figura 8. Una vista que muestra la configuración de un colector solar en la caldera de calor solar mostrada en la figura 7.

La figura 9. Una vista que muestra una estructura de un sobrecalentador y una distribución de carga térmica del sobrecalentador en el colector solar mostrada en la figura 8.

La figura 10. Una gráfica que muestra la relación entre una posición en la dirección de anchura del sobrecalentador mostrada en la figura 9 y una diferencia de temperatura de un fluido entre un cabezal de entrada y un cabezal de salida.

Descripción de un modo de realización

La configuración y funciones del colector solar para una caldera de calor solar de acuerdo con un modo de realización de la invención se describirán más abajo en detalle con referencia las figuras 1 a 3. La figura 1 es una vista de configuración que muestra una estructura de cabezales y la formación de un flujo de fluido en el colector solar para una caldera de calor solar de acuerdo con el modo de realización de la invención. La figura 2 es una vista que muestra detalles de los cabezales y de partes de sobrecalentador de un sobrecalentador en la configuración mostrada en la figura 1. La figura 3 es una vista en sección que muestra detalles de una porción de conexión entre las partes de sobrecalentador mostradas en la figura 2.

En la figura 1, el sobrecalentador de la caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con el modo de realización incluye un cabezal 1 de entrada, una primera parte 2 de sobrecalentador, un cabezal 3 intermedio, unas segundas partes 4 de sobrecalentador y cabezales 5 de salida. El vapor a saturado fluye dentro del cabezal 1 de entrada. La

primera parte 2 de sobrecalentador incluye una pluralidad de tuberías de transferencia de calor, en las cuales el vapor a saturado que está fluyendo dentro del cabezal 1 de entrada, es calentado mediante calor solar de manera que se genera un primer vapor b sobrecalentado. El primer vapor b sobrecalentado generado en la primera parte 2 de sobrecalentador es recolectado y distribuido mediante el cabezal 3 intermedio. Cada segunda parte 4 de sobrecalentador incluye una pluralidad de tuberías de transferencia de calor, en las cuales el primer vapor b sobrecalentado que está fluyendo fuera del cabezal 3 intermedio es calentado por el calor solar de manera que se genera un segundo vapor c sobrecalentado. El segundo vapor c sobrecalentado generado en las segundas partes 4 de sobrecalentador fluye fuera de los cabezales 5 de salida.

En este caso, se hace la configuración de tal manera que las segundas partes 4 de sobrecalentador están dispuestas en lados opuestos de la primera parte 2 de sobrecalentador en la dirección de anchura de la porción de recolección de calor (la dirección izquierda/derecha de la hoja de la figura 1), de manera que el vapor sobrecalentado en las tuberías de transferencia de calor que constituye la primera parte 2 de sobrecalentador se puede mover en una dirección opuesta a la dirección de movimiento del vapor sobrecalentado en las tuberías de transferencia de calor que constituyen las segundas partes 4 de sobrecalentador. Adicionalmente, en el modo de realización, se hace una configuración de tal manera que la relación entre el área de la primera parte 2 de sobrecalentador y el área de las segundas partes 4 de sobrecalentador se establece para ser de aproximadamente 1:2, es decir, el número de tuberías de transferencia de calor en la primera parte 2 de sobrecalentador es sustancialmente igual al número de tuberías de transferencia de calor en cada segunda parte 4 de sobrecalentador.

La figura 2 muestra una estructura alrededor del cabezal 1 de entrada y de los cabezales 5 de salida. El cabezal 1 de entrada y los cabezales 5 de salida están posicionados entre sí, por ejemplo, mediante placas de partición. Por tanto, el cabezal 1 de entrada y los cabezales 5 de salida son tan independientes que un fluido no puede desplazarse de un cabezal a otro. La primera parte 2 de sobrecalentador y las segundas partes 4 de sobrecalentador están conectadas al cabezal 1 de entrada y a los cabezales 5 de salida, respectivamente.

La estructura en sección horizontal de la porción de conexión (una región rodeada por una línea de cadena de puntos en la figura 2) entre la primera parte 2 de sobrecalentador y cada segunda parte 4 de sobrecalentador se describirá con referencia la figura 3. La primera parte 2 de sobrecalentador incluye tuberías 6 de transferencia de calor de la primera parte de sobrecalentador y barras 7 de membrana. Del mismo modo, la segunda parte 4 de sobrecalentador incluye tuberías 8 de transferencia de calor de segunda parte de sobrecalentador y barras 7 de membrana. Las tuberías de transferencia de calor y las barras de membrana que constituyen cada parte de sobrecalentador están conectadas por soldadura. Sin embargo, la porción de conexión entre la primera parte de sobrecalentador y la segunda parte de sobrecalentador tiene una estructura en la cual la tubería 6 de transferencia de calor de la primera parte de sobrecalentador y la tubería 8 de transferencia de calor de la segunda parte de sobrecalentador no están conectadas mediante soldadura a través de la barra 7 de membrana sino que se conecta una placa 9 protectora al lado de la tubería 8 de transferencia de calor de la segunda parte de sobrecalentador mediante soldadura.

Cada barra 7 de membrana es un miembro que es utilizado para conectar dos tuberías de transferencia de calor adyacentes entre sí. La barra 7 de membrana está fijada a las tuberías de transferencia de calor mediante soldadura. Por otro lado, la placa 9 protectora fijada a una de las tuberías de transferencia de calor mediante soldadura no está soldada (fijada) a la otra tubería de transferencia de calor sino simplemente en contacto con la misma. Como resultado, incluso cuando hay una diferencia en la expansión entre la primera parte 2 de sobrecalentador y la segunda parte 4 de sobrecalentador, la placa 9 protectora se puede evitar que sea dañada debido a que la primera parte 2 de sobrecalentador y la segunda parte 4 de sobrecalentador no están vinculadas entre sí.

Normalmente, en las condiciones en las que una carga térmica es la más alta durante el periodo de funcionamiento de la caldera de calor solar (colector solar) (por ejemplo, alrededor de la noche en el verano si la localización es en el hemisferio del norte), una región en la que los rayos de luz incidentes desde todos los espejos en uso están superpuestos ocupa aproximadamente de 1/3 a 1/2 del anchura total y de la altura total de la porción de recolección de calor tanto en la dirección de anchura como en la dirección de altura. En el modo de realización, el tamaño de la caldera de calor solar (colector solar) y el tamaño de los espejos se establecen de tal manera que dicha región ocupa aproximadamente 1/3 del anchura total y de la altura total.

De acuerdo con el modo de realización, la primera parte 2 de sobrecalentador en la cual es circulado el vapor saturado a baja temperatura está dispuesta en la región en la que los rayos de luz incidentes desde todos los espejos en uso están superpuestos mientras que las segundas partes 4 de sobrecalentador en las que se circula el vapor sobrecalentado a alta temperatura están dispuestas en regiones de baja carga térmica periféricas. Además, las áreas (áreas sustancialmente planas cada una formada fuera de las tuberías de transferencia de calor y de las barras de membrana) de la primera parte 2 de sobrecalentador y de las segundas partes 4 de sobrecalentador son establecidas en una relación de aproximadamente 1:2. Por tanto, la diferencia de temperatura entre el cabezal 1 de entrada y el cabezal 3 intermedio y la diferencia de temperatura entre cada cabezal 5 de salida y el cabezal 3 intermedio se pueden igualar tal y como se muestra en la figura 4.

- Es decir, en las condiciones en las cuales un fluido que se va a calentar (vapor a saturado) fluye dentro del cabezal uno de entrada y a una presión de 5 MPa y el fluido (segundo vapor c sobrecalentado) fluye fuera de cada uno de los cabezales 5 de salida y a una temperatura media de 500°C, la temperatura del fluido (primer vapor b sobrecalentado) en el cabezal 3 intermedio es de aproximadamente 380°C mientras que la temperatura del fluido que se va a calentar (vapor a sobrecalentado) es una temperatura de saturación de aproximadamente 250°C en la entrada. Por tanto, la diferencia de temperatura del fluido entre el cabezal 1 de entrada y el cabezal 3 intermedio es de aproximadamente 130°C. Por otro lado, la temperatura del fluido (primer vapor b sobrecalentado) que fluye desde el cabezal 3 intermedio dentro de cada segunda parte 4 de sobrecalentador es de aproximadamente 380°. El fluido calentado por la segunda parte 4 de sobrecalentador alcanza aproximadamente 500°C en el cabezal 5 de salida. Por tanto, la diferencia de temperatura del fluido entre el cabezal 5 de salida y el cabezal 3 intermedio es de aproximadamente 120°C. De esta manera, la diferencia de temperatura del fluido en la dirección de anchura del sobrecalentador (porción de recolección de calor) es de aproximadamente 10°C (130°C-120°C). La diferencia de temperatura puede reducirse notoriamente en comparación con aproximadamente 250°C en el ejemplo del antecedente del estado de la técnica (ver la figura 10).
- En este caso, debido a la variación de la cantidad de radiación solar similar, la diferencia de temperatura entre el cabezal 1 de entrada y el cabezal 3 intermedio puede que no siempre coincida con la diferencia de temperatura entre cada cabezal 5 de salida y el cabezal 3 intermedio. Por lo tanto, la estructura mostrada en la figura 2 es utilizada para evitar daño en los cabezales provocado por una diferencia en la expansión térmica. La estructura mostrada en la figura 2 no es para mejorar la gran diferencia de temperatura entre los cabezales sino para evitar el daño en los cabezales provocado por la diferencia en la expansión térmica entre la primera parte del sobrecalentador y cada segunda parte del sobrecalentador.
- Adicionalmente, el cabezal 3 intermedio es de un tipo integral en el modo de realización. Sin embargo, se puede utilizar un modo (tipo dividido) en el cual el cabezal 3 intermedio esté dividido en porciones de acuerdo con la primera parte 2 de sobrecalentador y las segundas partes 4 de sobrecalentador y las porciones divididas del cabezal 3 intermedio están acopladas a través de tuberías de comunicación o similares. El tipo dividido tiene una estructura en la cual la primera parte 2 de sobrecalentador y las segundas partes 4 de sobrecalentador son perfectamente independientes entre sí. El grado de libertad en el transporte o instalación de hecho aumenta, pero las partes de sobrecalentador deben estar acopladas a través de las tuberías de comunicación. Por tanto, el coste de equipo (material) aumenta.
- En este caso, en el modo de realización, la tubería 6 de transferencia de calor de la primera parte de sobrecalentador y las tuberías 8 de transferencia de calor de las segundas partes de sobrecalentador tienen las mismas especificaciones (diámetro exterior, espesor y material) y el mismo intervalo (paso de la tubería) entre tuberías adyacentes. Sin embargo, es necesario seleccionar el material y el espesor lo más adecuados para cada tubería de acuerdo con la temperatura o presión del vapor que fluye dentro de la tubería. Por ejemplo, cuando la temperatura del segundo vapor c sobrecalentado excede 600°C, se puede utilizar acero al carbono como el material de la tubería 6 de transferencia de calor de la primera parte de sobrecalentador y se puede utilizar acero de alto contenido en cromo o acero inoxidable como el material de las tuberías 8 de transferencia de calor de las segundas partes de sobrecalentador. De esta manera, se puede suprimir el incremento de coste.
- A continuación, se describirá más abajo la caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con el modo de realización de la invención con referencia a la figura 5 y a la figura 6. La figura 5 es una vista que muestra una estructura de disposición que incluye un evaporador y un sobrecalentador en la caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con el modo de realización de la invención. La figura 6 es un gráfico que muestra la relación entre la cantidad de vapor saturado que fluye dentro del sobrecalentador y una diferencia de temperatura de un fluido entre un cabezal de entrada y un cabezal de salida.
- En la caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con el modo de realización, tal y como se muestra en la figura 5, el agua suministrada desde una bomba 11 de suministro de agua y que pasa a través de una válvula 24 de suministro de agua es entregada a un calentador 23 de suministro de agua. El agua calentada en el calentador 23 de suministro de agua es introducida en un evaporador 19 a través de un dispositivo 18 de separación vapor-agua y una bomba 25 de circulación. En el evaporador 19, el agua suministrada es calentada mediante calor del sol 14.
- Un fluido de dos fases agua-vapor generado en el evaporador 19 es separado en agua saturada y vapor saturado en un dispositivo 18 de separación vapor-agua. El vapor separado es entregado al sobrecalentador 20 situado en una base 21 de soporte de sobrecalentador. El vapor introducido en el sobre calentador 20 es calentado adicionalmente mediante el calor solar reflejado por los helióstatos 15 e introducido en el sobrecalentador 20. Se consiguió mecanismo de manera que el vapor sobrecalentado generado por el sobrecalentador 20 pueda girar una turbina 16 de vapor de manera que genera energía eléctrica en un generador 17 debido al giro de la turbina 16 de vapor. En este caso, con el fin de ajustar la tasa de vapor suministrado a la turbina 16 de vapor, la válvula 24 de suministro de agua es situada entre la bomba 11 de suministro de agua y el calentador 23 de suministro de agua, y una válvula 22 de vapor es situada entre el sobrecalentador 20 y la turbina 16 de vapor.
- En el modo de realización, una gran cantidad de agua está contenida en el evaporador 19 y el dispositivo 18 de separación vapor-agua, de manera que los dispositivos en conjunto son pesados. Por esta razón, el evaporador 19 y

5 el dispositivo 18 de separación vapor-agua están situados sobre la superficie del terreno o cerca de la superficie del terreno mediante el uso de una base baja que tiene, por ejemplo, 1 o 2 metros de altura. Dado que el evaporador 19 y el dispositivo 18 de separación vapor-agua están situados en o sobre la superficie del terreno de esta manera, el agua no tiene que ser bombeada a un lugar alto, el cual está, por ejemplo, de 30 a 100 metros de altura, como en la planta de calor solar de tipo torre del estado de la técnica anterior mostrada en la figura 7. Por tanto, una bomba de suministro de agua que tiene una capacidad de bombeo reducida y que no es cara se puede utilizar como bomba 11 de suministro de agua de manera que se puede reducir el coste del equipo total de la caldera de calor solar de tipo torre.

10 Por otro lado, el sobrecalentador 20 está situado en un lugar alto, el cual tiene 10 metros de alto o más alto (por ejemplo, de 30 a 100 metros de alto) desde la superficie del terreno, de manera que los rayos de luz de los helióstatos 15 se puedan recolectar con una densidad de luz alta. Dado que el fluido que fluye dentro del sobrecalentador 20 es sólo vapor, el dispositivo es mucho más ligero en peso y más pequeño en tamaño que el colector 13 solar del estado de la técnica anterior que incluye el evaporador 19, el sobrecalentador 20 y el dispositivo 18 de separación vapor-agua tal y como se muestra en la figura 7 y en la figura 8. De forma circunstancial, la relación entre la cantidad de calor recolectada por el evaporador 19 y la cantidad de calor recolectada por el sobrecalentador 20 es de aproximadamente 9:1 a 7:3. La cantidad de calor recolectada por el sobrecalentador 20 es mucho más pequeña que la recolectada por el evaporador 19.

20 En la caldera de calor solar de tipo de concentración de acuerdo con el modo de realización, no se utiliza un dispositivo de almacenamiento de calor ni un medio de almacenamiento de calor al como sal fundida, ni un dispositivo sobrecalentador suplementario que utilice combustible fósil, sino que el vapor saturado separado por el dispositivo 18 de separación vapor-agua es suministrado directamente al sobrecalentador 20. Por consiguiente, la tasa de vapor saturado que fluye dentro del sobrecalentador 20 cambia debido a la influencia de la variación de la cantidad de radiación solar. Particularmente, cuando la tasa de vapor saturado disminuye, tal y como se muestra en la figura 6, aumenta una diferencia de temperatura en la porción central donde la carga térmica es alta mientras que la diferencia de temperatura disminuye en cada una de las porciones laterales opuestas donde la carga térmica es baja. Como resultado, se hace más grande de lo normal una diferencia de temperatura en la dirección de anchura.

30 Para resolver el problema mencionado anteriormente de la diferencia de temperatura grande en la dirección de anchura, se puede utilizar el colector solar mostrado en la figura 1. Incluso cuando la tasa de vapor saturado que fluye dentro del sobrecalentador 20 cambia debido a la variación de la cantidad de radiación solar, la desviación de una diferencia de temperatura entrada y salida de un fluido en la dirección de anchura del sobrecalentador se puede reducir a una gran escala en comparación con los antecedentes del estado de la técnica, de manera que se puede reducir la diferencia de expansión térmica entre las partes de sobrecalentador en la dirección de anchura del sobrecalentador.

Lista de signos de referencia

- 35
- 1      cabezal de entrada
  - 2      primera parte de sobrecalentador
  - 3      cabezal intermedio
  - 4      segunda parte de sobrecalentador
  - 40 5      cabezal de salida
  - 6      tubería de transferencia de calor de la primera parte de sobrecalentador
  - 7      barra de membrana
  - 8      tubería de transferencia de calor de la segunda parte de sobrecalentador
  - 9      placa protectora
  - 45 10     porción de soldadura
  - 11     bomba de suministro de agua
  - 12     base de soporte del colector solar
  - 13     colector solar
  - 14     sol
  - 50 15     helióstato
  - 16     turbina de vapor
  - 17     generador
  - 18     dispositivo de separación vapor-agua
  - 19     evaporador
  - 55 20     sobrecalentador
  - 21     base de soporte de sobrecalentador
  - 22     válvula de vapor
  - 23     calentador de suministro de agua
  - 24     válvula de suministro de agua
  - 60 25     bomba de circulación
  - a      vapor saturado

- b primer vapor sobrecalentado
- c segundo vapor sobrecalentado
- d vapor sobrecalentado
- e región de carga térmica alta
- 5 f región de carga térmica baja
- g tubería de transferencia de calor de porción central
- h tubería de transferencia de calor de porción lateral opuesta

**REIVINDICACIONES**

1. Un colector solar para una caldera de calor solar, que comprende:

5 una pluralidad de tuberías de transferencia de calor dentro de las cuales fluye un fluido que se va a calentar; cabezales (1, 3, 5) cilíndricos que están dispuestos en posiciones opuestas y conectados a porciones extremas opuestas de tuberías de transferencia de calor respectivamente; y una porción de recolección de calor solar plana que está formada fuera de las tuberías de transferencia de calor y barras (7) de membrana que fijan tuberías adyacentes de las tuberías de transferencia de calor entre sí; en donde:

10 los cabezales cilíndricos incluyen un cabezal (1) de entrada dentro del cual fluye el fluido que se va a calentar, un cabezal (3) intermedio que está dispuesto en una posición opuesta al cabezal de entrada con la interposición de tuberías de transferencia de calor, y dos cabezales (5) de salida que están previstos para extenderse en lados extremos opuestos del cabezal de entrada y a través de los cuales el fluido introducido desde el cabezal intermedio hasta las tuberías de transferencia puede descargarse al exterior; y

15 las porciones de recolección de calor solar incluyen una primera subporción (2) de recolección de calor que está formada fuera de un grupo de las tuberías de transferencia de calor conectadas entre el cabezal (1) de entrada y el cabezal (3) intermedio y las barras (7) de membrana para el grupo de tuberías de transferencia de calor de manera que forma una región central de la porción de recolección de calor solar que se extiende en una dirección de eje de cada tubería de transferencia de calor, y segundas subporciones (4) que están formadas fuera de los grupos de tuberías de transferencia de calor conectadas entre el cabezal (3) intermedio y los dos cabezales (5) de salida y las barras (7) de membrana para los grupos de tuberías de transferencia de calor de manera que se van a formar en lados opuestos de la primera subporción (2) de recolección de calor, respectivamente;

20 en donde una placa (9) protectora está dispuesta entre la primera subporción (2) de recolección de calor y la segunda subporción (4) de recolección de calor; y

25 la placa (9) protectora está fijada a una de las tuberías de transferencia de calor mediante soldadura y no está fijada mediante soldadura a la otra tubería de transferencia de calor sino en contacto con la misma.

2. Un colector solar para una caldera de calor solar de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

30 una relación de área plana entre la primera subporción (2) de recolección de calor y las segundas subporciones (4) de recolección de calor se establece en aproximadamente 1 a 2, de manera que reduce una desviación entre una diferencia de temperatura del fluido entre el cabezal (3) intermedio y el cabezal (1) de entrada en la porción central de la primera subporción (2) de recolección de calor y una diferencia de temperatura del fluido entre cada uno de los cabezales (5) de salida y el cabezal (3) intermedio en las porciones más externas de las segundas subporciones (4) de recolección de calor.

35 3. Una caldera de calor solar de tipo torre que comprende: un colector solar para una caldera de calor solar de acuerdo con la reivindicación 1 o 2; un evaporador (19) que calienta agua suministrada al mismo; un separador (18) vapor-agua que separa el fluido de dos fases de agua-vapor generado en el evaporador en vapor saturado y agua; y helióstatos (14) que siguen la luz del sol y concentran la luz sobre la porción de recolección de calor solar del colector solar para una caldera de calor solar; en donde:

40 el vapor saturado separado en el separador (18) de vapor-agua se hace para fluir en el cabezal (1) de entrada como el fluido que se va a calentar en el colector solar para una caldera de calor solar, de manera que se puede sobrecalentar el vapor saturado.

4. Una caldera de calor solar de tipo torre de acuerdo con la reivindicación 3, en donde:

45 el colector solar para una caldera de calor solar está situado en una porción superior de una torre, y el evaporador (19) y el separador (18) de vapor-agua están situados en o cerca de una superficie del terreno.

FIG. 1

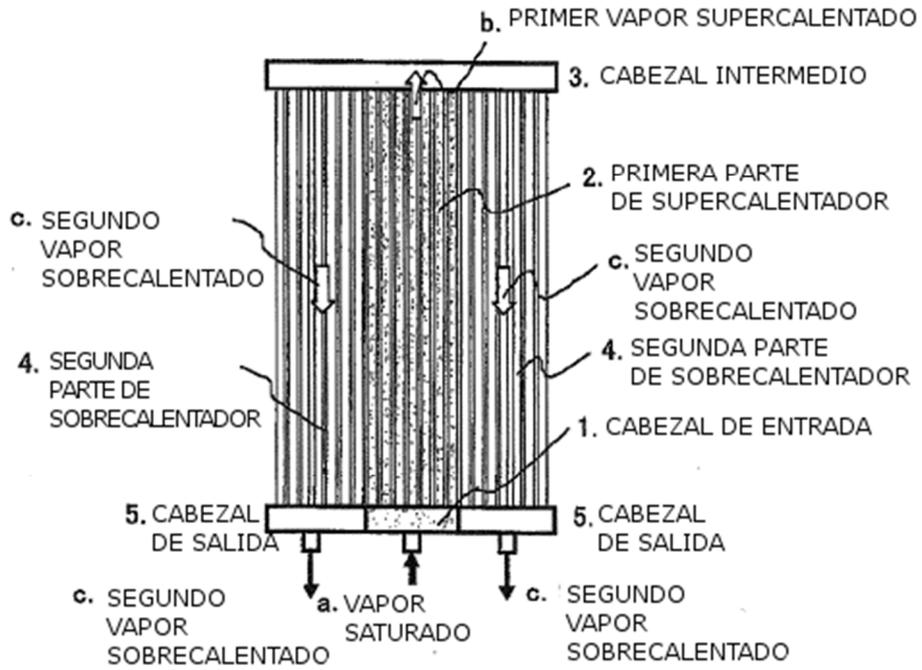
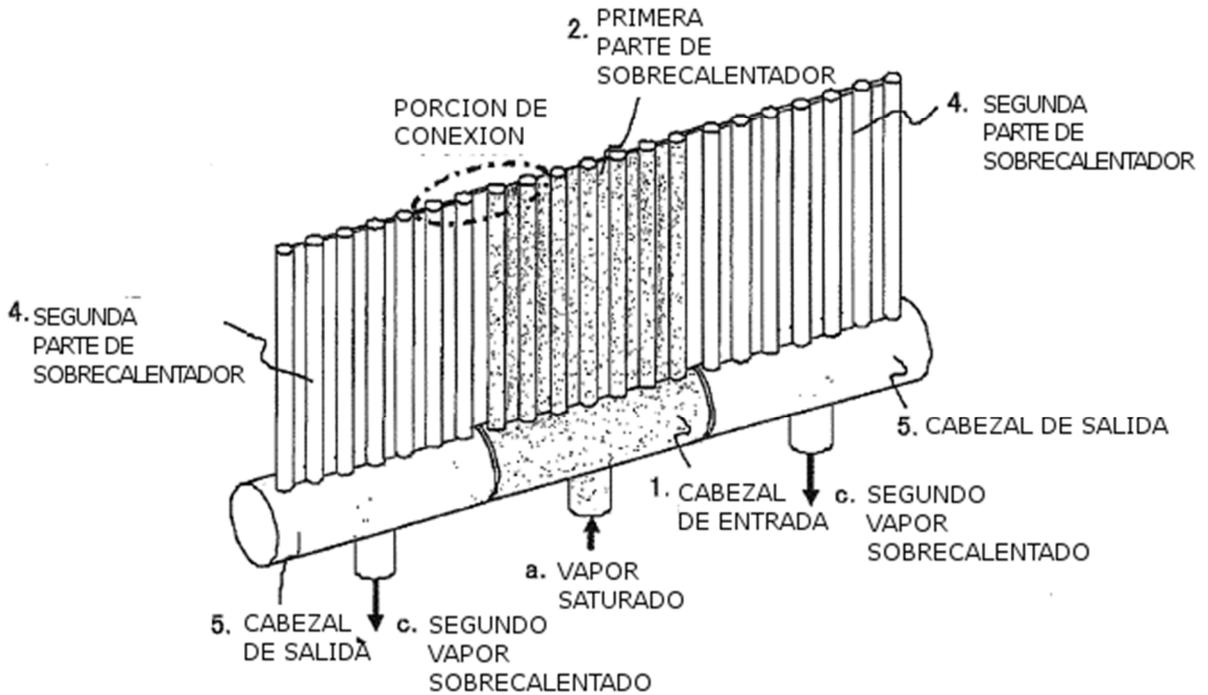
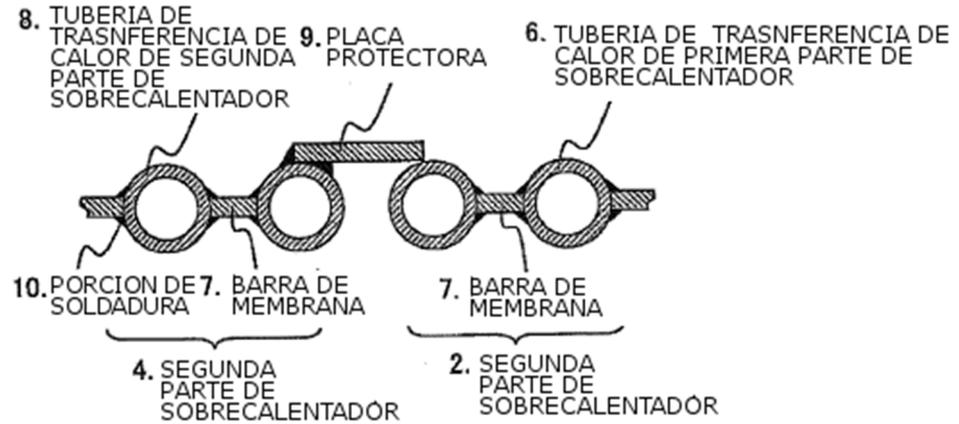


FIG. 2



**FIG. 3**

(DETALLES DE PORCION DE CONEXION EN FIGURA 2, SECCION HORIZONTAL)



**FIG. 4**

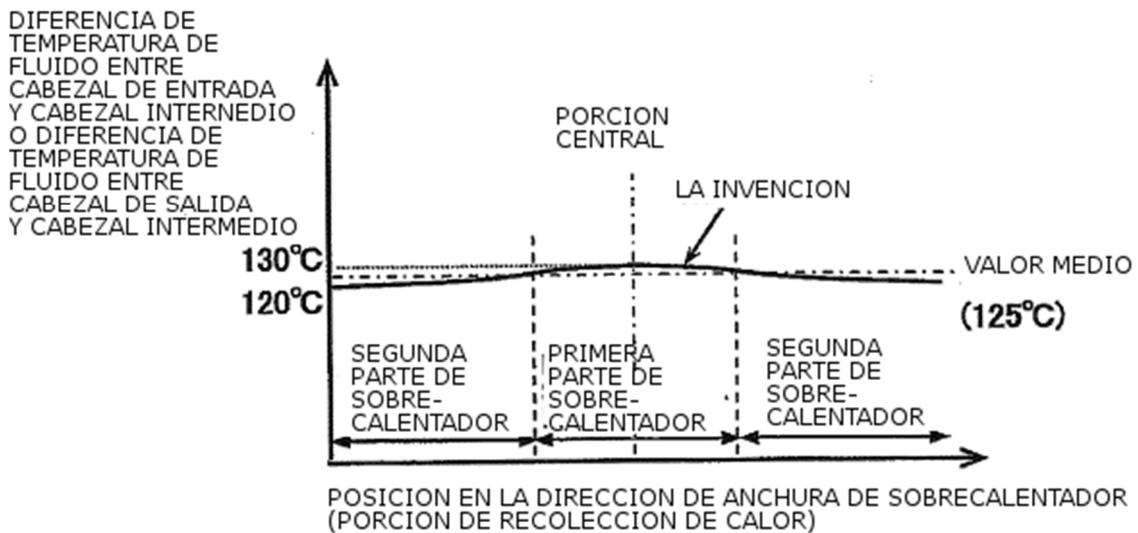


FIG. 5

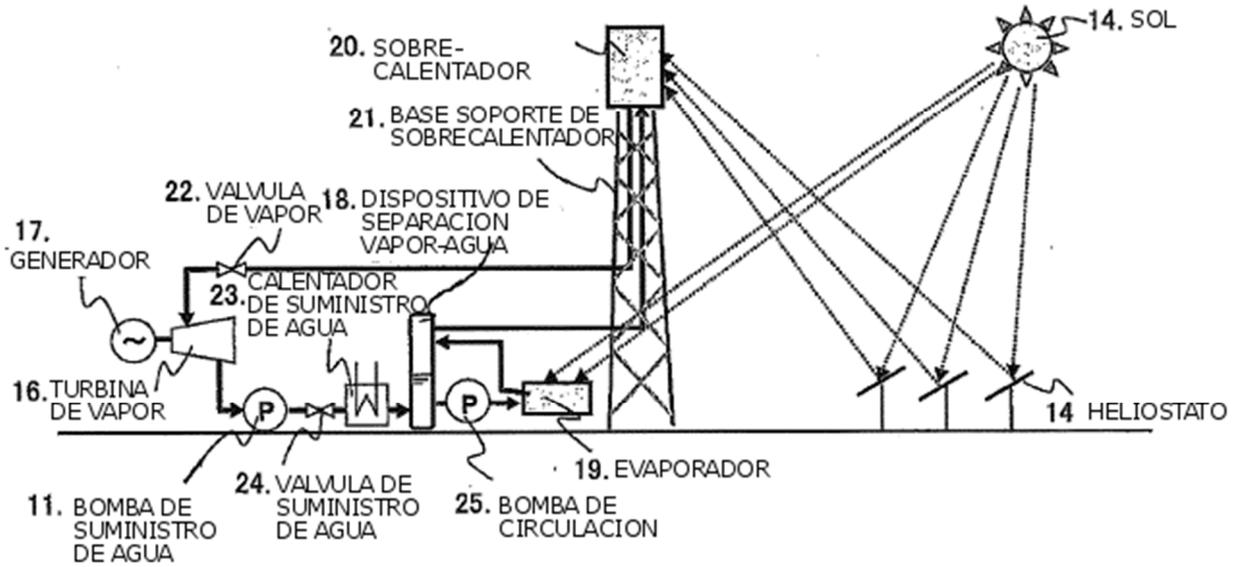


FIG. 6

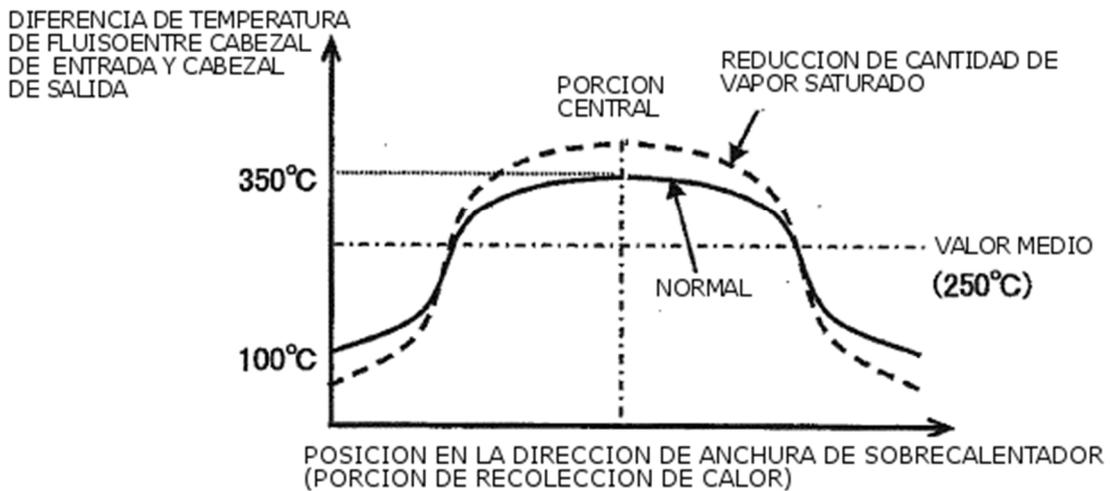


FIG. 7

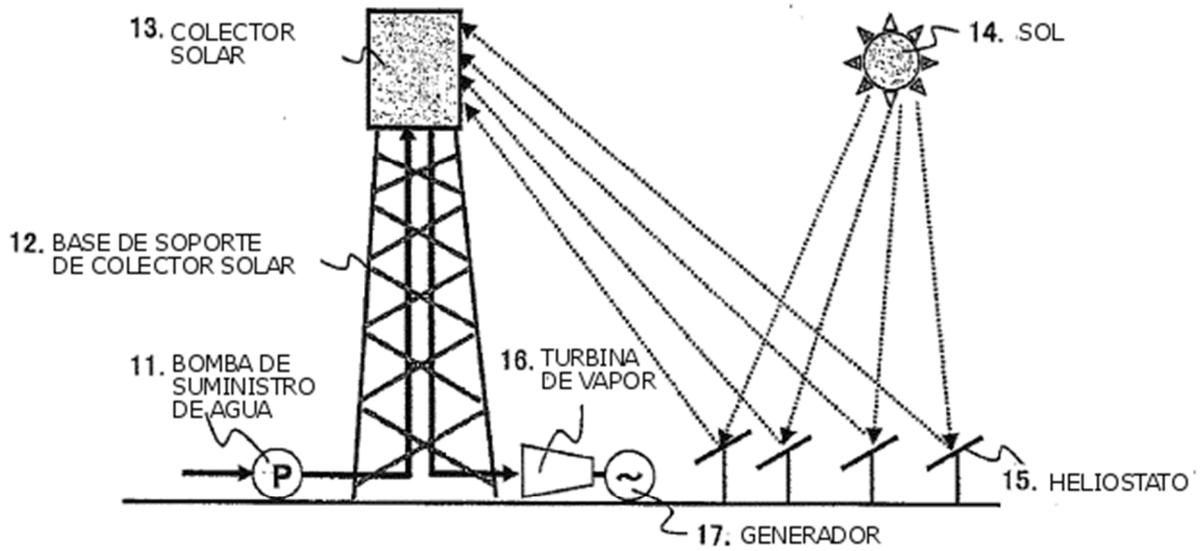


FIG. 8

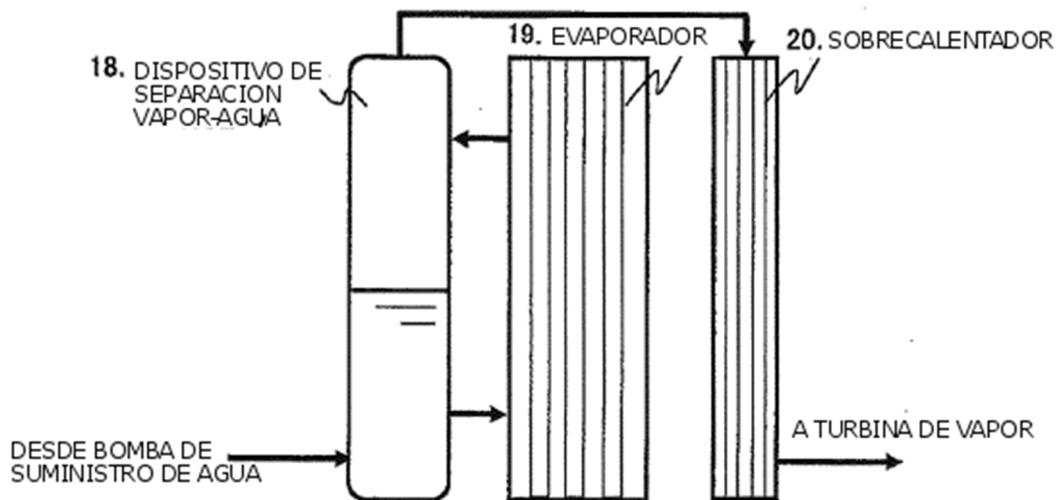


FIG. 9

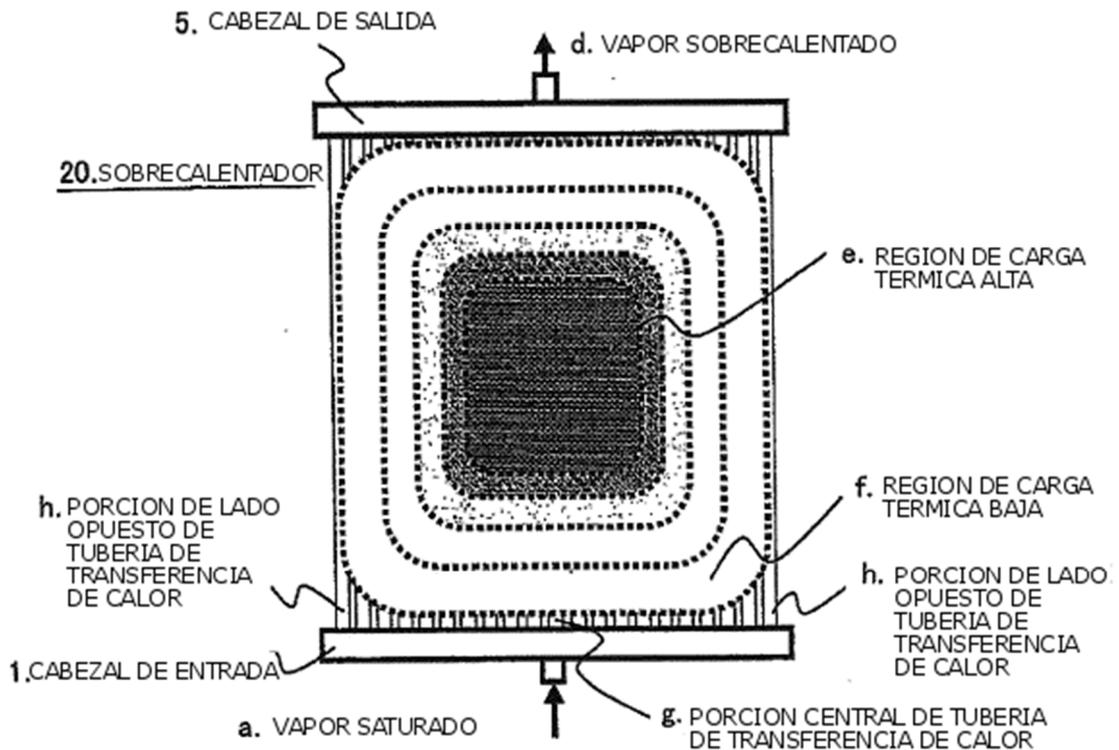


FIG. 10

