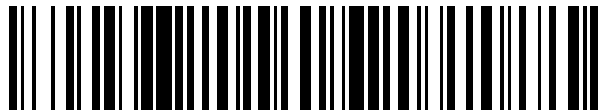


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 554 282**

21 Número de solicitud: 201590102

51 Int. Cl.:

F03G 6/06 (2006.01)

F24J 2/40 (2006.01)

F24J 2/07 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN PREVIO

B2

22 Fecha de presentación:

05.03.2014

30 Prioridad:

18.03.2013 JP 2013-055282

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.12.2015

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

07.01.2016

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

30.08.2016

Fecha de la concesión:

21.09.2016

45 Fecha de publicación de la concesión:

28.09.2016

73 Titular/es:

MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.

(100.0%)

3-1, MINATOMIRAI 3-CHOME, NISHI-KU

220-8401 YOKOHAMA-SHI JP

72 Inventor/es:

SHINOZAKI, Kobei;

MARUMOTO, Takairo y

SHIKATA, Tetsuo

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **Sistema de captación de calor solar**

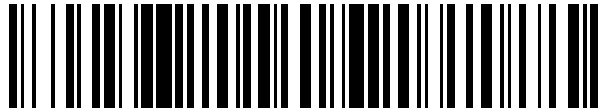
ES 2 554 282 B2

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



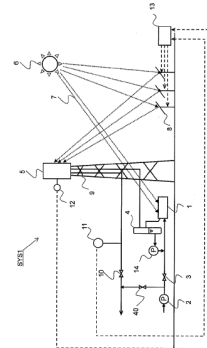
11 Número de publicación: **2 554 282**

21 Número de solicitud: 201590102

57 Resúmen:

La invención tiene la finalidad de reducir el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor de un dispositivo de captación de calor a alta temperatura. Un sistema de captación de calor solar está provisto de un dispositivo de captación de calor a baja temperatura (1) que calienta agua suministrada utilizando calor de la luz solar generando por ello vapor; un dispositivo de separación de vapor-agua (4) que separa un fluido bifase agua-vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura en agua y vapor; un dispositivo de captación de calor a alta temperatura (5) que calienta el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua utilizando calor de luz solar que es reflejado por una pluralidad de heliostatos (8) generando por ello vapor supercalentado; y un dispositivo de control de heliostatos (13) que controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura no pueda ser más alta que una temperatura umbral que se pone con el fin de evitar el rebasamiento de la temperatura del vapor en una salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

[FIG.1]



DESCRIPCIÓN

Sistema de captación de calor solar

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de captación de calor solar que capta calor del sol y genera vapor utilizando el calor.

10

Antecedentes de la invención

Por ejemplo, las técnicas anteriores en este campo técnico incluyen el folleto de la Publicación Internacional WO 2013/002054 (literatura de patentes 1). En dicho folleto se describe un sistema de captación de calor solar que está provisto de un dispositivo de calentamiento a baja temperatura, un dispositivo de separación de vapor-agua, un dispositivo de calentamiento a alta temperatura, y una bomba de circulación (véase el Resumen). El dispositivo de calentamiento a baja temperatura calienta agua suministrada desde una bomba de alimentación de agua utilizando el calor de la luz solar. El dispositivo de separación de vapor-agua separa un fluido bifase agua-vapor generado por el dispositivo de calentamiento a baja temperatura en agua y vapor. El dispositivo de calentamiento a alta temperatura calienta el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua utilizando el calor de la luz solar. La bomba de circulación suministra el agua separada por el dispositivo de separación de vapor-agua al dispositivo de calentamiento a baja temperatura.

25

Lista de citas

Literatura de patentes

30 Literatura de patentes 1: Folleto de la Publicación Internacional WO 2013/002054

Resumen de la invención

Problema técnico

35

En las figuras 15(a), (b), (c), (d), (e) y (f) respectivamente se muestra el cambio de la cantidad de radiación solar, el cambio de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a baja temperatura, el cambio de la temperatura del vapor en una entrada del dispositivo de separación de vapor-agua, el cambio del caudal de vapor en una entrada (salida) del dispositivo de captación de calor a alta temperatura, el cambio de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura, y el cambio de la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura en el caso en el que se usa el sistema de captación de calor solar de la literatura de patentes 1 para generar vapor.

10

Cuando la cantidad de radiación solar comienza a aumentar en un instante de tiempo t_1 como se representa en la figura 15(a), el dispositivo de captación de calor a baja temperatura y el dispositivo de captación de calor a alta temperatura se ponen en funcionamiento y las temperaturas del metal de los respectivos dispositivos de captación de calor comienzan a aumentar como se representa en la figura 15(b) y la figura 15(e). El agua suministrada al dispositivo de captación de calor a baja temperatura se calienta a una temperatura de vapor saturado en un instante de tiempo t_3 y un fluido bifase agua-vapor que ha alcanzado la temperatura de saturación es separado en vapor y agua por el dispositivo de separación de vapor-agua (figura 15(c)). Por otra parte, desde el instante de tiempo t_1 a un instante de tiempo t_4 (que es un instante de tiempo ligeramente posterior a t_3), todavía no ha fluído vapor al dispositivo de captación de calor a alta temperatura, pero la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura sigue subiendo, como se representa en la figura 15(d). Cuando el vapor que ha comenzado a aumentar gradualmente se hace fluir desde el dispositivo de separación de vapor-agua al dispositivo de captación de calor a alta temperatura en este estado, la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura se excede en el instante de tiempo t_4 , como se representa en la figura 15(f). Como resultado, hay posibilidad de que los tubos de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura se dañen.

30

La invención se ha realizado en consideración a dichas circunstancias reales. Un objeto de la invención es reducir el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor de un dispositivo de captación de calor a alta temperatura en un sistema de captación de calor solar.

35

Solución del problema

Con el fin de lograr dicho objeto, según una primera configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar incluyendo: un dispositivo de captación de calor a baja temperatura que calienta agua suministrada utilizando calor de la luz solar generando por ello vapor; un dispositivo de separación de vapor-agua que separa un fluido bifase agua-vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura en agua y vapor; un dispositivo de captación de calor a alta temperatura que calienta el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua utilizando calor de la luz solar que es reflejado por una pluralidad de heliostatos generando por ello vapor supercalentado; y un dispositivo de control de heliostatos que controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura no pueda ser superior a una temperatura umbral que se pone con el fin de evitar el rebasamiento de la temperatura del vapor en una salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

Según la primera configuración, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura se controla de manera que no sea más alta que la temperatura umbral. Consiguientemente, es posible evitar el rebasamiento de la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura. Así, es posible reducir el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

Según una segunda configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar según la primera configuración, incluyendo además: un detector de temperatura de metal que detecta la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura; y un detector de caudal que detecta el caudal del vapor supercalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura; donde: el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos en base a datos de temperatura adquiridos por el detector de temperatura de metal y datos de caudal adquiridos por el detector de caudal.

Según la segunda configuración, los heliostatos son controlados en base a los datos de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura y los datos del caudal del vapor supercalentado. Consiguientemente, es posible regular exactamente la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura. Así, es posible reducir el riesgo de daño a los tubos de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura en mayor medida.

Según una tercera configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar según la configuración primera o segunda, incluyendo además: un primer detector de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una entrada del dispositivo de separación de vapor-agua; donde: el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la luz solar pueda ser reflejada hacia el dispositivo de captación de calor a alta temperatura por los heliostatos en cualquier tiempo después de un tiempo en que el dispositivo de captación de calor a baja temperatura se pone en funcionamiento y antes de que la temperatura detectada por el primer detector de temperatura llegue a una temperatura de vapor saturado.

Según la tercera configuración, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura comienza a aumentar después de que el dispositivo de captación de calor a baja temperatura se pone en funcionamiento. Consiguientemente, es fácil controlar la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura de manera que no sea más alta que la temperatura umbral. Es decir, según la tercera configuración, debido al fácil control para efectuar el arranque del dispositivo de captación de calor a alta temperatura posterior al arranque del dispositivo de captación de calor a baja temperatura, el aumento de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura se puede evitar efectivamente para reducir por ello el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor.

Además, según la tercera configuración, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura se pone en marcha antes de que la temperatura detectada por el primer detector de temperatura llegue a la temperatura de vapor saturado. Consiguientemente, es posible evitar que fluya vapor al dispositivo de captación de calor a alta temperatura en el estado en el que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura es inferior a la temperatura de vapor saturado.

Según una cuarta configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar según la configuración primera o segunda, incluyendo además: un segundo detector de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura; donde: el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la luz solar pueda ser reflejada hacia el dispositivo de captación de calor a alta temperatura por los heliostatos en cualquier tiempo después de un tiempo en que el dispositivo de captación de calor a baja

temperatura se pone en marcha y antes de que la temperatura detectada por el segundo detector de temperatura llegue a una temperatura de vapor saturado.

5 Según la cuarta configuración, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura comienza a aumentar después de arrancar el dispositivo de captación de calor a baja temperatura. Consiguientemente, es fácil controlar la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura de manera que no sea más alta que la temperatura umbral. Es decir, según la cuarta configuración, debido al fácil control al efectuar el arranque del dispositivo de captación de calor a alta temperatura posterior al
10 arranque del dispositivo de captación de calor a baja temperatura, el aumento de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura se puede evitar efectivamente para reducir por ello el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor.

15 Además, según la cuarta configuración, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura se arranca antes de que la temperatura detectada por el segundo detector de temperatura llegue a la temperatura de vapor saturado. Consiguientemente, es posible evitar que fluya vapor al dispositivo de captación de calor a alta temperatura en el estado en el que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura es inferior a
20 la temperatura de vapor saturado.

Según una quinta configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar según alguna de las configuraciones primera a cuarta, donde: el dispositivo de captación de calor a baja temperatura incluye un dispositivo de captación de luz/calor del
25 tipo de canal en el que tubos de transferencia de calor están dispuestos encima de las superficies circunferenciales interiores curvadas de espejos de captación de luz cada uno de los cuales se extiende a modo de canal de modo que la luz solar pueda concentrarse en los tubos de transferencia de calor por los espejos de captación de luz para calentar agua que circula en los tubos de transferencia de calor generando por ello vapor, o un dispositivo de
30 captación de luz/calor de tipo Fresnel en el que gran número de espejos de captación de luz sustancialmente planos están yuxtapuestos y tubos de transferencia de calor están dispuestos encima del grupo de espejos de captación de luz de modo que la luz solar pueda ser concentrada en los tubos de transferencia de calor por el grupo de espejos de captación de luz para calentar agua que circula en los tubos de transferencia de calor generando por
35 ello vapor; el dispositivo de captación de calor a alta temperatura incluye un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre en el que un panel de tubos de transferencia de calor

está instalado en una torre que tiene una altura predeterminada de modo que la luz solar pueda ser concentrada en el panel de tubos de transferencia de calor por la pluralidad de heliostatos para calentar agua que circula en el panel de tubos de transferencia de calor generando por ello vapor; y el dispositivo de control de heliostatos regula los ángulos de los heliostatos de modo que la luz solar pueda ser concentrada en el panel de tubos de transferencia de calor por los heliostatos a distancias largas de la torre antes que por los heliostatos a distancias cortas de la torre.

Según la quinta configuración, es posible evitar que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura aumente de repente. Consiguientemente, es posible evitar el riesgo de daño al panel de tubos de transferencia de calor en mayor medida.

Según una sexta configuración de la invención, se facilita un sistema de captación de calor solar según la quinta configuración, donde: se facilita una válvula de pulverización para pulverizar agua sobre el vapor supercalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura con el fin de hacer estable la temperatura del vapor supercalentado.

Según la sexta configuración, es posible suministrar el vapor supercalentado a temperatura estable. Consiguientemente, cuando, por ejemplo, el sistema de captación de calor solar según la sexta configuración se usa para ser incorporado a una central térmica solar, etc, el rendimiento de la planta en conjunto se puede mejorar.

Efectos ventajosos de la invención

Según la invención, es posible reducir el riesgo de daño de los tubos de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura. A propósito, problemas, configuraciones y efectos distintos de los indicados serán claros a partir de la descripción de las realizaciones siguientes.

Breve descripción de los dibujos

[Figura 1] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una primera realización de la invención.

[Figura 2] Un diagrama esquemático de la configuración de un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre en el que se ha instalado un dispositivo de captación de calor a alta temperatura representado en la figura 1.

5 [Figura 3] Un diagrama esquemático de la configuración de un panel de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura representado en la figura 2.

[Figuras 4] Gráficos que representan varios datos en el caso donde el sistema de captación de calor solar según la primera realización se usa para generar vapor.

10

[Figura 5] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una segunda realización de la invención.

[Figura 6] Un diagrama de principio para explicar la configuración, etc, de un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal.

15

[Figura 7] Un diagrama de principio para explicar la configuración, etc, de un dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel.

20 [Figura 8] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una tercera realización de la invención.

[Figura 9] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una cuarta realización de la invención.

25

[Figuras 10] Gráficos que representan varios datos en el caso en el que el sistema de captación de calor solar según la cuarta realización se usa para generar vapor.

[Figuras 11] (a) es una vista que muestra la eficiencia de captación de luz por heliostato con respecto a una distancia X entre una torre y el heliostato y (b) es una vista superior de un dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

30

[Figura 12] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una quinta realización de la invención.

35

[Figura 13] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una sexta realización de la invención.

5 [Figura 14] Un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar según una séptima realización de la invención.

[Figuras 15] Gráficos que representan varios datos en el caso en el que un sistema de captación de calor solar según los antecedentes de la invención se usa para generar vapor.

10 **Descripción de realizaciones**

El contenido de la invención se describirá en detalle en las realizaciones indicadas a continuación, pero la invención no se limita a las realizaciones.

15 **[Primera realización]**

La figura 1 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS1 según una primera realización de la invención. El sistema de captación de calor solar SYS1 se usa para suministrar vapor supercalentado a una turbina de vapor de una central térmica solar. A propósito, aunque no se representa, la central térmica solar tiene una configuración incluyendo la turbina de vapor, un generador de potencia, un condensador de vapor, y una línea. La turbina de vapor es movida por vapor supercalentado generado por un dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 del sistema de captación de calor solar SYS1. El generador de potencia genera potencia eléctrica utilizando la potencia motriz de la turbina de vapor. El condensador de vapor condensa el vapor supercalentado suministrado a la turbina de vapor a agua. A través de la línea, el agua condensada por el condensador de vapor es suministrada a un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 del sistema de captación de calor solar SYS1.

30 En la figura 1, el número de referencia 1 designa un dispositivo de captación de calor a baja temperatura que calienta agua utilizando calor de la luz solar; 2, una bomba de alimentación de agua; 3, una válvula de suministro de agua; 4, un dispositivo de separación de vapor-agua que separa un fluido bifase agua-vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 en agua y vapor; 5, un dispositivo de captación de calor a alta temperatura que calienta vapor utilizando calor de la luz solar; 6, el sol; 7, luz solar del sol; 8, heliostatos; 9, una torre; 10, una válvula de vapor; 11; un flujómetro (detector de caudal) que

mide el caudal del vapor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5; 12, un termómetro (detector de temperatura de metal) que mide la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5; 13, un dispositivo aritmético (dispositivo de control de heliostatos) que regula un ángulo de cualquier heliostato 8 en base a datos de caudal adquiridos por el flujómetro 11 y datos de temperatura adquiridos por el termómetro 12; 14, una bomba de circulación; y 40, una válvula de pulverización. A propósito, la razón por la que la válvula de pulverización 40 se dispone en un tubo de bifurcación que se bifurca de un tubo que conecta la bomba de alimentación de agua 2 y la válvula de suministro de agua 3 es que la temperatura de agua suministrada es muy estable de modo que el caudal del agua pueda ser ajustado fácilmente.

En la descripción siguiente, los tubos que conectan elementos constituyentes respectivos se denominarán líneas O-O. Cada una de dichas O será sustituida por un número o signo de referencia. Por ejemplo, una línea 2-3 expresa un tubo que conecta la bomba de alimentación de agua 2 y la válvula de suministro de agua 3.

En el sistema de captación de calor solar SYS1, como se representa en la figura 1, el agua suministrada desde la bomba de alimentación de agua 2 pasa primero a través de la línea 2-3. El caudal del agua es regulado por la válvula de suministro de agua 3. Entonces, el agua regulada es distribuida al dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 a través de una línea 3-1. En el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1, el agua suministrada es calentada por el calor de la luz solar de modo que se pueda generar un fluido bifase agua-vapor. El fluido bifase agua-vapor generado es distribuido al dispositivo de separación de vapor-agua 4 a través de una línea 1-4.

El fluido bifase agua-vapor dirigido al dispositivo de separación de vapor-agua 4 se separa en agua y vapor por el dispositivo de separación de vapor-agua 4. El vapor saturado separado es distribuido al dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 a través de una línea 4-5. El vapor saturado dirigido al dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se calienta más con calor solar en el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 de modo que se pueda generar vapor supercalentado. A propósito, el agua separada por el dispositivo de separación de vapor-agua 4 es distribuida a la bomba de circulación 14 a través de una línea 4-14. El agua presurizada por la bomba de circulación 14 es distribuida a una entrada del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 a través de una línea 14-1.

El vapor supercalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se pasa a través de una línea 5-11 de modo que el caudal del vapor supercalentado pueda ser medido por el flujómetro 11. El vapor supercalentado se pasa a través de una línea 11-10 de modo que el caudal del vapor supercalentado pueda ser ajustado por la válvula de vapor 10. A propósito, los datos de caudal del flujómetro 11 son introducidos al dispositivo aritmético 13. Además, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 es medida por el termómetro 12. Los datos de temperatura del termómetro 12 son introducidos al dispositivo aritmético 13. Además, el dispositivo aritmético 13 tiene un mecanismo para ajustar el ángulo de cualquier heliostato 8 en base a los datos de caudal introducidos y los datos de temperatura introducidos (los detalles se describirán más adelante). A propósito, el detector de temperatura de metal según la invención no se limita al termómetro, sino que puede incluir un detector de temperatura de metal en base a análisis de datos fotográficos usando termografía o una cámara.

La figura 2 es un diagrama esquemático de la configuración de un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre en el que se ha instalado el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 representado en la figura 1. La figura 3 es un diagrama esquemático de la configuración de un panel de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5.

Como se representa en la figura 2, en el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 (panel de tubos de transferencia de calor 27) se ha instalado en una torre 9 que tiene una altura predeterminada (aproximadamente de 30 m a 100 m). Por otra parte, gran número de heliostatos 8 están dispuestos en varias direcciones en la superficie de la tierra. El grupo de los heliostatos 8 rastrea el movimiento del sol 6 para concentrar luz en el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 (panel de tubos de transferencia de calor 27) de modo que el vapor supercalentado pueda ser generado en el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5. Con dicho mecanismo, el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre puede generar vapor a temperatura más alta que un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal. Consiguientemente, cuando el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre se usa en una central térmica solar, se obtiene la ventaja de que la eficiencia de la turbina se puede mejorar y se puede obtener más potencia eléctrica.

Como se representa en la figura 3, el panel de tubos de transferencia de calor 27 usado en el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 está constituido por un colector

inferior de supercalentador 22, gran número de tubos de transferencia de calor de supercalentador 21, y un colector superior de supercalentador 23. El colector inferior de supercalentador 22 distribuye uniformemente el vapor del dispositivo de separación de vapor-agua 4. Los tubos de transferencia de calor de supercalentador 21 están dispuestos
5 en paralelo de modo que el vapor distribuido por el colector inferior de supercalentador 22 pueda hacerse fluir a través de los tubos de transferencia de calor de supercalentador 21. El colector superior de supercalentador 23 recoge el vapor supercalentado que sale de los tubos de transferencia de calor de supercalentador 21. El vapor supercalentado que sale del colector superior de supercalentador 23 es suministrado a la turbina de vapor no
10 representada.

Las figuras 4 (a), (b), (c), (d), (e) y (f) respectivamente se usarán a continuación para explicar el cambio de la cantidad de radiación solar, el cambio de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a baja temperatura, el cambio de la temperatura del vapor
15 en una entrada del dispositivo de separación de vapor-agua, el cambio del caudal de vapor en una entrada (salida) del dispositivo de captación de calor a alta temperatura, el cambio de la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura, y el cambio de la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura en el caso donde el sistema de captación de calor solar SYS1 según la primera
20 realización se usa para generar vapor.

Cuando la cantidad de radiación solar comienza a aumentar en un instante de tiempo t_1 como se representa en la figura 4(a), el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se pone en marcha y la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a baja
25 temperatura 1 comienza a aumentar como se representa en la figura 4(b). La temperatura del vapor llega a una temperatura de vapor saturado T_3 en la entrada del dispositivo de separación de vapor-agua 4 en un instante de tiempo t_3 , como se representa en la figura 4(c). En esta ocasión, el dispositivo aritmético 13 regula el ángulo de cualquier heliostato 8 en base a los datos de caudal adquiridos por el flujómetro 11 y los datos de temperatura
30 adquiridos por el termómetro 12 de modo que se pueda evitar que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 supere una temperatura umbral T_c ($T_c = 600^\circ\text{C}$ a 660°C), como se representa en la figura 4(e).

Así, incluso en un momento (instante de tiempo t_4 en la figura 4(d)) cuando el vapor saturado cuya temperatura ha aumentado hasta la temperatura de vapor saturado T_3 fluye
35 al dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5, la cantidad de temperatura con la

que la temperatura del vapor se puede rebasar en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se puede reducir de modo que el riesgo de daño térmico de los tubos de transferencia de calor del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se puede reducir (véase la figura 4(f)).

5

[Realización 2]

La figura 5 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS2 según una segunda realización de la invención. En la realización se usa un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 15 incluyendo un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal. El resto de la configuración, etc, es el mismo que en la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

10

La figura 6 es un diagrama de principio para explicar la configuración, etc, del dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal. En el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal, unos tubos de transferencia de calor 31 están dispuestos horizontal e individualmente en posiciones focales encima de las superficies circunferenciales interiores curvadas de los espejos de captación de luz 30 cada uno de los cuales se extiende a modo de canal, de modo que la luz solar 7 pueda ser concentrada en los tubos de transferencia de calor 31 por los espejos de captación de luz 30, como se representa en la figura 6. Circula agua 33 en los respectivos tubos de transferencia de calor 31. El agua 33 es calentada por el calor recogido por los tubos de transferencia de calor 31 de modo que se pueda obtener un fluido bifase agua-vapor 34 de los tubos de transferencia de calor 31. Con dicho mecanismo, el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal tiene la ventaja de que no se requiere tecnología sofisticada de captación de luz y la estructura es comparativamente simple.

15

20

25

En la segunda realización se puede usar un dispositivo de captación de calor a baja temperatura incluyendo un dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel en lugar del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 15 incluyendo el dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal. La figura 7 es un diagrama de principio para explicar la configuración, etc, del dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel. Como se representa en la figura 7, en el dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel, gran número de espejos de captación de luz planos o ligeramente curvados 35 cuyo ángulos se cambian poco a poco están yuxtapuestos, y un grupo de tubos de transferencia de calor 31 que están formados en forma de panel están dispuestos horizontalmente en una posición varios metros por encima del grupo de espejos de captación de luz 35.

30

35

El grupo de espejos de captación de luz 35 concentra la luz solar 7 en el grupo de tubos de transferencia de calor 31, y el agua 33 que circula en los respectivos tubos de transferencia de calor 31 se calienta de modo que se pueda obtener un fluido bifase agua-vapor 34 de los tubos de transferencia de calor 31. Con tal mecanismo, el dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel tiene la ventaja de que la fabricación del dispositivo de captación de luz/calor de tipo Fresnel es más simple y más barata que usar los espejos de captación de luz curvados del tipo de canal 30 y los espejos de captación de luz 35 apenas quedan afectados por la presión del viento.

10

[Tercera realización]

La figura 8 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS3 según una tercera realización de la invención. En la figura 8, el número de referencia 17 designa un termómetro que está dispuesto en una salida de vapor de un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1; 18, un flujómetro que mide el caudal de un fluido bifase agua-vapor dirigido desde el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 a un dispositivo de separación de vapor-agua 4; 43, un termómetro que está dispuesto en una entrada de vapor del dispositivo de separación de vapor-agua 4; y 19, un dispositivo aritmético. El resto de la configuración, etc, es el mismo que en la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

20

En la tercera realización, la temperatura del vapor se mide con el termómetro 17 dispuesto en la salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1. El caudal del vapor lo mide el flujómetro 18. El dispositivo aritmético 19 controla el grado de abertura de una válvula de suministro de agua 3 para regular el caudal de agua suministrada al dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 de modo que los datos respectivos de medición del termómetro 17 y el flujómetro 18 puedan ser iguales a valores predeterminados. Específicamente, el caudal del agua suministrada al dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se regula de modo que la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 no pueda ser superior a 300°C. Así, la cantidad del vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se puede optimizar según la cantidad de captación de calor. A propósito, el termómetro 43 dispuesto en la entrada de vapor del dispositivo de separación de vapor-agua 4 puede ser usado en lugar del termómetro 17 dispuesto en la salida de vapor del dispositivo de captación de calor

30

35

a baja temperatura 1 de modo que el termómetro 43 y el flujómetro 18 puedan ser usados para controlar la válvula de suministro de agua 3.

[Cuarta realización]

5

La figura 9 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS4 según una cuarta realización de la invención. En la figura 9, el número de referencia 20 designa un termómetro que está dispuesto en una salida de vapor de un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1; 21, un flujómetro que mide el caudal de un fluido bifase agua-vapor dirigido desde el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 a un dispositivo de separación de vapor-agua 4; 44, un termómetro que está dispuesto en una entrada de vapor del dispositivo de separación de vapor-agua 4; y 22, un dispositivo aritmético. El resto de la configuración, etc, es el mismo que en la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

15

En la cuarta realización, la temperatura del vapor la mide el termómetro 20 dispuesto en la salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1. El caudal del vapor lo mide el flujómetro 21. El dispositivo aritmético 22 regula una cantidad de captación de calor del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 de modo que los datos de medición respectivos del termómetro 20 y el flujómetro 21 puedan ser iguales a valores predeterminados. Específicamente, la cantidad de captación de calor del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se regula de modo que la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 no pueda ser superior a 300°C. Así, la cantidad del vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se puede optimizar según el caudal de agua suministrada. A propósito, el termómetro 44 dispuesto en la entrada de vapor del dispositivo de separación de vapor-agua 4 puede ser usado en lugar del termómetro 20 dispuesto en la salida de vapor del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 de modo que el termómetro 44 y el flujómetro 21 puedan ser usados para controlar la cantidad de captación de calor del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1.

30

Además, por el control realizado en la cuarta realización diferente del de la primera realización, la temperatura del metal de un dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se puede mantener de manera que no sea más alta que una temperatura umbral T_c . El control se describirá a continuación con detalle con referencia a las figuras 10. A propósito, en la cuarta realización, la temperatura umbral T_c de la temperatura del metal

35

del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se pone a 600°C a 660°C. Además, en cada una de las figuras 10(d), (f) y (g), la línea continua designa cambio en el caso en el que se usa el sistema de captación de calor solar SYS4 según la cuarta realización de la invención, y la línea de dos puntos y trazo designa cambio en el caso en el que se usa el sistema de captación de calor solar según los antecedentes de la invención.

En el sistema de captación de calor solar SYS4, el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se pone en marcha para iniciar la captación de luz tan pronto como la cantidad de radiación solar comienza a aumentar (instante de tiempo t_1), como se representa en la figura 10(a). Entonces, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 comienza a aumentar, como se representa en la figura 10(b). Además, cuando se pone en marcha el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1, el agua que circula en el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se calienta gradualmente y la temperatura del fluido en la entrada del dispositivo de separación de vapor-agua 4 aumenta. En esta ocasión, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 todavía no se ha puesto en marcha. Consiguientemente, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 apenas aumenta (véase el rango desde el instante de tiempo t_1 al instante de tiempo t_2 en la figura 10(f)).

Cuando la temperatura del fluido en la entrada del dispositivo de separación de vapor-agua 4 llega a una temperatura predeterminada T_2 (en el instante de tiempo t_2), una parte (N1) de los heliostatos 8 se inclina mirando a un panel de transferencia de calor 27 (parte receptora) del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5, como se representa en la figura 10(d). Como resultado, una parte de luz solar 7 se aplica como luz reflejada sobre el panel de transferencia de calor 27 del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5. Así, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 aumenta gradualmente a partir del instante de tiempo t_2 (figura 10(f)).

Además, el número de los heliostatos 8 inclinados mirando al panel de transferencia de calor 27 de una torre 9 aumenta gradualmente con el paso del tiempo. Cuando es un instante de tiempo t_4 ligeramente posterior a un instante de tiempo t_3 en el que la temperatura del fluido en la entrada del dispositivo de separación de vapor-agua 4 (la temperatura medida por el termómetro 44) llega a una temperatura de vapor saturado T_3 , todos (N2) los heliostatos 8 están inclinados mirando al panel de transferencia de calor 27.

35

Así, el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se pone en marcha más tarde de lo que se pone en marcha el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1, y el número de heliostatos 8 también aumenta gradualmente. Consiguientemente, la cantidad de captación de luz del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se incrementa gradualmente. Como resultado, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se puede incrementar gradualmente a partir del instante de tiempo t_2 . Además, la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se puede mantener a la temperatura umbral T_c en el instante de tiempo t_4 en el que el vapor saturado separado del dispositivo de separación de vapor-agua 4 es dirigido al dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5.

Aquí, el control de los heliostatos 8 se describirá en detalle con referencia a las figuras 11. La figura 11(a) es una vista que representa la eficiencia de captación de luz por heliostato con respecto a una distancia X entre la torre y el heliostato. La figura 11(b) es una vista superior del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5. Como se representa en la figura 11(b), gran número de heliostatos 8 están dispuestos alrededor de la torre 9 y divididos en tres zonas, es decir, zona (a), zona (b) y zona (c), secuencialmente en orden ascendente de la distancia a partir de la torre 9. Como se ilustra en el dibujo, una pluralidad de heliostatos 8 están dispuestos en cada una de las zonas.

Como se representa en la figura 11(a), la eficiencia de captación de luz disminuye a medida que aumenta la distancia de la torre 9 como origen (el valor de la distancia X aumenta). La razón es la siguiente. Cuando aumenta la distancia entre el heliostato 8 y la torre 9, el ángulo de inclinación del heliostato 8 se incrementa con el fin de irradiar el panel de transferencia de calor 27 con luz reflejada, pero una zona de recepción de luz de un espejo disminuye (efecto coseno). A propósito, dicha eficiencia de captación de luz significa una relación de una cantidad de energía incidente en el panel de transferencia de calor 27 que sirve como la parte receptora a una cantidad de energía solar por área de espejo. Cuando la distancia entre la torre 9 y el heliostato 8 es más corta y el ángulo de inclinación del heliostato 8 para irradiar el panel de transferencia de calor 27 con luz reflejada es menor, la zona de recepción de luz es mayor. Consiguientemente, la eficiencia de captación de luz es mayor.

En la realización, la zona de recepción de luz en cada uno de los heliostatos 8 instalados en la zona (a) es grande y la eficiencia de captación de luz es 1,0. Cuando el valor de la distancia X aumenta, la eficiencia de captación de luz disminuye. Es decir, se establece la

relación de zona (a) > zona (b) > zona (c) entre la eficiencia de captación de luz y la zona de recepción de luz de cada heliostato 8.

5 En la realización, los heliostatos 8 se ponen en funcionamiento por turno en orden descendente de la distancia de la torre 9. Específicamente, el dispositivo aritmético 13 controla en primer lugar los ángulos de los heliostatos 8 instalados en la zona (c) para reflejar la luz solar 7 hacia el dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 en un tiempo de un instante de tiempo t_2 en el que los datos de temperatura medidos por el termómetro 44 llegan a T_2 . Cuando se completa el control de los heliostatos 8 instalados en la zona (c), el dispositivo aritmético 13 controla entonces los ángulos de los heliostatos 8 instalados en la zona (b). Cuando se completa el control de los heliostatos 8 instalados en la zona (b), el dispositivo aritmético 13 controla los ángulos de los heliostatos 8 instalados en la zona (a). Así, el número de heliostatos 8 se incrementa gradualmente desde el instante de tiempo t_2 al instante de tiempo t_4 , como se representa en la figura 10(d).

15 A propósito, la figura 10(d) representa un ejemplo en el que los ángulos de los heliostatos 8 son controlados gradualmente en el orden de zona (c), zona (b) y zona (a), y los ángulos de los heliostatos 8 en cada una de las zonas también son controlados gradualmente en orden descendente de la distancia de la torre 9. Por lo tanto, el número de heliostatos 8 aumenta trazando una línea curva desde el instante de tiempo t_2 al instante de tiempo t_4 . A propósito, los ángulos de los heliostatos 8 pueden ser controlados en conjunto según cada zona. En este caso, el número de heliostatos 8 se incrementa gradualmente entre el instante de tiempo t_2 y el instante de tiempo t_4 .

25 La eficiencia de captación de luz de cada heliostato 8 disminuye cuando el heliostato 8 está más distante de la torre 9. Por lo tanto, cuando los ángulos de los heliostatos 8 son controlados así gradualmente desde la zona a una larga distancia de la torre 9 a la zona a una distancia corta de la torre 9, se puede evitar que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 se incremente de repente en el estado en el que todavía no ha fluido vapor al dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5. Consiguientemente, es posible regular exactamente la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5. Como resultado, es posible evitar la aparición de rebasamiento de temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 de modo que es posible evitar el riesgo de daño del panel de transferencia de calor 27.

35

A propósito, un cambio en la temperatura del vapor producido por la fluctuación de la cantidad de radiación solar se puede cubrir cuando una válvula de suministro de agua 3 se pone en funcionamiento para aumentar/disminuir la cantidad de agua suministrada. Además, aunque el dispositivo aritmético 13 controla los heliostatos 8 en base a los datos de temperatura medidos por el termómetro (primer detector de temperatura) 44, el dispositivo aritmético 13 puede controlar los heliostatos 8, como se ha descrito anteriormente, en base a los datos de temperatura medidos por el termómetro (segundo detector de temperatura) 20 dispuesto en la salida de vapor del dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1.

10 **[Quinta realización]**

La figura 12 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS5 según una quinta realización de la invención. En la figura 12, el número de referencia 23 es un medidor del nivel del agua que mide el nivel del agua de un dispositivo de separación de vapor-agua 4; 25, una válvula de control de caudal de circulación que regula un caudal de circulación de agua entre un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 y el dispositivo de separación de vapor-agua 4; y 24, un dispositivo aritmético. El resto de la configuración, etc, es el mismo que el de la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

20

En la quinta realización, un caudal o la tasa de circulación de agua suministrada puede ser regulado por una válvula de suministro de agua 3 o la válvula de control de caudal de circulación 25 de modo que el nivel del agua del dispositivo de separación de vapor-agua 4 puede ser igual a un valor predeterminado. Consiguientemente, una cantidad de agua contenida en el dispositivo de captación de calor a baja temperatura 1 se puede mantener constante. Además, según la quinta realización, se puede evitar que fluya agua a un dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 cuando el agua exceda de la capacidad del depósito del dispositivo de separación de vapor-agua 4.

30 **[Sexta realización]**

La figura 13 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS6 según una sexta realización de la invención. En la figura 13, el número de referencia 26 designa un canal de medio de calentamiento en el que circula un medio de calentamiento; 27, una bomba de circulación de medio de calentamiento que está dispuesta en el medio del canal de medio de calentamiento 26; 28, un dispositivo de captación de

35

luz/calor que está dispuesto en el medio del canal de medio de calentamiento 26 de modo que el calor generado debido a captación de luz solar 7 pueda ser transferido al medio de calentamiento que circula en el canal de medio de calentamiento 26; y 29, un intercambiador de calor, incluyendo un dispositivo de captación de calor a baja temperatura en el que una parte del canal de medio de calentamiento 26 se ha instalado internamente como un intercambiador de calor. El resto de la configuración, etc, es el mismo que en la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

La sexta realización tiene una configuración en la que el calor recogido por el dispositivo de captación de luz/calor 28 es transferido a agua dentro del intercambiador de calor, incluyendo un dispositivo de captación de calor a baja temperatura 29 a través del medio de calentamiento. Consiguientemente, se puede usar un medio de gran capacidad de calor, como aceite o sal fundida, como el medio de calentamiento de modo que se pueda evitar que la temperatura del dispositivo de captación de calor a baja temperatura disminuya cuando se atenúe la cantidad de radiación solar. Así, se puede generar vapor más rápidamente cuando se recupera la cantidad de radiación solar.

[Séptima realización]

La figura 14 es un diagrama esquemático de la configuración de un sistema de captación de calor solar SYS7 según una séptima realización de la invención. En la figura 14, el número de referencia 41 designa un termómetro que está dispuesto en un lado situado hacia abajo de una válvula de vapor 10 y para medir la temperatura de vapor suministrado a una turbina de vapor no representada; y 42, un dispositivo aritmético. El resto de la configuración, etc, es el mismo que en la primera realización de modo que no se duplicará su descripción.

En la séptima realización, los datos de temperatura medidos por el termómetro 41 son enviados al dispositivo aritmético 42. El dispositivo aritmético 42 abre/cierra una válvula de pulverización 40 en base a los datos de temperatura del termómetro 41 para controlar por ello la cantidad de pulverización. Así, es posible hacer estable la temperatura del vapor suministrado a la turbina de vapor. En particular, la válvula de pulverización 40 está dispuesta en una posición representada en la figura 14 para usar agua suministrada. Consiguientemente, la temperatura de pulverización es estable. Como resultado, la temperatura del vapor se puede mantener más estable en la séptima realización.

35

Según cada una de las realizaciones de la invención descritas anteriormente, el control se puede realizar de modo que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura 5 no puede ser más alta que una temperatura umbral. Consiguientemente, es posible evitar el rebasamiento de la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura de modo que es posible reducir el riesgo de daño del panel de transferencia de calor 27 del dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

Lista de signos de referencia

- 10 1: dispositivo de captación de calor a baja temperatura
- 4: dispositivo de separación de vapor-agua
- 5: dispositivo de captación de calor a alta temperatura
- 15 7: luz solar
- 8: heliostato
- 20 9: torre
- 11: flujómetro (detector de caudal)
- 12: termómetro (detector de temperatura de metal)
- 25 13: dispositivo aritmético (dispositivo de control de heliostatos)
- 15: dispositivo de captación de calor a baja temperatura del tipo de canal (dispositivo de captación de calor a baja temperatura)
- 30 20: termómetro (segundo detector de temperatura)
- 27: panel de transferencia de calor
- 35 30: espejo de captación de luz

31: tubo de transferencia de calor

35: espejo de captación de luz

5 40: válvula de pulverización

44: termómetro (primer detector de temperatura)

T3: temperatura de vapor saturado

10

Tc: temperatura umbral

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de captación de calor solar incluyendo:

- 5 - un dispositivo de captación de calor a baja temperatura que calienta agua suministrada utilizando calor de la luz solar generando por ello vapor;
- un dispositivo de separación de vapor-agua que separa un fluido bifase agua-vapor generado por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura a agua y vapor;
- 10 - un dispositivo de captación de calor a alta temperatura que calienta el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua utilizando calor de luz solar que es reflejado por una pluralidad de heliostatos generando por ello vapor supercalentado; y
- un dispositivo de control de heliostatos que controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura no pueda ser más alta que una temperatura umbral que se
- 15 pone con el fin de evitar el rebasamiento de la temperatura del vapor en una salida del dispositivo de captación de calor a alta temperatura.

caracterizado por que:

- 20 - el dispositivo de captación de calor a baja temperatura incluye un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de canal en el que tubos de transferencia de calor están dispuestos encima de superficies circunferenciales interiores curvadas de espejos de captación de luz cada uno de los cuales se extiende a modo de canal de modo que la luz solar pueda ser concentrada en los tubos de transferencia de calor por los espejos de captación de luz para calentar agua que circula en los tubos de transferencia de calor generando por ello vapor, o un dispositivo de captación de
- 25 luz/calor de tipo Fresnel en el que gran número de espejos de captación de luz sustancialmente planos están yuxtapuestos y tubos de transferencia de calor están dispuestos encima del grupo de espejos de captación de luz de modo que la luz solar pueda ser concentrada en los tubos de transferencia de calor por el grupo de espejos de captación de luz para calentar agua que circula en los tubos de transferencia de
- 30 calor generando por ello vapor;
- el dispositivo de captación de calor a alta temperatura incluye un dispositivo de captación de luz/calor del tipo de torre en el que un panel de tubos de transferencia de calor está instalado en una torre que tiene una altura predeterminada de modo que la luz solar pueda ser concentrada en el panel de tubos de transferencia de calor
- 35 por la pluralidad de heliostatos para calentar agua que circula en el panel de tubos de transferencia de calor generando por ello vapor; y

- el dispositivo de control de heliostatos regula los ángulos de los heliostatos de modo que la luz solar pueda ser concentrada en el panel de tubos de transferencia de calor por los heliostatos a distancias largas de la torre antes que por los heliostatos a distancias cortas de la torre.

5

2. Un sistema de captación de calor solar según la reivindicación 1, incluyendo además:

- un detector de temperatura de metal que detecta la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura; y
- un detector de caudal que detecta un caudal del vapor supercalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura; donde:

10

el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos en base a datos de temperatura adquiridos por el detector de temperatura de metal y datos de caudal adquiridos por el detector de caudal.

15

3. Un sistema de captación de calor solar según la reivindicación 1, incluyendo además:

- un primer detector de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una entrada del dispositivo de separación de vapor-agua; donde:

20

el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la luz solar pueda ser reflejada hacia el dispositivo de captación de calor a alta temperatura por los heliostatos en cualquier tiempo después de un tiempo cuando el dispositivo de captación de calor a baja temperatura se pone en marcha y antes de que la temperatura detectada por el primer detector de temperatura llegue a una temperatura de vapor saturado.

25

4. Un sistema de captación de calor solar según la reivindicación 1, incluyendo además:

- un segundo detector de temperatura que detecta la temperatura del vapor en una salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura; donde:

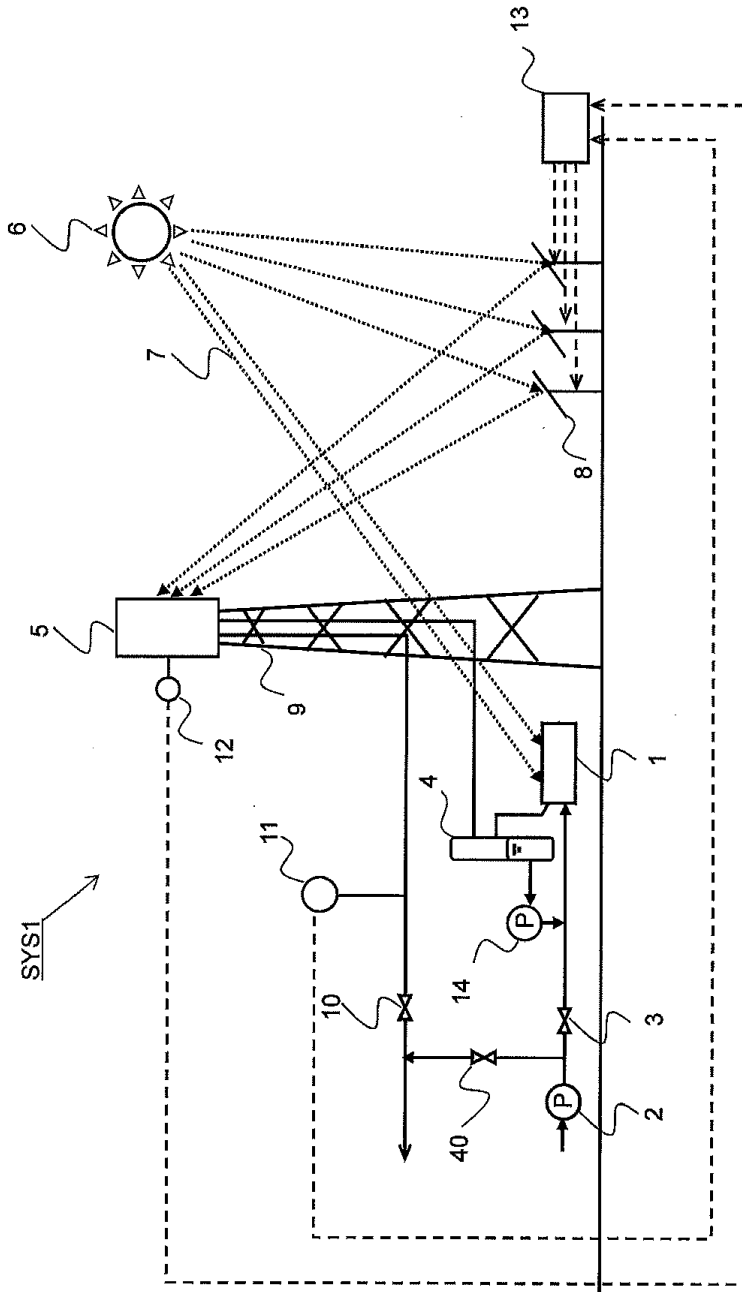
30

el dispositivo de control de heliostatos controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la luz solar pueda ser reflejada hacia el dispositivo de captación de calor a alta temperatura por los heliostatos en cualquier tiempo después de un tiempo cuando el dispositivo de captación de calor a baja temperatura se pone en marcha y antes de que la temperatura detectada por el segundo detector de temperatura llegue a una temperatura de vapor saturado.

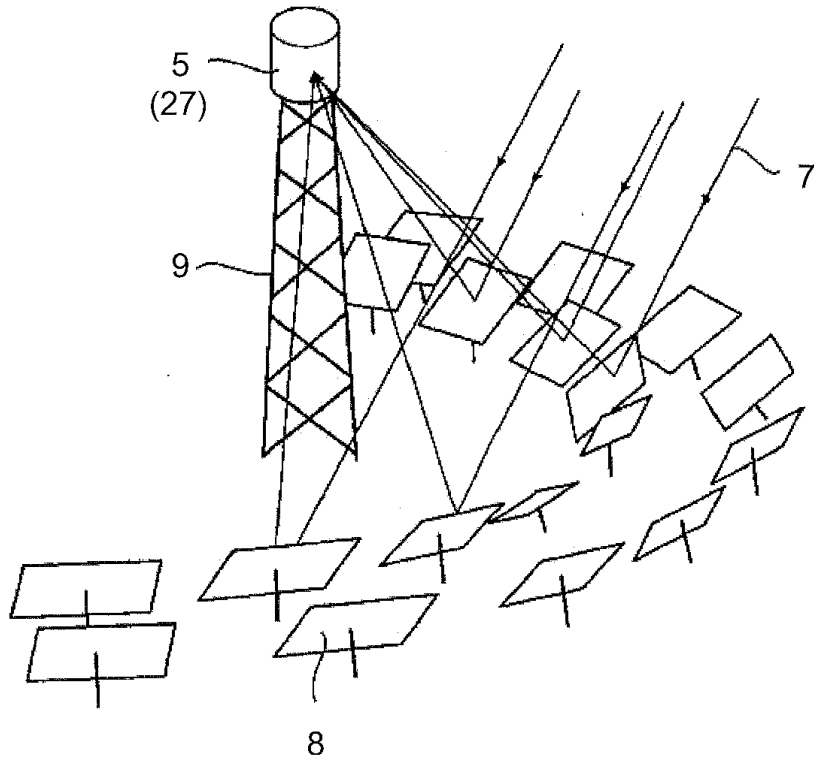
35

5. Un sistema de captación de calor solar según la reivindicación 1, donde se facilita una válvula de pulverización para pulverizar agua sobre el vapor supercalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura con el fin de hacer estable la temperatura del vapor supercalentado.

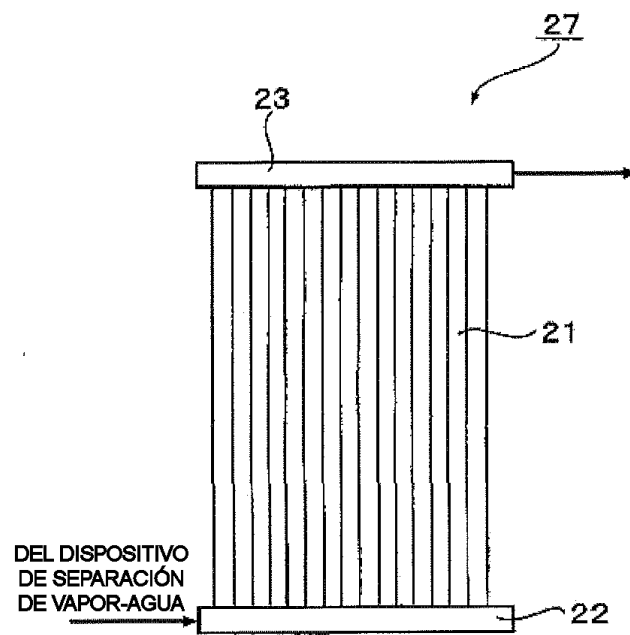
[FIG.1]



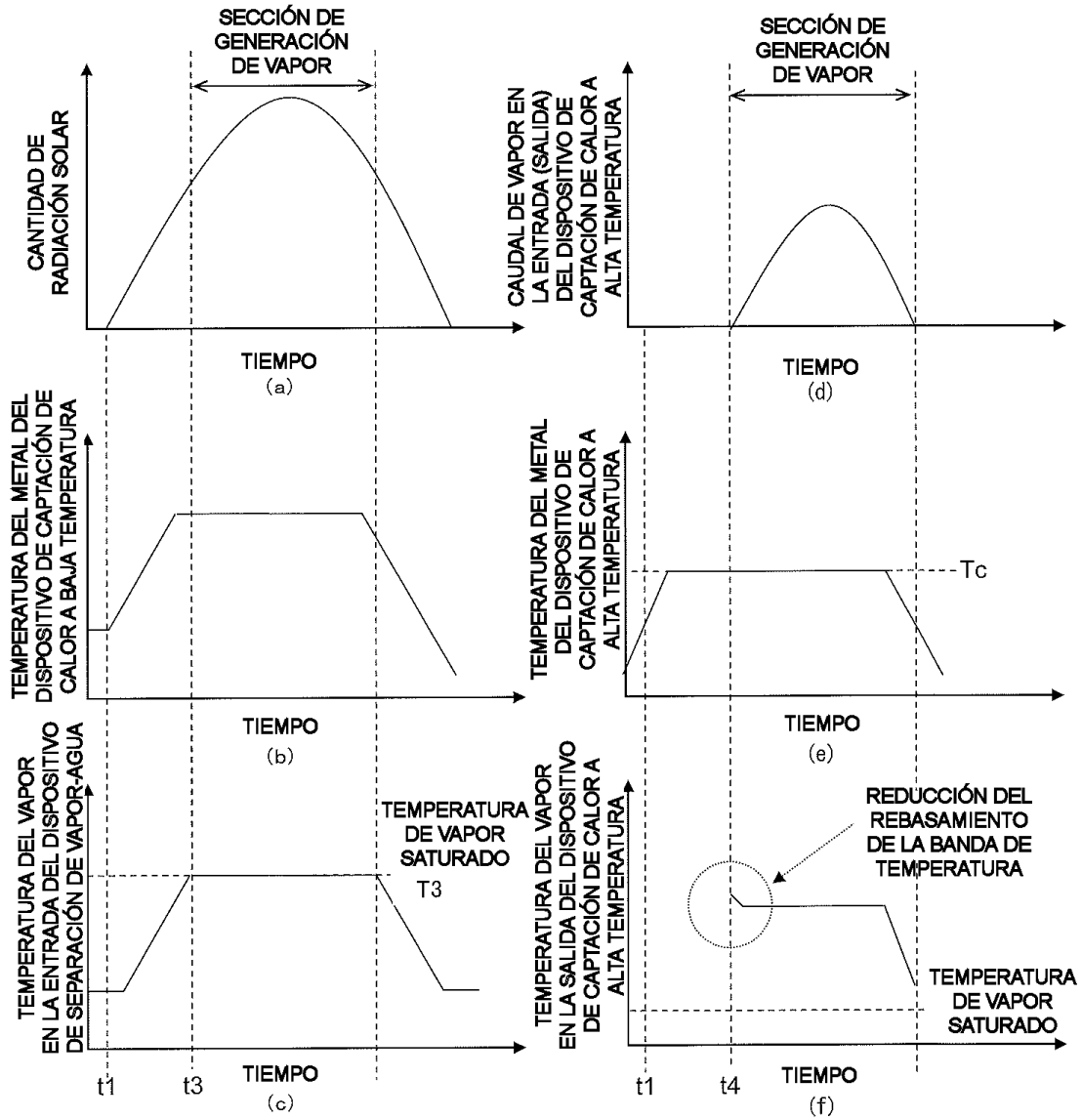
[FIG. 2]



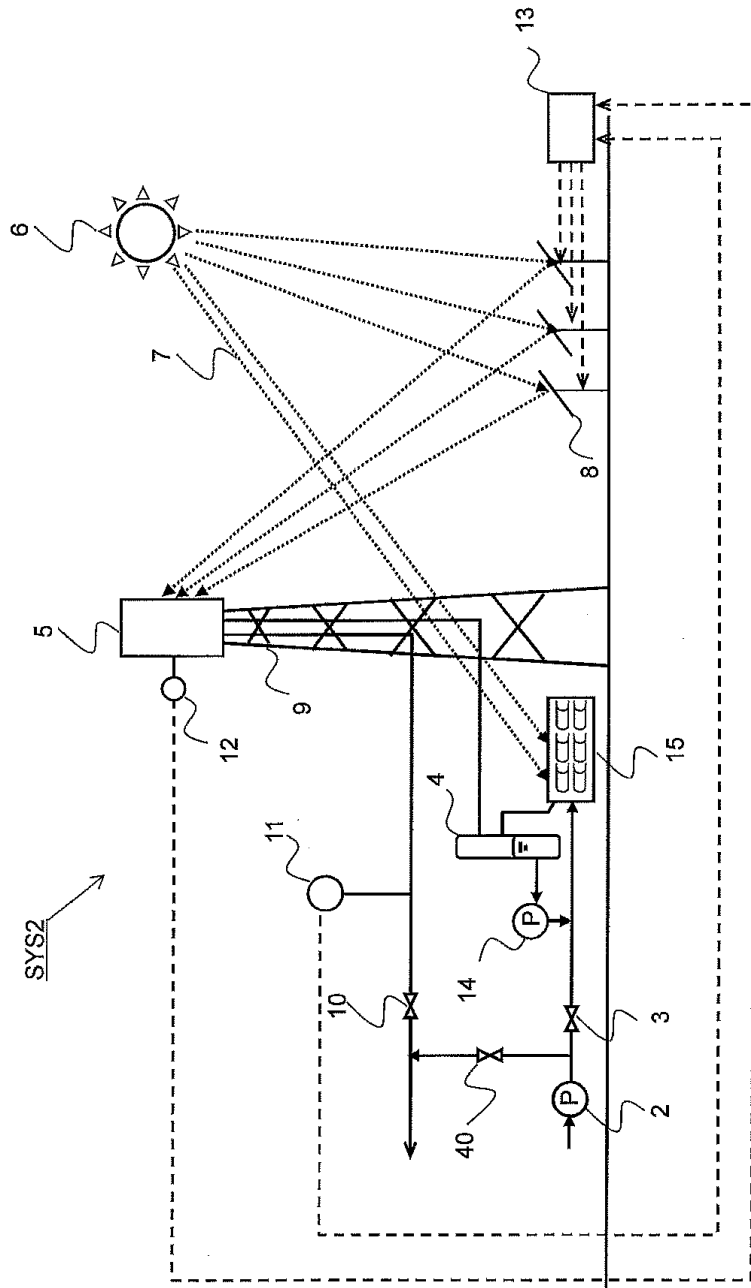
[FIG. 3]



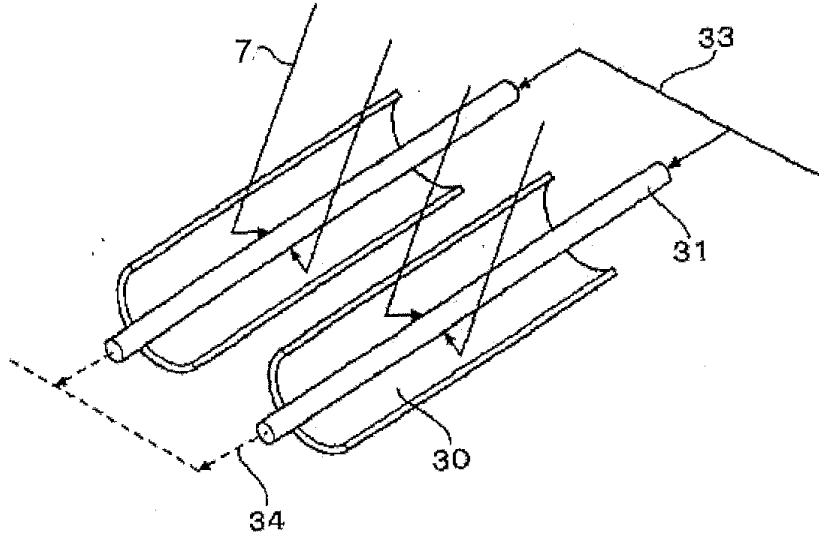
[FIG. 4]



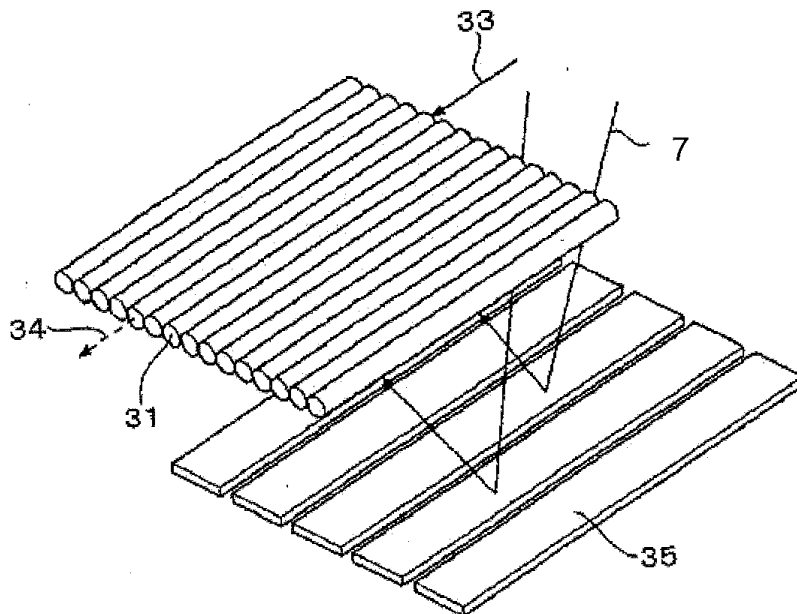
[FIG.5]



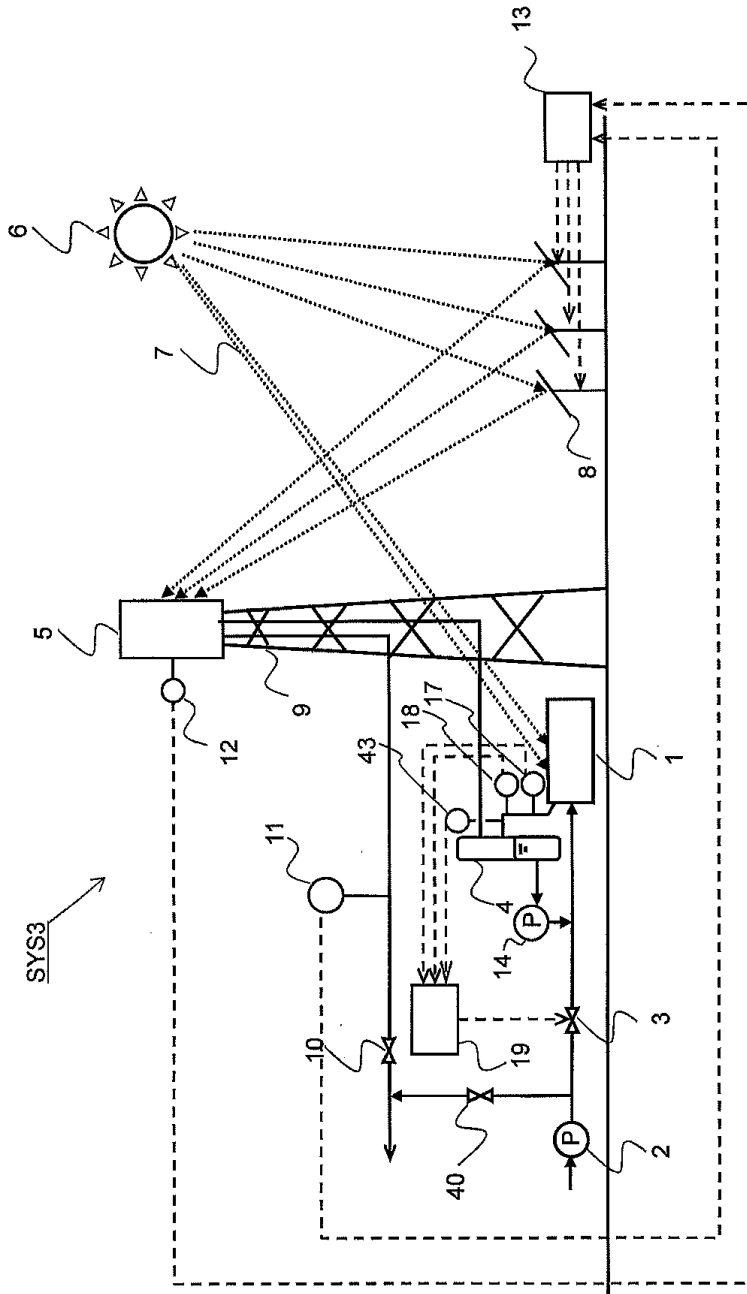
[FIG. 6]



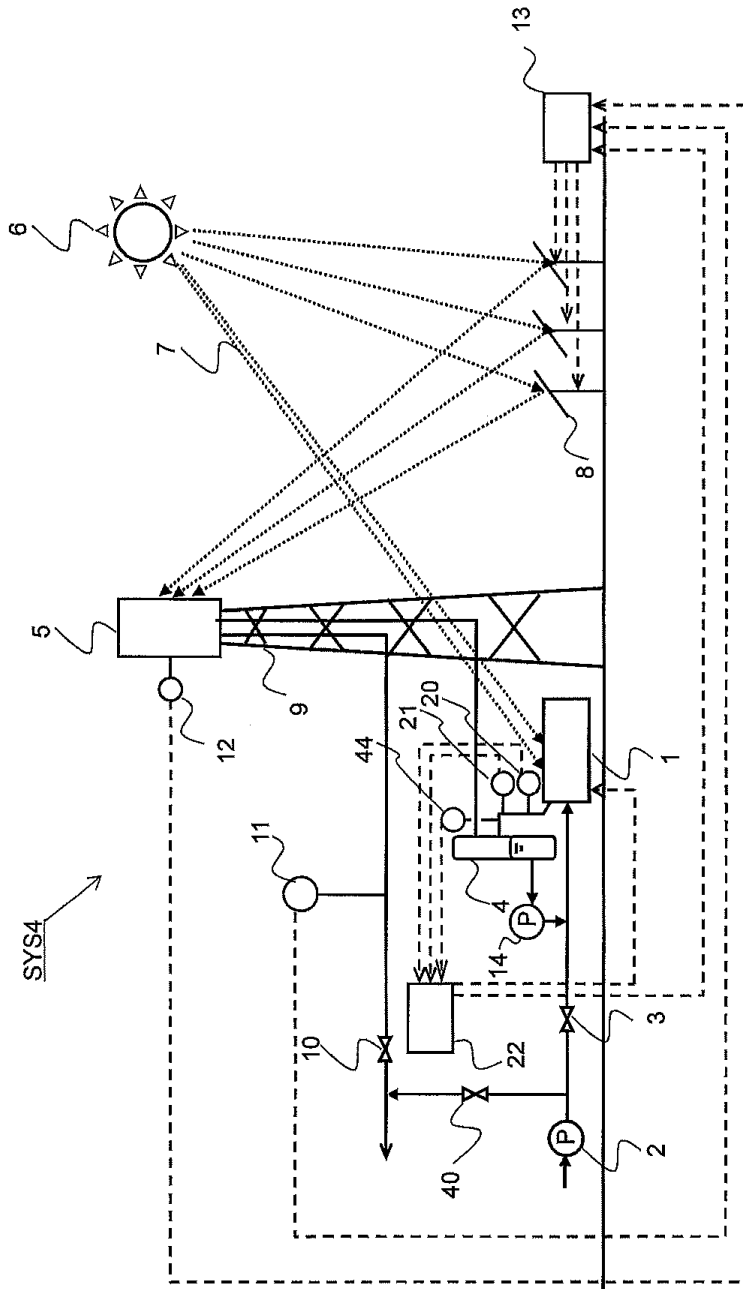
[FIG. 7]



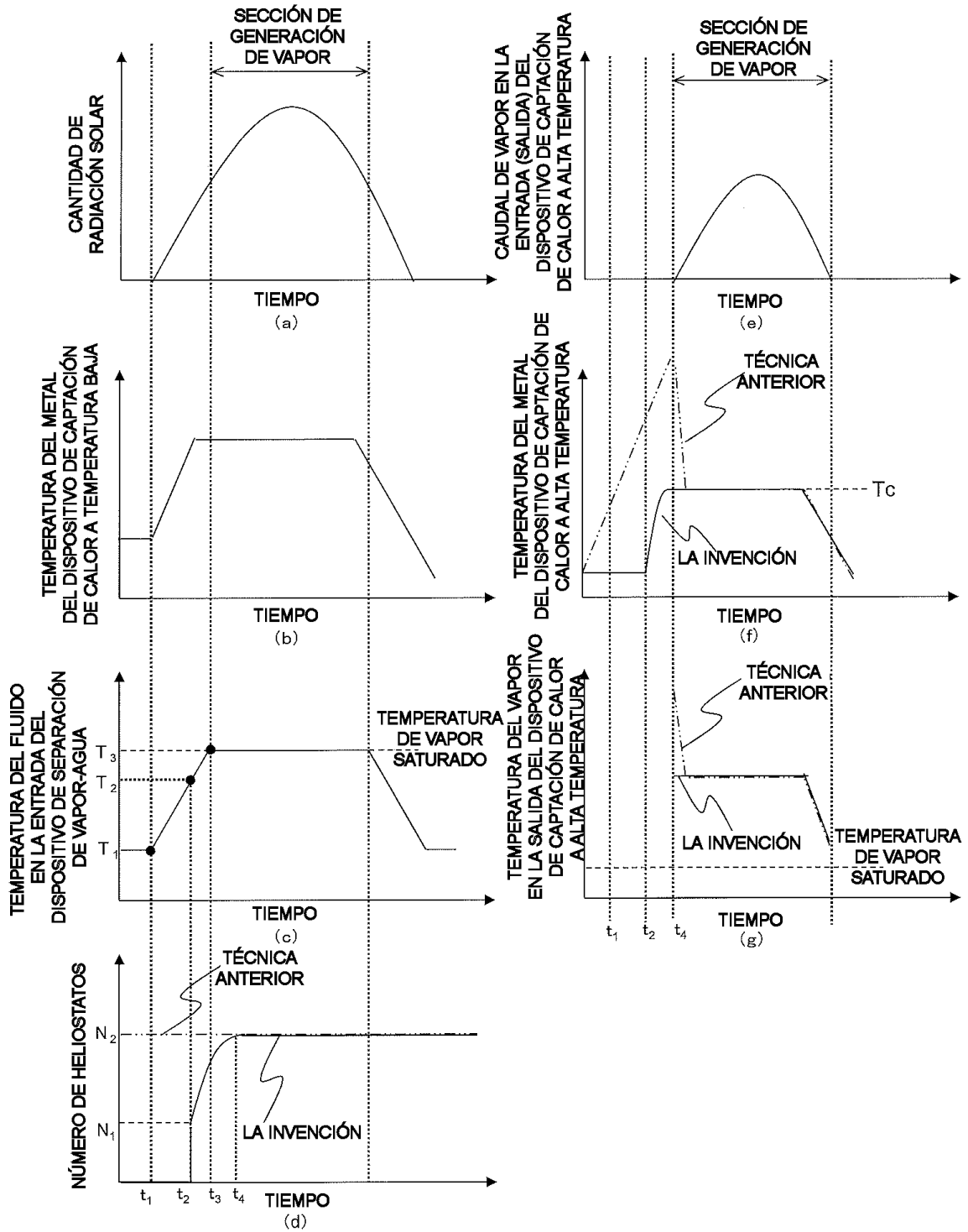
[FIG.8]



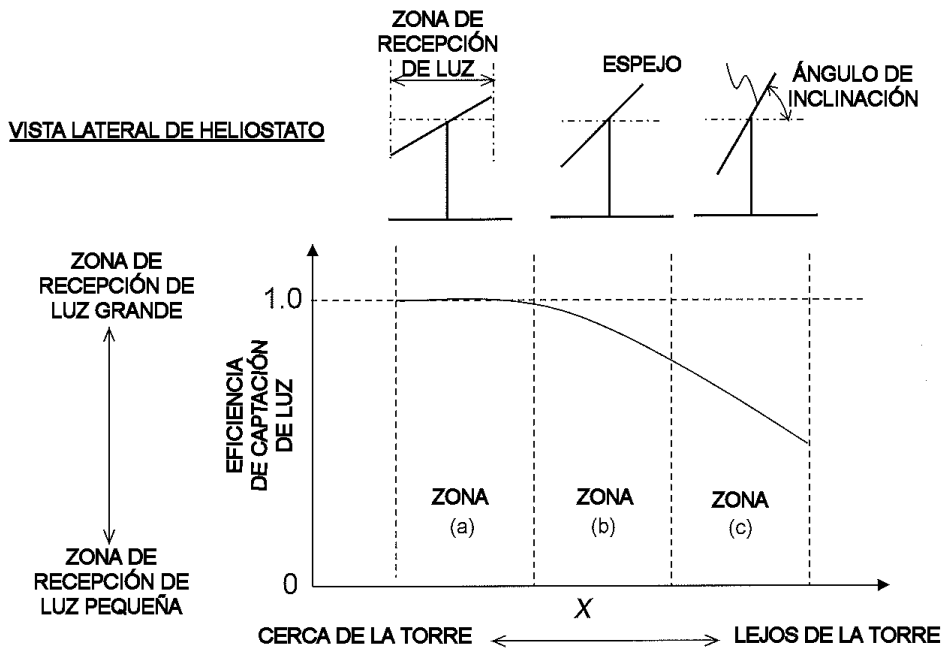
[FIG.9]



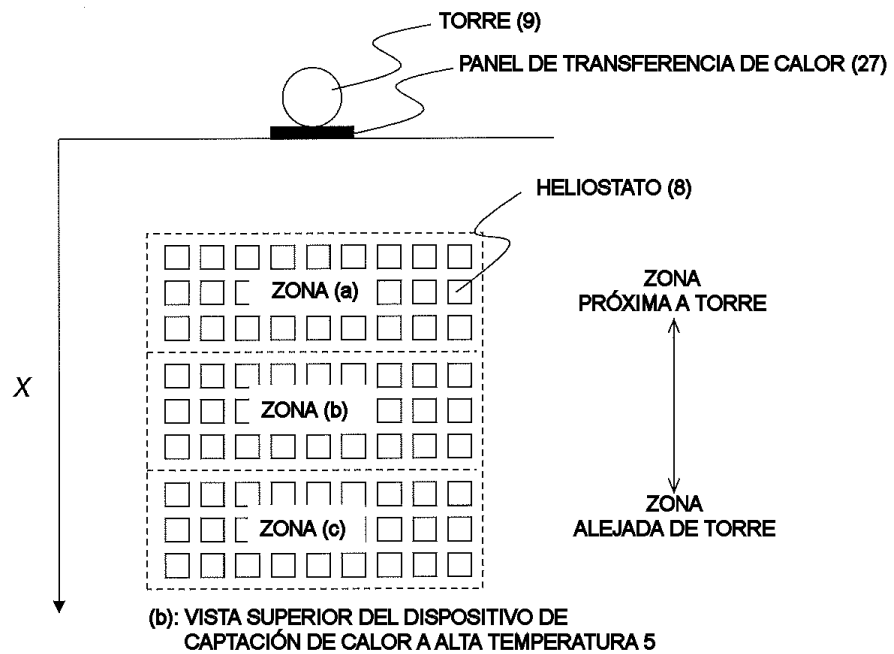
[FIG. 10]



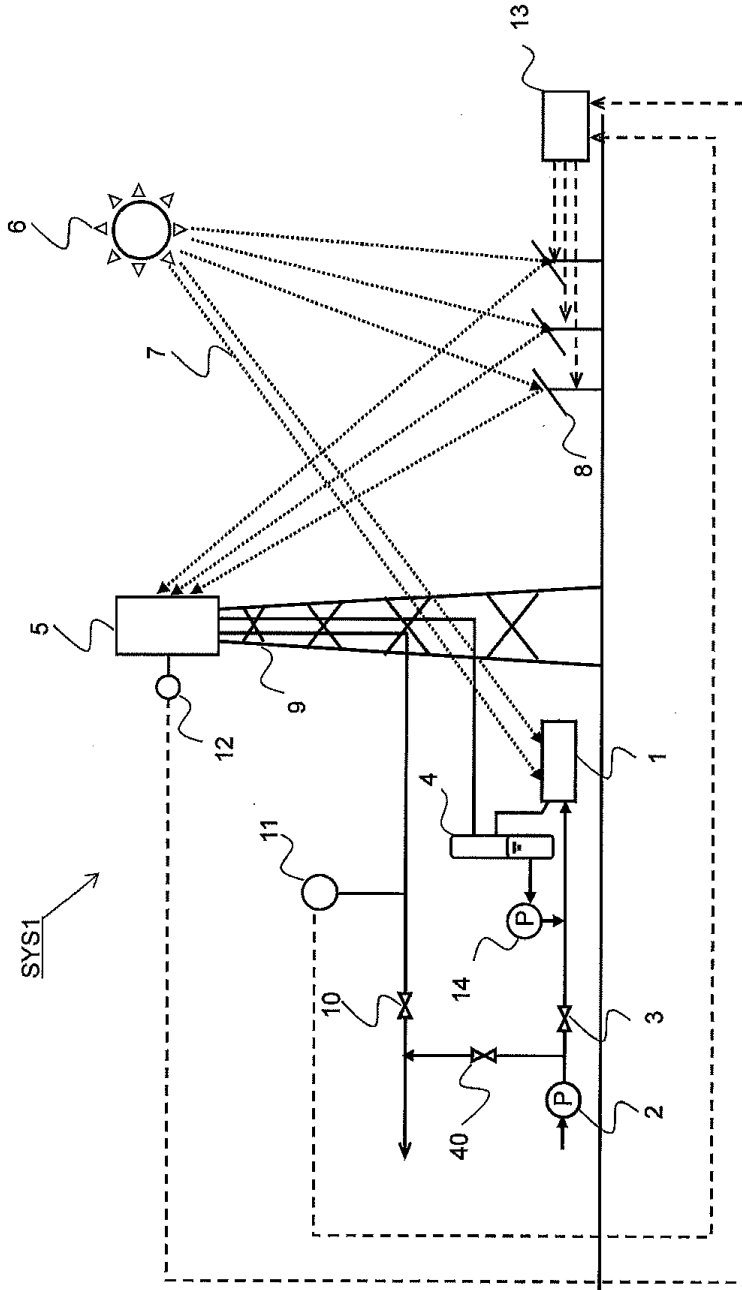
[FIG. 11]



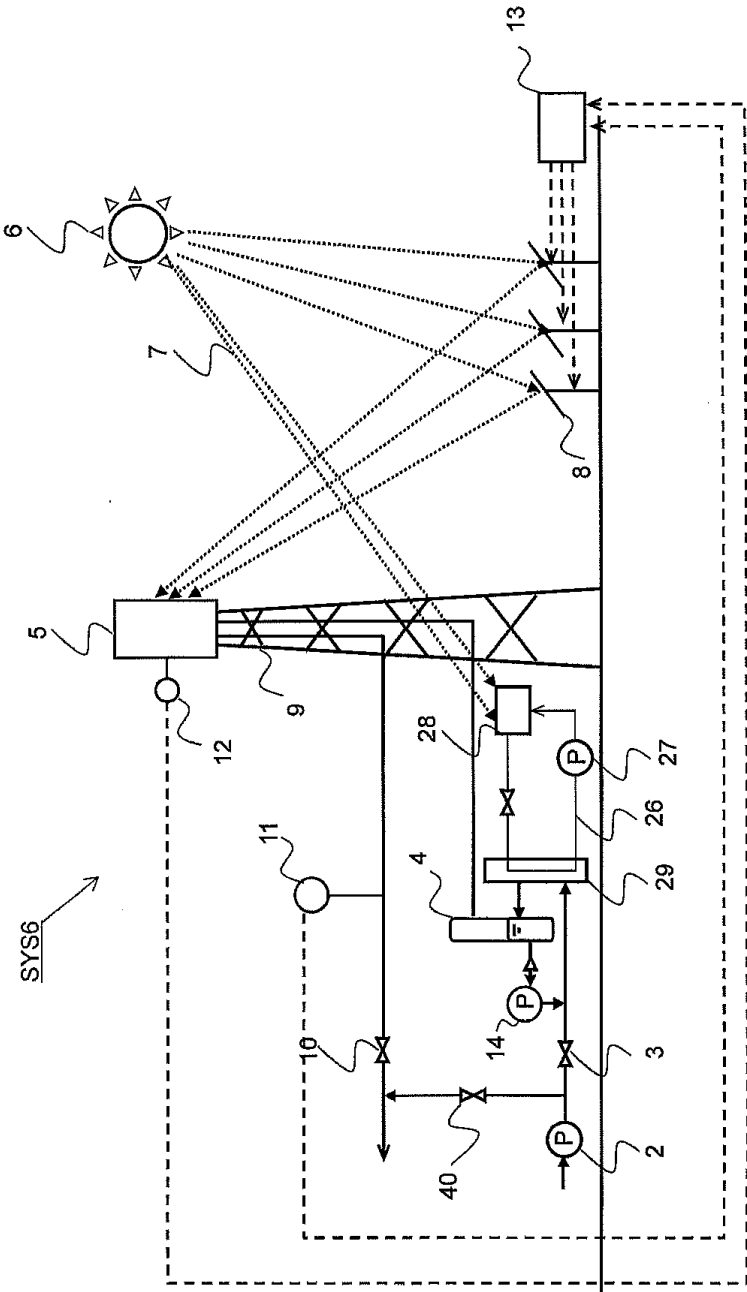
(a): EFICIENCIA DE CAPTACIÓN DE LUZ POR HELIOSTATO CON RESPECTO A LA DISTANCIA X ENTRE HELIOSTATO Y TORRE



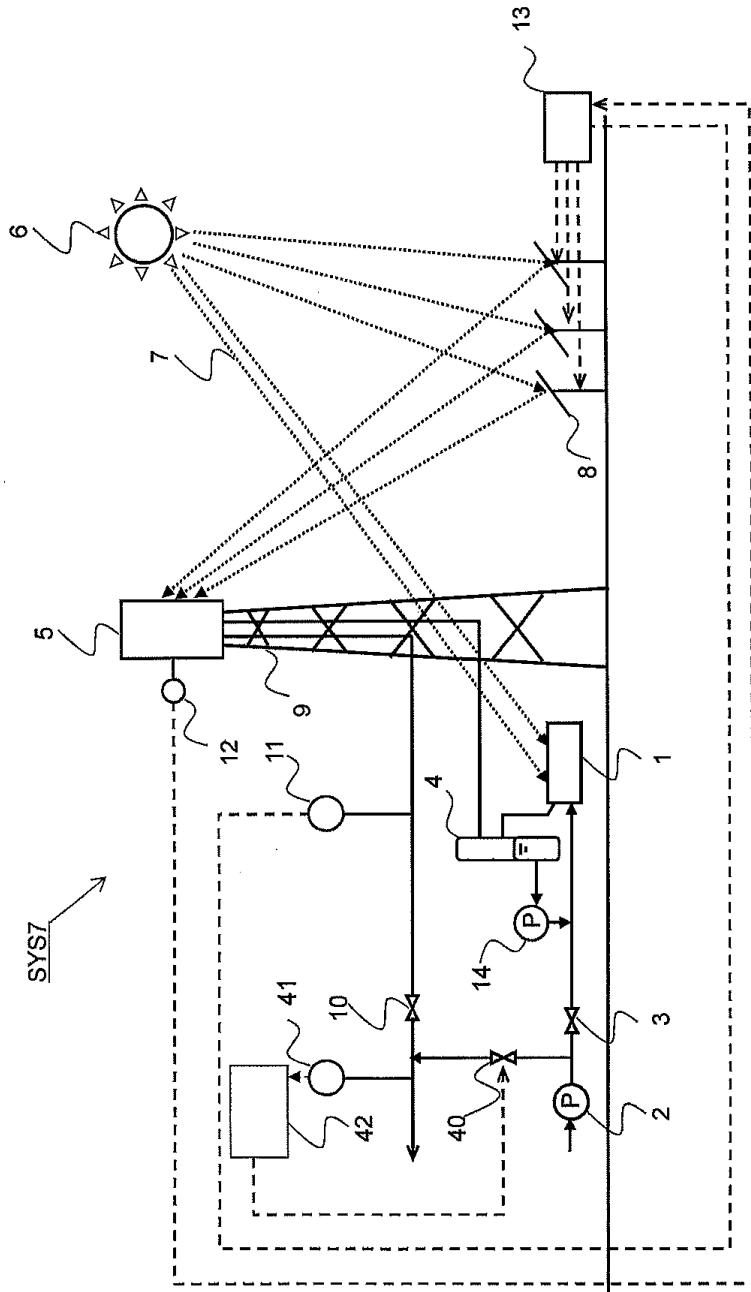
[FIG.1]



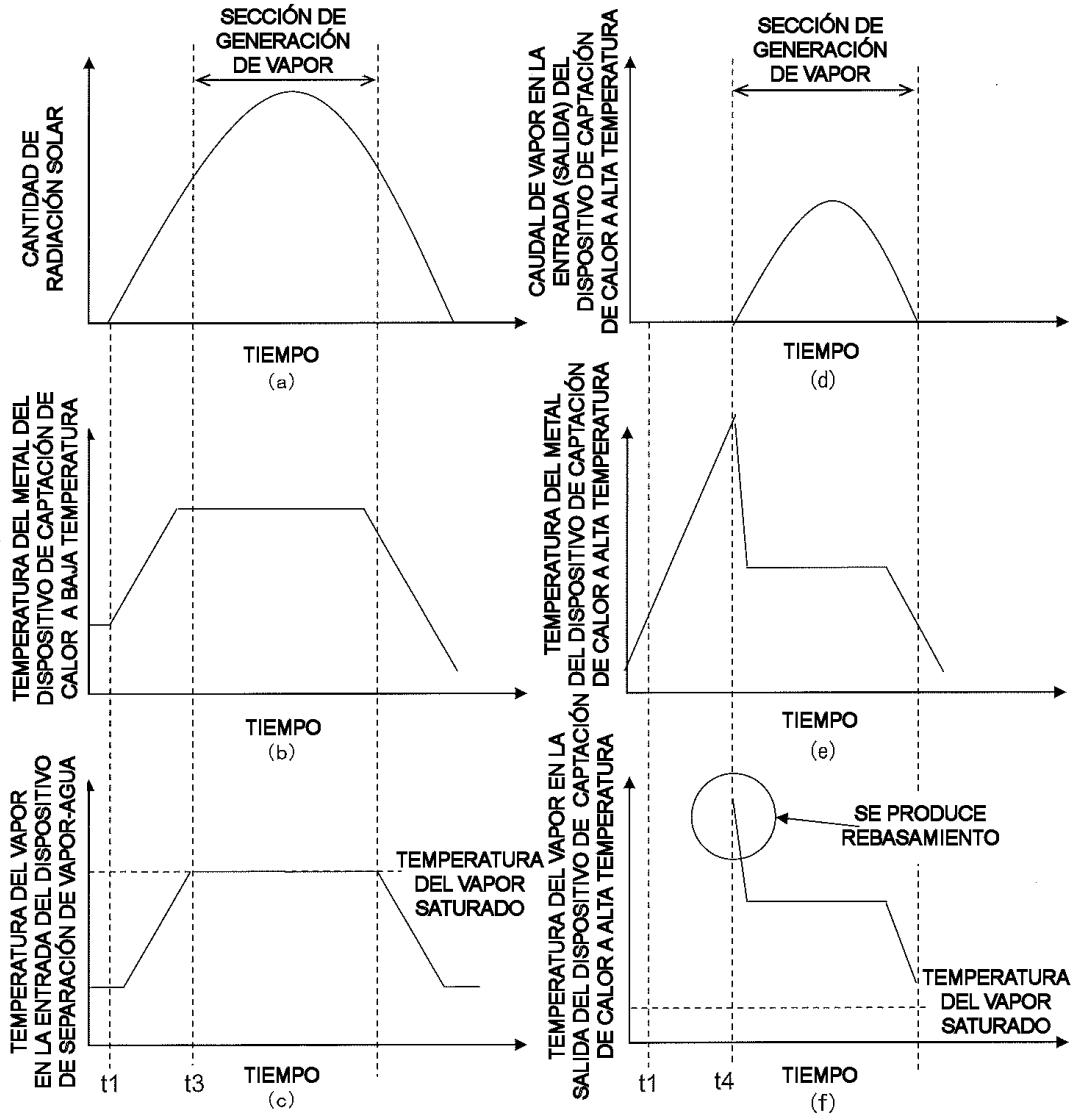
[FIG.13]



[FIG.14]



[FIG. 15]





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201590102

②② Fecha de presentación de la solicitud: 05.03.2014

③② Fecha de prioridad: **18-03-2013**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2013002054 A1 (BABCOCK HITACHI KK et al.) 03.01.2013, todo el documento.	1-6
Y	JP 2011163594 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 25.08.2011, párrafos [63,64]; figuras & resumen de la base de datos Epodoc. Recuperado de Epoque AN-JP-2010024396-A.	1-6
A	US 2009217921 A1 (GILON YOEL et al.) 03.09.2009, todo el documento.	1,5
A	US 2013014508 A1 (BROOKS ALEC) 17.01.2013, todo el documento.	1,5
A	WO 2012042888 A1 (TOKYO INST TECH et al.) 05.04.2012, todo el documento.	1,5
A	US 2010319678 A1 (MAEMURA TOSHIHIKO et al.) 23.12.2010, todo el documento.	1,5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.12.2015

Examinador
J. Merello Arvilla

Página
1/5

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F03G6/06 (2006.01)

F24J2/40 (2006.01)

F24J2/07 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03G, F24J

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.12.2015

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-6	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2013002054 A1 (BABCOCK HITACHI KK et al.)	03.01.2013
D02	JP 2011163594 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD)	25.08.2011

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Los documentos D01 y D02 se consideran los más próximos del estado de la técnica al objeto de la invención de acuerdo con las reivindicaciones de la solicitud de patente en estudio. Las referencias numéricas son relativas al documento D01. En adelante se utilizará la misma terminología que las reivindicaciones de la solicitud en estudio. El documento D01 divulga un sistema de captación de calor solar que incluye:

- Un dispositivo de captación de calor a baja temperatura (24) que calienta agua suministrada utilizando calor de la luz solar generando vapor;
- Un dispositivo de separación de vapor-agua (4) que separa un fluido bifase agua-vapor generando por el dispositivo de captación de calor a baja temperatura a agua y vapor;
- Un dispositivo de captación de calor a alta temperatura (14) que calienta el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua utilizando calor de luz solar que es reflejado por una pluralidad de heliostatos (6) generando por ello vapor supercalentado.

El documento D02 divulga un dispositivo de control de una pluralidad de heliostatos vinculados a un captador de calor a alta temperatura que controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos de modo que la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura no pueda ser más alta que una temperatura umbral (D02, párrafo 63).

Los documentos D01 y D02 pertenecen al mismo sector de la técnica y se considera obvio para un experto en la materia recurrir al sistema de regulación de heliostatos propuesto en el documento D02 y aplicarlo en el sistema de captación divulgado por el documento D01 dando así lugar a la invención de acuerdo con la reivindicación 1 de la solicitud de patente en estudio. Por tanto la invención de acuerdo con la primera reivindicación de la solicitud de patente P201590102 cuenta con novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) por no encontrarse divulgada en el estado de la técnica pero carece de actividad inventiva por resultar obvia para un experto en la materia (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Por contar la reivindicación 1 con novedad todas las reivindicaciones dependientes de la misma, es decir las reivindicaciones 2 a 6, cuentan a su vez con novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.).

El documento D02 divulga el uso de un detector de temperatura que detecta la temperatura del metal del dispositivo de captación de calor a alta temperatura (D01, párrafo 64) y controla los ángulos de la pluralidad de heliostatos en base a la temperatura detectada. El sistema derivado de la combinación antes indicada de los documentos D01 y D02 no divulga la existencia de un detector de caudal que detecte un caudal del vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de captación de calor a alta temperatura y establezca el control de los ángulos de la pluralidad de heliostatos en base también a los datos de caudal adquiridos por el detector de caudal. Por otra parte se considera obvio para un experto en la materia el completar el sistema derivado de los documentos D01 y D02 con un elemento de instrumentación ampliamente utilizado en el estado de la técnica como es un detector de caudal y el sugerir sin más el empleo de los datos derivados del mismo (y también del detector de temperatura de metal) para el control de los heliostatos. Por tanto se considera que la reivindicación 2 carece de actividad inventiva por resultar obvia para un experto en la materia (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

El documento D01 propone la incorporación de un detector de temperatura (25) que detecta la temperatura del vapor en una entrada del dispositivo de separación de vapor-agua (4) (obsérvese que de acuerdo con D01, figura 7, también se podría decir que el detector detecta la temperatura del vapor en la salida del dispositivo de captación de calor a baja temperatura (24)). En el documento D01 no se divulga el uso de la señal detectada por el detector (25) en el sentido propuesto en la reivindicación 3 o 4 pero se considera que el uso de dicha señal para el control de heliostatos en la forma allí indicada resulta obvio para un experto en la materia y por tanto carente de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Igualmente el documento D01 anticipa los dispositivos de captación de calor a baja y alta temperatura propuestos en la reivindicación 5 de la solicitud de patente en estudio si bien no divulga el criterio de control propuesto en dicha reivindicación según el cual el dispositivo de control regula los ángulos de los heliostatos de modo que la luz solar pueda ser concentrada en el panel de tubos de transferencia de calor por los heliostatos a distancias largas de la torre antes que por los heliostatos a distancias cortas de la torre. Debido a que es de sobra conocido en el estado de la técnica el efecto que la distancia del heliostato a la torre tiene sobre magnitud de radiación reflejada por el heliostato sobre el receptor se considera obvio para un experto en la materia el elegir un determinado grupo de heliostatos para conseguir un determinado patrón de radiación sobre el receptor en un momento determinado tal y como propone la reivindicación 5 en estudio. Por tanto se considera que dicha reivindicación 5 no presenta actividad inventiva por resultar obvia para un experto en la materia (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

Se considera que la reivindicación 6 no cuenta con característica técnica alguna que en combinación con las características técnicas de la reivindicación de la que depende haga pensar en la existencia de actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).