

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 567**

51 Int. Cl.:

F03G 6/00	(2006.01) F22B 1/02	(2006.01)
F01K 3/02	(2006.01) F22G 5/00	(2006.01)
F24J 2/34	(2006.01) F22G 5/12	(2006.01)
F24J 2/42	(2006.01)	
F28D 20/00	(2006.01)	
F01K 3/12	(2006.01)	
F01K 3/26	(2006.01)	
F22B 1/18	(2006.01)	
F22B 1/00	(2006.01)	
F01K 3/06	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.07.2013 PCT/JP2013/069407**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14014027**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2013 E 13819708 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2894330**

54 Título: **Sistema de energía solar**

30 Prioridad:

17.07.2012 JP 2012158934
29.03.2013 JP 2013073516

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2018

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:

SHINOZAKI, KOHEI;
MARUMOTO, TAKAHIRO;
SHIKATA, TETSUO;
KASHIMA, JUN y
TADAKUMA, SATOSHI

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 658 567 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

Sistema de energía solar

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un sistema de energía solar que puede recolectar calor solar, generar vapor con el calor, y accionar una turbina de vapor con el vapor para por tanto generar energía eléctrica.

Antecedentes de la técnica

10 En el caso en el que un sistema de energía solar es utilizado para generar energía eléctrica, podría ser el caso en el que un fluido de trabajo para accionar una turbina de vapor no se puede calentar de forma suficiente sólo mediante un calor solar obtenido en ese tiempo debido a la variación o disminución de la cantidad de radiación solar. Para resolver este problema, en muchos ejemplos, se incorpora un dispositivo de almacenamiento de calor en el sistema de energía solar y el calor recolectado por el dispositivo de recolección de calor es almacenado por anticipado en el dispositivo de almacenamiento de calor de manera que el calor almacenado se puede extraer y utilizar si fuera necesario (Literaturas de Patentes 1 a 4).

Lista de citación

15 Literatura de patente

Literatura de Patente 1: JP-A-60-122865

Literatura de Patente 2: Patente US No. 7,296,410

Literatura de Patente 3: Patente US No. 8,087,245

Literatura de Patente 4: JP-A-61-41891

20 Literatura de Patente 5: DE 10 2009 060 089

Resumen de la invención

Problema técnico

25 Aquí, desde los puntos de vista de la reducción de coste del sistema de energía solar, la fiabilidad del sistema y la gestión del mantenimiento, es deseable que el número o tipo de dispositivos que constituyen el sistema de energía solar, tales como los dispositivos de recolección de calor y los dispositivos de almacenamiento de calor, no aumenten sino que la configuración del sistema de energía solar esté hecha tan simple como sea posible. Con referencia a este punto, cada una de las Literaturas de Patentes 1 a 3 da a conocer un ejemplo en el cual se instala una pluralidad de dispositivos de almacenamiento de calor. Por esta razón, hay un problema de que el coste del equipo y el coste de construcción del sistema de energía solar pueden aumentar.

30 Adicionalmente, aceite o sal fundida circula entre el dispositivo de recolección de calor y un dispositivo de almacenamiento de calor de sobrecalentamiento de vapor en la Literatura de Patente 1 o sobre todo el sistema en la Literatura de Patente 2. Por lo tanto, se requiere una bomba cara con un alto rendimiento de manera que el coste del equipo y el coste de puesta marcha pueden también aumentar de forma correspondiente.

35 Adicionalmente, en la Literatura de Patente 3, un dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura y un dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura son utilizados como respaldos temporales cuando la cantidad de radiación solar disminuye. Por lo tanto, para la generación de energía por la noche, un dispositivo de recolección de tipo torre puede ser saltado y el sistema puede ser respaldado por la generación de energía térmica utilizando un dispositivo de asistencia de combustible fósil. Por lo tanto, hay un problema de que puede aumentar el coste de combustible y la emisión de CO₂.

40 Adicionalmente, en la Literatura de Patente 4, una parte del vapor sobrecalentado generado por un sobrecalentador es suministrada a un intercambiador de calor de manera que el intercambio de calor se puede realizar entre la parte del vapor sobrecalentado y un medio de almacenamiento de calor en el intercambiador de calor. La parte del vapor sobrecalentado cuyo calor ha sido liberado al medio de almacenamiento de calor es reservado como agua saturada en un acumulador. Durante la operación de liberación de calor, la presión del vapor saturado reservado en el acumulador es reducida de manera que el agua saturada puede ser evaporada continuamente y el vapor saturado generado por tanto puede ser suministrado al intercambiador de calor. El vapor saturado suministrado al intercambiador de calor toma calor del medio de almacenamiento de calor en el intercambiador de calor para ser convertido en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado es aplicado a una turbina de vapor etcétera, a través de una tubería de suministro de vapor.

Por tanto, en la Literatura de Patente 4, es necesario reservar una gran cantidad de agua saturada requerida para la operación de liberación de calor en el acumulador. Por esta razón, hay un problema de que el volumen del acumulador puede ser excesivamente grande para aumentar el espacio de la instalación y el coste del equipo.

5 Adicionalmente, la Literatura de Patente 4 tiene un problema de que la presión del vapor suministrado a la turbina de vapor etcétera, a través de la tubería de suministro de vapor durante la operación de liberación de calor puede disminuir de forma importante en comparación con durante el funcionamiento normal. Esto es debido a que cuando el vapor sobrecalentado pasa a través del intercambiador de calor durante el funcionamiento normal, se genera una pérdida de presión para por lo tanto resultar en la disminución de la presión del agua saturada reservada en el acumulador. Adicionalmente, es porque cuando el agua saturada reservada en el acumulador es evaporada para pasar a través del intercambiador de calor durante la operación de liberación de calor, se genera la pérdida de presión para por lo tanto resultar en la disminución de la presión del vapor sobrecalentado generado por el intercambiador de calor.

10 Por lo tanto, hay un problema de que, cuando el vapor sobrecalentado generado de acuerdo con la Literatura de Patente 4 es suministrado a la turbina de vapor para generar energía eléctrica, la eficiencia de generación de energía durante la operación de liberación de calor puede disminuir de forma importante en comparación con durante el funcionamiento normal, con el resultado de que puede aumentar la pérdida de energía.

15 En la Literatura de Patente 5, se describe una planta de energía térmica solar que comprende una unidad de generador de vapor de colector solar, una unidad de sobrecalentador de vapor de colector solar, una turbina de vapor que está conectada a una salida de la unidad de sobrecalentador de vapor de colector solar a través de un sistema de conducto de vapor, un almacenamiento intermedio que está conectado al sistema de conducto de vapor en un primer punto de conexión de almacenamiento a alta temperatura interpuesto entre la unidad de sobrecalentador de colector solar y la turbina de vapor, un dispositivo de enfriamiento de vapor, interpuesto entre el punto de conexión de almacenamiento a alta temperatura y la turbina de vapor en el sistema de conducto de vapor, opcionalmente un segundo punto de conexión de almacenamiento a alta temperatura interpuesto entre el primer punto de conexión de almacenamiento a alta temperatura y la turbina de vapor, y un dispositivo de control. El dispositivo de control está diseñado para controlar la temperatura a una temperatura de vapor en directo de turbina sobrecalentando en primer lugar el vapor a una temperatura final de sobrecalentador de vapor que está por encima de la temperatura de vapor en directo de la turbina y después enfriando la por debajo de la temperatura de vapor en directo de la turbina por medio de un dispositivo de enfriamiento de vapor.

20 La invención ha sido realizada con el fin de resolver los problemas anteriores. Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de energía solar barato y simple. Adicionalmente, otro objeto de la invención es proporcionar un sistema de energía solar cuya eficiencia de generación de energía durante la operación de liberación de calor se puede evitar que disminuya de forma importante en comparación con durante el funcionamiento normal.

25 Solución al problema

30 La presente invención es definida en una primera configuración en la cual, está previsto un sistema de energía solar que incluye: un dispositivo de recolección de calor a baja temperatura que recolecta luz solar para calentar agua para por lo tanto generar vapor; un dispositivo de recolección de calor a alta temperatura que recolecta luz solar para calentar más el vapor generado por el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura para por lo tanto generar vapor sobrecalentado; un dispositivo de separación de vapor-agua que está previsto entre el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura; una turbina de vapor; un generador de energía que genera energía eléctrica con energía motriz de la turbina de vapor; una línea de suministro de vapor sobrecalentado que suministra a la turbina de vapor con el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura; una línea de suministro de agua que condensa el vapor expulsado desde la turbina de vapor en agua y suministra el agua condensada al dispositivo de recolección de calor a baja temperatura; un dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura que tiene un primer medio de almacenamiento de calor; un dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura que tiene un segundo medio de almacenamiento de calor; un dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua que está previsto entre el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; una primera línea que se ramifica desde la línea de suministro de vapor sobrecalentado y que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura con el vapor sobrecalentado que fluye a través de la línea de suministro de vapor calentado; una octava línea que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura con el vapor sobrecalentado que ha sido suministrado desde la primera línea hasta el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; una novena línea que vuelve, a la línea de suministro de agua, el vapor que ha sido suministrado desde la octava línea hasta el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura; una segunda línea que se ramifica desde la línea de suministro de agua y que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura con el agua que fluye a través de la línea de suministro de agua; una décima línea que suministra vapor generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura a través del dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua; una tercera línea que suministra a la turbina de vapor con el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; y una sexta línea que suministra al

dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura con el vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua; en donde: el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura almacena el calor del vapor que ha fluído a través de la octava línea en el primer medio de almacenamiento de calor; y calienta agua que ha fluído a través de la segunda línea con el primer medio de almacenamiento de calor para por lo tanto generar vapor; y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura almacena el calor del vapor sobrecalentado que ha fluído a través de la primera línea en el segundo medio de almacenamiento de calor, y calienta el vapor que ha fluído a través de la sexta línea o del vapor que ha fluído a través de la décima línea con el segundo medio de almacenamiento de calor para por lo tanto generar vapor sobrecalentado.

De acuerdo con la primera configuración, el calor se puede almacenar en el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura mediante el uso del calor del vapor sobrecalentado que fluye a través de la línea de suministro de vapor sobrecalentado. Por consiguiente, no es necesario proporcionar de forma separada un dispositivo de recolección de calor etcétera, para cada uno de los dispositivos de almacenamiento de calor. Por tanto, el sistema de energía solar se puede hacer barato y simple. Adicionalmente, no sólo el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura sino también el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura se puede suministrar a la turbina de vapor. Por consiguiente, se puede generar energía eléctrica de forma estable a pesar de la variación de la cantidad de radiación solar.

Adicionalmente, en la primera configuración, son proporcionados el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura. Por consiguiente, el funcionamiento se puede realizar, por ejemplo, de la siguiente manera. Durante el día, el vapor sobrecalentado es generado por el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura de manera que se genera energía eléctrica. Por otro lado, durante la noche, el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura se detienen pero se genera el vapor sobrecalentado mediante el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura de manera que se genera energía eléctrica. Adicionalmente, el funcionamiento también se puede hacer de una manera tal que el vapor es generado por el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el vapor sobrecalentado es generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura. Por tanto, se pueden lograr varios funcionamientos y se puede mejorar la tasa de funcionamiento del sistema de energía solar. Adicionalmente, de acuerdo con la primera configuración, la presión del vapor sobrecalentado suministrado a la turbina de vapor es sustancialmente invariable entre un funcionamiento normal (funcionamiento de almacenamiento de calor) y un funcionamiento de liberación de calor. Por tanto, la eficiencia de generación de energía se puede evitar que disminuya de forma importante debido al estado de funcionamiento.

De acuerdo con una segunda configuración preferida de la invención, se proporciona un sistema de energía solar en la primera configuración, en donde: está prevista una cuarta línea para devolver agua separada por el dispositivo de separación de vapor-agua a la línea de suministro de agua o a un dispositivo previsto en la línea de suministro de agua, y una décimo primera línea está prevista para devolver agua separada por el dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua a la línea de suministro de agua. De acuerdo con la segunda configuración, los recursos de agua se pueden utilizar de forma efectiva.

De acuerdo con una tercera configuración preferida de la invención, se proporciona un sistema de energía solar en la segunda configuración, en donde: están previstos un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor, un modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo y un modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo como modos de funcionamiento; el funcionamiento en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor se realiza de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de recolección de calor a baja temperatura, el dispositivo de separación de vapor-agua y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura de forma secuencial para por lo tanto generar el vapor sobrecalentado, y una parte del vapor sobrecalentado es conducido en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura y en el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura de forma secuencial para almacenar calor en el primer medio de almacenamiento de calor y en el segundo medio de almacenamiento de calor respectivamente y después devolverlo a la línea de suministro de agua a través de la novena línea mientras que la parte residual del vapor sobrecalentado es suministrada a la turbina de vapor; el funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo es realizado de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y del dispositivo de separación de vapor-agua de forma secuencial y es suministrado al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura a través de la sexta línea para por lo tanto generar vapor sobrecalentado, y el vapor sobrecalentado es suministrado a la turbina de vapor a través de la tercera línea; un funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo es realizado de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura, el dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura de forma secuencial para por lo tanto generar vapor sobrecalentado, y el vapor sobrecalentado es suministrado a la turbina de vapor a través de la tercera línea mientras que el agua separada por el dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua es devuelta a la línea de suministro de agua a través de la décimo primera línea.

De acuerdo con la tercera configuración, se puede suministrar un vapor sobrecalentado estable en presión a la turbina de vapor en todos los modos, es decir, el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor, el modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo y el modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo. Por consiguiente, se puede generar energía eléctrica de forma estable.

- 5 De acuerdo con una cuarta configuración de la presente invención, se proporciona un sistema de energía solar de la primera configuración, en donde:

10 se utiliza sal fundida como el segundo medio de almacenamiento de calor empaquetada en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; se proporciona una línea de circulación de sal fundida en la cual la sal fundida es circulada mediante una bomba de circulación intermedia en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; y el caudal de la bomba de circulación intermedias controlado de manera que la cantidad de almacenamiento de calor y la cantidad de liberación de calor del dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura se puede ajustar de forma deseada. La cuarta configuración es preferible para evitar la coagulación de la sal fundida.

15 De acuerdo con una quinta configuración preferida de la invención, se proporciona un sistema de energía solar de la primera configuración, en donde: se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor tipo Fresnel o tipo pasante que es un sistema de recolección de luz lineal como el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura; y se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre que es un sistema de recolección de luz, como el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura. La quinta configuración es más preferible por reducción de costes y simplificación del sistema de energía solar.

20

Efectos ventajosos de la invención

25 De acuerdo con la invención, la configuración mencionada anteriormente está prevista de manera que se pueda construir un sistema de energía solar barato y simple. Adicionalmente, se puede construir un sistema de energía solar que puede evitar que disminuya la eficiencia de generación de energía de forma importante debido a su estado de funcionamiento. De forma accesoria, otros problemas, configuraciones y efectos de los mencionados anteriormente se harán más claros a partir de la descripción siguiente de los modos de realización.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un primer modo de realización que no forma parte de la invención.

30 La figura 2 es un gráfico que muestra la relación entre el cambio de una cantidad de radiación solar, un grado de apertura de válvula de una válvula 9 de suministro de agua, una cantidad de almacenamiento de calor del dispositivo 8 de almacenamiento de calor, y una cantidad de generación de energía de un generador 16 de energía en el sistema de energía solar mostrada en la figura 1.

35 La figura 3 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un segundo modo de realización que no forma parte de la invención.

La figura 4 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor en el sistema de energía solar mostrado en la figura 3.

La figura 5 es una vista de un estado de un modo de funcionamiento de liberación de calor del sistema de energía solar mostrado en la figura 3.

40 La figura 6 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un tercer modo de realización que no forma parte de la invención.

La figura 7 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un cuarto modo de realización que no forma parte de la invención.

45 La figura 8 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor del sistema de energía solar mostrado en la figura 7.

La figura 9 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de liberación de calor del sistema de energía solar mostrado en la figura 7.

La figura 10 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un quinto modo de realización que no forma parte de la invención.

50 La figura 11 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un sexto modo de realización de la invención.

La figura 12 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor del sistema de energía solar mostrado en la figura 11.

La figura 13 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo del sistema de energía solar mostrado en la figura 11.

- 5 La figura 14 es una vista que muestra el estado de un modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo del sistema de energía solar mostrado en la figura 11.

La figura 15 es una vista esquemática de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un séptimo modo de realización de la invención.

- 10 La figura 16 es una vista esquemática de una configuración en el cual una caldera es utilizada en lugar de un dispositivo de almacenamiento de calor en el sistema de energía solar mostrado en la figura 7.

Descripción de los modos de realización

El contenido de la invención se describirá en detalle en el sexto y séptimo modos de realización, pero la invención está limitada a estos modos de realización.

Primer modo de realización

- 15 La figura 1 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar. En el dibujo, la referencia numérica 1 designa una bomba de suministro de agua; 2, un dispositivo de recolección de calor a baja temperatura (aparato de recolección de calor) que recolecta luz solar para calentar agua; 3, un dispositivo de separación de vapor-agua; 4, un dispositivo de recolección de calor a alta temperatura (aparato de recolección de calor) que recolecta luz solar para calentar vapor; 5, una turbina de vapor; 6, un condensador de glándula; 7, una válvula de extracción de vapor; 8, un dispositivo de almacenamiento de calor; 9 y 13, válvulas de suministro de agua; 10, una tubería de transferencia de calor de suministro de agua; 11, una tubería de transferencia de calor de vapor sobrecalentado; 12, un dispositivo aritmético (segundo dispositivo de control); 14, un medidor de flujo; 15, un panel de muestra de caudal; 16, un generador de energía; 17, un termómetro; 18, un dispositivo aritmético; 19, un termómetro (detector de temperatura; 20, un dispositivo aritmético (primer dispositivo de control); 21, una válvula de rociado; 30, un medidor de flujo (detector de caudal) que mide el caudal de agua suministrada desde la válvula 13 de suministro de agua hasta el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura; y 31, un medidor de nivel de agua (detector de nivel de agua) que mide el nivel de agua del dispositivo 3 de separación de vapor-agua.

- 30 En la siguiente descripción, las tuberías que conectan respectivos elementos constituyentes se expresarán como líneas O-O. Cada una de las O mencionadas anteriormente será remplazada por un número o signos de referencia. Por ejemplo, una línea 1-13 expresa una tubería que conecta la bomba 1 de suministro de agua y la válvula 13 de suministro de agua. Adicionalmente, una línea 8-C expresa una tubería que conecta el dispositivo 8 de almacenamiento de calor y un punto C de ramificación.

- 35 En el sistema de energía solar, tal como se muestra en la figura 1, el agua suministrada desde la bomba uno de suministro de agua primero pasa a través de la línea 1-13. El caudal del agua es ajustado mediante la válvula 13 de suministro de agua. Después, el agua ajustada es entregada al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura a través de la línea 13-2. En el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura, el agua suministrada es calentada por el calor solar de manera que se puede generar un fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido en dos fases de agua-vapor es entregado al dispositivo 3 de separación de vapor-agua a través de la línea 2-3.

- 40 El fluido en dos fases de agua-vapor generado por el dispositivo 2 de recolección de vapor a baja temperatura es separado en agua y vapor mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua. El vapor saturado separado es entregado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura a través de una línea 3-4. El vapor saturado conducido al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es calentado adicionalmente por el calor solar de manera que se puede generar vapor sobrecalentado. De forma accesoria, el agua separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua es entregada a una entrada de la bomba 1 de suministro de agua a través de la línea 3-1.

- 45 Una parte del vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es extraído para pasar a través de la línea 4-7. El caudal del vapor sobrecalentado extraído es ajustado por la válvula 7 de extracción de vapor. Después, el vapor sobrecalentado ajustado es entregado al dispositivo 8 de almacenamiento de calor a través de una línea 7-11. En el proceso de fluir a través de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado dentro del dispositivo 8 de almacenamiento de calor, el vapor sobrecalentado que sirve como un medio de transferencia de calor intercambia energía térmica con el medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor. El vapor sobrecalentado que ha intercambiado calor con el medio de almacenamiento de calor vuelve al fluido en dos fases de agua-vapor que después fluye desde la salida de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado. El fluido en dos fases de agua-vapor es conducido en el dispositivo 3 de separación de vapor-agua a través de la línea 8-3, y mezclado con el fluido en dos fases de vapor-

agua mediante el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura. El fluido en dos fases de vapor-agua es separado en agua y vapor de nuevo mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua. De forma accesoria, se utiliza nitrato de potasio (punto de coagulación 334°C) como el medio de almacenamiento de calor en el modo de realización. Sin embargo, se puede utilizar aparte de nitrato de potasio, por ejemplo, nitrato de sodio (punto de coagulación 308°C).

Del vapor sobrecalentado que fue generado por el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura, el vapor sobrecalentado que no se extrajo en el dispositivo 8 de almacenamiento pasa a través de la línea 4-14. El caudal del vapor sobrecalentado es medido por el medidor 14 de flujo. El vapor sobrecalentado es entonces conducido a la turbina 5 de vapor a través de una línea 14-5. Un mecanismo es realizado de manera que la turbina 5 de vapor se puede rotar por el vapor sobrecalentado y se puede generar energía eléctrica en el generador 16 de energía mediante la rotación de la turbina 5 de vapor. De forma accesoria, el caudal del medidor 14 de flujo es suministrado al panel 15 de muestra de caudal. El panel 15 de muestra de caudal tiene un mecanismo que hace sonar una alarma cuando el caudal está fuera de un caudal designado.

Por ejemplo, debido a la variación o disminución de la cantidad de radiación solar, el fluido de trabajo (agua en el modo de realización) puede ser calentado de forma insuficiente sólo por el calor solar obtenido en ese momento, es decir, el vapor sobrecalentado para accionar la turbina 5 de vapor puede ser insuficiente sólo por el calor solar obtenido en ese momento. En dicha condición, el agua desde la bomba 1 de suministro de agua pasa a través de una línea 1-9 de manera que el caudal del agua se puede ajustar por la válvula 9 de suministro de agua. Después, el agua ajustada es entregada al dispositivo 8 de almacenamiento de calor a través de una línea 9-8. El agua entregada al dispositivo 8 de almacenamiento de calor pasa a través de una tubería 10 de transferencia de calor de suministro de agua para intercambiar calor con la energía térmica contenida por el medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor. De esta manera, se genera el vapor sobrecalentado en una salida de la tubería 10 de transferencia de calor de suministro de agua.

El vapor sobrecalentado generado por la tubería 10 de transferencia de calor de suministro de agua pasa a través de una línea 8-14. El caudal del vapor sobrecalentado es medido por el medidor 14 de flujo. Después, el vapor sobrecalentado que pasa es conducido a la turbina 5 de vapor a través de la línea 14-5. Un mecanismo se hace de manera que la turbina 5 pueda ser rotada por el vapor sobrecalentado y se pueda generar una energía eléctrica en el generador 16 de energía mediante la rotación de la turbina 5 de vapor. Es decir, en el punto C de ramificación, el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 8 de almacenamiento de calor puede ser mezclado con el vapor sobrecalentado que pasa a través de la línea 4-14 desde el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura.

Aquí, una línea que comprende desde la turbina 5 de vapor hasta el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura, es decir, una línea constituida por una línea 5-6, una línea 6-1, la línea 1-13 y la línea 13-2 corresponde a una "línea de suministro de agua" en la invención. Adicionalmente, una línea que comprende desde el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura hasta la turbina 5 de vapor, es decir, una línea constituida por la línea 4-14 y la línea 14-5 corresponde a una "línea de suministro de vapor sobrecalentado" en la invención.

Adicionalmente, una línea desde un punto B de ramificación en medio de la línea 4-14 hasta una entrada de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado del dispositivo 8 de almacenamiento de calor a través de la válvula 7 de extracción de vapor corresponde a una "primera línea" en la invención. Adicionalmente, una línea que comprende desde un punto A de ramificación en el medio de la línea 1-13 hasta una entrada de la tubería 10 de transferencia de calor de suministro de agua del dispositivo 8 de almacenamiento de calor a través de la válvula 9 de suministro de agua corresponde a una "segunda línea" en la invención. Adicionalmente, una línea que comprende desde el dispositivo 8 de almacenamiento de calor hasta el punto C de ramificación en el medio de la línea 4-14 corresponde a una "tercera línea" en la invención. Adicionalmente, una línea que comprende desde el dispositivo 3 de separación de vapor-agua hasta un punto D de ramificación en el medio de la línea 6-1 corresponde a una "cuarta línea" en la invención. Adicionalmente, una línea que comprende desde la salida de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado del dispositivo 8 de almacenamiento de calor hasta el dispositivo 3 de separación de vapor-agua corresponde a una "quinta línea" en la invención.

De esta manera, el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización utiliza una configuración en la cual el vapor sobrecalentado generado por un sistema de recolección de calor con sistema de calentamiento en dos etapas constituido por el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura y el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 8 de almacenamiento de calor son suministrados en paralelo y a la turbina de vapor. Por consiguiente, incluso en una situación tal que el vapor sobrecalentado para accionar la turbina 5 de vapor sea insuficiente sólo por el calor solar obtenido en ese momento, por ejemplo, debido a la variación o disminución de la cantidad de radiación solar, la turbina 5 de vapor puede ser suministrada (asistida) con el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 8 de almacenamiento de calor de forma rápida. Por otro lado, dado que no es necesario proporcionar un dispositivo para recolectar luz solar en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor y la línea 8-C, la configuración del sistema se puede hacer barata y simple.

Aquí, el dispositivo 8 de almacenamiento de calor está diseñado de forma adecuada en consideración del caudal máximo (Nm³/s), la temperatura y la presión del vapor sobrecalentado suministrado a la turbina 5 de vapor, el tipo de capacidad de calor del medio de almacenamiento de calor, etcétera. Adicionalmente, el dispositivo 8 de

- almacenamiento de calor utilizado en el modo de realización es configurado de manera que el flujo de fluido que fluye a través de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado y el flujo de fluido que fluye a través de la tubería 10 de transferencia de calor de agua suministrada pueden ser opuestos entre sí y las tuberías de transferencia de calor para estos fluido se pueden disponer de forma adyacente entre sí. Esto es para incrementar la eficiencia de transferencia de calor. De forma accesoria, el interior del dispositivo 8 de almacenamiento de calor puede estar dividido en una pluralidad de espacios mediante paredes del aislamiento térmico.
- Adicionalmente, el modo de realización en una configuración en la cual una válvula 21 de rociado está prevista en el medio de una línea 7-8 de manera que la velocidad de rociado se puede ajustar mediante la válvula 21 de rociado. Adicionalmente, el termómetro 19 para medir la temperatura del vapor sobrecalentado calentado por el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es proporcionado en la línea 4-7. Una señal de medida del termómetro 19 es suministrada al dispositivo 20 aritmético de manera que la válvula 21 de guiado se puede ajustar basándose en la señal de medida. Por tanto, la temperatura del vapor sobrecalentado extraído del dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura y que pasa a través de la línea 7-8 puede ser controlada para ser menor que una temperatura predeterminada.
- Aquí en el modo de realización, la temperatura predeterminada mencionada anteriormente se establece en 450°C. Esto es para evitar que la temperatura del vapor sobrecalentado alcance la temperatura de 450°C y por encima de la cual el nitrato de potasio empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor se deteriorará. Por tanto, la temperatura del vapor sobrecalentado se ajusta mediante la válvula 21 de rociado de manera que se evita el deterioro del medio de almacenamiento de calor.
- Adicionalmente, en el modo de realización, cuando se recibe una señal de detección del medidor 30 de flujo y una señal de detección del medidor 31 del nivel de agua como entradas, el dispositivo 12 aritmético ajusta un grado de apertura de válvula de la válvula 13 de suministro de agua y un grado de apertura de válvula de la válvula 7 de extracción de vapor. Por lo tanto, se puede ajustar el caudal de agua entregada al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y la cantidad de vapor sobrecalentado entregado al dispositivo 8 de almacenamiento de calor. Más en detalle, el grado de apertura de válvula de la válvula 13 de suministro de agua y el grado de apertura de válvula de la válvula 7 de extracción de vapor son controlados de manera que la temperatura de salida del dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura se puede mantener en 350°C y la temperatura de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado se puede mantener similar a 350°C. Esto es para mantener la temperatura del vapor sobrecalentado a 350°C que es mayor que el punto de coagulación de 334°C del nitrato de potasio empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor para evitar que el nitrato de potasio se coagule.
- De forma accesoria, cuando la temperatura de salida de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado aun así excede 350°C a pesar del ajuste del grado de apertura de válvula de la válvula 13 de suministro de agua y del grado de apertura de válvula de la válvula 7 de extracción de vapor, el dispositivo 20 aritmético controla para aumentar el grado de apertura de válvula de la válvula 21 de rociado de manera que la temperatura de entrada de la tubería 11 de transferencia de calor del vapor sobrecalentado se puede reducir.
- De esta manera, el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización tiene una configuración en la cual el nitrato de potasio como un medio de almacenamiento de calor se coagula de forma difícil de manera que no es necesario proporcionar un agitador de gran tamaño para evitar la coagulación del nitrato de potasio. Por consiguiente, se puede suprimir el coste del equipo. Adicionalmente, en el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización, no sólo el fluido en dos fases de agua-vapor de aproximadamente 350°C suministrado desde el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura hasta el dispositivo 3 de separación de vapor-agua sino también el fluido en dos fases de agua-vapor de aproximadamente 350°C suministrado desde el dispositivo 8 de almacenamiento de calor hasta al dispositivo 3 de separación de vapor-agua son recuperados en el dispositivo 3 de separación de vapor-agua, en el cual los fluidos en dos fases de agua-vapor son separados en agua y vapor saturado, y sólo se puede suministrar vapor saturado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura. Por consiguiente, la cantidad de vapor saturado suministrado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es aumentada (la cantidad de recuperación de calor es aumentada) de manera que se puede mejorar la eficiencia térmica.
- Además, el termómetro 17 para medir la temperatura del fluido que fluye a través de la línea 14-5, está previsto y se suministra una señal de medida del termómetro 17 al dispositivo 18 aritmético. Por tanto, el grado de apertura de válvula de la válvula 9 de suministro de agua se cambia mediante el dispositivo 18 aritmético de manera que se puede ajustar la cantidad de agua suministrada al dispositivo 8 de almacenamiento de calor.
- Después, se describirá un estado de funcionamiento cuando el sistema de energía solar de acuerdo con la invención es utilizado con referencia la figura 2. La figura 2 es un gráfico que muestra la relación entre el cambio de la cantidad de radiación solar, el grado de apertura de válvula de la válvula 9 de suministro de agua, la cantidad de almacenamiento de calor del dispositivo 8 de almacenamiento de calor, y la cantidad de generación de energía del generador 16 de energía en el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización. La abscisa en la figura 2 representa el tiempo en el cual (a) indica un tiempo de salida del sol, (b) indica una variación del tiempo de comienzo de la DNI (radiación normal directa), (c) indica una variación de tiempo de finalización de la DNI y (d)

indica un tiempo de puesta de sol. Adicionalmente, la referencia numérica 22 en la figura 2(1) designa la DNI durante el día. La referencia numérica 23 en la figura 2(2) designa un grado de apertura de válvula de la válvula 9 de suministro de agua. La referencia numérica 24 en la figura 2(3) designa la cantidad de calor almacenado correspondiente a la DNI 22 y el grado 23 de apertura de válvula durante el día. La referencia numérica 26 en la figura 2(4) designa un ejemplo de la cantidad de generación de energía cuando el dispositivo 8 de almacenamiento de calor está instalado. De forma accesoria, la referencia numérica 25 en la figura 2(4) designa un ejemplo de la cantidad de generación de energía cuando el dispositivo 8 de almacenamiento de calor no está instalado.

Tal y como se muestra en la figura 2, después del instante (a), tanto la cantidad de almacenamiento (3) de calor como la cantidad de generación (4) de calor aumentan con el aumento de la DNI. La cantidad de generación de energía se convierte en estable cuando alcanza la cantidad designada de generación de energía. Durante el período entre los instantes (b) y (c) cuando la DNI durante el día disminuye debido a la influencia de las nubes etcétera, el grado de apertura de válvula de la válvula 9 de suministro de agua aumenta como en la figura 2(2) para aumentar la cantidad de suministro de agua de la línea 9-8. La energía térmica almacenada es intercambiada con el calor del agua como en la figura 2(3) para generar vapor sobrecalentado. Por lo tanto, la energía eléctrica se puede generar de forma tan estable como la cantidad de generación 26 de energía cuando el dispositivo 8 de almacenamiento de calor es instalado en la figura 2(4). Por otro lado, en el caso 25 en el que el dispositivo 8 de almacenamiento de calor no está instalado, la cantidad de generación de energía se hace inestable de forma temporal debido a la variación de la DNI durante el día. Además, en el caso 26 donde el dispositivo 8 de almacenamiento de calor está instalado, la generación de energía basada en la energía térmica almacenada se puede realizar también en o después del instante (c).

Tal y como se describió más arriba, de acuerdo con el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización, no es necesario proporcionar de forma separada un dispositivo de recolección de calor para generar vapor sobrecalentado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor. Por consiguiente, se puede reducir el coste del equipo y el coste de construcción. Adicionalmente, de acuerdo con el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización, la temperatura del medio de almacenamiento de calor (nitrato de potasio en el modo de realización) empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor se puede mantener dentro del rango de temperatura predeterminado. Por consiguiente, se puede evitar la coagulación o deterioro del medio de almacenamiento de calor. Por lo tanto, dado que no es necesario instalar un agitador etcétera, para evitar la coagulación del medio de almacenamiento de calor, se puede suprimir el coste del equipo. Por otro lado, dado que el medio de almacenamiento de calor se deteriora difícilmente, también se puede suprimir el coste de mantenimiento del equipo.

Adicionalmente, el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización tiene una configuración en la cual el calor se puede almacenar en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor sin utilizar ningún otro medio portador de calor distinto del agua (vapor). En otras palabras, el modo de realización es un sistema en el cual no es necesario utilizar un fluido de alta viscosidad (por ejemplo, aceite o sal fundida) como medio portador de calor. Por consiguiente, no es necesario proporcionar un dispositivo para calentar tuberías con el fin de evitar la coagulación del fluido de alta viscosidad sino que es posible hacer el equipo simple. Además, dado que el fluido es agua, es posible utilizar una bomba barata en comparación con el caso en el que se manipula un fluido de alta viscosidad.

Adicionalmente, cuando, por ejemplo, el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura se configura como un dispositivo de torre, es necesario elevar el fluido desde el suelo hasta una altura de aproximadamente 40 m a 150 m. Sin embargo, de acuerdo con la configuración del modo de realización, el dispositivo 3 de separación de vapor-agua está previsto de manera que sólo se puede entregar vapor saturado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura. Por consiguiente, es posible instalar una bomba de vapor sobrecalentado más cara que una bomba de fluido en dos fases de agua-vapor. Por tanto se puede reducir el coste del equipo.

Adicionalmente, de acuerdo con el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización, la temperatura del vapor sobrecalentado que se va a suministrar al dispositivo 8 de almacenamiento de calor se puede ajustar mediante la válvula 21 de rociado. Por consiguiente, es también posible reducir el daño de la tubería 11 de transferencia de calor de vapor sobrecalentado del dispositivo 8 de almacenamiento de calor. Adicionalmente, en el modo de realización, la temperatura del medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 8 de almacenamiento de calor se puede mantener, por ejemplo, a una temperatura un poco inferior a 450°C. Por consiguiente, se puede generar vapor sobrecalentado sólo mediante el dispositivo 8 de almacenamiento de calor incluso durante la noche. Por tanto, no es necesario respaldar la generación durante la noche con una generación de potencia térmica etcétera. Por lo tanto, el sistema de energía solar de acuerdo con el modo de realización también puede contribuir a la reducción en el coste de combustible y la emisión de CO₂.

De forma sucesiva, los sistemas de energía solar de acuerdo con el segundo a séptimos modos de realización serán descritos a su vez. De forma accesoria, en la siguiente descripción, los mismos constituyentes que los del primer modo de realización serán referidos por los mismos signos o números de forma correspondiente y de forma respectiva y será omitida una descripción detallada de los mismos.

Segundo modo de realización

La figura 3 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un segundo modo de realización. En el dibujo, la referencia numérica 1 designa una bomba de suministro de agua; 2, un dispositivo de recolección de calor a baja temperatura; 3, un dispositivo de separación de vapor-agua; 4, un dispositivo de recolección de calor a alta temperatura; 5, una turbina de vapor; 6, un condensador de glándula; 16, un generador de energía; 38, una bomba de circulación de medio; 39, una bomba de circulación principal; 41, una válvula de vapor principal; 42a a 42e, válvulas de inversión; 43, una válvula de regulación del caudal; 45, un calentador de suministro de agua; 46, un tanque; 51, un dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; y 60, un desaierador que reduce o retira el oxígeno disuelto en el agua suministrada.

Una línea 6-2 que está formada para conectar el condensador 6 de glándula, el desaierador 60, la bomba 1 de suministro de agua, el calentador 45 de suministro de agua, el tanque 46, la bomba 39 de circulación principal, y el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura corresponde a una "línea de suministro de agua" que suministra agua al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura. Una línea 4-5 formada para conectar el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura y la turbina 5 de vapor corresponde a una "línea de suministro de vapor sobrecalentado" que suministra vapor sobrecalentado a la turbina 5 de vapor. Adicionalmente, una línea B-51 (No. 1) corresponde a una "primera línea" en la invención. Una línea C-51 (No. 3) corresponde a una "tercera línea" en la invención. Una línea 3-46 (No. 4) corresponde a una "cuarta línea" en la invención. Una línea 3-51 (No. 6) corresponde a una "sexta línea" en la invención. Una línea 51-60 (No. 7) corresponde a una "séptima línea" en la invención. De forma accesoria, las acciones de las diversas válvulas, las diversas bombas, etcétera están controladas por un dispositivo aritmético no mostrado.

Tal y como se muestra en la figura 3, el sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización es diferente del sistema de energía solar de acuerdo con el primer modo de realización, principalmente en el punto en el que la línea 3-51 está prevista para suministrar vapor saturado separado por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. Los modos de funcionamiento del sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización se describirán con referencia a la figura 4 y a la figura 5. La figura 4 muestra un Estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor del sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización. La figura 5 muestra un Estado de funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de calor del mismo sistema.

De forma accesoria, en los dibujos, una flecha designa una dirección del flujo del fluido de trabajo (vapor o agua), una línea sólida designa una línea a través de la cual pasa el fluido de trabajo, y una línea discontinua designa una línea que está cerrada durante el funcionamiento del sistema. Adicionalmente, en los dibujos, una válvula pintada de negro indica que está cerrada y una válvula pintada de blanco indica que está abierta.

Modo de funcionamiento de almacenamiento de calor

Tal y como se muestra en la figura 4, el agua es entregada al calentador 45 de suministro de agua mediante la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 de suministro de agua por vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada pasa a través de la línea 45-46 para ser reservada en el tanque 46. El agua en el tanque 46 es entregada por la bomba 39 de circulación principal al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura en el cual el agua es calentada por la energía solar para ser convertida en el fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido en dos fases de agua-vapor generado por el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura fluye a través de una línea 2-3. Después, el fluido en dos fases de agua-vapor es separado en vapor saturado y en agua saturada mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua. El vapor saturado es suministrado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura en el cual el vapor saturado es calentado adicionalmente por la energía solar para ser convertido en vapor sobrecalentado. Por otro lado, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de saturación vapor-agua fluye a través de la línea 3-46 para ser reservada en el tanque 46. Es decir, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua se mezcla con el agua suministrada desde la bomba 1 de suministro de agua.

El vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es suministrado a la turbina 5 de vapor a través de la línea 4-5 de manera que la turbina 5 de vapor puede ser accionada. Cuando la turbina 5 de vapor es accionada, el generador 16 de energía conectado a la turbina 5 de vapor genera energía eléctrica. El vapor expulsado de la turbina 5 de vapor es convertido de vuelta en agua por el condensador 6 de glándula. Después de fluir a través del desaierador 60, el agua convertida es suministrada al tanque 46 de nuevo mediante la bomba 1 de suministro de agua.

Una parte del vapor sobrecalentado que pasa a través de la línea 4-5 se ramifica en un punto B de ramificación para ser suministrada al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura a través de una válvula 42b de inversión. Una tubería de transferencia de calor es instalada en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. El vapor sobrecalentado circula a través del interior de la tubería de transferencia de calor mientras que un segundo medio de almacenamiento de calor (por ejemplo, nitrato de sodio, o similares) circula a través del exterior de la tubería de transferencia de calor. Por tanto, el intercambio de calor se realiza entre el vapor sobrecalentado y el segundo medio de almacenamiento de calor. Una parte de la energía térmica contenida por el vapor sobrecalentado a alta temperatura se mueve hasta el segundo medio de almacenamiento de calor de manera que el calor se puede almacenar en el segundo medio de almacenamiento de calor. Aquí, la tasa de

circulación del segundo medio de almacenamiento de calor es ajustada mediante la bomba 38 de circulación del medio y la válvula 43 de regulación del caudal de manera que el grado de sequedad del vapor del vapor sobrecalentado que ha pasado a través del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura puede ser mayor de 0. Es decir, la sal fundida como segundo medio de almacenamiento de calor empaquetada en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura es controlada a una temperatura en la que la sal fundida no puede coagular. El vapor que se hace pasar a través del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura fluye a través de la línea 51-60 para ser devuelto al desaireador 60. El vapor devuelto es desaireado y después utilizado como agua suministrada de nuevo. De forma accesorio, la línea anular constituida por una línea 51-38, una línea 38-43 y una línea 43-51 corresponde a una "línea de circulación de sal fundida" en la invención.

10 Modo de funcionamiento de liberación de calor

Tal y como se muestra en la figura 5, el agua es entregada al calentador 45 de suministro de agua mediante la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 de suministro de agua mediante el vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada pasa a través de la línea 45-46 para ser reservada en el tanque 46. El agua en el tanque 46 es entregada mediante la bomba 39 de circulación principal al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura en el cual el agua es calentada por la energía solar para ser convertida en un fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido en dos fases de agua-vapor generado por el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura fluye a través de la línea 2-3. Después, el fluido en dos fases de agua-vapor es separado en vapor saturado y agua saturada mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua.

El vapor saturado es suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura e intercambia calor con el segundo medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. Por tanto, el vapor saturado se convierte en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura es suministrado a la turbina 5 de vapor a través de la línea 51-C y la línea 5-C. Por otro lado, el agua saturada separada por el dispositivo 3D separación de vapor-agua fluye a través de la línea 3-46 para ser reservada en el tanque 46. Es decir, el agua saturada separada por el dispositivo 3D separación de vapor-agua se mezcla con el agua suministrada desde la bomba 1 de suministro de agua.

De esta manera, en el sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización, la configuración puede simplificarse y la presión de entrada de la turbina 5 de vapor en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor puede ser sustancialmente equivalente a la del modo de funcionamiento de liberación de energía. Por consiguiente, no hay sustancialmente diferencia en la eficiencia de generación de energía entre los dos modos de funcionamiento. Adicionalmente, se puede circular el agua y reutilizarse de manera que se puede reducir un gasto de agua. Además, de acuerdo con el sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización, también es posible esperar un efecto de que una salida de la generación de energía se puede nivelar con respecto a la variación de la cantidad de radiación solar durante el día. De forma accesorio, el sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización es preferible en el caso en el que hay muchos días nublados o lluviosos y un funcionamiento de liberación de calor a corto plazo.

Tercer modo de realización

La figura 6 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un tercer modo de realización. El sistema de energía solar de acuerdo con el tercer modo de realización se caracteriza en que se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel como dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre como el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura en comparación con la configuración del sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización. Sin embargo, la configuración restante del sistema de energía de acuerdo con el tercer modo de realización es la misma que en el segundo modo de realización. Por lo tanto, se omitirá una descripción duplicada de la misma.

En el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre mostrado en la figura 6, un panel 72 de tubería de transferencia de calor es instalado en una torre 71 que tiene una altura predeterminada (aproximadamente de 30m a 100m). Por otro lado, se dispone un gran número de helióstatos 70 en varias direcciones sobre la superficie del terreno. Mientras siguen el movimiento de la luz del sol, los helióstatos 70, dispuestos como un grupo, concentran la luz en el panel 72 de tubería de transferencia de energía de manera que se puede generar vapor sobrecalentado. El dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre puede generar un vapor de temperatura más alta que un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel. Por consiguiente, hay una ventaja en que el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre pueda aumentar la eficiencia de la turbina y obtener más energía eléctrica.

Adicionalmente, el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel mostrado en la figura 6 se configura como sigue. Es decir, un gran número de espejos 65 de recolección de luz que son planos o ligeramente curvados están dispuestos con sus ángulos cambiando poco a poco. Tuberías 66 de transferencia de calor que están dispuestas como un grupo y cada una de las cuales está conformada como un panel se disponen horizontalmente y se ubican para estar a varios metros de altura por encima del grupo de los espejos 65 de recolección de luz. La luz del sol es concentrada en el grupo de tuberías 66 de transferencia de calor por el grupo de espejos 65 de recolección de luz

para calentar agua que circula dentro de las respectivas tuberías 66 de transferencia de calor de manera que se genera un fluido en dos fases de agua-vapor desde las tuberías 66 de transferencia de calor. Es evidente que, en lugar del dispositivo de recolección de luz/calor Fresnel, se puede utilizar un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo pasante en el modo de realización. La estructura se puede simplificar mediante el uso de un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel o de tipo pasante.

Cuarto modo de realización

La figura 7 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un cuarto modo de realización. En este dibujo, la referencia numérica 1 designa una bomba de suministro de agua; 2, un dispositivo de recolección de calor a baja temperatura; 3, un dispositivo de separación de vapor-agua; 4, un dispositivo de recolección de calor a alta temperatura; 5, una turbina de vapor; 6, un condensador de glándula; 16, un generador de energía; 36, una bomba de sobrealimentación de presión; 37, una bomba de circulación auxiliar; 38, una bomba de circulación de medio; 39, una bomba de circulación principal; 40, una válvula de suministro de agua; 41, una válvula de vapor principal; 42b a 42d y 42f a 42j, válvulas de inversión; 43, una válvula de regulación del caudal; 45, un calentador de suministro de agua; 46, un tanque; 50, un dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura; 51, un dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; 53, un dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua.

Una línea 6-2 está formada para conectar el condensador 6 de glándula, la bomba 1 de suministro de agua, el calentador 45 de suministro de agua, el tanque 46, la bomba 39 de circulación principal, y el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura corresponde a una "línea de suministro de agua" que suministra agua al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura. Una línea 4-5 formada para conectar el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura y la turbina 5 de vapor corresponde a una "línea de suministro de vapor sobrecalentado" que suministra vapor sobrecalentado a la turbina 5 de vapor. Adicionalmente, una línea B-51 (No. 1) corresponde a una "primera línea" en la invención. Una línea A-50 (No. 2) corresponde a una "segunda línea" en la invención. Una línea C-51 (No. 3) corresponde a una "tercera línea" en la invención. Una línea 3-46 (No. 4) corresponde a una "cuarta línea" en la invención. Una línea 51-50 (No. 8) corresponden a una "octava línea" en la invención. Una línea 50-E (No. 9) corresponde a una "novena línea" en la invención. Una línea 50-53 y una línea 53-51 (No. 10) corresponde a una "décima línea" en la invención. Una línea 53-F (No. 11) corresponde a una "undécima línea" en la invención. De forma accesoria, las acciones de diversas válvulas, diversas bombas, etcétera son controladas por un dispositivo aritmético no mostrado.

Como se muestra en la figura 7, el sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización es diferente del sistema de energía solar de acuerdo con el primer modo de realización principalmente en el punto de que están previstos dos dispositivos de almacenamiento de calor, es decir, el dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. Los modos de funcionamiento del sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización se describirán con referencia la figura 8 y a la figura 9. La figura 8 muestra un Estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor del sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización. La figura 9 muestra un Estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de liberación de calor del mismo sistema.

De forma accesoria, en los dibujos, una flecha designa una dirección del flujo del fluido de trabajo (vapor o agua), una línea sólida designa una línea a través de la cual pasa el flujo de trabajo, y una línea discontinua designa una línea que está cerrada durante el funcionamiento del sistema. Adicionalmente, en los dibujos, una válvula pintada de negro indica que está cerrada y una válvula pintada de blanco indica que está abierta.

Modo de funcionamiento de almacenamiento de calor

Como se muestra en la figura 8, el agua es entregada al calentador 45 de suministro de agua mediante la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 de suministro de agua mediante el vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada pasa a través de una línea 45-46 para ser reservada en el tanque 46. El agua en el tanque 46 es entregada mediante la bomba 39 de circulación principal al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura en el cual el agua es calentada mediante la energía solar para ser convertida en un fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido en dos fases de agua-vapor generado por el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura fluye a través de una línea 2-3. Después, el fluido en dos fases agua-vapor es separado en vapor saturado y agua saturada mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua. El vapor saturado es suministrado al dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura en el cual el vapor saturado es calentado adicionalmente por la energía solar para ser convertido en vapor sobrecalentado. Por otro lado, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua fluye a través de la línea 3-46 para ser reservada en el tanque 46. Es decir, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua se mezcla con el agua suministrada desde la bomba 1 de suministro de agua.

El vapor sobrecalentado generado por el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura es suministrado a la turbina 5 de vapor a través de la línea 4-5 de manera que la turbina 5 de vapor puede ser accionada. Cuando la turbina 5 de vapor es accionada, el generador 16 de energía conectado a la turbina 5 de vapor genera energía

eléctrica. El vapor expulsado de la turbina 5 de vapor es convertido de nuevo en agua por el condensador 6 de glándula para ser suministrada al tanque 46 mediante la bomba 1 de suministro de agua de nuevo.

5 Una parte del vapor sobrecalentado que pasa a través de la línea 4-5 se ramifica en un punto B de ramificación para ser suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura a través de la válvula 42b de inversión. El intercambio de calor se realiza entre el vapor sobrecalentado y una sal fundida como un segundo medio de almacenamiento de calor en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura, de manera que el calor puede ser almacenado en la sal fundida. Es evidente que, también en el modo de realización, las acciones de la bomba 38 de circulación del medio y la válvula 43 de regulación del caudal son controladas para hacer que el grado de la sequedad del vapor de una salida del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura sea mayor de 0 con el fin de evitar que la sal fundida se coagule.

10 El vapor que ha pasado a través del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura es conducido al dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura a través de la línea 51-50. El vapor conducido en el dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura intercambia calor con el primer medio de almacenamiento de calor (por ejemplo, nitrato de litio como un medio de almacenamiento de calor de cambio de fase, LiNO_3) empaquetado dentro del dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura de manera que el vapor se puede convertir en agua condensada. La presión del agua condensada es sobre alimentada mediante la bomba 36 de sobrealimentación de presión. Después, el agua condensada es devuelta a la línea de suministro de agua y utilizada como agua suministrada de nuevo.

Modo de funcionamiento de liberación de calor

20 Tal y como se muestra en la figura 9, el agua suministrada mediante la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 del suministro de agua mediante el vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada es suministrada al dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura a través de una línea 45-A y la línea A-50. El agua suministrada al dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura intercambia calor con el primer medio de almacenamiento de calor empaquetado dentro del dispositivo 25 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura para ser convertido en un fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido en dos fases de agua-vapor pasa a través de la línea 50-53. Después, el fluido en dos fases de agua-vapor es separado en vapor saturado y agua saturada mediante el dispositivo del 53 de separación de vapor-agua. El agua saturada es devuelta a la línea de suministro de agua mediante la bomba 37 de circulación auxiliar. El vapor saturado fluye a través de la línea 53-51 para ser suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. El vapor saturado suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura intercambia calor con el segundo medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura de manera que el vapor saturado puede ser convertido en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado fluye a través de la línea 51-C y una línea C-5 de forma secuencial para ser suministrado a la turbina 5 de vapor.

35 De esta manera, en el sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización, la configuración se puede simplificar y la presión de entrada de la turbina 5 de vapor en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor se pueda hacer sustancialmente equivalente a la de en el modo de funcionamiento de liberación de energía. Por consiguiente, no hay sustancialmente diferencia en la eficiencia de generación de energía entre estos dos modos de funcionamiento. De forma accesoria, el sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización es preferiblemente utilizado en un entorno en el que la cantidad de radiación solar durante el día es grande y la variación de la misma es pequeña. Por ejemplo, realizando el funcionamiento en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor durante el día y el funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de la energía durante la noche, el sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización puede generar energía eléctrica a lo largo de todo el día.

45 Quinto modo de realización

La figura 10 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un quinto modo de realización. El sistema de energía solar de acuerdo con el quinto modo de realización está caracterizado porque se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel como el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre como el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura en comparación con la configuración del sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización. La configuración restante del sistema de energía solar de acuerdo con el quinto modo de realización es la misma que en el cuarto modo de realización. Adicionalmente, el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre y el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel mostrados en la figura 10 son los mismos en la configuración que los dispositivos utilizados en el tercer modo de realización. Por lo tanto, la descripción de los mismos será omitida en este caso. El sistema de energía solar de acuerdo con el quinto modo de realización también puede realizar el funcionamiento en ambos modos, es decir, un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor y un modo de funcionamiento de liberación de energía de la misma manera que en el cuarto modo de realización. Por tanto, el sistema de energía solar de acuerdo con el quinto modo de realización puede obtener funciones equivalentes y efectos a los obtenidos en el cuarto modo de realización.

Sexto modo de realización

La figura 11 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un sexto modo de realización de la invención. El sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización tiene una configuración en la cual una línea 3-51 que se extiende desde un dispositivo 3 de separación de vapor-agua hasta el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura es añadida a la configuración del sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización, se incorpora una válvula 42e de inversión en la línea 3-51 y se incorpora una válvula 42a de inversión en la línea 3-4 que se extiende desde el dispositivo 3 de separación de vapor-agua hasta el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura. En otras palabras, la configuración en la cual la línea 3-51 y las válvulas 42a y 42e de inversión utilizadas en el sistema de energía solar de acuerdo con el segundo modo de realización son incorporadas en el sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización, es el sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización de la invención.

Después, los modos de funcionamiento del sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización se describirán con referencia la figura 12 ya la figura 14. La figura 12 muestra un estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor del sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización. La figura 13 muestra un Estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo del mismo sistema. La figura 14 muestra un estado de funcionamiento en un modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo del mismo sistema.

De forma accesoria, en los dibujos, una flecha designa una dirección del flujo de fluido de trabajo (vapor o agua), una línea sólida designa una línea través de la cual pasa el fluido de trabajo, y una línea discontinua designa una línea que está cerrada durante el funcionamiento del sistema. Adicionalmente, en los dibujos, una válvula pintada de negro indica que está cerrada y una válvula pintada de blanco indica que está abierta.

Modo de funcionamiento de almacenamiento de calor

Tal y como se muestra en la figura 12, el agua es finalmente convertida en vapor sobrecalentado a través del dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y del dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura y suministrado a la turbina 5 de vapor. El vapor expulsado de la turbina 5 de vapor es condensado en agua mediante el condensador 6 de glándula y suministrado al dispositivo de recolección de calor a baja temperatura de nuevo. Adicionalmente, una parte del vapor sobrecalentado que fluye a través de la línea de suministro de vapor sobrecalentado intercambia calor con el segundo medio de almacenamiento del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura y el primer medio de almacenamiento de calor del dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura mientras que fluye a través del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura y del dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura de forma secuencial de manera que el calor puede ser almacenado en los respectivos dispositivos de almacenamiento de calor. De forma accesoria, dado que el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor en este modo de realización es el mismo que en el cuarto modo de realización, se omitirá la descripción detallada del mismo.

Modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo

Tal y como se muestra en la figura 13, el agua es entregada al calentador 45 de suministro de agua mediante la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 de suministro de agua mediante el vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada pasa a través de la línea 45-46 para ser reservada en el tanque 46. El agua en el tanque 46 es entregada mediante la bomba 39 de circulación principal al dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura en el cual el agua es calentada por la energía solar para ser convertida en un fluido en dos fases de agua-vapor. El fluido de dos fases de agua-vapor generado por el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura fluye a través de la línea 2-3. Después, el fluido en dos fases de agua-vapor es separado en vapor saturado y agua saturada mediante el dispositivo 3 de separación de vapor-agua. El vapor saturado es suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura a través de la línea 3-51 no intercambia calor con el segundo medio de almacenamiento de calor dentro del dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura de manera que el vapor saturado puede ser convertido en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado fluye a través de la línea 51-C y de la línea C-5 de forma secuencial para ser suministrado a la turbina 5 de vapor. Por otro lado, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua fluye a través de la línea 3-46 para ser reservada en el tanque 46. Es decir, el agua saturada separada por el dispositivo 3 de separación de vapor-agua se mezcla con el agua suministrada desde la bomba 1 de suministro de agua.

Modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo

Tal y como se muestra en la figura 14, el agua es suministrada por la bomba 1 de suministro de agua y precalentada en el calentador 45 de suministro de agua mediante el vapor extraído de la turbina 5 de vapor. Después, el agua precalentada fluye a través de la línea 45-A y la línea A-50 secuencialmente para ser suministrada al dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura. El agua suministrada al dispositivo 50 de almacenamiento de calor a baja temperatura intercambia calor con el primer medio de almacenamiento de calor empaquetado dentro del dispositivo 50 de almacenamiento de calor a alta temperatura de manera que el agua puede convertirse en un fluido

en dos fases agua-vapor. El fluido en dos fases agua-vapor fluye a través de la línea 50-53. Después, el fluido en dos fases agua-vapor es separado en vapor saturado y agua saturada mediante el dispositivo 53 de separación de vapor-agua. El agua saturada es devuelta a la línea de suministro de agua mediante la bomba 37 de circulación auxiliar. El vapor saturado fluye a través de la línea 53-51 para ser suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura. El vapor saturado suministrado al dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura intercambia calor con el segundo medio de almacenamiento de calor empaquetado en el dispositivo 51 de almacenamiento de calor a alta temperatura de manera que el vapor saturado puede ser convertido en vapor sobrecalentado. El vapor sobrecalentado fluye a través de la línea 51-C y la línea C-5 de forma secuencial para ser suministrado a la turbina 5 de vapor.

- 5
- 10 De esta manera, en el sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización, la configuración puede ser simplificada y la presión de entrada de la turbina 5 de vapor puede hacerse sustancialmente equivalente en todos los modos de funcionamiento, es decir, el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor, el modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo y el modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo. Por consiguiente, no hay sustancialmente diferencia en la eficiencia de generación de potencia entre todos los
- 15 modos de funcionamiento. De forma accesoria, el sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización puede realizar tanto un funcionamiento de liberación de calor a largo plazo como un funcionamiento de liberación de calor a corto plazo para cumplir necesidades diversas.

Séptimo modo de realización

- 20 La figura 15 es una vista de la configuración de un sistema de energía solar de acuerdo con un séptimo modo de realización de la invención. El sistema de energía solar de acuerdo con el séptimo modo de realización está caracterizado porque se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel como el dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y se utiliza un dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre como el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura en comparación con la configuración del sistema de energía solar de acuerdo con el sexto modo de realización. La configuración restante del sistema de energía solar de acuerdo con el séptimo modo de realización es la misma que en el sexto modo de realización. Adicionalmente, el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo torre y el dispositivo de recolección de luz/calor de tipo Fresnel mostrados en la figura 15 son los mismos en la configuración que los dispositivos utilizados en el tercer modo de realización. Por lo tanto, se omitirá la descripción de los mismos. También en el sistema de energía solar de acuerdo con el séptimo modo de realización, el funcionamiento se puede realizar en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor, el modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo y el modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo en la misma manera que en el sexto modo de realización. Por tanto, el sistema de energía solar de acuerdo con el séptimo modo de realización puede obtener funciones y efectos equivalentes a los del sexto modo de realización.

- 25
- 30 De forma accesoria, es evidente que el sistema de energía solar de acuerdo con la invención puede ser incorporado en una planta de energía térmica utilizando una caldera de manera que se utiliza como una planta de energía térmica solar combinada. Por ejemplo, la configuración del sistema de energía solar de acuerdo con el cuarto modo de realización puede estar dispuesto de manera que el vapor puede ser generado por una caldera 80 utilizada en lugar del dispositivo 2 de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo 4 de recolección de calor a alta temperatura como los mostrados en la figura 16. De forma accesoria, en la figura 16, la referencia numérica 80 designa una caldera; 81, un economizador de carbón de caldera; 82, una pared de agua de caldera; y 83, un sobrecalentador de caldera. También en la configuración, se puede realizar un funcionamiento en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor y en el modo de funcionamiento de liberación de energía de la misma manera que en el cuarto modo de realización.

Lista de signos de referencia

- 35
- 40
- 45 1... Bomba de suministro de agua, 2... Dispositivo de recolección de calor a baja temperatura (aparato de recolección de calor), 3... Dispositivo de separación de vapor-agua, 4 ... Dispositivo de recolección de calor a alta temperatura (aparato de recolección de calor), 5... Turbina de vapor, 6... Condensador de glándula, 7... Válvula de extracción de vapor, 8... Dispositivo de almacenamiento de calor, 9... Válvula de suministro de agua, 10... Tubería de transferencia de calor de suministro de agua, 11... Tubería de transferencia de calor de vapor sobrecalentado,
- 50 12... Dispositivo aritmético (segundo dispositivo de control, 13... Válvula de suministro de agua, 14... Medidor de flujo, 15... Panel muestra de caudal, 16... Generador de energía, 17... Termómetro, 18... Dispositivo aritmético, 19... Termómetro (detector de temperatura), 20... Dispositivo aritmético (primer dispositivo de control), 21... Válvula de rociado, 30... Medidor de flujo (detector de caudal), 31... Medidor de nivel de agua (detector de nivel de agua), 36... Bomba de sobrealimentación de presión, 37... Bomba de circulación auxiliar, 38... Bomba de circulación de medio, 39... Bomba de circulación principal, 40... Bomba de suministro de agua, 41... Válvula de vapor principal, 42a a 42j válvulas de inversión, 43... Válvula de regulación de caudal, 45... Calentador de agua de suministro, 46... Tanque, 50... Dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura, 51... Dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura, 53... Dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua, 60... Desaireador, 80... Caldera, 81... Economizador de carbón de caldera, 82... Pared de agua de caldera, 83... Sobre calentador de caldera, A a F... Puntos de ramificación, No. 1 a No. 11... Primera a décimo primera líneas.
- 60

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de energía solar que comprende: un dispositivo (2) de recolección de calor a baja temperatura que recolecta luz del sol para calentar agua para por lo tanto generar vapor; un dispositivo (4) de recolección de calor a alta temperatura que recolecta luz del sol para calentar adicionalmente el vapor generado por el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura para generar por tanto vapor sobrecalentado; un dispositivo (3) de separación de vapor-agua que está previsto entre el dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura, una turbina (5) de vapor; un generador (16) de energía que genera energía eléctrica con fuerza motriz de la turbina de vapor; una línea de suministro de vapor sobrecalentado que suministra a la turbina de vapor con el vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura; una línea de suministro de agua que condensa el vapor expulsado desde la turbina de vapor en agua y suministra agua condensada al dispositivo de recolección de calor a baja temperatura;

en donde el sistema de energía solar además comprende un dispositivo (50) de almacenamiento de calor a baja temperatura que tiene un primer medio de almacenamiento de calor; un dispositivo (51) de almacenamiento de calor a alta temperatura que tiene un segundo medio de almacenamiento de calor; un dispositivo (53) auxiliar de separación de vapor-agua que está previsto entre el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; una primera línea (No.1) que se ramifica desde la línea de suministro de vapor sobrecalentado y que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura con el vapor sobrecalentado que fluye a través de la línea de suministro de vapor calentado; una octava línea (No. 8) que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura con el vapor sobrecalentado que ha sido suministrado desde la primera línea al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; una novena línea (No. 9) que devuelve, a la línea de suministro de agua, el vapor que ha sido suministrado desde la octava línea al dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura; una segunda línea (No. 2) que se ramifica desde la línea de suministro de agua y que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura con el agua que fluye a través de la línea de suministro de agua; una décima línea (No. 10) que suministra vapor generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura a través del dispositivo de separación de vapor-agua; una tercera línea (No. 3) que suministra a la turbina de vapor con vapor sobrecalentado generado por el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; y una sexta línea (No. 6) que suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura con vapor separado por el dispositivo de separación de vapor-agua, en donde:

el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura almacena el calor del vapor que ha fluido a través de la octava línea en el primer medio de almacenamiento de calor, y calienta el agua que ha fluido a través de la segunda línea con el primer medio de almacenamiento de calor para por lo tanto generar vapor; y

el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura almacena el calor del vapor sobrecalentado que ha fluido a través de la primera línea en el segundo medio de almacenamiento de calor, y calienta el vapor que ha fluido a través de la sexta línea o el vapor que ha fluido a través de la décima línea con el segundo medio de almacenamiento de calor para por lo tanto generar vapor sobrecalentado.

2. Un sistema de energía solar de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:

está prevista una cuarta línea (No. 4) para devolver agua separada por el dispositivo de separación de vapor y agua a la línea de suministro de agua o a un dispositivo previsto en la línea de suministro de agua, y se proporciona una décimo primera línea (No. 11) para devolver agua separada por el dispositivo auxiliar de separación de vapor-agua a la línea de suministro de agua.

3. Un sistema de energía solar de acuerdo con la reivindicación 2, en donde:

se proporciona un modo de funcionamiento de almacenamiento de calor, un modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo y un modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo como modos de funcionamiento;

el funcionamiento en el modo de funcionamiento de almacenamiento de calor se realiza de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de recolección de calor a baja temperatura, el dispositivo de separación de vapor-agua y el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura de forma secuencial para por lo tanto generar vapor sobrecalentado, y una parte del vapor sobrecalentado es conducido en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura y en el dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura de forma secuencial para almacenar calor en el primer medio de almacenamiento de calor y en el segundo medio de almacenamiento de calor respectivamente y después volver a la línea de suministro de agua a través de la novena línea mientras que la parte residual de vapor sobrecalentado es suministrada a la turbina de vapor;

el funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de calor a corto plazo es realizado de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de recolección de calor a baja temperatura y el dispositivo de separación de vapor y agua de forma secuencial y se suministra al dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura a

través de la sexta línea para por lo tanto generar vapor sobrecalentado, y el vapor sobrecalentado es suministrado a la turbina de vapor a través de la tercera línea; y

- 5 el funcionamiento en el modo de funcionamiento de liberación de calor a largo plazo se realiza de tal manera que el agua se hace fluir a través del dispositivo de almacenamiento de calor a baja temperatura, el dispositivo de separación de vapor-agua y el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura de forma secuencial para por lo tanto generar vapor sobrecalentado, y el vapor sobrecalentado es suministrado a la turbina de vapor a través de la tercera línea mientras que el agua separada por el dispositivo de separación de vapor-agua es devuelta a la línea de suministro de agua a través de la décimo primera línea.
- 10 4. Un sistema de energía solar de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
se utiliza sal fundida como el segundo medio de almacenamiento de calor empaquetada en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura;
- 15 se proporciona una línea de circulación de sal fundida en la cual se hace circular sal fundida mediante una bomba (38) de circulación del medio en el dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura; y
se controla el caudal de la bomba de circulación del medio de manera que una cantidad de almacenamiento de calor y una cantidad de liberación de calor del dispositivo de almacenamiento de calor a alta temperatura se puede ajustar de forma deseable.
- 20 5. Un sistema de energía eléctrica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde:
se utiliza un dispositivo (65, 66) de recolección de luz/calor de tipo Fresnel o de tipo pasante que es un sistema de recolección de luz lineal como dispositivo de recolección de calor de baja temperatura; y
- 25 se utiliza un dispositivo (70, 71, 72) de recolección de luz/calor de tipo torre que es un sistema de recolección de luz puntual como el dispositivo de recolección de calor a alta temperatura.

FIG. 1

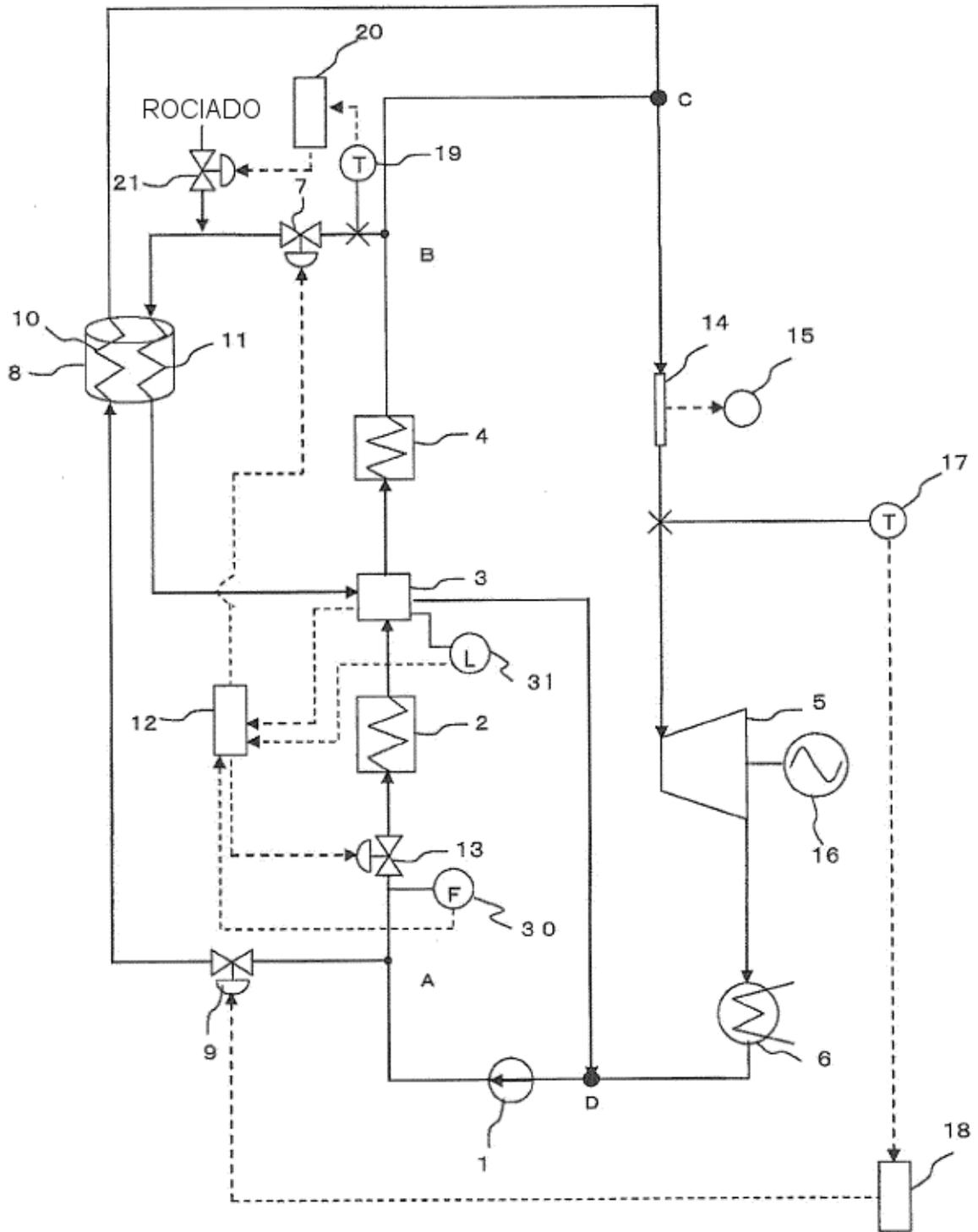


FIG. 2

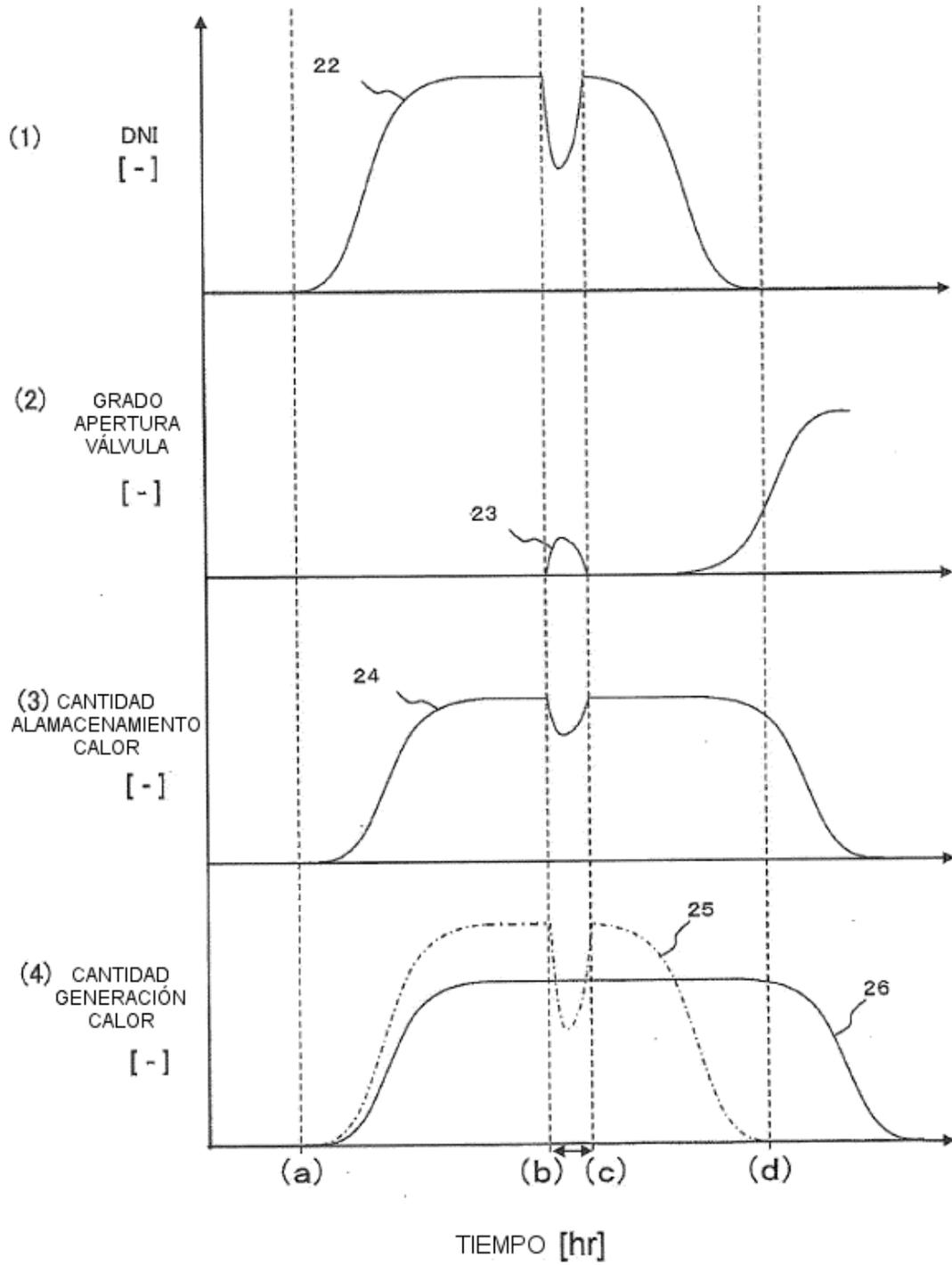


FIG. 3

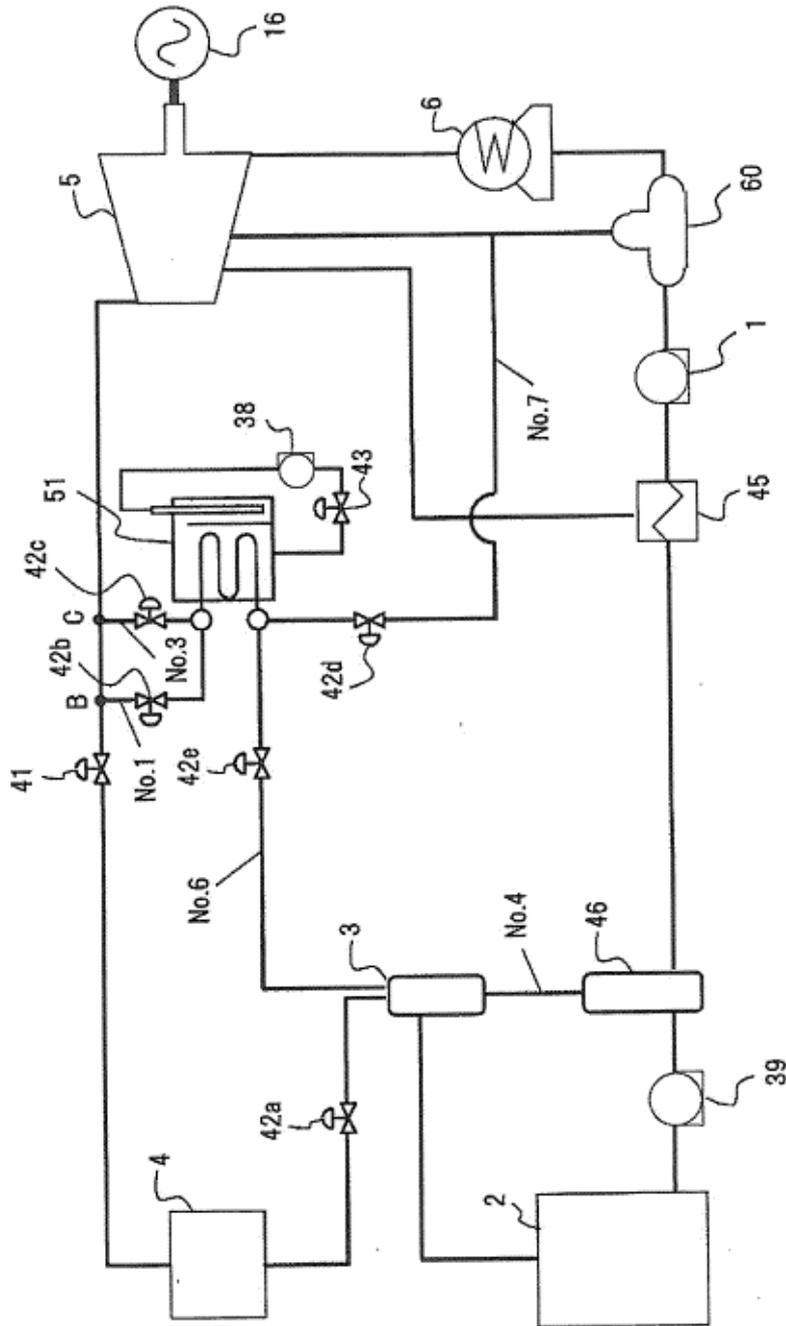


FIG. 4

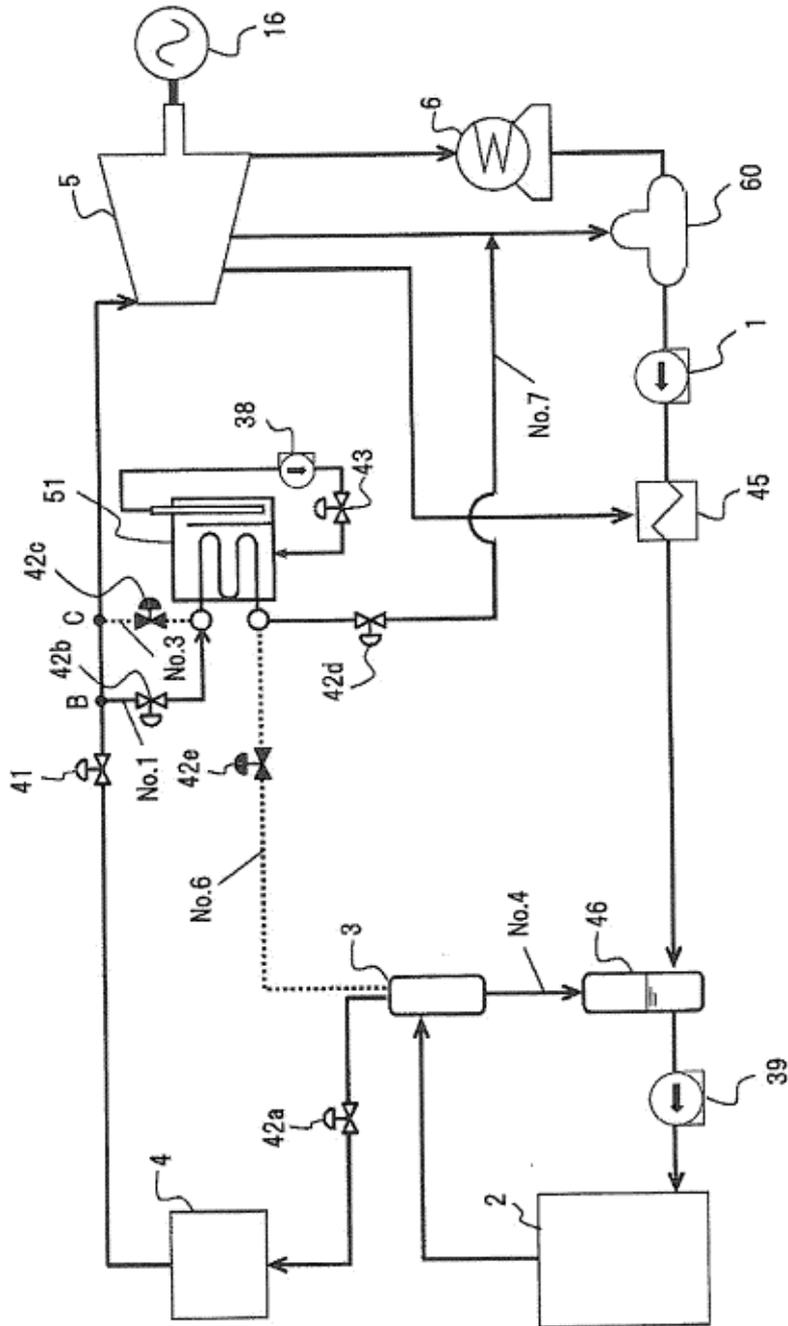


FIG. 5

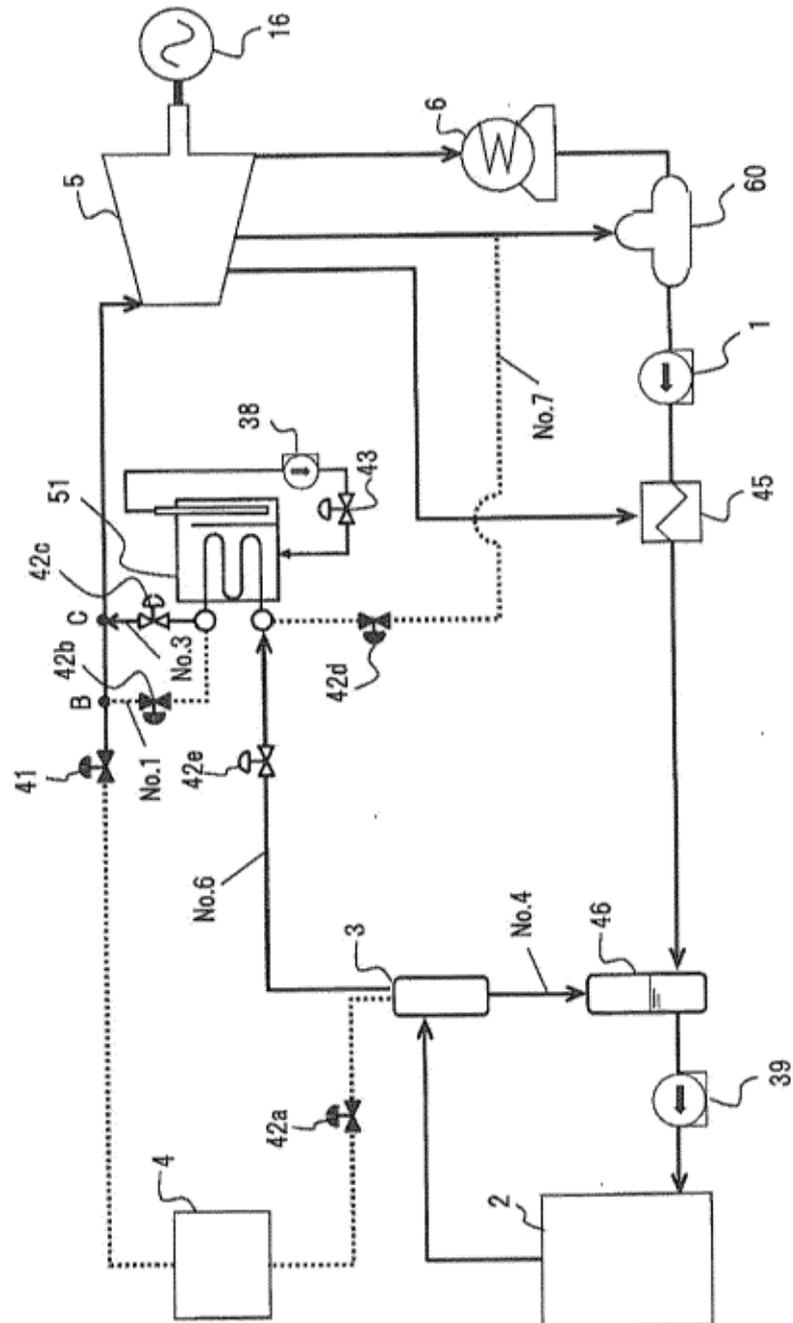


FIG. 6

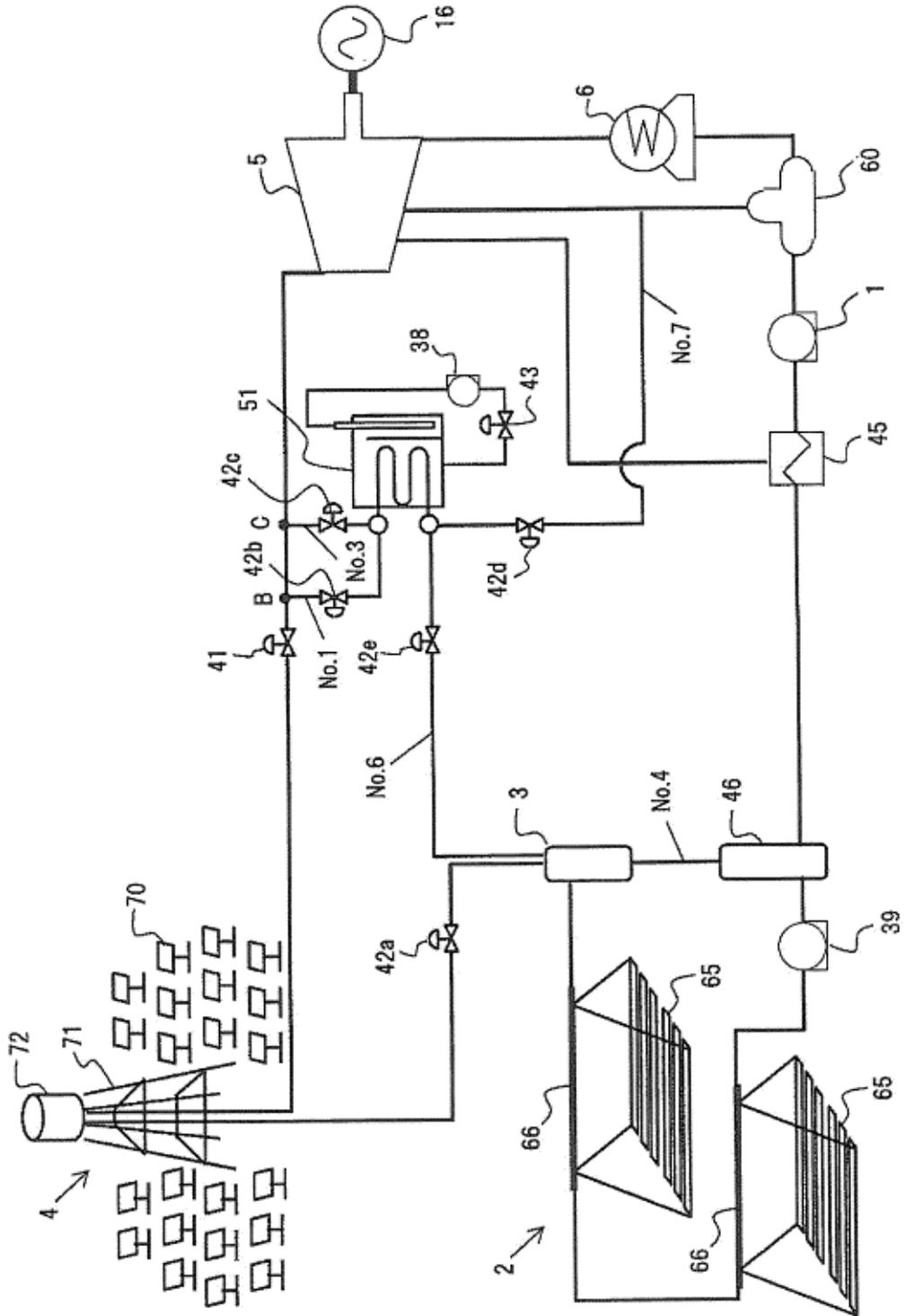


FIG. 7

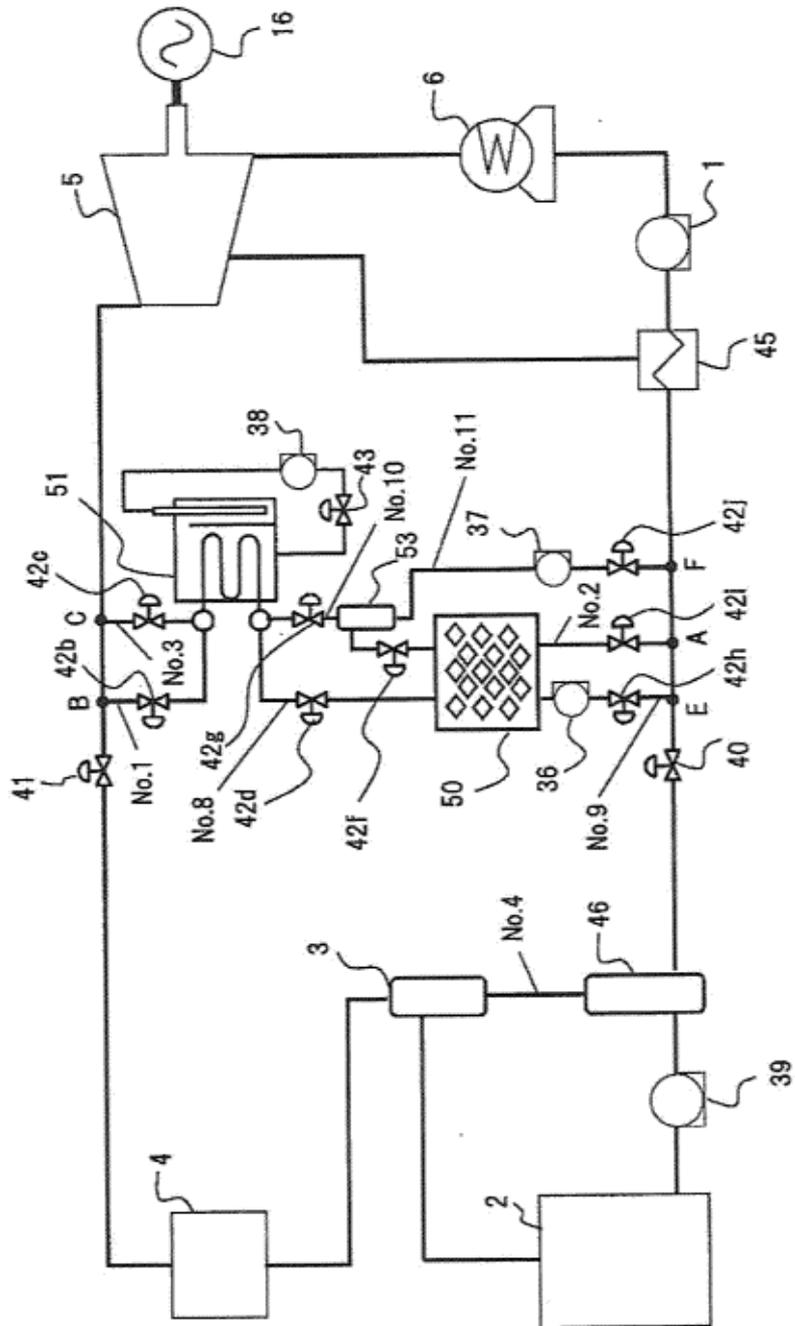


FIG. 8

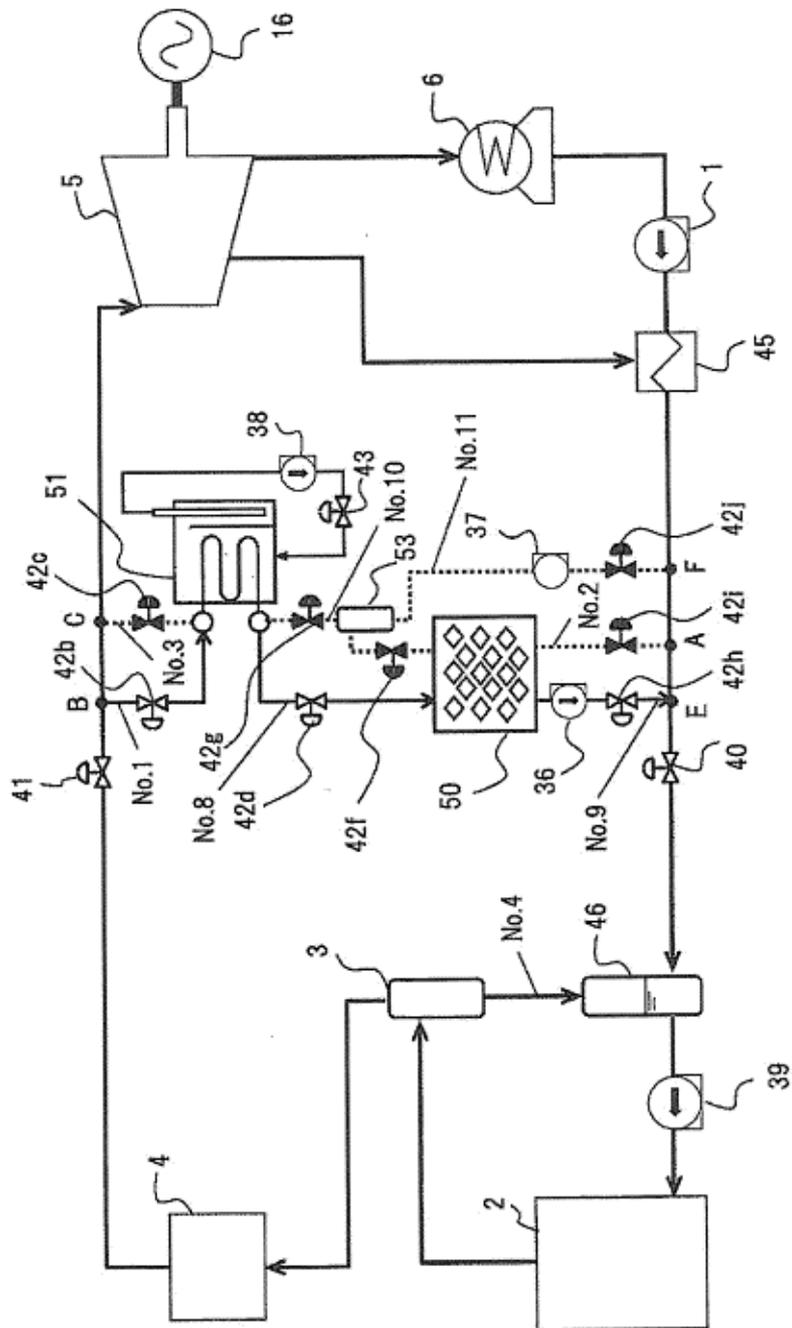


FIG. 9

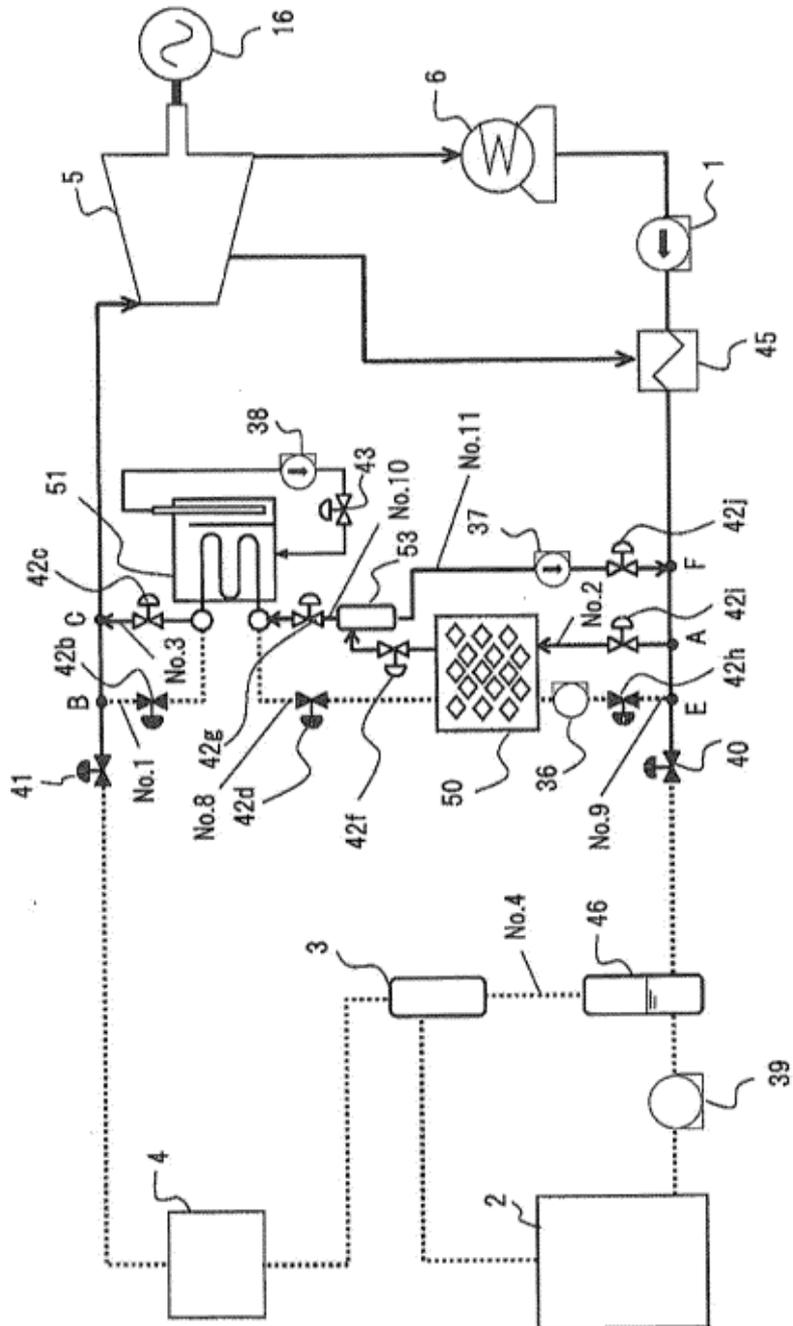


FIG. 10

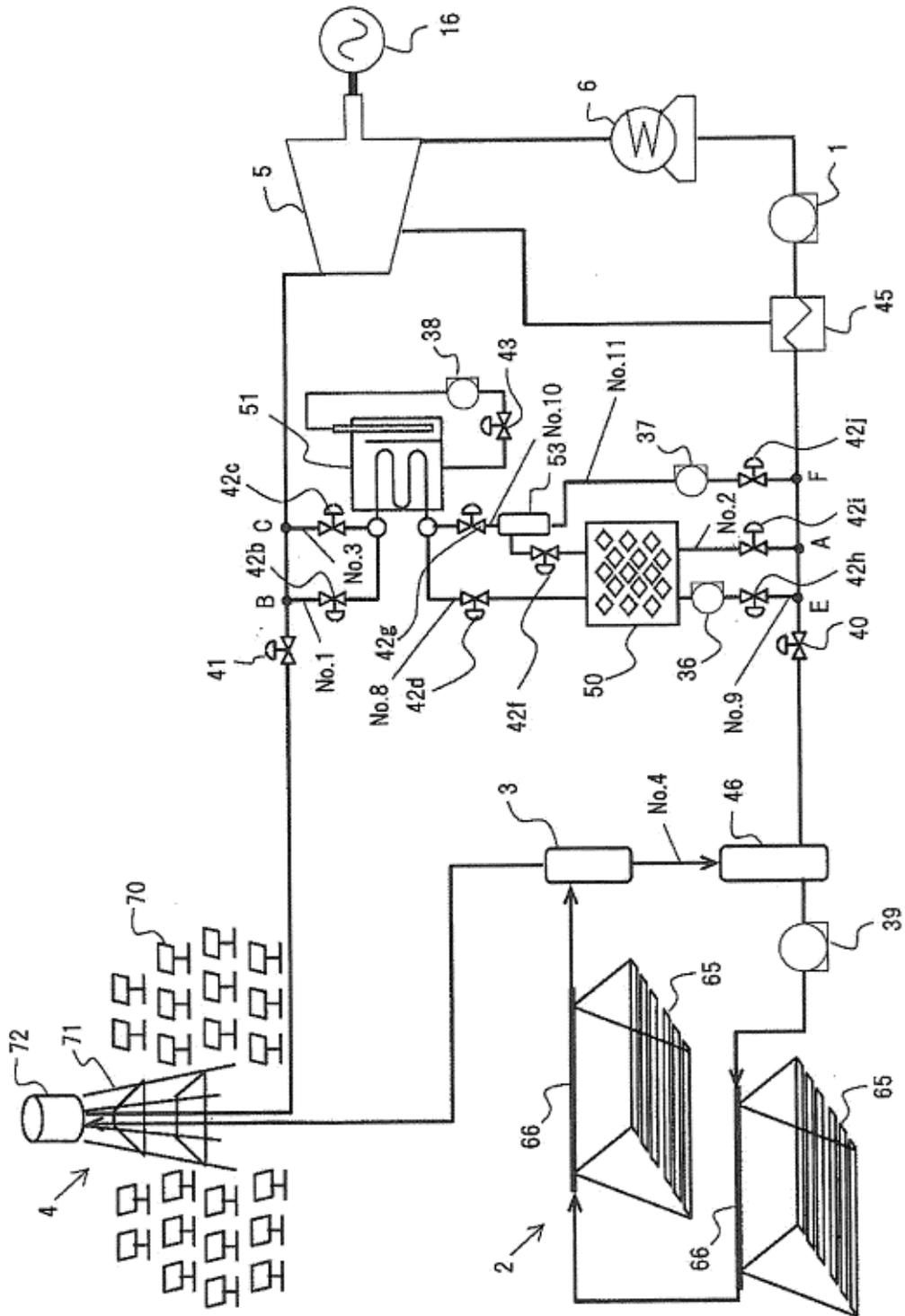


FIG. 11

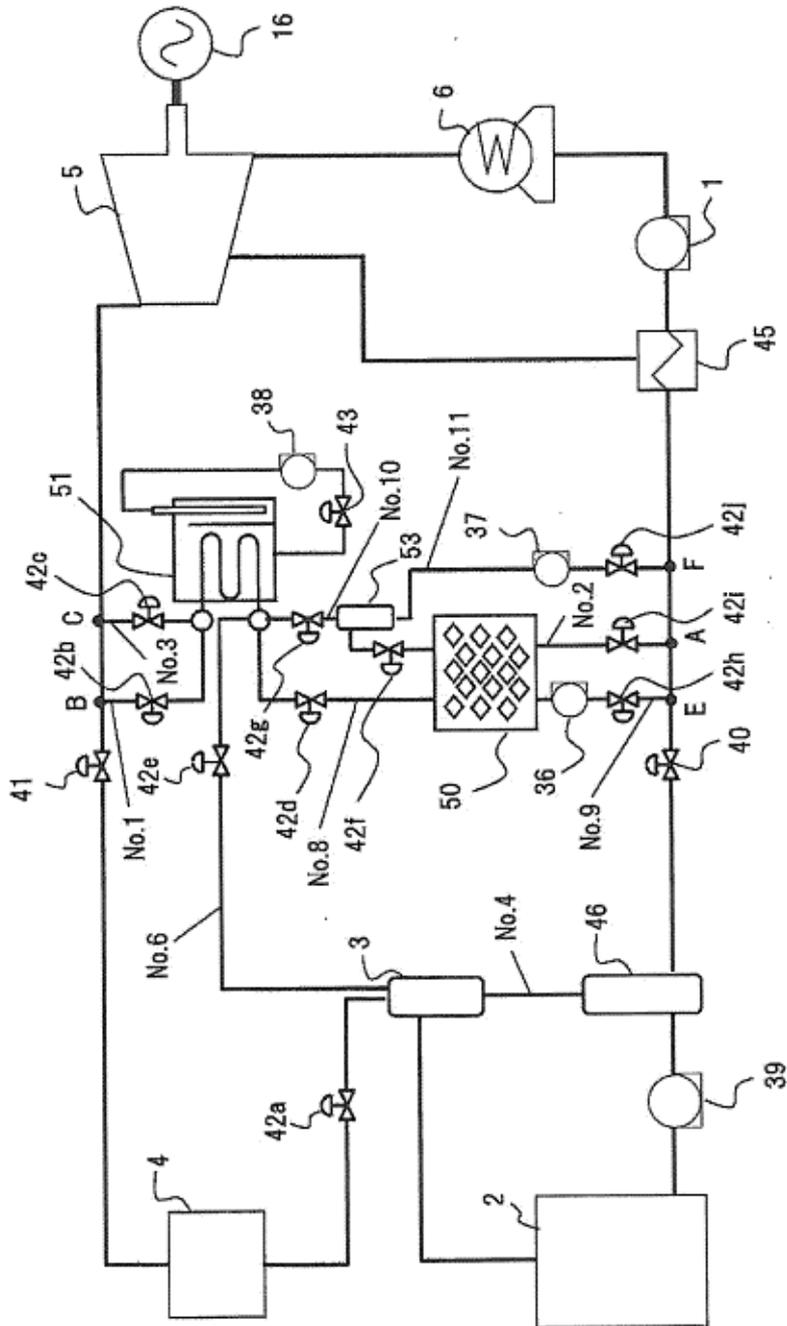


FIG. 12

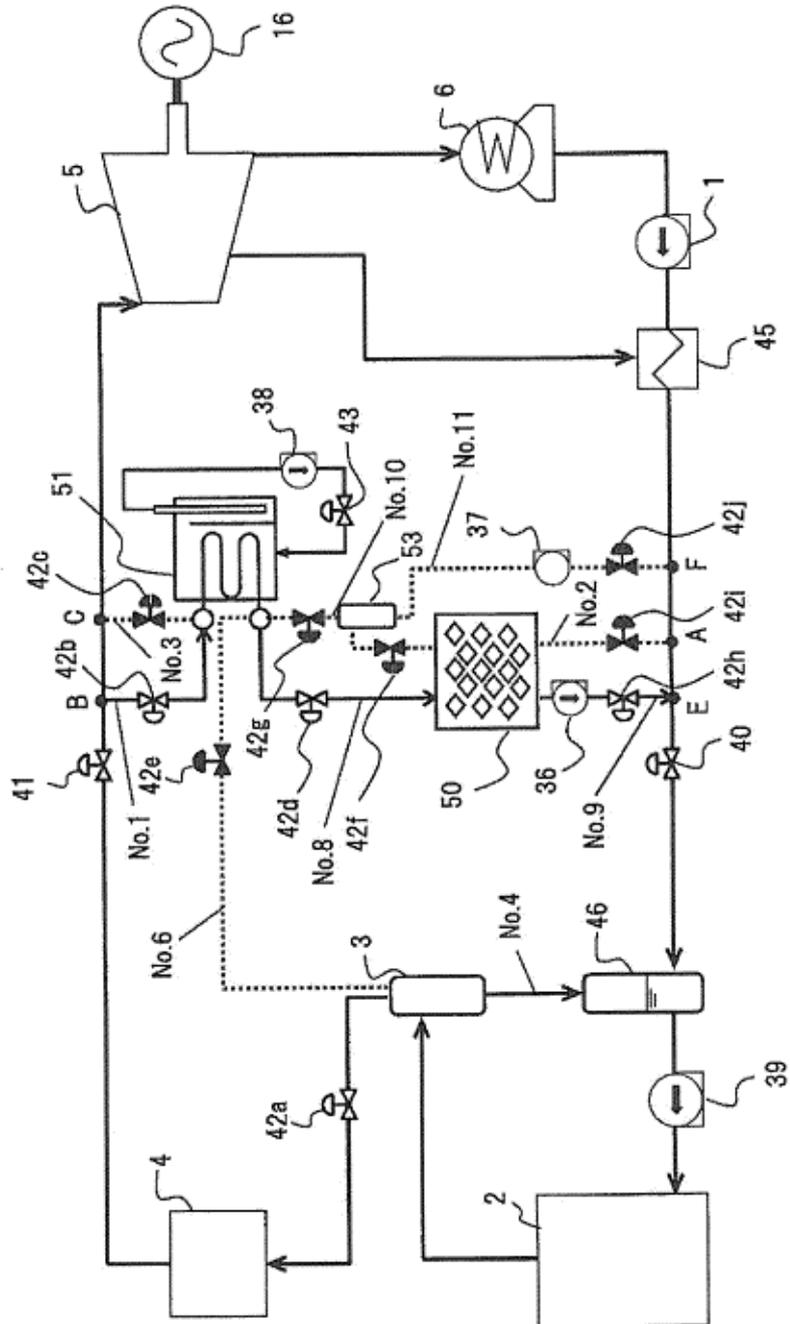


FIG. 13

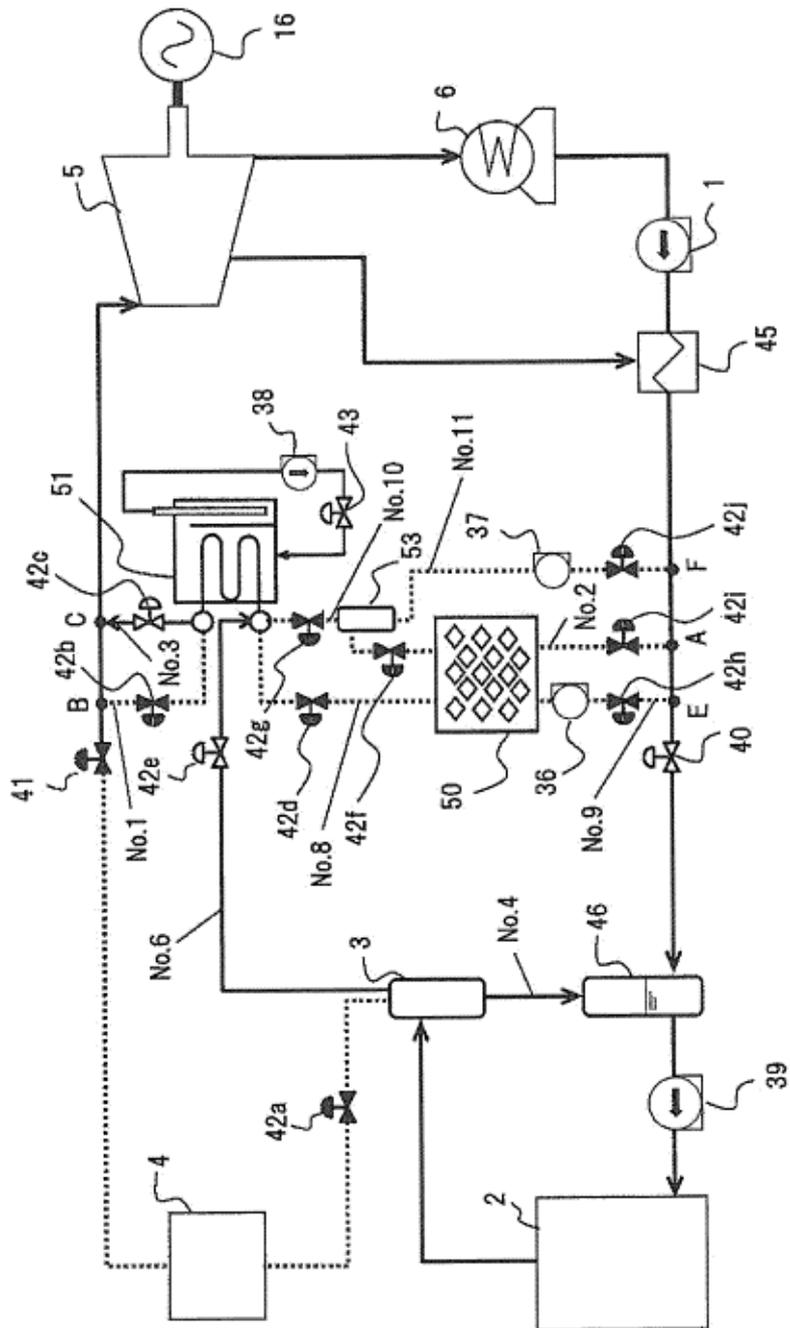


FIG. 14

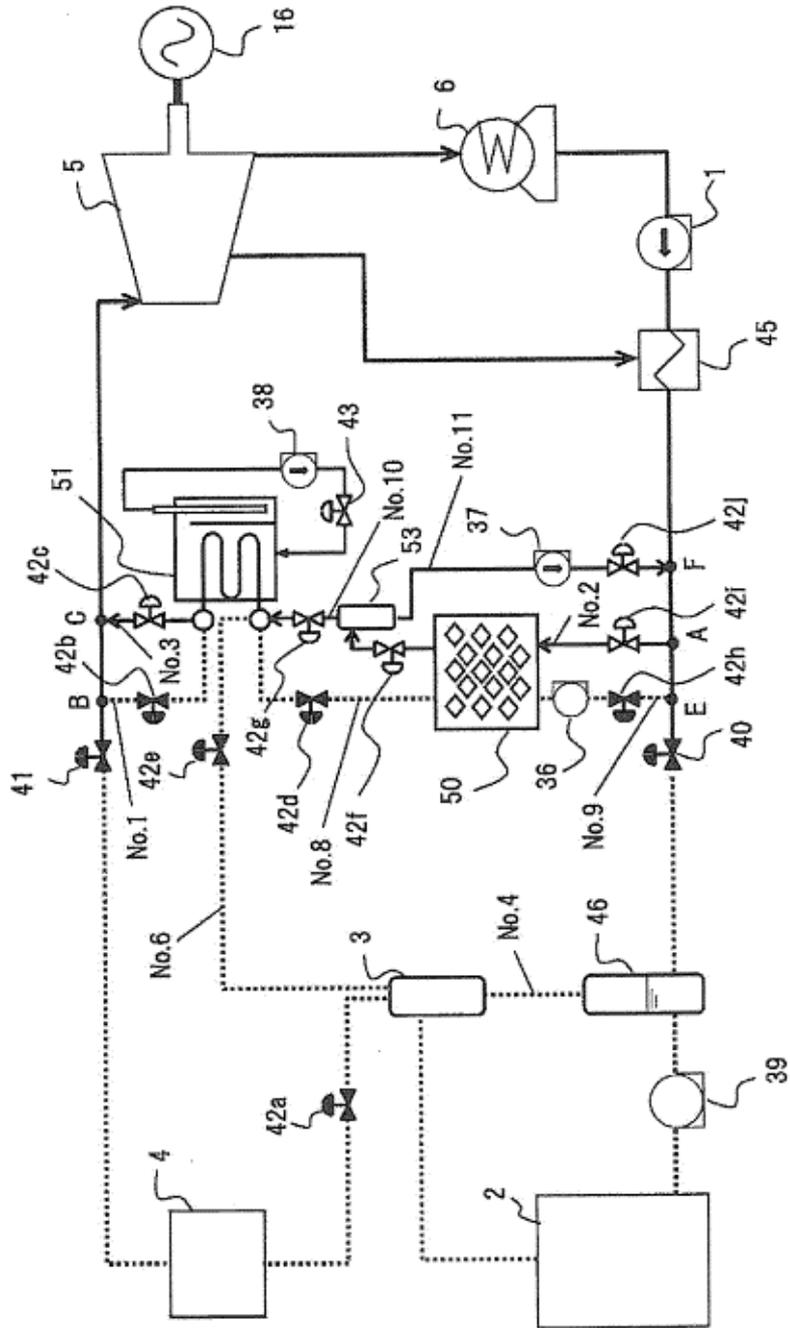


FIG. 15

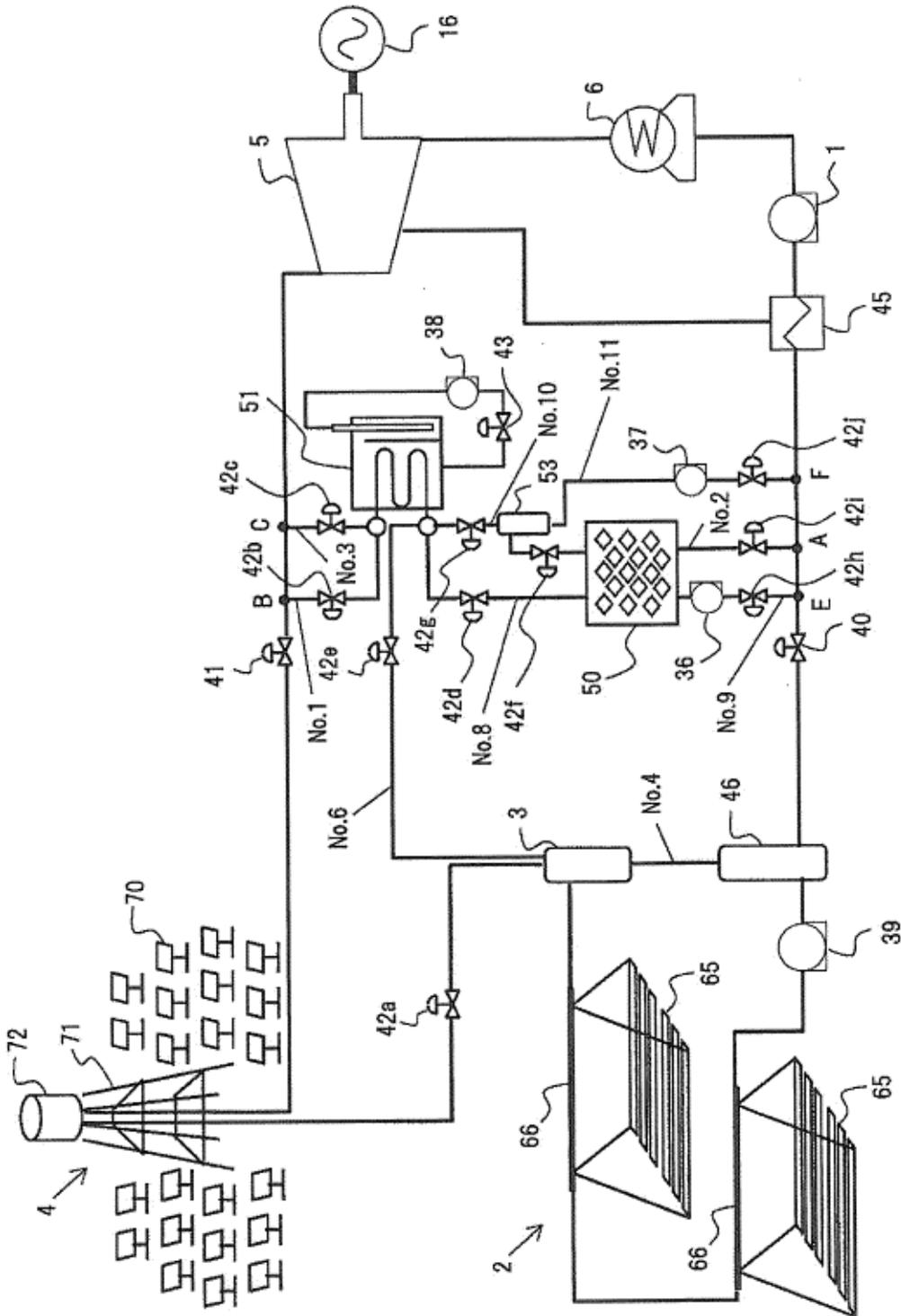


FIG. 16

