

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 685**

51 Int. Cl.:

F28F 13/08 (2006.01)

F24J 2/07 (2006.01)

G02B 19/00 (2006.01)

F03G 6/00 (2006.01)

F24J 2/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.08.2010 PCT/JP2010/063615**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.03.2011 WO2011024647**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.08.2010 E 10811697 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2472111**

54 Título: **Sistema de concentración de luz solar**

30 Prioridad:

24.08.2009 JP 2009192672

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

25.05.2017

73 Titular/es:

**TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY (100.0%)
2-12-1, Ookayama Meguro-ku
Tokyo 152-0033, JP**

72 Inventor/es:

**TAMAURA, YUTAKA y
HASUIKE, HIROSHI**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 613 685 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 concentración de luz solar

Campo de la técnica

5 La presente invención se relaciona a un sistema de concentración de luz solar configurado para concentrar luz solar reflejada de múltiples heliostatos (espejos reflectores) sobre un receptor (una unidad receptora de calor), en el que un medio calefactor circula en el receptor.

Dicho sistema es, por ejemplo, conocido por el documento US-4.485.803.

Antecedentes de la técnica

10 El agotamiento y aumento de precios de los recursos petrolíferos han sido preocupantes en los últimos años. Asimismo, se ha estudiado el cambio desde los recursos petrolíferos que constituyen uno de los factores que contribuyen al calentamiento global a los nuevos recursos energéticos. Una de las nuevas fuentes de energía es la generación de energía solar térmica que concentra y usa la luz solar como energía.

15 Un sistema de concentración de luz solar del tipo haz descendente es conocido como uno de los sistemas de concentración de luz solar. El sistema de concentración de luz solar del tipo haz descendente es aquel que se configura para reflejar la luz solar a una parte superior de una parte central del sistema mediante el uso de heliostatos que sirven como espejos reflectores y para concentrar la luz reflejada sobre un receptor (una unidad receptora de calor) instalado en su parte inferior mediante el uso de un gran espejo reflector llamado reflector central (véase el Documento de Patente 1, por ejemplo)

20 Este receptor puede estar formado por tuberías o similares en el interior de las cuales circula un medio calefactor (tal como sal fundida)

En este caso, se envía el medio calefactor que ha recibido la energía térmica de la luz solar por vía del receptor a una unidad de generación de energía. La unidad de generación de energía incluye un generador de energía o similar, el cual se configura para generar vapor mediante el uso del calor en el medio calefactor, y generar energía mediante el suministro del vapor a la turbina de vapor.

25 Se ha descrito una invención en la que se forma un receptor de recolección de calor en forma de vasija (una forma hueca) como un método de mejora de la eficiencia de la generación de energía utilizando este sistema de concentración de luz solar (véase el Documento de Patente 2). La invención citada en el Documento de Patente 2 se configura para provocar que la luz solar que entra a la vasija sea reflejada varias veces para transferir el calor eficientemente a un medio calefactor y para retener el calor dentro. Esta configuración mejora significativamente la eficiencia de la generación de energía solar.

30 Sin embargo, debido a su estructura en la que se forma una única tubería en la forma de vasija, el receptor con forma de vasija mencionado en el Citado Documento 2 tiene problemas de una gran dificultad de fabricación y un aumento en el coste de fabricación. Además, ya que el tamaño del receptor se hace enorme, el receptor del tipo integrado no es fácil de transportar, y es también una difícil tarea construir el receptor en el emplazamiento.

35 Además, todo el receptor necesita ser reemplazado en caso de un fallo del receptor tal como la rotura de una tubería. A este respecto, en caso de construcción de un sistema de concentración de luz solar del tipo haz descendente de, por ejemplo, 400 a 500 metros en cada lado, el diámetro del receptor en forma de vasija resulta tan grande como de aproximadamente 8 a 10 m.

40 Además, las regiones expuestas a la luz solar dentro del receptor son desiguales. Así, la distribución de temperatura desigual lleva a la desigualdad en la cantidad de expansión térmica de la tubería que constituye el receptor. Por consiguiente, el receptor tiene el problema de causar un hueco, una expansión en un pequeño espacio, y dar como resultado un fallo tal como una grieta en la tubería según pueda ser el caso.

45 Además, cuando el receptor causa un fallo debido a una rotura de la tubería o similar, el receptor necesita ser enteramente reemplazado ya que el receptor está formado por una única tubería. Por lo tanto, el reemplazo implica una operación importante. Además hay un problema de preparación costosa de un nuevo receptor.

50 Asimismo, los sistemas de concentración de luz solar a menudo usan sal fundida tal como el nitrato de sodio, que se convierte a una fase líquida en un intervalo de 150°C a 500°C, como el medio calefactor. En caso de que se use sal fundida, la sal fundida necesita ser eliminada del receptor y transferida a un depósito de retención de calor en un día nublado o de noche. Esto es porque la sal fundida se solidifica cuando se enfría, y causa una obstrucción dentro de la tubería del receptor. Cuando la sal fundida se recupera, toma un tiempo eliminar la sal fundida del receptor descrito en el Citado Documento 2, el cual incluye una tubería espiral. En concreto, existe el problema de que el receptor no pueda manejar una emergencia cuando se necesite recuperar rápidamente la sal fundida.

Documentos de la técnica anterior

Documentos de Patentes

Documento de Patente 1: Patente Japonesa Nº. 2951297

Documento de Patente 2: Publicación Internacional Nº. 2006/025449

Compendio de la invención

5 Problema a resolver por la invención

La presente invención ha sido hecha en vista de las circunstancias anteriormente mencionadas, y el objetivo de la misma es proporcionar un sistema de concentración de luz solar que consiga la contención de los costes de la generación de energía mediante la aplicación de un receptor que sea capaz de contener el coste de fabricación, el coste de transporte, y el coste de construcción a bajos niveles, facilitando el trabajo de recuperación cuando se produce un fallo, así como recuperando rápidamente el medio calefactor que circula por dentro en caso de una emergencia.

Medios para resolver el problema

15 Un sistema de concentración de luz solar con el propósito de alcanzar el objetivo anterior es un sistema de concentración de luz solar configurado para reflejar la luz solar de múltiples heliostatos a una unidad receptora de calor en la que circula un medio calefactor, caracterizado por que: la unidad receptora de calor está formada mediante la combinación tridimensional de múltiples módulos, en la cual todos los módulos son módulos en forma de trapecoide, el módulo en forma de trapecoide incluye un cabezal superior, un cabezal inferior que es más pequeño que el cabezal superior, y múltiples tubos receptores de calor configurados para conectar juntos los dos cabezales ; los tubos receptores de calor están formados mediante la sucesiva alteración de la forma de su sección transversal de manera que haga a cada tubo receptor de calor en forma de una cuña que resulta más estrecha desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista frontal y como una cuña que resulta más amplia desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista lateral; y el medio calefactor es hecho circular dentro de los módulos

25 Esta configuración hace la fabricación fácil porque el receptor (la unidad receptora de calor) se puede construir mediante la combinación tridimensional de módulos simples formados por los tubos receptores de calor y los cabezales. Además, esta configuración hace el transporte fácil, y puede contener el coste de transporte, ya que el receptor se puede transportar siendo desglosado en módulos. Mientras tanto, la configuración hace posible ensamblar la unidad receptora de calor fácilmente en caso de construir la unidad en el emplazamiento. Además, la configuración hace el trabajo de reparación fácil, y puede reducir los costes de las piezas de repuesto, en caso de un fallo del receptor debido a una rotura del tubo o similar, ya que la reparación se completa mediante el reemplazo sólo de un módulo objetivo en lugar del receptor completo.

35 Además, la aplicación desigual de calor por la luz solar puede ser contenida mediante el acoplamiento de los múltiples módulos en sistemas separados en lugar de acoplar los módulos en un sistema, En otras palabras, la desigualdad en la temperatura en el receptor se puede contener mediante el control de modo que aumente el caudal del medio calefactor en un módulo donde la temperatura está aumentando. y disminuya el caudal de un medio calefactor en un módulo donde la temperatura no esté tan alta.

40 Además, la estructura que utiliza el módulo en forma de trapecoide, el cual sustancialmente tiene forma de un trapecoide en una vista frontal, aumenta el grado de libertad de una forma tridimensional cuando se forma el receptor. En otras palabras, cuando un receptor en forma de pirámide truncada cuya parte superior es amplia y cuya parte inferior es estrecha, se ensambla, los módulos de forma trapecoidal hacen posible ensamblar el receptor sin huecos entre los módulos. Como consecuencia, la energía se puede extraer eficientemente sin permitir escapar a la luz solar incidente en el receptor.

45 Además, la forma del módulo se puede modificar sin cambiar el caudal del medio calefactor que circula dentro del tubo receptor de calor, cuando se modifica la forma del tubo receptor de calor mientras se mantiene constante el área de la sección transversal del tubo receptor de calor. Por ejemplo, cuando el lado del cabezal superior del tubo receptor de calor tiene forma de círculo y el lado del cabezal inferior del mismo tiene forma de elipse, es posible disponer los tubos receptores de calor estrechamente a lo largo de la dirección de un eje menor de la elipse.

50 A este respecto, cuando el área de la sección transversal del tubo receptor de calor se mantiene constante, es posible resolver el problema de que, por ejemplo, si el módulo de forma trapecoidal se construye mientras se hace menor el área de la sección transversal del tubo receptor de calor en el lado de su cabezal inferior que en el lado de su cabezal superior, una trayectoria estrechada de flujo aumenta el caudal del medio calefactor, por lo que el medio calefactor fluye más allá del tubo receptor de calor antes de que el medio calefactor reciba suficientemente el calor de la luz solar. Por otro lado, es posible resolver el problema de que ocurra un rápido aumento en la temperatura del medio calefactor en el tubo donde el caudal es bajo.

Además, es posible recibir la luz solar eficientemente mediante la conexión de los módulos en forma de trapezoide y formando el receptor con forma de una pirámide truncada que se ensancha hacia arriba. Además, ya que la dirección del flujo del medio calefactor resulta vertical, el medio calefactor se puede recuperar rápidamente desde el interior del receptor mediante su propio peso en caso de una emergencia.

5 El sistema de concentración de luz solar se caracteriza por que: todos los múltiples módulos que constituyen la unidad receptora de calor son módulos curvos; y los módulos curvos incluyen un cabezal superior curvo de manera que hace que el cabezal superior constituya una parte de un arco circular, y un cabezal inferior curvo a de manera que hace que el cabezal inferior constituya una parte de un arco circular.

10 Esta configuración hace posible obtener una operación y efectos similares a aquellos de los módulos de forma trapezoidal anteriormente descritos. Además, la configuración hace posible construir el receptor en forma de un cono circular truncado mediante el uso de módulos curvos.

El sistema de concentración de luz solar se caracteriza en que la unidad receptora de calor formada mediante la combinación tridimensional de los anteriores módulos tiene forma de una cesta que tiene una porción abierta en su parte superior.

15 Esta configuración hace posible recibir la luz reflejada (la luz solar) del reflector central mediante el uso de la porción abierta amplia, y reflejar la luz reflejada incidente desde la porción abierta de nuevo dentro del receptor interior construido en forma de cesta. Por lo tanto, la energía solar se puede recuperar eficientemente por el medio calefactor que circula dentro del receptor.

20 El sistema de concentración de luz solar anteriormente descrito se caracteriza también por que la unidad receptora de calor en forma de pirámide truncada está formada mediante la conexión de los cabezales superiores de los múltiples módulos en forma de trapezoide entre sí de manera que hagan que los cabezales superiores formen un circuito, y de manera similar mediante la conexión de los cabezales inferiores del mismo entre sí de manera que hagan que los cabezales inferiores formen un circuito.

25 Alternativamente, el sistema de concentración de luz solar se caracteriza por que la unidad receptora de calor en forma de cono circular truncado está formada mediante la conexión de los cabezales superiores de los múltiples módulos curvos entre sí de manera que haga que los cabezales superiores formen un circuito, y de manera similar mediante la conexión de los cabezales inferiores del mismo entre sí de manera que haga que los cabezales inferiores formen un circuito.

30 Estas configuraciones hacen posible proporcionar un receptor que realice la contención del coste de fabricación, del coste de transporte y similares, y que tenga una eficiencia de recuperación de luz solar equivalente o superior a la de un receptor convencional.

Efectos de la invención

35 Un sistema de concentración de luz solar de la presente invención proporciona por sí mismo un sistema de concentración de luz solar que realiza la contención de los costes de la generación de energía mediante la aplicación de un receptor que es capaz de contener el coste de fabricación a un bajo nivel, facilitando el trabajo de recuperación cuando ocurre un fallo, y recuperando rápidamente un medio calefactor que circula dentro en caso de emergencia.

Breve descripción de los dibujos

40 La Fig. 1 es un diagrama que muestra un esbozo de un sistema de concentración de luz solar según una realización de la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama que muestra un esbozo de un módulo en forma de placa

La Fig. 3 es un diagrama que muestra un esbozo de un módulo en forma de trapezoide como parte de la presente invención.

45 La Fig. 4 es un diagrama esquemático que muestra un receptor del tipo pirámide truncada según una realización diferente de la unidad receptora como parte del sistema de concentración de luz solar de la presente invención.

La Fig. 5 es un diagrama esquemático que muestra un receptor del tipo cono circular truncado según una realización diferente de la unidad receptora como parte del sistema de concentración de luz solar de la presente invención.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático que muestra un receptor compuesto según una realización diferente de la presente invención.

50

Modos de realización de la invención

Un receptor (una unidad receptora de calor) en un sistema de concentración de luz solar y un método de fabricación del mismo según una realización de la presente invención serán descritos a continuación mediante la referencia a los dibujos adjuntos. La fig. 1 muestra una configuración de un sistema 1 de concentración de luz solar del tipo haz descendente según la realización de la presente invención. Se dará la siguiente descripción del sistema de concentración de luz solar del tipo haz descendente. Sin embargo, además de ello, la presente invención es también aplicable a un sistema de concentración de luz solar del tipo torre en el cual se instala un receptor en la parte superior de una construcción en forma de torre.

Primero, se describirá un esbozo del sistema de concentración de luz solar. En el sistema 1 de concentración de luz solar, la luz solar S irradiada desde el sol 5 se refleja (luz reflejada R1) por un heliostato (un espejo reflectante) 4, a continuación se refleja de nuevo (luz reflejada R2) por un reflector central (un gran espejo reflectante) 3, y se concentra en un receptor (una unidad receptora de calor) 2. La luz solar es repetidamente reflejada (luz reflejada R3) dentro de este receptor 2. El sistema 1 se configura para absorber la energía térmica que la luz solar posee mediante el uso de un medio calefactor que circula en el receptor 2.

Este medio calefactor se suministra desde un depósito 6 de medio calefactor hasta el receptor 2 a través de una bomba 7 y una tubería 11 de medio calefactor. Además, el medio calefactor que ha absorbido la energía de la luz solar en el receptor 2 se diseña para ser devuelto al depósito 6 de medio calefactor a través de un intercambiador de calor 9.

Este intercambiador de calor 9 transfiere la energía térmica obtenida por el medio calefactor al agua que circula en una tubería 12 de vapor. Este agua (vapor) se diseña para ser suministrada a un generador 10 de energía de vapor provisto con una turbina de vapor y similar para generar energía.

Mientras tanto, por ejemplo, cuando la sal fundida hecha de nitrato de sodio o similar se usa como medio calefactor, el sistema 1 puede realizar el control para recuperar toda la sal fundida dentro del depósito 6 de medio calefactor después de la puesta de sol. Este control está dirigido a evitar el problema de que la sal fundida se solidifique y forme una obstrucción dentro del receptor 2 u otros lugares debido a una caída en la temperatura del receptor 2 tras de la puesta de sol.

Además, cuando el medio calefactor necesita ser recuperado urgentemente debido a un rápido cambio meteorológico (en tiempo nublado), la rotura del receptor 2 o similar, se diseña el medio calefactor para ser capaz de ser recuperado al depósito 6 de medio calefactor mediante el uso de una tubería 8 de emergencia. A este respecto, es preferible instalar el depósito 6 de medio calefactor en una posición inferior que el receptor 2, y establecer una relación posicional que haga al medio calefactor capaz de ser recuperado al depósito 6 mediante la gravedad.

A continuación, se proporcionarán las descripciones que adopta la presente invención para una estructura del receptor 2 para mejorar la eficiencia de la generación de energía del sistema 1 de concentración de luz solar del tipo haz descendente y para realizar la reducción en los costes de transporte, instalación, y reparación del sistema. Nótese que la presente invención forma el receptor 2 como una combinación de múltiples módulos 20.

La Fig.2 muestra un módulo 20A con forma de placa como ejemplo de uno de los módulos 20 que constituyen el receptor 2, el cual representa esbozos de un frontal X y un lateral Y. Este módulo 20A con forma de placa se configura para hacer que un medio calefactor h, el cual se acepta desde el tubo 24 de conexión, fluya desde un cabezal superior 21A a un cabezal inferior 22A a través de tubos 23 receptores de calor, y para que luego suministre el medio calefactor h al siguiente módulo a través de un tubo 24 de conexión. Nótese que las flechas indican el flujo del medio calefactor h.

A este respecto, los tubos 24 de conexión se ilustran junto a los cabezales 21, 22. Sin embargo, los tubos 24 de conexión se pueden cambiar a la parte superior o inferior de los cabezales dependiendo de la dirección de la conexión del módulo 20A. Además, se ilustran las holguras entre los tubos 23 receptores de calor por el bien de la conveniencia. Sin embargo, se incrementa la eficiencia de la recuperación del calor de la luz solar fijando las holguras tan reducidas como sean posibles. No obstante, ya que la temperatura del receptor 2 en el sistema 1 de concentración de luz solar de haz descendente puede alcanzar una alta temperatura en un intervalo de 600°C a 700°C, es necesario aún dejar holguras adecuadas suficientemente amplias para evitar la destrucción debido a la expansión de los tubos 23 receptores de calor.

La Fig. 3 muestra un módulo 20B con forma de trapecoide como un ejemplo diferente de uno de los módulos que constituyen el receptor 2, el cual representa esbozos del frontal X, el lateral Y, y unas secciones transversales del tubo 23 receptor de calor. Este módulo 20B con forma de trapecoide incluye un cabezal superior 21B, un cabezal inferior 22B que es más pequeño que el cabezal superior 21B, y múltiples tubos 21 receptores de calor para conectar los dos cabezales 21B, 22B. El módulo completo tiene forma esencialmente de trapecoide en una vista frontal X. Los tubos 23 receptores de calor se forman mediante la alteración sucesiva de sus secciones transversales de forma que hagan que cada tubo 23 receptor de calor tenga forma de cuña que se hace más

estrecha desde el cabezal superior 21B hacia el cabezal inferior 22B en una vista frontal X, y como una cuña que se hace más amplia desde el cabezal superior 21B hacia el cabezal inferior 22B en una vista lateral Y.

Es decir, como se muestra en la Fig. 3, cuando una sección transversal superior 18 del tubo 23 receptor de calor tiene forma de círculo y una sección transversal inferior 19 del mismo tiene forma de elipse (una elipse que es más corta en la dirección derecha-izquierda y más larga en la dirección de profundidad de la vista frontal X de la Fig. 3), la forma del módulo se puede modificar para que el módulo tenga la forma de un trapecioide o similar mientras mantiene constante el área de la sección transversal del tubo 23 receptor de calor.

Cuando el área de la sección transversal del tubo 23 receptor de calor se mantiene constante, el caudal del medio calefactor h que fluye dentro resulta constante en el tubo 23 receptor de calor, por lo que el calentamiento del medio calefactor h por la luz solar resulta eficiente. Además, se previene la imposición de una carga extra a la bomba 7 para hacer circular el medio calefactor h.

Además, en caso de una emergencia tal como un fallo de la bomba 7 para hacer circular el medio calefactor o rápidos cambios meteorológicos (una caída en la temperatura ambiente), el medio calefactor h necesita ser recuperado al depósito 6 de medio calefactor a través de la tubería 8 de emergencia provocando que el medio calefactor h caiga desde el receptor 2 por su propio peso. En este momento, el flujo del medio calefactor h encontraría resistencia, si el diámetro del tubo 23 receptor de calor resultara más estrecho dentro y después de la parte media del tubo 23 receptor de calor. Sin embargo, este problema no ocurre mientras la sección transversal sea constante. Por lo tanto, es posible recuperar el medio calefactor h rápidamente. Adicionalmente, se muestra el módulo 20B con forma de trapecioide, con holguras previstas entre los tubos 23 receptores de calor por la misma razón que en el módulo 20A con forma de placa.

La Fig. 4 muestra un receptor 2B del tipo de pirámide truncada que usa el módulo 20B en forma de trapecioide, en el cual alguno de los módulos 20B con forma de trapecioide se muestra aproximadamente mediante el uso únicamente de líneas de marco. Este receptor del tipo de pirámide truncada está formado mediante la combinación de seis módulos 20B con forma de trapecioide. A este respecto, los cabezales superiores 21B se conectan entre sí de manera que hacen que los cabezales 21B formen un circuito (de forma hexagonal), y los cabezales inferiores 22B se conectan igualmente entre sí de manera que hacen que los cabezales 22B formen un circuito (de forma hexagonal).

Esta configuración provoca que la luz solar incidente desde una porción abierta 25 en una parte superior sea reflejada repetidamente dentro del receptor 2B para que el calor solar pueda ser eficientemente absorbido por el medio calefactor h. Además, cuando la dirección del flujo del medio calefactor h se establece sustancialmente en una dirección vertical, el medio calefactor h se puede recuperar fácilmente y rápidamente en caso de una emergencia.

Aquí, la trayectoria del flujo del medio calefactor h se puede construir como un sistema único mediante la conexión de todos los módulos 20B entre sí, o como sistemas múltiples. Un aumento en el número de sistemas hace posible llevar a cabo el control para homogeneizar la distribución térmica en el receptor 2B. Por otro lado una reducción en el número de sistemas lleva a una reducción en el número de bombas para transportar el medio calefactor h, y hace posible simplificar el sistema 1 de concentración de luz solar en si mismo.

Nótese que el número de módulos 20B en forma de trapecioide que han de ser conectados juntos no tiene que limitarse a seis. Es posible formar el receptor 2 mediante una combinación arbitraria que depende de la forma de los módulos en forma de trapecioide.

La Fig. 5 muestra un receptor 2C del tipo de cono circular truncado que usa módulos 20C curvos, en el que algunos de los módulos curvos 20C se ilustran aproximadamente mediante el uso de sólo líneas de marco. Este receptor 2C del tipo de cono circular truncado está formado mediante la combinación de seis módulos 20C curvos. A este respecto, los cabezales superiores 21C se conectan entre sí de manera que hacen que los cabezales superiores 21C formen un circuito, y los cabezales inferiores 22C se conectan igualmente entre sí de manera que hacen que los cabezales inferiores 22C formen un circuito.

Esta configuración hace posible proporcionar el receptor 2C del tipo de cono circular truncado el cual, como el receptor con forma de vasija tal y como se ha recogido en el Documento de Patente 2, es capaz de recuperar el calor solar con gran eficiencia, y con una considerable reducción de todos los costes de fabricación, costes de transporte, costes de instalación, y costes de reparación.

Los cabezales 21C, 22C de cada módulo 20C curvo, se forman mediante la división de un círculo en cuartos. Sin embargo, dependiendo del tamaño del receptor, se puede mejorar la portabilidad cuando los módulos curvos 20C se reducen de tamaño mediante el aumento del número de divisiones. Alternativamente, a cada módulo se le puede dar la forma de una o múltiples piezas en las cuales se divide un cilindro, con las longitudes del cabezal superior 21C y del cabezal inferior 22C del módulo 20C curvo iguales entre sí.

La Fig. 6 muestra un esbozo de un receptor compuesto 2D formado mediante la combinación de módulos 20A con forma de placa y de módulos 20B con forma de trapecioide. Como se muestra en la Fig. 6, el receptor 2 se puede

formar mediante la combinación arbitraria de módulos 20A con forma de placa, módulos 20B con forma de trapecio o con módulos 20C curvos.

5 Debería notarse que los materiales 2 aislantes térmicos se sitúan en las caras posteriores (el lado opuesto al de las caras que reciben la luz solar) de los módulos 20A, 20B que constituyen el receptor. Los materiales aislantes térmicos pueden evitar la liberación de calor del medio calefactor h que circula dentro de los módulos. Mientras tanto, se puede usar en su lugar una configuración en la que los espejos reflectores se ubiquen en las caras posteriores de los módulos 20.

10 Esta configuración hace que la luz solar pase a través de los huecos entre los tubos 23 receptores de calor y similares sea capaz de ser reflejada de nuevo a los tubos 23 receptores de calor, y por tanto hace posible mejorar la eficiencia de la recuperación de la energía solar. Incidentalmente, la eficiencia de la recuperación se puede además mejorar cuando se usa un espejo reflector cuyo paraboloides tiene su foco en el tubo 23 receptor de calor.

Explicación de los números de referencia

- 1 sistema de concentración de luz solar del tipo haz descendente
- 2 receptor (unidad receptora de calor)
- 15 2B receptor del tipo pirámide truncada
- 2C receptor del tipo cono circular truncado
- 2D receptor compuesto
- 3 reflector central
- 4 heliostato
- 20 20 módulo
- 20A modulo en forma de placa
- 20B módulo en forma de trapecio
- 20C módulo curvo
- 21A, 21B, 21C cabezal superior
- 25 22A, 22B, 22C cabezal inferior
- 23 tubo receptor de calor
- 24 tubo de conexión
- h medio calefactor
- S luz solar
- 30 R1 luz reflejada
- R2 luz reflejada secundaria
- R3 luz reflejada dentro del receptor

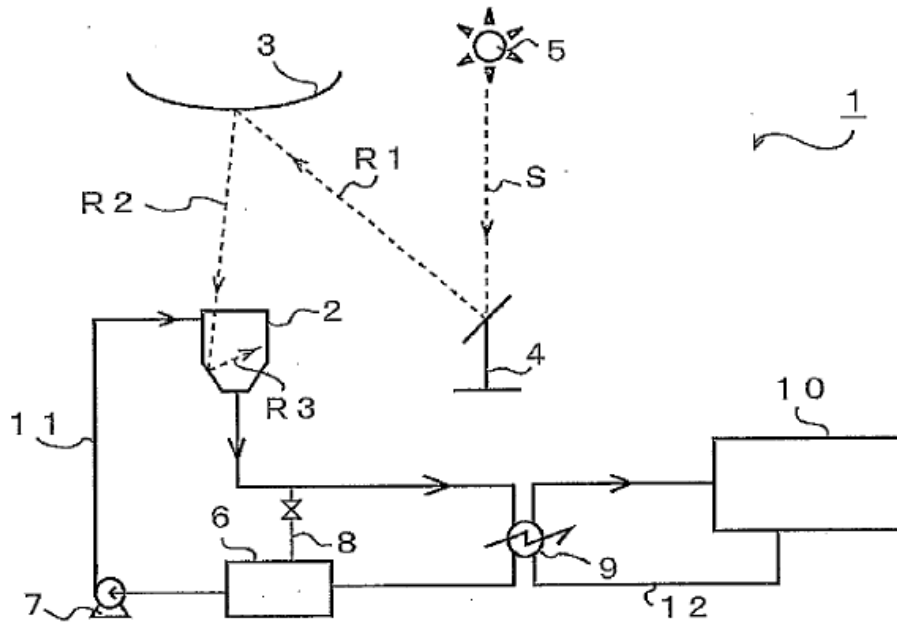
35

40

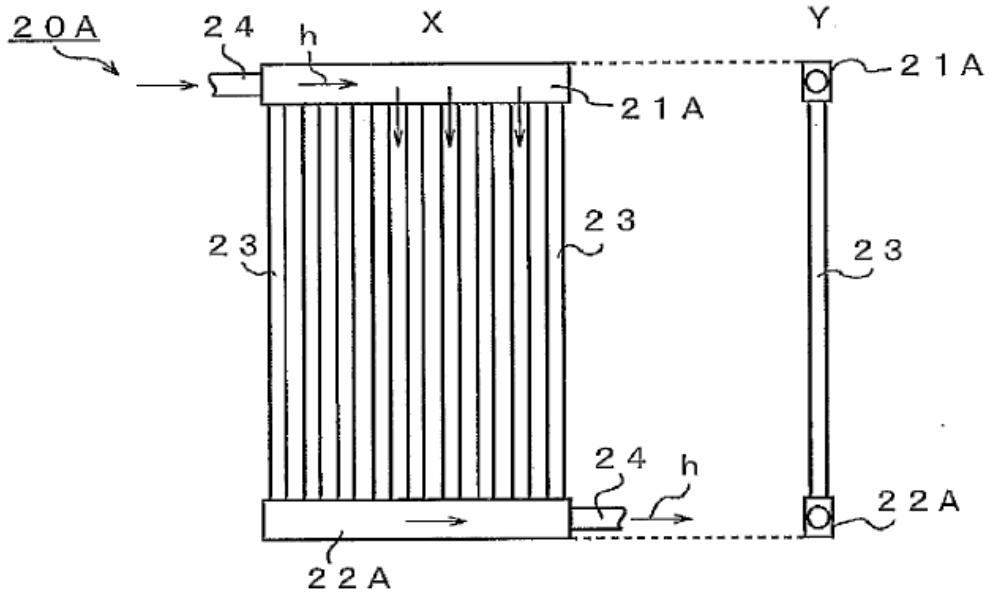
REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de concentración de luz solar que comprende una pluralidad de heliostatos (4) y una unidad (2) receptora de calor en la cual circula un medio calefactor en donde dicho sistema (1) se configura para reflejar la luz solar de la pluralidad de heliostatos (4) a la unidad (2) receptora de calor y para extraer energía desde el medio calefactor, caracterizado por que la unidad (2) receptora de energía está formada mediante una combinación tridimensional de una pluralidad de módulos (20B), en la cual todos los módulos (20B) son módulos (20B) en forma de trapezoide, en donde cada uno de los módulos (20B) en forma de trapezoide comprende un cabezal superior (21B), un cabezal inferior (22B) que es más pequeño que el cabezal superior (21B), y una pluralidad de tubos (23) receptores de calor configurados para conectar juntos los dos cabezales (21B, 22B), una cara receptora de luz solar, una cara posterior en el lado opuesto de la cara receptora de luz solar, y material aislante térmico o espejos reflectantes situados en la cara posterior, en donde los tubos (23) receptores de calor están formados mediante la sucesiva alteración de la forma de su sección transversal de manera que haga cada tubo (23) receptor de calor en forma de cuña que resulta más estrecho desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista frontal, y como una cuña que resulta más amplia desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista lateral, y en donde el medio calefactor es hecho circular dentro de los módulos (20B).
- 10
- 15
- 20 2. Un sistema (1) de concentración de luz solar que comprende una pluralidad de heliostatos (4) y una unidad (2) receptora de calor en la cual circula un medio calefactor en donde dicho sistema (1) se configura para reflejar la luz solar de la pluralidad de heliostatos (4) a la unidad (2) receptora de calor y para extraer la energía desde el medio calefactor, caracterizado por que la unidad (2C) receptora de calor está formada mediante la combinación tridimensional de una pluralidad de módulos (20C), en la cual todos los módulos (20C) que constituyen la unidad receptora son módulos (20C) curvos, en donde cada uno de los módulos curvos (20C) comprende un cabezal superior (21C) curvo de manera que constituya una parte de un arco circular, y un cabezal inferior (22C) curvo de manera que constituya una parte de un arco circular, siendo el cabezal inferior (22C) más pequeño que el cabezal superior (21C), y una pluralidad de tubos (23) receptores de calor configurados para conectar juntos los dos cabezales (21C, 22C), una cara receptora de luz solar, una cara posterior en el lado opuesto de la cara receptora de luz solar, y material aislante térmico o espejos reflectantes situados en la cara posterior, en donde los tubos (23) receptores de calor se forman mediante la sucesiva alteración de la forma de su sección transversal de manera que haga cada tubo (23) receptor de calor en forma de cuña que resulta más estrecha desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista frontal, y como una cuña que resulta más amplia desde su parte superior hacia su parte inferior en una vista lateral, y en donde el medio calefactor es hecho circular dentro de los módulos (20C).
- 25
- 30
- 35 3. El sistema de concentración de luz solar según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad (2) receptora de calor está en forma de una pirámide truncada y formada mediante la conexión entre sí de las partes laterales de una pluralidad de módulos (20B) en forma de trapezoide.
- 40 4. El sistema de concentración de luz solar según la reivindicación 2, caracterizado por que la unidad (2) receptora de calor está en forma de un cono circular truncado y formado mediante la conexión entre sí de las partes laterales de una pluralidad de módulos (20B) curvos.
- 45 5. El sistema de concentración de luz solar según la reivindicación 3, caracterizado por que los módulos (20A) en forma de placa se apilan sobre la parte superior de la unidad (2) receptora de calor de la pirámide truncada.

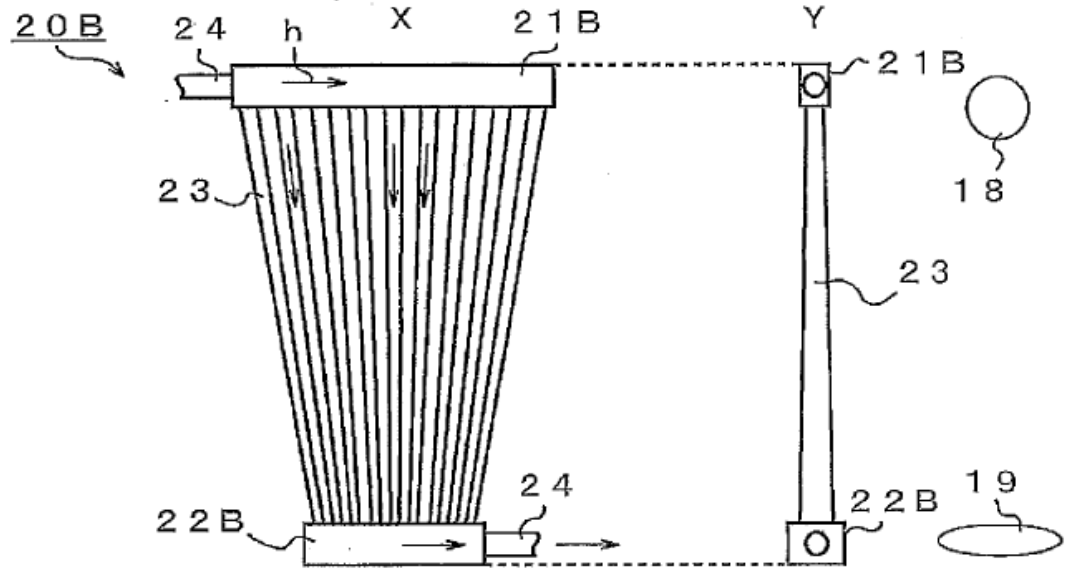
[Fig. 1]



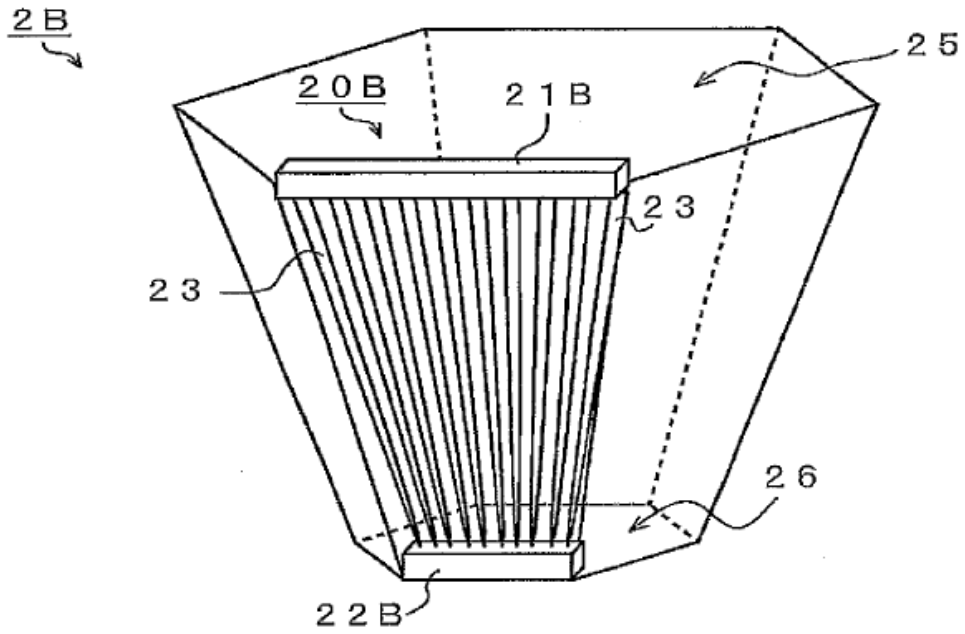
[Fig. 2]



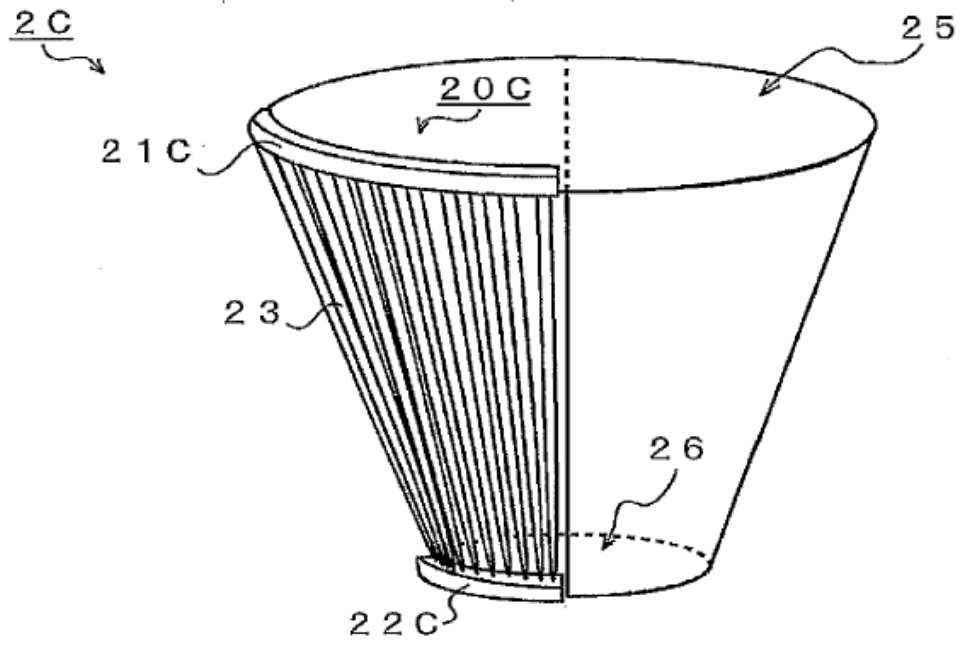
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]

