

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 583**

21 Número de solicitud: 201230045

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)

F24J 2/10 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

13.01.2012

30 Prioridad:

14.01.2011 US 13/00726

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.04.2013

71 Solicitantes:

BABCOCK POWER SERVICES INC. (100.0%)
5 Neponset Street,
01606 Worcester US

72 Inventor/es:

PLOTKIN, Andrew y
GILLUM, Craig

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

54 Título: **Caldera para un receptor solar**

57 Resumen:

Caldera para un receptor solar incluye una pluralidad de paredes de caldera dispuestas extremo con extremo rodeando un espacio interior de caldera. Cada pared incluye una pluralidad de paneles de receptor solar unos al lado de otros. Los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un circuito de vapor. La caldera incluye asimismo una pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles. Los paneles y conductos forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el circuito de vapor. En determinadas formas de realización, el circuito de vapor incluye entre dos y diez pasos, de manera inclusiva.

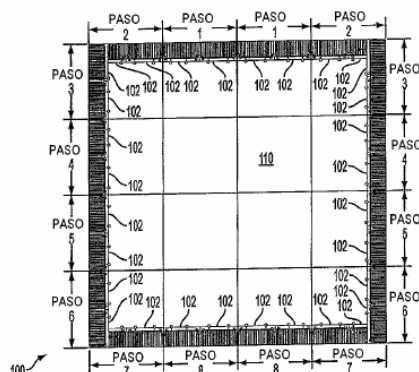


FIG. 3

DESCRIPCION

Caldera para un receptor solar

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente US nº 12/620.109 presentada el 17 de noviembre de 2009. Esta solicitud es asimismo una continuación en parte de la solicitud de patente US nº 12/547.650 presentada el 26 de agosto de 2009. Cada una de las solicitudes de patente US nº 12/620.109 y nº 12/547.650 reivindica la prioridad respecto a la solicitud provisional US nº 61/151.984, presentada el 12 de febrero de 2009, a la solicitud provisional US nº 61/152.011, presentada el 12 de febrero de 2009, a la solicitud provisional US nº 61/152.035, presentada el 12 de febrero de 2009, a la solicitud provisional US nº 61/152.049, presentada el 12 de febrero de 2009, a la solicitud provisional US nº 61/152.077, presentada el 12 de febrero de 2009, a la solicitud provisional US nº 61/152.114, presentada el 12 de febrero de 2009, y a la solicitud provisional US nº 61/152.286, presentada el 13 de febrero de 2009. Cada una de las solicitudes mencionadas anteriormente se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION**1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere una producción de potencia solar, y más particularmente, a paneles de receptor solar para su utilización en calderas solares.

2. Descripción de la técnica relacionada

La generación de potencia solar se ha considerado una fuente viable para ayudar a satisfacer las necesidades de energía en un momento de concienciación creciente de los aspectos medioambientales de producción de potencia. La producción de energía solar depende principalmente de la capacidad de captar y convertir la energía disponible gratuitamente del sol y puede producirse con muy poco impacto en el medio ambiente. La potencia solar puede producirse sin crear residuos radioactivos como en la producción de potencia nuclear, y sin producir emisiones contaminantes que incluyen gases de efecto invernadero como en la producción de potencia a partir de combustibles fósiles. La producción de potencia solar es independiente de la fluctuación de los costes de combustible y no consume recursos no renovables.

Los generadores de potencia solar utilizan generalmente campos de espejos controlados, llamados heliostatos, para recoger y concentrar la luz solar en un receptor para proporcionar una fuente de calor para la producción de potencia. Un receptor solar adopta normalmente la forma de un panel de tubos que transportan un fluido de trabajo a través de ellos. Los generadores solar anteriores han utilizado fluidos de trabajo tales como sal fundida porque presenta la capacidad de almacenar energía, permitiendo la generación de potencia cuando no existe o existe poca radiación solar. Los fluidos de trabajo calientes se transportan normalmente a un intercambiador de calor en el que liberan calor en un segundo fluido de trabajo tal como aire, agua, o vapor. La potencia se genera moviendo el aire caliente o vapor a través de una turbina que acciona un generador eléctrico.

Más recientemente, se ha determinado que la producción solar puede aumentarse y simplificarse utilizando agua/vapor como único fluido de trabajo en un receptor que es una caldera. Esto puede eliminar la necesidad de un intercambiador de calor ineficaz entre dos fluidos de trabajo diferentes. Este desarrollo ha conllevado nuevos desafíos en el procesamiento del intenso calor solar sin dañar al sistema. En una caldera solar, las tasas de transferencia de calor pueden alcanzar niveles de aproximadamente 2-3 veces la tasa de transferencia de calor de una caldera de encendido con combustibles fósiles típica. Esta alta tasa de transferencia de calor intensifica los problemas relacionados con el mantenimiento de calentamiento y distribución de flujo uniformes a través de los diseños de paneles de caldera conocidos. Si el flujo a través de una parte de un panel de receptor es insuficiente cuando se utiliza agua/vapor como fluido de trabajo, puede producirse sobrecalentamiento para esa parte de panel. Dicho sobrecalentamiento puede dar como resultado el daño o la avería del panel y los tubos que los constituyen si se permite que las temperaturas resulten elevadas.

En comparación con las calderas de encendido con combustible típicas, las calderas solares presentan entradas de calor muy variables debido a los cambios en la radiación solar incidente. En una caldera típica el gas de combustión alrededor de cualquier sección de tubo dada se encuentra casi a la misma temperatura, lo que significa que los tubos absorben relativamente cantidades similares de energía independientemente de su ubicación. Las calderas solares, sin embargo, presentan entrada de calor que puede variar hasta un 50% en un área relativamente pequeña. En las calderas solares constituidas por sólo unos cuantos tubos que se doblan alrededor de la estructura entera, como en las calderas de encendido con combustible tradicionales, el fluido de los tubos sale a temperaturas muy diferentes que crean temperaturas de metal y temperaturas de vapor problemáticas. Este problema aumenta con el tamaño de la caldera, es decir, cuanto más grande es la caldera, mayor es el desequilibrio de temperatura. Esto es así especialmente sobre un panel o paso de caldera solar que es muy amplio o presenta un área más grande, porque el flujo de calor es muy poco uniforme y puede crear grandes diferencias de temperatura en los tubos.

Aunque los sistemas de producción de potencia solar conocidos se han considerado generalmente satisfactorios para los fines para los que están previstos, sigue existiendo la necesidad en la técnica de receptores solares que pueden mejorar la distribución del flujo de calor y de fluido. También sigue existiendo la necesidad en la técnica de receptores solares de fabricación y de utilización fáciles. La presente invención proporciona una solución a estos problemas.

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención objeto se refiere a una caldera nueva y útil para un receptor solar. Una pluralidad de paredes de caldera dispuestas extremo con extremo rodea un espacio interior de caldera. Cada pared incluye una pluralidad de paneles de receptor solar unos al lado de otros. Los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un circuito de vapor. La caldera también incluye una pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles. Los paneles y conductos forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el circuito de vapor.

En determinadas formas de realización, el circuito de vapor incluye entre dos y diez pasos, de manera inclusiva. El circuito de vapor puede incluir cuatro pasos y cada paso puede incluir un par de paneles paralelos, en el que los paneles de cada par de paneles paralelos son sustancialmente coplanarios. También se contempla que cada paso pueda incluir cuatro paneles paralelos o cualquier otro número adecuado de paneles paralelos. El circuito de vapor puede incluir seis pasos y cada paso puede incluir un par de paneles paralelos, en el que por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que son sustancialmente coplanarios, y por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que están orientados formando un ángulo unos con respecto a otros para formar una esquina de pared de caldera. También se contempla que el circuito de vapor pueda incluir ocho pasos.

Según determinadas formas de realización, una primera parte de los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un primer circuito de vapor o subcircuito, y una segunda parte de los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un segundo circuito de vapor o subcircuito. La caldera incluye una primera pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del primer circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles del primer circuito de vapor, en la que los paneles y conductos del primer circuito de vapor forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el primer circuito de vapor. La caldera también incluye una segunda pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del segundo circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles del segundo circuito de vapor, en la que los paneles y conductos del segundo circuito de vapor forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el segundo circuito de vapor.

Se contempla que en determinadas formas de realización, por lo menos uno de los conductos es un conducto de cruce que forma una parte del circuito de vapor y que conecta de manera fluidica los paneles en una primera de las paredes de caldera a paneles en una segunda de las paredes de caldera opuesta a la primera de las paredes de caldera. El circuito de vapor puede incluir cuatro pasos de paneles de receptor solar con un primer conducto de conector que conecta de manera fluidica un primer paso de paneles con un segundo paso de paneles, con un segundo conducto de conector que conecta de manera fluidica un tercer paso de paneles con un cuarto paso de paneles, y con el conducto de cruce que conecta de manera fluidica el segundo paso de paneles con el tercer paso de paneles. Los primer y cuarto pasos de paneles pueden estar en paredes de caldera opuestas entre sí, y los segundo y tercer pasos de paneles pueden estar en paredes de caldera opuestas entre sí. También se contempla que cada paso de paneles pueda estar en una pared de caldera separada.

Estas y otras características de los sistemas y procedimientos de la invención objeto serán más fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la descripción detallada siguiente de las formas de realización preferidas haciendo referencia a los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para que los expertos en la materia a los que se refiere la invención objeto entiendan fácilmente cómo fabricar y utilizar los dispositivos y procedimientos de la invención objeto sin excesiva experimentación, se describirán sus formas de realización preferidas de la misma en detalle en la presente memoria haciendo referencia a determinadas figuras, en las que:

la figura 1 es una vista en alzado lateral de un panel de caldera solar a título de ejemplo construido según la presente invención, que muestra la configuración plana de los tubos de caldera;

la figura 2 es una vista en alzado interior del panel de caldera solar de la figura 1, que muestra la configuración plana de los tubos de caldera;

la figura 3 es una vista en planta parcial de una forma de realización a título de ejemplo de una caldera solar construida según la presente invención, que muestra cuatro paredes de caldera que presentan cada una ocho paneles de caldera solar tal como los mostrados en las figuras 1 y 2, dispuestos unos al lado de otros;

la figura 4 es una vista esquemática de la caldera solar de la figura 3, que muestra esquemáticamente dos

subcircuitos de vapor con ocho pasos cada uno, así como la colocación de varias estaciones de pulverización para su utilización para controlar las temperaturas de los paneles de receptor;

5 la figura 5 es una vista en sección transversal esquemática en planta de la caldera solar de la figura 3, que muestra las ubicaciones de los ocho pasos en uno de los dos subcircuitos de vapor, y que muestran componentes en el espacio interior de caldera;

la figura 6 es una vista esquemática parcial de otra forma de realización a título de ejemplo de una caldera solar construida según la presente invención, que muestra esquemáticamente una disposición de panel de cuatro pasos cruzados de dos subcircuitos en un circuito de vapor;

10 la figura 7 es una vista en sección transversal esquemática en planta de la caldera solar de la figura 6, que muestra las ubicaciones de los cuatro pasos del primer subcircuito del circuito de vapor;

la figura 8 es una vista en sección transversal esquemática en planta de la caldera solar de la figura 7, que muestra las ubicaciones de los cuatro pasos del segundo subcircuito del circuito de vapor;

15 la figura 9 es una vista en planta parcial de otra forma de realización ejemplificativa de una caldera solar construida según la presente invención, que muestra los paneles de dos subcircuitos de vapor, que presentan cada uno seis pasos; y

la figura 10 es una vista en perspectiva esquemática de una forma de realización ejemplificativa de una caldera solar construida según la presente invención, que muestra la configuración de apilamiento de una sección de generador de vapor, una sección de supercalentador, y una sección de recalentador en la que cuatro paredes de caldera rodean un espacio interior de caldera.

20 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS**

Se hará referencia a continuación a los dibujos en los que números de referencia similares identifican características o aspectos estructurales similares de la invención objeto. A título explicativo e ilustrativo, y no limitativo, en la figura 1 se muestra una vista parcial de una forma de realización ejemplificativa de una caldera según la invención y se designa generalmente mediante el número de referencia 100. Otras formas de realización de calderas solares según la invención, o aspectos de las mismas, se proporcionan en las figuras 2 a 10, tal como se describirá. Los sistemas y procedimientos de la invención pueden utilizarse para mejorar el control de la temperatura del vapor de la caldera, por ejemplo en la generación de potencia solar.

30 Las calderas de encendido con combustible generalmente presentan las fases separadas de supercalentadores y/o recalentadores, habitualmente denominadas fases de “baja temperatura” y “alta temperatura”. Cada fase, o paso, presenta condiciones de fluido relativamente uniformes. Es decir, cada tubo de la caldera que constituye un paso presenta fluido a la misma temperatura y presión (sin considerar pequeñas variaciones debidas a desequilibrio de temperatura y flujo).

35 Una caldera de encendido con combustible típica se segrega en pasos por varios motivos. En primer lugar, mezclar el fluido en el extremo de cada paso permite mezclar cualquier desequilibrio de temperatura y crear una temperatura uniforme. Esto es importante porque cada tubo en un paso no presenta la misma longitud y no se calienta igual, por tanto algunos tubos en un paso pueden terminar más calientes o más fríos que las especificaciones de diseño. Otro motivo para separar las secciones es permitir la atemperación de todo el flujo de vapor entre secciones, lo que permite el control de la temperatura del vapor respecto a una condición establecida.

40 Únicamente son necesarias unas pocas fases en una caldera de encendido con combustible típica porque el calentamiento en cada paso es relativamente uniforme, y los tubos pueden doblarse muchas veces para permitir la cantidad apropiada de superficie de calentamiento. Esto es posible debido a que la mayoría de los tubos en una caldera de encendido con combustible típica transfieren el calor por convección. Las moléculas calientes que constituyen el gas de combustión se mueven desde la zona de combustión, el área más caliente de la caldera, y transportan energía a través de la caldera alrededor de los tubos de los pasos de transferencia de calor convectiva. 45 La transferencia de calor convectiva funciona alrededor de toda la circunferencia del tubo, por tanto haciendo que toda la superficie del tubo sea un área de transferencia de calor eficaz, porque el gas de combustión fluye fácilmente a través de los espacios entre y alrededor de los tubos. Esto significa que pueden disponerse muchos tubos alineados entres sí, llenando el espacio de caldera tridimensional con tubos, y aún puede ser eficaz para transferir calor desde el gas de combustión hasta el vapor contenido dentro de los tubos.

50 En una caldera solar, sin embargo, el mecanismo de transferencia de calor es a través de radiación solar. Con el fin de transferir calor por radiación, la superficie del tubo tiene que exponerse directamente a la fuente de calor. Con el fin de que un tubo de caldera solar sea eficaz para transferir calor, los tubos deben exponerse directamente, por ejemplo, presentar una línea de visión, a la radiación electromagnética procedente del sol. Los espejos de heliostato que rodean una caldera solar sirven para captar la radiación incidente de una gran área y 55 hacerla converger a los tubos de transferencia de calor. Sólo la parte del tubo que está expuesta a esta luz solar reflejada constituye una superficie de transferencia de calor eficaz, por tanto en una caldera solar sólo

aproximadamente la mitad de cada tubo es eficaz porque la parte inactiva permanece a la sombra del propio tubo de caldera. El área eficaz real es normalmente justo inferior a la mitad de cada tubo debido a los efectos de sombreado de los tubos cercanos.

5 Otra distinción importante de las calderas solares es que sólo puede existir una fila activa de tubos, puesto que las filas adicionales de tubos en línea detrás de la fila activa resultarían bloqueadas o a la sombra de la fila activa de tubos y por tanto serían ineficaces. Esto significa que con el fin de aumentar la transferencia de calor beneficiosa, los tubos de caldera solar deben formar un plano, en lugar de doblarse para tener la forma sobresaliente tradicional de los tubos de caldera de encendido con combustible.

10 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se muestran vistas en alzado lateral e interior, respectivamente, de un panel de caldera solar 102 de una caldera solar 100 construida según la presente invención. El panel de caldera 102 presenta una pluralidad de tubos que conectan de manera fluidica un colector de entrada 113 a un colector de salida 104. Los tubos del panel de caldera 102 forman una superficie de receptor solar plana 107 y una superficie interna opuesta 108. La superficie de receptor exterior 107 recibe energía solar, por ejemplo, desde un campo de heliostatos, tal como se indica mediante la flecha en la figura 1. Tal como se muestra en la figura 3, en la caldera 15 100, ocho paneles 102 están dispuestos extremo con extremo para formar cada pared de caldera, y cuatro paredes de caldera están dispuestas para encerrar un espacio interior 110 de la caldera 100. Puesto que las paredes y paneles están situados muy próximos unos al lado de otros, la radiación solar resulta bloqueada y no puede alcanzar el espacio interior 110.

20 Con esta configuración plana, de una única fila de tubos de caldera solar, la caldera debería ser muy alta y los tubos lo suficientemente largos con el fin de transferir suficiente calor a una única fila de tubos para alcanzar las temperaturas de vapor necesarias en una única fase tal como un supercalentador o recalentador de un paso. En la caldera 100, los tubos dentro de cada fase se dividen además ventajosamente en múltiples pasos.

25 Haciendo referencia a continuación a la figura 4, las conexiones entre los paneles 102 se muestran esquemáticamente. Los paneles 102 están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un circuito de vapor que discurre desde el tambor 106 hasta un conducto de salida 108, lo que conduce, por ejemplo, a una turbina de vapor para producción de potencia. Una pluralidad de conductos 112, que forman cada uno una parte del circuito de vapor, se conectan de manera fluidica entre los paneles 102 respectivos, de manera que los paneles 102 y los conductos 112 formen ocho pasos de transferencia de calor en el circuito de vapor. Cada paso incluye dos paneles 30 paralelos 102. El circuito de vapor incluye dos subcircuitos, concretamente el subcircuito este 114, que es el subcircuito superior según se orienta en la figura 4, y el subcircuito oeste 116, que es el subcircuito inferior según se orienta en la figura 4. La figura 5 muestra la disposición de los paneles 102 rodeando el espacio interior 110 con conductos 112 y otros componentes en el mismo.

35 Los expertos en la materia apreciarán fácilmente que los puntos cardinales proporcionados anteriormente y en la figura 4 resultan únicamente ejemplificativos, y que puede utilizarse cualquier orientación adecuada sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Es ventajoso presentar los primeros pasos después del tambor 106, que reciben vapor relativamente frío, orientados al norte si la ubicación está en el hemisferio norte, puesto que los heliostatos al norte de la caldera 100 proporcionarán radiación más directa desde el sol del sur que los heliostatos al sur de la caldera 100, que calientan los últimos pasos que presentan el vapor más caliente. Están previstas cuatro estaciones de atemperación por pulverización 110a, 110b, 110c, y 110d en cuatro conductos 112 respectivos para 40 mantener controladas las temperaturas en los quinto a octavo pasos de cada subcircuito.

Haciendo referencia a continuación a la figura 6, se muestra esquemáticamente otra forma de realización ejemplificativa de una caldera solar 200 según la invención. La caldera 200 incluye un circuito de vapor que discurre desde un tambor 206 a través de los paneles 202 hasta un conducto de salida 208 que conduce a una turbina, por ejemplo, y que presenta estaciones de atemperación por pulverización 210a, 210b, 210c, y 210d similar a lo descrito 45 anteriormente. El circuito de vapor incluye dos subcircuitos, incluyendo cada subcircuito cuatro pasos que presentan cada uno cuatro paneles coplanarios, paralelos 202. Los primer y segundo pasos de cada subcircuito están conectados en serie mediante un conducto 212 respectivo, tal como los tercer y cuarto pasos de cada subcircuito. Los segundo y tercer pasos de cada subcircuito están conectados en serie mediante un conducto de cruce 250, 252 respectivo que conduce a lados opuestos de la caldera 200 de modo que cada circuito incluye un paso en cada uno 50 de los cuatro lados de la caldera 200, por ejemplo, un primer paso en el norte, un paso en el oeste, un paso en el este, y un cuarto paso en el sur. La figura 7 muestra las ubicaciones del primer paso 230, el segundo paso 232, el tercer paso 234, y el cuarto paso 236 del primer subcircuito. La figura 8 muestra las ubicaciones del primer paso 240, el segundo paso 242, el tercer paso 244, y el cuarto paso 246 del segundo subcircuito. Una ventaja de esta configuración de cruce es que cada subcircuito recibe calor sustancialmente igual independientemente de la 55 ubicación del sol en el cielo (es decir, antes o después del mediodía), puesto que cada subcircuito incluye paneles en los cuatro lados de la caldera 200.

Haciendo referencia a continuación a la figura 9, se muestra la parte de panel de otra forma de realización ejemplificativa de una caldera solar 300 según la invención en la que el circuito de vapor incluye dos subcircuitos que presentan cada uno seis pasos. La caldera 300 incluye cuatro paredes de paneles 302 que rodean un espacio interior de caldera 310, similar a lo descrito anteriormente. Cada una de las cuatro paredes incluye seis paneles 302. 60

Cada paso incluye dos paneles paralelos 302, y para los primer, tercer, cuarto y sexto pasos de cada subcircuito, los dos paneles 302 de cada paso están dispuestos coplanarios entre sí. Tal como se muestra en la figura 9, los dos paneles 302 de los segundo y quinto pasos de cada subcircuito son perpendiculares entre sí para formar una esquina de la caldera 300.

Las formas de realización ejemplificativas descritas anteriormente presentan cuatro, seis, u ocho pasos en dos subcircuitos. Los expertos en la materia apreciarán fácilmente que puede utilizarse cualquier número adecuado de subcircuitos y pasos sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Se contempla que las ventajas descritas en la presente memoria pueden alcanzarse utilizando entre dos y diez pasos, de manera inclusiva, dependiendo de la aplicación específica. Las consideraciones al seleccionar un número adecuado de pasos incluyen la caída de presión, el aumento de temperatura de vapor total (es decir, la temperatura del vapor princippor lo menos la temperatura del tambor, donde más pasos son apropiados para mayores aumentos de temperatura), y la distribución del flujo de calor. La utilización de múltiples pasos de transferencia de calor reduce el desequilibrio de temperatura, proporciona temperaturas de vapor apropiadas, y logra niveles deseables de caída de presión. Si se producen grandes variaciones en la temperatura de vapor en los tubos de los paneles de caldera, el intervalo corto entre los pasos permite el mezclado que iguala las temperaturas.

Haciendo referencia a la figura 10, las configuraciones de múltiples pasos descritas anteriormente también pueden utilizarse en fases. Por ejemplo, la caldera solar 100 incluye un generador 162 de vapor de un paso, un supercalentador 160 de ocho pasos configurados tal como se muestra en la figura 3 para suministrar una fase de turbina de presión alta, y un recalentador 164 de ocho pasos, configurado de manera similar al supercalentador 160, para suministrar una fase de turbina de presión intermedia/baja. El recalentador 164, el generador 162 de vapor, y el supercalentador 160 están apilados y alineados tal como se muestra en la figura 10 con el recalentador 164 en la parte inferior, el generador 162 de vapor en el medio, y el supercalentador 160 en la parte superior. Con los paneles de caldera solar individuales 102 (no identificados en la figura 10, pero véase la figura 3) en alineación próxima entre sí tanto de manera horizontal como vertical, las superficies colectivas de los paneles crean cuatro superficies de receptor sustancialmente macizas para recibir radiación solar desde heliostatos en los cuatro lados de la caldera 100. Las paredes pueden estar dispuestas orientadas hacia el norte, este, sur y oeste respectivamente, por ejemplo, y la caldera 100 puede colocarse en la parte superior de una torre de receptor central en un campo de heliostatos. Con una configuración de receptor de este tipo, un campo de heliostatos puede rodear la caldera 100 desde todos los puntos cardinales para suministrar radiación para calentar el fluido de trabajo. Algunos o todos los componentes restantes del sistema 100 pueden protegerse de los heliostatos dentro del espacio interior 110 de la caldera solar 100, o pueden ubicarse en otro lugar en la torre de caldera solar o en el suelo.

Los procedimientos y sistemas de la presente invención, tal como se han descrito anteriormente y tal como se muestran en los dibujos proporcionan calderas solares con circuitos de vapor que presentan múltiples pasos. Esto proporciona una capacidad mejorada para controlar el panel de caldera y la temperatura de vapor dentro de límites seguros y eficaces. Esto también reduce el desequilibrio de temperatura, proporciona temperaturas de vapor apropiadas, y logra niveles deseables de caída de presión. Aunque se han mostrado y descrito el aparato y los procedimientos de la invención objeto haciendo referencia a las formas de realización preferidas, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que pueden introducirse cambios y/o modificaciones a la misma sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Caldera para un receptor solar caracterizada porque comprende:
 - a) una pluralidad de paredes de caldera dispuestas extremo con extremo rodeando un espacio interior de caldera, incluyendo cada pared una pluralidad de paneles de receptor solar unos al lado de otros, en la que los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un circuito de vapor; y
 - b) una pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles, en la que los paneles y conductos forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el circuito de vapor.
2. Caldera según la reivindicación 1, caracterizada porque el circuito de vapor incluye entre dos y diez pasos, de manera inclusiva.
3. Caldera según la reivindicación 1, caracterizada porque el circuito de vapor incluye cuatro pasos.
4. Caldera según la reivindicación 3, caracterizada porque cada paso incluye cuatro paneles paralelos, en la que los paneles son sustancialmente coplanarios.
5. Caldera según la reivindicación 1, caracterizada porque el circuito de vapor incluye seis pasos.
6. Caldera según la reivindicación 5, caracterizada porque cada paso incluye un par de paneles paralelos, en la que por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que son sustancialmente coplanarios, y por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que están orientados en un ángulo unos con respecto a otros para formar una esquina de pared de caldera.
7. Caldera según la reivindicación 1, caracterizada porque el circuito de vapor incluye ocho pasos.
8. Caldera para un receptor solar caracterizada porque comprende:
 - a) una pluralidad de paredes de caldera dispuestas extremo con extremo rodeando un espacio interior de caldera, incluyendo cada pared una pluralidad de paneles de receptor solar unos al lado de otros, en la que una primera parte de los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un primer circuito de vapor, y en la que una segunda parte de los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un segundo circuito de vapor;
 - b) una primera pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del primer circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles del primer circuito de vapor, en la que los paneles y conductos del primer circuito de vapor forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el primer circuito de vapor; y
 - c) una segunda pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del segundo circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles del segundo circuito de vapor, en la que los paneles y conductos del segundo circuito de vapor forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el segundo circuito de vapor.
9. Caldera según la reivindicación 8, caracterizada porque cada circuito de vapor incluye entre dos y diez pasos, de manera inclusiva.
10. Caldera según la reivindicación 8, caracterizada porque cada circuito de vapor incluye cuatro pasos.
11. Caldera según la reivindicación 10, caracterizada porque cada paso incluye cuatro paneles paralelos, en la que los paneles de cada paso son sustancialmente coplanarios.
12. Caldera según la reivindicación 8, caracterizada porque cada circuito de vapor incluye seis pasos.
13. Caldera según la reivindicación 12, caracterizada porque cada paso incluye un par de paneles paralelos, en la que por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que son sustancialmente coplanarios, y por lo menos algunos de los pares de paneles paralelos incluyen paneles que están orientados en un ángulo unos con respecto a otros para formar una esquina de pared de caldera.
14. Caldera según la reivindicación 8, caracterizada porque cada circuito de vapor incluye ocho pasos.
15. Caldera para un receptor solar caracterizada porque comprende:
 - a) una pluralidad de paredes de caldera dispuestos extremo con extremo rodeando un espacio interior de caldera, incluyendo cada pared de caldera una pluralidad de paneles de receptor solar unos al lado de otros, en la que los paneles están conectados de manera fluidica entre sí por medio de un circuito de vapor; y

- 5 b) una pluralidad de conductos que forman cada uno una parte del circuito de vapor que conecta de manera fluidica los paneles, en la que los paneles y conductos forman una pluralidad de pasos de transferencia de calor en el circuito de vapor, y en la que por lo menos uno de los conductos es un conducto de cruce que forma una parte del circuito de vapor y que conecta de manera fluidica los paneles en una primera de las paredes de caldera a los paneles en una segunda de las paredes de caldera opuestas a la primera de las paredes de caldera.
16. Caldera según la reivindicación 15, caracterizada porque el circuito de vapor incluye entre dos y diez pasos, de manera inclusiva.
- 10 17. Caldera según la reivindicación 15, caracterizada porque el circuito de vapor incluye cuatro pasos de paneles de receptor solar con un primer conducto de conector que conecta de manera fluidica un primer paso de paneles con un segundo paso de paneles, con un segundo conducto de conector que conecta de manera fluidica un tercer paso de paneles con un cuarto paso de paneles, y con el conducto de cruce que conecta de manera fluidica el segundo paso de paneles con el tercer paso de paneles.
- 15 18. Caldera según la reivindicación 17, caracterizada porque los primer y cuarto pasos de paneles están en paredes de caldera opuestas entre sí, y en la que los segundo y tercer pasos de paneles están sobre las paredes de caldera opuestas entre sí.
19. Caldera según la reivindicación 15, caracterizada porque cada paso de paneles está sobre una pared de caldera separada.
- 20 20. Caldera según la reivindicación 15, caracterizada porque el circuito de vapor incluye seis pasos, y en la que por lo menos un paso incluye un par de paneles paralelos orientados en un ángulo para formar una esquina de pared de caldera.
21. Caldera según la reivindicación 15, caracterizada porque el circuito de vapor incluye ocho pasos.

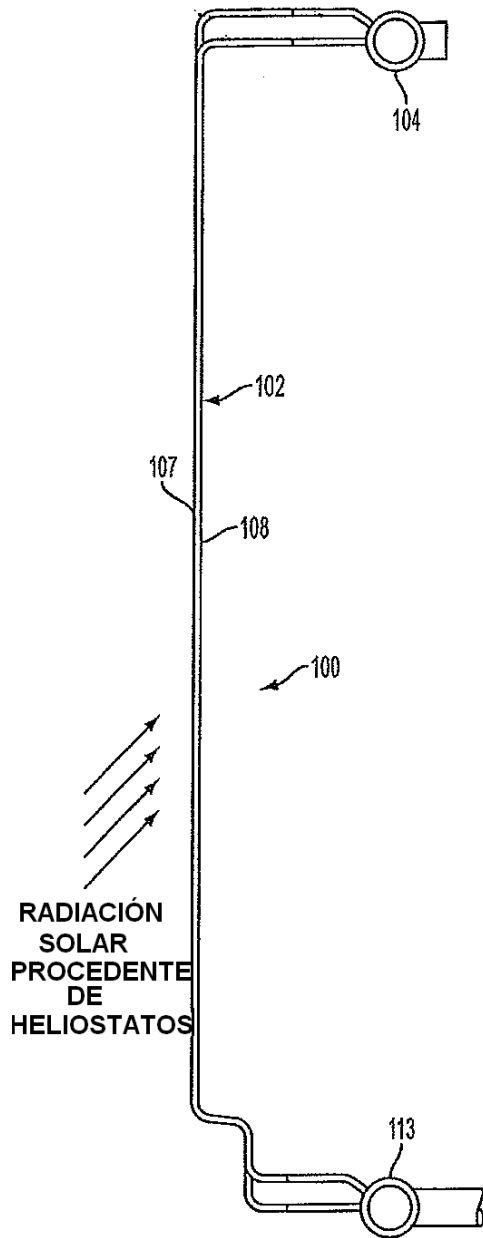


FIG. 1

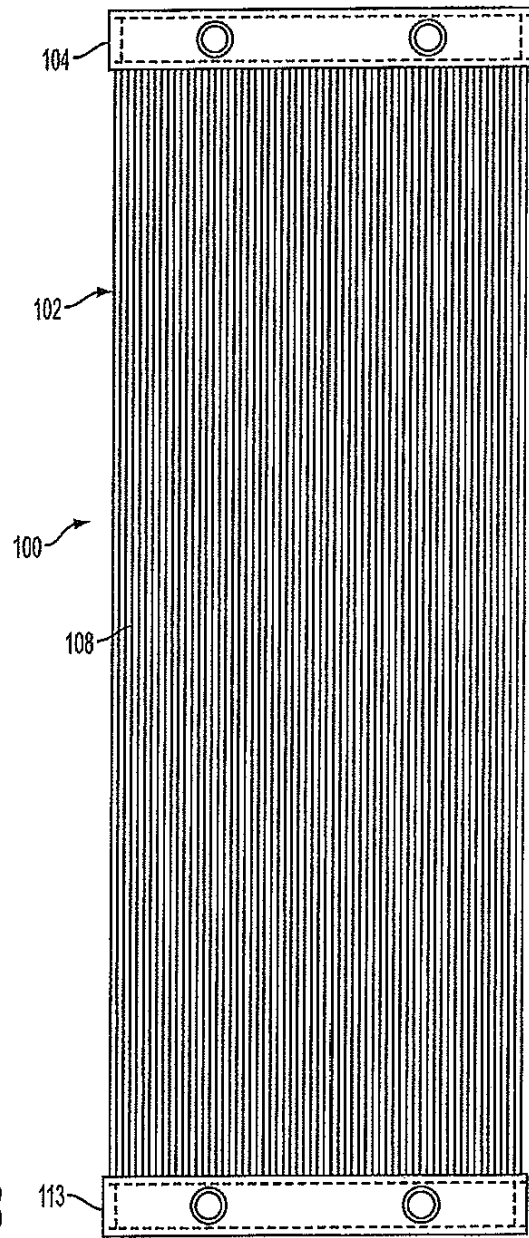


FIG. 2

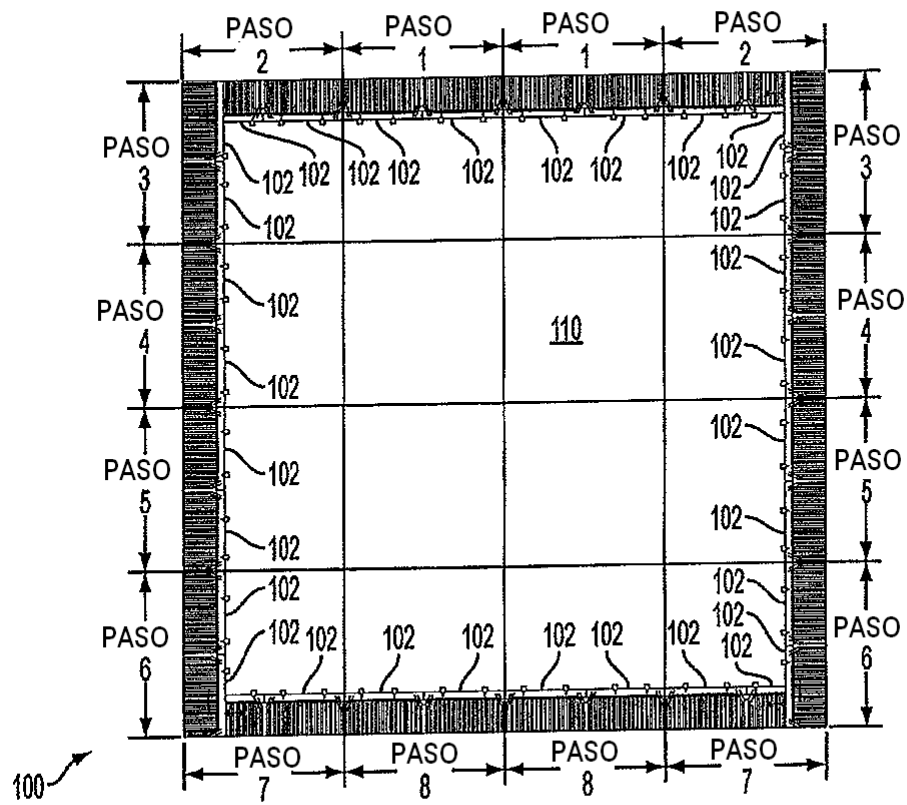


FIG. 3

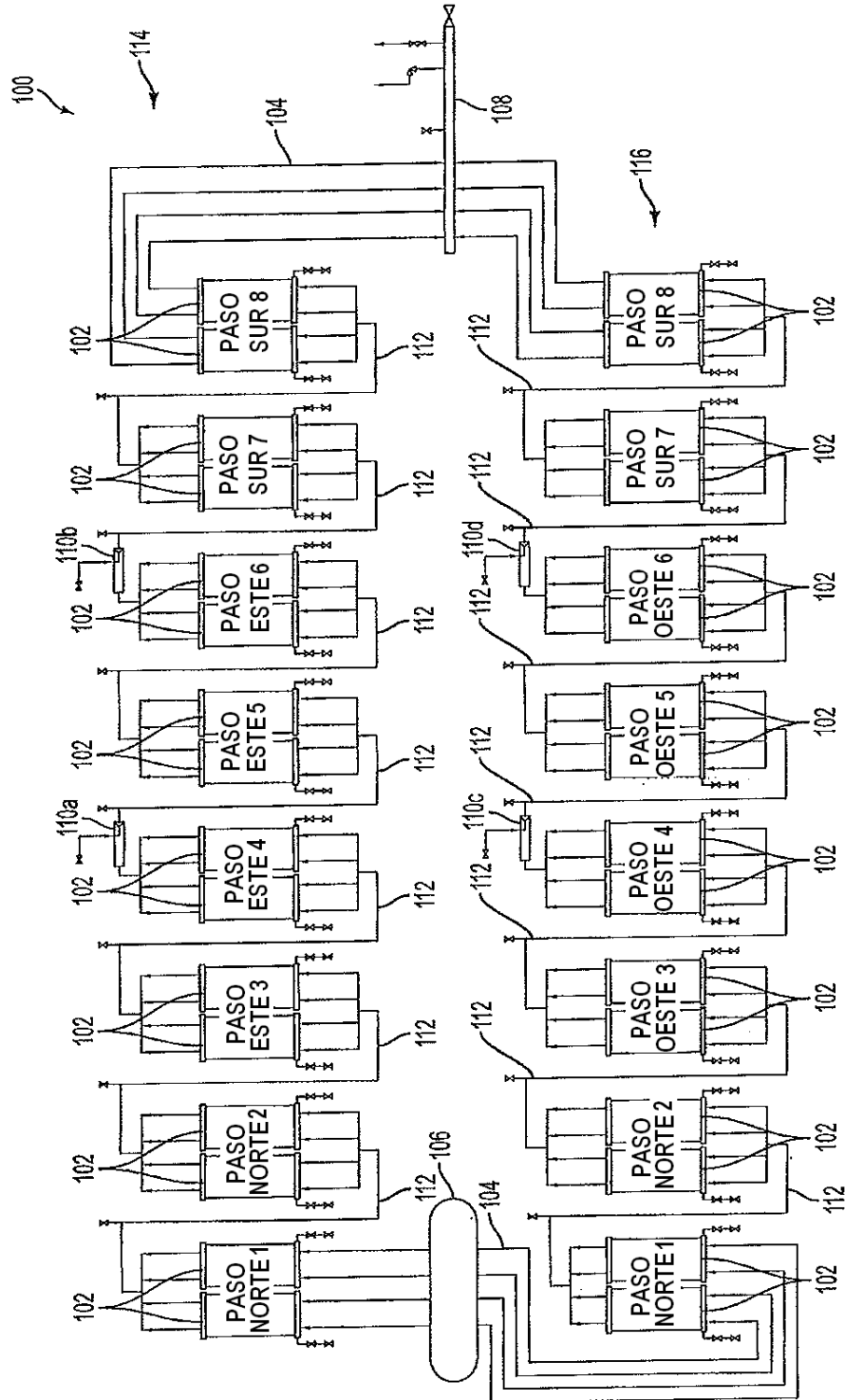


FIG. 4

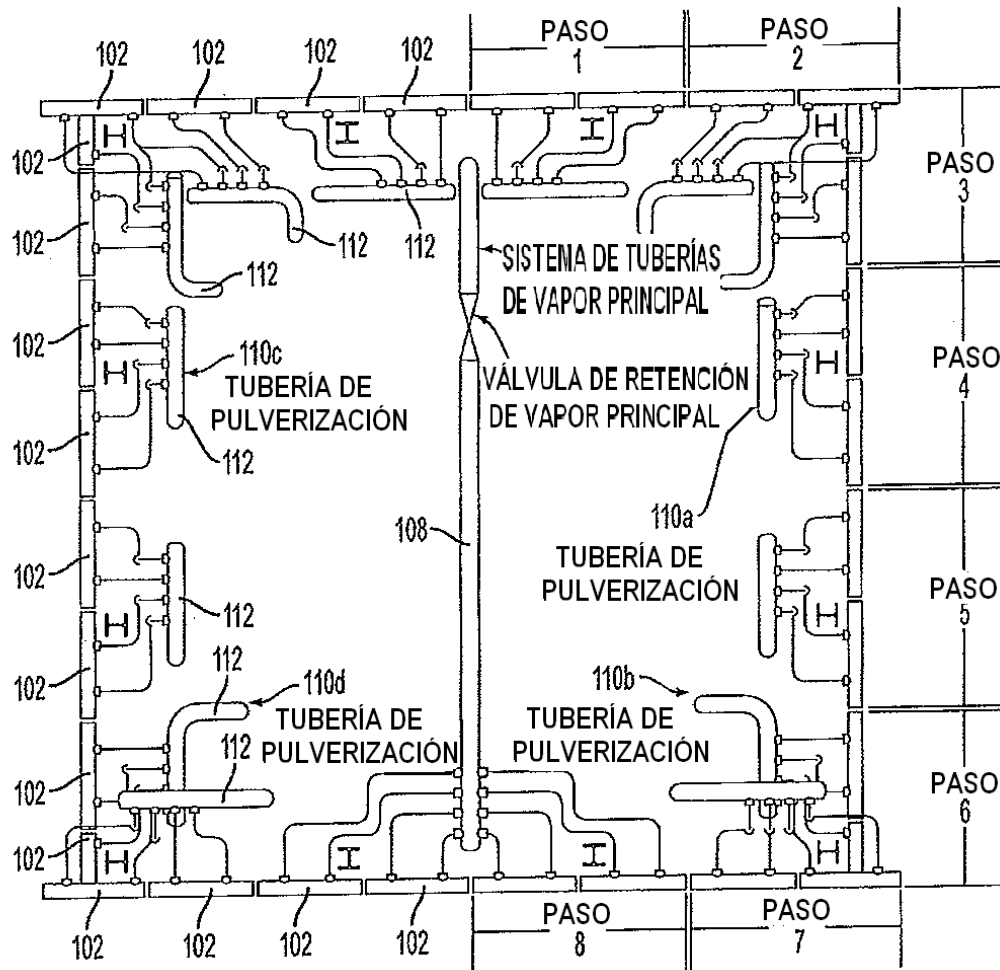


FIG. 5

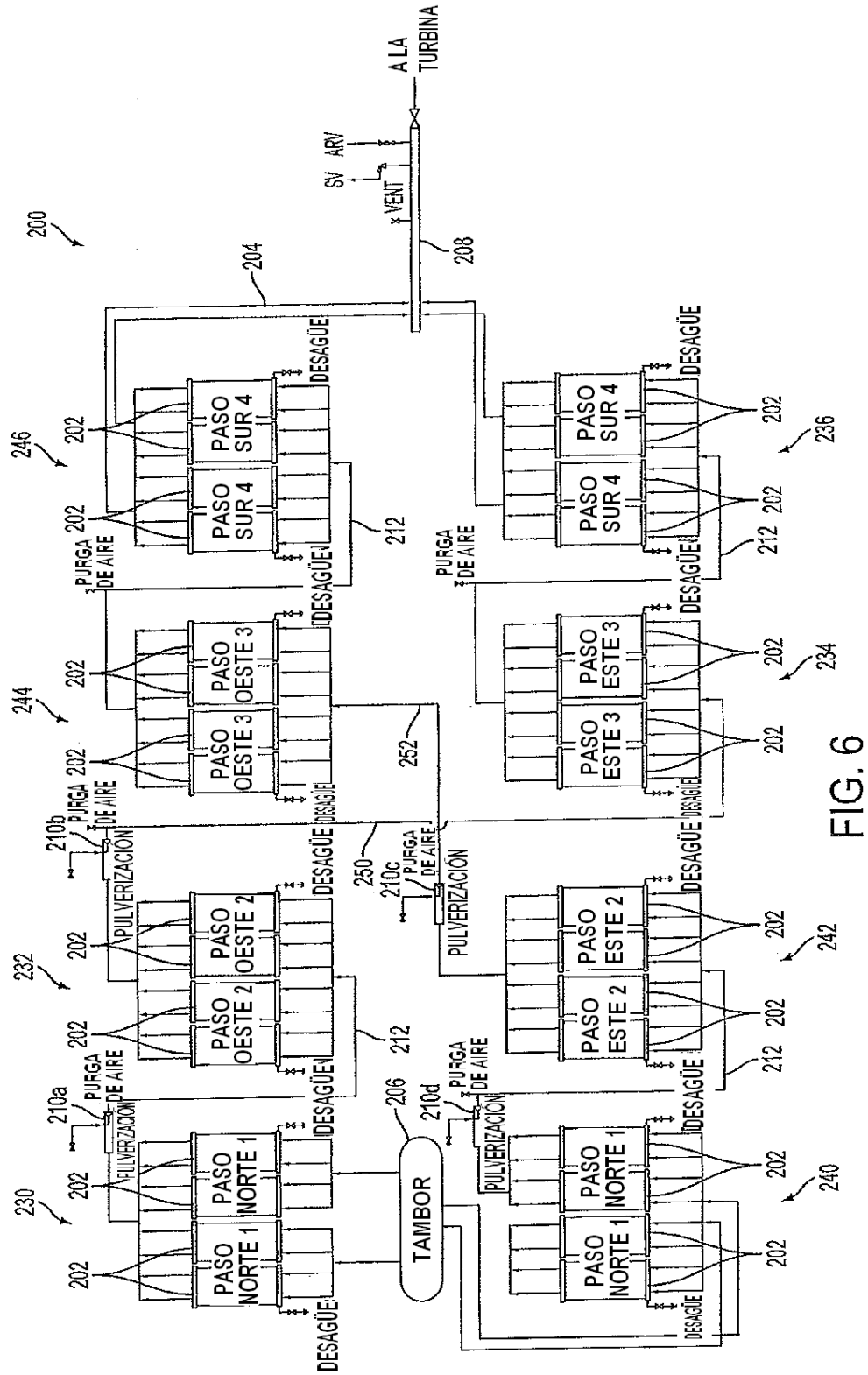


FIG. 6

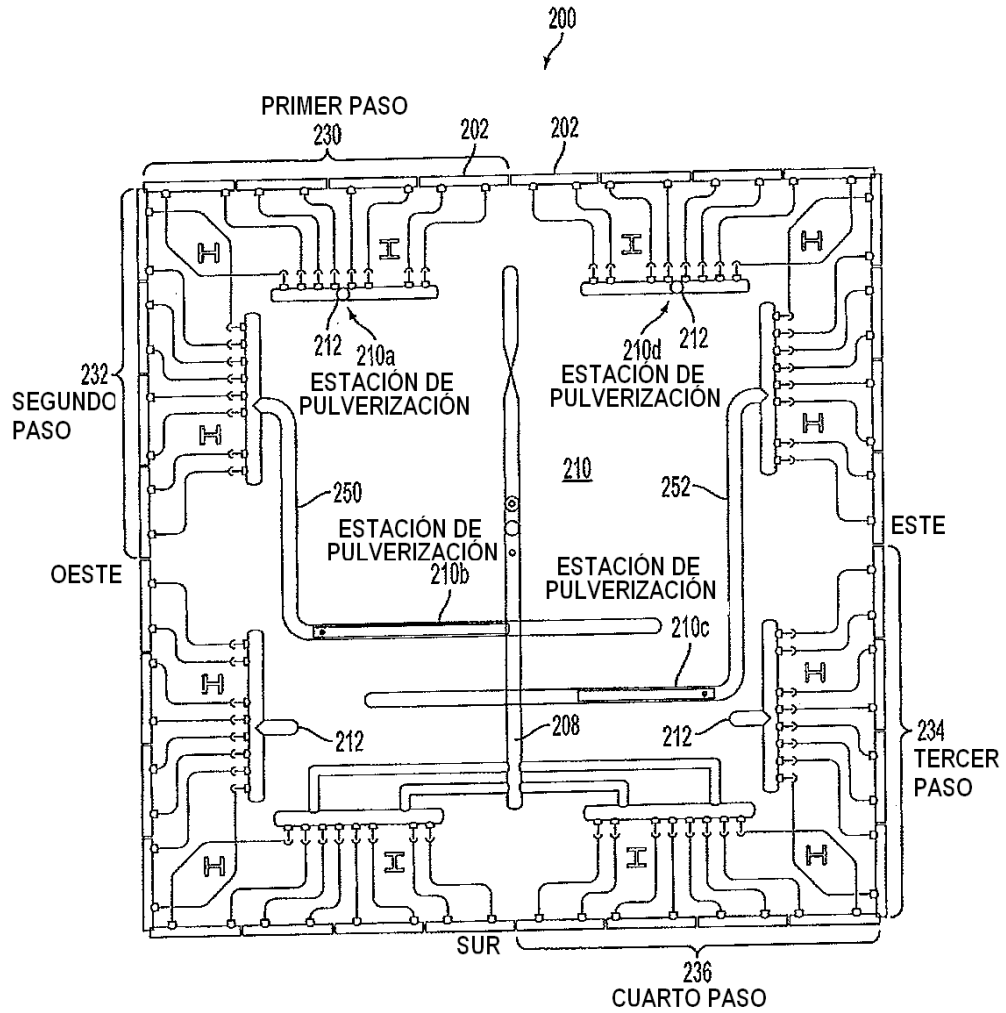


FIG. 7

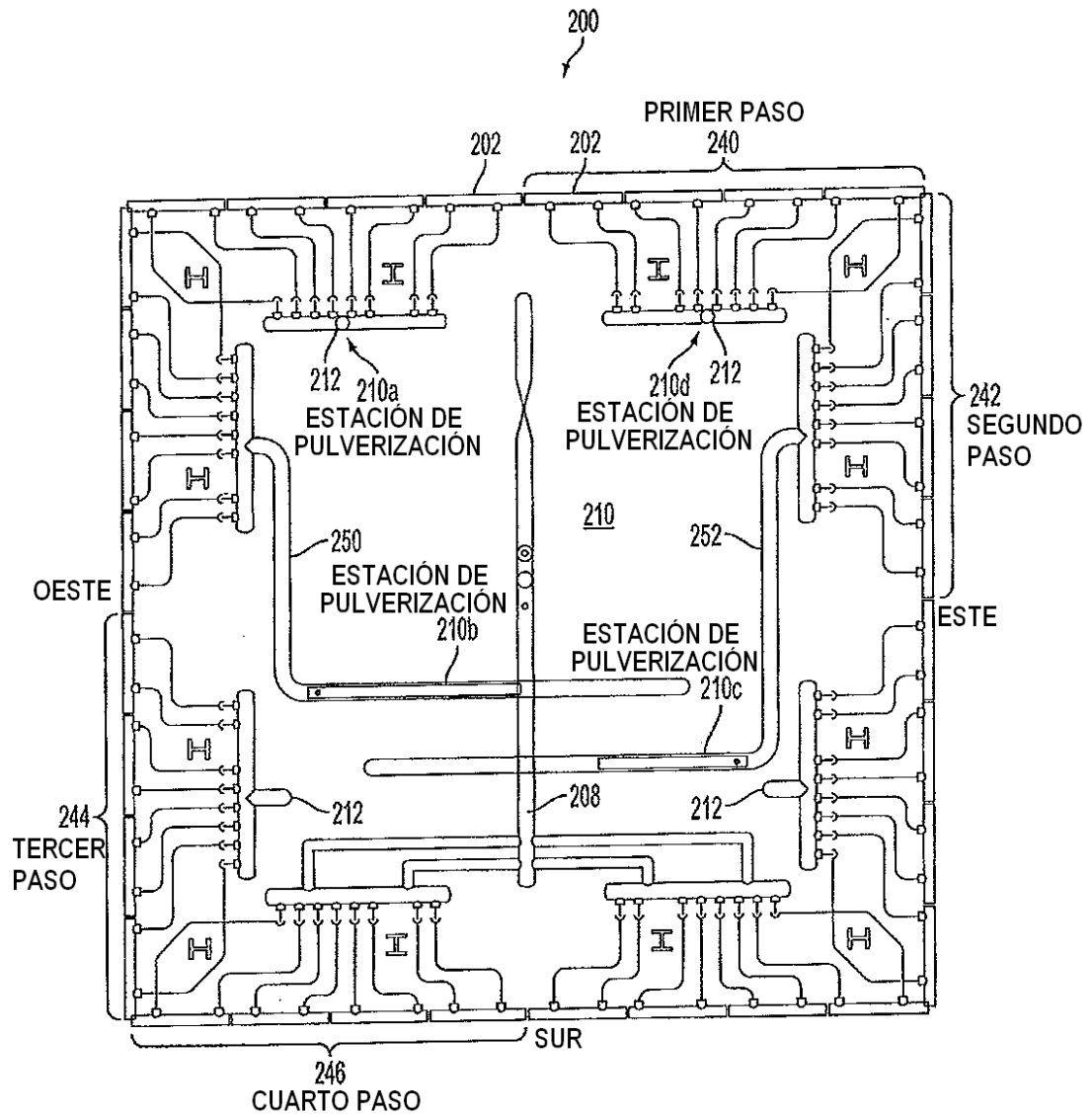


FIG. 8

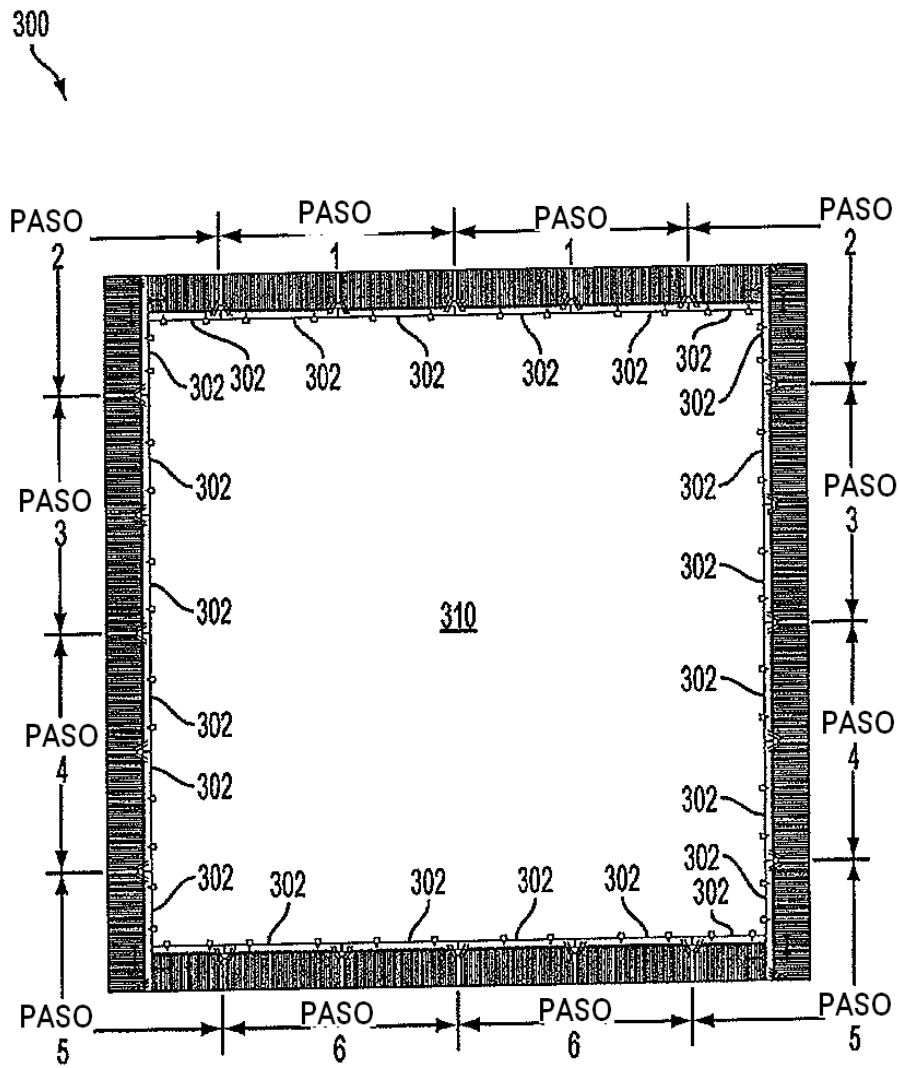


FIG. 9