

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 428 667**

(21) Número de solicitud: 201230891

(51) Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)

F22B 37/24 (2006.01)

(12)

SOLICITUD DE PATENTE

A2

(22) Fecha de presentación:

08.06.2012

(30) Prioridad:

08.06.2011 US 13/155977

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

08.11.2013

(71) Solicitantes:

BABCOCK POWER SERVICES INC. (100.0%)
5 Neponset Street P.O. Box 15040
01615-0040 Worcester MA Massachusetts US

(72) Inventor/es:

L. MORSE, Gregory;
SLEZAK, Ivo;
D. RINGER, JR, Michael y
RICCI, Russell

(74) Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

(54) Título: **Caldera solar**

(57) Resumen:

Una caldera solar incluye un soporte de la caldera (100) que define un eje a lo largo de una dirección hacia el interior-hacia el exterior. Se fija una barra (136) de suspensión de manera rotatoria al soporte de la caldera (100). Se fija una escuadra de manera rotatoria a la barra (136) de suspensión y se fija un panel (104) solar para caldera (100) a la escuadra. El panel (104) solar para caldera (100) define un eje longitudinal que es sustancialmente perpendicular al eje del soporte de la caldera (100). La barra (136) de suspensión se conecta entre el soporte de la caldera (100) y la escuadra para soportar el peso del panel (104) solar para caldera (100) del soporte de la caldera (100). La barra (136) de suspensión y la escuadra se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente constante de la escuadra durante el movimiento hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra en relación con el soporte de la caldera (100).

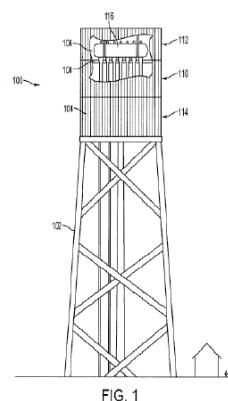


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Caldera solar

REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

5 La Solicitud de Patente de EE.UU. de propiedad conjunta, en tramitación con la presente, N° de Serie 12/703.861, publicada en la Publicación de Patente de EE.UU. N° 2010/0199977 se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad.

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

10 La presente invención se refiere a producción de energía solar, y más en particular, a paneles receptores solares para uso en calderas solares.

2. Descripción de la Técnica Relacionada

15 La generación de energía solar se ha considerado una fuente viable para ayudar a proporcionar las necesidades energéticas en un momento de creciente conciencia de los aspectos medioambientales de la producción de energía. La producción de energía solar cuenta principalmente con la capacidad para recoger y convertir energía libremente disponible del sol y puede ser producida con muy poco impacto sobre el medioambiente. La energía solar se puede utilizar sin crear desechos radioactivos como en la producción de energía nuclear y sin producir emisiones contaminantes incluyendo gases de invernadero como en la producción de energía a partir de combustibles fósiles. La producción de energía solar no depende de los costes fluctuantes de los combustibles y no consume recursos no renovables.

20 Los generadores de energía solar en general emplean campos de espejos controlados, denominados helióstatos, para reunir y concentrar luz solar en un receptor para proporcionar una fuente de calor para producción de energía. Un receptor solar típicamente toma la forma de un panel de tubos que transportan un fluido de trabajo a su través. Los generadores solares previos han usado fluidos de trabajo tales como sal fundida debido a que tiene la capacidad de almacenar energía, permitiendo la generación de energía cuando no hay radiación solar. Los fluidos de trabajo calentados se transportan típicamente a un intercambiador de calor donde liberan calor a un segundo fluido de trabajo tal como aire, agua o vapor. La energía se genera conduciendo aire o vapor calentado por una turbina que hace funcionar un generador eléctrico.

30 Más recientemente, se ha determinado que la producción de energía solar puede ser aumentada y simplificada usando agua/vapor como el 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 conducido a nuevos retos en la manipulación del intenso calor solar sin dañar el sistema. Uno de tales retos es el hecho de que en las calderas de combustibles fósiles típicas, tiene lugar calentamiento por todas partes en una gran parte de los tubos de la caldera y la expansión térmica es uniforme, pero en las calderas solares el calentamiento es típicamente todo en un lado de los paneles de la caldera. En las calderas de combustibles fósiles típicas, los tubos de la pared del agua con frecuencia se disponen con calentamiento principalmente en un solo lado, sin embargo, en aplicaciones de calderas solares, el flujo de calor o la entrada de calor es en una concentración mayor y típicamente presenta exclusivamente un calentamiento lateral para todos los sistemas. Puede existir un gradiente de temperatura de hasta aproximadamente 149°C (300°F) por el espesor de un panel solar de caldera. Este calentamiento unilateral causa una expansión térmica significativa en el lado del heliostato de los paneles de la caldera mientras que el lado inverso, que está típicamente aislado, experimenta una expansión significativamente menor. La diferencia en expansión térmica en los dos lados de los paneles de la caldera hace que los paneles solares de la caldera tiendan a inclinarse hacia fuera y pueden crear tensiones en los paneles de tubos de la caldera. Por otra parte, como las calderas solares operan en un ciclo diario, las tensiones debido a gradientes de expansión térmica pueden llegar a ser la base para fallo por fatiga.

45 Una propuesta que se ha usado para resolver este problema es soportar los paneles desde el fondo usando soportes que mantienen la inclinación del panel en el medio, pero permiten el movimiento vertical. Tales métodos como se conoce son típicamente complicados en términos de instalación, eliminación y sustitución de paneles de los soportes. Adicionalmente, los sistemas que soportan paneles de calderas desde el fondo requieren tubería especial para justificar el hecho de que la parte superior de los paneles se mueva debido a la expansión térmica, que es contraria a las configuraciones de caldera típicas.

50

Aunque los sistemas de producción de energía solar conocidos se han considerado en general de manera satisfactoria para los fines deseados, ha quedado una necesidad en la técnica de soportar paneles receptores solares en calderas solares que puedan adaptar la expansión térmica al tiempo que aliviar la tensión excesiva que de otro modo podría conducir a fallo. También hay una necesidad de un sistema de soporte tal que se adapte fácilmente en la instalación, eliminación y sustitución de paneles para calderas. La presente invención proporciona una solución a estos problemas.

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención relacionada con el tema se refiere a una caldera solar nueva y útil. La caldera solar incluye un soporte de la caldera que define un eje a lo largo de una dirección hacia el interior-hacia el exterior. Se fija de manera rotatoria una barra de suspensión al soporte de la caldera. Se fija de manera rotatoria una escuadra a la barra de suspensión y se fija un panel solar para caldera a la escuadra. El panel solar para caldera define un eje longitudinal que es sustancialmente perpendicular al eje del soporte de la caldera. La barra de suspensión se conecta entre el soporte de la caldera y la escuadra para soportar el peso del panel solar para caldera desde el soporte de la caldera. La barra de suspensión y la escuadra se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente constante de la escuadra durante el movimiento hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra en relación con el soporte de la caldera.

En algunas realizaciones, la barra de suspensión es una primera barra de suspensión y la caldera solar incluye una segunda barra de suspensión fijada de manera rotatoria al soporte de la caldera y la escuadra. La primera y segunda barras de suspensión son sustancialmente paralelas entre sí por todo un intervalo de movimiento de la primera y segunda barras de suspensión. Una o las dos barras de suspensión pueden incluir una barra de ajuste roscada configurada y adaptada para ajustar la longitud de la barra de suspensión por rotación de la barra de ajuste roscada. Se puede fijar un amortiguador de vibraciones a la escuadra para reducir el movimiento de la misma en relación con el soporte de la caldera. El panel solar para caldera puede fijarse a la escuadra mediante una abrazadera de una manera que permita la rotación relativa entre la abrazadera y la escuadra.

También se considera que la escuadra puede incluir una placa principal y una placa de soporte del panel que se fijan juntas y que pueden rotar una con respecto a la otra. La placa principal y la placa de soporte del panel de la escuadra se pueden sujetar juntas, en la que el panel solar para caldera se fija a la placa de soporte del panel de la escuadra mediante una abrazadera. La abrazadera y la escuadra se pueden configurar y adaptar para permitir el movimiento rotacional del panel solar para caldera para adaptarse por rotación relativa de la placa principal y la placa de soporte del panel de la escuadra. La placa principal de la escuadra puede incluir una detención de la rotación configurada y adaptada para poner en contacto la placa de soporte del panel de la escuadra para limitar la rotación relativa de la placa principal y la placa de soporte del panel.

Según ciertas realizaciones, se fija un cuerpo de detención al soporte de la caldera y la escuadra incluye una detención hacia el interior y una detención hacia el exterior fijadas cada una a la escuadra. El cuerpo de detención, la detención hacia el interior y la detención hacia el exterior se configuran y se adaptan para limitar el desplazamiento hacia el interior-hacia el exterior de la escuadra en relación con el soporte de la caldera por contacto entre el cuerpo de detención y la detención hacia el exterior de la escuadra para limitar el desplazamiento hacia el interior de la escuadra y por contacto entre el cuerpo de detención y la detención hacia el interior de la escuadra para limitar el desplazamiento hacia el exterior de la escuadra.

La invención también proporciona un sistema de soporte del panel solar con caldera. El sistema incluye una primera barra de suspensión y una segunda barra de suspensión, como se describió anteriormente. El sistema también incluye una escuadra fijada de manera rotatoria a cada una de la primera y segunda barras de suspensión, como se describió anteriormente. La escuadra incluye una placa de la abrazadera del panel configurada y adaptada para engranar con una abrazadera fijada a un panel solar para caldera. Las barras de suspensión se configuran y se adaptan para conectarse entre un soporte de la caldera y la escuadra para soportar el peso de un panel solar para caldera a su través. Las barras de suspensión y la escuadra se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente horizontal de la escuadra durante el movimiento horizontal hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra en relación con el soporte de la caldera.

La invención también proporciona un método de soporte de un panel receptor de una caldera solar. El método incluye soportar una escuadra en un soporte de la caldera en el que la escuadra es móvil en relación con el soporte de la caldera en una dirección hacia el interior-hacia el exterior. El método también incluye soportar un panel solar receptor para caldera con la escuadra, que soporta de ese modo el peso del panel receptor con la escuadra, en el que el movimiento hacia el interior-hacia el exterior del panel en relación con el soporte de la caldera debido a expansión y contracción térmica se adapta por la escuadra moviéndose hacia el interior y hacia el exterior en relación con el soporte de la caldera.

Según algunos aspectos, la etapa de soportar la escuadra en un soporte de la caldera puede incluir colgar la escuadra del soporte de la caldera por un par de barras de suspensión. La etapa de colgar la escuadra por un par de barras de suspensión puede incluir colgar la escuadra con las barras de suspensión de una manera que se mantenga una relación sustancialmente paralela de las barras de suspensión entre sí durante un intervalo de movimiento de la barras de suspensión en relación con el soporte de la caldera. Se puede incluir una etapa para reducir el movimiento del panel receptor en relación con el soporte de la caldera usando un amortiguador de vibraciones fijado para conectarse entre el panel receptor y el soporte de la caldera.

Estas y otras características de los sistemas y métodos de la invención relacionada con el tema llegarán a ser más fácilmente evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas tomadas junto con los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A fin de que los expertos en la materia a que pertenece la invención relacionada con el tema entiendan fácilmente cómo hacer y usar los dispositivos y métodos de la invención relacionada con el tema sin experimentación excesiva, se describirán con detalle realizaciones preferidas de la misma, en la presente memoria, más adelante con referencia a ciertas figuras, en las que:

La Fig. 1 es una vista en alzado lateral de una realización ejemplar de una torre solar receptora constituida según la presente invención, que muestra paneles solares receptores para las secciones generadora de vapor, sobrecalentadora y recalentadora de la caldera solar;

La Fig. 2 es una vista en planta de una porción de la caldera solar de la Fig. 1, que muestra el perímetro rectangular de la caldera solar;

La Fig. 3 es una vista en alzado lateral de uno de los paneles solares receptores de la Fig. 1, que muestra la radiación solar incidente en el panel esquemáticamente;

La Fig. 4 es una vista de alzado interior del panel solar receptor de la Fig. 3, que muestra la pluralidad de tubos de la caldera que se conectan entre los cabezales de entrada y salida;

La Fig. 5 es una vista en alzado lateral parcialmente cortada de una porción de las secciones generadora de vapor, sobrecalentadora y recalentadora de la caldera solar de la Fig. 1, que muestra cómo se superponen paneles adyacentes entre sí;

La Fig. 6 es una vista en alzado lateral de una porción de las secciones generadora de vapor, sobrecalentadora y recalentadora de la caldera solar de la Fig. 5, que muestra el sistema de soporte que fija los paneles a la estructura de soporte de la caldera;

La Fig. 7 es una vista en alzado lateral de una porción del sistema de soporte de la Fig. 6, que muestra la disposición de las barras de suspensión, la escuadra y el amortiguador de vibraciones en la posición fría, por ejemplo, cuando el panel solar receptor no está recibiendo radiación solar tal como durante una parada de tiempo de noche;

La Fig. 8 es una vista en alzado lateral de la porción del sistema de montaje de la Fig. 7, que muestra la disposición de las barras de suspensión, la escuadra y el amortiguador de vibraciones en la posición caliente, por ejemplo, cuando el panel solar receptor está operativo, recibiendo radiación solar de un campo de heliostatos;

La Fig. 9 es una vista en alzado lateral de una porción de otra realización ejemplar de un sistema para fijar paneles solares receptores a una estructura de soporte de la caldera, que muestra las placas principal y de soporte del panel de la escuadra sujetadas juntas para rotación en relación una con otra, con el sistema en la posición fría;

La Fig. 10A es una vista en alzado lateral de la porción del sistema de montaje de la Fig. 9, que muestra el sistema en la posición caliente;

La Fig. 10B es una vista en alzado lateral a escala ampliada de una porción del sistema de montaje de la Fig. 10A, que muestra el hueco entre la placa de soporte del panel y la detención de la rotación de la escuadra en la posición caliente;

La Fig. 11 es una vista en planta transversal de una porción del sistema de montaje de la Fig. 6, que muestra una de las guías de los paneles y

La Fig. 12 es una vista en alzado lateral transversal de la guía del panel de la Fig. 11, que muestra el vástago que conecta la guía a la estructura de soporte de la caldera.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Ahora se hará referencia a los dibujos en los que como referencia los números identifican características estructurales similares o aspectos de la invención relacionada con el tema. Para fines de explicación e ilustración, y no de limitación, se muestra una vista parcial de una realización ejemplar de una caldera solar según la invención en la Fig. 1 y se designa en general por el carácter de referencia 100. Otras realizaciones de calderas solares según la invención o aspectos de la misma, se proporcionan en las Figs. 2-12, como se describirá. El sistema de la invención se puede usar para adaptar la expansión y contracción térmica en paneles solares receptores de calderas solares, por ejemplo.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 1, la caldera 100 solar se muestra en la parte superior de una torre 102 solar receptora, que puede estar rodeada por un campo de heliostatos para enfocar radiación solar en la caldera 100 solar. La caldera 100 solar incluye una pluralidad de paneles 104 solares para calderas formando un perímetro que rodea un espacio 106 interior de la caldera, que es visible por la porción cortada en la Fig. 1. Una estructura 108 de soporte dentro del espacio 106 interior de la caldera soporta los paneles 104 solares para calderas. Los paneles 104 para calderas incluyen un generador 110 de vapor con un sobrecalentador 112 contiguo con el mismo en la parte superior de la caldera 100 y con un recalentador 114 contiguo con el generador 110 de vapor en el fondo de la caldera 100. Los paneles 104 para el generador 110 de vapor, el sobrecalentador 112 y el recalentador 114 están descritos en la Publicación de la Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente, de propiedad conjunta, N° 2010/0199978, que se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad.

Como se puede ver en la porción cortada de la Fig. 1, un tambor 116 de vapor está soportado en la estructura 108 dentro del espacio 106 interior de la caldera. Como los paneles 104 para calderas forman una superficie de transferencia de calor sustancialmente contigua configurada para bloquear la radiación solar incidente en la misma desde el espacio 106 interior de la caldera, el tambor 116 está protegido de la intensa radiación térmica incidente sobre el receptor solar durante la operación. Los paneles 104 solares para calderas forman cuatro paredes de la caldera rodeando el espacio 106 interior de la caldera, como se muestra en la vista en planta de los paneles 104 del generador 110 de vapor en la Fig. 2. Por claridad, sólo se identifican algunos de los paneles 104 con caracteres de referencia en la Fig. 2. Se puede usar cualquier otro número adecuado de paredes sin apartarse del espíritu y alcance de la invención. Se describen configuraciones de caldera de cuatro paredes con más detalle en las Publicaciones de la Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente, de propiedad conjunta, Nos. 2010/0199974 y 2010/0199979, cada una de las cuales se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad.

Haciendo referencia ahora a la Figs. 3 y 4, se muestran vistas alzadas lateral e interior, respectivamente, de un panel 104 solar para caldera de una caldera 100 solar constituida según la presente invención. El panel 104 de la caldera presenta una pluralidad de tubos que conectan de manera fluida un cabezal 118 de entrada a un cabezal 120 de salida. Los tubos del panel 104 de la caldera forman una superficie 122 receptora solar plana y una superficie 124 aislada interna opuesta. La superficie 122 receptora exterior recibe energía solar, por ejemplo de un campo de heliostatos, como se indica por las flechas en la Fig. 3.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 5, los paneles 104 del generador 110 de vapor, el sobrecalentador 112 y el recalentador 114 se apilan verticalmente a lo largo de las paredes de la caldera 100. Una porción 126 del panel 104 del generador 110 de vapor se superpone a una porción del panel 104 del sobrecalentador 112 para proteger el cabezal 118 y otros componentes internos de fuga de radiación solar. El panel 104 del recalentador 114 se superpone al panel 104 del calentador 110 de vapor de la misma manera. Los huecos 128 entre los paneles 104 adyacentes de manera vertical proporcionan espacio para expansión y contracción térmica en las direcciones vertical y horizontal. Esta disposición de los paneles superpuestos se describe en la Publicación de la Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente, de propiedad conjunta, N° 2010/0199978, que se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad.

Haciendo referencia ahora a la Fig. 6, los paneles 104 se muestran soportados sobre la estructura 108 de soporte de la caldera por un sistema que adapta la inclinación hacia fuera de los paneles 104 debido a expansión y contracción térmica. La estructura 108 de soporte incluye los soportes 130 que son los soportes principales para el peso de sus respectivos paneles 104. Los sistemas 132 de soporte principal se conectan entre los respectivos soportes 130 y paneles 104 y las guías 134 restringen el movimiento de los paneles 104 sin soportar necesariamente el peso de los mismos, como se describe más adelante con mayor detalle.

Con referencia a las Figs. 7 y 8, se muestra un sistema 132 de soporte principal y se describe con más detalle. Cada soporte 130 define un eje A a lo largo de una dirección hacia el interior-hacia el exterior, como se indica con las flechas en las Figs. 7 y 8. Se fija un par de barras 136 de suspensión de manera rotatoria a cada soporte 130. Se fija una escuadra 138 de manera rotatoria a las barras 136 de suspensión y se fija un panel 104 solar para caldera a

cada escuadra 138. Las barras 136 de suspensión se conectan entre el soporte 130 de la caldera y la escuadra 138 para soportar el peso de panel 104 a su través desde el soporte 130. De esta manera, el sistema 132 de soporte principal soporta el panel 104 desde el soporte 130 con el eje B longitudinal del panel 104 sustancialmente perpendicular al eje A del soporte 130. En otras palabras, el panel 104 se soporta en una orientación vertical, mientras que el eje A lo está en una orientación horizontal. Los soportes 130 podían estar en ángulo en relación con el eje A. Por ejemplo, el haz que forma un soporte 130 determinado puede formar ángulo hacia arriba, hacia abajo o lateralmente desde una configuración voladiza horizontal normal, mientras que aún define una dirección hacia el interior - hacia el exterior y el correspondiente eje horizontal.

Las barras 136 de suspensión y la escuadra 138 se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente constante de la escuadra 138 durante el movimiento hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra 138 en relación con el soporte 130. El sistema 132 y el panel 104 en la Fig. 7 se muestran en una posición fría, por ejemplo, cuando la caldera 100 está relativamente fría como cuando la caldera 100 no está en funcionamiento. Esto puede tener lugar, por ejemplo por la noche cuando la caldera 100 está en un modo de parada debido a la ausencia de luz solar. En la posición fría, hay una expansión térmica diferencial insignificante en el panel 104 y los tubos del panel 104 se alinean con el eje B. Durante operación normal, hay una radiación solar intensa desde el campo de heliostatos incidente en el exterior de los paneles 104, que da como resultado lo que se refiere en la presente memoria como la posición caliente. Debido a este calentamiento unilateral, el exterior de los paneles 104 experimenta mayor expansión térmica en sus aspectos hacia el exterior después en sus aspectos hacia el interior, dando como resultado una inclinación hacia fuera, que se indica en líneas discontinuas como la posición caliente, inclinándose hacia fuera en la Fig. 6. La Fig. 8 muestra el sistema 132 en la posición caliente con el panel 104 alineado en general con, pero inclinándose hacia fuera en relación con el eje B. En el movimiento desde la posición fría en la Fig. 7 a la posición caliente en la Fig. 8, las barras 136 de suspensión rotan con respecto al soporte 130 y con respecto a la escuadra 138. Como las barras 136 de suspensión, el soporte 130 y la escuadra 138 forman una unión de paralelogramo, la escuadra 138 retiene su orientación angular con respecto al soporte 130 en las posiciones caliente y fría y aunque se enlazan entre ellas. De manera similar, las barras 136 de suspensión permanecen paralelas entre sí por todo su intervalo de movimiento.

La escuadra 138 incluye una placa 140 principal y una placa 142 de la abrazadera del panel fijada, por ejemplo, por soldadura, perpendicular a ella. El panel 104 incluye una abrazadera 144 superior y una abrazadera 146 inferior fijada a él, por ejemplo, por soldadura. El panel 104 está fijado a la escuadra 138 por la disposición de la placa 142 de la abrazadera del panel entre las abrazaderas 144 y 146 superior e inferior. Como se puede ver por comparación de la posición de la placa 142 de la abrazadera del panel en la abrazadera 146 inferior como se muestra en las Figs. 7 y 8, hay juego entre la abrazadera 146 inferior y la placa 142 de la abrazadera del panel en la dirección hacia el interior-hacia el exterior. Este juego permite que el panel 104 llegue a formar ángulo libremente localmente en relación con el eje B vertical en la posición caliente sin crear tensiones excesivas en el panel 104 y el sistema 132. También hay una cantidad más pequeña de juego entre la placa 142 de la abrazadera y la abrazadera 144 superior, por ejemplo aproximadamente 0,16 cm (1/16 de una pulgada), para evitar que la abrazadera 144 superior se incline sobre la placa 142 de la abrazadera.

Continuando haciendo referencia a las Figs. 7 y 8, se fija un cuerpo 148 de detención al soporte 130. La escuadra 138 incluye una detención 150 hacia el interior y una detención 152 hacia el exterior fijada cada una a una placa 140 principal de la escuadra 138. Las detenciones 150 y 152 son en forma de placas montadas perpendiculares a la placa 140 principal de la escuadra 138, es decir, extendiéndose en la dirección hacia dentro y hacia fuera del plano de visión en las Figs. 7 y 8. El cuerpo 148 de detención, la detención 150 hacia el interior y la detención 152 hacia el exterior se configuran y se adaptan para limitar el desplazamiento hacia el interior - hacia el exterior de la escuadra 138 en relación con el soporte 130 de la caldera. El desplazamiento de la escuadra 138 en la dirección hacia el interior está limitado por el contacto entre el cuerpo 148 de detención y la detención 152 hacia el exterior. El desplazamiento de la escuadra 138 en la dirección hacia el exterior está limitado por contacto entre el cuerpo 148 de detención y la detención 150 hacia el interior. El desplazamiento hacia arriba de la escuadra 138 debido a la rotación de las barras 136 de suspensión (cuando rotan por su intervalo de movimiento en operación) es insignificante en esta aplicación, por ejemplo, aproximadamente 0,32 cm (1/8 de una pulgada).

Las barras 136 de suspensión incluyen cada una una barra 154 de ajuste roscada con una tuerca fijada a ella para facilitar la rotación de la barra 154 de ajuste. En las Figs. 7 y 8, sólo se identifica una barra 154 de ajuste con caracteres de referencia por claridad. Cada barra 154 de ajuste se rosca a cualquier extremo en las piezas finales de la respectiva barra 136 de suspensión a fin de que el ajuste de la longitud de la barra 136 de suspensión se pueda adaptar por rotación de la barra 154 de ajuste en relación con las piezas finales de la barra 136 de suspensión. Esto facilita la igualación de las longitudes de ambas barras 136 de suspensión para afinar bien el movimiento de la unión y permite la compensación para tolerancias de fabricación y erección. Aunque es ventajoso para ajuste, es opcional tener una barra 154 de ajuste en ambas barras 136 de suspensión, ya que los expertos en la materia apreciarán fácilmente que la invención se puede practicar omitiendo una o ambas barras 154 de ajuste.

Aún con referencia a las Figs. 7 y 8, se fija un amortiguador 156 de vibraciones en un extremo a la escuadra 138 y en el otro extremo a la estructura 108 de soporte para reducir el movimiento de la escuadra 138 en relación con el soporte 130.

El amortiguador 156 de vibraciones reduce las cargas de impacto o las deformaciones repentinas en el panel 104, por ejemplo, debido a la fuerza del viento, aunque permitiendo el movimiento de la escuadra 138 para adaptar la expansión y contracción térmica del panel 104. Debido a restricciones de espacio en las esquinas de la caldera 100, los amortiguadores de vibraciones en la esquina se pueden compensar desde los otros amortiguadores de vibraciones en una sección determinada. La Fig. 6 muestra los amortiguadores 157 de vibraciones de la esquina, que están compensados por debajo de amortiguadores de vibraciones adyacentes para evitar interferencia con los mismos en las esquinas de la caldera 100.

Haciendo referencia ahora a la Figs. 9-10B, se muestra otra realización ejemplar de un sistema 232 soporte principal que soporta un panel 104 en las posiciones caliente y fría, respectivamente. El sistema 232 incluye las barras 136 de suspensión, que se describieron anteriormente con referencia al sistema 132. La barra 136 de suspensión más hacia el exterior en las Figs. 9 y 10A se conforma mayor que la barra 136 de suspensión hacia el interior debido a que soporta una carga del panel mayor, sin embargo, se pueden hacer ambas barras 136 de suspensión del mismo tamaño si se conforman adecuadamente para la mayor de las dos cargas respectivas. La escuadra 238 del sistema 232 incluye dos placas, es decir la placa 240 principal y la placa 241 de soporte del panel, que se sujetan juntas por el vástago 243 para que puedan rotar una con respecto a la otra alrededor del vástago 243. La placa 241 de soporte del panel incluye una placa 242 de la abrazadera del panel, parecida a la placa 142 de la abrazadera del panel descrita anteriormente. El panel 104 está fijado a la placa 241 de soporte del panel por la disposición de la placa 242 de la abrazadera del panel entre las abrazaderas 244 y 246 superior e inferior.

Más bien que adaptar la rotación relativa entre la placa 240 principal y las abrazaderas 244 y 246 con juego en la abrazadera 246 inferior, como se describió anteriormente con respecto al sistema 132, en el sistema 232 esta rotación relativa se ajusta por rotación relativa de la placa 241 de soporte del panel y la placa 240 principal alrededor del vástago 243. Esto proporciona ventajas incluyendo tener todas las abrazaderas 244 y 246 del mismo tamaño, soportar la carga de reacción horizontal desde los tubos del panel al soporte igualmente en ambas abrazaderas 244 y 246 superior e inferior y causar menos desgaste en las abrazaderas 244 y 246 ya que no cuentan con el contacto de deslizamiento. La placa 240 principal incluye una detención 251 de la rotación, que es una placa montada perpendicular a la placa 240 principal, parecida a las detenciones 150 y 152 descritas anteriormente. La detención 251 de rotación limita la rotación relativa de la placa 241 de soporte del panel en la dirección en sentido contrario al de las agujas del reloj, como se orienta en las Figs. 9 y 10A. En otras palabras, la detención 251 de la rotación se pone en contacto con la placa 241 de soporte del panel en la posición fría para limitar más la rotación en sentido contrario al de las agujas del reloj de la placa 241 de soporte del panel. En la posición caliente mostrada en la Fig. 10A, hay un hueco entre la placa 241 de soporte del panel y la detención 251 de la rotación. El hueco es suficientemente pequeño para que no sea visible en la Fig. 10A, pero se muestra en la Fig. 10B y puede ser aproximadamente 0,32 cm (1/8 de una pulgada) en su mayor extensión, por ejemplo, o de cualquier tamaño adecuado. La caldera 100 puede hacer uso de cualquiera o de ambos tipos de sistema 132 ó 232.

Haciendo referencia ahora a las Figs. 11 y 12, se muestra una de las guías 134 de la Fig. 6 y se describe con más detalle. Un anclaje 158 de caldera está conectado de manera operativa a la estructura 108 de soporte. Un anclaje 160 del panel está acoplado de manera que pueda deslizarse al anclaje 158 de la caldera. El panel 104 está conectado de manera operativa al anclaje 160 del panel con el anclaje 160 del panel fijado a la pluralidad de tubos del panel 104. Se define un hueco 162 horizontal entre el anclaje 160 del panel y un vástago 164 que está sujeto por los dos rebordes principales del anclaje 160 del panel. El hueco 162 proporciona holgura para que el anclaje 160 del panel se mueva hacia el interior y hacia el exterior en relación con el anclaje 158 de la caldera para adaptar la inclinación en el panel 104. El movimiento hacia el interior del panel 104 está limitado por el contacto entre el anclaje 158 de la caldera y el anclaje 160 del panel, como en la posición fría mostrada en las dos Figs. 11 y 12. En la posición caliente, el movimiento hacia el exterior del panel 104 está limitado por el vástago 164 que pone en contacto el anclaje 158 de la caldera en el extremo opuesto del hueco 162 desde la posición mostrada en las Figs. 11 y 12. El sistema 132 soporta el peso muerto completo del panel 104. El anclaje 158 de la caldera está también espaciado verticalmente desde el anclaje 160 del panel para permitir la expansión y contracción vertical del panel 104, es decir, el anclaje 160 del panel no descansa sobre la parte superior del anclaje 158 de la caldera. El anclaje 160 del panel también está libre para moverse en la dirección lateral (arriba y abajo como se orienta en la Fig. 11) para adaptar la expansión y contracción térmica lateral de los paneles 104. Las guías 134 sirven para guiar y limitar el movimiento hacia el interior y hacia el exterior de los paneles 104.

Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 6, el panel 104 del generador 110 de vapor tiene su peso soportado principalmente de un soporte 130 por un sistema 132, como se describió anteriormente. Por debajo del sistema 132, hay dos guías 134. De manera similar, el panel 104 del recalentador 114 tiene su peso soportado de un soporte 130

por un sistema 132 con una guía 134 montada por debajo del mismo. Como los sistemas 132 y las guías 134 juntas soportan los paneles 104 del generador 110 de vapor y el recalentador 114 de una manera que permiten el movimiento de inclinación hacia el interior y hacia el exterior como se describió anteriormente, se reducen la tensión inducida térmicamente y la fatiga como ciclos de la caldera 100 por ciclos solares diarios y similares. El sobrecalentador 112 (mostrado en las Figs. 1 y 5) puede estar soportado de manera similar, sin embargo se considera que en aplicaciones en que los tubos de los paneles 104 del sobrecalentador son más pequeños que los tubos en el generador 110 de vapor y el recalentador 114, por ejemplo, habrá menos inclinación del panel debido a un menor gradiente térmico entre el lado calentado y la cara posterior del tubo dando como resultado mayores temperaturas volumétricas del vapor y también un módulo de la sección geométrica del tubo menor. En tales configuraciones, la expansión y contracción diferencial térmica es menos dominante en una dirección de inclinación y más dominante en una dirección longitudinalmente. Puede ser ventajoso desde un aspecto de tensión y fatiga restringir la pequeña cantidad de inclinación y en su lugar adaptar la expansión y contracción lineal longitudinalmente, más bien que adaptar inclinándolo con los sistemas 132 ó 134. Se describen soportes adecuados para dichas aplicaciones, por ejemplo, en la Publicación de la Solicitud de Patente de EE.UU. en tramitación con la presente, de propiedad conjunta, nº 2010/0199977, que se incorpora como referencia en la presente memoria en su totalidad. Como se muestra en la Fig. 5, el cabezal 120 de los paneles 104 del sobrecalentador 112 está configurado de manera diferente que los del generador 110 de vapor y el recalentador 104. Es decir, el cabezal 120 está verticalmente por encima de sus respectivos tubos del panel. Los paneles 104 del sobrecalentador 104 están colgados verticalmente y suspendidos directamente del cabezal 120, que está colgado verticalmente con las barras de suspensión.

Aunque se ha descrito en la presente memoria en el contexto de una caldera de tres etapas, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que se puede usar cualquier número adecuado de etapas y se pueden disponer de cualquier manera adecuada sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

Los métodos y sistemas de la presente invención, como se describió anteriormente y se muestra en los dibujos, proporcionan soporte de los paneles solares receptores con propiedades superiores incluyendo adaptar la inclinación de los paneles al tiempo que se reduce o elimina la tensión y la fatiga inducidas térmicamente. Aunque los aparatos y los métodos de la invención relacionada con el tema se han mostrado y descrito con referencia a realizaciones preferidas, los expertos en la materia apreciarán fácilmente que se pueden hacer cambios y/o modificaciones a las mismas sin apartarse del espíritu y alcance de la invención relacionada con el tema.

REIVINDICACIONES

1. Una caldera solar que comprende:
 - a) un soporte (130) de la caldera (100) que define un eje a lo largo de una dirección hacia el interior-hacia el exterior;
 - 5 b) una barra (136) de suspensión fijada de manera rotatoria al soporte (130) de la caldera (100);
 - c) una escuadra (138) fijada de manera rotatoria a la barra (136) de suspensión y
 - d) un panel (104) solar para caldera (100) fijado a la escuadra (138) y que define un eje longitudinal que está sustancialmente perpendicular con el eje del soporte (130) de la caldera (100), en el que la barra (136) de suspensión se conecta entre el soporte (130) de la caldera (100) y la escuadra (138) para soportar el peso del panel (104) solar con caldera (100) desde el soporte (130) de la caldera (100) y en el que la barra (136) de suspensión y la escuadra (138) se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente constante de la escuadra (138) durante el movimiento hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra (138) en relación con el soporte (130) de la caldera (100).
- 15 2. Caldera de acuerdo a la reivindicación 1, en la que la barra (136) de suspensión es una primera barra de suspensión y en la que la caldera (100) solar incluye una segunda barra de suspensión fijada de manera rotatoria al soporte (130) de la caldera (100) y la escuadra (138), en la que la primera y segunda barras de suspensión están sustancialmente paralelas entre sí por todo un intervalo de movimiento de la primera y segunda barras de suspensión.
- 20 3. Caldera de acuerdo a la reivindicación 2, que comprende además un amortiguador (156) de vibraciones fijado a la escuadra (138) para reducir el movimiento de la misma en relación con el soporte (130) de la caldera (100).
4. Caldera de acuerdo a la reivindicación 1, en la que el panel (104) solar para caldera (100) está fijado a la escuadra (138) mediante una abrazadera de una manera que permita la rotación relativa entre la abrazadera y la escuadra (138).
- 25 5. Caldera de acuerdo a la reivindicación 1, en la que una escuadra (238) incluye una placa (240) principal y una placa (241) de soporte del panel que están montadas juntas y pueden rotar una respecto de otra.
6. Caldera de acuerdo a la reivindicación 5, en la que la placa principal (240) y la placa (241) de soporte del panel de la escuadra (238) están sujetas juntas, en la que el panel (104) solar para caldera (100) está fijado a la placa (241) de soporte del panel de la escuadra (238) mediante una abrazadera y en la que la abrazadera y la escuadra (238) se configuran y se adaptan para permitir el movimiento rotacional del panel (104) solar para caldera (100) para adaptarse por rotación relativa de la placa principal y la placa (241) de soporte del panel de la escuadra (238).
- 30 7. Caldera de acuerdo a la reivindicación 6, en la que la placa principal de la escuadra (238) incluye una detención de la rotación configurada y adaptada para poner en contacto la placa (241) de soporte del panel de la escuadra (238) para limitar la rotación relativa de la placa (240) principal y la placa (241) de soporte del panel.
- 35 8. Caldera de acuerdo a la reivindicación 1, que comprende además un cuerpo de detención fijado al soporte de la caldera (100), en la que la escuadra (138) incluye una detención hacia el interior y una detención hacia el exterior fijadas cada una a la escuadra (138), en la que el cuerpo de detención, la detención hacia el interior y la detención hacia el exterior se configuran y se adaptan para limitar el desplazamiento hacia el interior - hacia el exterior de la escuadra (138) en relación con el soporte de la caldera (100) por contacto entre el cuerpo de detención y la detención hacia el exterior de la escuadra (138) para limitar el desplazamiento hacia el interior de la escuadra (138) y por contacto entre el cuerpo de detención y la detención hacia el interior de la escuadra (138) para limitar el desplazamiento hacia el exterior de la escuadra (138).
- 40 9. Caldera de acuerdo a la reivindicación 1, en la que la barra (136) de suspensión incluye una barra (154) de ajuste roscada configurada y adaptada para ajustar la longitud de la barra (136) de suspensión por rotación de la barra (154) de ajuste roscada.
- 45 10. Un sistema de soporte del panel solar para caldera que comprende:

- a) una primera barra de suspensión y una segunda barra de suspensión, configurada y adaptada cada una para estar fijada de manera rotatoria a un soporte estacionario de la caldera (100) en orientación paralela en relación con la otra por todo un intervalo de movimiento de la primera y segunda barras de suspensión y
- 5 b) una escuadra fijada de manera rotatoria a cada una de la primera y segunda barras de suspensión, incluyendo la escuadra una placa de la abrazadera del panel configurada y adaptada para engranar con una abrazadera fijada a un panel (104) solar para caldera (100), en la que las barras de suspensión se configuran y se adaptan para conectarse entre un soporte de la caldera (100) y la escuadra para soportar el peso de un panel (104) solar para caldera (100) a su través y en la que las barras de suspensión y la escuadra se configuran y se adaptan para mantener una orientación sustancialmente horizontal de la escuadra durante el movimiento horizontal hacia el interior y hacia el exterior de la escuadra en relación con el soporte de la caldera (100).
- 10 11. Sistema de acuerdo a la reivindicación 10, que comprende además un amortiguador (156) de vibraciones fijado a la escuadra para reducir el movimiento de la misma.
12. Sistema de acuerdo a la reivindicación 10, en el que la escuadra incluye una placa principal y una placa (241) de soporte del panel que están fijadas juntas y pueden rotar una respecto de la otra.
- 15 13. Sistema de acuerdo a la reivindicación 12, en el que la placa principal y la placa (241) de soporte del panel de la escuadra están sujetas juntas.
14. Sistema de acuerdo a la reivindicación 13, en el que la placa principal de la escuadra incluye una detención de la rotación configurada y adaptada para poner en contacto la placa (241) de soporte del panel de la escuadra para limitar la rotación relativa de la placa principal y la placa (241) de soporte del panel.
- 20 15. Sistema de acuerdo a la reivindicación 10, en el que la escuadra incluye una detención hacia el interior y una detención hacia el exterior fijada cada una a la escuadra, en el que la detención hacia el interior y la detención hacia el exterior se configuran y se adaptan para limitar el desplazamiento hacia el interior - hacia el exterior de la escuadra en relación con un soporte de la caldera (100) por contacto entre un cuerpo de detención fijado al soporte de la caldera (100) y la detención hacia el exterior de la escuadra para limitar el desplazamiento hacia el interior de la escuadra y por contacto entre el cuerpo de detención y la detención hacia el interior de la escuadra para limitar el desplazamiento hacia el exterior de la escuadra.
- 25 16. Sistema de acuerdo a la reivindicación 10, en el que cada barra de suspensión incluye una barra (154) de ajuste roscada configurada y adaptada para ajustar la longitud de la barra (136) de suspensión por rotación de la barra (154) de ajuste roscada.
- 30 17. Un método de soporte de un panel receptor de una caldera solar que comprende:
- a) soportar una escuadra sobre un soporte de la caldera (100) en el que la escuadra es movable en relación con el soporte de la caldera (100) en una dirección hacia el interior-hacia el exterior y
- b) soportar un panel (104) solar receptor para caldera (100) con la escuadra, soportando de ese modo el peso del panel receptor con la escuadra, en el que el movimiento hacia el interior-hacia el exterior del panel en relación con el soporte de la caldera (100) debido a expansión y contracción térmica se adapta por la escuadra moviéndose hacia el interior y hacia el exterior en relación con el soporte de la caldera (100).
- 35 18. Método de acuerdo a la reivindicación 17, en el que la etapa de soportar la escuadra sobre un soporte de la caldera (100) incluye colgar la escuadra del soporte de la caldera (100) por un par de barras de suspensión.
- 40 19. Método de acuerdo a la reivindicación 18, en el que la etapa de colgar la escuadra por un par de barras de suspensión incluye colgar la escuadra con las barras de suspensión de una manera que se mantenga una relación sustancialmente paralela de las barras de suspensión entre sí durante un intervalo de movimiento de las barras de suspensión en relación con el soporte de la caldera (100).
20. Método de acuerdo a la reivindicación 17, que comprende además reducir el movimiento del panel receptor en relación con el soporte de la caldera (100) usando un amortiguador (156) de vibraciones fijado para conectarse entre el panel receptor y el soporte de la caldera (100).
- 45

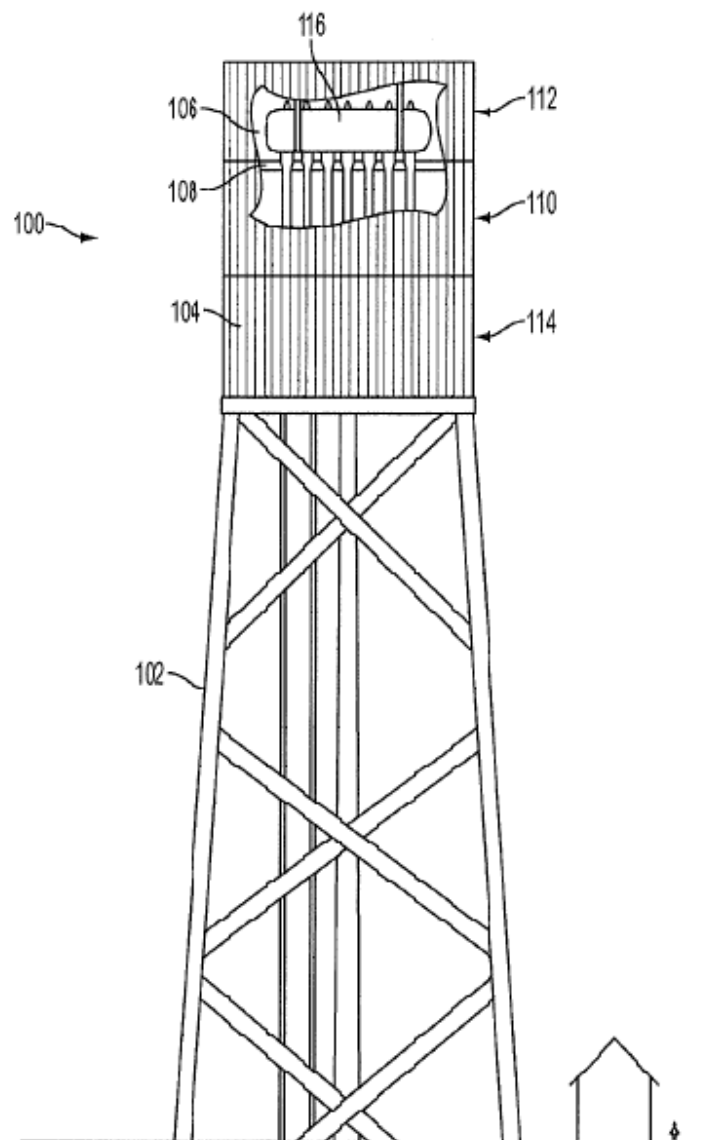


FIG. 1

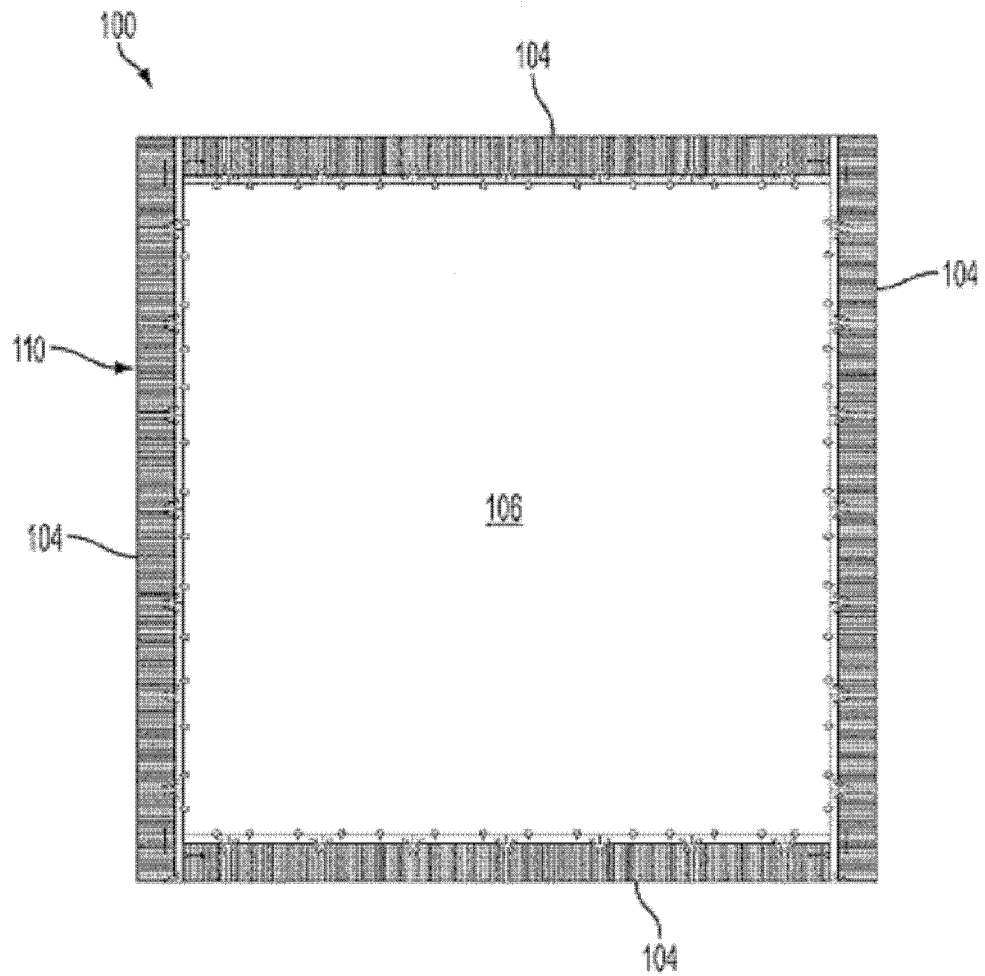


FIG. 2

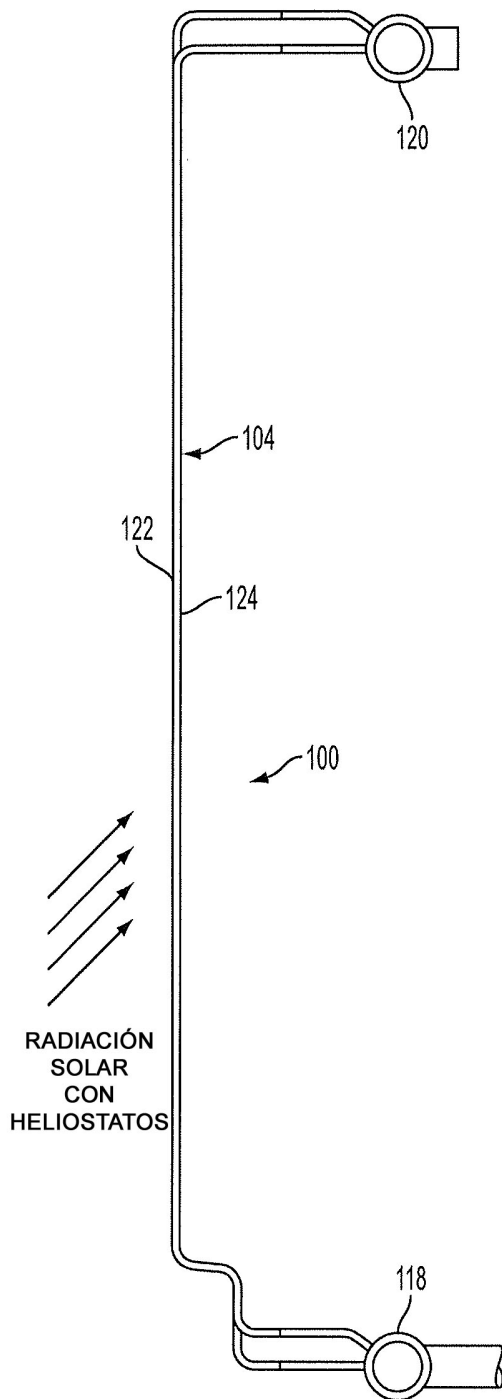


FIG. 3

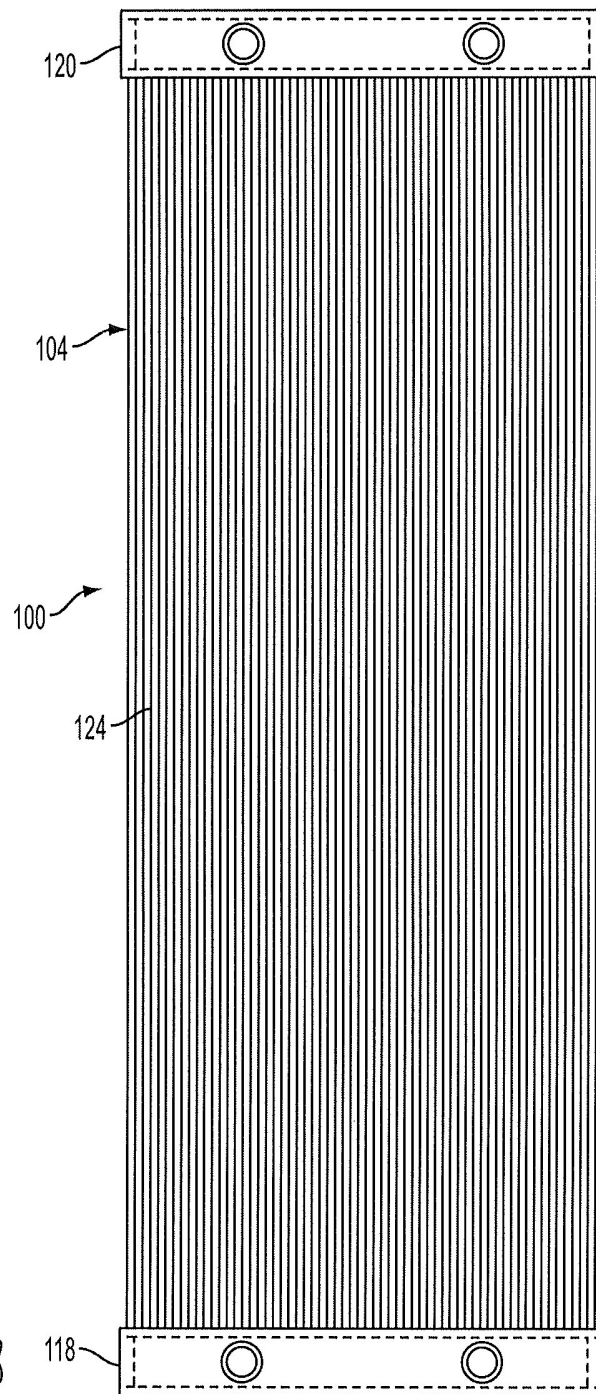


FIG. 4

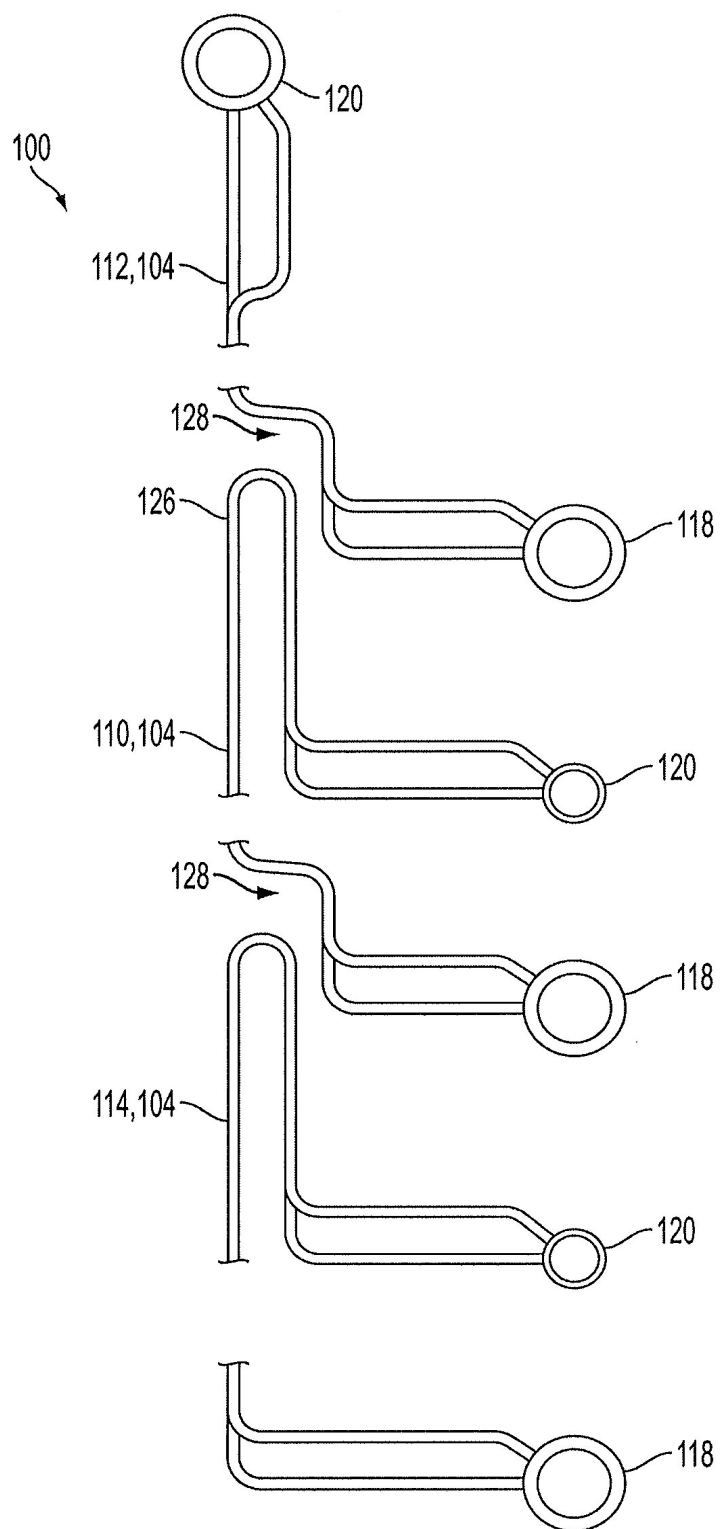


FIG. 5

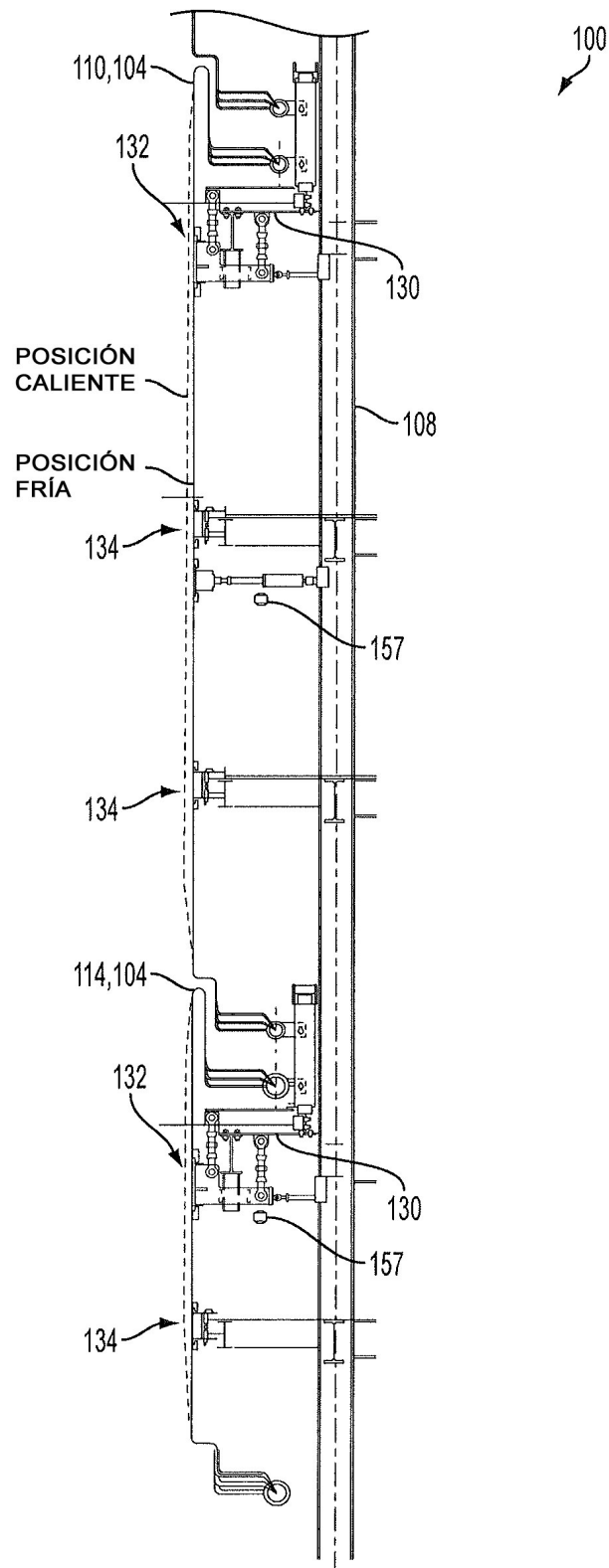


FIG. 6

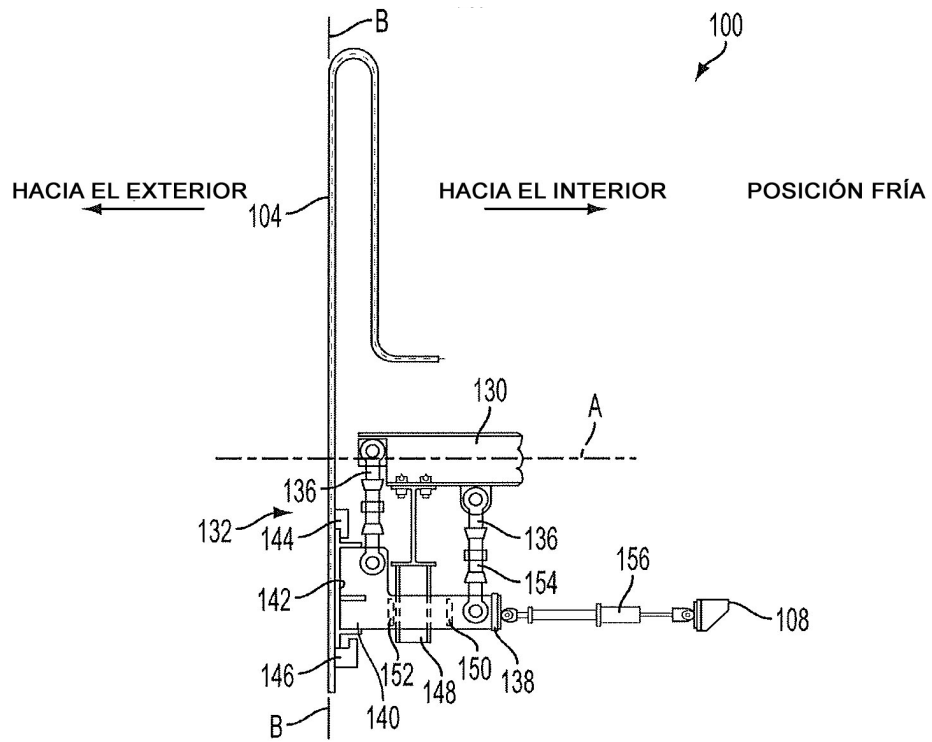


FIG. 7

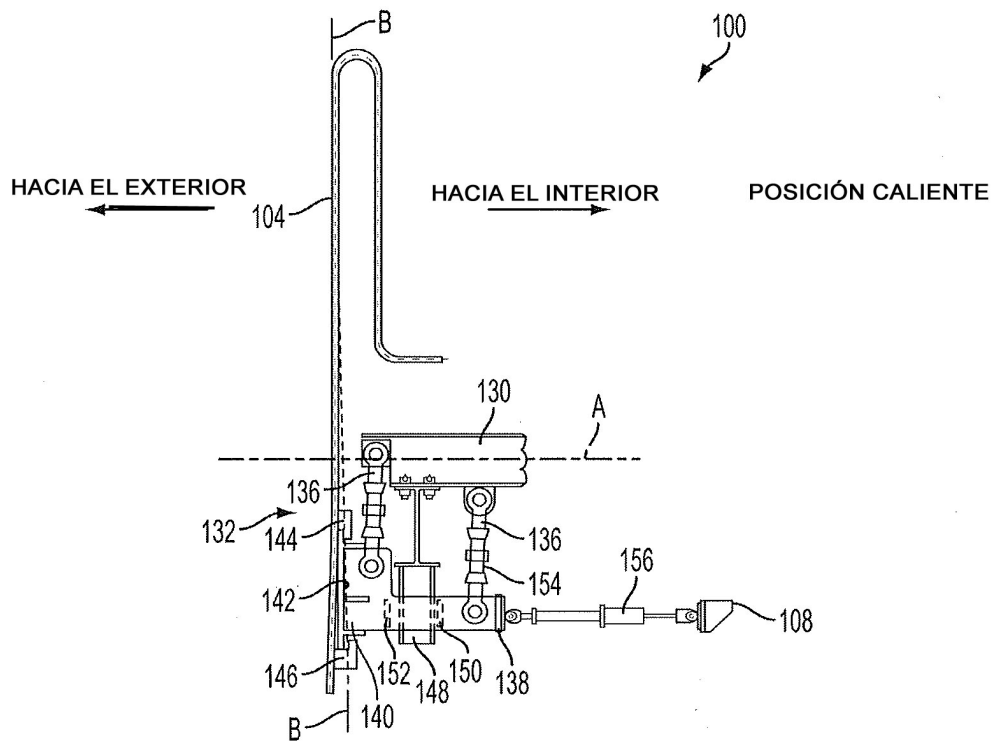


FIG. 8

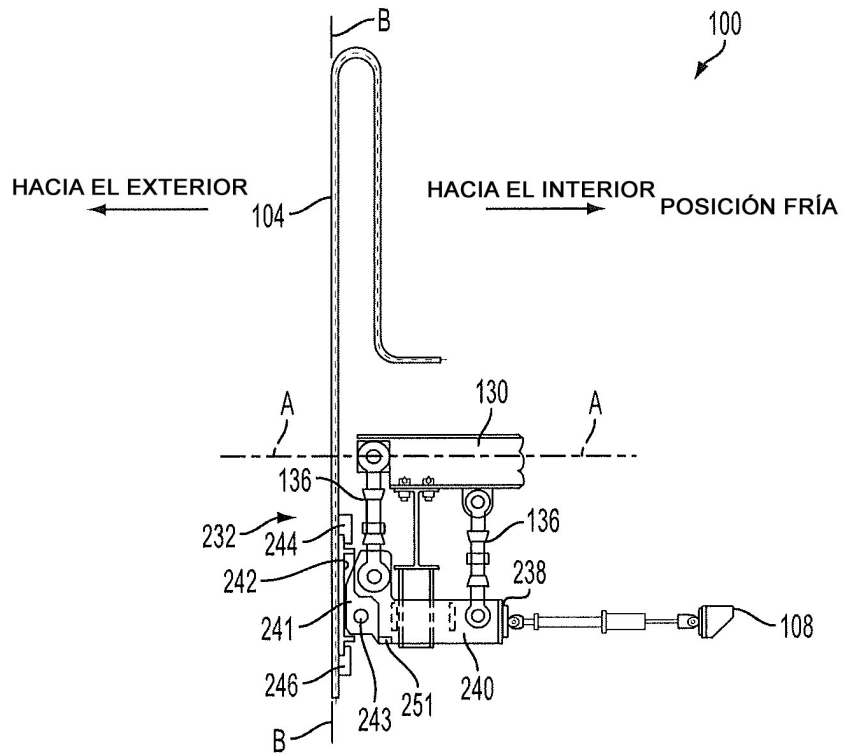


FIG. 9

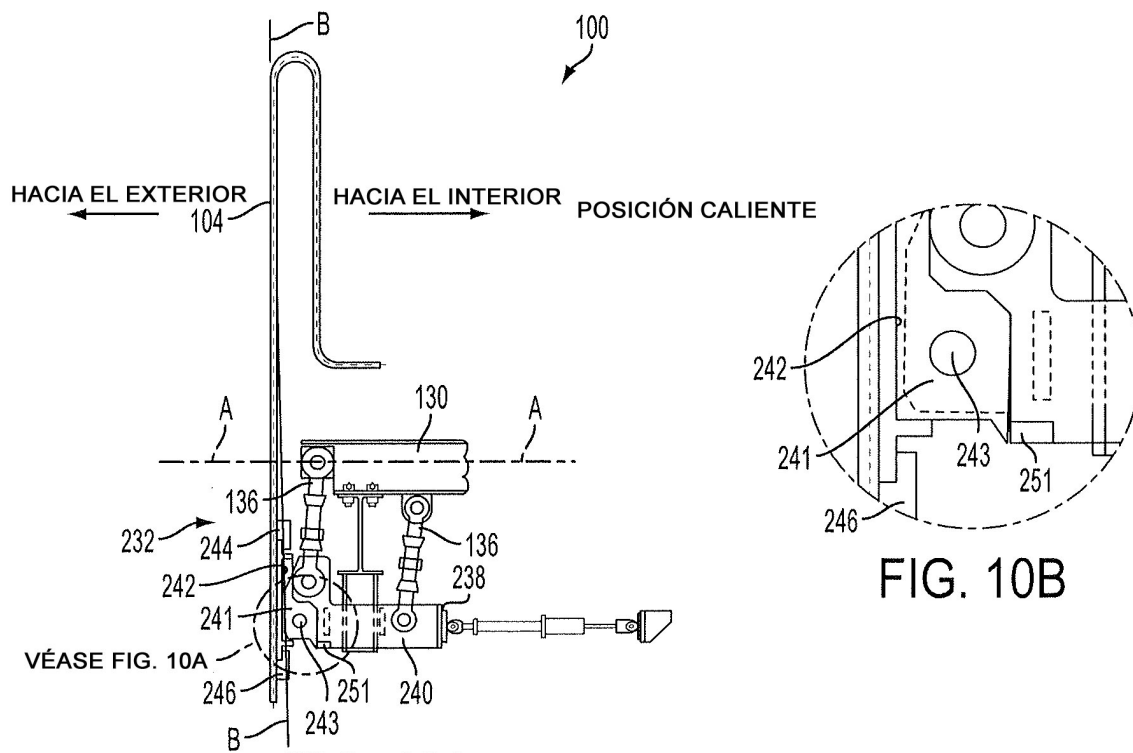


FIG. 10A

FIG. 10B

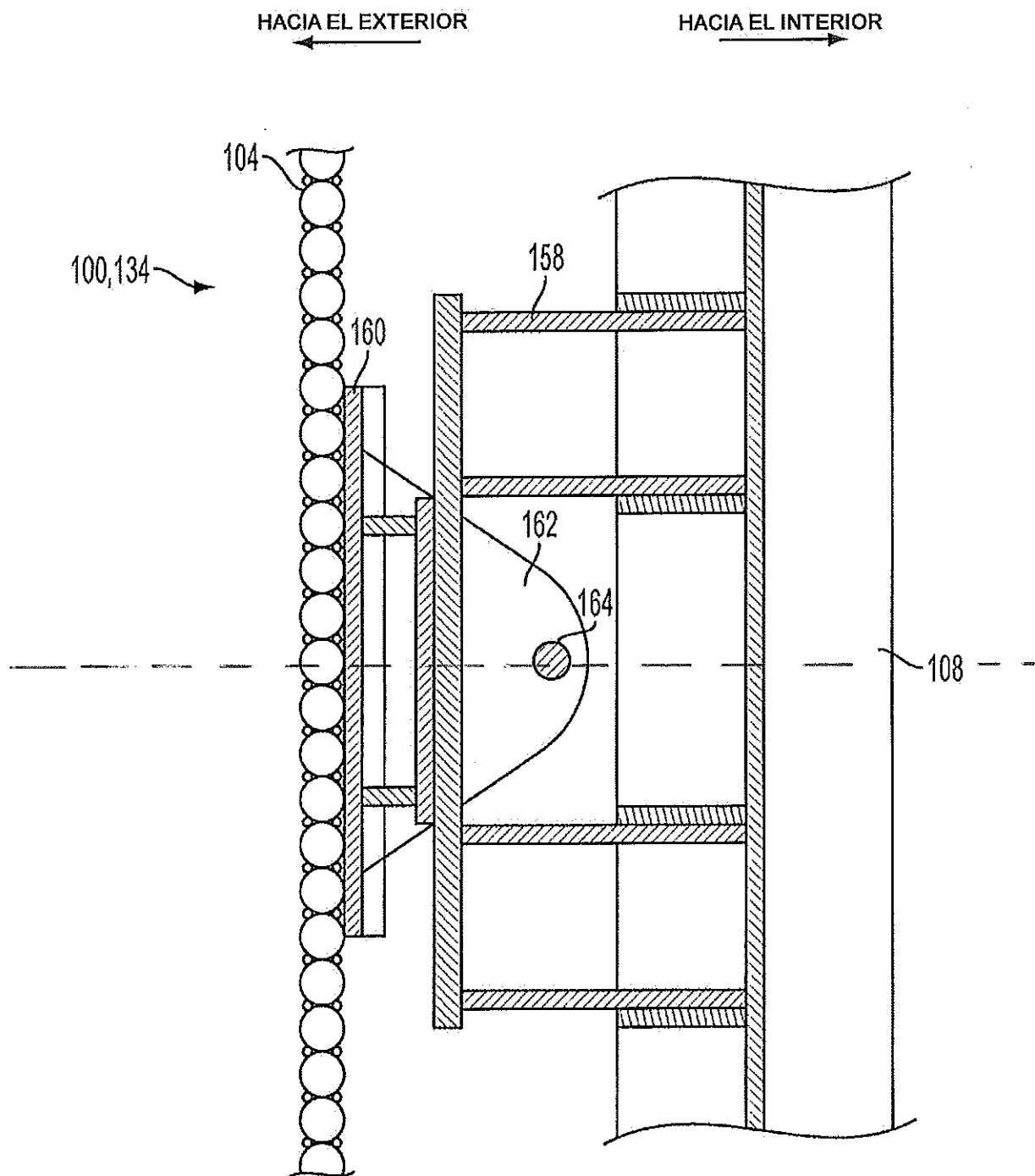


FIG. 11

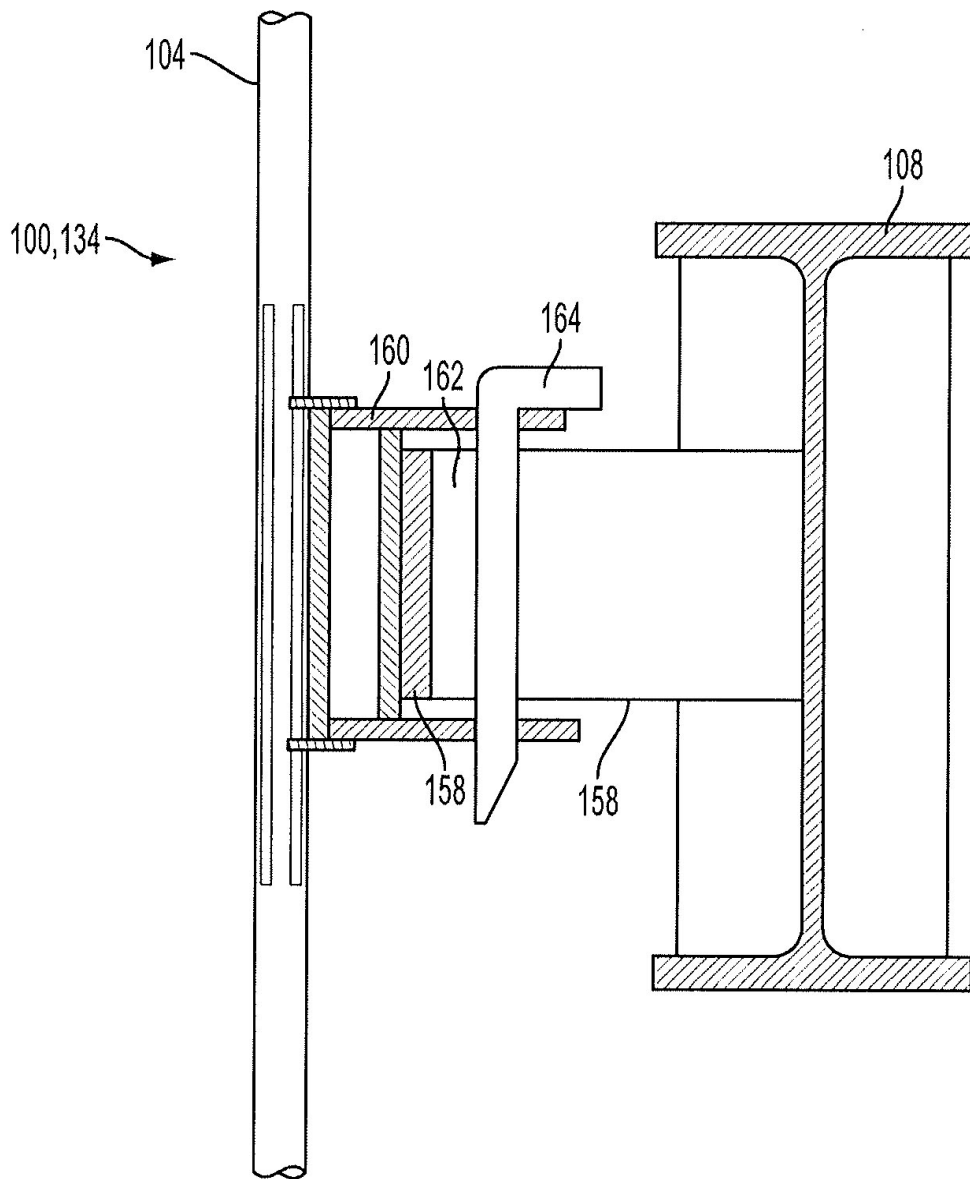


FIG. 12