(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 873 851**

(51) Int. CI.:

B22F 3/15 (2006.01)
B23K 20/00 (2006.01)
B23K 20/02 (2006.01)
B23K 20/227 (2006.01)
B23K 20/24 (2006.01)
B23K 26/38 (2014.01)
B23K 26/40 (2014.01)
F24S 20/20 (2008.01)
F28F 9/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.11.2019 E 19210102 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.03.2021 EP 3656492**

(54) Título: **Método de fabricación de un colector de intercambio de calor con compresión isostática en caliente (cic), aplicación a la fabricación de un absorbedor para una central termosolar de concentración**

(30) Prioridad:

23.11.2018 FR 1871740

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.11.2021

(73) Titular/es:

COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR

(72) Inventor/es:

CHOMETTE, SÉBASTIEN;
MONTEREMAND, MATHIEU y
VIDOTTO, FABIEN

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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

Método de fabricación de un colector de intercambio de calor con compresión isostática en caliente (cic), aplicación a la fabricación de un absorbedor para una central termosolar de concentración

Campo técnico

La presente invención se refiere a intercambiadores de calor con al menos un circuito de fluido que incluya dos canales.

La invención se refiere más particularmente a un nuevo método de fabricación de colectores de fluido para intercambiadores de calor, así como a un intercambiador de calor que comprende un colector de este tipo.

Los intercambiadores de calor conocidos comprenden bien uno o al menos bien dos circuitos con canales de circulación interna de fluido. En los intercambiadores de calor con un solo circuito, los intercambios térmicos se realizan entre el circuito y un fluido circundante en el que está sumergido. En los intercambiadores con al menos dos circuitos de fluido, los intercambios térmicos se producen entre los dos circuitos de fluido.

Se conocen reactores químicos que utilizan un método continuo de acuerdo con el cual se inyecta simultáneamente una pequeña cantidad de correactantes a la entrada de un primer circuito de fluido, preferiblemente equipado con un mezclador, y se recupera el producto químico obtenido a la salida de dicho primer circuito.

Entre estos reactores químicos conocidos, algunos comprenden un segundo circuito de fluido, generalmente llamado de utilidad, y cuya función es controlar térmicamente la reacción química, ya sea suministrando el calor necesario para la reacción o, por el contrario, evacuando el calor liberado por la misma.

Este tipo de reactores químicos con dos circuitos de fluido y una utilidad se suelen denominar reactores-intercambiadores.

La presente invención se refiere tanto a la fabricación de colectores intercambiadores de calor con una función únicamente de intercambio térmico como a la realización de colectores reactores-intercambiadores.

Además, por "intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido", hay que entender en el contexto de la invención, tanto un intercambiador de calor con una función únicamente de intercambio térmico como un reactor-intercambiador.

Una aplicación preferida de la invención es la fabricación de absorbedores para centrales termosolares de concentración.

Técnica anterior

En la mayoría de los intercambiadores de calor existentes, los colectores de fluidos se fabrican por fundición o mediante métodos de unión permanente, como la soldadura.

En el primer caso, los colectores de fundición pueden tener formas complejas y acabados superficiales que permitan dar respuesta a los requisitos en términos de pérdidas de carga (baja rugosidad, alta precisión dimensional, tolerancias ajustadas).

Sin embargo, esta técnica puede resultar compleja y difícil de utilizar en el caso de materiales con un punto de fusión elevado, como por ejemplo los aceros inoxidables con puntos de fusión superiores a 1400 °C, que se requieren en el caso de una utilización en un entorno extremo que utilice altas temperaturas y/o un entorno corrosivo.

Además, los materiales de moldeo suelen ser bastante caros, y los métodos de fundición en general requieren herramientas e instalaciones caras, que se amortizan en grandes series.

Además, el desarrollo de estos métodos puede ser delicado. Los defectos del material, que se pueden producir durante el proceso de fundición, pueden debilitar las piezas fabricadas. Estos defectos se pueden agravar en condiciones extremas (temperatura, presión, entorno corrosivo...) y hacer que las piezas sean aún más frágiles.

El ensamblaje por soldadura es una técnica probada a nivel internacional para la fabricación de recipientes a presión. Permite fabricar colectores de forma rápida y de acuerdo con las normas de diseño, fabricación y pruebas que garantizan un funcionamiento dentro de las normas de seguridad vigentes (Directiva de equipos a presión 2014/68/UE, norma ASME "Boiler and Pressure Vessel Code", etc.). Sin embargo, un ensamblaje por soldadura requiere un importante conocimiento por parte del operario, sobre la selección de la técnica precisa aplicada y los materiales utilizados.

Además, un ensamblaje por soldadura requiere pruebas preliminares para validar los parámetros de fabricación (calificación del procedimiento de soldadura), con el fin de obtener condiciones reproducibles.

Además, si las geometrías de los colectores son complejas, el tiempo de fabricación puede ser largo y el coste elevado.

Por último, debido a la fusión de los materiales, la diferencia del material resultante entre las zonas soldadas y el resto del colector se debe tener en cuenta en el dimensionamiento.

La fabricación de colectores con una forma general paralelepipédica es particularmente complicada cuando se realiza de acuerdo con una u otra de las dos técnicas mencionadas anteriormente. En la fundición, los ángulos vivos son difíciles de controlar con precisión.

Para el ensamblaje por soldadura, en algunos casos, la realización de soldaduras de penetración total puede ser complicada, por ejemplo, las soldaduras cercanas para la fijación de refuerzos internos son difíciles de dominar. Hay que recordar que una soldadura de penetración total es una fusión de la soldadura y el metal base que es completa en todo el espesor del ensamblaje. El ensamblaje por soldadura por difusión es un método que consiste en obtener un ensamblaje en estado sólido aplicando una fuerza en caliente a las piezas a unir durante un tiempo determinado. La fuerza aplicada tiene una doble función: permite el acoplamiento, es decir poner en contacto las superficies a soldar y facilita la eliminación de la porosidad residual en las juntas (interfaces) por deformación por difusión.

La técnica de ensamblaje por soldadura por difusión se puede llevar a cabo mediante la compresión en caliente uniaxial, que consiste en aplicar simultáneamente una alta temperatura y una carga perpendicular a las piezas que se van a ensamblar durante un tiempo suficiente para garantizar la soldadura de las piezas constituyentes entre sí.

Una limitación importante del método de soldadura por difusión uniaxial es que no permite soldar juntas con cualquier orientación con respecto a la dirección de aplicación de la fuerza de compresión uniaxial.

Otro método alternativo supera este inconveniente. En este método alternativo, la fuerza se aplica por medio de un gas a presión en un recinto estanco. Este método se conoce comúnmente como compresión isostática en caliente (CIC). Otra ventaja del método de soldadura por difusión por CIC en comparación con el método de soldadura por difusión uniaxial es que se utiliza más ampliamente a escala industrial. De hecho, el CIC también se utiliza para el procesamiento por lotes de piezas de fundición, así como para la compactación de polvos.

En el método de soldadura por difusión por CIC, el ensamblaje de piezas se encapsula primero en un recipiente estanco para evitar que el gas penetre en las interfaces formadas por las superficies a soldar. La presión del gas que se suele utilizar es alta, del orden de 500 a 2000 bares, normalmente 1000 bares. La acción combinada de la presión y la temperatura permite que las piezas se suelden por difusión.

La técnica de ensamblaje por soldadura por difusión por compresión isostática en caliente (CIC) ya se describió para el ensamblaje de módulos de intercambiadores de calor en las solicitudes de patente WO 2013/150458 y WO 2014/181297 en nombre del solicitante. En estos métodos, los módulos se obtienen por ensamblaje por soldadura por difusión y los colectores se fijan al módulo por soldadura convencional o por medios mecánicos de tornillo-tuerca y junta metálica de acuerdo con la utilización prevista.

Los colectores que se utilizan de este modo se fabrican previamente mediante fundición o ensamblaje por soldadura.

Este enfoque obliga a disponer de diferentes modos operativos de soldadura para los diferentes elementos de un mismo módulo. La solicitud de patente US2004/0013585 A1 describe un colector fabricado por CIC, pero que carece de refuerzo.

Por lo tanto, es necesario seguir mejorando los métodos de fabricación de colectores de intercambiadores de calor, especialmente con el fin de superar los inconvenientes anteriores.

El objetivo de la invención es dar respuesta a esta necesidad, al menos parcialmente.

Presentación de la invención

Para este propósito, la invención tiene por objetivo un método de fabricación de un colector de intercambio de calor con al menos un circuito de fluido, que incluye las siguientes etapas, de las cuales la etapa b1) constituye la etapa inventiva:

a) fabricación de los elementos de un colector de intercambio de calor, una parte del cual constituye la estructura principal con el paso de distribución de fluidos;

b) ensamblaje mecánico entre los elementos de la estructura principal y, en caso necesario, sellado de las uniones entre los elementos del colector ensamblados, formando de este modo un ensamblaje estanco;

b1) ensamblaje y sellado de uno o más elementos de una cubierta interna a la estructura principal, con la estructura principal;

c) realización de una etapa de soldadura por difusión por compresión isostática en caliente (CIC) del ensamblaje estanco obtenido en la etapa b).

De este modo, la invención es, en esencia, un método de fabricación de colectores para intercambiadores de calor con al menos un fluido, de acuerdo con el cual el ensamblaje de los elementos que definen la distribución/recogida del fluido se realiza mediante soldadura por difusión por compresión isostática en caliente (CIC), permitiendo la utilización de un elemento de refuerzo el evitar la deformación destructiva de la estructura principal que rodea el paso durante la CIC.

El método de acuerdo con la invención tiene tres ventajas significativas con respecto a los métodos convencionales para la fabricación de colectores de intercambiadores de calor con al menos un circuito de fluido, tal como se describen en el preámbulo.

De este modo, la invención permite, en primer lugar, reducir la complejidad de la fabricación de un colector de intercambiador. De hecho, la soldadura se realiza únicamente en las uniones de los elementos y, por tanto, con menos limitaciones que en el caso de las soldaduras de penetración total en el caso de los ensamblajes por soldadura de acuerdo con el estado de la técnica. Esta utilización de soldaduras en las uniones es mucho más sencilla en comparación con las soldaduras de penetración total, ya que los colectores se dimensionan con grandes espesores.

Aparte de la etapa de soldadura por difusión, las demás etapas de fabricación del método de acuerdo con la invención son sencillas y los equipos correspondientes son relativamente baratos. De este modo, la invención permite reducir los costes y el tiempo necesarios para fabricar un colector de intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido.

Por último, gracias a la invención, la soldadura por difusión de las piezas permite obtener características mejoradas, debido a la ausencia de fusión y a un tratamiento térmico homogéneo de todo el colector durante el tratamiento por CIC (propiedades mecánicas, microestructura, etc.).

De acuerdo con una forma de realización ventajosa, en la etapa b), al menos un elemento de refuerzo de la estructura principal y la cubierta interna se ensamblan también a la estructura principal, quedando estanco el ensamblaje con dicha cubierta.

De acuerdo con una forma de realización y otra alternativa de forma de realización, el ensamblaje de dicho elemento de refuerzo comprende una etapa de inserción de las espigas del elemento de refuerzo respectivamente en dos ranuras realizadas en elementos de la estructura principal enfrentadas entre sí.

El elemento de refuerzo permite mejorar las propiedades mecánicas del colector durante su utilización. Es posible instalar varios elementos de refuerzo en el colector.

De acuerdo con una variante ventajosa, después de la etapa b1), se lleva a cabo una etapa b2) de ensamblaje y sellado entre sí de uno o más elementos de una cubierta externa a la estructura principal, con la estructura principal y, si es necesario, con el elemento de refuerzo. La adición de las cubiertas interna y externa es ventajosa si se desea realizar soldaduras convencionales lejos de las interfaces que se van a soldar con CIC. De este modo, las interfaces que se van a soldar con CIC no se someten al calor de la soldadura convencional y, por tanto, se minimiza su oxidación. Por lo tanto, se pueden mejorar las uniones de las interfaces mediante soldadura CIC. De acuerdo con otra forma de realización, la etapa b) comprende el ensamblaje entre al menos dos elementos de la estructura principal mediante un sistema de espigas/mortajas. En esta forma de realización, las propiedades mecánicas de las uniones entre los elementos de la estructura principal se pueden mejorar aún más.

Ventajosamente, el ciclo de soldadura por difusión por CIC de acuerdo con la etapa c) se realiza a una temperatura de entre 1000 y 1200 °C y a una presión comprendida entre 500 y 1500 bar. Preferiblemente, el ciclo se lleva a cabo durante un período de entre 2h y 10h con un ascenso de temperatura con una duración comprendida entre 1h y 4h y un tiempo de mantenimiento con una duración comprendida entre 1h y 6h.

De manera ventajosa, después de la etapa c), se realiza una etapa d) de mecanizado de la superficie exterior del colector. Entre otras cosas, esto se hace para obtener un acabado superficial adecuado para el colector terminado.

En otra forma de realización, antes de la etapa c), se realiza el ensamblaje y el sellado entre una parte de los elementos del colector y una parte de un intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido.

De este modo, el colector de acuerdo con la invención se puede ensamblar directamente sobre un intercambiador de calor antes de la realización de la etapa c) de soldadura por difusión por CIC. Esta forma de realización es aún más ventajosa si el intercambiador de calor se fabrica, así mismo, mediante soldadura por difusión por CIC. Sin embargo, es posible fabricar el intercambiador de calor mediante otro método de ensamblaje y posteriormente ensamblar y fijar el colector a este último por CIC.

La invención también tiene por objetivo un colector de intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido obtenido de acuerdo con el método descrito anteriormente.

La invención también tiene por objetivo un módulo intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido que comprenda al menos dos colectores como los anteriores.

Por último, la invención tiene por objetivo la utilización de un colector de intercambiador de calor o un intercambiador de calor como el anterior como un absorbedor para plantas solares de concentración a alta temperatura.

Otras ventajas y características de la invención resultarán más claras con la lectura de la descripción detallada de ejemplos de aplicación de la invención realizada a modo de ilustración y no de restricción con referencia a las siguientes figuras.

Breve descripción de los dibujos

La [Fig. 1] es una vista en perspectiva de una parte de una cubierta interna de un colector de acuerdo con la presente invención;

La [Fig. 1A] es una vista de alzado y una vista de perfil de la parte de la cubierta interna de acuerdo con la figura 1;

La [Fig. 2] es una vista en perspectiva de una pieza complementaria a la parte de la cubierta interna mostrada en las figuras 1 y 1A;

La [Fig. 3] es una vista en perspectiva de piezas de una cubierta externa de un colector de acuerdo con la presente invención;

La [Fig. 4] es una vista en perspectiva de una parte de las piezas de la estructura principal de un colector de acuerdo con la presente invención;

La [Fig. 5] es una vista en perspectiva de una pieza de refuerzo interna de la estructura principal de un colector de acuerdo con la figura 4;

La [Fig. 6] es una vista en perspectiva desde arriba y desde abajo de una pieza de la estructura principal que forma el ensamblaje con un tubo de distribución/recogida;

La [Fig. 7] es una vista de perfil de una pieza lateral de la estructura principal del colector después de una etapa de recuperación de bordes;

La [Fig. 8] es una vista en perspectiva de un tubo de distribución/recogida del colector;

La [Fig. 9] es una vista en perspectiva que muestra una etapa de ensamblaje del elemento de refuerzo a la parte de la cubierta interna mostrada en la figura 1;

La [Fig. 10] es una vista en perspectiva que muestra una etapa de cierre de la cubierta interna después del ensamblaje con el elemento de refuerzo;

La [Fig. 11] es una vista en perspectiva del ensamblaje por soldadura entre el tubo de distribución/recogida de acuerdo con la figura 8 y la pieza de conexión de acuerdo con la figura 6;

La [fig. 12] muestra una zona de soldadura de sellado entre el ensamblaje de la figura 11 y la cubierta interna del colector;

La [Fig. 13] es una vista en perspectiva que ilustra una etapa de colocación de otras dos piezas de la estructura principal en el ensamblaje estanco de la figura 12;

La [Fig. 14] es una vista en perspectiva que ilustra una etapa de colocación de otras dos piezas de la estructura principal en el ensamblaje estanco de la figura 12;

La [Fig. 15] es una vista en perspectiva que muestra una etapa de colocación de otras dos piezas de la cubierta externa sobre la estructura principal colocada de acuerdo con la figura 14;

La [Fig. 16] es una vista en perspectiva que ilustra una etapa de colocación de otras dos piezas de la cubierta externa en la estructura principal;

La [Fig. 17] es una vista en perspectiva de una etapa de colocación de una pieza inferior de la cubierta externa sobre la estructura principal;

La [Fig. 18] es una vista en perspectiva y lateral de una pieza de la estructura principal del colector de acuerdo con una forma de realización alternativa de la presente invención;

La [Fig. 19] es una vista en perspectiva y lateral de otras dos piezas de la estructura principal del colector de acuerdo con la misma forma de realización alternativa de la figura 18;

La [Fig. 20] es una vista en perspectiva y lateral de piezas de la estructura principal fabricadas de acuerdo con la figura 18 y la figura 19, ensambladas entre sí;

La [Fig. 21] es una vista en perspectiva de una placa tubular de un intercambiador de calor destinada a ser ensamblada directamente con un colector de acuerdo con otra variante de forma de realización de la presente invención;

La [fig. 22] es una vista en perspectiva del ensamblaje entre la cubierta interna con la pieza de refuerzo interna del colector y la placa tubular de la figura 21 de acuerdo con la otra variante de forma de realización;

La [Fig. 23] es una vista en perspectiva de la colocación de la cubierta externa alrededor del ensamblaje realizado de acuerdo con la figura 22;

Descripción detallada

A continuación, se describe un ejemplo de forma de realización de un colector paralelepipédico, generalmente en forma de tronco de pirámide, de un intercambiador de calor con al menos un circuito de acuerdo con la invención.

Etapa a): En primer lugar, se fabrican las piezas que conformarán la estructura principal del colector, la cubierta interna y la cubierta externa.

Etapa a1): Se fabrican de este modo las distintas piezas 20, 21, 22, 23, 24, 30 y 40 que constituyen el colector. Las piezas 20, 21, 22, 23 y 30 se cortan a partir de láminas metálicas de espesores e6, e7, e8, e9 y e13+e15, según se ilustra en las figuras 4, 5 y 6.

Entre estas piezas, las piezas 20 a 23, de forma trapezoidal, definen la geometría del ensamblaje del fluido a recoger/distribuir mientras que la pieza 30 es una pieza de conexión con un tubo de distribución/recogida de fluido 40 según se muestra en la figura 8.

Las ranuras longitudinales 200 y 210 y de dimensiones l5*L4 y l6*L5, se fabrican individualmente en la pieza 20 y en la pieza 21, respectivamente. Preferiblemente, según se ilustra, estas ranuras 200, 210 están centradas y son pasantes.

La totalidad de las piezas de la estructura principal se corta preferiblemente con láser.

Aparte de una de las piezas trapezoidales, la pieza 20, las otras piezas 21, 22, 23 y 30 de la estructura principal se someten a etapas adicionales de recuperación de bordes con el fin de permitir que se ajusten entre sí y a una cubierta externa que se coloca posteriormente.

Las piezas trapezoidales 21, 22 y 23 sólo se someten a rectificados de los bordes exteriores con el fin de crear planos inclinados, según se ilustra en la figura 7 mediante la pieza 23 con los bordes 230 y 231.

Según se ilustra en la figura 6, la pieza 30 tiene unas dimensiones iniciales iguales a (e13+e15)*h7*l9. Se realiza una perforación de forma cilíndrica en un sentido V en la parte central de la pieza 30 y se realiza un chaflán 300 para pasar de un diámetro d1 a un diámetro d2 y dejar un orificio cilíndrico con un espesor e14. Acto seguido, en un sentido opuesto a V, se realiza una recuperación del perímetro de la cara inferior de la pieza 30 con el fin de mantener un paralelepípedo rectangular 302 con una dimensión e15*h8*l10.

Para la fabricación de un tubo de distribución/recogida 40 (Figura 8) se utiliza un trozo de tubo de diámetro exterior d3 e interior d4 y longitud L8. Se fabrica un chaflán 400 en uno de los extremos del tubo 40 con el fin de pasar de un diámetro d3 a un diámetro d5 en una longitud L9.

Los rectificados de los bordes de las piezas del colector se mecanizan mediante fresado convencional para las caras planas y torneado para las geometrías de revolución.

A título de ejemplo:

- las placas utilizadas para la fabricación de las piezas de la estructura del colector son de acero inoxidable 1.4404 con un espesor e6 = e7 = e8 = e9 = e10 = e13+e15 de unos 10mm;
- Las ranuras 200 y 210 son idénticas y tienen una sección transversal igual a l5*L4 = l6*L5 del orden de 9*129 mm;
- la pieza de conexión 30 tiene unas dimensiones iniciales iguales a (e13+e15)*h7*l9 del orden de 10*56*56,5mm. El rectificado del orificio central permite mantener un orificio cilíndrico de diámetro d2 igual a 32,46 mm sobre un espesor e14 igual a 2mm, el chaflán 300 pasa se este modo de un diámetro d1 = 42,16mm a un diámetro d2 = 32,46mm. El rectificado de la cara mediante fresado se centra en la perforación con un espesor e15 = 1mm. Las otras dimensiones de la parte paralelepipédica 302 saliente son h8*110 iguales a 36*35,2 mm;
- el tubo de distribución/recogida 40 es de acero inoxidable 1.4404, con un diámetro exterior d3 = 42,16mm, un diámetro interior d2 = 32,46mm y una longitud L8 = 50mm. El chaflán 400 se realiza sobre una longitud L9 = e13 = 8mm.

Acto seguido, se fabrica la pieza de refuerzo 24 de la estructura principal del colector. Esta pieza de refuerzo 24 ilustrada en la figura 5 también se fabrica, preferiblemente, cortando una lámina metálica de espesor e10. El corte se realiza preferiblemente por láser.

Esta pieza de refuerzo 24 requiere un mecanizado preciso, con el fin de que pueda encajar correctamente en las piezas 20 y 21. La pieza de refuerzo 24 permite mejorar las propiedades mecánicas del colector durante su utilización.

Los dos bordes longitudinales de esta pieza de refuerzo 24 se conforman con la forma de espigas 241, 242 de forma paralelepipédica rectangular. La espiga 241 tiene dimensiones e11*h5*L6 mientras que la espiga 242 tiene dimensiones e12*h6*L7.

A título de ejemplo, la pieza de refuerzo 24 es una placa 240 similar a las placas que forman la estructura principal del colector, pero a cuyos bordes longitudinales se le ha efectuado un rectificado de bordes.

El rectificado de estos dos bordes permite obtener las dos espigas 241, 242 con formas paralelepipédicas rectangulares idénticas, con dimensiones e11*h5*L6 = e12*h6*L7 iguales a 8,8*11*128,8 mm.

Etapa a2): Se fabrican las piezas 10 y 11 que constituyen la cubierta interna, tal como se ilustra en las figuras 1, 1A y 2. Se cortan a partir de láminas metálicas de espesores e1 y e2.

Las ranuras longitudinales 100 y 110, con dimensiones l2*L2 y l4*L3, se fabrican individualmente en la pieza 10 y en la pieza 11, respectivamente.

Las piezas 10 y 11 se cortan preferiblemente mediante corte por láser.

La pieza 10 se obtiene por conformación, preferiblemente por plegado mecánico a partir de una placa previamente cortada.

La pieza plegada 10 tiene una gran sección transversal trapezoidal 101 con dimensiones iguales a ((l1+l3)*L1)/2.

En cada lado longitudinal de la sección trapezoidal se pliega una pequeña sección trapezoidal 102 de dimensiones iguales a ((h1+h2)*L1)/2

A título de ejemplo:

- las placas 10, 11 de la cubierta interna son de acero inoxidable 1.4404 con un espesor e1 = e2 = 1 mm. Las ranuras 100 y 110 son idénticas y tienen una sección transversal de dimensiones l2*L2 = l4*L3 igual a 9*129 mm.
- la pieza plegada 10 tiene unas dimensiones l1*h1 = 188*50 mm, l3*h2 = 34*34 mm y L1=195 mm.

Etapa a3): Acto seguido, se fabrican las piezas 12, 13 y 14 que constituyen la cubierta externa, tal como se ilustran en la figura 3. Se cortan a partir de láminas metálicas de espesores e3, e4 y e5 respectivamente. La pieza 12, de sección l7*h3 se perfora con una ranura central 120 de sección l8*h4. Las piezas se cortan preferiblemente mediante corte por láser. Cada una de las piezas 13, 14 de sección trapezoidal se obtiene mediante conformación, preferiblemente por

plegado mecánico, de la pequeña base 132, 142 con respecto a la superficie 131, 141. Esta conformación permite ajustar la cubierta externa 14 a la pieza de conexión 30 (Figura 16).

A título de ejemplo, las placas utilizadas para fabricar las piezas 12, 13, 14 de la cubierta externa son de acero inoxidable 1.4404 con un espesor e3 = e4 = e5 = 1mm. La pieza 12 tiene unas dimensiones externas l7 x h3 = 212*74 mm y una ranura central 120 con una sección l8*h4 = 188*50 mm.

Etapa b): Acto seguido, se realiza el ensamblaje mecánico entre todas las piezas de la estructura principal, la cubierta interna y la cubierta externa.

Etapa b1): En esta etapa se realiza el ensamblaje de la cubierta interna y la estructura principal del colector.

En primer lugar, la pieza de refuerzo interna 24 se introduce en la ranura 100 de la parte principal de la cubierta interna 10 (Figura 9).

La espiga 242 atraviesa por completo la ranura 100 y hace tope contra la superficie 101 de la pieza 10. Acto seguido, se realiza una soldadura de sellado en la totalidad de la unión 243 entre estas dos piezas.

Acto seguido, la pieza 11 se coloca en su sitio cerrando la cubierta interna: la espiga 241 atraviesa por completo la ranura 110 y hace tope contra la superficie 111 de la pieza 11 (Figura 10). Se realiza una soldadura de sellado en la totalidad de la unión 244 entre estas dos piezas, pero también en la totalidad de la unión entre las piezas 10 y 11 de la cubierta interna.

La pieza de conexión 30 y el tubo de distribución/recogida 40 se ensamblan mediante soldadura convencional y a continuación el conjunto se monta en la cubierta interna. De este modo, el saliente paralelepipédico 303 de la pieza de conexión se coloca en la parte superior de la cubierta interna y se realiza una soldadura en toda la unión entre el ensamblaje de las piezas 30 y 40 por un lado y las piezas 10 y 11 por el otro, según se ilustra en la figura 12.

Las soldaduras de sellado realizadas durante la etapa b1) permiten, en particular, evitar que el gas CIC penetre en la interfaz entre la cubierta interna y las piezas del colector. A título de ejemplo, las soldaduras de esta etapa b1) se realizan mediante soldadura TIG (Tungsten Inert Gas) convencional sin metal de aporte.

Las restantes piezas 20, 21, 22 y 23 de la estructura principal del colector se colocan en la cubierta interna (Figuras 13 y 14). Las espigas 241, 242 de la parte de refuerzo 24 se insertan en las ranuras 200 y 210 de las piezas 20 y 21 del colector.

Etapa b2): Acto seguido, se realiza el ensamblaje mecánico entre todas las piezas de la cubierta externa y el ensamblaje de la etapa b1. De hecho, las piezas 12, 13 y 14 de la cubierta externa se colocan sobre el ensamblaje obtenido de acuerdo con las etapas anteriores (Figuras 15, 16, 17).

Se realiza una soldadura de sellado en todas las uniones entre las distintas piezas 12, 13, 14 de la cubierta externa y las piezas del ensamblaje ya realizado.

A título de ejemplo, la soldadura en esta etapa b2 se realiza mediante soldadura TIG convencional sin metal de aporte.

Etapa c): El colector ensamblado con la cubierta interna, la estructura principal y la cubierta externa y sellado en las uniones, se somete a una soldadura por difusión por compresión isostática en caliente (CIC).

A título de ejemplo, cuando las distintas piezas son de acero inoxidable, el ciclo CIC aplicado se realiza a una temperatura de 1160 °C bajo una presión de 1000 bar con un ascenso de temperatura con una duración de 3 horas y un tiempo de mantenimiento con una duración de 2 horas.

Etapa d): Una vez finalizada la soldadura por difusión CIC, se realiza una etapa de mecanizado final en la superficie exterior de la pieza 12. El mecanizado final puede ser una etapa de fresado que permita obtener un acabado superficial adecuado.

El colector del intercambiador 1 finalmente obtenido se muestra en la figura 17.

En la forma de realización descrita anteriormente, las soldaduras realizadas mediante soldadura por difusión por CIC entre los elementos del colector se realizan en superficies planas.

En determinados casos, las juntas planas realizadas mediante soldadura por difusión pueden tener características mecánicas más débiles que el material base de las piezas del colector, dependiendo de las aleaciones utilizadas.

Además, con el fin de mejorar las características mecánicas del ensamblaje, algunas piezas del colector se pueden ensamblar entre sí mediante un sistema de cola de milano, es decir, entre una ranura y una lengüeta de forma complementaria.

Esta variante de ensamblaje mediante un sistema de espigas/mortajas se ilustra en las figuras 18, 19 y 20.

De este modo, en los lados longitudinales de la pieza 21' se fabrican lengüetas con forma trapezoidal (forma de cola de milano). La base grande de las lengüetas tiene un espesor e16, la base pequeña tiene un espesor e17 y la altura del trapecio es l11 (Figura 18).

Las ranuras con forma de trapecio complementaria a la de las lengüetas se realizan en los lados longitudinales de las piezas 22' y 23' según se muestra en la figura 19. La base grande de las ranuras tiene un espesor e18, e21, la base pequeña tiene un espesor e19, e20 y la altura del trapecio es igual a l12 y l13.

A título de ejemplo, la fabricación de las lengüetas y las ranuras se efectúa mediante un mecanizado convencional, de tipo fresado. Las dimensiones de las lengüetas y las ranuras son e16 = e18 = e21 = 8mm y e17 = e19 = e20 = l11 = l12 = l13 = 5mm.

De este modo, las piezas 21', 22' y 23' se ensamblan mediante sistemas de cola de milano con las ranuras y las lengüetas encajadas entre sí.

En esta forma de realización, sólo el ensamblaje de las piezas 21', 22' y 23' difiere con respecto a la primera forma de realización descrita anteriormente. De este modo, la instalación de las cubiertas interna y externa, así como la del elemento de refuerzo, siguen siendo idénticas a la primera forma de realización.

De acuerdo con una forma de realización ventajosa, el colector de acuerdo con la invención se puede ensamblar directamente en un intercambiador de calor antes de la realización de la etapa c) de soldadura por difusión por CIC. Esta forma de realización es mucho más ventajosa si el propio intercambiador de calor se fabrica mediante soldadura por difusión por CIC. Sin embargo, es posible fabricar el intercambiador de calor mediante otro método de ensamblaje y posteriormente ensamblar y fijar el colector a este último por CIC.

De este modo, se puede fabricar un intercambiador de calor con sus colectores en una sola etapa mediante soldadura por difusión por CIC.

Esta forma de realización se ilustra en las figuras 21 a 23.

Según se ilustra en la figura 21, una placa tubular 50 forma un extremo de un intercambiador de calor no mostrado. Esta placa tubular 50, de dimensiones e22*h9*l11, tiene un saliente paralelepipédico 500 de dimensiones e23*h10*l12, que sobresale con respecto al perímetro 501 de la placa 50. Los tubos 502 que constituyen los canales de un circuito de fluido del intercambiador para distribuir/recoger conducen al saliente 500.

De este modo, esta placa tubular 50 ocupará el lugar y el sitio de la pieza 12 de la cubierta externa durante la etapa de ensamblaje b1) (Figura 22).

En el curso de la etapa b1) se realiza una soldadura de sellado sobre todo el perímetro de las uniones entre la pieza 50 y las piezas 10, 11 de la cubierta interna respectivamente. En el curso de la etapa b2 o b3, se realiza una soldadura de sellado sobre todo el perímetro de las uniones entre la pieza 50 y las piezas 13, 14 de la cubierta externa y las piezas 22 y 23, respectivamente (Figura 23).

Acto seguido, el conjunto de colector e intercambiador de calor ensamblados con sus uniones selladas se somete a un ciclo de soldadura por difusión por CIC con el fin de soldar el ensamblaje de las interfaces de acuerdo con la etapa c).

A título de ejemplo, la placa tubular 50 es de acero inoxidable 1.4404 de dimensiones e22*h9*l11 iguales a 9*74*212 mm con un saliente 500 de dimensiones e23*h10*l12 iguales a 1*50*188 mm. Todas las demás piezas del colector son idénticas a las vistas en el ejemplo descrito anteriormente. Las etapas de soldadura con la placa 50 se realizan mediante TIG sin metal de aportación. El ciclo CIC es idéntico al del ejemplo descrito anteriormente.

Se pueden aportar otras variantes y mejoras sin por ello salirse del contexto de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un colector de intercambio de calor con al menos un circuito de fluido, que incluye las siguientes etapas:

a) fabricación de los elementos (20, 21, 22, 23, 24, 30, 40) de un colector de intercambiador de calor, de los cuales una parte (20, 21, 22, 23, 30, 40) constituye la estructura principal con el paso de fluido;

b) ensamblaje mecánico entre los elementos (20, 21, 22, 23, 30, 40) de la estructura principal y, si es necesario, sellado de las uniones entre los elementos ensamblados, formando de este modo un ensamblaje estanco;

b1) ensamblaje y sellado de uno o más elementos (10, 11) de una cubierta interna a la estructura principal, con la estructura principal;

c) realización de una etapa de soldadura por difusión por compresión isostática en caliente (CIC) del ensamblaje estanco obtenido en la etapa b).

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que en la etapa b), un elemento de refuerzo (24) de la estructura principal y la cubierta interna también se unen a la estructura principal, siendo estanco el ensamblaje con dicha cubierta.

3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, el ensamblaje de dicho elemento de refuerzo (24) comprende una etapa de inserción de espigas (241, 242) del elemento de refuerzo (24) respectivamente en dos ranuras (20, 21) realizadas en elementos de la estructura principal enfrentados.

4. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de acuerdo con el cual, después de la etapa b1), se realiza una etapa b2) de ensamblaje y sellado entre uno o más elementos (12, 13, 14) de una cubierta externa a la estructura principal, con la estructura principal y, si es necesario, con el elemento de refuerzo (24).

5. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de acuerdo con el cual la etapa b) comprende el ensamblaje entre al menos dos elementos (21”, 22”, 23') de la estructura principal mediante un sistema de espigas/mortajas.

6. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el ciclo de soldadura por difusión por CIC de acuerdo con la etapa c) se realiza a una temperatura comprendida entre 1000 y 1200 °C y a una presión comprendida entre 500 y 1500 bar.

7. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, realizándose el ciclo de soldadura por difusión por CIC de acuerdo con la etapa c) durante un período de tiempo comprendido entre 2h y 10h con un ascenso de temperatura de una duración comprendida entre 1h y 4h y un tiempo de mantenimiento de una duración comprendida entre 1h y 6h.

8. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que después de la etapa c), se realiza una etapa d) de mecanizado de la superficie exterior del colector.

9. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, de acuerdo con el cual antes de la etapa c) se realiza el ensamblaje y sellado entre una parte de los elementos del colector y una parte de un intercambiador con al menos un circuito de fluido.

10. Colector de intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido obtenido de acuerdo con el método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

11. Intercambiador de calor con al menos un circuito de fluido que comprende al menos dos colectores de acuerdo con la reivindicación 10.

12. Utilización de un colector de intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10 o de un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 11 como absorbedor para plantas solares de concentración a alta temperatura.

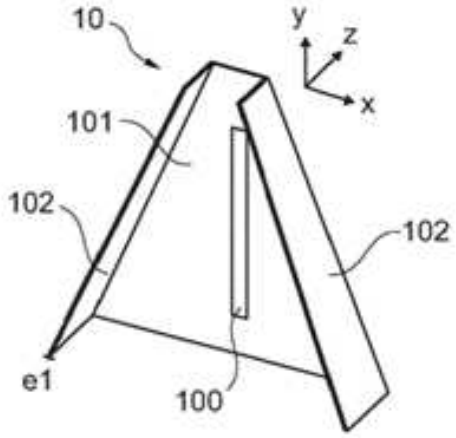


Figura 1

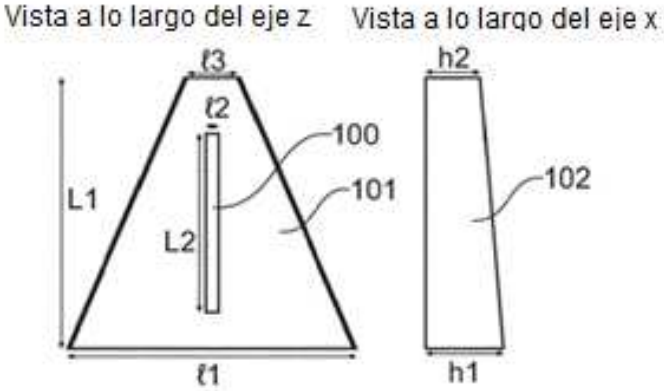


Figura 1A

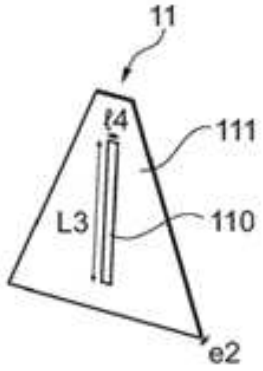


Figura 2

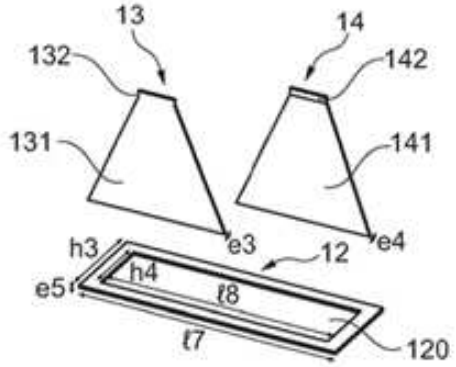


Figura 3

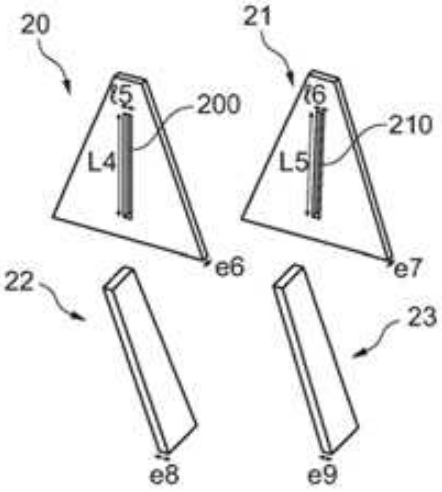


Figura 4

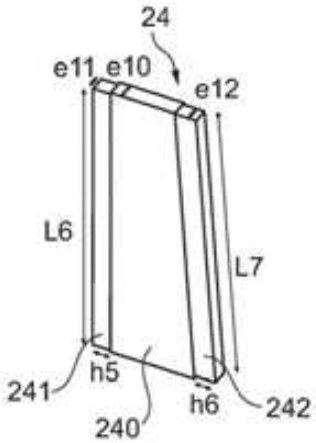


Figura 5

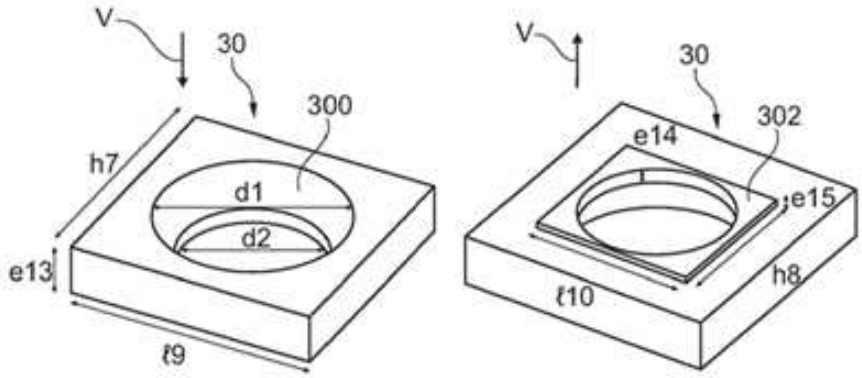


Figura 6

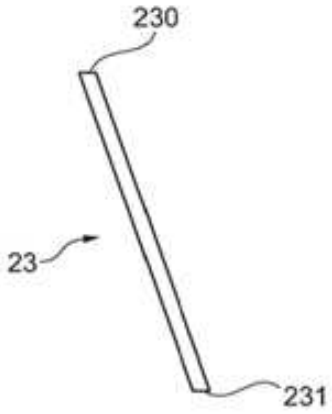


Figura 7

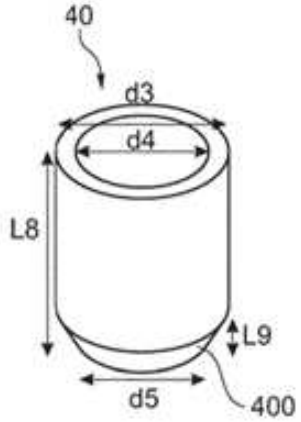


Figura 8

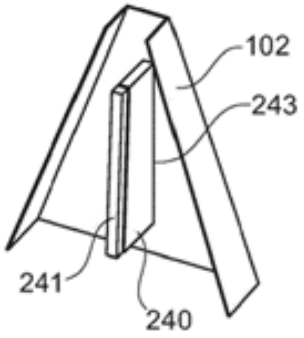


Figura 9

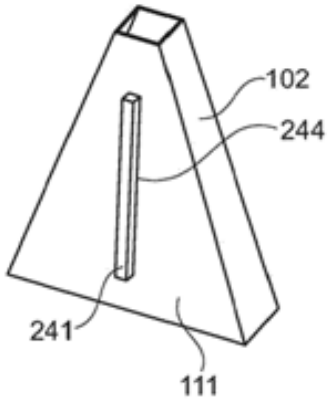


Figura 10

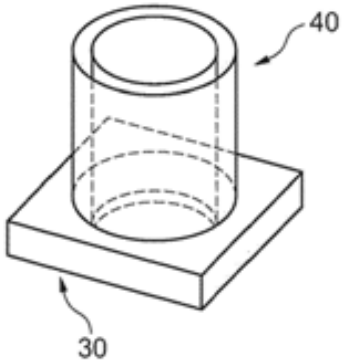


Figura 11

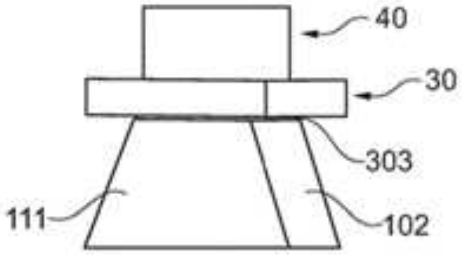


Figura 12

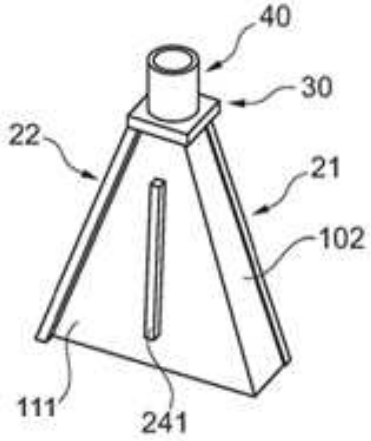


Figura 13

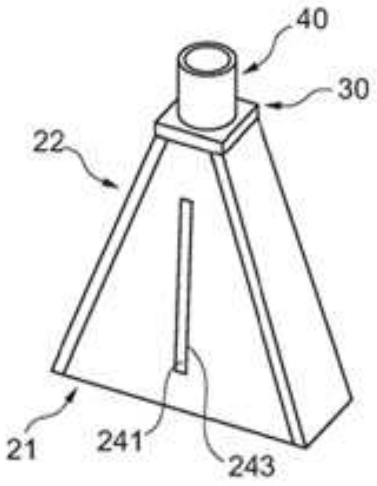


Figura 14



Figura 15

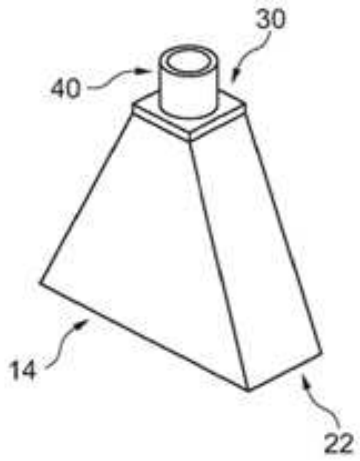


Figura 16

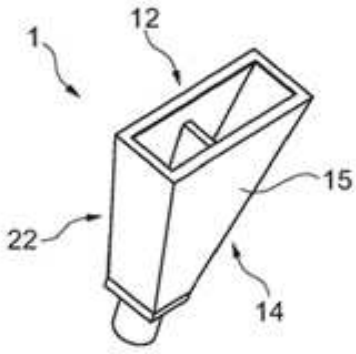


Figura 17



Figura 18

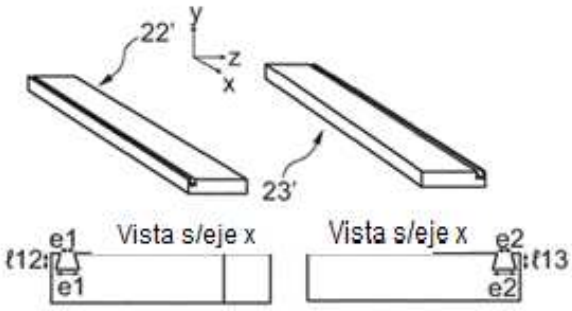


Figura 19

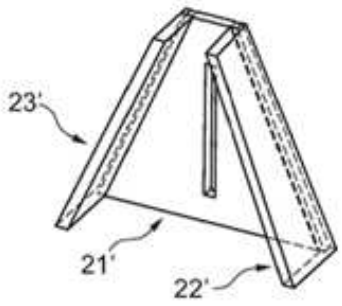


Figura 20

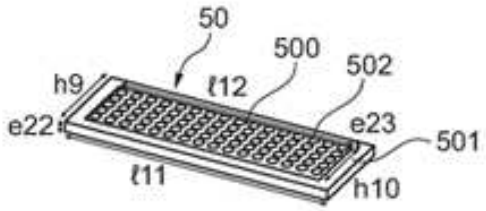


Figura 21

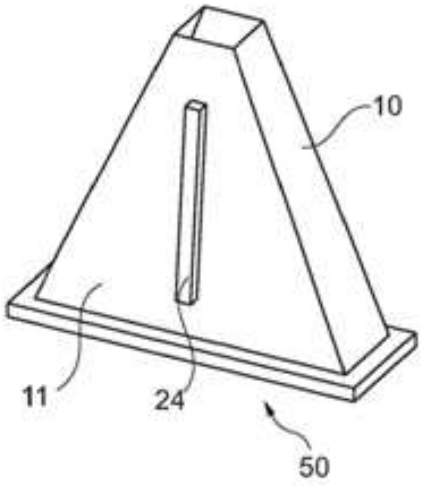


Figura 22

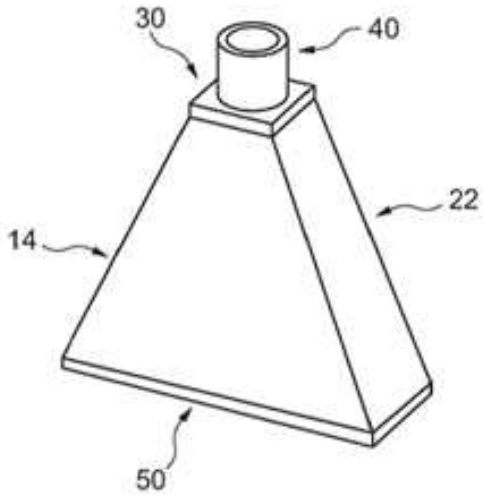


Figura 23