(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 638 857**

(51) Int. Cl.:
F28D 15/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2012** **E 12161699 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.06.2017** **EP 2645040**

(54) Título: **Intercambiador de calor para convertidores de tracción**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.10.2017

(73) Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

(72) Inventor/es:

GRADINGER, THOMAS;
AGOSTINI, BRUNO y
MERK, MARCEL

(74) Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 638 857 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Intercambiador de calor para convertidores de tracción

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere, en general, a un intercambiador de calor. En particular, la presente invención se refiere a un intercambiador de calor que puede utilizarse en un convertidor de tracción, y a un convertidor de tracción.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los vehículos y los trenes modernos son impulsados mediante sistemas de accionamiento que requieren convertidores de energía eléctrica. Existe un competitivo mercado que demanda convertidores de bajo coste, eficientes y confiables. En un sistema típico, los componentes electrónicos de potencia, tales como dispositivos semiconductores discretos o integrados (es decir, de tipo modular), inductores, resistencias, condensadores y barras conductoras de cobre, se montan muy cerca. Durante el funcionamiento, estos componentes disipan calor en cantidades variables. Además, estos componentes son tolerantes a temperaturas de diferentes niveles. Las condiciones de temperatura varían en función de la zona del mundo en la que se utilizan los convertidores. La gestión térmica y el concepto de integración de un sistema de accionamiento también tiene que tener en cuenta la humedad y otros factores además del rendimiento eléctrico del sistema.

El diseño de trenes modernos requiere soluciones que puedan disponerse en el techo del tren o debajo del suelo (por ejemplo, en un convertidor de suelo). Los componentes semiconductores y las resistencias de potencia son fuentes de calor dignas de mención de los convertidores de tracción. Comúnmente se construyen con un diseño de montaje en placa para atornillarse o prensarse sobre una superficie plana que se mantiene a una temperatura convenientemente baja, digamos, fría. Los disipadores térmicos de aluminio refrigerados por aire ventilado y las placas frías refrigeradas por agua bombeada son ejemplos típicos de tales superficies de intercambio de calor. Otros componentes tales como inductores, condensadores y elementos de circuito de PCB generalmente se refrigeran por flujo de aire.

Una posibilidad para lograr una alta protección ambiental es disponer circuitos eléctricos críticos, incluyendo componentes semiconductores, en recintos protegidos. Sin embargo, la eliminación de calor se complica con una mayor protección de los componentes.

El grado de protección ambiental que ofrece un producto electrónico se expresa comúnmente en términos de su “grado de protección contra el acceso (IP)”. Muchos productos de accionamiento se ofrecen en IP20 o IP21 como estándar ofreciéndose grados de protección IP54 o más altos como opcionales. Con valores de IP más bajos es posible el diseño para el flujo pasante de aire exterior dentro del recinto de accionamiento mientras se sigue proporcionando una protección adecuada. Pueden emplearse filtros de aire para reducir las partículas en el aire. Unas aberturas de ventilación orientadas hacia abajo en las paredes del recinto evitan que entren gotas de agua verticales. Con mayores índices de IP, sin embargo, la separación del aire exterior del aire interior del recinto de accionamiento resulta esencial. Para niveles de protección más altos, tal como IP65 o incluso más, puede ser necesario un recinto hermético.

Un intercambiador de calor aire-aire se emplea comúnmente en recintos de alto IP para disipar el calor al entorno mientras separa completamente los volúmenes de aire interior y exterior del recinto. En tales dispositivos también se utilizan conductos de calor y elementos de refrigeración termoeléctrica. EP2284846 y EP2246654 muestran cada una un ejemplo de un intercambiador de calor aire-aire. EP2031332 muestra otro ejemplo de un intercambiador de calor que utiliza refrigeración por aire. El dispositivo descrito en EP2031332 es un intercambiador de calor termosifón para convertidores de tracción. Sin embargo, la protección contra el acceso que ofrece el sistema descrito es todavía limitada. Además, existe la necesidad de un sistema más compacto y más eficiente para enfriar fuentes de calor de los módulos de potencia de un tren.

DESCRIPCIÓN

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es un convertidor de calor y un convertidor de tracción más eficientes o más compactos con la posibilidad de proporcionar una alta protección contra el acceso.

El objetivo se consigue mediante un intercambiador de calor diseñado de acuerdo con la reivindicación 1 y el uso de un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación independiente adicional. Otras realizaciones de ejemplo de la presente invención son de acuerdo con las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto de realizaciones básicas que se describen aquí, se dispone un intercambiador de calor, que comprende un primer módulo intercambiador de calor con un primer canal evaporador y un primer canal condensador, en el que el primer canal evaporador y el primer canal condensador están dispuestos en un primer conducto. Además, el primer canal evaporador y el primer canal condensador están conectados entre sí para el paso de fluido mediante un primer colector de distribución superior y un primer colector de distribución inferior de manera que el primer canal evaporador y el primer canal condensador forman un primer bucle para un fluido de trabajo. El primer módulo intercambiador de calor comprende, además, un primer elemento de transferencia de calor del evaporador para transferir calor al primer canal evaporador y un primer elemento de transferencia de calor del condensador para transferir calor del primer canal condensador, en el que el intercambiador de calor comprende un segundo módulo intercambiador de calor conectado al primer módulo intercambiador de calor mediante un elemento de conexión de fluido para un intercambio del fluido de trabajo entre el primer módulo intercambiador de calor y el segundo módulo intercambiador de calor.

Los intercambiadores de calor de ejemplo descritos aquí permiten el uso de un principio de transferencia de calor de dos fases para eliminar eficazmente el calor de entrada sin necesidad de una unidad de bombeo si el conducto está orientado respecto a la fuerza gravitacional de la tierra de manera que el movimiento del fluido de trabajo se produce por gravedad. Esto se traduce en una reducción de costes y una mejora de la fiabilidad. Se prefieren los sistemas sin bomba ya que las bombas son propensas a desgaste de modo que requieren mantenimiento. Se utiliza un principio de intercambiador de calor de tipo termosifón, en el cual el rendimiento de refrigeración y la compacidad se aumenta añadiendo un segundo módulo intercambiador de calor al primer módulo intercambiador de calor. Los módulos del intercambiador de calor están conectados para una transferencia de calor entre los módulos del intercambiador de calor. De este modo, pueden equilibrarse diferentes condiciones de calentamiento o refrigeración entre los módulos, en los que se consigue un mejor rendimiento global. El segundo módulo intercambiador de calor comprende un segundo canal evaporador y un segundo canal condensador; en el que el segundo canal evaporador y el segundo canal condensador están dispuestos en un segundo conducto. El segundo canal evaporador y el segundo canal condensador están conectados entre sí para el paso de fluido por un segundo colector de distribución superior y un segundo colector de distribución inferior de manera que el segundo canal evaporador y el segundo canal condensador forman un segundo bucle para el fluido de trabajo.

En realizaciones de ejemplo, los módulos intercambiadores de calor tienen alojamientos separados o tienen conductos separados. Por regla general, cada uno del primer y el segundo módulo intercambiador de calor es adecuado para una operación independiente; especialmente en el caso en que no se encuentra conectado al otro de los módulos intercambiadores de calor. Expresado en otros términos, el intercambiador de calor de la invención comprende por lo menos dos módulos intercambiadores de calor que son básicamente operables independientemente uno de otro en un estado de funcionamiento de los módulos intercambiadores de calor, es decir cuando una fuente de calor está enviando una carga térmica al fluido de trabajo y donde dicha carga térmica se libera en una sección del condensador posteriormente de manera que el fluido de trabajo que se vaporiza en la sección del evaporador se licua en la sección del condensador y se devuelve a la sección del evaporador donde el ciclo comienza de nuevo.

Realizaciones de ejemplo del presente intercambiador de calor comprenden un primer y un segundo módulo intercambiador de calor, los cuales pueden ser accionados independientemente. Las realizaciones básicas utilizan módulos intercambiadores de calor por lo menos sustancialmente idénticos al primer y el segundo módulo intercambiador de calor. En una realización básica de ejemplo, el segundo módulo intercambiador de calor comprende características que se describen aquí para el primer módulo intercambiador de calor. Específicamente, ambos módulos intercambiadores de calor comprenden características que se describen aquí como típicas para un módulo intercambiador. Por lo tanto, los costes pueden reducirse utilizando elementos estándar. Los módulos intercambiadores de calor adecuados para un funcionamiento autónomo pueden venderse también como intercambiadores de calor individuales para situaciones en las que se requiere menos refrigeración. Por lo tanto, con sólo unas pocas piezas puede cubrirse un amplio rango de aplicaciones.

Los intercambiadores de calor y los convertidores de tracción descritos aquí pueden emplearse para enfriar componentes de circuitos eléctricos, en particular para enfriar sistemas de accionamiento de CA de baja tensión, especialmente de vehículos accionados eléctricamente, tales como trenes o coches. Los módulos intercambiadores de calor pueden utilizarse como una configuración de termosifón en bucle separando las corrientes de fluido curso arriba y curso abajo en canales separados de un conducto de múltiples puertos. Pueden utilizarse diferentes números y tamaños de canales para las corrientes ascendentes y descendentes con el fin de optimizar el rendimiento de ebullición y condensación en los módulos intercambiadores de calor.

Las características descritas respecto al primer módulo intercambiador de calor se aplican por similitud al segundo módulo intercambiador de calor. Sin embargo, el número de canales curso arriba o curso abajo o las dimensiones de los módulos intercambiadores de calor pueden ser diferentes. En realizaciones básicas, se utilizan módulos

intercambiadores de calor de dimensiones idénticas. De este modo, se facilita un acoplamiento mecánico de los módulos.

En una realización de ejemplo, el elemento de transferencia de calor del evaporador comprende un elemento de montaje que tiene una superficie de montaje para montar el generador de calor y una superficie de contacto para establecer un contacto térmico con una parte de la pared exterior del conducto asociado al canal evaporador. En este caso, el término "elemento de transferencia de calor del evaporador" se utiliza para el primer elemento de transferencia de calor del evaporador, el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador, ambos, o todos los elementos de transferencia de calor del evaporador.

El primer canal evaporador y el primer canal condensador están alineados en paralelo en el primer conducto en realizaciones típicas. Al alinear los canales en paralelo, se consigue un módulo intercambiador compacto. Las realizaciones descritas aquí pueden proporcionar un canal evaporador que tiene un área en sección transversal global mayor que la del canal condensador correspondiente. Si el conducto es un conducto de múltiples puertos, por ejemplo, un perfil de aluminio extruido que tenga una pluralidad de subcanales longitudinales que estén separados entre sí por una pared interior de cada conducto, siendo dichos conductos también conocidos como perfiles MPE, entonces pueden utilizarse más subcanales para formar el evaporador que los que forman el condensador. Sin embargo, por lo general hay más subcanales condensadores que subcanales evaporadores asignados en un perfil de múltiples puertos, por ejemplo. De este modo, los módulos intercambiadores de calor pueden adaptarse a diferentes condiciones térmicas.

Si se consigue una transferencia de calor eficaz para liberar una carga térmica del fluido de trabajo que se recibió en la parte del evaporador, entonces es ventajoso si el primer y/o el segundo elemento de transferencia de calor del condensador comprende unas aletas de refrigeración dispuestas en una parte de la pared exterior del conducto para aumentar la superficie exterior global del condensador. Estas aletas de refrigeración están presentes solamente en una parte de la pared exterior del conducto asociada al canal condensador, de manera que puede conseguirse una transferencia de calor eficiente desde el fluido de trabajo al entorno. Disponer aletas en la pared exterior del conducto asociado al canal evaporador se considera desventajoso ya que podría favorecer la condensación del líquido de trabajo que se encuentra fluyendo hacia el colector de distribución superior produciendo un rendimiento térmico sub-óptimo. Por lo tanto, la parte del canal evaporador en la zona de la parte del condensador del intercambiador de calor se emplea simplemente como conducto de vapor para conducir el vapor desde la parte del evaporador al colector de distribución superior, idealmente sin producir condensación de vapor.

En las siguientes descripciones y reivindicaciones, los términos "primer canal evaporador", "primer canal condensador", "segundo canal evaporador" y "segundo canal condensador" pueden incluir más de un canal, respectivamente, según lo requiera el rendimiento de refrigeración. En realizaciones básicas, las características del primer módulo intercambiador de calor están presentes de manera similar en el segundo módulo intercambiador de calor. Una realización de ejemplo del intercambiador de calor comprende un primer conducto que comprende una pluralidad de primeros canales evaporadores y una pluralidad de primeros canales condensadores. Otro ejemplo de realización del intercambiador de calor comprende un conducto adicional, por ejemplo, un segundo conducto que comprende una pluralidad de segundos canales evaporadores y una pluralidad de segundos canales condensadores, también.

En realizaciones de ejemplo, los respectivos conductos y canales del segundo módulo intercambiador de calor están dispuestos de manera similar a los conductos y canales del primer módulo intercambiador de calor. En una realización de ejemplo, cada uno de los módulos intercambiadores de calor comprende una pluralidad de conductos. Los conductos de los módulos intercambiadores de calor están dispuestos en filas paralelas en realizaciones de ejemplo. En una disposición de espalda con espalda de los módulos intercambiadores de calor, los conductos de los respectivos módulos intercambiadores de calor quedan dispuestos invertidos con los respectivos canales de evaporación y condensadores. El segundo canal condensador queda dispuesto opuesto al primer canal evaporador respecto al primer canal condensador cuando se ve en un plano virtual al cual se proyecta el primer canal condensador y el segundo canal condensador y el primer canal evaporador.

Las realizaciones comprenden disposiciones con el primer canal condensador y el segundo canal condensador dispuestos entre el primer canal evaporador y el segundo canal evaporador. Con estas disposiciones, se obtienen intercambiadores de calor compactos.

Al disponer el primer módulo intercambiador de calor y el segundo módulo intercambiador de calor paralelos en una posición por lo menos sustancialmente vertical puede conseguirse un buen rendimiento térmico. En este contexto, "substancialmente" denota posiciones clásicas con una inclinación máxima de 10º o de 5º respecto a la vertical. La disposición paralela ayuda a lograr una configuración compacta. En una realización básica, los módulos intercambiadores de calor quedan dispuestos de manera que los respectivos conductos de los módulos intercambiadores de calor quedan alineados en paralelo. En realizaciones de ejemplo, los módulos intercambiadores

de calor quedan dispuestos espalda con espalda. De este modo, puede establecerse un contacto térmico entre los módulos intercambiadores de calor. Preferiblemente, la "espalda" de un módulo intercambiador indica el lado opuesto al lado donde se encuentra dispuesto el elemento de transferencia de calor del evaporador del módulo intercambiador. En una realización de ejemplo, el elemento de transferencia de calor del evaporador se encuentra dispuesto entre el conducto y la fuente de calor para transferir calor de la fuente de calor al conducto. La fuente de calor de un módulo de potencia puede estar formada por componentes de un circuito eléctrico, por ejemplo, elementos semiconductores tales como IGBTs, tiristores, resistencias de potencia u otros componentes eléctricos que producen calor durante el funcionamiento.

Realizaciones de ejemplo comprenden un elemento de montaje con una placa de base que tiene una superficie de montaje plana para montar el generador de calor. Puede disponerse una superficie de contacto sobre la placa de base, opuesta a la superficie de montaje plana, presentando la superficie de contacto por lo menos una ranura que coincide con el tamaño y la forma de una parte de la pared exterior del conducto para conectarse térmicamente y mecánicamente a la misma. De este modo, el módulo intercambiador está diseñado para descargar eficientemente el calor generado a través de componentes montados en placa plana, por ejemplo, al aire ambiente, al mismo tiempo que permite la separación de los volúmenes de aire dentro y fuera del recinto del sistema. Preferiblemente, las paredes laterales exteriores planas del conducto plano pueden orientarse perpendicularmente a la superficie de montaje plana de la placa de base. En realizaciones, el elemento de montaje comprende por lo menos un orificio de montaje o por lo menos una ranura de montaje en la superficie de montaje. En realizaciones, el conducto es un perfil plano de múltiples puertos que comprende varios subcanales que están separados para el fluido respecto a un sub-canal próximo por una pared interior del conducto, cada uno, en el que el conducto tiene paredes laterales exteriores planas. Dicho conducto proporciona un alto coeficiente de transferencia de calor al aire con una pequeña caída de presión en el flujo de aire y en un tamaño compacto.

En una realización de ejemplo, un primer colector de distribución superior está conectado a un extremo superior del primer conducto y un segundo colector de distribución superior está conectado a un extremo superior del segundo conducto, estando conectado el primer colector de distribución superior y el segundo colector de distribución superior por una conexión de fluido superior. Las realizaciones descritas aquí comprenden un primer colector de distribución inferior conectado a un extremo inferior del primer conducto y un segundo colector de distribución inferior conectado a un extremo inferior del segundo conducto, estando conectado el primer colector de distribución inferior y el segundo colector de distribución inferior por una conexión de fluido inferior. El término "una conexión de fluido" debe interpretarse que abarca más de una conexión de fluido. Por lo tanto, el elemento de conexión de fluido superior y el elemento de conexión de fluido inferior están englobados por el término "un elemento de conexión de fluido".

En realizaciones, los colectores de distribución conectan los canales evaporadores con los canales condensadores que cierran el bucle para el fluido de trabajo. Los términos "superior" e "inferior" se refieren a la dirección de los canales en los conductos, es decir hacia arriba es la dirección del fluido de trabajo de evaporación y hacia abajo es la dirección del fluido de trabajo de condensación.

Mediante el acoplamiento de los colectores de distribución de por lo menos dos intercambiadores de calor de termosifón que pueden accionarse independientemente entre sí, cuando aún no están conectados, se establece un intercambio de calor entre los módulos intercambiadores de calor. La motivación para la presente invención surgió a partir de un intercambiador de calor de termosifón cuyas partes de condensador estaban dispuestas de manera apilada entre sí de modo que un portador térmico, por ejemplo, aire, podría pasar primero por la sección de condensador del primer módulo intercambiador de calor y el condensador para el segundo intercambiador de calor. Debido a ese paso secuencial del primer módulo intercambiador de calor y del segundo módulo intercambiador de calor, el soporte térmico ya recibió una primera carga térmica desde el primer módulo intercambiador de calor antes de pasar al segundo módulo intercambiador de calor. Expresado en otras palabras, en una realización en la que el portador térmico es aire, la temperatura del aire después de pasar el segundo intercambiador de calor fue mayor que después de pasar el primer módulo intercambiador de calor, ya que había sido precalentado por el primer módulo intercambiador de calor. La situación térmica de un conjunto apilado de módulos intercambiadores de calor es tal que el módulo intercambiador de calor que está dispuesto curso abajo del portador térmico tiene una temperatura de saturación del fluido de trabajo o refrigerante más elevada en comparación con el módulo intercambiador de calor dispuesto curso arriba del portador térmico. Esto da como resultado una temperatura de módulo del módulo intercambiador de calor curso abajo que es mayor que el módulo intercambiador de calor curso arriba.

Al conectar para el paso de fluido los módulos intercambiadores de calor, la presión de saturación y, por lo tanto, la temperatura del módulo es la misma en ambos módulos intercambiadores de calor en un estado de funcionamiento. De este modo, un aumento de temperatura del portador térmico que atraviesa las regiones del condensador de los dos módulos intercambiadores de calor se distribuye por igual entre ambos módulos intercambiadores de calor. Como resultado, el nuevo intercambiador de calor permite un enfriamiento térmicamente eficiente incluso si

diferentes componentes eléctricos y/o electrónicos están térmicamente conectados a los diferentes módulos intercambiadores de calor.

Por lo tanto, en una realización ideal, los módulos intercambiadores de calor quedan dispuestos de manera que una fila de múltiples conductos del módulo intercambiador queda alineada perpendicular al flujo de aire. De este modo, cada uno de los conductos de la fila está sometido a por lo menos casi las mismas condiciones térmicas. En una disposición de espalda con espalda de dos módulos intercambiadores de calor, la fila de los segundos conductos del segundo módulo intercambiador de calor se encuentra en la dirección del flujo de aire situado detrás de la fila de los primeros conductos del primer módulo intercambiador de calor. Aunque los segundos conductos del segundo módulo intercambiador de calor están sometidos a un portador térmico precalentado (por ejemplo, aire), todos los segundos conductos del segundo módulo intercambiador de calor tienen condiciones térmicas similares. Al establecerse una conexión de fluido para el fluido de trabajo entre los módulos intercambiadores de calor a través del elemento de conexión de fluido, las diferencias térmicas entre los módulos intercambiadores de calor pueden equilibrarse.

Un efecto secundario positivo reside en que dicha conexión de fluido permite compensar cargas de calor de diferentes tamaños en el primer y el segundo módulo intercambiador de calor en un estado operativo del intercambiador de calor de termosifón y el módulo de potencia de la invención. Si se requiere más fluido de trabajo en su estado líquido en un evaporador de un módulo intercambiador de calor, éste puede ser suministrado por el otro módulo intercambiador de calor y viceversa. Si la fuente de calor del primer módulo intercambiador de calor produce más vapor que la fuente de calor que está conectada térmicamente al segundo módulo intercambiador de calor, el fluido de trabajo puede pasar del primer módulo intercambiador de calor al segundo módulo intercambiador de calor (en el colector de distribución superior) y el fluido refrigerado puede pasar del segundo módulo intercambiador de calor al primer módulo intercambiador de calor (en el colector de distribución inferior). Por lo tanto, el intercambiador de calor funciona de una manera más eficiente con los colectores de distribución en conexión de fluido.

En realizaciones de ejemplo, se realiza un elemento de conexión de fluido con por lo menos un orificio formado en los respectivos colectores de distribución. Las realizaciones comprenden un conector de colector para conectar colectores de distribución. El conector del colector puede tener forma de I con orificio en el mismo para un intercambio del fluido de trabajo entre los colectores de distribución. De este modo, se consigue una disposición mecánicamente estable.

En realizaciones de ejemplo, el elemento de conexión de fluido comprende un conducto de conexión superior para conectar los colectores de distribución superiores o un conducto de conexión inferior para conectar los colectores de distribución inferiores. Con los conductos de conexión, es fácil establecer el elemento de conexión de fluido de los dos módulos intercambiadores de calor.

En una realización de ejemplo del intercambiador de calor, los elementos de montaje están realizados en aluminio o cobre. Además, se prefiere que los conductos sean de aluminio. En particular, se prefiere utilizar aluminio soldado, por ejemplo, común en la industria automovilística, para un coste de fabricación reducido, un tamaño pequeño y un buen comportamiento termohidráulico. Son adecuadas realizaciones para la fabricación automatizada con máquinas de ensamblaje de núcleo de intercambiador de calor, comúnmente utilizadas en la industria de refrigeración de automóviles. Esta reutilización de equipo de producción en serie disponible reduce los costes.

En realizaciones, el intercambiador de calor comprende un elemento de separación para separar un primer entorno de un segundo entorno, de modo que la temperatura del primer entorno sea mayor que la temperatura del segundo entorno. Clásicamente, el primer entorno es una denominada sala limpia que contiene la fuente de calor, por ejemplo, componentes electrónicos o dispositivos eléctricos, y el segundo entorno es una sala sucia. En la sala sucia, los elementos de transferencia de calor del primer y el segundo condensador están dispuestos para transferir calor del fluido de trabajo en el conducto a un fluido ambiente en la habitación sucia. El fluido ambiente puede ser aire o agua.

En una realización de ejemplo, el elemento de separación comprende una placa de sellado, en la que la placa de sellado está acoplada al primer módulo intercambiador de calor y al segundo módulo intercambiador de calor por sellado. La placa de sellado con el sellado normalmente proporciona una protección contra el acceso de IP64 o más (como IP65 o IP67), es decir, la sala sucia de las realizaciones puede incluso inundarse con agua sin afectar a los componentes de la sala limpia. De este modo, se dispone un sistema convertidor altamente fiable. En realizaciones, se dispone un sellado exterior en la circunferencia de la placa de sellado. Por lo tanto, la sala limpia puede sellarse completamente respecto a la sala sucia. En realizaciones de ejemplo, se dispone una placa de sellado adicional en la parte superior de los intercambiadores de calor. La placa de sellado adicional puede disponerse directamente debajo de los colectores de distribución, alrededor de los colectores de distribución o directamente por encima de los colectores de distribución. Las placas de sellado tienen, por ejemplo, forma de U para proporcionar una superficie

adecuada para el sellado. Las placas de sellado van montadas en los intercambiadores de calor en realizaciones de ejemplo para proporcionar una pieza compacta que puede reemplazarse fácilmente.

Las realizaciones de ejemplo de la invención se refieren a un intercambiador de calor que tiene una altura de menos de 700 mm, menos de 600 mm o menos de 500 mm. Tales dimensiones permiten montar el intercambiador de calor de la invención en el techo de un tren o un tranvía o un medio de transporte de personas o incluso debajo de la estructura del suelo de dicho vehículo, por ejemplo, en un denominado convertidor de potencia bajo el suelo. La altura se mide generalmente en la dirección de los conductos o sus canales. Una realización de ejemplo de un intercambiador de calor de acuerdo con la presente invención comprende una parte de conducto. Dicha parte de conducto puede formar una parte de un conducto para canalizar y guiar el soporte térmico a través de la parte de condensador del primer y el segundo módulo intercambiador de calor, en el que se disponen otras partes de conducto que se encuentran adyacentes a la parte de conducto del módulo de potencia o intercambiador de calor de termosifón y pertenecen a una entidad superior, por ejemplo, una estructura general de un convertidor de tracción. Dependiendo de las exigencias y requerimientos del módulo de potencia, dicha parte de conducto puede ser una estructura en forma de túnel que delimite el flujo de un soporte térmico lateralmente en todas las direcciones en un estado operativo del módulo de potencia.

Alternativamente, la parte de conducto del módulo de potencia puede comprender solamente uno o varios elementos de separación, por ejemplo, una pared de conducto superior y una pared de conducto inferior mientras que la estructura general proporciona los elementos estructurales restantes. En una realización de este tipo, el conducto en forma de túnel próximo a la parte de condensador del primer y el segundo módulo intercambiador de calor puede estar presente sólo si el módulo de potencia está montado en su posición dedicada dentro de la estructura general. En una realización de ejemplo de este tipo, se dispone un primer elemento de separación por encima del primer y el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador y se dispone un segundo elemento de separación por debajo de los elementos de transferencia de calor del primer y el segundo condensador.

Los ensayos han demostrado que pueden conseguirse realizaciones satisfactorias de intercambiadores de calor si la sección de evaporador con los elementos de transferencia de calor está diseñada para que sea aproximadamente el doble de la sección de condensador de un primer y/o conducto cuando se ve en una dirección longitudinal de dicho conducto definido por su forma. Por lo tanto, la altura de la parte de conducto coincidirá con el tamaño de la sección del condensador tanto como sea posible. Puesto que la dimensión del evaporador normalmente viene dada por los componentes a enfriar, es posible conseguir un intercambiador de calor compacto y un convertidor de tracción compacto.

En una realización de ejemplo, los componentes del intercambiador de calor se producen ensamblándolos juntos en un proceso de soldadura con un horno de un solo disparo. Además, los componentes del intercambiador de calor pueden cubrirse con una aleación de soldadura fuerte, por ejemplo, una aleación de soldadura de AlSi, antes del proceso de soldadura fuerte. En realizaciones, a los componentes del intercambiador de calor se les aplica un material de flujo antes del proceso de soldadura fuerte y el proceso de soldadura fuerte se lleva a cabo en una atmósfera no oxidante.

En una realización de la invención, todos los componentes aparte del elemento de montaje pueden unirse en un proceso de soldadura con un horno de un solo disparo y el elemento de montaje se prensa sobre las paredes exteriores de los conductos con un material de relleno de espacios térmicamente conductor entre las mismas.

Otro aspecto se refiere a un convertidor de tracción con un intercambiador de calor en una de las realizaciones descritas. Dicho convertidor de tracción puede ser compacto, fiable y eficiente. Más comúnmente, el convertidor de tracción comprende una sala sucia y una sala limpia. Típicamente, la sala sucia y la sala limpia quedan divididas por la placa de sellado o el elemento de separación. En la sala sucia, se dispone principalmente un ventilador para soplar aire a través de los módulos del intercambiador de calor. En la entrada de aire de la sala sucia, típicamente se dispone un filtro de partículas para impedir que las partículas más grandes entren en la sala sucia. El intercambiador de calor está dispuesto entre el filtro de partículas y el ventilador, de modo que pueden disponerse dos módulos intercambiadores de calor uno detrás del otro en el flujo de aire producido por el ventilador durante el funcionamiento.

Las realizaciones del convertidor de tracción comprenden un rebaje con una abertura a un lado, en el que el intercambiador de calor puede montarse en el rebaje a través de la abertura. Los módulos intercambiadores de calor están dispuestos normalmente espalda con espalda y paralelos a la dirección de desplazamiento del vehículo en el que se utiliza el convertidor de tracción. El intercambiador de calor puede montarse desde un lado del vehículo. De este modo, es posible un reemplazo rápido y fácil del convertidor de tracción. Otras realizaciones utilizan otras alineaciones del intercambiador de calor, por ejemplo, perpendicular a la dirección de desplazamiento.

El uso de un intercambiador de calor de acuerdo con una de las realizaciones descritas en un convertidor de tracción es otro aspecto de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

En los dibujos se representan unos ejemplos de realización y se detallan en la siguiente descripción. En los dibujos:

La figura 1 ilustra una primera realización de un intercambiador de calor en una vista esquemática en sección transversal;
La figura 2 muestra un detalle de la realización mostrada en la figura 1 en una vista esquemática;
La figura 3 muestra una realización adicional de un intercambiador de calor en una vista esquemática en sección transversal;
La figura 4 es una realización de un convertidor de tracción en una vista esquemática en sección transversal;
La figura 5 muestra un ejemplo de módulo intercambiador de calor para las realizaciones de las figuras 1 o 3;
La figura 6 muestra los detalles del módulo intercambiador de calor de la figura 5 en una vista esquemática parcialmente en sección transversal; y
La figura 7 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización de un intercambiador de calor.

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES DE EJEMPLO

En las figuras, los mismos números de referencia indican partes iguales o similares.

La figura 1 ilustra una primera realización de un intercambiador de calor 1 en una vista esquemática en sección transversal. El intercambiador de calor comprende dos módulos intercambiadores de calor idénticos, a saber, el primer módulo intercambiador de calor 10 y el segundo módulo intercambiador de calor 210 dispuestos espalda con espalda. El primer módulo intercambiador de calor comprende una fila de primeros conductos 11 y el segundo módulo intercambiador de calor comprende una fila de segundos conductos 211. La dirección de cada fila es perpendicular al plano de proyección de la figura 1. Los conductos 11, 211 de los módulos intercambiadores de calor 10, 210 de la realización de ejemplo ilustrada en la figura 1 están mecánicamente acoplados, por ejemplo, soldados entre sí o acoplados por bridas con tornillos. En los conductos 11, 211 puede evaporar y condensar un fluido de trabajo. La evaporación tiene lugar durante el funcionamiento debido a que el calor se transfiere a los conductos 11, 211 desde unas fuentes de calor 20.

Para transferir calor desde las fuentes de calor 20 a los conductos 11, 211, se dispone un primer y un segundo elemento de transferencia de calor del evaporador 28, 228 en una parte inferior de los conductos 11, 211. Las partes inferiores de los conductos 11, 211 también pueden designarse como partes del evaporador. En una parte superior de los conductos 11, 211 que sirven como zona del condensador, se disponen el primer y el segundo elemento de transferencia de calor del condensador 29, 229 para transferir calor de la parte del condensador de los conductos 11, 211 al entorno, por ejemplo, un portador térmico 44 tal como un flujo de aire de refrigeración. El primer y el segundo elemento de transferencia de calor del condensador 29, 229 están formados por unas aletas de refrigeración 29, 229 que están dispuestas entre los conductos contiguos 11, 211 de los módulos intercambiadores de calor 10, 210 cuando se ven en la dirección Z. Los elementos de transferencia de calor 29, 229 puede estar formados por una tira metálica en forma de zigzag que esté conectada térmicamente al conducto 11, 211. Los elementos de transferencia de calor 29, 229 no deben extenderse sobre los elevadores de vapor, es decir, los canales evaporadores por encima de los elementos de transferencia de calor 28, 228. El primer módulo intercambiador de calor 10 comprende primeros canales evaporadores 120 y primeros canales condensadores 130, en el que los primeros canales evaporadores 120 y los primeros canales condensadores 130 están dispuestos en los primeros conductos 11. Hay más de un conducto 11 y más canales 120, 130. Sin embargo, en la vista en sección transversal de la figura 1 sólo se muestra un conducto ya que la figura 1 es una vista en sección simplificada a través del intercambiador de calor 1 y el módulo de potencia 100 en un plano virtual (en sección). Los primeros canales evaporadores 120 y los primeros canales condensadores 130 forman una parte vital del primer bucle para el fluido de trabajo. Del mismo modo, el segundo módulo intercambiador de calor 210 comprende segundos canales evaporadores 320 y segundos canales condensadores 330, en el que los segundos canales evaporadores 320 y los segundos canales condensadores 330 están dispuestos en los segundos conductos 211. Los segundos canales evaporadores 120 y los segundos canales condensadores 130 forman una parte vital del segundo bucle para el fluido de trabajo.

La figura 1 es una vista en sección transversal simplificada a través del intercambiador de calor 1 de un módulo de potencia 100 en un plano virtual. Aunque el primer canal condensador 130 y el segundo canal condensador 330 y el primer canal evaporador 120 y el segundo canal condensador 320 son visibles en el plano virtual mostrado en la figura 1, estos canales evaporadores 120, 320 y canales condensadores 130, 330 pueden estar desplazados entre sí en la dirección Z, dependiendo de la realización y las circunstancias. Por tanto, la figura 1 representa una vista en sección transversal a través del intercambiador de calor 1 de un módulo de potencia 100 en un plano virtual al cual

se proyectan el primer canal condensador 130, el segundo canal condensador 330, el primer canal evaporador 120 y el segundo canal evaporador 320 en la dirección de Z.

Las realizaciones que presentan una disposición de espalda con espalda de módulos intercambiadores de calor proporcionan una buena transferencia de calor para ambos módulos intercambiadores de calor debido a un equilibrio térmico entre los módulos. Un acoplamiento térmico del primer módulo intercambiador de calor con el segundo módulo intercambiador de calor para promover una transferencia de calor entre los módulos intercambiadores de calor puede conseguirse de muchas maneras, por ejemplo, fijando mecánicamente los colectores de distribución entre sí a través de unos medios, por ejemplo, por soldadura o atornillado, o estableciendo una conexión directa del fluido a través de un elemento de conexión de fluido para el fluido de trabajo, o mediante una combinación de acoplamiento mecánico e hidráulico. En el caso de que uno de los módulos del intercambiador de calor se enfríe menos intensamente que el otro o la fuente de calor de uno de los módulos del intercambiador de calor produzca más calor que la otra, las realizaciones permiten una transferencia de calor entre los módulos intercambiadores de calor de manera que ambos módulos intercambiadores de calor pueden funcionar con condiciones eficientes. Convencionalmente, cada uno de los módulos intercambiadores de calor también puede utilizarse como intercambiador de calor independiente.

El intercambiador de calor 1 de la figura 1 comprende un primer colector de distribución superior 30, un segundo colector de distribución superior 230, un primer colector de distribución inferior 33 y un segundo colector de distribución inferior 233. Los colectores de distribución 30, 33, 230, 233 están montados en los respectivos extremos de los conductos 11, 211 de los módulos intercambiadores de calor 10, 210. Cada uno de los colectores de distribución 30, 33, 230, 233 está conectado de manera fluida a los conductos 11, 211 con sus canales evaporadores y condensador 120, 130, 320, 330. De este modo, se establece un primer bucle y un segundo bucle para el fluido de trabajo. Los colectores de distribución superior 30, 230 están conectados para una transferencia de fluido entre el primer módulo intercambiador de calor 10 y el segundo módulo intercambiador de calor 210 en el extremo superior de los canales 120, 130, 320, 330 de los respectivos conductos 11, 211. Los colectores de distribución inferiores 33, 233 están conectados para una transferencia de fluido entre el primer módulo intercambiador de calor 10 y el segundo módulo intercambiador de calor 210 en el extremo inferior de los canales 120, 130, 320, 330 de los respectivos conductos 11, 211. De este modo, pueden equilibrarse diferentes condiciones térmicas. Entre los colectores de distribución superiores 30, 230, se dispone un conector de colector 40 con orificios de conexión 42. Entre los colectores de distribución inferiores 33, 233 se dispone otro conector de colector idéntico 40 con orificios de conexión 42. Los conectores de colector 40 permiten una transferencia de fluido entre los respectivos colectores de distribución 30, 33, 230, 233.

La figura 2 muestra, en una vista esquemática, un detalle de la realización mostrada en la figura 1. Algunas partes del intercambiador de calor 1 de la figura 2 son las mismas partes utilizadas con el intercambiador de calor de la figura 1. Por lo tanto, no todas se describen de nuevo en detalle. La figura 2 muestra el conector del colector 40 con los orificios de conexión 42. Los orificios de conexión 42 corresponden a unas aberturas en las paredes exteriores de los colectores de distribución 30, 33, 230, 233 (figura 1). Con esta disposición, se establece una conexión de fluido superior entre los colectores de distribución 30, 33 y una conexión de fluido inferior entre los colectores de distribución 30, 33, 230, 233.

La figura 3 muestra otra realización de un intercambiador de calor en una vista esquemática en sección transversal. Se hace referencia a la descripción de la realización mostrada en la figura 1 puesto que algunas partes de la realización mostrada en la figura 3 corresponden a las respectivas partes mostradas en la figura 1. Por razones de claridad, la figura 3 no muestra los canales de los conductos. La realización mostrada en la figura 3, sin embargo, comprende canales evaporadores y el condensador.

La realización mostrada en la figura 3 comprende una parte longitudinal de un conducto de aire 48 de la cual, las paredes laterales que se extienden horizontalmente que delimitan el conducto de aire 48, se denominan, a continuación, pared de conducto superior 50 y pared de conducto inferior 52. La pared de conducto inferior 52 separa un primer entorno (fuera del conducto 48, por ejemplo, dentro de una estructura general) de un segundo entorno 62 (dentro del conducto 48). Las paredes laterales que se extienden verticalmente del conducto 48 están indicadas en el estilo de línea invisible en la sección de extracción de la parte de brida 58 mostrada a la izquierda de la figura principal 3, donde la vista parcial extraída a la izquierda de la figura 3 es una vista parcial del módulo de potencia 100 cuando se ve desde la derecha hasta la figura principal 3, por ejemplo. Al mismo tiempo, dicha parte de brida 58 comprende un cierre hermético 64, por ejemplo, una junta de anillo sinfín incorporada en una ranura apropiada, y unos medios de fijación 59 adecuados, por ejemplo, para fijar mecánicamente la parte longitudinal de un conducto de aire 48 a una estructura contigua, por ejemplo, una estructura general de un convertidor de potencia, así como para sellar de manera estanca al fluido los dos entornos entre sí.

Cuando se ve en la vista en sección parcial de la figura 3, la pared de conducto inferior 52 queda dispuesta justo por encima de la parte de evaporador, es decir, por encima del primer y el segundo elemento de transferencia de calor

del evaporador 28, 228 y por debajo del primer y el segundo elemento de transferencia de calor del condensador 29, 229. De este modo, la pared del conducto inferior 52 separa un entorno caliente (primer entorno), cerca del primer y el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador 28, 228, de un entorno frío (segundo entorno) cerca del primer y el segundo elemento de transferencia de calor del condensador 29, 229. Los términos "caliente" y "frío" se refieren a valores relativos, es decir, el entorno caliente normalmente está más caliente que el entorno frío.

Ambas paredes del conducto 50, 52 pueden tener forma de U si sus extremos laterales forman parte de la brida 58.

En la figura 4, se muestra un convertidor de tracción de acuerdo con una realización de ejemplo en una vista esquemática en sección transversal. El convertidor de tracción del entorno 4 comprende el intercambiador de calor 1 del entorno 3. Por lo tanto, el intercambiador de calor 1 del entorno 3 no se describe de nuevo en detalle.

El convertidor de tracción comprende una sala limpia 60 y una sala sucia 62. En la sala limpia 60 está presente el primer entorno 'caliente'. Las fuentes de calor 20 están dispuestas en la sala limpia 60. Al disponer las fuentes de calor 20 en la sala limpia 60, los IGBT, las resistencias de potencia u otras partes eléctricas y electrónicas de las fuentes de calor 20 quedan protegidas contra la suciedad y la humedad en la sala sucia 62, donde está presente el segundo entorno ‘frío’. Las paredes del conducto que se extienden horizontalmente 50, 52 quedan selladas por la junta común 64. Además, el conducto 48 está conectado directamente a los conductos 11 de los módulos intercambiadores de calor 10 en su zona del condensador. De este modo, se logra una IP de 65, es decir, la sala sucia 62 puede incluso ser inundada con agua sin afectar a los componentes electrónicos en la sala limpia 60.

Otras realizaciones desarrolladas pueden comprender juntas adicionales que se dispongan entre las paredes de conducto, en particular la pared de conducto inferior 52 y la pared de conducto superior 50 y los conductos 11, 211 de los módulos intercambiadores de calor. Otras realizaciones pueden comprender una conexión directa de las placas de sellado a los conductos, por ejemplo, una conexión soldada o una conexión pegada, cuando sea necesario.

De manera similar a la realización del módulo de potencia mostrada y descrita con referencia a la figura 3, el convertidor de tracción mostrado en la figura 4 comprende una estructura general 66 en un estilo a modo de caja a través de la cual discurre un conducto de aire 68. En esta realización de ejemplo del convertidor de tracción que se muestra de manera simplificada, parcialmente en sección transversal, la estructura general de caja 66 queda delimitada verticalmente por una tapa superior 76 y una tapa inferior 70. La parte de conducto 48 del módulo de potencia 100 forma una parte del conducto de aire 68 de la estructura general 66 en la que una pared de conducto inferior adicional 72 y otra pared de conducto superior 74 forman la extensión horizontal de las paredes de conducto 50, 52 en la figura 4. La tapa 84 forma una puerta delantera o panel frontal de la estructura general 66. De manera similar a la brida 58 de la parte de conducto 48, la estructura general 66 forma una zona de sellado adicional junto con dicha tapa 84 con el fin de sellar el interior del convertidor de tracción con su electrónica de potencia contra cualquier entorno duro fuera del convertidor, por ejemplo, aire húmedo. Esta protección contra el acceso se consigue porque la estructura general forma una parte de brida adicional 71. Tanto la tapa superior 76 como la tapa inferior 70 tienen forma de U si sus extremos laterales forman parte de la brida 58. Al mismo tiempo, dicha parte de brida adicional 71 comprende también otra junta 64, por ejemplo, una junta tórica sinfín incrustada en una ranura apropiada.

En esta realización, el módulo de potencia 100 con el intercambiador de calor 1 puede insertarse y extraerse de la estructura general 66 del convertidor de tracción de manera similar a un cajón. Se dispone un medio de guiado 75 para facilitar la operación de inserción y extracción. Dependiendo del espacio disponible, así como de la masa total del módulo de potencia, por ejemplo, dichos medios de guiado pueden estar formados por un sistema de correderas que discurran dentro de un perfil metálico. Dichos medios de guiado 75 simplificarían la inserción y la extracción del módulo de potencia 100 dentro y fuera del convertidor de potencia, en particular si el primer y el segundo módulo intercambiador de calor están dispuestos entre sí espalda con espalda, donde la electrónica de potencia, como los IGBT, está conectada térmicamente y mecánicamente a los elementos de transferencia de calor. Dependiendo de la realización, el módulo de potencia puede comprender, además, una parte conductora, por ejemplo, una barra conductora de baja inductancia o similar.

Ahora centrándose en el enfriamiento del intercambiador de calor 1, dicho intercambiador de calor 1 se coloca verticalmente entre la tapa inferior 70 y la tapa superior 76 que forma el rebaje con una abertura a un lado. En la figura 4, el rebaje está abierto hacia la derecha, en el que otras realizaciones comprenden una disposición invertida con una abertura a la izquierda. De este modo, el intercambiador de calor 1 puede reemplazarse fácilmente en caso de mal funcionamiento o mantenimiento cuando sea necesario. El volumen interior del convertidor de tracción es accesible y puede cerrarse por la tapa 84. La tapa 84 está conectada a las paredes de conducto de las cuales la pared de conducto superior 50 y la pared de conducto inferior 52 se muestran en la figura 4. La tapa 84 está perforada para formar una entrada de aire para aire exterior fresco que forma el soporte térmico que se emplea para recibir y retirar la carga térmica. Cuando la tapa 84 forma una cara extrema del conducto de aire 68 que actúa como

la sala 62 más sucia que la sala limpia 60, en la tapa 84 va montado un filtro de partículas 86 para permitir la entrada de aire dentro de la sala sucia 62 del conducto. En la sala sucia 62 se dispone un ventilador 88 para establecer un flujo de aire continuo a través de las partes del condensador (es decir, las partes de los conductos 11 donde se encuentran dispuestos los elementos de transferencia de calor del condensador 29) de los módulos intercambiadores de calor 10. Con una extensión vertical, esto es, una altura de 500 mm del intercambiador de calor 1 del convertidor de tracción mostrado en la figura 4, todo el convertidor de tracción puede quedar dispuesto debajo del suelo de un vagón o en la parte superior del techo de un vagón.

Debido a la disposición de espalda con espalda con las conexiones de fluido en los colectores distribuidores, las realizaciones tienen un rendimiento térmico elevado incluso para el módulo intercambiador que se encuentra situado curso abajo en el flujo de aire. El módulo intercambiador que está dispuesto curso abajo queda encarado con aire de refrigeración más caliente que el módulo intercambiador que está dispuesto curso arriba. Sin embargo, el fluido de trabajo líquido del colector de distribución inferior del módulo intercambiador curso arriba puede entrar en el colector de distribución inferior del módulo intercambiador curso abajo, proporcionando así un enfriamiento adicional para el módulo intercambiador curso abajo. Por lo tanto, ambos módulos intercambiadores de calor pueden trabajar con las condiciones adecuadas proporcionando un enfriamiento adecuado para los componentes electrónicos.

Se describe ahora un ejemplo de primer módulo intercambiador 10 de acuerdo con una realización con referencia a la figura 5. El segundo módulo intercambiador 210 de las realizaciones es idéntico al primer módulo intercambiador de calor 10.

Tal como se muestra en la figura 5, el primer módulo intercambiador 10 comprende una pluralidad de conductos 11 para un fluido de trabajo, presentando cada uno una pared exterior 112 y presentando cada uno unas paredes interiores 114 (véase la figura 6) para formar los primeros canales evaporadores 120 y los primeros canales condensadores 130 en el interior del conducto 11. Además, el módulo intercambiador 10 comprende un primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28 para transferir calor a los primeros canales evaporadores 120 y un primer elemento de transferencia de calor del condensador 29 para transferir calor fuera de los primeros canales condensadores 130. Los primeros conductos 11 están dispuestos en una posición vertical, pero son posibles otras posiciones de por lo menos 45º (grados de inclinación). Los primeros canales evaporadores 120 y los primeros canales condensadores 130 están alineados en paralelo en los primeros conductos 11.

En la realización mostrada en la figura 6, el primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28 comprende un elemento de montaje que tiene una superficie de montaje 160 para montar una fuente de calor, por ejemplo, una unidad de potencia semiconductora o similar y una superficie de contacto 170 para establecer un contacto térmico con una parte de la pared exterior 112 del primer conducto 11 asociada al primer canal evaporador 120.

En particular, en la realización mostrada en la figura 6, el primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28 adopta forma de placa de base que presenta una superficie de montaje plana 160 para el montaje de la fuente de calor y una superficie de contacto 170 opuesta a la superficie de montaje que comprende unas ranuras 175 que se adaptan a las paredes exteriores 112 de los primeros conductos 11. En otras palabras, las ranuras 175 están configuradas y dimensionadas de manera que los primeros conductos 11 encajan sin holgura. Además, el primer elemento de transferencia de calor del condensador 29 comprende unas aletas de refrigeración dispuestas en las paredes exteriores 112 de los conductos 11. Dos conductos colectores, utilizados como primer colector de distribución superior 30 y primer colector de distribución inferior 33, están conectados a cada extremo de los primeros conductos 11. En el caso en que la fuente de calor 20 disipa calor, el fluido de trabajo asciende en el interior de los primeros canales evaporadores 120 hasta el primer colector de distribución superior 30 y desde allí a los primeros canales condensadores 130, donde el fluido se condensa y cae al primer colector de distribución inferior 33.

En la realización mostrada en la figura 6, los primeros conductos 11 tienen forma de conductos de aluminio extrusionados planos de múltiples puertos que tienen una sección transversal global oblonga. De este modo, las paredes laterales exteriores planas del conducto plano quedan orientadas perpendicularmente a la superficie de montaje plana 160 del primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28. En realizaciones clásicas, dos barras de soporte 195 también están fijadas en los extremos laterales del conjunto para reforzar el conjunto y para guiar el aire de refrigeración al primer elemento de transferencia de calor del condensador 29. El primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28 comprende dos orificios de montaje 165 para el montaje de componentes eléctricos o electrónicos.

Los módulos intercambiadores de calor, de acuerdo con realizaciones, trabajan con el principio termosifón en bucle. El intercambiador de calor se carga con un fluido de trabajo. Puede utilizarse cualquier fluido refrigerante; algunos ejemplos son R134a, R245fa, R365mfc, R600a, dióxido de carbono, metanol y amoníaco. El módulo intercambiador está montado verticalmente o con un pequeño ángulo desde la vertical de manera que las aletas de los elementos de transferencia de calor del condensador quedan situadas más arriba que los elementos de transferencia de calor

del evaporador. La cantidad de fluido interior se regula normalmente de manera que el nivel de líquido no quede por debajo del nivel superior de los elementos de transferencia de calor del evaporador.

El calor generado por los componentes eléctricos 20 se desplaza a la parte de la placa de base con las ranuras 175 del primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28 al lado frontal de los primeros conductos 11 por conductividad térmica. Tal como puede apreciarse en la figura 6, sólo las secciones de los primeros conductos 11 que están cubiertas por las ranuras 175, es decir, los primeros canales evaporadores 120, reciben calor directamente. Los primeros canales evaporadores 120 están llenos total o parcialmente con el fluido de trabajo. El fluido en los primeros canales evaporadores 120 se evapora debido al calor y el vapor se eleva en los primeros canales evaporadores 120. También se arrastra cierta cantidad de líquido en la corriente de vapor y se empuja hacia arriba en los primeros canales evaporadores 120. Por encima del nivel superior del primer elemento de transferencia de calor del evaporador 28, los primeros conductos 11 tienen aletas de refrigeración por aire como primeros elementos de transferencia de calor del condensador 29 en ambos lados.

Las aletas montadas en los conductos se enfrían típicamente por un flujo de aire convectivo, generado comúnmente por un ventilador o soplador de refrigeración (véase la figura 4). También es posible utilizar convección natural. En el caso de convección natural, se preferiría instalar el sistema con un ángulo mayor desde la vertical. La mezcla de vapor y líquido dentro de los canales evaporadores llega al colector de distribución superior y luego fluye por los canales condensadores. Mientras pasa a través de los canales condensadores, el vapor condensa de nuevo en líquido ya que los canales transfieren calor a las aletas. El condensado líquido fluye hacia abajo hasta el colector de distribución inferior y fluye de nuevo a los canales evaporadores, cerrando el bucle. Al igual que con todos los dispositivos de tipo termosifón, todo el aire (y otros gases no condensables) en el interior se evacua preferiblemente (es decir, se descarga) y el sistema se llena parcialmente (es decir, se carga) con un fluido de trabajo. Por esta razón se incluyen válvulas de descarga y de carga (no mostradas) en el conjunto. Los extremos libres de los colectores de distribución son ubicaciones adecuadas para tales válvulas. También puede utilizarse una válvula única tanto para la carga como para la descarga. Alternativamente, el intercambiador de calor puede ser evacuado, cargado y sellado permanentemente.

En la realización mostrada en la figura 6, las aletas de refrigeración de los primeros elementos de transferencia de calor del condensador 29 se disponen solamente en una parte de la pared exterior 112 del primer conducto 211 asociada a los primeros canales condensadores 130 ya que sólo esa parte del primer conducto 211 servirá de parte de condensador del termosifón. En la figura 7 también se muestran las paredes interiores 114 que dividen los primeros canales evaporadores 120 y los primeros canales condensadores 130. La figura 7 es una vista esquemática simplificada que no coincide estrictamente con una vista en sección apropiada.

Aunque no se ilustra tal realización de un módulo de potencia en los dibujos, el experto reconocerá que la presente descripción se extiende a realizaciones con más de dos módulos intercambiadores de calor cuyas zonas del condensador están apiladas de manera que tengan que enfriarse mediante una corriente portadora térmica a través de las partes de condensador de manera secuencial. Además, el experto notará que la presente descripción abarca realizaciones de intercambiadores de calor cuyos módulos intercambiadores de calor pueden tener diferente número y clase de primeros conductos. Además, el experto notará que en las realizaciones de la técnica anterior se conocen intercambiadores de calor cuyos canales evaporadores y canales condensadores se disponen en conductos estructuralmente diferentes, por ejemplo, donde los canales evaporadores estaban dedicados a un perfil MPE propio, mientras que los canales condensadores estaban dedicados a otro perfil MPE propio.

En realizaciones de ejemplo, el primer y el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador están realizados en un material altamente conductor térmico, tal como aluminio o cobre. Puede fabricarse utilizando extrusión, fundición, mecanizado o una combinación de dichos procesos comunes. No es necesario que el primer y el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador se realicen con el tamaño exacto del conjunto de conductos. En algunas realizaciones se hace más grande con el fin añadir capacidad térmica al sistema. Un lado de la placa está en contacto con los conductos. El primer y el segundo elemento de transferencia de calor del evaporador tienen ranuras en este lado que cubren parcialmente los conductos de múltiples puertos, tal como se muestra en la figura 6. Los canales están configurados para adaptarse al primer y al segundo conducto. El otro lado de la placa se hace plano para aceptar componentes generadores de calor montados en placas como fuentes de calor, tales como elementos de circuitos electrónicos de potencia (por ejemplo, IGBT, IGCT, diodos, resistencias de potencia, etc.). En la superficie plana se disponen unos oficios de montaje con o sin rosca para atornillar los componentes. Preferiblemente, los conductos presentan una disposición simétrica de los canales internos, por lo que las corrientes ascendentes y descendentes en la configuración de termosifón de bucle comparten el mismo conducto. En realizaciones, los canales para estas dos corrientes están se diseñan de manera independiente. Por ejemplo, la mayor caída de presión en el flujo de la mezcla vapor-líquido refrigerante se crea dentro de los canales evaporadores. Por esta razón, puede ser adecuado asignar una mayor área de sección transversal del canal a estos canales. Para los canales condensadores, los canales más pequeños con paredes internas o paredes divisorias o características adicionales de tipo aleta en las superficies de la pared interior serían adecuados para aumentar la

superficie del canal interior aumentando así la superficie de transferencia de calor. Si se utilizan canales de diferentes tamaños dentro del conducto de múltiples puertos, puede ser necesario también tener un grosor de pared diferente alrededor de la periferia del conducto de modo que todas las secciones sean igualmente resistentes contra la presión interna. Por ejemplo, el grosor de pared alrededor de un canal evaporador de mayor tamaño puede aumentarse mientras se utiliza un menor grosor de pared alrededor de los canales pequeños del condensador. En comparación con el uso de un evaporador con un grosor uniforme, este enfoque puede ahorrar costes de materiales. Los grosores de pared típicos utilizados en conductos extrusionados de aluminio de múltiples puertos disponibles en el mercado son del orden de 0,2 a 0,75 mm.

Los componentes de los módulos intercambiadores de calor están unidos entre sí preferiblemente en un proceso de soldadura con un horno de un solo disparo. La soldadura y la soldadura fuerte de aluminio sobre aluminio es particularmente desafiante debido a la capa de óxido sobre aluminio que evita la impregnación con aleación de soldadura. Existen diversos métodos empleados para llevar a cabo esta tarea. A menudo, el material de aluminio de base se cubre con una aleación de soldadura con AlSi (también denominado revestimiento) que se funde a una temperatura (alrededor de 590ºC) inferior que la aleación de aluminio de base. Los conductos de aluminio se extruyen con el revestimiento ya unido como capa fina. También se aplica un material fundente sobre los conductos, ya sea por inmersión de los conductos en un baño o por pulverización. Cuando las piezas se calientan en el horno, el flujo trabaja para eliminar químicamente la capa de óxido del aluminio. La atmósfera controlada contiene oxígeno despreciable (comúnmente se utiliza un entorno de nitrógeno) de modo que no se forma una nueva capa de óxido durante el proceso. Sin la capa de óxido, la aleación de soldadura por fusión es capaz de impregnar partes adyacentes y cerrar las aberturas entre los componentes montados. Cuando las piezas se enfrían, se establece una conexión fiable y hermética al gas. Además, las aletas de refrigeración y los conductos se unen también para asegurar una buena interfaz térmica entre ellos. El montaje del dispositivo completo y la unión por soldadura fuerte del mismo en un disparo aseguran que los canales en el primer y segundo elemento de transferencia de calor del evaporador coincidan exactamente con la ubicación del primer y el segundo conducto, respectivamente. Alternativamente, puede emplearse un segundo proceso de soldadura a baja temperatura para unir los elementos de transferencia de calor del evaporador con los conductos después de que los núcleos del módulo intercambiador de calor se hayan soldado. La soldadura a baja temperatura es una buena medida para asegurar que las juntas soldadas no se salgan durante el recalentamiento para soldar.

Las realizaciones de ejemplo utilizan conductos planos de múltiples puertos con aletas de rejilla. Los conductos planos introducen menos caída de presión en el flujo de aire en comparación con los conductos redondos. Además, el diseño de múltiples puertos aumenta la superficie de transferencia de calor interior. Las aletas de rejilla aumentan el coeficiente de transferencia de calor sin un aumento significativo de la caída de presión (las rejillas son hendiduras retorcidas en la superficie de las aletas). Las aletas se cortan de una tira de chapa de aluminio y se doblan en forma de acordeón. El paso entre las aletas puede ajustarse fácilmente durante el montaje "tirando del acordeón". Dos conductos colectores redondos en los extremos de los conductos planos constituyen los colectores de distribución. El apilamiento y el montaje de todos estos elementos del núcleo del intercambiador de calor puede realizarse de una manera totalmente automatizada.

La figura 7 es una vista esquemática en sección transversal de otra realización de ejemplo de un intercambiador de calor 1. De nuevo, se utilizan signos de referencia idénticos para partes similares o idénticas mostradas en las figuras 1-6. El intercambiador de calor 1 de la figura 7 comprende un elemento de conexión de fluido formado por un conducto de conexión superior 200 para conectar los colectores de distribución superiores 30, 230 y un conducto de conexión inferior 205 para conectar los colectores de distribución inferiores 33, 233. Tanto el conducto de conexión superior 200 como el conducto de conexión inferior 205 se muestran en vista frontal en la figura 7 y no en vista en sección.

Las realizaciones de ejemplo comprenden tuberías de conexión superiores o inferiores para establecer conexiones de fluido entre los colectores de distribución de módulos intercambiadores de calor dispuestos espalda con espalda. El uso de tuberías de conexión permite una adaptación flexible del intercambiador de calor con sus ventajosas propiedades termodinámicas respecto a diferentes dimensiones de montaje. Los conductos de conexión pueden montarse en el extremo superior o en el extremo inferior de los módulos intercambiadores de calor. Las realizaciones de ejemplo comprenden conductos de conexión superior e inferior para formar un circuito de compensación térmica entre los módulos intercambiadores de calor. Por lo tanto, los bucles de los módulos intercambiadores de calor se mejoran añadiendo un segundo tipo de bucle para una compensación térmica. Haciendo esto, puede mejorarse el rendimiento general de intercambiadores de calor dispuestos densamente.

LISTA DE NUMEROS DE REFERENCIA

10 Primer módulo intercambiador de calor
11 Primer conducto
20 Fuente de calor

28 Primer elemento de transferencia de calor del evaporador
29 Primer elemento de transferencia de calor del condensador
30 Primer colector de distribución superior
33 Primer colector de distribución inferior
40 Conector del colector
42 Orificios de conexión
44 Portador térmico, por ejemplo, aire
48 Conducto de aire
50 Pared del conducto superior
52 Pared del conducto inferior
58 Brida
59 Medios de fijación
60 Sala limpia (primer entorno)
62 Sala sucia (segundo entorno)
64 Junta
66 Estructura general
68 Conducto de aire
70 Tapa inferior
71 Parte de brida adicional
72 Pared de conducto inferior adicional
74 Pared del conducto superior adicional
75 Medios de guiado
76 Tapa superior
84 Placa de tapa
86 Filtro de partículas
88 Ventilador
100 Módulo de potencia
112 Pared exterior del conducto
114 Pared interior del conducto
120 Primer canal evaporador
130 Primer canal condensador
160 Superficie de montaje
165 Orificio de montaje
170 Superficie de contacto
175 Ranura
183 Aleta de calefacción
195 Barra de soporte
200 Conducto de conexión superior
205 Conducto de conexión inferior
210 Segundo módulo intercambiador de calor
211 Segundo conducto
228 Segundo elemento de transferencia de calor del evaporador
229 Segundo elemento de transferencia de calor del condensador
230 Segundo colector de distribución superior
233 Segundo colector de distribución inferior
320 Segundo canal evaporador
330 Segundo canal condensador

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador de calor (1), que comprende un primer módulo intercambiador de calor (10) con un primer canal evaporador (120) y un primer canal condensador (130); en el que el primer canal evaporador (120) y el primer canal condensador (130) están dispuestos en un primer conducto (11) y en el que el primer canal evaporador (120) y el primer canal condensador (130) están unidos para el paso de fluido entre sí por un primer colector de distribución superior (30) y un primer colector de distribución inferior (33) de manera que el primer canal evaporador (120) y el primer canal condensador (130) forman un primer bucle para un fluido de trabajo; comprendiendo, además, el primer módulo intercambiador de calor (10) un primer elemento de transferencia de calor del evaporador (28) para transferir calor al primer canal evaporador (120); y un primer elemento de transferencia de calor del condensador (29) para transferir calor fuera del primer canal condensador (130); caracterizado por el hecho de que el intercambiador de calor (1) comprende un segundo módulo intercambiador de calor (210) conectado al primer módulo intercambiador de calor (10) por un elemento de conexión de fluido (40, 200, 205) para un intercambio del fluido de trabajo entre el primer módulo intercambiador de calor (10) y el segundo módulo intercambiador de calor (210), en el que el segundo módulo intercambiador de calor (210) comprende un segundo canal evaporador (320) y un segundo canal condensador (330); en el que el segundo canal evaporador (320) y el segundo canal condensador (330) están dispuestos en un segundo conducto (211); y en el que el segundo canal evaporador (320) y el segundo canal condensador (330) están unidos para el paso de fluido entre sí por un segundo colector de distribución superior (230) y un segundo colector de distribución inferior (233) de manera que el segundo canal evaporador y el segundo canal condensador (330) forman un segundo bucle para el fluido de trabajo, en el que el segundo canal condensador (330) está dispuesto opuesto al primer canal evaporador (120) respecto al primer canal condensador (130) cuando se ve en un plano virtual al cual se proyectan el primer canal condensador (130) y el segundo canal condensador (330) y el primer canal evaporador (120).

2. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el primer módulo intercambiador de calor (10) y el segundo módulo intercambiador de calor (210) son adecuados para funcionar independientemente entre sí.

3. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el primer canal condensador (130) y el segundo canal condensador (330) están dispuestos entre el primer canal evaporador (120) y el segundo canal evaporador cuando se ve en un plano virtual al cual se proyectan el primer canal condensador (130) y el segundo canal condensador (330) y el segundo canal evaporador (320).

4. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el primer colector de distribución superior (30) está conectado a un extremo superior del primer conducto (11) y en el que el segundo colector de distribución superior (230) está conectado a un extremo superior del segundo conducto (211), estando unidos el primer colector de distribución superior (30) y el segundo colector de distribución superior (230) mediante una conexión de fluido superior.

5. Intercambiador de calor (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el primer colector de distribución inferior (33) está conectado a un extremo inferior del primer conducto (10) y en el que el segundo colector de distribución inferior (233) está conectado a un extremo inferior del segundo conducto (211), estando conectados el primer colector de distribución inferior (33) y el segundo colector de distribución inferior (233) mediante una conexión de fluido inferior.

6. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el primer módulo intercambiador de calor (10) comprende una pluralidad de primeros conductos (10) dispuestos en paralelo de manera que los primeros canales evaporadores (120) están dispuestos lado a lado y los primeros canales condensadores (130) están dispuestos lado a lado.

7. Intercambiador de calor (1) de acuerdo cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el intercambiador de calor (1) comprende un segundo elemento de transferencia de calor del evaporador (228) para transferir calor al segundo canal evaporador (320) y/o un segundo elemento de transferencia de calor del condensador (229) para transferir calor fuera del segundo canal condensador (330).

8. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento de conexión de fluido (40) comprende unos orificios de conexión (42) que están dispuestos en una pared exterior de los colectores de distribución inferiores (33, 233) y/o en una pared exterior de los colectores de distribución superiores (30, 230).

9. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el elemento de conexión de fluido comprende un conducto de conexión superior (200) para conectar

los colectores de distribución superiores (30, 230) y/o un conducto de conexión inferior (205) para conectar los colectores de distribución inferiores (33, 233).

10. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que el intercambiador de calor comprende (1) una parte de conducto (48) para separar un primer entorno (60) de un segundo entorno (62); en el que el primer elemento de transferencia de calor (28) está dispuesto en el primer entorno (60); y en el que una parte del primer conducto (11) está dispuesta en el segundo entorno (62).

11. Intercambiador de calor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que por lo menos el primer conducto (11) o uno de los primeros conductos (11) comprende una pluralidad de primeros canales evaporadores (120) y una pluralidad de primeros canales condensadores 130).

12. Módulo de potencia (100) que comprende un intercambiador de calor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que por lo menos una unidad de semiconductor (20) está conectada térmicamente al primer elemento de transferencia de calor del evaporador (28) del intercambiador de calor (1).

13. Convertidor de tracción que comprende por lo menos un módulo de potencia (100) de acuerdo con la reivindicación 12.

14. Convertidor de tracción según la reivindicación 13, caracterizado por el hecho de que el convertidor de tracción comprende una estructura general (70, 76) y un primer entorno (60) y un segundo entorno (62) dispuestos en dicha estructura general, en el que una calidad del aire del segundo entorno es inferior a una calidad del aire del primer entorno (60); y en el que el primer elemento de transferencia de calor (28) del intercambiador de calor (1) está dispuesto en el primer entorno (60); y en el que una parte del primer conducto (11) está dispuesta en el segundo entorno (62).

15. Convertidor de tracción según la reivindicación 13 o 14, caracterizado por el hecho de que el intercambiador de calor (1) está configurado de acuerdo con la reivindicación 10, estando dispuesto el módulo de potencia de manera que puede insertarse en la estructura general y puede extraerse de la estructura general por medio de unas guías (75) a modo de cajón; en el que se dispone una junta estanca al aire entre la parte de conducto (48); en el que la parte de conducto (48) del intercambiador de calor (1) es la parte de conducto (48) del módulo de potencia (100), la estructura general y una tapa de recinto móvil (84) de la estructura total si el intercambiador de calor (1) se inserta completamente en el convertidor de tracción.

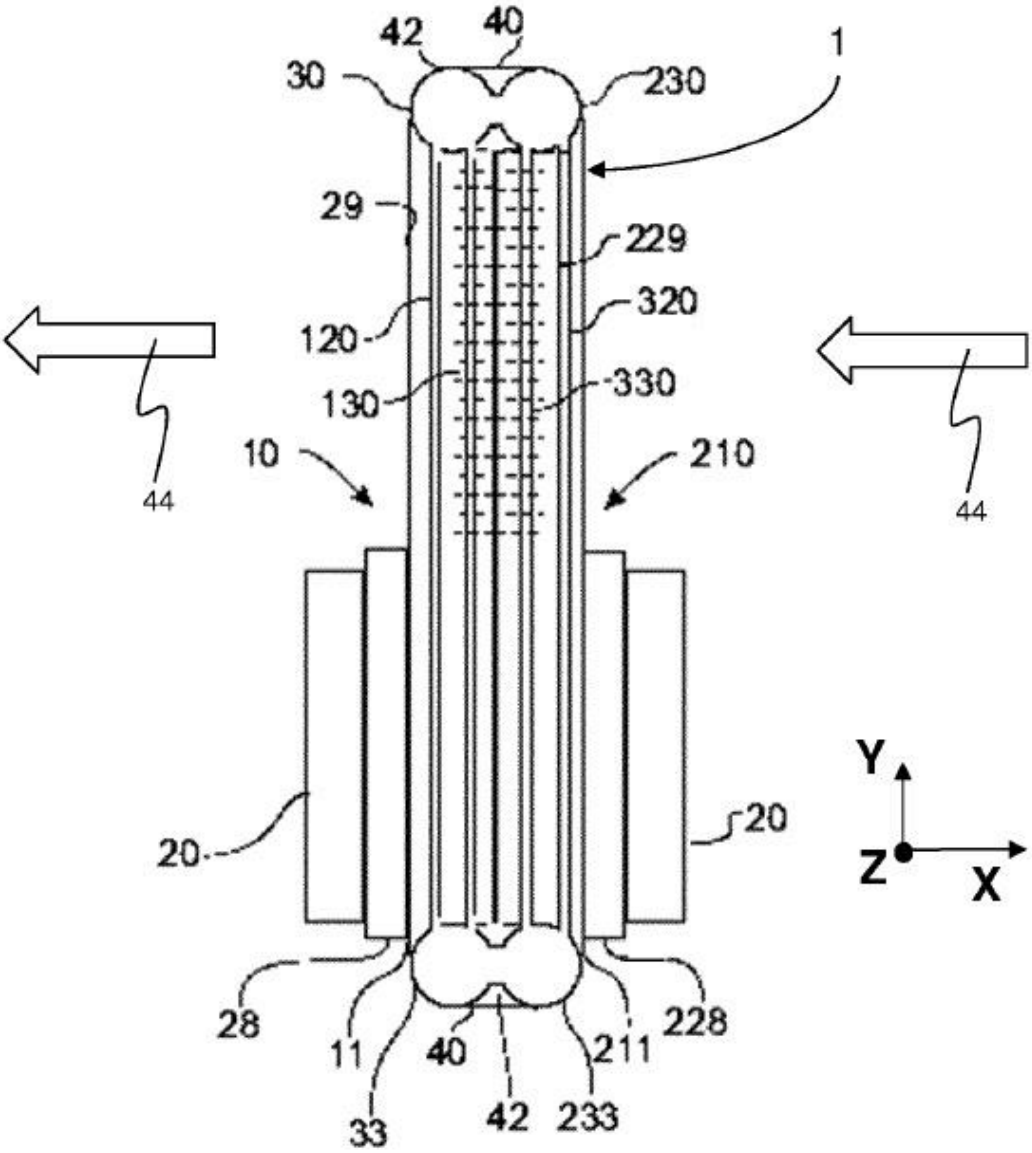
42
40
1
30
230
29
229
320
120
130
330
10
210
44
44
20
20
Y
Z
X
28
11
40
211
228
33
42
233

Fig. 1

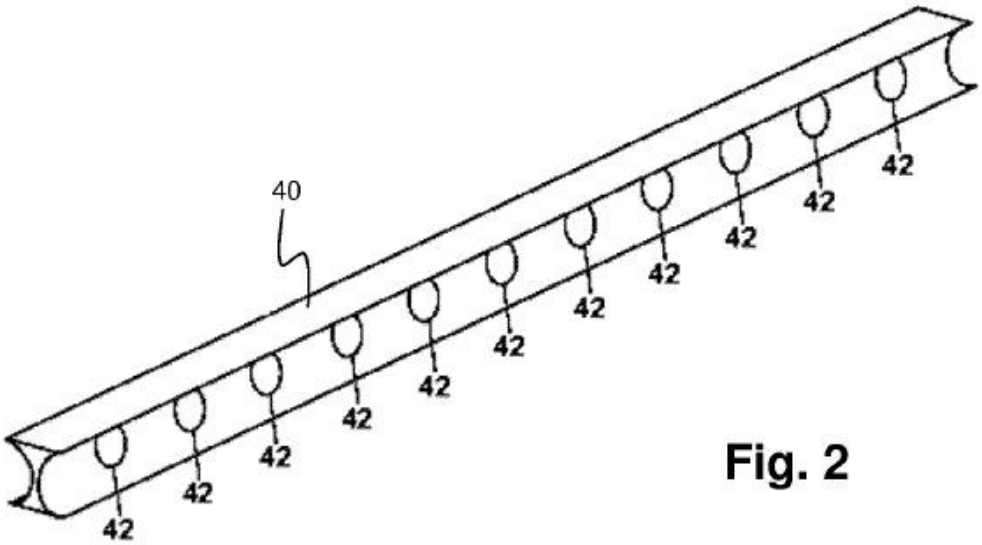
40
42
42
42
42
42
42
42
42
42
42

Fig. 2

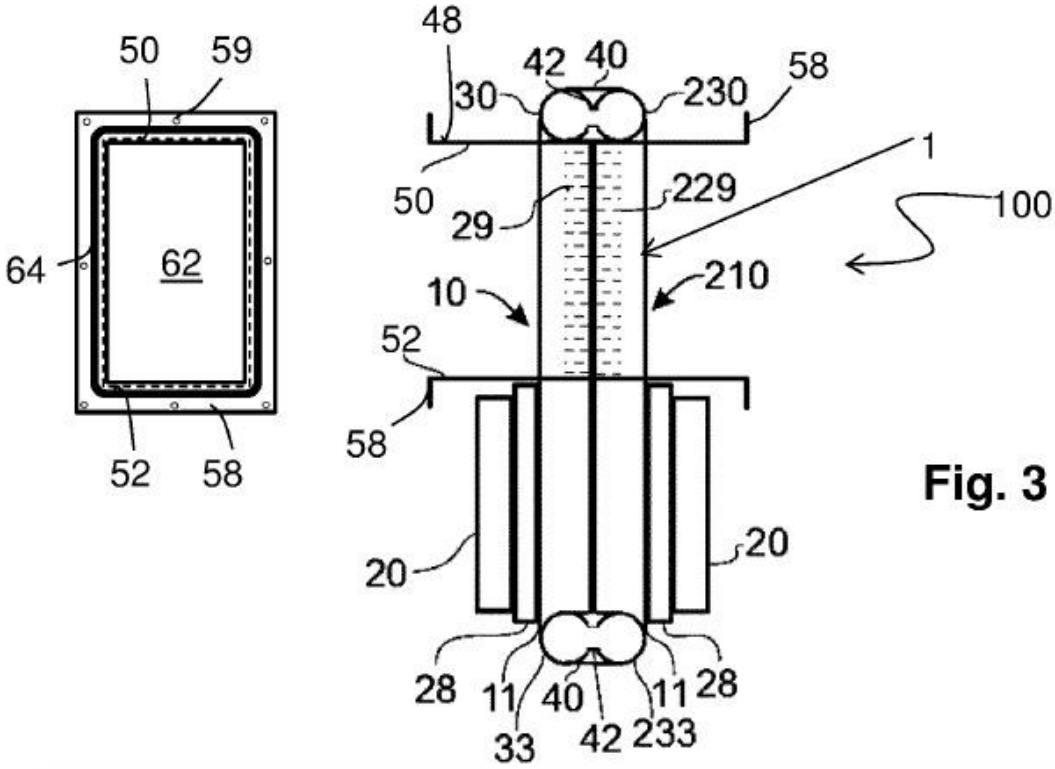
50
59
64
62
52
58
48
42
40
30
230
58
50
29
229
1
100
10
210
52
58
20
20
28
11
40
11
28
33
42
233

Fig. 3

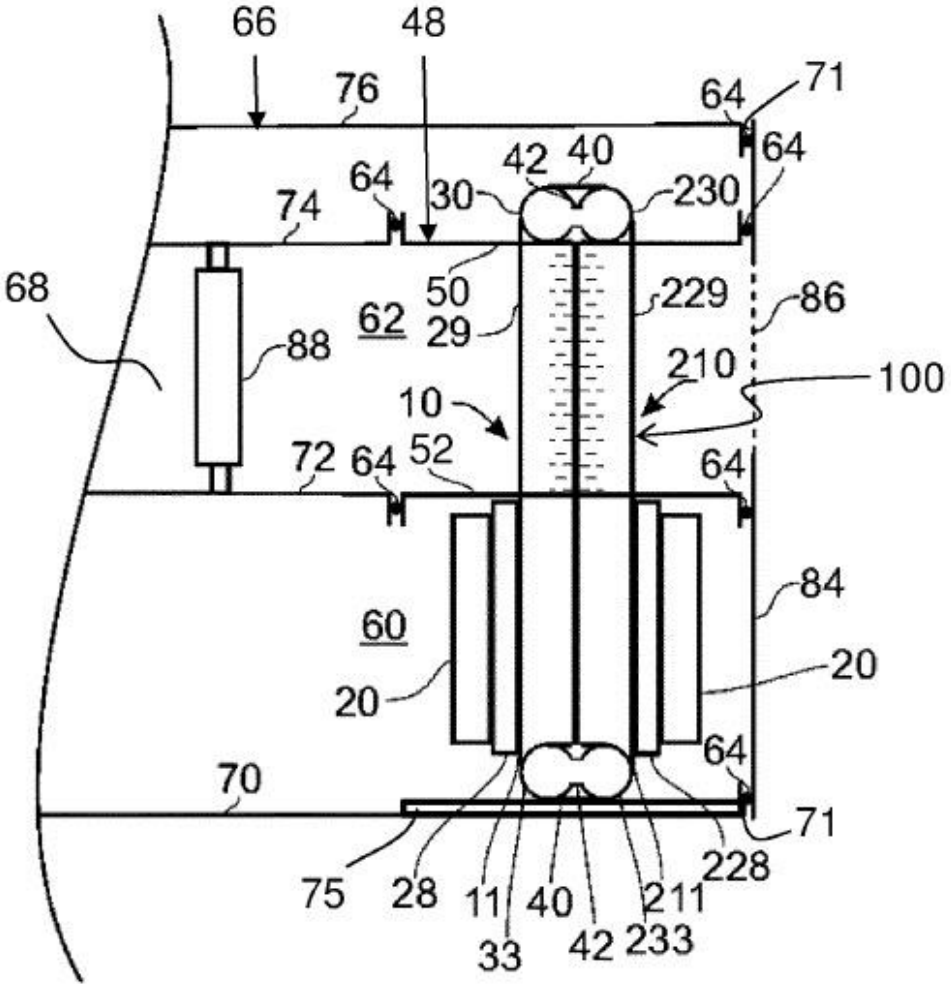
66
48
76
64
71
64
42
40
64
30
230
74
50
229
86
68
62
29
88
210
100
10
72
64
52
64
84
60
20
20
64
70
71
75
28
11
40
211
228
33
42
233

Fig. 4

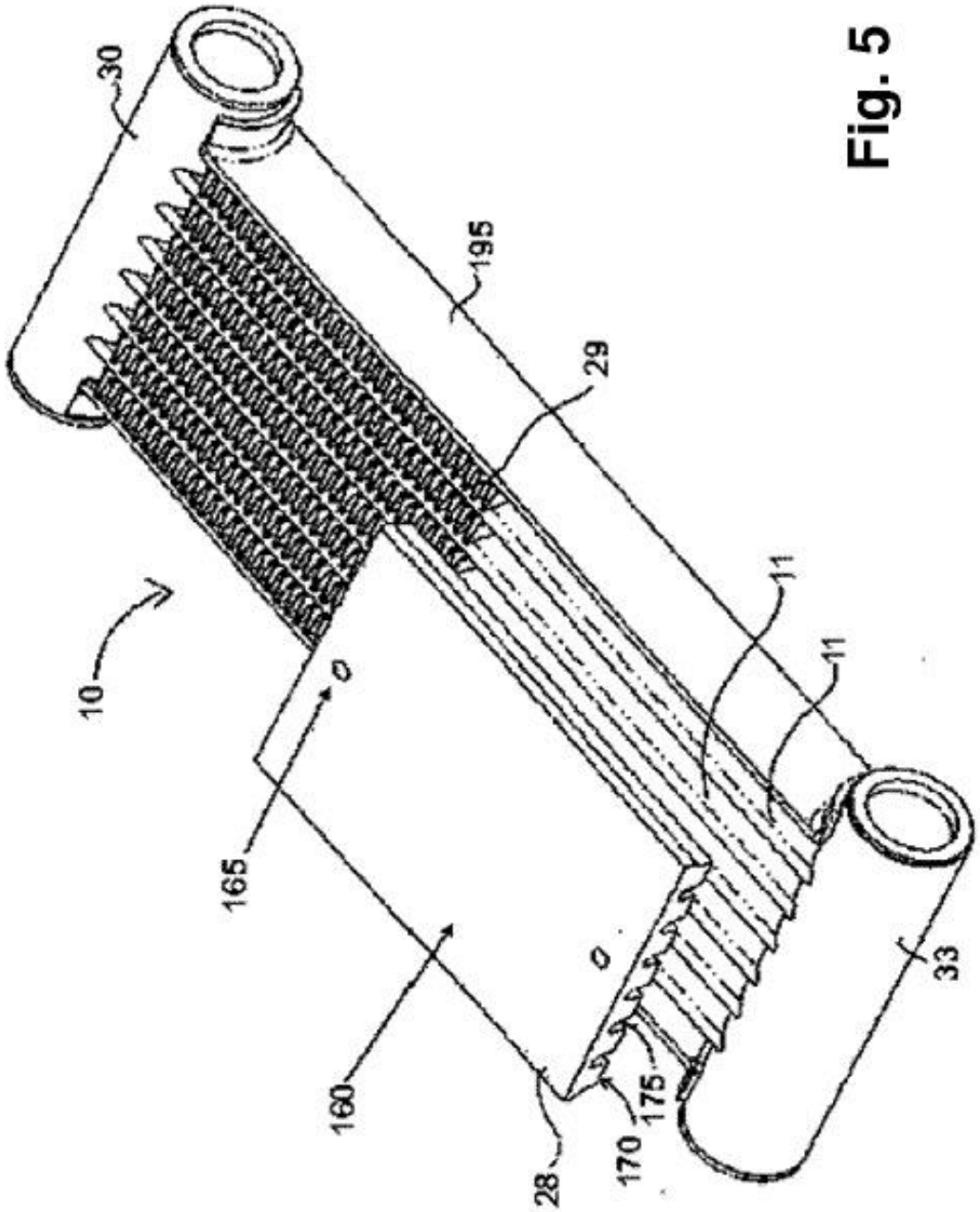

Fig. 5

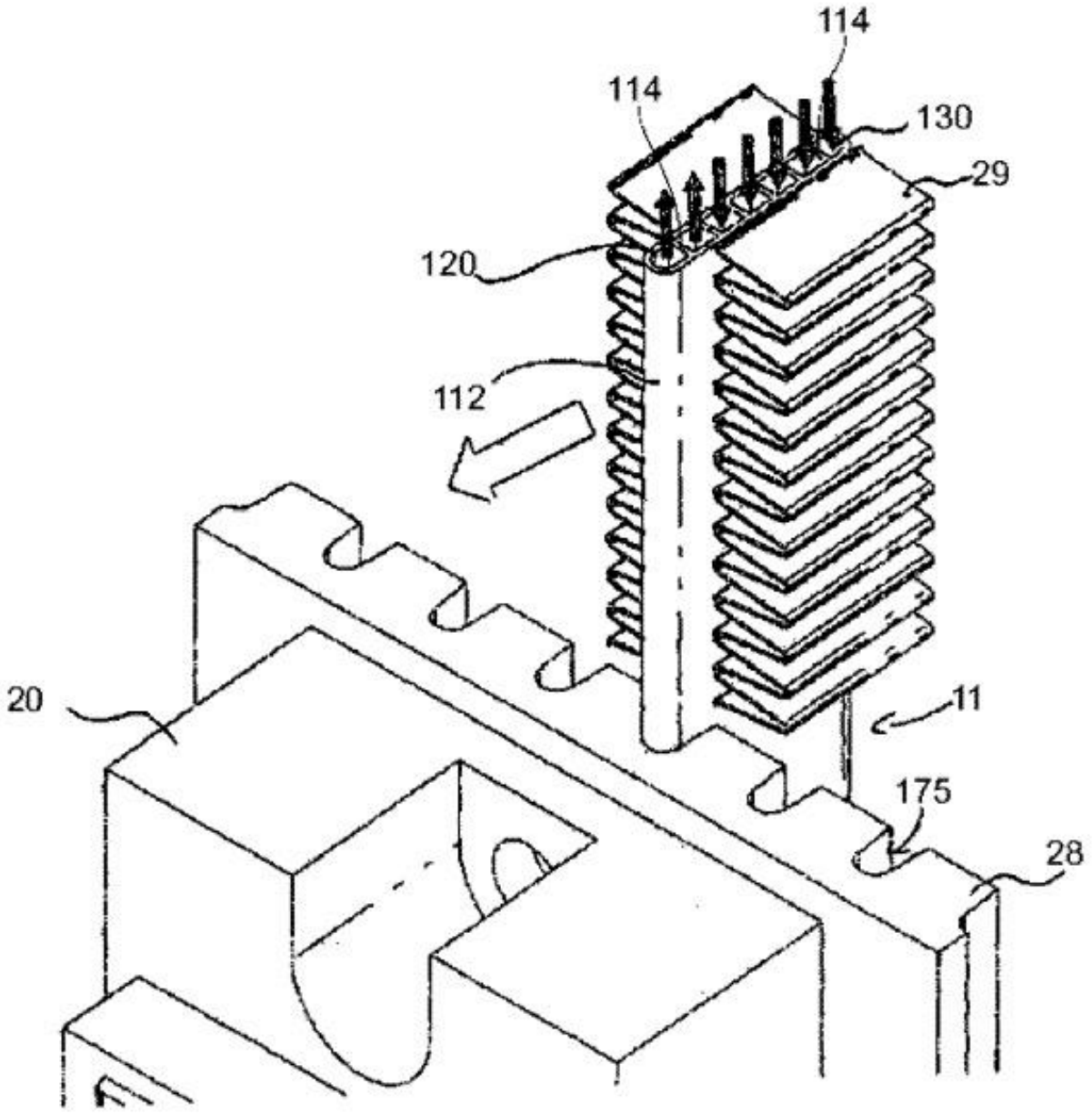

Fig. 6

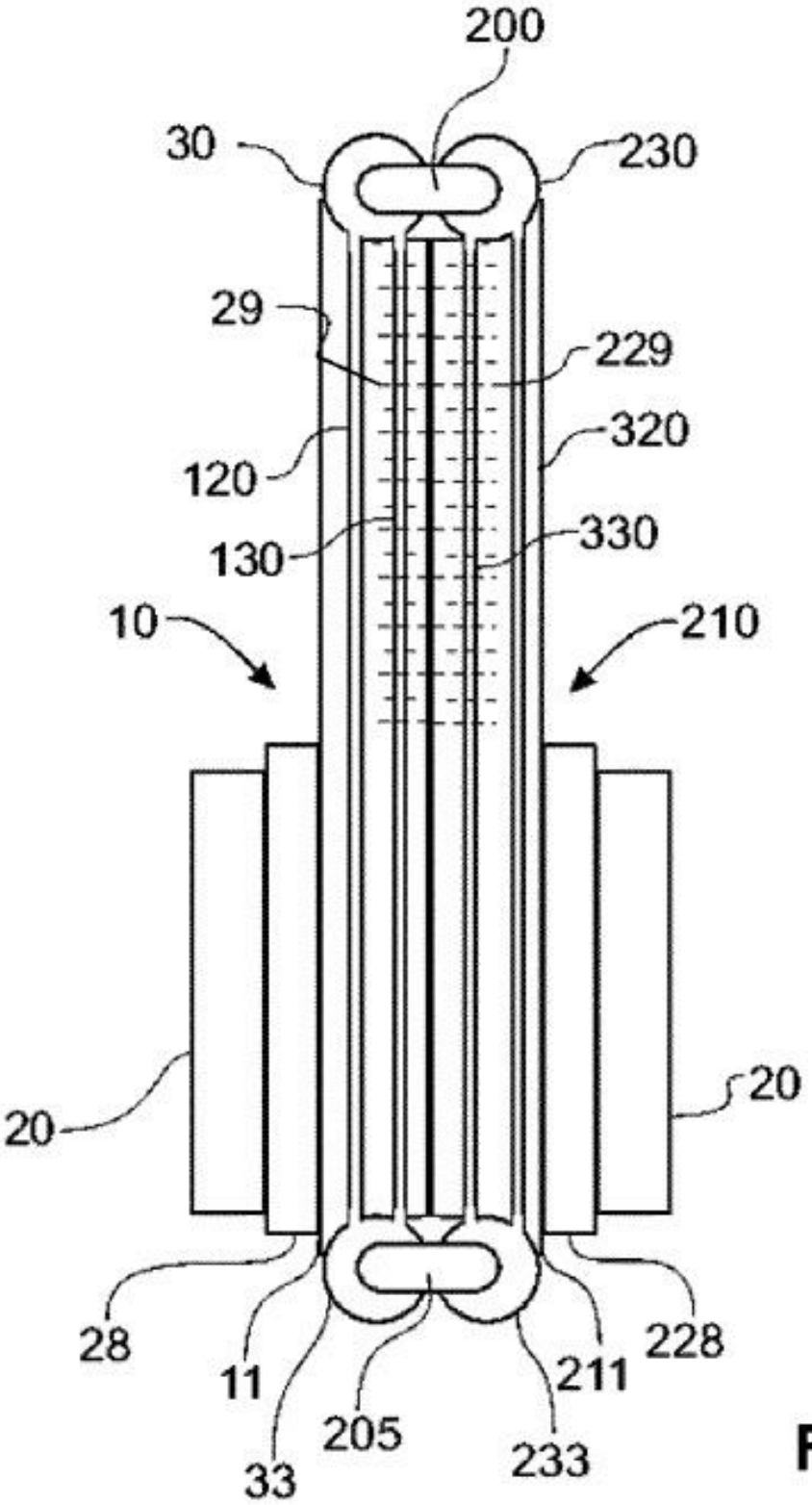
200
30
230
29
229
120
320
130
330
10
210
20
20
28
11
33
205
233
211
228

Fig. 7

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 2284846 A [0006]
- EP 2246654 A [0006]
- EP 2031332 A [0006]