

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 649 940**

51 Int. Cl.:

F28D 9/00 (2006.01)

F25J 5/00 (2006.01)

F28D 9/04 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2013 PCT/FR2013/052168**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044979**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2013 E 13779266 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2898279**

54 Título: **Conjunto de intercambiadores de calor**

30 Prioridad:

19.09.2012 FR 1258783

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.01.2018

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
75 Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**TRANIER, JEAN-PIERRE y
WAGNER, MARC**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 649 940 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

Conjunto de intercambiadores de calor

5 La presente invención se refiere a un conjunto de intercambiadores de calor que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1, destinado a formar una unidad de transferencia de calor sin contacto entre un fluido primario y un fluido secundario, por ejemplo una unidad de separación de gas mediante técnica criogénica. Un tal conjunto es conocido, por ejemplo, por la figura 2 del documento WO2007/149345A2.

Por otra parte, la presente invención se refiere a una instalación de separación de aire mediante técnica criogénica, que comprende un tal conjunto de intercambiadores de calor.

10 La presente invención encuentra aplicación principalmente en el campo de la separación de gas, por ejemplo de aire, mediante técnica criogénica.

En la técnica anterior, una unidad de separación de aire mediante técnica criogénica comprende generalmente intercambiadores de calor principales de placas soldadas que forman la línea principal de intercambio térmico de la unidad de separación de aire mediante técnica criogénica.

15 Estos intercambiadores de calor ponen en relación de intercambio de calor, por una parte, el aire a la temperatura ambiente y, por otra parte, fluidos criogénicos que proceden de la o de las columnas de destilación. A la salida de un tal intercambiador de calor, el aire tiene una temperatura del orden de -175°C , mientras que los fluidos recalentados están prácticamente a la temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). Por lo tanto, el gradiente térmico es de aproximadamente 200 grados K entre la entrada y la salida de un intercambiador de calor y la variación logarítmica media de temperatura está comprendida entre 2 K y 10 K.

20 Cada intercambiador de calor comprende un apilamiento de placas paralelas que delimitan pasos de fluidos, así como traviesas u ondas de intercambio térmico que definen canales para estos fluidos. Barras de cierre periféricas aseguran la estanqueidad de los pasos de fluidos.

25 De manera en si conocida, un tal intercambiador de calor tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo. La longitud de un tal intercambiador de calor es normalmente de 4 a 8 m, su anchura de 1 a 1,5 m y su altura de 1 a 2 m.

Por convención, la longitud de un intercambiador de calor es la dimensión más grande de las placas paralelas que delimitan los pasos de los fluidos. La anchura de un intercambiador de calor se mide según la dirección de apilamiento de las placas.

30 Por otra parte, es igualmente sabido aumentar la altura de un tal intercambiador de calor ensamblando, por ejemplo mediante soldadura, lado a lado, varios intercambiadores soldados separadamente, lo que no es posible para aumentar la longitud o la anchura.

El estado de la técnica para tales intercambiadores de calor consiste en realizar un intercambio de calor en contracorriente con una dirección de circulación de los fluidos en el sentido de la longitud, de manera que se aproveche la dimensión más grande para realizar el intercambio térmico.

35 El documento FR-A-2844040 propone utilizar un intercambiador con una dirección de circulación de los fluidos en el sentido de la anchura, de manera que se reduzca considerablemente (normalmente en un factor de 4 a 6) el número de intercambiadores que se han de colocar en paralelo.

40 No obstante, para poder conseguir un gradiente térmico del orden de 200 K con una pequeña diferencia de temperaturas y las más eficaces traviesas-ondas de intercambio (por ejemplo, de las ondas llamadas decaladas o «serrated», que tienen una pequeña longitud de decalaje o «serration» y una densidad muy grande), es necesario aumentar la anchura del intercambiador hasta 2,5 m o incluso 3,5 m. Una tal anchura del intercambiador es incompatible con todos los hornos de soldaduras existentes. Por otra parte, el aumento del tamaño del horno de soldaduras plantearía problemas de ejecución técnica.

45 Para remediar este problema, el documento WO-A-2007149345 describe un conjunto de intercambiadores de calor que comprende dos intercambiadores de calor yuxtapuestos. En este caso, el número de intercambiadores que se han de soldar se reduce solamente en un factor de 2 a 3, cuyo factor es aún así muy importante.

Además, el conjunto de intercambiadores de calor del documento WO-A-2007149345 comprende medios para conectar para paso de fluido los intercambiadores de calor yuxtapuestos. En este caso, el fluido primario es aire comprimido a elevada presión y el fluido secundario es dióxido de carbono a baja presión.

50 No obstante, entre los intercambiadores de calor de WO-A-2007149345, el fluido primario es recogido por dos traviesas llamadas de distribución oblicuas que dirigen el fluido secundario hacia dos cajas de alimentación laterales (una por cada lado del intercambiador de calor) y que tienen una pequeña sección de suministro, lo que genera

pérdidas de carga importantes. Así mismo, el fluido primario es alimentado al segundo intercambiador de calor por dos cajas de alimentación laterales y traviesas de distribución oblicuas, lo que genera pérdidas de carga importantes.

5 Por tanto, para compensar este aumento de pérdidas de carga, será necesario aumentar la sección de intercambio. Pero las dimensiones de un intercambiador de calor están limitadas por las dimensiones del horno de soldadura en el cual es fabricado este intercambiador de calor. Por lo tanto, un tal conjunto de intercambiadores de calor necesitaría soldar más intercambiadores y aumentar la cantidad del material necesario para su realización.

La presente invención se propone principalmente resolver, en su totalidad o en parte, los problemas mencionados anteriormente.

10 A este fin, la invención tiene por objeto un conjunto de intercambiadores de calor destinado a formar una unidad de transferencia de calor sin contacto entre el fluido primario y el fluido secundario, comprendiendo el conjunto de intercambiadores de calor dos intercambiadores, a saber, un primer intercambiador y un segundo intercambiador adaptados para intercambiar calor entre al menos un fluido primario, por ejemplo aire comprimido a presión elevada, y al menos un fluido secundario, por ejemplo diázo a baja presión,

15 - comprendiendo cada intercambiador un apilamiento de varias placas dispuestas paralelamente unas a otras según una dirección llamada de apilamiento, de manera que se limiten al menos i) los pasos primarios conformados para la circulación del fluido primario e ii) los pasos secundarios conformados para la circulación del fluido secundario, sucediéndose los pasos primarios y los pasos secundarios según una pauta de apilamiento predeterminada,

20 - definiendo el apilamiento de las placas del primer intercambiador una primera cara de conexión unida para paso de fluido a los pasos primarios del primer intercambiador, definiendo el apilamiento de las placas del segundo intercambiador una segunda cara de conexión unida para paso de fluido a los pasos primarios del segundo intercambiador;

25 - estando el conjunto de intercambiadores de calor caracterizado porque el primer intercambiador y el segundo intercambiador están dispuestos de manera que la primera cara de conexión está adyacente a la segunda cara de conexión; y

porque comprende además:

- un cerco delimitado por la primera cara de conexión, por la segunda cara de conexión y por un volumen de cerco que se extiende entre la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión,

30 - al menos un compartimento primario dispuesto en el volumen de cerco para canalizar la totalidad o parte del fluido primario entre el primer intercambiador y el segundo intercambiador a través de la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión,

35 - al menos un compartimento secundario que es distinto del citado al menos un compartimento primario y que está dispuesto en el volumen de cerco para canalizar todo o parte del fluido secundario entre el primer intercambiador y el segundo intercambiador a través de la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión.

En otros términos, la presente invención implica aumentar el número de cajas de alimentación de fluido primario (número estrictamente superior a 2) haciendo pasar el fluido primario por la misma cara de conexión que el fluido secundario.

40 En la presente solicitud, el término « adyacente » designa un elemento situado en la proximidad de otro elemento, por tanto cerca o al lado de este otro elemento. En particular, dos caras de conexión están adyacentes cuando están en contacto según bordes respectivos o partes respectivas.

45 En la presente solicitud, la expresión « diázo a baja presión » hace referencia a un fluido que está enriquecido en diázo con respecto al aire y que es producido a una presión sensiblemente más baja que la del aire que entra en un intercambiador de calor.

Típicamente, la pauta de apilamiento predeterminada puede comprender una sucesión « -S-P-S- » con un paso primario « P » rodeado por dos pasos secundarios « S ». Esta pauta de apilamiento es repetida en toda la altura del intercambiador de calor correspondiente.

50 De manera alternativa, la pauta de apilamiento predeterminada puede comprender una sucesión de un paso primario « P » y de un paso secundario « S », siendo los pasos secundarios de una altura mayor que los pasos primarios, a excepción de los pasos secundarios de extremo « S' », de manera que no se desequilibre el intercambio térmico en los extremos. En los extremos, la sucesión tendrá como pauta: « S'-P-S-P-S-P-S- » y « -S-P-S-P-S' ».

- De ese modo, el o los compartimentos primarios y secundarios pueden transferir todo el fluido primario y todo el fluido secundario de un intercambiador de calor al intercambiador de calor próximo, a través de la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión. En consecuencia, un tal conjunto de intercambiadores de calor permite aumentar la superficie de intercambio entre los fluidos primarios y secundarios sin modificar los útiles de fabricación, en particular los hornos de soldadura.
- 5
- Según una variante de la invención, el volumen de cerco está definido por paredes de cerco que envuelven el volumen de cerco.
- De ese modo, tales paredes de cerco definen un volumen de cerco estanco o casi estanco.
- En la presente solicitud, la expresión « casi estanco » califica un volumen para el cual la tasa de fuga es aceptable, es decir inferior a 5%, incluso inferior a 1%, del volumen total de fluido que entra.
- 10
- Según un modo de realización de la invención, la primera cara de conexión es globalmente plana y perpendicular a las citadas placas del primer intercambiador, y la segunda cara de conexión es globalmente plana y perpendicular a las placas del segundo intercambiador.
- En otros términos, cada intercambiador tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo.
- 15
- De ese modo, los citados intercambiadores de calor tienen formas de relativamente fácil realización.
- Según un modo de realización de la invención, la primera cara de conexión es globalmente plana y perpendicular a las citadas placas del primer intercambiador, y la segunda cara de conexión es globalmente plana y perpendicular a las placas del segundo intercambiador.
- Según un modo de realización de la invención, la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión son paralelas y están dispuestas una frente a otra.
- 20
- De ese modo, un tal conjunto de intercambiadores de calor puede ser muy compacto, con un volumen de cerco mínimo, lo que permite reducir las pérdidas de carga en las circulaciones de los fluidos primarios y secundarios.
- Según un modo de realización de la invención, el primer intercambiador y el segundo intercambiador están dispuestos lado a lado, estando la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión orientadas según direcciones normales respectivas que son esencialmente paralelas, estando la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión dispuestas preferiblemente de modo que presenten un borde próximo o confundido.
- 25
- En otros términos, el cerco tiene globalmente la forma de un semi-cilindro o semi-anillo. De ese modo, un tal conjunto de intercambiadores de calor puede tener una dimensión relativamente pequeña según una dirección perpendicular a la primera y a la segunda caras de conexión. Además, esta disposición de los intercambiadores de calor simplifica la fabricación del conjunto de intercambiadores de calor, porque hay más espacio para soldar y conectar los intercambiadores de calor.
- 30
- Según un modo de realización de la invención, la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión son esencialmente ortogonales entre sí, estando la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión dispuestas preferiblemente de manera que presenten un primer borde próximo o confundido.
- 35
- En otros términos, el cerco tiene globalmente la forma de un cuarto de cilindro o de anillo. De ese modo, un tal conjunto de intercambiadores de calor puede tener un volumen adaptado a ciertas aplicaciones. Además, esta disposición de los intercambiadores de calor simplifica la fabricación del conjunto de intercambiadores de calor, porque hay más espacio para soldar y conectar los intercambiadores de calor.
- Según un modo de realización de la invención, el volumen de cerco forma el compartimento secundario.
- 40
- De ese modo, no es necesario prever un conducto concreto para conducir el fluido secundario, lo que simplifica la construcción del conjunto de intercambiadores de calor.
- Según una variante de este modo de realización, el conjunto de intercambiadores de calor comprende medios de estanqueidad entre, por una parte, el cerco y, por otra parte, la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión. De ese modo, los citados medios de estanqueidad garantizan la estanqueidad del cerco.
- 45
- Según un modo de realización de la invención, la primera cara de conexión tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud y por la altura, según la dirección de apilamiento, del primer intercambiador, y en el cual la segunda cara de conexión tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud y por la altura, según la dirección de apilamiento, del segundo intercambiador.
- 50
- En otros términos, cada intercambiador tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo. De ese modo, tales intercambiadores de calor tienen formas de realización relativamente sencillas.

Según un modo de realización de la invención, para cada uno de los intercambiadores, la longitud es muy superior, de preferencia en un factor superior a cuatro, a la altura, medida según la dirección de apilamiento.

De ese modo, tales dimensiones permiten disminuir el número de intercambiadores.

5 Según un modo de realización de la invención, los compartimentos primarios está formado por conductos primarios, cada uno de los cuales se extiende entre las caras de conexión y paralelamente a la dirección de apilamiento, estando los conductos primarios distribuidos con intervalos predeterminados, de preferencia intervalos regulares, según una dirección transversal a la dirección de apilamiento, estando los conductos primarios en comunicación de paso de fluido con los pasos primarios de cada intercambiador de calor de manera que se permite la circulación del fluido primario entre los intercambiadores; y cada compartimento secundario está formado por las paredes del cerco y por las paredes de dos conductos primarios sucesivos.

De ese modo, una tal disposición de los compartimentos primarios y secundarios permite limitar el número de componentes a ensamblar. Normalmente, los conductos primarios están conformados para la circulación de un fluido a presión elevada, mientras que los compartimentos secundarios sirven para la circulación de un fluido a baja presión.

15 Según una variante de la invención, los conductos primarios comprenden: i) un colector longitudinal de forma tubular, de preferencia de sección circular, e ii) tubos primarios que unen para paso de fluido el colector a la primera cara de conexión y a la segunda cara de conexión. De ese modo, tales conductos primarios permiten transferir eficazmente fluido primario entre el primer intercambiador y el segundo intercambiador.

20 Según un modo de realización de la invención, cada conducto primario tiene la forma de un prisma de base rectangular o de un cilindro de base curvilínea y cuyas generatrices son paralelas a la dirección de apilamiento.

En otros términos, las paredes de los conductos primarios son planas y paralelas a la dirección de apilamiento. De ese modo, una tal sección rectangular limita las pérdidas de carga en los compartimentos primario y secundario.

25 Según un modo de realización de la invención, cada conducto primario está compuesto de al menos dos partes solidarizadas entre sí por medios de solidarización mecánica, que son de preferencia seleccionados del grupo constituido por tornillos, bridas, remaches, elementos de engarce, elementos de encaje, elementos de enganche, elementos de enmangadura y formas complementarias tales como colas de milano.

De ese modo, una tal disposición permite obtener una superficie de intercambio extendida, al tiempo que se limitan las pérdidas de carga inducidas por cambios de dirección de flujo de los fluidos primario y secundario.

30 Según un modo de realización de la invención, en cada paso secundario está situado un órgano de obturación en el conducto primario respectivo de manera que se impida la circulación de fluido secundario en el citado conducto primario.

De ese modo, el ensamble del conjunto de intercambiadores de calor se efectúa de manera relativamente rápida.

35 Según una variante de la invención, cada intercambiador de calor tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo, y en el cual cada cara de conexión tiene globalmente la forma de un rectángulo, siendo la citada dirección, llamada de apilamiento, paralela a la altura del paralelepípedo rectángulo, extendiéndose las traviesas paralelamente a la longitud del paralelepípedo rectángulo, y formando cada cara de conexión globalmente un plano que es perpendicular a la citada dirección, llamada de apilamiento, y que es paralela a la longitud y a la anchura del paralelepípedo rectángulo.

40 De ese modo, una tal geometría permite obtener una superficie de intercambio extendida, al tiempo que se limitan las pérdidas de carga inducidas por los cambios de dirección del flujo de los fluidos primario y secundario. Además, una tal geometría permite hacer máximas las dimensiones del conjunto de intercambiadores, ya que se hace máxima la ocupación de un horno de soldadura.

45 Según un modo de realización de la invención, los compartimentos primarios y los compartimentos secundarios están delimitados total o parcialmente por paredes de material flexible, siendo el material flexible seleccionado preferiblemente del grupo constituido por un acero inoxidable, aluminio, por una aleación de aluminio y por materiales orgánicos flexibles a baja temperatura, tal como el politetrafluoroetileno.

De ese modo, tales paredes flexibles permiten maximizar la estanqueidad (sistema hiperestático) y limitar las concentraciones de esfuerzos sobre la estructura de cada intercambiador de calor, lo que es particularmente importante para grandes dimensiones.

50 Según un modo de realización de la invención, el conjunto de intercambiadores de calor de acuerdo con la invención comprende además un intercambiador de calor suplementario llamado sub-refrigerador, estando el sub-refrigerador en comunicación de paso de fluido con uno de los intercambiadores de calor yuxtapuestos.

- De ese modo, un tal sub-refrigerador permite aumentar los rendimientos del conjunto de intercambiadores de calor, ya que permite sub-enfriar los líquidos utilizados para intercambio térmico con el nitrógeno residual frío a la salida de la columna. La dirección de circulación del nitrógeno residual es la dirección transversal, es decir, la dirección que corresponde a la anchura de un intercambiador de calor. Para los líquidos, la dirección de circulación puede tener lugar a corriente cruzada o contra-corriente.
- Según un modo de realización de la invención, cada intercambiador de calor comprende, en su periferia, cajas de alimentación primaria y cajas de alimentación secundaria que están conformadas para introducir o evacuar fluido primario o fluido secundario respectivamente en o desde pasos primarios o pasos secundarios, estando las cajas de alimentación primaria y las cajas de alimentación secundaria dispuestas preferiblemente de manera que el fluido primario circule en el sentido inverso al del fluido secundario.
- De ese modo, las cajas de alimentación primaria y las cajas de alimentación secundaria permiten un intercambio de calor llamado « en contra-corriente », que es particularmente eficaz.
- Según un modo de realización de la invención, cada intercambiador de calor comprende traviesas que definen pasos primarios o pasos secundarios y que están formadas por ondas de intercambio de tipo decaladas que presentan una densidad de líneas superior a 800 ondas por metro, que tienen una longitud de decalaje inferior a 5 mm y que tienen una altura de ondas comprendida entre 3 mm y 20 mm, de preferencia entre 5 mm y 15 mm.
- De ese modo, tales traviesas proporcionan un rendimiento de intercambio térmico elevado al conjunto de intercambiadores de calor.
- Según un modo de realización de la invención, cada intercambiador de calor está configurado de manera que la dirección de circulación de los fluidos primario y secundario en cada intercambiador es una dirección transversal que se extiende según la anchura de un intercambiador de calor.
- Por otra parte, la presente invención tiene por objeto una instalación de separación de aire por técnica criogénica, que comprende al menos un conjunto de intercambiadores de calor según la invención, siendo el fluido primario aire comprimido a elevada presión, siendo el fluido secundario dióxido de nitrógeno a baja presión.
- De ese modo, una tal unidad permite separar el aire mediante técnica criogénica en grandes cantidades.
- Los modos de realización de la invención y las variantes de la invención mencionados anteriormente pueden ser tomados aisladamente o según cualquier combinación técnicamente posible.
- La presente invención se comprenderá bien y sus ventajas se desprenderán también a la luz de la descripción que sigue, dada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:
- La figura 1 es una vista esquemática, en perspectiva, de un conjunto de intercambiadores de calor de acuerdo con un primer modo de realización de la invención;
- La figura 2 es una sección según el plano II de la figura 1;
- La figura 3 es un corte según el plano III de la figura 1;
- La figura 4 es una vista a mayor escala del detalle IV de la figura 2;
- La figura 5 es una vista a mayor escala del detalle V de la figura 3;
- La figura 6 es una vista similar a la figura 4 de un modo de realización alternativo a la figura 4;
- La figura 7 es una vista similar a la figura 4 de un modo de realización alternativo a la figura 4;
- La figura 8 es una sección según la línea VIII-VIII; y
- La figura 9 es una vista esquemática, en perspectiva, de un conjunto de intercambiadores de calor de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención;
- La figura 10 es una vista esquemática, en perspectiva, de un conjunto de intercambiadores de calor de acuerdo con un tercer modo de realización de la invención;
- La figura 11 es un corte según el plano XI de la figura 10; y
- La figura 12 es una vista esquemática, en perspectiva, de un conjunto de intercambiadores de calor de acuerdo con un cuarto modo de realización de la invención.
- Las figuras 1, 2 y 3 ilustran un conjunto de intercambiadores de calor 1 para formar una unidad 5 de transferencia de calor sin contacto entre un fluido primario y un fluido secundario.

5 En el ejemplo de las figuras 1 a 3, la unidad 5 está destinada a ser integrada en una instalación de separación de aire mediante técnica criogénica, que comprende el conjunto de intercambiadores de calor 1, y en la cual el fluido primario es aire comprimido a elevada presión, y el fluido secundario es dióxido de nitrógeno a baja presión. El aire comprimido es el fluido calorífico y el dióxido de nitrógeno es el fluido frigorífico. No obstante, los fluidos primario y secundario podrían ser otros fluidos, en función de la aplicación de la unidad de transferencia de calor.

Según otro modo de realización de la invención, el conjunto de intercambiadores de calor comprende varios fluidos caloríficos y/o varios fluidos frigoríficos.

El conjunto de intercambiadores de calor 1 comprende dos intercambiadores de calor 10 y 50 que están yuxtapuestos según superficies adyacentes respectivas 11 y 51. Las superficies adyacentes 11 y 51 son planas.

10 El intercambiador de calor 10 comprende un apilamiento de varias placas, algunas de las cuales están esquematizadas en la figura 1 con la referencia 12. Así mismo, el intercambiador de calor 50 comprende un apilamiento de varias placas, algunas de las cuales están esquematizadas en la figura 1 con la referencia 52.

15 Las placas 12 están dispuestas paralelamente unas a otras según una dirección llamada de apilamiento Z, de manera que se delimitan i) pasos primarios 12P conformados para la circulación del fluido primario, e ii) pasos secundarios 12S conformados para la circulación de fluido secundario. Los pasos primarios 12P y los pasos secundarios 12S se suceden según una pauta de apilamiento predeterminada (aquí « -Primario-Secundario-Primario- »).

20 En el ejemplo de las figuras 1 a 3, cada paso primario 12P alterna con un paso secundario 12S. Alternativamente, la pauta de apilamiento podría ser del tipo que comprenda dos pasos secundarios rodeando un paso primario (« -Secundario-Primario-Secundario- »).

25 De igual modo, las placas 52 están dispuestas paralelamente unas a otras según una dirección llamada de apilamiento Z, de manera que se delimitan i) pasos primarios 52P conformados para la circulación del fluido primario, e ii) pasos secundarios 52S conformados para la circulación de fluido secundario. Los pasos primarios 52P y los pasos secundarios 52S se suceden según una pauta de apilamiento predeterminada. En el ejemplo de las figuras 1 a 3, cada paso primario 52P alterna con un paso secundario 52S.

El apilamiento de las placas 12 del primer intercambiador 10 define una primera cara de conexión 12F que está unida para paso de fluido a los pasos primarios 12P del primer intercambiador 10. Así mismo, el apilamiento de las placas 52 del segundo intercambiador 50 define una segunda cara de conexión 52F que está unida para paso de fluido a los pasos primarios 52S de segundo intercambiador 50.

30 De manera en sí conocida, el intercambiador de calor 10 ó 50 tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo.

Aquí, la anchura y la longitud del intercambiador de calor 10 ó 50 están medidas respectivamente según ejes X e Y.

35 En el ejemplo de las figuras 1 a 3, cada una de la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F tiene globalmente la forma de un rectángulo. Cada uno del primer intercambiador de calor 10 y del segundo intercambiador de calor 50 tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo.

El primer intercambiador 10 y el segundo intercambiador 50 están dispuestos de manera que la primera cara de conexión 12F está adyacente a la segunda cara de conexión 52F. En el ejemplo de las figuras 1 a 3, la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F son paralelas y están dispuestas una frente a otra.

40 La primera cara de conexión 12F es globalmente plana y perpendicular a las placas 12 del primer intercambiador 10. Así mismo, la segunda cara de conexión 52F es globalmente plana y perpendicular a las placas 52 del segundo intercambiador 50.

45 Además, el intercambiador de calor 10 comprende traviesas 14 que se extienden entre las placas 12 de manera que definen i) canales primarios 14P conformados para la circulación del fluido primario. Entre otras dos placas 12 sucesivas, fuera del plano de la figura 2, las traviesas 14 definen ii) canales secundarios, no representados, conformados para la circulación del fluido secundario. Las traviesas son usualmente denominadas ondas de intercambio o « aletas ».

Igualmente, el intercambiador de calor 50 comprende traviesas 54 que se extienden entre las placas 52 de manera que definen i) canales primarios 54P conformados para la circulación del fluido primario, o canales secundarios, no representados fuera del plano de la figura 2.

50 Como se detalla a continuación, el intercambiador de calor 10 comprende medios para conectar para paso de fluido los intercambiadores de calor 10 y 50.

Cada intercambiador de calor 10 ó 50 tiene globalmente la forma de un paralelepípedo rectángulo. La dirección de

apilamiento Z es paralela a la altura del paralelepípedo rectángulo. Las traviesas 14 ó 54 se extienden paralelamente a la longitud del paralelepípedo rectángulo.

5 La primera cara de conexión 12F tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud, según la dirección longitudinal X, y por la altura, según la dirección de apilamiento Z, del primer intercambiador de calor 10.

La segunda cara de conexión 52F tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud, según la dirección longitudinal X, y por la altura, según la dirección de apilamiento Z, del segundo intercambiador de calor 50.

10 Cada una de la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F forma globalmente una superficie plana 11 ó 51 que es perpendicular a la dirección de apilamiento Z y que es paralela a la longitud (dirección X) y a la anchura (dirección Y) del paralelepípedo rectángulo que forma el primer o el segundo intercambiador 10 ó 50.

15 Cada intercambiador de calor 10 ó 50 comprende, en su periferia, cajas de alimentación primaria 16 ó 56 y cajas de alimentación secundaria 18 ó 58. Las cajas de alimentación primaria 16 ó 56 y las cajas de alimentación secundaria 18 ó 58 están conformadas para introducir o evacuar fluido primario o fluido secundario, respectivamente, en o desde pasos primarios 12P o pasos secundarios 12S. Las cajas de alimentación primaria 16 ó 56 y las cajas de alimentación secundaria 18 ó 58 están aquí dispuestas de manera que el fluido primario circula en sentido inverso al fluido secundario, dicho de otro modo « en contra-corriente ».

20 La unidad 5 comprende además colectores primarios 6 y colectores secundarios 7. Los colectores primarios 6 canalizan todo o parte del fluido primario a alta presión y los colectores secundarios 7 canalizan todo o parte del fluido secundario a baja presión.

25 Como se muestra en las figuras 2, 3, 4 y 5, entre dos placas sucesivas 12 ó 52, están dispuestas una serie de traviesas 14 ó 54 de manera que definen al menos un espacio de distribución respectivo 21P, 21S ó 61P, 61S. El espacio de distribución 21P, 21S ó 61P, 61S está desprovisto de traviesas 14 ó 54 y está delimitado por las dos placas sucesivas 12 ó 52 y por la cara de conexión respectiva 12 ó 52, de manera que este espacio de distribución 21P, 21S ó 61P, 61S está en comunicación de paso de fluido con todos o parte de los canales primarios 14P o secundarios 14S definidos por esta serie de traviesas 14 ó 54. La dimensión del espacio de distribución según la dirección longitudinal X es típicamente del orden de 50 mm a 100 mm.

30 Alternativamente, uno o más espacios de distribución puede(n) estar desprovisto(s) totalmente de traviesa o puede(n) contener traviesas llamadas de distribución, es decir que permiten una circulación de los fluidos en la dirección de las cajas de alimentación primaria 16 ó 56 y/o de las cajas de alimentación secundarias 18 ó 58, o incluso puede(n) comprender un dispositivo de soporte mecánico que permita la soldadura con el mantenimiento de una libre circulación del fluido transversalmente en el plano del paso. Por ejemplo, los espacios de distribución pueden comprender una espuma sólida de aluminio, una barra mecanizada de manera que se suprima un máximo de materia al tiempo que se resiste la presión, pasadores o una chapa de picos.

35 De manera más precisa, el espacio de distribución 21P ó 61P está en comunicación de paso de fluido con canales primarios 14P, mientras que el espacio de distribución 21S ó 61S está en comunicación de paso de fluido con todos o parte de los canales secundarios 14S.

40 En el ejemplo de las figuras 1 a 3, cada serie de traviesas comprende todas las traviesas 14 ó 54 que están dispuestas entre las dos placas sucesivas 12 ó 52. En otras palabras, el espacio de distribución 21P ó 61P tiene la misma sección de suministro que el paso primario correspondiente 12P ó 52P. El espacio de distribución 21P ó 61P puede tener una sección de suministro superior al paso primario correspondiente 12P ó 52P. Así mismo, el espacio de distribución 21S ó 61S tiene la misma sección de de suministro que el paso secundario correspondiente 12S ó 52S.

45 Por otra parte, el conjunto de intercambiadores de calor 1 comprende un cerco 30 que está delimitado por la primera cara de conexión 12F, por la segunda cara de conexión 52F y por un volumen de cerco V30 que se extiende entre la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F. El volumen de cerco V30 está definido por paredes de cerco que envuelven el volumen de cerco.

El cerco 30 presenta compartimentos primarios 30P y compartimentos secundarios 30S que se suceden según la dirección Y que es transversal a la dirección de apilamiento Z.

50 Además, el conjunto de intercambiadores de calor 1 comprende compartimentos primarios 30P que están dispuestos en el volumen de cerco V30 para canalizar todo o parte del fluido primario entre el primer intercambiador 10 y el segundo intercambiador 50 a través de la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F.

55 De igual modo, el conjunto de intercambiadores de calor 1 comprende compartimentos secundarios 30S que son distintos de los compartimentos primarios 30P. Los compartimentos secundarios 30S están dispuestos en el volumen de cerco V30 para canalizar todo o parte del fluido secundario entre el primer intercambiador 10 y el

segundo intercambiador 50 a través de la primera cara de conexión 12F y la segunda cara de conexión 52F.

Cada compartimento primario 30P está en comunicación de paso de fluido con dos pasos primarios respectivos 12P y 52P que pertenecen respectivamente a los dos intercambiadores de calor 10 y 50, de manera que se permita la circulación del fluido primario entre los intercambiadores de calor 10 y 50, como lo simbolizan las flechas de la figura 2 ó 4.

Así mismo, cada compartimento secundario 30S está en comunicación de paso de fluido con dos pasos secundarios respectivos 12S y 52S que pertenecen respectivamente a los dos intercambiadores de calor 10 y 50, de manera que se permite la circulación de fluido secundario entre los intercambiadores de calor 10 y 50, como lo simbolizan las flechas de la figura 3 ó 5.

Como se muestra en la figura 4, los compartimentos primarios 30P están formados por conductos primarios 31P, cada uno de los cuales se extiende entre las superficies adyacentes 11, 51 y paralelamente a la dirección de apilamiento Z. Como se muestra en la figura 2, los conductos primarios 31P están repartidos a intervalos regulares según la dirección Y que es transversal a la dirección de desplazamiento Z.

Los conductos primarios 31P están en comunicación de paso de fluido con los pasos primarios 12P y 52P de cada intercambiador de calor 10 ó 50, de manera que se permita la circulación del fluido primario entre los intercambiadores de calor 10 y 50.

En el ejemplo de las figuras 1 a 3, cada compartimento secundario 30S está formado por las paredes del cerco 30 y por las paredes de dos conductos primarios sucesivos 31P.

Como se muestra en la figura 4, cada conducto primario 31P tiene la forma de un prisma de base rectangular y cuyas generatrices son paralelas a la dirección de apilamiento Z. En consecuencia, las paredes de los conductos primarios 31P son planas y paralelas a la dirección de apilamiento Z.

Como se muestra en las figuras 2 y 5, en cada paso secundario 12S ó 52S, un órgano de obturación 122S ó 162S está colocado en el conducto primario respectivo 131P de manera que se impida la circulación de fluido secundario en este conducto primario 131P.

La figura 6 ilustra una parte de un conjunto de intercambiadores de calor 101 de acuerdo con una variante de realización de la invención. En la medida en que el conjunto de intercambiadores de calor 101 es similar al conjunto de intercambiadores de calor 1, la descripción del conjunto de intercambiadores de calor 1, dada anteriormente en relación con las figuras 1 a 4, puede ser aplicada al conjunto de intercambiadores de calor 101, a excepción de las notables diferencias expuestas a continuación.

Un componente del conjunto de intercambiadores de calor 101 idéntico o correspondiente, por su estructura o por su función, a un componente del conjunto de intercambiadores de calor 1, lleva la misma referencia numérica aumentada en 100. Se definen así traviesas 114 y 154, espacios de distribución 121P y 161P, un compartimento primario 130P y dos compartimentos secundarios 130S y un conducto primario 131P.

El conjunto de intercambiadores de calor 101 difiere del conjunto de intercambiadores de calor 1 en que cada conducto primario 131P está compuesto de tres partes solidarizadas entre sí por formas complementarias, en el caso presente por las colas de milano 133.

Las figuras 7 y 8 ilustran una parte de un conjunto de intercambiadores de calor que está de acuerdo con otra variante de realización de la invención y que difiere del conjunto de intercambiadores de calor 101 en que las partes están solidarizadas por formas complementarias que pueden definir elementos de enganche.

La figura 9 ilustra un conjunto de intercambiadores de calor 301 de acuerdo con un segundo modo de realización de la invención. En la medida en que el conjunto de intercambiadores de calor 301 es similar al conjunto de intercambiadores de calor 1, la descripción del conjunto de intercambiadores de calor 1 dada en relación con las figuras 1 a 4 puede ser aplicada al conjunto de intercambiadores de calor 301, a excepción de las notables diferencias expuestas a continuación.

Un componente del conjunto de intercambiadores de calor 301 idéntico o correspondiente, por su estructura o por su función, a un componente del conjunto de intercambiadores de calor 1, lleva la misma referencia numérica aumentada en 300. Se definen así intercambiadores de calor 310 y 350.

El conjunto de intercambiadores de calor 101 difiere del conjunto de intercambiadores de calor 1 por el hecho de que el conjunto de intercambiadores de calor 101 comprende un intercambiador de calor suplementario llamado sub-refrigerador 370. El sub-refrigerador 370 está en comunicación de paso de fluido con el intercambiador de calor 350.

Las figuras 10 y 11 ilustran un conjunto de intercambiadores de calor 401 de acuerdo con un tercer modo de realización de la invención. En la medida en que el conjunto de intercambiadores de calor 401 sea similar al conjunto de intercambiadores de calor 1, la descripción del conjunto de intercambiadores de calor 1 dada anteriormente en

relación con las figuras 1 a 4, puede ser aplicada al conjunto de intercambiadores de calor 401, a excepción de las notables diferencias expuestas a continuación.

5 Un componente del conjunto de intercambiadores de calor 401 idéntico o correspondiente, por su estructura o por su función, a un componente del conjunto de intercambiadores de calor 1, lleva la misma referencia numérica aumentada en 400. Se define así un primer intercambiador de calor 410 y un segundo intercambiador de calor 450, una primera cara de conexión 412F y una segunda cara de conexión 452F, un cerco 430, conductos primarios 431P, colectores primarios 406, colectores secundarios 407 y cajas de alimentación secundarias 418 ó 458.

10 Como se muestra en las figuras 10 y 11, el conjunto de intercambiadores de calor 401 difiere del conjunto de intercambiadores de calor 1 principalmente porque el primer intercambiador 410 y el segundo intercambiador 450 están dispuestos lado a lado. La primera cara de conexión 412F y la segunda cara de conexión 452F están orientadas según direcciones normales respectivas N412F y N452F, que son paralelas. De ese modo, el cerco 430 y su volumen de cerco tienen globalmente la forma de un semi-cilindro.

15 Además, a diferencia del conjunto de intercambiadores de calor 1, la primera cara de conexión 412F y la segunda cara de conexión 452F están dispuestas de manera que presentan un borde confundido, como se muestra en las figuras 10 y 11.

Por otra parte, a diferencia el conjunto de intercambiadores de calor 1, los conductos primarios 431P comprenden i) un colector 431C longitudinal, de forma tubular con sección circular, e ii) tubos primarios 431T que unen para paso de fluido el colector 431C con la primera cara de conexión 412F y con la segunda cara de conexión 452F.

20 Además, el conjunto de intercambiadores de calor 401 difiere del conjunto de intercambiadores de calor 1 por el hecho de que el cerco 430, y por tanto el volumen de cerco, forman integralmente el compartimento secundario. Este compartimento secundario se extiende pues alrededor de los compartimentos primarios que forman los conductos primarios 431P. El conjunto de intercambiadores de calor 401 comprende medios de estanqueidad entre, por una parte, el cerco y, por otra parte, la primera cara de conexión y la segunda cara de conexión.

25 La figura 12 ilustra un conjunto de intercambiadores de calor 501 de acuerdo con un cuarto modo de realización de la invención. En la medida en que el conjunto de intercambiadores de calor 501 sea similar al conjunto de intercambiadores de calor 1, la descripción del conjunto de intercambiadores de calor 1, dada anteriormente en relación con las figuras 1 a 4, puede ser aplicada al conjunto de intercambiadores de calor 501, a excepción de las notables diferencias indicadas a continuación.

30 Un componente del conjunto de intercambiadores de calor 501, idéntico o correspondiente, por su estructura o por su función, a un componente del conjunto de intercambiadores de calor 1, lleva la misma referencia numérica aumentada en 500. Se definen así un primer intercambiador 510 y un segundo intercambiador 550, una primera cara de conexión 512F y una segunda cara de conexión 552F, un cerco 530 y conductos primarios 531P.

35 Como se muestra en la figura 12, el conjunto de intercambiadores de calor 501 difiere del conjunto de intercambiadores de calor 1 principalmente porque la primera cara de conexión 512F y la segunda cara de conexión 552F son ortogonales entre sí.

La primera cara de conexión 512F y la segunda cara de conexión 552F están dispuestas de manera que presentan un borde confundido. De ese modo, el cerco 530 tiene globalmente la forma de un cuarto de cilindro.

REIVINDICACIONES

1. Conjunto de intercambiadores de calor (1; 101; 301; 401; 501), destinado a formar una unidad (5) de transferencia de calor sin contacto entre un fluido primario y un fluido secundario, comprendiendo el conjunto de intercambiadores de calor (1) dos intercambiadores (10, 50; 410; 550; 510, 550), a saber, un primer intercambiador (10; 410; 510) y un segundo intercambiador (50; 450; 550) adaptados para intercambiar calor entre al menos un fluido primario, por ejemplo aire comprimido a elevada presión, y al menos un fluido secundario, por ejemplo dióxido de carbono a baja presión,
 - comprendiendo cada intercambiador (10, 50) un apilamiento de varias placas (12, 52) dispuestas paralelamente entre sí según una dirección de apilamiento (Z), de manera que delimitan al menos i) pasos primarios (12P, 52P) conformados para la circulación de fluido primario, e ii) pasos secundarios (12S, 52S) conformados para la circulación de fluido secundario, sucediéndose los pasos primarios (12P, 52P) y los pasos secundarios (12S, 52S) según una pauta de apilamiento predeterminada,
 - definiendo el apilamiento de las placas (12) del primer intercambiador (10; 410; 510) una primera cara de conexión (12F; 412F; 512F) unida para paso de fluido a los pasos primarios (12P) del primer intercambiador (10; 410; 510), definiendo el apilamiento de las placas (52) del segundo intercambiador (50; 450; 550) una segunda cara de conexión (52F; 452F; 552F) unida para paso de fluido a los pasos primarios (52P) del segundo intercambiador (50; 450; 550);
 - estando el conjunto de intercambiadores de calor (1; 101; 301; 401; 501) caracterizado porque el primer intercambiador (10) y el segundo intercambiador (50) están dispuestos de manera que la primera cara de conexión (12F) está adyacente a la segunda cara de conexión (52F); y porque comprende además:
 - un cerco (30; 430; 530) delimitado por la primera cara de conexión, por la segunda cara de conexión y por un volumen de cerco (V30) que se extiende entre la primera cara de conexión (12F, 412F; 512F) y la segunda cara de conexión (52F; 452F, 552F),
 - al menos un compartimento primario (30P) dispuesto en el volumen de cerco (V30) para canalizar todo o parte del fluido primario entre el primer intercambiador (10) y el segundo intercambiador (50) a través de la primera cara de conexión (12F; 412F; 512F) y la segunda cara de conexión (52F; 452F; 552F),
 - al menos un compartimento secundario que es distinto del citado al menos un compartimento primario y que está dispuesto en el volumen de cerco (V30) para canalizar todo o parte del fluido secundario entre el primer intercambiador (10) y el segundo intercambiador (50) a través de la primera cara de conexión (12F; 412F; 512F) y la segunda cara de conexión (52F; 452F; 552F).
2. Conjunto de intercambiadores de calor (1; 101; 301; 401; 501) según la reivindicación 1, en el cual la primera cara de conexión (12F, 412F; 512F) es globalmente plana y perpendicular a las citadas placas (12) del primer intercambiador, y la segunda cara de conexión (52F; 452F; 552F) es globalmente plana y perpendicular a las placas (52) del segundo intercambiador.
3. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según la reivindicación 2, en el cual la primera cara de conexión (12F) y la segunda cara de conexión (52F) son paralelas y están dispuestas una frente a otra.
4. Conjunto de intercambiadores de calor (401) según la reivindicación 2, en el que el primer intercambiador (410) y el segundo intercambiador (450) están dispuestos lado a lado, estando la primera cara de conexión (412F) y la segunda cara de conexión (452F) orientadas según direcciones normales respectivas que son esencialmente paralelas, estando la primera cara de conexión (412F) y la segunda cara de conexión (452F) dispuestas de preferencia de manera que presentan un borde próximo confundido.
5. Conjunto de intercambiadores de calor (501) según la reivindicación 2, en el cual la primera cara de conexión (512F) y la segunda cara de conexión (552F) son esencialmente ortogonales entre sí, estando la primera cara de conexión (512F) y la segunda cara de conexión (552F) dispuestas de preferencia de manera que presentan un borde próximo confundido.
6. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el volumen de cerco (V30) forma el compartimento secundario.
7. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la primera cara de conexión (12F) tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud y por la altura, según la dirección de apilamiento, del primer intercambiador (10), y en el cual la segunda cara de conexión (52F) tiene globalmente la forma de un rectángulo cuyos bordes están definidos por la longitud y por la altura, según la dirección de apilamiento, del segundo intercambiador (50).
8. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual, para cada uno de los intercambiadores (10, 50), la longitud es muy superior, de preferencia en un factor superior a cuatro, a la altura, medida según la dirección de apilamiento.

9. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los compartimentos primarios (30P) están formados por dos conductos primarios (31P), cada uno de los cuales se extiende entre las caras de conexión (12, 52) y paralelamente a la dirección de apilamiento (Z), estando los conductos primarios (31P) repartidos con intervalos predeterminados, de preferencia en intervalos regulares, según una dirección transversal (Y) a la dirección de apilamiento (Z), estando los conductos primarios (31P) en comunicación de paso de fluido con los pasos primarios (12P, 52P) de cada intercambiador (101) de manera que se permite la circulación del fluido primario entre los intercambiador de calor (10, 50); y
- 5 en el cual cada compartimento secundario (30S) está formado por las paredes de la cerco (30) y por las paredes de dos conductos primarios sucesivos (31P).
- 10 10. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según la reivindicación 3, en el cual cada conducto primario (31P) tiene la forma de un prisma de base rectangular o de un cilindro de base curvilínea y cuyas generatrices son paralelas a la dirección de apilamiento (Z).
11. Conjunto de intercambiadores de calor (1; 101) según una cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, en el cual cada conducto primario (31P; 131P, 231P) está compuesto por al menos dos partes solidarizadas entre sí por medios de solidarización mecánica (133, 233), estando los medios de solidarización mecánica seleccionados de preferencia del grupo constituido por tornillos, bridas, remaches, elementos de engarce, elementos de encastre, elementos de enganche, elementos de enmangado y de formas complementarias tales como colas de milano.
- 15 12. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual en cada paso secundario (12S, 52S) está situado un órgano de obturación (122S, 162S) en el conducto primario respectivo (31P) de manera que se impide la circulación de fluido secundario en el citado conducto primario (31P).
- 20 13. Conjunto de intercambiadores de calor según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual los compartimentos primarios y los compartimentos secundarios están delimitados, total o parcialmente, por paredes de material flexible, siendo el material flexible de preferencia seleccionado del grupo constituido por un acero inoxidable, por aluminio, por una aleación de aluminio y por materiales orgánicos flexibles a baja temperatura, tales como el politetrafluoroetileno.
- 25 14. Conjunto de intercambiadores de calor (301) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un intercambiador suplementario llamado sub-refrigerador (370), estando el sub-refrigerador (370) en comunicación de paso de fluido con uno de los intercambiadores de calor yuxtapuestos (310, 350).
- 30 15. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual cada intercambiador (10, 50) comprende, en su periferia, cajas de alimentación primaria (16, 56) y cajas de alimentación secundaria (18, 58) que están conformadas para introducir o evacuar fluido primario o fluido secundario, respectivamente, en o desde pasos primarios (12P, 52P) o pasos secundarios (12S, 52S), estando las cajas de alimentación primaria (16, 56) y las cajas de alimentación secundaria (18, 58) dispuestas preferiblemente de manera que el fluido primario circula en el sentido inverso al fluido secundario.
- 35 16. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual cada intercambiador de calor comprende traviesas que definen pasos primario o pasos secundarios y que están formadas por ondas de intercambio de tipo decaladas, presentando las ondas de intercambio una densidad lineal superior a 800 ondas por metro, que tienen longitud de desplazamiento inferior a 5 mm y que tienen una altura de ondas comprendida entre 3 mm y 20 mm, de preferencia entre 5 mm y 15 mm.
- 40 17. Conjunto de intercambiadores de calor (1) según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual cada intercambiador de calor está configurado de manera que la dirección de circulación de los fluidos primario y secundario en cada intercambiador es una dirección transversal (Y) que se extiende según la anchura de un intercambiador de calor.

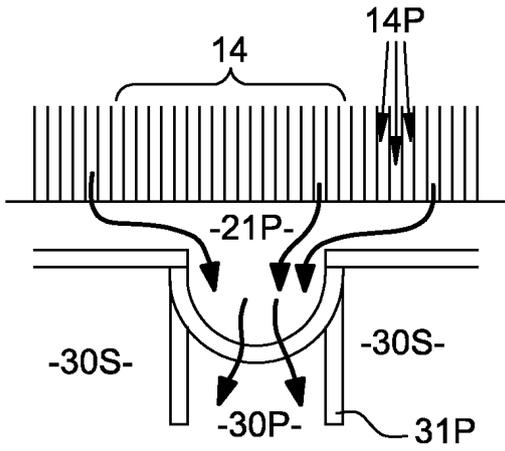


Fig. 4

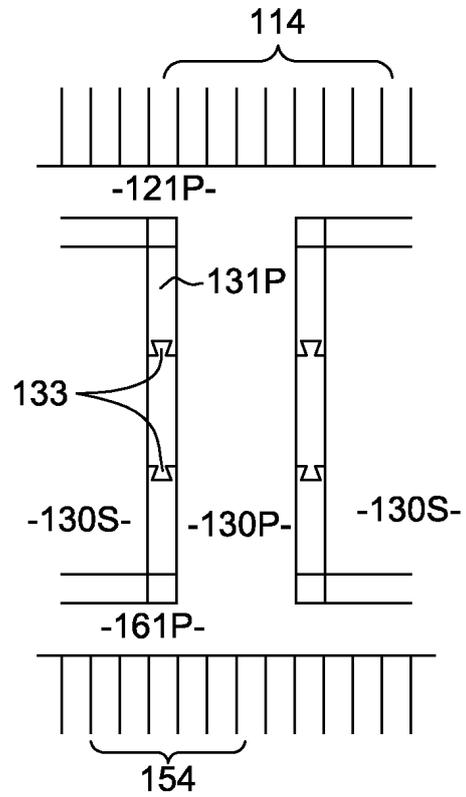


Fig. 6

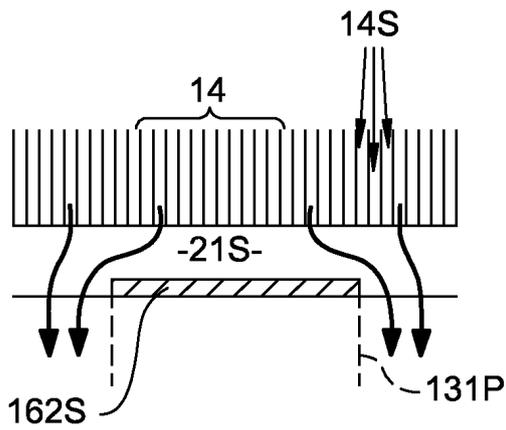


Fig. 5

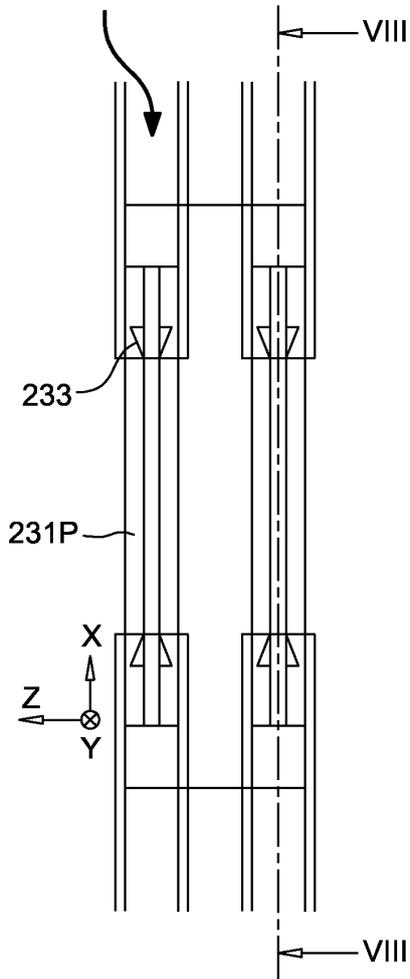


Fig. 7

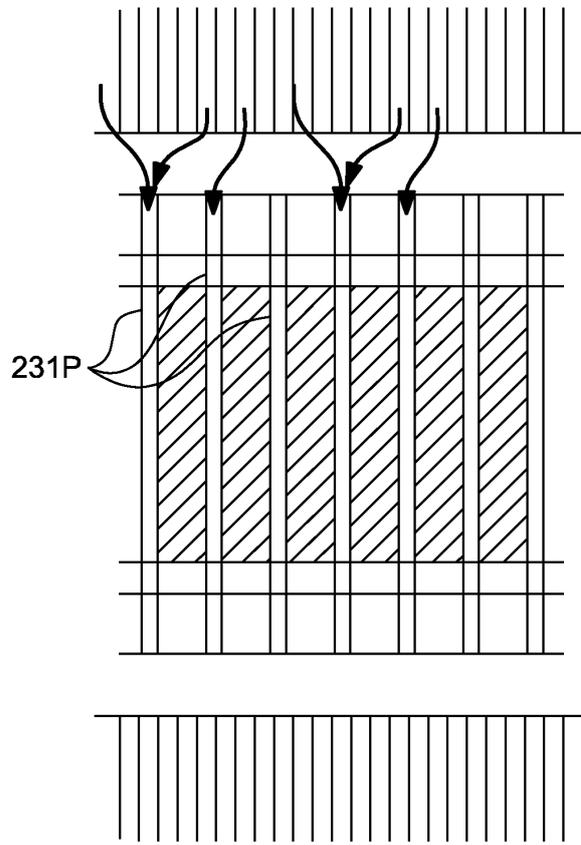


Fig. 8

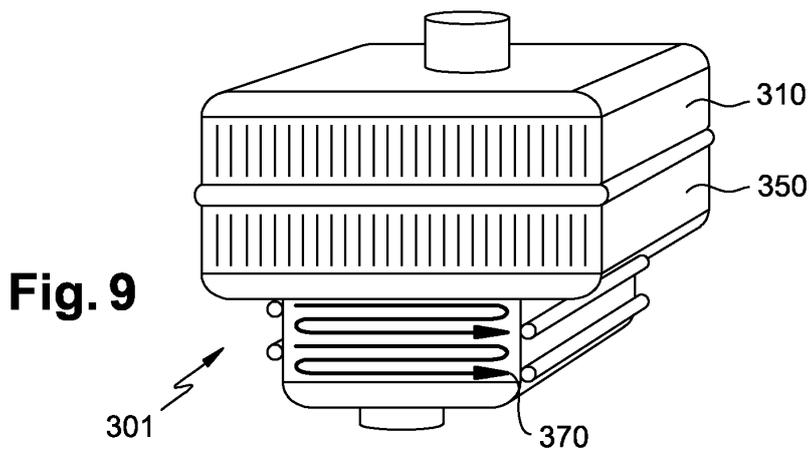


Fig. 9

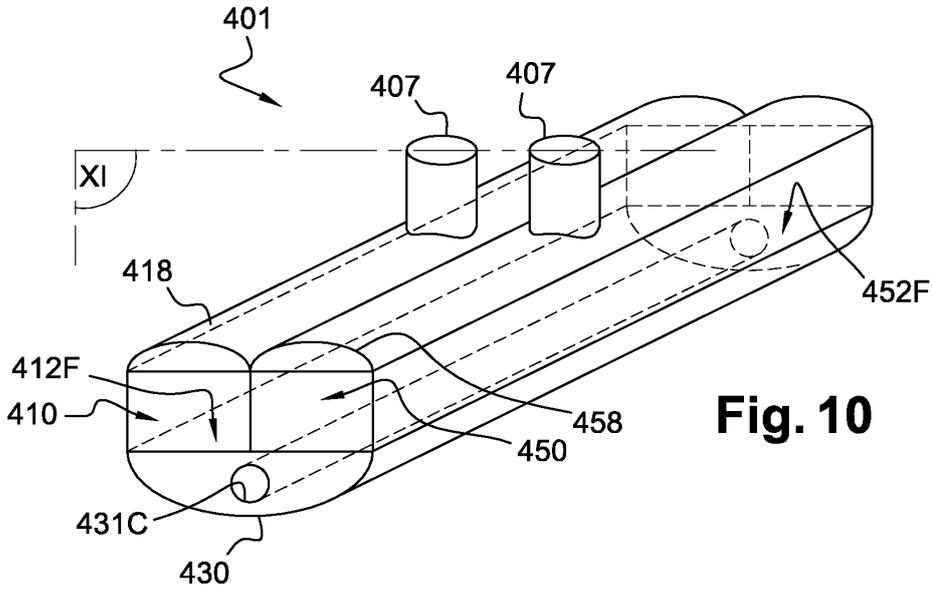


Fig. 10

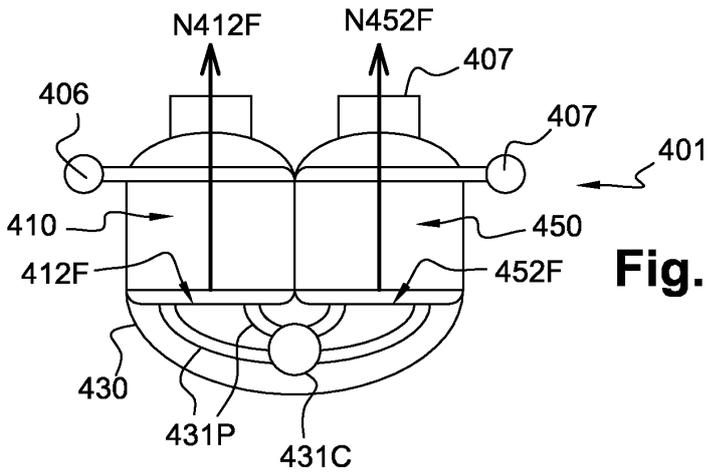


Fig. 11

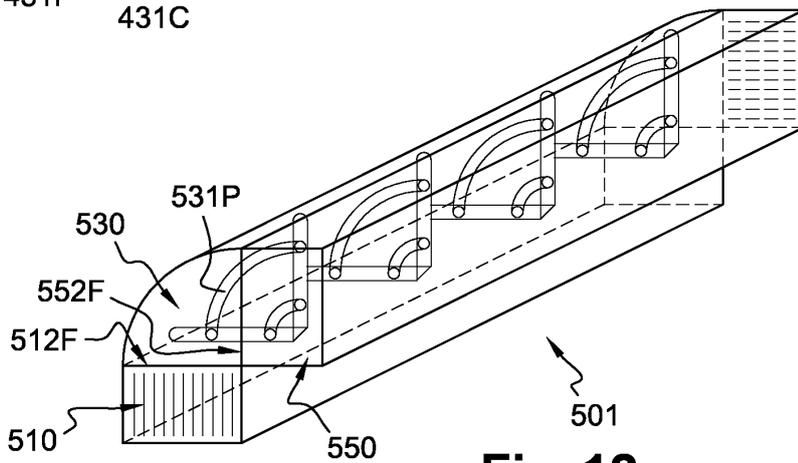


Fig. 12