

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 010 457**

51 Int. Cl.:

F28F 3/02 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.09.2022** **E 22196549 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024** **EP 4343263**

54 Título: **Módulo intercambiador de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.04.2025

73 Titular/es:

ALFA LAVAL VICARB (100.00%)
Rue du Rif Tronchard
38120 Fontanil-Cornillon, FR

72 Inventor/es:

RONDET, FRÉDÉRIC;
STENFELDT, JOHAN;
NORÉN, MATTIAS;
JOLLEY, ADRIAN;
LARSSON, HÅKAN y
HAGHIGHI, KAMRAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 010 457 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

Módulo intercambiador de calor

5 Campo técnico

La presente divulgación se refiere al campo técnico de los intercambiadores de calor, y más particularmente a un módulo intercambiador de calor y a un método para fabricar un módulo intercambiador de calor.

10 Antecedentes tecnológicos

La buena eficiencia de los intercambiadores de calor se define por, entre otras cosas, un área de transferencia eficaz. Los fluidos que circulan por el intercambiador de calor deben estar expuestos a la mayor cantidad de material posible para transferir eficazmente su calor a la estructura del intercambiador y, finalmente, al otro fluido.

Sin embargo, este principio puede ser difícil de aplicar en la práctica, porque debe tener en cuenta la naturaleza de los fluidos y los demás condicionantes a los que está sometido el intercambiador de calor, tal como sus propiedades mecánicas.

Por tanto, existe la necesidad de un nuevo tipo de módulo intercambiador de calor y de un método de fabricación. Un intercambiador de calor que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1 se conoce a partir del documento US 2021/0341186.

Sumario

En este sentido, la presente divulgación se refiere a un módulo intercambiador de calor que comprende al menos una primera capa por la que circula un primer fluido entre una primera entrada y una primera salida, y al menos una segunda capa por la que circula un segundo fluido entre una segunda entrada y una segunda salida, en donde al menos una primera capa y una segunda capa están separadas por una placa de división, comprendiendo la primera capa una primera pared que serpentea entre los lados opuestos de la primera capa para definir los primeros canales que se extienden entre la primera entrada y la primera salida, comprendiendo la segunda capa una segunda pared que serpentea entre lados opuestos de la segunda capa para definir segundos canales que se extienden entre la segunda entrada y la segunda salida, en donde la inclinación de la primera pared es menor que la inclinación de la segunda pared, un grosor de la primera pared es menor que un grosor de la segunda pared, y una relación entre la inclinación y una altura de la primera pared es menor que una relación entre la inclinación y una altura de la segunda pared.

El módulo intercambiador de calor comprende una o más primeras capas y una o más segundas capas. Como se usa en el presente documento, por concisión y salvo que el contexto indique lo contrario, "un", "una" y "el/la" se refieren a "al menos uno/a" o "cada uno/a" e incluyen también formas plurales. Además, un elemento (por ejemplo, capa, pared, canales, etc.) mencionados sin "primero" o "segundo" pueden indicar uno o ambos del primer elemento y del segundo elemento. Del mismo modo, aunque se ha definido una placa de división, el módulo intercambiador de calor puede comprender una pluralidad de placas de división, cada una de las cuales separa dos capas consecutivas del módulo intercambiador de calor. A la inversa, cada una de la primera capa y de la segunda capa puede estar definida entre dos placas de división, excepto, posiblemente, las capas finales. Las superficies enfrentadas de las dos placas de división pueden definir los lados opuestos de una capa, entre las que serpentean respectivamente la primera pared y la segunda.

Al serpentear, la pared puede crear una pluralidad de uniones entre los lados opuestos de la capa, dividiendo estas uniones la capa en canales. Esto es, la pared puede pasar sucesiva y repetidamente de uno de los lados opuestos de una capa al otro, mientras avanza en otra dirección. La pared puede serpentear en un plano transversal a los canales. La pared puede serpentear de forma periódica.

La inclinación de la pared se define como la distancia entre un punto donde la pared alcanza uno de los lados opuestos de la capa y un punto correspondiente donde la pared alcanza a continuación el mismo lado de la capa. La inclinación puede ser constante. Si la pared serpentea periódicamente, la inclinación de la pared corresponde a un periodo de la pared.

El grosor de la pared se define como la dimensión más pequeña de la pared. El grosor suele medirse transversalmente a la pared. El grosor puede ser constante, de lo contrario, puede considerarse un grosor medio.

La altura de la pared se define como la altura a lo largo de la cual se extiende la pared serpenteante, es decir, la distancia entre los dos lados opuestos de la capa. La altura puede ser constante, de lo contrario, podrá considerarse una altura media.

Al analizar los parámetros, los términos "grande", "pequeño" y similares deben entenderse como relativos entre sí,

incluso si se utilizan solos. Por ejemplo, la pequeña inclinación de la primera pared se refiere a que la inclinación de la primera pared es relativamente pequeña en comparación con la inclinación de la segunda pared.

Gracias a su pequeño grosor, la pequeña inclinación y la pequeña relación entre la inclinación y la altura de la primera pared, la primera capa comprende una gran densidad de canales, lo que favorece el intercambio de calor, especialmente cuando el fluido que circula por el primer canal es gaseoso, por ejemplo, aire. Además, la pequeña relación entre la inclinación y la altura de la primera pared compensa su pequeño grosor en términos de resistencia mecánica del módulo intercambiador de calor.

Opcionalmente, la primera pared, la segunda pared y la placa de división se ensamblan mediante unión por difusión. Como se sabe en sí en la técnica, la unión por difusión es una técnica de ensamblaje basada en el principio de la difusión en estado sólido. La unión por difusión suele llevarse a cabo en condiciones de alta temperatura y presión. Gracias a la estructura definida anteriormente, el módulo intercambiador de calor es capaz de soportar la presión aplicada durante la unión por difusión. Además, la unión por difusión es una técnica que no requiere un material de soldadura adicional, frente a otras técnicas de soldadura, como la soldadura fuerte. Por lo tanto, la unión por difusión de la primera pared, la segunda pared y la placa de división garantiza que el módulo intercambiador de calor no comprenda ninguna soldadura fuerte en las capas, que pueden ser atacadas por fluidos potencialmente corrosivos que fluyen en su interior, por ejemplo, sales fundidas. Opcionalmente, la placa de división, la primera pared y la segunda pared son metálicas. Esto abarca tanto metales como aleaciones y los compuestos metálicos.

Opcionalmente, un grosor de la placa de división es mayor o igual que el grosor de la segunda pared. El grosor o la altura, de la placa de división, es la dimensión más pequeña de la placa de división y corresponde a la distancia entre una primera capa y una segunda capa adyacentes y a ambos lados de la placa de división. Por tanto, la placa de división contribuye a la resistencia mecánica del módulo intercambiador de calor al tiempo que homogeneiza la transferencia de calor entre la primera capa y la segunda. En otras realizaciones, el grosor de la placa de división puede ser inferior al grosor de la segunda pared.

Opcionalmente, la altura de la primera pared es mayor que la altura de la segunda pared. En otras realizaciones, la altura de la primera pared puede ser inferior o igual a la altura de la segunda pared.

Opcionalmente, una relación entre la altura de la primera pared y el grosor de la primera pared es mayor o igual a 8, preferentemente 10, preferentemente 12. Los meandros de la primera pared pueden obtenerse plegando la primera pared. Opcionalmente, una relación entre la altura de la segunda pared y el grosor de la segunda pared es menor o igual a 8, preferentemente a 6, preferentemente 5, preferentemente 4. Los meandros de la segunda pared pueden obtenerse presionando la segunda pared.

Opcionalmente, una relación entre la inclinación de la primera pared y la altura de la primera pared es menor o igual a 2, preferentemente 1, preferentemente 0,6.

Opcionalmente, una relación entre la inclinación de la segunda pared y la altura de la segunda pared es mayor o igual a 2, preferentemente 2,2, preferentemente 2,4. Opcionalmente, una relación entre la inclinación de la segunda pared y la inclinación de la primera pared es superior a 2, preferentemente 3, preferentemente 4, preferentemente 6.

Opcionalmente, la inclinación de la primera pared está comprendida entre 0,5 y 3 milímetros (mm), preferentemente de 1 a 2 mm.

Opcionalmente, la inclinación de la segunda pared está comprendida entre 3 y 10 mm, preferentemente de 4 a 8 mm.

Opcionalmente, la altura de la primera pared está comprendida entre 2 y 15 mm, preferentemente de 2 a 5 mm.

Opcionalmente, la altura de la segunda pared está comprendida entre 1 y 10 mm, preferentemente de 1,5 a 4 mm, preferentemente de 2 a 3 mm.

Opcionalmente, el grosor de la primera pared está comprendido entre 0,05 y 0,5 mm, preferentemente de 0,10 a 0,30 mm.

Opcionalmente, el grosor de la segunda pared está comprendido entre 0,2 y 1,2 mm, preferentemente de 0,30 a 0,50 mm.

Opcionalmente, el grosor de la placa de división oscila entre 0,4 y 1 mm, preferentemente de 0,50 a 0,70 mm.

Opcionalmente, entre los lados opuestos de la primera capa, la primera pared tiene un ángulo máximo mayor o igual a 70° con los lados opuestos. Esto es, una porción de la primera pared que une un lado opuesto al otro forma un ángulo con cada uno de los lados opuestos. Este ángulo alcanza un máximo, que es de al menos 70°. El ángulo máximo puede ser superior a 80°, e incluso llegar a 90°, en cuyo caso la primera pared tiene porciones perpendiculares a los lados opuestos de la primera capa.

Opcionalmente, entre los lados opuestos de la segunda capa, la segunda pared tiene un ángulo máximo inferior a 70° con los lados opuestos. Más en general, el ángulo máximo de la segunda pared es menor que el ángulo máximo de la primera pared.

5 Opcionalmente, el módulo intercambiador de calor comprende una pluralidad de segundas capas, en donde la segunda pared serpenteante de una de las segundas capas y la segunda pared serpenteante de una de las segundas capas adyacentes están en fase opuesta. Dicho de otra manera, la segunda pared serpenteante de una de las segundas capas está desplazada medio paso con respecto a la segunda pared serpenteante de una de las segundas capas adyacentes. Por tanto, un valle de la segunda pared de una de las segundas capas se registra con un pico de la segunda pared de la segunda capa adyacente, y viceversa. Esto garantiza una buena transmisión de la presión aplicada al módulo intercambiador de calor de una segunda capa a otra, y limita la deformación de las capas y de la placa de división.

15 Opcionalmente, los primeros canales y los segundos canales definen flujos contrarios. Como alternativa, los primeros canales y los segundos canales podrían definir flujos paralelos, o incluso flujos cruzados.

Opcionalmente, el módulo intercambiador de calor comprende al menos un puntal lateral que separa dos placas de división adyacentes en un extremo de la primera capa y/o de la segunda capa, soportando al menos un puntal lateral las dos placas de división adyacentes una respecto de la otra. El puntal lateral puede cerrar la capa correspondiente en una dirección. Por ejemplo, el puntal lateral puede extenderse entre dos lados opuestos de la capa correspondiente, y extenderse desde una entrada hasta una salida de la capa. El puntal lateral, además de proporcionar contención de fluidos en una capa, contribuye a la resistencia mecánica del módulo intercambiador de calor.

25 La presente divulgación se dirige además a un método para fabricar el módulo intercambiador de calor descrito anteriormente, comprendiendo el método:

- proporcionar una primera pared y plegar la primera pared para hacerla serpentear y definir los primeros canales que se extienden entre una primera entrada y una primera salida;
- 30 - proporcionar una segunda pared y presionar la segunda pared para hacerla serpentear y definir segundos canales que se extiendan entre una segunda entrada y una segunda salida, en donde la inclinación de la primera pared es menor que la inclinación de la segunda pared, un grosor de la primera pared es menor que un grosor de la segunda pared, y una relación entre la inclinación y una altura de la primera pared es menor que una relación entre la inclinación y una altura de la segunda pared;
- 35 - proporcionar una placa de división entre la primera pared y la segunda pared;
- ensamblar la primera pared, la segunda pared y la placa de división, de modo que la primera pared define una primera capa por la que fluye un primer fluido entre la primera entrada y la primera salida, y la segunda pared define una segunda capa por la que fluye un segundo fluido entre la segunda entrada y la segunda salida.

40 El módulo intercambiador de calor resultante puede tener cualquiera de las características descritas anteriormente, y el método de fabricación puede modificarse en consecuencia.

En particular, en el método de fabricación, el ensamblaje comprende opcionalmente la unión por difusión de la primera pared, la segunda pared y la placa de división.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La invención y sus ventajas se entenderán mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, de realizaciones dadas como ejemplos no limitativos. Esta descripción se refiere a los dibujos adjuntos, en donde la Figura 1 es una vista en sección transversal de un módulo intercambiador de calor según una realización.

Descripción detallada de las realizaciones

55 Un módulo intercambiador de calor 100 de acuerdo con una realización se describe en referencia a la Figura 1, que muestra una sección transversal de la misma. Aunque ilustra los principales aspectos de la presente divulgación, La Figura 1 no está a escala.

Una dirección de apilamiento o una dirección de altura es una dirección vertical en la Figura 1. Una dirección de anchura es perpendicular a la dirección de apilamiento y corresponde, aquí, a una dirección horizontal en la Figura 1. Una dirección de longitud es una dirección principal en la que al menos uno de los fluidos debe fluir en el módulo intercambiador de calor 100 y corresponde, en este ejemplo, a una dirección perpendicular a la dirección de apilamiento y a la dirección de anchura. Aquí, la dirección de la longitud es ortogonal al plano de la Figura 1.

65 El módulo intercambiador de calor 100 comprende una pluralidad de capas apiladas unas sobre otras, incluyendo al menos una primera capa 10 y al menos una segunda capa 20. La primera capa 10 tiene una primera entrada y una primera salida situadas respectivamente delante y detrás del plano de la Figura 1, y está configurada para recibir el

flujo de un primer fluido, por ejemplo, un gas como el aire. Del mismo modo, la segunda capa 20 tiene una segunda entrada y una segunda salida situadas respectivamente delante y detrás del plano de la Figura 1 en el caso de un intercambiador de calor de flujo paralelo, o respectivamente detrás y delante del plano de la Figura 1 en el caso de un intercambiador de calor de flujo contrario. La segunda capa está configurada para recibir el flujo de un segundo fluido, por ejemplo, un líquido como las sales fundidas.

La primera capa 10 y la segunda capa 20 están separadas por una placa de división 30. La placa de división 30 se extiende por toda la primera capa 10 y la segunda capa 20 para evitar que los fluidos de la primera capa 10 y la segunda capa 20 se mezclen.

Las primeras capas 10 y las segundas capas 20 se apilan de forma alternante, con placas de división 30 en medio. Un número deseado de primeras capas 10, placas de división 30 y segundas capas 20 pueden apilarse unas sobre otras para obtener un módulo intercambiador de calor 100 con una capacidad de flujo deseada. Al final de la pila, pueden proporcionarse placas de extremo 33. Las placas de extremo 33 pueden ser similares en construcción a las placas de división 30, pero pueden ser más gruesas para proporcionar una carcasa resistente para el módulo intercambiador de calor 100. Por tanto, cada capa 10, 20 está cerrada, en la dirección de apilamiento, por una placa de división 30. En la dirección de la anchura, cada capa 10, 20 puede estar cerrada por los respectivos puntales laterales 34. Esto es, los puntales laterales separan dos placas de división 30 adyacentes en los extremos de la primera capa 10 y la segunda capa 20, respectivamente. Los puntales laterales 34 soportan las dos placas de división 30 una respecto a la otra.

Los puntales laterales 34 pueden adoptar la forma de barras sólidas, que se extienden principalmente en la dirección longitudinal. Los puntales laterales 34 pueden ser al menos tan gruesos como la placa de división 30.

En la dirección longitudinal, las capas 10, 20 no están cerradas sino abiertas sobre las respectivas entradas y salidas, como se detalla antes.

En esta realización, la primera capa 10 está provista de una estructura de canales para facilitar la circulación del primer fluido y mejorar la transferencia de calor. Específicamente, la primera capa 10 comprende una primera pared 12 que serpentea entre los lados opuestos 31, 32 de la primera capa 10 para definir los primeros canales 14 que se extienden entre la primera entrada y la primera salida.

Aquí, los lados opuestos 31, 32 de la primera capa 10 están formados por superficies enfrentadas de las placas de división respectivas 30 adyacentes a la primera capa 10.

La primera pared 12 puede ser una pared metálica. En este ejemplo, los meandros de la primera pared 12 forman una pluralidad de aletas 16, que puede ser sustancialmente rectilíneas y/u oblicuas, como se muestra en la sección transversal de la Figura 1. En este ejemplo, las aletas 16 forman un ángulo con los lados opuestos 31, 32. Aquí, el ángulo es sustancialmente constante (por ejemplo, constante aparte de los efectos de borde), pero en general, y este ángulo puede variar. El ángulo alcanza un ángulo máximo A1. El ángulo máximo A1 puede ser mayor o igual a 70°.

Las aletas 16 se unen entre sí en porciones de meseta 18 de forma alternante en contacto con cada uno de los lados opuestos 31, 32 de la primera capa 10. El espacio entre dos consecutivos de las aletas 16 y los lados opuestos 31, 32 forma uno de los primeros canales antes mencionados 14.

La primera pared 12 tiene una altura h1, un grosor e1 y una inclinación p1. La altura h1 corresponde a la distancia entre los lados opuestos 31, 32 de la primera capa 10. En esta realización, la primera pared 12 serpentea periódicamente, tal que la inclinación p1 corresponda a un período de la primera pared 12.

La primera pared 12 puede formarse, partiendo de una lámina sustancialmente plana, doblándola para hacerla serpentear. Esto es, la primera pared 12 puede plegarse una pluralidad de veces, por ejemplo, un pliegue cada vez en una línea de producción continua, para formar las aletas 16 y las porciones de meseta 18. Para llevar a cabo el proceso de plegado, la altura h1 debe ser relativamente grande con respecto al grosor e1. Dicho de otra manera, una relación entre la altura h1 de la primera pared 12 y el grosor e1 de la primera pared 12, en concreto, h1/e1, puede ser mayor o igual que 8, preferentemente 10, preferentemente 12. Aparte, una relación entre la inclinación p1 de la primera pared 12 y la altura h1 de la primera pared 12, en concreto, p1/h1, puede ser menor o igual a 2, preferentemente 1, preferentemente 0,6. El plegado permite conseguir una gran densidad de las aletas 16 dentro de la primera capa 10.

En esta realización, la segunda capa 20 está provista de una estructura de canales para facilitar la circulación del segundo fluido y mejorar la transferencia de calor. Específicamente, la segunda capa 20 comprende una segunda pared 22 que serpentea entre los lados opuestos 31, 32 de la segunda capa 20 para definir segundos canales 24 que se extienden entre la segunda entrada y la segunda salida.

Como para la primera capa 10, los lados opuestos 31, 32 de la segunda capa 20 están formados por superficies enfrentadas de las respectivas placas de división 30 adyacentes a la segunda capa 20.

La segunda pared 22 puede ser una pared metálica. En este ejemplo, los meandros de la segunda pared 22 forman una pluralidad de ondulaciones 26. Cada ondulación 26 está en contacto con uno de los lados opuestos 31, 32 y cerrada por el otro de los lados opuestos 31, 32. El espacio entre una ondulación 26 y el cierre de uno de los lados opuestos 31, 32 forma uno de los segundos canales 24 antes mencionados.

En este ejemplo, la porción de la segunda pared 22, que va de uno de los lados opuestos 31, 32 al otro, forma un ángulo con los lados opuestos 31, 32. Aquí, el ángulo es sustancialmente constante (por ejemplo, constante aparte de los efectos de borde), pero en general, y este ángulo puede variar. El ángulo alcanza un ángulo máximo A2. El ángulo máximo A2 puede ser inferior a 70°.

La segunda pared 22 tiene una altura h2, un grosor e2 y una inclinación p2. La altura h2 corresponde a la distancia entre los lados opuestos 31, 32 de la segunda capa 20. En esta realización, la segunda pared 22 serpentea periódicamente, tal que la inclinación p2 corresponde a un período de la segunda pared 22.

La segunda pared 22 puede formarse, partiendo de una lámina sustancialmente plana, prensándola para hacerla serpentear. Esto es, la segunda pared 22 puede introducirse en una prensa y prensarse mediante una matriz de estampación, para obligar a la lámina a adoptar la forma del troquel. Una forma adecuada del troquel permite obtener las ondulaciones 26. Para llevar a cabo el proceso de prensado, la altura h2 debe ser relativamente pequeña con respecto al grosor e1, para evitar que la lámina se rompa. Dicho de otra manera, una relación entre la altura h2 de la segunda pared 22 y el grosor e2 de la segunda pared 22, en concreto, $h2/e2$, puede ser menor o igual a 8, preferentemente a 6, preferentemente 5, preferentemente 4. Aparte, una relación entre la inclinación p2 de la segunda pared 22 y la altura h2 de la segunda pared 22, en concreto, $p2/h2$, puede ser mayor o igual que 2, preferentemente 2,2, preferentemente 2,4. El prensado permite conseguir una pequeña densidad de las ondulaciones 26, con un gran grosor e2, dentro de la segunda capa 10.

Los parámetros de la primera pared 12 y de la segunda pared 22 son tales que una inclinación p1 de la primera pared 12 es menor que una inclinación p2 de la segunda pared 22 ($p1 < p2$). Aparte, un grosor e1 de la primera pared 12 es inferior a un grosor e2 de la segunda pared 22 ($e1 < e2$). Aparte, una relación entre la inclinación p1 y la altura h1 de la primera pared 12 es menor que una relación entre la inclinación p2 y la altura h2 de la segunda pared 22 ($p1/h1 < p2/h2$).

Por tanto, la primera pared 12 y la segunda 22 están adaptadas para ser fabricadas mediante plegado y prensado, respectivamente. La primera pared 12 ofrece una superficie adecuada para un intercambio de calor eficaz con el primer fluido, por ejemplo, aire, mientras que la segunda pared 22 ofrece una superficie adecuada para un intercambio de calor eficaz con el segundo fluido, por ejemplo, sales fundidas. Aparte, una estructura relativamente densa (regida por la altura h1 y la inclinación p1) de la primera pared 12 compensa el pequeño grosor e1, mientras que el gran grosor e2 de la segunda pared permite una estructura menos densa, de ahí los diferentes valores de altura h2 e inclinación p2.

La placa de división 30 puede tener un grosor h3 mayor que el grosor e2 de la segunda pared 22 ($h3 > e2$). En otras realizaciones, el grosor h3 de la placa de división 30 puede ser igual o inferior al grosor e2 de la segunda pared 22.

Por ejemplo, una relación entre la inclinación p2 de la segunda pared 22 y la inclinación p1 de la primera pared 12, en concreto, $p2/p1$, es superior a 2, preferentemente 3, preferentemente 4, preferentemente 6.

En esta realización, los parámetros de altura, paso y grosor pueden tener los siguientes valores.

La inclinación p1 de la primera pared 12 está comprendida entre 0,5 y 3 mm, preferentemente de 1 a 2 mm.

La inclinación p2 de la segunda pared 22 está comprendida entre 3 y 10 mm, preferentemente de 4 a 8 mm.

La altura h1 de la primera pared 12 está comprendida entre 2 y 15 mm, preferentemente de 2 a 5 mm.

La altura h2 de la segunda pared 22 está comprendida entre 1 y 10 mm, preferentemente de 1,5 a 4 mm, preferentemente de 2 a 3 mm.

El grosor e1 de la primera pared 12 está comprendido entre 0,05 y 0,5 mm, preferentemente de 0,10 a 0,30 mm.

El grosor de la segunda pared 22 oscila entre 0,2 y 1,2 mm, preferentemente de 0,30 a 0,50 mm.

Transversal al plano de la Figura 1, es decir, en la dirección longitudinal, la primera pared 12 y/o la segunda pared 22 pueden ser rectilíneas, oblicuas, onduladas, etc., según se desee.

Una vez proporcionadas, las primeras paredes 10, las segundas paredes 20 y las placas de división 30 y, en su caso, las placas de extremo 33 y los puntales laterales 34, pueden ensamblarse para formar el módulo intercambiador de calor 100. En una realización, el ensamblaje comprende la unión por difusión de estos componentes. En concreto,

después del apilamiento, se aplican calor y presión para desencadenar la difusión en estado sólido entre los componentes en contacto.

5 Para mejorar aún más la resistencia mecánica del módulo intercambiador de calor 100, especialmente durante la unión por difusión, la segunda pared 22A de una de las segundas capas 20 y la segunda pared 22B de una adyacente de las segundas capas 20 pueden estar en fase opuesta. Como se muestra en la Figura 1, las ondulaciones 26 de la segunda pared 22A están invertidas con respecto a las ondulaciones 26 enfrentadas de la segunda pared 22B, en una posición dada en la dirección de la anchura. Esto garantiza que la fuerza ejercida por la segunda pared 22A sobre la placa de división adyacente 30, después de haber sido transmitida a la primera pared 10 y a la placa de división posterior 30, se soporte debidamente en la segunda pared 22B de la segunda capa adyacente 20. Aunque la presente divulgación se refiere a realizaciones de ejemplo específicas, se pueden proporcionar modificaciones a estos ejemplos sin apartarse del alcance general de la invención como se define por las reivindicaciones. En particular, las características individuales de las diferentes realizaciones ilustradas/mencionadas pueden combinarse en realizaciones adicionales. Por lo tanto, la descripción y los dibujos han de considerarse en un sentido ilustrativo en vez de restrictivo.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un módulo intercambiador de calor (100) que comprende al menos una primera capa (10) por la que circula un primer fluido entre una primera entrada y una primera salida, y al menos una segunda capa (20) por la que circula un segundo fluido entre una segunda entrada y una segunda salida, en donde la al menos una primera capa (10) y la al menos una segunda capa (20) están separadas por una placa de división (30), comprendiendo la primera capa (10) una primera pared (12) que serpentea entre los lados opuestos (31, 32) de la primera capa (10) para definir los primeros canales (14) que se extienden entre la primera entrada y la primera salida, comprendiendo la segunda capa (20) una segunda pared (22) que serpentea entre los lados opuestos (31, 32) de la segunda capa (20) para definir segundos canales (24) que se extienden entre la segunda entrada y la segunda salida, **caracterizado por que** una inclinación (p1) de la primera pared es menor que una inclinación (p2) de la segunda pared, un grosor (e1) de la primera pared es menor que un grosor (e2) de la segunda pared, y una relación entre la inclinación (p1) y una altura (h1) de la primera pared es menor que una relación entre la inclinación (p2) y una altura (h2) de la segunda pared.
2. El módulo intercambiador de calor de la reivindicación 1, en donde la primera pared (12), la segunda pared (22) y la placa de división (30) se ensamblan mediante unión por difusión.
3. El módulo intercambiador de calor de las reivindicaciones 1 o 2, en donde la altura (h1) de la primera pared es mayor que la altura (h2) de la segunda pared.
4. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde una relación entre la altura (h1) de la primera pared y el grosor (e1) de la primera pared es mayor o igual a 8; y/o en donde una relación entre la altura (h2) de la segunda pared y el grosor (e2) de la segunda pared es menor o igual a 8.
5. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde una relación entre la inclinación (p1) de la primera pared y la altura (h1) de la primera pared es menor o igual a 2; y/o en donde una relación entre la inclinación (p2) de la segunda pared y la altura (h2) de la segunda pared es mayor o igual a 2.
6. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la relación entre la inclinación (p2) de la segunda pared y la inclinación (p1) de la primera pared es superior a 2.
7. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde:
 - la inclinación (p1) de la primera pared está comprendida entre 0,5 y 3 mm; y/o
 - la inclinación (p2) de la segunda pared está comprendida entre 3 y 10 mm; y/o
 - la altura (h1) de la primera pared está comprendida entre 2 y 15 mm; y/o
 - la altura (h2) de la segunda pared está comprendida entre 1 y 10 mm; y/o
 - el grosor (e1) de la primera pared está comprendido entre 0,05 y 0,5 mm, preferentemente de 0,10 a 0,30 mm; y/o
 - el grosor (e2) de la segunda pared está comprendido entre 0,2 y 1,2 mm, preferentemente de 0,30 a 0,50 mm.
8. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde entre los lados opuestos (31, 32) de la primera capa (10), la primera pared (12) tiene un ángulo máximo (A1) mayor o igual a 70° con los lados opuestos (31, 32); y/o en donde entre los lados opuestos (31, 32) de la segunda capa (20), la segunda pared (22) tiene un ángulo máximo (A2) inferior a 70° con los lados opuestos (31, 32).
9. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende una pluralidad de segundas capas (20), en donde la segunda pared serpenteante (22A) de una de las segundas capas y la segunda pared serpenteante (22B) de una de las segundas capas adyacentes están en fase opuesta.
10. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde los primeros canales (14) y los segundos canales (24) definen flujos contrarios.
11. El módulo intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, que comprende al menos un puntal lateral (34) que separa dos placas de división (30) adyacentes en un extremo de la primera capa (10) y/o de la segunda capa (20), soportando al menos un puntal lateral (34) las dos placas de división adyacentes (30) una respecto de la otra.
12. Un método de fabricación del módulo intercambiador de calor (100) de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, comprendiendo el método:
 - proporcionar una primera pared (12) y plegar la primera pared (12) para hacerla serpentear y definir primeros canales (14) que se extienden entre una primera entrada y una primera salida;
 - proporcionar una segunda pared (22) y presionar la segunda pared (22) para hacerla serpentear y definir segundos canales (24) que se extiendan entre una segunda entrada y una segunda salida, en donde una inclinación (p1) de la primera pared es menor que una inclinación (p2) de la segunda pared, un grosor (e1) de la

primera pared es menor que un grosor (e2) de la segunda pared, y una relación entre la inclinación (p1) y una altura (h1) de la primera pared es menor que una relación entre la inclinación (p2) y una altura (h2) de la segunda pared;

- proporcionar una placa de división (30) entre la primera pared (12) y la segunda pared (22);
- 5 - ensamblar la primera pared (12), la segunda pared (22) y la placa de división (30), de modo que la primera pared (12) define una primera capa (10) por la que fluye un primer fluido entre la primera entrada y la primera salida, y la segunda pared (22) define una segunda capa (20) por la que fluye un segundo fluido entre la segunda entrada y la segunda salida.
- 10 13. El método de la reivindicación 12, en donde el ensamblaje comprende unir por difusión la primera pared (12), la segunda pared (22) y la placa de división (30).

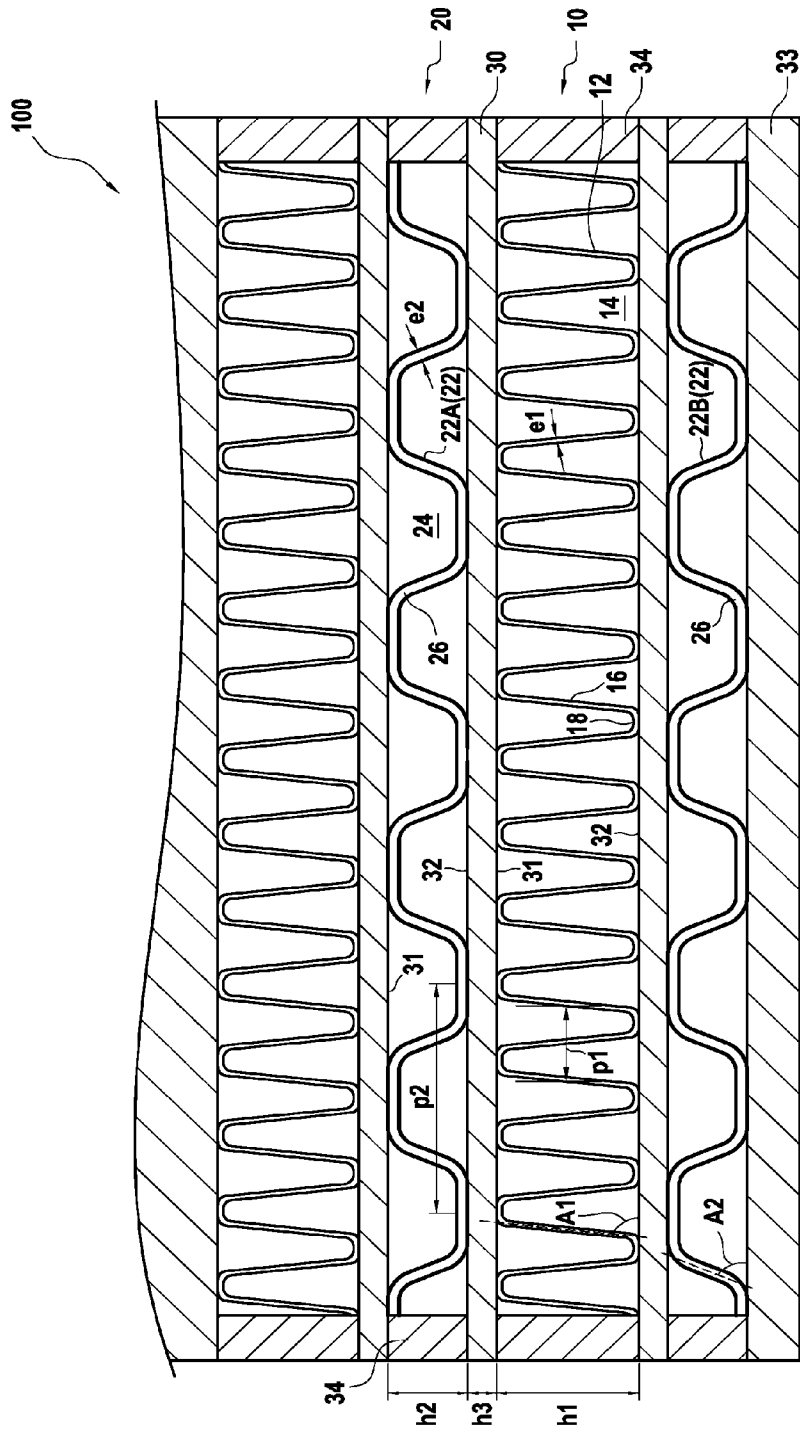


FIG. 1