

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 240**

51 Int. Cl.:  
**F28F 13/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03026915 .3**  
96 Fecha de presentación: **24.11.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1533586**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.05.2005**

54 Título: **INTERCAMBIADOR DE CALOR DE DOS FLUIDOS CON ESTRUCTURAS DE CELDAS ABIERTAS PARA EL GOBIERNO DE FLUJO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**28.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**28.12.2011**

73 Titular/es:  
**WIELAND-WERKE AG  
GRAF-ARCO-STRASSE 36  
89079 ULM, DE y  
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**

72 Inventor/es:  
**Brand, Karine, Dr.;  
Tochon, Patrice, Dr.;  
Mercier, Pierre, Dr. y  
Walther, Christoph, Dr.**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 371 240 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 de dos fluidos con estructuras de celdas abiertas para el gobierno de flujo

La presente invención se refiere a un intercambiador de calor de dos fluidos tal y como se define en el preámbulo de la reivindicación 1, así como a métodos para fabricarlo. Semejante intercambiador de calor se conoce, por ejemplo, por el documento JP-01252496.

Se conocen ya intercambiadores de calor que incluyen estructuras de espuma metálica de celdas abiertas a través de las cuales puede fluir una fase líquida o gaseosa. Tales estructuras presentan un potencial significativo por lo que respecta al rendimiento de la transferencia de calor, principalmente debido a que proporcionan una gran área superficial por unidad de volumen para un intercambio de calor efectivo. Las estructuras básicas para semejante tipo son espumas isotrópicas con propiedades que son independientes de la dirección. Sin embargo, de manera desventajosa, estas estructuras con un elevado rendimiento de transferencia de calor ofrecen una resistencia al flujo demasiado grande.

Por esta razón, desarrollos adicionales también proponen espumas de gradiente. El documento DE 101 23 456 A1 ha divulgado un intercambiador de calor que consiste en una espuma metálica de celdas abiertas. Las celdas de la espuma divulgada están conectadas de tal manera que el fluido es capaz de fluir a través de esta. El volumen de las celdas de espuma puede variar a lo largo del recorrido del flujo de calor que se ha de disipar. Se consiguen, por lo tanto, un gradiente y, en consecuencia, una anisotropía en la conductividad térmica y en la resistencia al flujo. La intención, de acuerdo con la invención, es variar el volumen de las celdas dependiendo de la diferencia de temperaturas o de la velocidad del transporte de calor. Componentes adicionales del intercambiador de calor están conectados o unidos a la espuma, en tanto que los componentes y la espuma metálica de celdas abiertas pueden ser colados de una sola pieza.

El documento DE 39 06 446 A1 ha divulgado también un intercambiador de calor con un cuerpo de intercambiador de calor que contiene canales a través de los cuales pueden fluir los medios. El interior de dichos canales está provisto de un cuerpo hecho de espuma a través del cual pueden fluir los fluidos. El cuerpo de espuma tiene un tamaño de poro variable en dirección radial con respecto al eje del canal. Si el tamaño de poro se incrementa en dirección radial, se producirá entonces un flujo aumentado del medio en las zonas exteriores del radio.

Además, el documento WO 02/42707 A1 divulga un intercambiador de calor que incluye espuma metálica con gradiente. El intercambiador de calor comprende unos pasos de flujo para un primer fluido, de tal manera que la pared exterior de estos pasos se encuentra en contacto de transferencia de calor con un cuerpo hecho de espuma metálica, a través del cual fluye un segundo fluido. Esta espuma metálica presenta un gradiente con respecto a la densidad volumétrica del metal, de tal manera que es posible conseguir un equilibrio favorable entre la transferencia y la conducción del calor, por una parte, y la resistencia al flujo, por otra parte.

Sin embargo, persiste la desventaja de las espumas con gradiente e isotrópicas de la resistencia al flujo comparativamente grande que se obtiene con el rendimiento de transferencia de calor.

El propósito general de la presente invención es mejorar el rendimiento de las estructuras de espuma de celdas abiertas y fabricar las mismas de un modo eficiente en cuanto a costes para diversas aplicaciones.

La invención se describe, en lo que respecta al intercambiador de calor de dos fluidos, por las características de la reivindicación 1, y, en lo tocante al método de fabricación, por las características de las reivindicaciones 13-17. Las restantes reivindicaciones recogidas bajo estas especifican realizaciones ventajosas y desarrollos adicionales de la invención.

La invención incluye la enseñanza técnica consistente en especificar una estructura de celdas abiertas, anisótropa y tridimensional.

La invención propone una estructura de celdas abiertas que se considera como anisótropa en su totalidad y por lo que respecta a su extensión espacial. Las estructuras anisótropas convencionales conocidas en el estado de la técnica son estructuras de espuma con gradiente según se ha descrito anteriormente, en las que, por ejemplo, el tamaño de los poros y/o el tamaño de las ligaduras varía de forma continua con respecto a algunas de sus secciones transversales. Para este propósito, las estructuras de celdas abiertas de acuerdo con esta invención se distinguen por cuanto que la red tridimensional de ligaduras y puntos nodales en que está basada la estructura de celdas abiertas, está provista de una invariación ante traslación, de tal manera que las propiedades macroscópicas permanecerán constantes en cualquier dirección individual del espacio. Las propiedades macroscópicas no se refieren a los poros individuales, sino a volúmenes consistentes en al menos 3 poros en cada dirección del espacio. La diferencia que aparece en las propiedades macroscópicas con respecto a la dirección en el espacio resulta de la anisotropía. En esta invención, la estructura se considera anisótropa cuando la mayor diferencia en el número de poros, medida en dos direcciones rectilíneas diferentes de la misma estructura, no supera el 20%. En otras palabras, la estructura parece ser homogénea en cualquier dirección del espacio, por ejemplo, homogénea con respecto a la forma, la permeabilidad o la conductividad térmica. Esta estructura tiene, por ejemplo, un aspecto que es similar a

una espuma isótropa que se ha deformado plásticamente en al menos una dirección. Como resultado de ello, los poros pueden adoptar una forma sustancialmente a modo de lente o sustancialmente a modo de barra. Dependiendo de la posición de corte, los poros abiertos parecen ser circulares o elipsoidales.

5 Una ventaja particular de tales estructuras radica en el alto rendimiento térmico obtenido con una pequeña resistencia al flujo. Las condiciones de contorno tales como la geometría, el peso, la resistencia al flujo y la transmisión de calor se definen frecuentemente dependiendo de la aplicación. Debido a la geometría de espuma variable que se describe en la presente invención, es posible realizar una adaptación fácil y efectiva en cuanto a costes a los criterios mencionados. Esta adaptabilidad es muy importante, por ejemplo, en el lado del aire de los intercambiadores de calor de aire / refrigerante.

10 Es de particular interés para numerosas aplicaciones ajustar dichas estructuras al flujo de fluido. Esto es de particular interés en los intercambiadores de calor porque el rendimiento de la transferencia de calor está directamente vinculado con el flujo de fluido. Los fluidos son medios líquidos y gaseosos, o bien mezclas de los mismos. Una realización preferida a este respecto consiste en la propiedad de una resistencia al flujo constante cuando un fluido fluye a su través. Debido a la estructura anisótropa, el flujo de fluido puede encontrarse con una  
15 resistencia al flujo diferente, si bien, con respecto a la dirección respectiva, dicha resistencia al flujo es constante.

En general, un gran número de materiales pueden considerarse adecuados para estructuras de celdas abiertas. Estas pueden seleccionarse para cada aplicación específica, de manera que deberán considerarse, en particular, las propiedades de un tratamiento fácil y efectivo en cuanto a costes del material. Una realización particularmente  
20 ventajosa y, por tanto, preferida de la invención propone que la estructura de celdas abiertas pueda estar hecha de metal, carbono u otros materiales o compuestos cerámicos. Diferentes combinaciones de materiales también garantizan una variabilidad suficiente por lo que respecta al diseño constructivo respectivo.

Tanto el volumen total de los poros como la distribución de poros juegan un papel significativo en la resistencia al flujo encontrada por los fluidos que fluyen. De una manera ventajosa, la porosidad, definida como la relación entre el volumen vacío y el volumen total, oscila entre el 80% y el 99%. La limitación espacial de los poros individuales está  
25 ausente en el caso de las estructuras de celdas abiertas. Sin embargo, el volumen de los poros puede definirse por el espacio limitado por las ligaduras y los puntos nodales. La extensión de los volúmenes de los poros y su distribución se describe por lo común en la literatura por el número de poros de la estructura, medido en cualquier dirección rectilínea de la estructura. De acuerdo con una realización preferida de la invención, el número de poros puede oscilar entre 0,394 poros por centímetro y 39,4 poros por centímetro (entre 1 y 100 poros por pulgada),  
30 medidos en cualquier dirección rectilínea. Resulta particularmente ventajoso seleccionar un número de poros entre 1,97 y 23,62 poros por centímetro (entre 5 y 60 ppi (poros por pulgada –“pores per inch”)).

En el caso de estructuras de células abiertas, la geometría de los poros está predeterminada por un enlace transversal tridimensional de ligaduras y por su forma. Normalmente, se forman ligaduras redondeadas durante la  
35 fabricación de la estructura, las cuales se encuentran unas con otras en los puntos nodales. Las ligaduras son parcialmente convergentes o estrechadas, en tanto que los puntos nodales están engrosados. Una realización preferida de la invención propone que es posible desarrollar la sección transversal de las ligaduras de dicha estructura de una forma sustancialmente oval o poligonal. Mediante esta realización, la capa de contorno o límite del flujo de fluido puede ser desarrollada ya sea de manera favorable para el flujo o incluso inhibidora del mismo con el fin de tener la posibilidad de regular la transferencia de calor entre los materiales de ligadura y el fluido y, en  
40 particular, favorecerla.

De una manera preferida, las ligaduras pueden ser huecas o macizas. De hecho, las ligaduras huecas permiten alcanzar con una cantidad relativamente pequeña de material una estabilidad particular de la estructura frente a las tensiones mecánicas, así como una elevada área de superficie por unidad de volumen.

45 Una modificación particularmente ventajosa y, por consiguiente, preferida de la invención proporciona la posibilidad de disponer canales de flujo macroscópicos adicionales que penetran parcial o totalmente en la estructura de celdas abiertas. Los canales adicionales se consideran macroscópicos si su volumen difiere del volumen de los poros en al menos un factor de cinco. Mediante esta modificación, los fluidos, especialmente las mezclas de líquido / gas, pueden ser extraídos por drenaje de la estructura de manera favorable y fácil durante los procesos de cambio de fase en los intercambiadores de calor. Esto es de gran importancia en el caso de procesos de condensación o  
50 evaporación.

Los canales de flujo rectilíneos representan el diseño constructivo más sencillo. De una manera preferida, los canales de flujo pueden también extenderse en forma de meandro o en zigzag, de manera que se optimizará el flujo de fluido en la estructura de celdas abiertas.

55 Un aspecto adicional de la invención es un método para fabricar el intercambiador de calor de dos fluidos con la espuma metálica anisótropa de celdas abiertas, con ligaduras llenas o macizas, que comprende las siguientes etapas:

- utilizar una espuma de celdas abiertas, particularmente una espuma de plástico, preferiblemente una

espuma de poliuretano, como un molde,

- colar un material, preferiblemente un material resistente al calor en estado líquido, dentro de las cavidades tridimensionales del molde y, subsiguientemente, endurecerlo,
- extraer el material de formación de molde por medio de un tratamiento apropiado, en particular por calentamiento o combustión, de tal manera que el material colado restante representa entonces una forma negativa con cavidades,
- colar a presión un metal líquido en las cavidades restantes, y solidificarlo, y
- extraer la forma negativa.

10 Pueden utilizarse como material de colada materiales resistentes al calor y solubles, tales como el plástico, las sales y los materiales cerámicos. La disolución de estos materiales por medio de disolventes adecuados tiene que estar libre de cualesquiera residuos. Las espumas con ligaduras macizas o llenas proporcionan tanto una elevada resistencia estructural como una conductividad térmica particularmente alta.

15 Como alternativa para espumas con ligaduras huecas, un aspecto adicional de la invención propone un método para fabricar el intercambiador de calor de dos fluidos que tiene una espuma metálica de celdas abiertas y anisótropa, que comprende las siguientes etapas:

- utilizar una espuma de celdas abiertas, particularmente una espuma de plástico, preferiblemente una espuma de poliuretano, como un molde,
- rociar el molde con partículas metálicas para conseguir un revestimiento completo y homogéneo de la superficie del molde,
- sinterizar las partículas metálicas y retirar el molde mediante el tratamiento apropiado, particularmente un tratamiento térmico.

A fin de permitir un revestimiento homogéneo del molde con partículas metálicas, puede aplicarse en primer lugar, por ejemplo, pegamento a la superficie. Las espumas con ligaduras huecas proporcionan un ahorro de peso y son, por tanto, muy ventajosas.

25 De acuerdo con un desarrollo preferido de la invención, se utiliza una espuma comprimida en al menos una dirección como molde para el método para la fabricación de una estructura de celdas abiertas, anisótropa y tridimensional. Las espumas comprimidas pueden deformarse permanentemente, o bien –como alternativa– pueden ser también adecuadas las deformaciones elásticas en el caso de que se haya proporcionado el dispositivo de soporte apropiado durante el procedimiento de deformación con el fin de estabilizar esta deformación. Las deformaciones en una única dirección dan lugar, por lo común, a estructuras de poro con forma de lente, en tanto que las deformaciones en dos direcciones, preferiblemente perpendiculares entre sí, conducen a estructuras con forma de barra y redondeadas.

Una realización preferida propone el uso de una espuma anisótropa como molde. Esta estructura posee ya las propiedades constantes en todas las direcciones del espacio, de acuerdo con la invención.

35 Como alternativa a las espumas con ligaduras macizas, un aspecto adicional de la invención propone un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos que tiene una espuma metálica de celdas abiertas y anisótropa, el cual comprende las siguientes etapas:

- mezclar y compactar unos soportes o separadores espaciales, particularmente de un material resistente al calor, con partículas metálicas, disolventes y/o agentes ligantes o aglomerantes,
- retirar los soportes espaciales, y, a continuación,
- sinterizar la estructura metálica compactada.

Los separadores espaciales pueden tener, originalmente, la forma geométrica de los poros generados durante el procedimiento de sinterización. En tal caso, materiales solubles tales como yeso, sales, materiales cerámicos o resinas, son particularmente apropiados como material para el separador espacial.

45 Como alternativa a las espumas con ligaduras macizas, un aspecto adicional de la invención propone un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos que tiene una espuma metálica de celdas abiertas y anisótropa, el cual comprende las siguientes etapas:

- compactar unos soportes o separadores espaciales, en particular de un material resistente al calor,
- colar a presión un metal líquido dentro de las cavidades que quedan, y

- retirar los soportes espaciales.

5 Los soportes espaciales están hechos de un material resistente al calor, el cual soporta las temperaturas que se presentan durante el procedimiento de colada a presión. De nuevo, la forma geométrica de los separadores espaciales se corresponde con los poros generados en el curso adicional de la fabricación. Y de nuevo resultan adecuados materiales solubles tales como yeso, sales o materiales cerámicos. La espuma utilizada puede servir para diferentes funciones. Por un lado, la espuma sirve, por ejemplo, para mejorar la transferencia de calor en el flujo de fluido. Por otro lado, la espuma puede ser utilizada también para reducir el ruido que surge del flujo en el intercambiador de calor, por ejemplo, en la salida del aire de los intercambiadores de calor de aire / refrigerante. Por otra parte, tales espumas pueden ser utilizadas como componentes de soporte o estabilizadores en el diseño constructivo.

10 De acuerdo con una realización preferida, el intercambiador de calor tiene al menos un elemento de distribución adecuado para flujos con dos fases y al menos un elemento de distribución se llena parcial o totalmente con una estructura de celdas abiertas anisótropa y tridimensional. La estructura sirve para distribuir homogéneamente la mezcla de líquido / gas dentro de los respectivos canales del intercambiador de calor.

15 De una manera ventajosa, la estructura se ha conformado para proporcionar características de flujo favorables, en particular, para flujos de dos fases. En el uso de estructuras de espuma de acuerdo con la invención en intercambiadores de calor de dos fases, ello significa que la pieza de inserción de espuma se ha conformado para reducir la resistencia al flujo. Para procesos de condensación, el líquido que se forma tiene que ser extraído por drenaje de forma eficaz de la pieza de inserción de espuma, en tanto que, para procesos de evaporación, el vapor que se forma tiene que ser retirado rápidamente del interior de la pieza de inserción.

20 Un aspecto adicional de la invención propone un intercambiador de calor, en particular, un intercambiador de calor de dos fluidos, que comprende en al menos un lado de fluido una estructura de múltiples capas de diferentes espumas tridimensionales de celdas abiertas, de tal manera que al menos una de las capas está compuesta de una espuma de acuerdo con la invención. Cada capa proporciona otra función, por ejemplo, con respecto a la transferencia de calor, la reducción del ruido o la estabilidad.

25 Se describirán en lo que sigue, con mayor detalle, realizaciones proporcionadas a modo de ejemplo de la invención, con referencia a los dibujos que se acompañan, en las cuales:

La Figura 1a muestra un cuerpo de espuma cúbico con tres direcciones en el espacio perpendiculares entre sí, a fin de ilustrar con precisión las figuras que siguen;

30 Las Figuras 1b-d muestran esquemáticamente la sección transversal de una estructura de espuma anisótropa cuya sección es perpendicular a la dirección en el espacio, [A], [B] y [C] respectivamente, que se muestra en la Figura 1a;

La Figura 2 muestra esquemáticamente un recorte de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la invención;

35 La Figura 3 muestra esquemáticamente un recorte de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la invención con canales de flujo macroscópicos adicionales;

La Figura 4 muestra esquemáticamente un recorte de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la invención, con piezas de inserción de espuma diseñadas para proporcionar características de flujo favorables.

En todas las figuras, se han asignado a los componentes correspondientes los mismos números de referencia.

40 La Figura 1a muestra un cuerpo cúbico hecho de una estructura de espuma con tres direcciones en el espacio, [A], [B] y [C], perpendiculares entre sí. Las direcciones en el espacio son perpendiculares a las secciones transversales correspondientes (A), (B) y (C). El propósito de esta figura es precisar las ilustraciones de las siguientes figuras.

45 La Figura 1b muestra esquemáticamente la sección transversal de una estructura de espuma anisótropa perpendicular a la dirección [A]. La estructura de celdas abiertas que se ilustra muestra poros 1 de diferentes tamaños, de manera que sus tamaños corresponden a una distribución estadística. La porosidad se define por las ligaduras 2 y por la conjunción de las ligaduras a través de los puntos nodales 3. Esta sección transversal representa una estructura isotropa.

50 Otra sección transversal (B) de la estructura de espuma anisótropa se muestra en la Figura 1c. La anisotropía se clarifica en esta sección transversal, puesto que la estructura aparece comprimida en la dirección [A]. Una compresión en esta dirección afecta a la sección transversal (C), tal y como se muestra en la Figura 1d, de tal manera que esta exhibe el mismo aspecto que la sección transversal (B):

Las Figuras 2a y b muestran esquemáticamente un recorte de dos secciones transversales que se extienden perpendiculares entre sí, de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la invención; de manera que el recorte se ha tomado en una posición en la que se produce el intercambio de calor. La ilustración muestra unas

5 piezas de inserción de espuma 5 hechas de una estructura de espuma de celdas abiertas y anisótropa de acuerdo con la invención, dispuesta entre unas paredes de separación 4. En este ejemplo, se utilizan unos tubos planos como paredes de separación 4. Un primer fluido 6 y un segundo fluido 7 fluyen, respectivamente, a través de la estructura de espuma y de los tubos, de tal manera que ambos fluidos discurren en flujo cruzado, separados uno de otro. La espuma de celdas abiertas y anisótropa de acuerdo con la invención está orientada a proporcionar simultáneamente una resistencia al flujo pequeña para el primer fluido 6 y una superficie de intercambio de calor suficiente. Por otra parte, este tipo de estructura proporciona suficiente material en las áreas de contacto entre la estructura de espuma 5 y las paredes de separación 4, donde se precisa esencialmente disipar el calor.

10 Las Figuras 3a-c ilustran esquemáticamente un recorte de un intercambiador de calor de dos fluidos, similar a la Figura 2. Un primer fluido 6 y un segundo fluido 7 fluyen de nuevo, respectivamente, a través de la estructura de espuma y los tubos, si bien de manera tal, que ambos fluidos fluyen a contracorriente, separados uno de otro. La espuma de celdas abiertas y anisótropa también está orientada a proporcionar simultáneamente una resistencia al flujo pequeña para el primer fluido 6 y la suficiente superficie de intercambio de calor. Además, existen unos canales de flujo macroscópicos 8 situados en la estructura de espuma. Dichos canales permiten que los fluidos, durante los procesos de cambio de fase tales como la evaporación o la condensación, se extraigan por drenaje de la estructura de espuma de una forma particularmente favorable y fácil. Los canales de flujo 8 pueden tener diferentes secciones transversales redondeadas, cuadradas o también estiradas, tal como se muestra en la Figura 4b. La Figura 4c muestra ejemplos del curso del canal, tales como una forma recta, de meandro y en zigzag.

15 Las Figuras 4a-c muestran esquemáticamente un recorte de un intercambiador de calor de dos fluidos, similar al de la Figura 1. La espuma de celdas abiertas y anisótropa está, de nuevo, encaminada a proporcionar simultáneamente una resistencia al flujo pequeña para el primer fluido 6 y la suficiente superficie de intercambio de calor. Además, la pieza de inserción de espuma 5 se ha conformado para un flujo favorable, en particular, para flujos de dos fases, tales como la condensación y la evaporación. Como ejemplo, la parte hueca en forma de cuña situada a la salida del canal de flujo (véase la Figura 4c) contribuye a que el vapor que se forma salga de la estructura de espuma más rápido y, por tanto, mejora el proceso de evaporación.

Nomenclatura

- 1 poros
- 2 ligaduras
- 3 puntos nodales
- 30 4 pared de separación
- 5 pieza de inserción de espuma
- 6 primer fluido
- 7 segundo fluido
- 8 canales de flujo macroscópicos
- 35 [A], [B], [C] dirección en el espacio
- (A), (B), (C) sección transversal

40

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un intercambiador de calor de dos fluidos, que comprende pasos de flujo para un primer fluido y pasos de flujo para un segundo fluido, dispuestos entre paredes de separación, de tal manera que al menos uno de los lados de fluido está provisto de una espuma de celdas abiertas tridimensional, caracterizado por que la espuma es anisótropa y consiste en una red tridimensional de ligaduras y puntos nodales que forman poros conformados a modo de lente o a modo de barra.
- 10 2.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que dicho intercambiador de calor comprende una estructura de múltiples capas de diferentes espumas de celdas abiertas y tridimensionales en al menos uno de los lados de fluido, de tal manera que al menos una de las capas está compuesta de una espuma anisótropa consistente en una red tridimensional de ligaduras y puntos nodales que forman poros conformados a modo de lente o a modo de barra.
- 3.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado por que dicha espuma está hecha de metal, carbono u otro material cerámico, o de compuestos.
- 15 4.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la porosidad de dicha espuma está comprendida entre el 80% y el 99%.
- 5.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el número de poros de dicha espuma, medido en cualquier dirección rectilínea, oscila entre 0,394 poros por centímetro y 39,4 poros por centímetro (entre 1 y 100 ppi).
- 20 6.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por que el número de poros de dicha espuma oscila entre 1,67 poros por centímetro y 23,62 poros por centímetro (entre 5 y 60 ppi).
- 7.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que las secciones transversales de las ligaduras de dicha espuma son sustancialmente de forma oval o poligonal.
- 25 8.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que las ligaduras de dicha espuma son huecas o macizas.
- 9.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que dicha espuma comprende canales de flujo macroscópico adicionales.
- 10.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que dichos canales de flujo discurren con forma de meandro o en zigzag.
- 30 11.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que dicho intercambiador de calor comprende al menos un elemento de distribución para flujos de dos fases y por que al menos uno de los elementos de distribución está parcial o totalmente relleno de una espuma de celdas abiertas, anisótropa y tridimensional.
- 35 12.- Un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que dicha espuma está conformada para proporcionar características favorables al flujo, en particular, para flujos de dos fases.
- 40 13.- Un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que tiene ligaduras llenas o macizas, el cual comprende las siguientes etapas:
- utilizar una espuma de celdas abiertas y anisótropa, particularmente una espuma de plástico, preferiblemente una espuma de poliuretano, como un molde,
  - colar un material, preferiblemente un material resistente al calor en estado líquido, dentro de las cavidades tridimensionales del molde y, subsiguientemente, endurecerlo,
  - extraer el material de formación de molde por medio de un tratamiento apropiado, en particular por calentamiento o combustión, de tal manera que el material colado restante constituye entonces una forma negativa con cavidades,
  - colar a presión el metal líquido en las cavidades restantes, y solidificarlo, y
  - extraer la forma negativa.
- 45 14.- Un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que tiene ligaduras huecas, el cual comprende las siguientes etapas:

- utilizar una espuma de celdas abiertas y anisótropa, particularmente una espuma de plástico, preferiblemente una espuma de poliuretano, como un molde,
  - disponer sobre el molde una capa de partículas metálicas para conseguir un revestimiento completo y homogéneo de toda la superficie del molde,
- 5
- sinterizar las partículas metálicas y retirar el molde mediante un tratamiento apropiado, particularmente un tratamiento térmico.
- 15.- Un método de acuerdo con la reivindicación 13 o la reivindicación 14, caracterizado por que la espuma utilizada para dicho molde se comprime en al menos una dirección.
- 10
- 16.- Un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que tiene ligaduras macizas, el cual comprende las siguientes etapas:
- mezclar y compactar unos soportes o separadores espaciales, conformados en forma de lente o en forma de barra, particularmente de un material resistente al calor, con partículas metálicas, disolventes y/o agentes ligantes o aglomerantes,
  - retirar los soportes espaciales, y, a continuación,
- 15
- sinterizar la estructura metálica compactada.
- 17.- Un método para la fabricación de un intercambiador de calor de dos fluidos de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que tiene ligaduras macizas, el cual comprende las siguientes etapas:
- compactar unos soportes o separadores espaciales conformados en forma de lente o en forma de barra, en particular de un material resistente al calor,
- 20
- colar a presión el metal líquido dentro de las cavidades que quedan, y
  - retirar los soportes espaciales.

1/4

Figuras

Figura 1

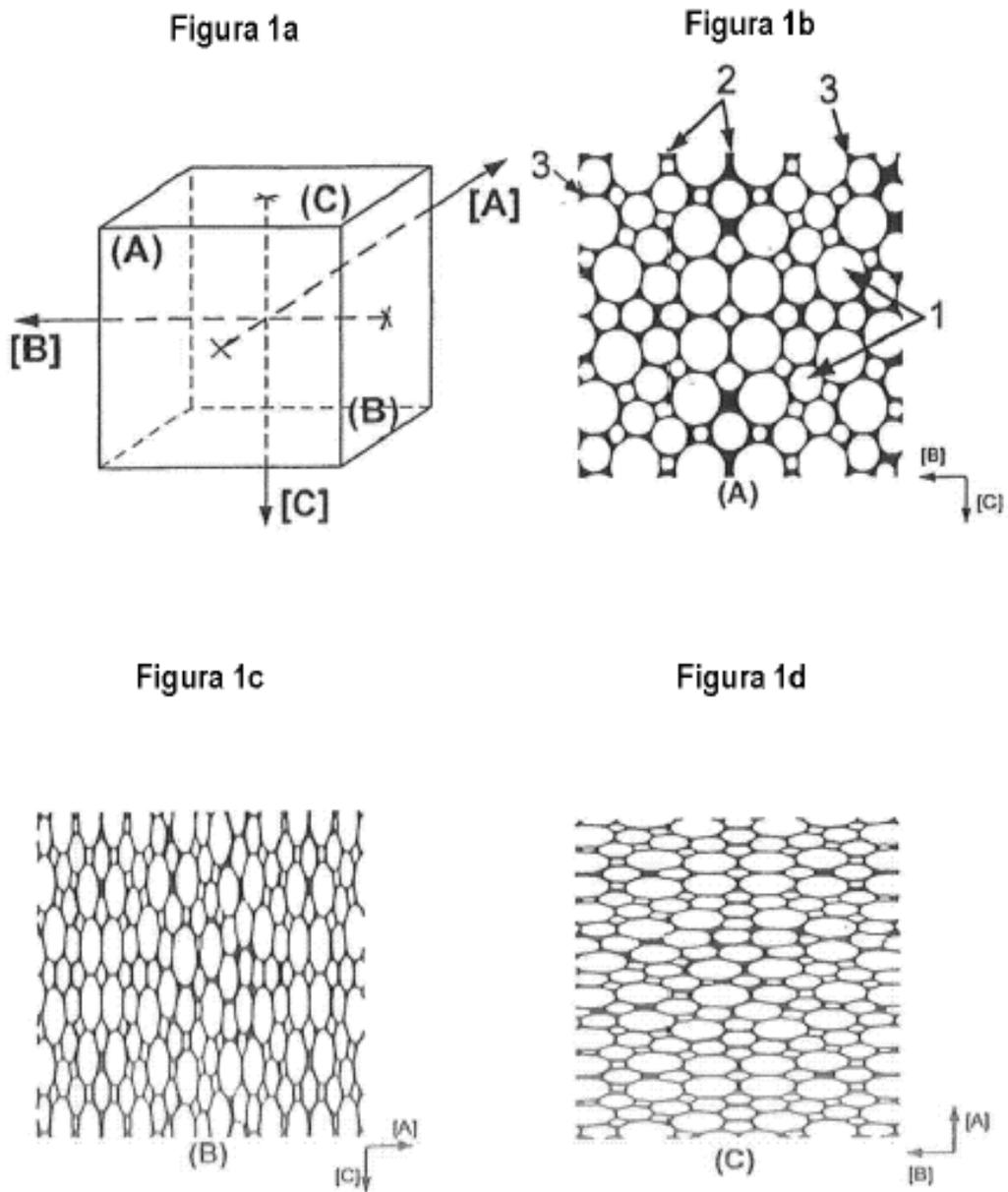


Figura 2

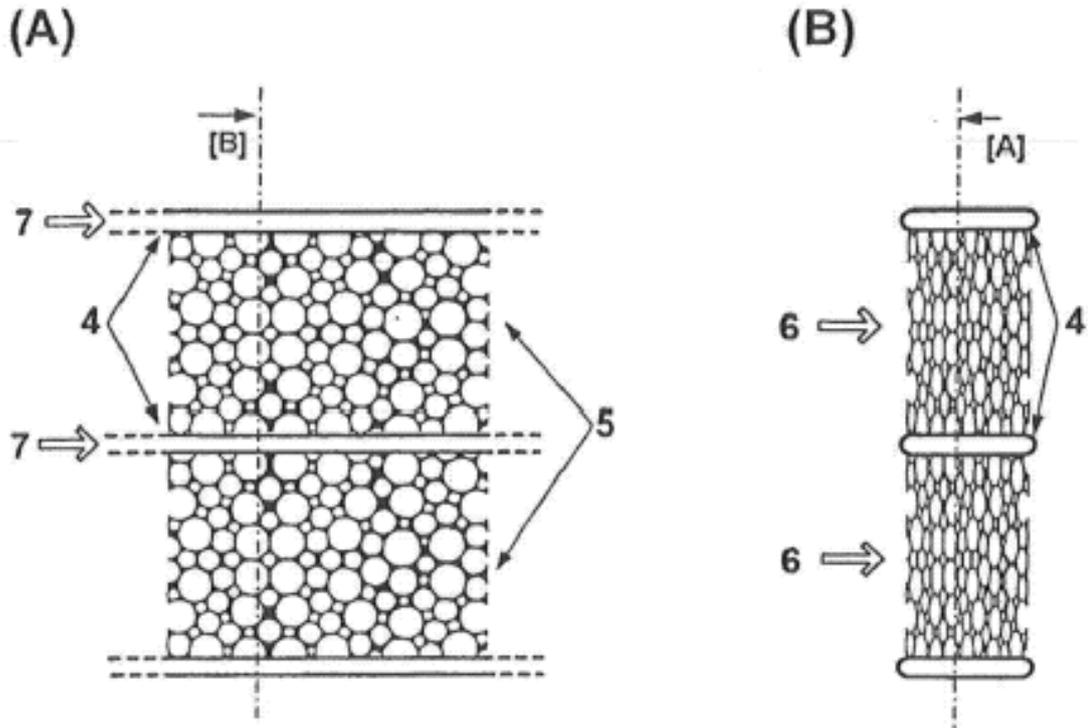


Figura 3

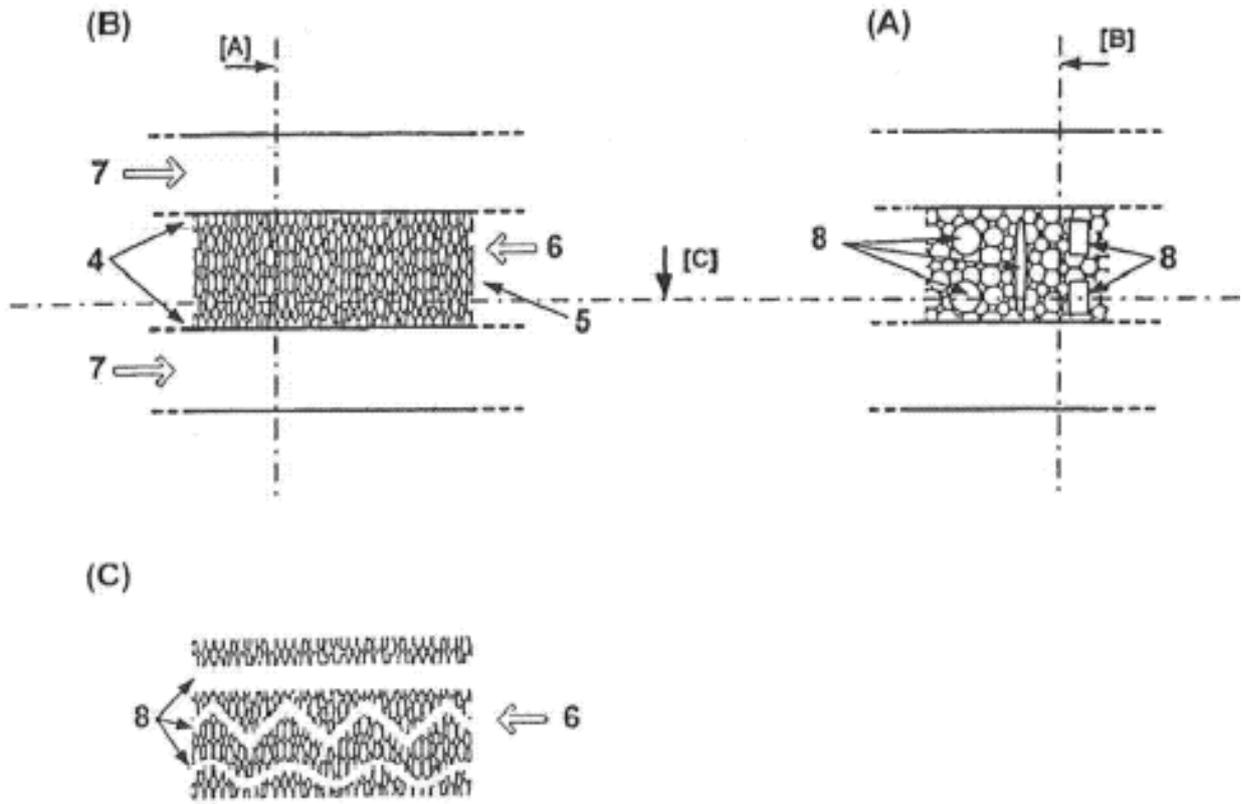


Figura 4

