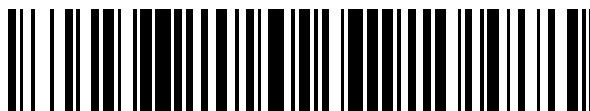


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 548**

51 Int. Cl.:

F28F 3/08 (2006.01)

F28F 3/10 (2006.01)

C23C 16/06 (2006.01)

C23C 16/56 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2013 E 13197175 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2884212**

54 Título: **Método para fabricar un intercambiador de calor de placas e intercambiador de calor de placas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.10.2018

73 Titular/es:
**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
Box 73
221 00 Lund, SE**

72 Inventor/es:
**BERGH, JESPER;
NILSSON, MARIBEL y
NILSSON, MATS**

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 685 548 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

Método para fabricar un intercambiador de calor de placas e intercambiador de calor de placas

5 Campo técnico

La invención se refiere a un método para fabricar un intercambiador de calor de placas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención también se refiere a un intercambiador de calor de placas fabricado de acuerdo con el método.

Antecedentes

15 Los intercambiadores de calor de placas provistos de juntas normalmente comprenden un paquete de placas del intercambiador de calor dispuestas una junto a la otra. Se disponen juntas entre las placas del intercambiador de calor, o las placas también se pueden unir permanentemente juntas en pares para formar los denominados casetes, por ejemplo, mediante soldadura, con juntas colocadas entre los respectivos casetes. Las juntas se alojan en ranuras de las juntas formadas durante la formación a presión de las placas del intercambiador de calor. Los intercambiadores de calor de placas comprenden además puertos de entrada y salida, que se extienden a través del paquete de placas, para dos o más medios.

20 Las placas del intercambiador de calor se hacen normalmente mediante prensado de conformación de la hoja de metal y están dispuestas en el paquete de placas de tal manera como para formar primeros espacios intermedios de placa que se comunican con el primer puerto de entrada y el primer puerto de salida, y segundos espacios intermedios de placa que se comunican con el segundo puerto de entrada y el segundo puerto de salida. El primer y segundo espacios intermedios de placa están dispuestos alternativamente en el paquete de placas.

25 Una placa de intercambiador de calor para un intercambiador de calor de placas normalmente incluye un área de transferencia de calor y un área de borde, que se encuentra fuera del área de transferencia de calor y que se extiende a lo largo y delimita el área de transferencia de calor. Dicha placa de intercambiador de calor tiene además una cantidad de orificios de puerto abiertos. Las placas del intercambiador de calor se mantienen juntas en un paquete de placas mediante pernos de unión.

30 Las juntas, que se utilizan entre las placas del intercambiador de calor en el intercambiador de calor de placas, se fabrican por separado, por ejemplo, mediante moldeo por compresión o moldeo por inyección. Las juntas se fabrican generalmente en cualquier material de caucho relativamente duro, tal como nitrilo; EFDM o caucho de flúor. La junta se puede unir a la placa del intercambiador de calor mediante encolado. La junta también puede incluir varios elementos de guía, por ejemplo, las denominadas lengüetas en T, que se extienden hacia fuera desde la junta y que se presionan para su fijación en ranuras correspondientes en la placa del intercambiador de calor.

35 Las placas de los intercambiadores de calor están predominantemente hechas de láminas de metal. Dependiendo de la naturaleza de los medios que se van a utilizar en el intercambiador de calor de placas, la calidad del metal puede variar. Si se usan medios altamente corrosivos, los requisitos de resistencia a la corrosión son altos. Hoy en día, la elección suele ser entre materiales que pueden corroerse, dando una corta vida útil del intercambiador de placas, con riesgo de contaminación del fluido o un intercambiador de calor hecho de un material más resistente a la corrosión, siendo este último muy costoso en comparación.

40 El tantalio es un metal muy resistente a la corrosión frente a muchos fluidos y se conoce fabricar intercambiadores de calor de este metal. Sin embargo, el tantalio es un metal costoso y mecánicamente considerablemente más débil que otros materiales conocidos para su uso en intercambiadores de calor, tal como acero inoxidable. Por lo tanto, a menudo se deben usar placas más gruesas para resistir la tensión mecánica puesta en un intercambiador de calor hecho de tantalio, lo que aumenta los costes.

45 Un método para la reducción de los costes y que se aún beneficia de las propiedades de alta resistencia a la corrosión de tantalio es aplicar una capa de revestimiento que contiene tantalio sobre un material de base más barato, tal como acero inoxidable y acero al carbono.

50 En el modelo de utilidad n.º DE 8310039 (U1) se describe un intercambiador de calor de placas en el que las placas están hechas de un material de base barato y se aplica una capa de recubrimiento de un material resistente a la corrosión, tal como titanio o tantalio.

55 El documento WO 2011/159238 divulga un método para la aplicación de una película sólida de un recubrimiento que contiene tantalio sobre superficies dentro de un paquete de placas o intercambiador de placas unido permanentemente para lograr buenas propiedades mecánicas y una alta resistencia a la corrosión de todas las partes del intercambiador de calor de placas unido permanentemente. El nitruro de tantalio se menciona como un ejemplo de un recubrimiento que contiene tantalio. El documento WO 2004/011868 A1 divulga un método para

5 fabricar un intercambiador de calor de placas que comprende juntas y ranuras de juntas. Sin embargo, sería deseable encontrar nuevas formas de asegurar intercambiadores de calor más resistentes a la corrosión para poder procesar medios altamente corrosivos y aumentar el tiempo de vida de los intercambiadores de calor. También es deseable poder fabricar intercambiadores de calor resistentes a la corrosión a partir de materiales de base más
10 baratos que tengan buenas propiedades mecánicas y que se monten fácil y efectivamente. Además, sería deseable que todas las partes de un intercambiador de calor, por ejemplo, placas y juntas, que están en contacto con un fluido altamente corrosivo sean igualmente altamente resistentes a la corrosión. Además, sería deseable lograr más partes internas de intercambiadores de calor resistentes a la fatiga y a la corrosión en contacto con fluidos altamente corrosivos. También sería deseable encontrar materiales resistentes a la corrosión y a la fatiga aplicados en el interior de un intercambiador de calor de placas, cuyos materiales muestren una buena adhesión.

15 Sin embargo, un problema encontrado con los intercambiadores de calor de placas recubiertas con tantalio previamente conocidos es la baja abrasión y la resistencia del recubrimiento de tantalio al desgaste. Esto finalmente da como resultado que el recubrimiento anticorrosión de tantalio se desgaste, especialmente en los puntos de contacto entre dos placas en un paquete de placas. Huelga decir que, una vez que el recubrimiento ya no cubre la corrosión del metal de base, se extiende rápidamente y las placas corroídas deben ser reemplazadas.

Sumario

20 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un intercambiador de calor de placas que, al menos parcialmente, elimine las limitaciones potenciales de la técnica anterior.

25 Este objetivo se ha conseguido mediante un método para fabricar un intercambiador de calor de placas según el preámbulo de la reivindicación 1, caracterizado por que las placas del intercambiador de calor están recubiertas al menos parcialmente por un compuesto que contiene tantalio y, después del recubrimiento, dichas placas son tratadas en una atmósfera de gas que contiene nitruros elegidos entre amidas a una temperatura de 850-950 °C para aumentar la dureza y la resistencia al desgaste de la superficie del tantalio a una dureza superficial > 600 HV.

30 Mediante este método se consigue un intercambiador de calor de placas más resistente a la corrosión, que hace que sea posible procesar medios altamente corrosivos y aumentar el tiempo de vida del intercambiador de calor. Además, el método puede proporcionar intercambiadores de calor resistentes a la corrosión hechos de materiales de base más baratos que tienen buenas propiedades mecánicas. Debido al método, todas las partes del intercambiador de calor, por ejemplo, placas y juntas, que están en contacto con un fluido altamente corrosivo son igualmente altamente resistentes a la corrosión, y tienen una alta resistencia a la abrasión y al desgaste. Además, se logran
35 partes internas de intercambiadores de calor más resistentes a la fatiga y a la corrosión en contacto con fluidos altamente corrosivos y, al mismo tiempo, se obtiene una alta resistencia a la abrasión y al desgaste. Esto último es especialmente valioso en los puntos de contacto entre dos placas adyacentes en el paquete de placas.

40 De acuerdo con una realización de la invención las placas son tratadas por nitruros seleccionados de entre amidas a una temperatura de 900 °C.

De acuerdo con otra realización de la invención, los nitruros se eligen a partir de amidas, tales como urea, acetamida y formamida.

45 De acuerdo con otra realización de la invención, el recubrimiento tiene una dureza superficial de > 1.000 HV.

La invención también se refiere a un intercambiador de calor de placas fabricado de acuerdo con el método.

50 Con la presente invención, se pueden utilizar materiales de base rígidos simples para intercambiadores de calor tales como acero inoxidable y acero al carbono y con un recubrimiento que contiene tantalio hacerse resistentes a la corrosión a los fluidos altamente corrosivos y aún evitar los problemas anteriores de baja resistencia a la abrasión y resistencia al desgaste, especialmente en los puntos de contacto entre dos placas adyacentes.

Breve descripción de los dibujos

55 La invención se describirá ahora en mayor detalle con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los que

La figura 1 divulga una vista lateral esquemática de un intercambiador de calor de placas.

La figura 2 divulga esquemáticamente una vista en planta del intercambiador de calor de placas en la figura 1.

60 La figura 3 divulga esquemáticamente una placa de intercambiador de calor del intercambiador de calor de placas en la figura 1.

La figura 4 divulga la placa de intercambiador de calor en la figura 3 con juntas proporcionadas.

Descripción detallada de realizaciones de la invención

65 Las figuras 1 y 2 divulgan un intercambiador de calor de placas 1 que comprende un paquete de placas 2 que tiene

- 5 placas de intercambiador de calor 3 que están dispuestas una al lado de la otra. El paquete de placas 2 se proporciona entre dos placas de extremo 4 y 5 que pueden formar una placa de marco y una placa de presión, respectivamente. Las placas de extremo 4 y 5 se presionan contra el paquete de placas 2 y una contra la otra mediante pernos de anclaje 6 que se extienden a través de las placas de extremo 4 y 5. Los pernos de anclaje 6 comprenden roscas y, por lo tanto, el paquete de placas 2 se puede comprimir atornillando unas tuercas 7 en los pernos de anclaje 6 de una manera conocida por sí misma. En la realización descrita, se indican cuatro pernos de anclaje 6. Debe observarse que el número de pernos de anclaje 6 puede variar y ser diferente en diferentes aplicaciones.
- 10 El intercambiador de calor de placas 1 comprende de acuerdo con las realizaciones descritas también un primer puerto de entrada 8 y un primer puerto de salida 9 para un primer medio, y un segundo puerto de entrada 10 y un segundo puerto de salida 11 para un segundo medio. Los puertos de entrada y de salida 8-11 se extienden en las realizaciones descritas a través de una de las placas de extremo 4 y el paquete de placas 2. Los puertos 8-11 pueden estar dispuestos de muchas formas diferentes y también a través de la segunda placa de extremo 5.
- 15 Las placas de intercambiador de calor 3 pueden fabricarse en una hoja de metal moldeada por compresión, acero al carbono, acero inoxidable, o cualquier otro material que es adecuado para la aplicación pretendida.
- 20 Cada placa de intercambiador de calor 3 comprende un área de transferencia de calor 12 y un área de borde 13, que se extiende alrededor y fuera del área de transferencia de calor 12. El área de transferencia de calor 12 está en la realización divulgada de forma sustancialmente central en la placa de intercambiador de calor 3, y de manera conocida provista de una ondulación 14 de crestas y valles. La ondulación 14 se obtiene a través de moldeo por compresión de la lámina metálica. En la realización divulgada, la ondulación 14 simplemente se ha indicado esquemáticamente como que se extiende oblicuamente sobre el área de transferencia de calor 12. Debe observarse que la ondulación 14 también puede comprender extensiones significativamente más complicadas de las crestas y los valles, por ejemplo, a lo largo del patrón de espina de pescado conocido por sí mismo. También se pueden usar placas de intercambiador de calor 3 que tienen un área de transferencia de calor sustancialmente plana dentro del alcance de esta invención.
- 25 Cada placa de intercambiador de calor 3 comprende también un número de orificios de puerto 15, en la realización descrita cuatro orificios de puerto 15, que se extienden a través de la placa de intercambiador de calor 3 y se encuentran dentro de y en la proximidad del área de borde 13. Los orificios de puerto 15 están situados en la proximidad de una esquina respectiva de la placa de intercambiador de calor 3 y son sustancialmente concéntricos con los puertos de entrada y salida 8-11 mencionados anteriormente del intercambiador de calor de placas 1.
- 30 Las placas de intercambiador de calor 3 se proporcionan de tal manera en el paquete de placas 2 están formados unos primeros espacios intermedios de placa 16, que se comunican con el primer puerto de entrada 8 y el primer puerto de salida 9, y la unos segundos espacios intermedios de placa 17, que se comunican con el segundo puerto de entrada 10 y el segundo puerto de salida 11, véanse las figuras 1 y 6. El primer y segundo espacios intermedios de placa 16 y 17 se proporcionan en un orden alterno en el paquete de placas 2.
- 35 Esta separación de los espacios intermedios de placa 16, 17 se puede lograr mediante una o varias juntas 18, que se extienden en las ranuras de junta 19 que se forman durante el moldeo por compresión de las placas de intercambiador de calor 3. La ranura de junta 19 de cada placa de intercambiador de calor 3 se extiende, como se puede ver en la figura 3, alrededor del área de transferencia de calor 12 y alrededor de cada uno de los orificios de puerto 15. En cada placa de intercambiador de calor 3, en las realizaciones divulgadas, se proporciona una junta 18 antes del montaje del intercambiador de calor de placas 1. La junta 18 se extiende en una parte de la ranura de junta 19, de tal manera que la junta 18 encierra el área de transferencia de calor 12 y dos de los orificios de puerto 15 y también cada uno de los dos orificios de puerto 15 restantes. La junta 18 forma así tres áreas separadas que están delimitadas entre sí mediante la junta 18. Debe observarse que la junta 18 no necesita necesariamente conformarse como una única junta 18, sino que también puede consistir en varias juntas diferentes.
- 40 Durante el montaje, cada segunda placa de intercambiador de calor 3 se puede girar 180°, por ejemplo, alrededor de un eje normal central o alrededor de un eje longitudinal central. A continuación, las placas de intercambiador de calor 3 se comprimen, de modo que se obtienen el primer y segundo espacios intermedios de placa deseados. En el paquete de placas 2, el primer medio puede introducirse a través del primer puerto de entrada 8, a través de los primeros espacios intermedios de placa 16 y hacia fuera a través del primer puerto de salida 9. El segundo medio puede introducirse a través del segundo puerto de entrada 10, a través de los segundos espacios intermedios de placa 17 y hacia fuera a través del segundo puerto de salida 11. Los dos medios pueden, por ejemplo, transportarse en un flujo de contracorriente, como se indica en las figuras 2 y 3, o en flujo paralelo en relación entre sí.
- 45 En las realizaciones descritas, los orificios de puerto 15 tienen una forma cilíndrica o sustancialmente de forma circular. Sin embargo, los orificios de puerto 15 también pueden tener cualquier otra forma regular o irregular adecuada, por ejemplo, una forma oval o una forma poligonal, por ejemplo, una forma triangular, cuadrada, pentagonal, etc., adecuadamente con esquinas algo redondeadas.
- 50
- 55
- 60
- 65

La placa de intercambiador de calor 3 puede usarse en diversas aplicaciones de intercambiadores de calor de placas e incluir menos o más que los orificios de puerto 15 divulgados. Además, la invención es aplicable a intercambiadores de calor de placas sin orificios de puerto 15, en el que los elementos de entrada y los elementos de salida pueden conectarse a diferentes lados del paquete de placas.

5 Según la invención, una placa para un intercambiador de calor de placas como se describe anteriormente se recubre con un compuesto de tantalio que contiene preferiblemente tantalio metálico, óxido de tantalio y/o nitruro de tantalio, que se aplica sobre las superficies de las placas de intercambiador de calor 3 para estar en contacto con fluido altamente corrosivo. En una realización preferida, el compuesto que contiene tantalio es tantalio metálico y/u óxido de tantalio, preferiblemente tantalio metálico. Si el recubrimiento de tantalio está hecho de tantalio metálico, la parte más superior del recubrimiento se oxida y, por lo tanto, es óxido de tantalio.

10 El recubrimiento puede aplicarse, de acuerdo con la invención, preferiblemente mediante deposición química de vapor (CVD). Un proceso básico de CVD puede consistir en las siguientes etapas: 1) una mezcla predefinida de gases reactivos y gases inertes diluyentes se introducen a un caudal especificado en la cámara de reacción; 2) las especies de gas se mueven hacia el sustrato; 3) los reactivos se adsorben en la superficie del sustrato; 4) los reactivos experimentan reacciones químicas con el sustrato para formar la película; y 5) los subproductos gaseosos de las reacciones se desorben y se evacuan de la cámara de reacción.

15 Según la presente invención, el revestimiento que contiene tantalio aplicado sobre las superficies en al menos uno de los lados de flujo designados para ser utilizados para fluidos altamente corrosivos tiene preferiblemente un espesor de película de alrededor de 1-125 μm , preferiblemente de 1-50 μm , más preferiblemente 10-40 μm , e incluso más preferiblemente 15-25 μm .

20 Los tratamientos superficiales termoquímicos de hierro y acero por medio de gases que transportan nitrógeno o carbono son procesos conocidos, denominados nitruración o cementación, respectivamente. Nitrocarburoización es un proceso en el cual se usa un gas que lleva carbón y nitrógeno. Estos procesos se aplican tradicionalmente para mejorar la dureza y la resistencia al desgaste del hierro y artículos de acero de baja aleación. El artículo de acero se expone a un gas portador de carbono y/o nitrógeno a una temperatura elevada durante un período de tiempo, por lo que el gas se descompone y los átomos de carbono y/o nitrógeno se difunden a través de la superficie de acero en el material de acero. El material más externo cercano a la superficie se transforma en una capa con dureza mejorada, y el espesor de esta capa depende de la temperatura de tratamiento, del tiempo de tratamiento y de la composición de la mezcla de gases.

25 Según la presente invención, las placas 3, después del recubrimiento mediante un compuesto que contiene tantalio, son tratadas en una atmósfera de gas que contiene nitrógeno a una temperatura de aproximadamente 850- 950 $^{\circ}\text{C}$, y lo más preferiblemente a una temperatura de 900 $^{\circ}\text{C}$, durante alrededor de una hora. El gas que contiene nitrógeno se elige entre nitruros elegidos entre amidas, especialmente amidas tales como la urea, la acetamida y la formamida.

30 Antes del tratamiento, la dureza de la capa que contiene tantalio se midió a aproximadamente 300 HV por medio de, por ejemplo, un medidor de dureza. Después del tratamiento con gas que contiene nitrógeno, la dureza superficial de la capa que contiene tantalio se midió a aproximadamente 1500 HV. La dureza de la capa que contiene tantalio a una distancia de aproximadamente 2 μm de la superficie se midió a un valor de aproximadamente 600 HV. De acuerdo con la invención, la dureza de las placas es preferiblemente > 1000 HV.

35 Mediante el método de la invención se consigue un intercambiador de calor de placas resistente a la corrosión que es más barato de fabricar y tiene un tiempo de vida más largo que los intercambiadores de calor de placas recubiertas con tantalio previamente conocidos. Debido al endurecimiento del recubrimiento que contiene tantalio, aumenta la resistencia a la abrasión y la resistencia al desgaste del revestimiento, lo que es especialmente valioso en los puntos de contacto entre las placas.

40 La invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que puede variarse y modificarse dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

55

REIVINDICACIONES

1. Método para fabricar un intercambiador de calor de placas (1) que comprende una pluralidad de placas de intercambiador de calor (3), en el que las placas de intercambiador de calor (3) están dispuestas adyacentes entre sí y forman un paquete de placas (2) con primeros espacios intermedios de placa (16) para un primer medio y segundos espacios intermedios de placa (17) para un segundo medio, en el que cada una de las placas de intercambiador de calor comprende
- 5 orificios de puerto (15) que forman puertos (8, 9, 10, 11) que se extienden a través del paquete de placas (2), un área de transferencia de calor (12),
- 10 un área de borde (13) que se extiende fuera del área de transferencia de calor (12) y los puertos (8, 9, 10, 11), una ranura de junta (19) que se extiende en el área de borde (13) fuera del área de transferencia de calor (12) y los puertos (8, 9, 10, 11),
- y en el que se proporciona una junta (18) en la ranura de junta (19) para el tope hermético contra una placa adyacente (3) en el intercambiador de calor de placas (1),
- 15 **caracterizado por que** las placas de intercambiador de calor (3) están recubiertas al menos parcialmente con un compuesto que contiene tantalio y, después de dicho revestimiento, las placas (3) se tratan en una atmósfera de gas que contiene nitruros elegidos de amidas a una temperatura de 850 a 950 °C para aumentar la dureza y la resistencia al desgaste de la superficie de tantalio a una dureza superficial > 600 HV.
- 20 2. Método para fabricar un intercambiador de calor de placas según la reivindicación 1, **caracterizado por que** las placas (3) se tratan con nitruros elegidos entre amidas a una temperatura de 900 °C.
3. Método para fabricar un intercambiador de calor de placas según las reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** los nitruros se eligen entre amidas tales como urea, acetamida y formamida.
- 25 4. Método para fabricar un intercambiador de calor de placas según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el recubrimiento tiene una dureza superficial > 1000 HV.
- 30 5. Un intercambiador de calor de placas fabricado de acuerdo con el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

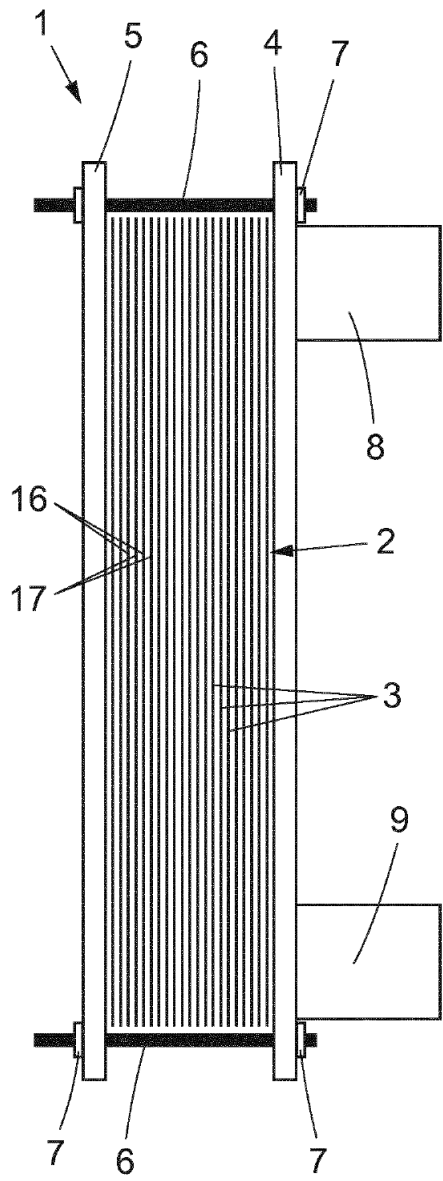


Fig.1

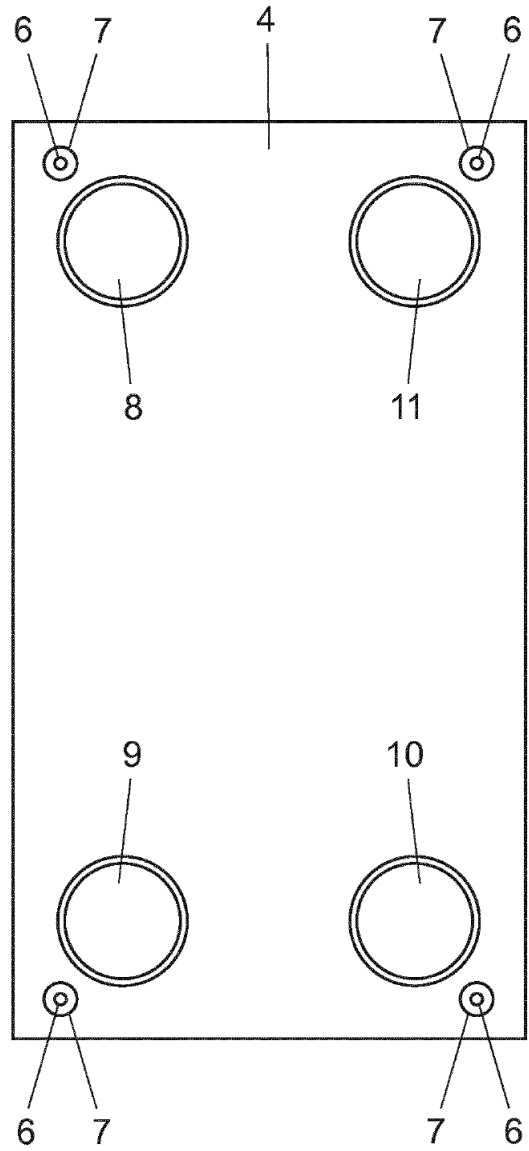


Fig.2

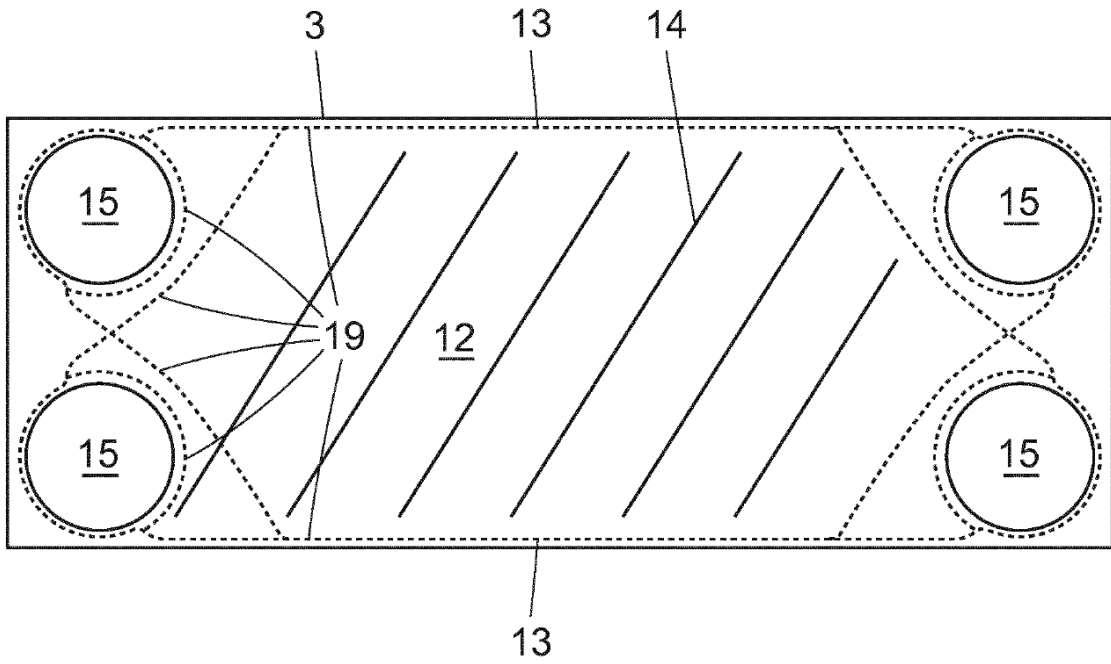


Fig.3

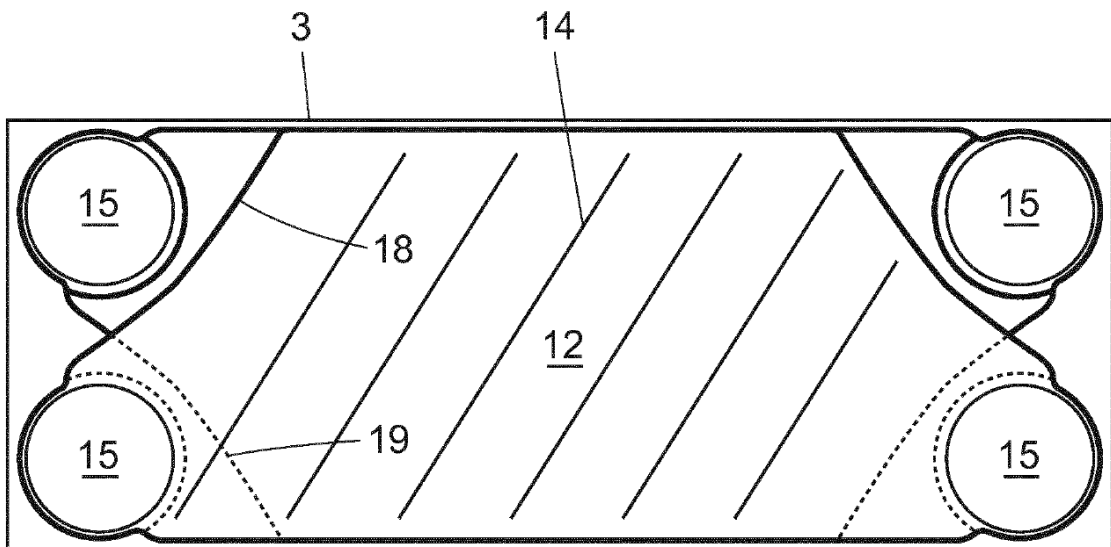


Fig.4