

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 015 449**

51 Int. Cl.:

F28D 9/00 (2006.01)

F28F 3/04 (2006.01)

F28F 3/08 (2006.01)

F28F 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2022** **E 22209511 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.03.2025** **EP 4375605**

54 Título: **Placa de transferencia de calor**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2025

73 Titular/es:

ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.00%)
Box 73
221 00 Lund, SE

72 Inventor/es:

NILSSON, JOHAN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 015 449 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

Placa de transferencia de calor

5 Campo técnico

La invención se refiere a una placa de transferencia de calor.

10 Antecedentes de la técnica

Los intercambiadores de calor de placas, PHE [por las siglas en inglés de *Plate Heat Exchanger*], habitualmente consisten en dos placas terminales entre las cuales está dispuesta una serie de placas de transferencia de calor de manera alineada, es decir, en una pila o paquete. Las placas de transferencia de calor de un PHE pueden ser del mismo tipo o de diferentes tipos y se pueden apilar de diferentes maneras. En algunos PHE, las placas de transferencia de calor se apilan con el lado frontal y el lado posterior de una placa de transferencia de calor orientados hacia el lado posterior y el lado frontal, respectivamente, de otras placas de transferencia de calor, y cada otra placa de transferencia de calor está invertida con respecto al resto de placas de transferencia de calor. Habitualmente, se dice que las placas de transferencia de calor están "giradas" entre sí. En otros PHE, las placas de transferencia de calor se apilan con el lado frontal y el lado posterior de una placa de transferencia de calor orientados hacia el lado frontal y el lado posterior, respectivamente, de otras placas de transferencia de calor, y cada otra placa de transferencia de calor está invertida con respecto al resto de placas de transferencia de calor. Habitualmente, se dice que las placas de transferencia de calor están "volteadas" entre sí.

Habitualmente, en los PHE, medios de sellado, como juntas o soldaduras, o una combinación de juntas y soldaduras, se disponen entre las placas de transferencia de calor. Asimismo, las placas de transferencia de calor comprenden corrugaciones, tales como porciones de borde interior y exterior corrugadas u onduladas, y las corrugaciones de cada una de las placas de transferencia de calor se apoyan en las corrugaciones de las placas de transferencia de calor adyacentes. Los medios de sellado definen unos canales de flujo paralelos entre las placas de transferencia de calor, o sea, un canal entre cada par de placas de transferencia de calor. Dos fluidos de temperaturas inicialmente diferentes pueden fluir a través de canales alternados para transferir calor de un fluido al otro.

Los fluidos entran y salen de los canales a través de unas aberturas de entrada y salida, respectivamente, que se extienden a través del PHE y que están formadas por unos orificios de abertura de las placas de transferencia de calor, respectivamente alineados, y los medios de sellado que se sellan, completa o parcialmente, alrededor de los orificios de abertura. Los orificios de abertura de las placas de transferencia de calor están normalmente definidos por unas porciones de borde interior corrugadas de las placas de transferencia de calor, y los medios de sellado que se extienden completa o parcialmente alrededor de los orificios de abertura están normalmente dispuestas inmediatamente por fuera de las porciones de borde interior corrugadas. Las aberturas de entrada y salida se comunican con las entradas y salidas, respectivamente, del PHE para alimentar los fluidos hacia y desde el PHE.

Como se ha comentado anteriormente, en un PHE, las corrugaciones de cada una de las placas de transferencia de calor se apoyan en las corrugaciones de las placas de transferencia de calor adyacentes, mientras que los medios de sellado se sellan entre las placas de transferencia de calor. Por ejemplo, las corrugaciones de las porciones de borde interior de cada una de las placas de transferencia de calor se apoyan, en unas áreas de contacto, las corrugaciones de las porciones de borde interior, respectivamente, de las placas de transferencia de calor adyacentes. De este modo, las porciones de borde interior de las placas de transferencia de calor en el paquete de placas forman un patrón de "panal" en las aberturas de entrada y salida, donde las celdas del patrón son espacios entre las placas de transferencia de calor formadas fuera de las áreas de contacto de placas. Este patrón de "panal" puede dificultar la limpieza de las aberturas de entrada y salida, lo que puede poner en peligro la higiene del PHE. Los documentos EP-A-3614087, EP-A-3926282, EP-A-3587984, EP-A-3001131 y EP-A-3835702 divulgan, todos, placas de transferencia de calor de la técnica anterior tal como se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario

Un objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una placa de transferencia de calor que resuelva al menos parcialmente el problema de la técnica anterior analizada anteriormente. El concepto básico de la invención es reducir localmente una profundidad de presión dentro de una o más de las porciones de borde interior de la placa de transferencia de calor para reducir el número de áreas de contacto de placas dentro de una o más de las aberturas de entrada y salida de un PHE que contiene la placa de transferencia de calor. De este modo, el PHE será más fácil de limpiar. La placa de transferencia de calor, que también se denomina simplemente "placa" en el presente documento, se define en las reivindicaciones adjuntas y se analiza a continuación.

Una placa de transferencia de calor de acuerdo con la presente invención comprende una parte de extremo superior, una parte central y una parte de extremo inferior dispuestas en sucesión a lo largo de un eje central longitudinal de la placa de transferencia de calor. La parte de extremo superior comprende una primera área de orificio de abertura, un área de distribución superior que está provista de un patrón de corrugación de distribución, y una primera área

adiabática que está dispuesta entre el área de distribución superior y la primera área de orificio de abertura y que está provista de un primer patrón de corrugación adiabática. La parte central comprende un área de transferencia de calor que está provista de un patrón de corrugación de transferencia de calor. El patrón de corrugación de transferencia de calor, el patrón de corrugación de distribución y el primer patrón de corrugación adiabática difieren entre sí. La placa de transferencia de calor comprende además lados frontal y posterior opuestos y una porción de borde exterior que comprende corrugaciones exteriores que se extienden entre y en unos primer y segundo planos que son paralelos entre sí. Los lados frontal y posterior de la placa de transferencia de calor están orientados hacia el primer y segundo planos, respectivamente. La primera área de orificio de abertura comprende un primer orificio de abertura definido por un primer borde de abertura anular, una primera ranura de junta de anillo que se extiende sobre el lado frontal de la placa de transferencia de calor alrededor del primer orificio de abertura, y una primera porción de abertura anular que se extiende entre la primera ranura de junta de anillo y el primer orificio de abertura e incluye el primer borde de abertura. El primer borde de abertura consiste en una primera sección interior y una primera sección exterior. La primera sección exterior constituye entre el 35 y el 80 % del primer borde de abertura. La primera sección interior se extiende entre el primer orificio de abertura y la primera área adiabática. La primera porción de abertura comprende unas primeras corrugaciones de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior del primer borde de abertura. La parte inferior de la primera ranura de junta de anillo se extiende, a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección interior del primer borde de abertura, en un tercer plano, y a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección exterior del primer borde de abertura, en un cuarto plano. La placa de transferencia de calor se caracteriza porque al menos una pluralidad de las primeras corrugaciones de la abertura interior se extienden entre y en un primer plano intermedio y el segundo plano, extendiéndose el primer plano intermedio entre el primer y segundo planos. Asimismo, el tercer plano y el primer plano se extienden en lados opuestos del primer plano intermedio.

La primera sección interior del primer borde de abertura se extiende a lo largo de la primera área adiabática y está dispuesta para que pase el fluido que fluye a través del primer orificio de abertura a través de la primera área adiabática, el área de distribución y el área de transferencia de calor en el lado posterior de la placa de transferencia de calor, en este orden o en el orden opuesto. La primera sección exterior del primer borde de abertura se extiende entre un borde exterior de la placa de transferencia de calor y el primer orificio de abertura, típicamente a lo largo de una esquina exterior, redondeada o no, de la placa de transferencia de calor.

Cuando al menos algunas de las primeras corrugaciones de la abertura interior se extienden únicamente hasta el primer plano intermedio, y no completamente entre el primer y segundo planos, no se pondrán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose una placa de transferencia de calor adyacente hacia el lado frontal de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá una junta dispuesta en la primera ranura de junta de anillo a más líquido de limpieza en relación con la limpieza del PHE.

Cuando el primer plano intermedio se extiende entre el tercer plano y el primer plano, un soporte de junta, para evitar la dislocación de una junta dispuesta en la primera ranura de junta de anillo, se consigue.

El tercer y cuarto planos pueden, o no, ser coincidentes. Asimismo, el tercer y cuarto plano pueden coincidir con el segundo plano para una placa de transferencia de calor que comprende una primera ranura de junta de anillo que se extiende en el denominado plano inferior. Como alternativa, el tercer y/o cuarto plano pueden extenderse entre el primer y segundo planos. Como un ejemplo, el tercer y cuarto plano pueden extenderse a mitad de camino entre el primer y segundo planos para una placa de transferencia de calor que comprende una primera ranura de junta de anillo que se extiende en el denominado semiplano. Un diseño de este tipo puede permitir el uso de la placa de transferencia de calor en un PHE con placas de transferencia de calor giradas entre sí, así como en un PHE con las placas de transferencia de calor invertidas una respecto a la otra. Asimismo, un diseño de este tipo puede ser adecuado para las denominadas placas de transferencia de calor asimétricas.

El tercer plano, al igual que el primer plano intermedio, puede ser paralelo al primer y segundo plano. Sin embargo, de acuerdo con una realización de la invención, la placa de transferencia de calor está diseñada de tal manera que el tercer plano está inclinado con relación al primer y segundo plano, de modo que la profundidad de la primera ranura de junta de anillo aumenta en una dirección que se aleja del primer orificio de abertura. Aquí, la profundidad es igual a la distancia entre la parte inferior de la primera ranura de junta de anillo y el primer plano intermedio, y la profundidad se mide perpendicularmente al primer plano intermedio. Una primera ranura de junta de anillo con una parte inferior al menos parcialmente inclinada puede hacer que la placa de transferencia de calor sea más fuerte y menos propensa a deformarse por una alta presión de fluido dentro de un PHE que comprende la placa de transferencia de calor.

El cuarto plano puede ser paralelo al primer y segundo plano, lo que da como resultado una primera ranura de junta de anillo con una parte inferior al menos parcialmente no inclinada y que puede permitir un diseño relativamente sencillo de la placa de transferencia de calor.

La placa de transferencia de calor puede ser tal que la primera porción de abertura, a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección exterior del primer borde de abertura, es plana y se extiende en un quinto plano. Este

diseño significa que la primera porción de abertura y el primer borde de abertura son parcialmente no corrugados, lo que puede mejorar aún más la capacidad de limpieza de un PHE que comprende la placa de transferencia de calor. El quinto plano puede coincidir con el cuarto plano de manera que la parte inferior de la primera ranura de junta de anillo se extienda al ras con la primera porción de abertura y el primer borde de abertura a lo largo de al menos una porción principal de la primera sección exterior del primer borde de abertura. Esta configuración puede mejorar aún más la capacidad de limpieza de un PHE que comprende la placa de transferencia de calor.

Como alternativa a lo anterior, la primera porción de abertura puede comprender primeras corrugaciones de la abertura exterior a lo largo de la primera sección exterior del primer borde de abertura. Las primeras corrugaciones de la abertura exterior pueden soportar y, por tanto, evitar la dislocación de, una junta dispuesta en la primera ranura de junta de anillo. Las primeras corrugaciones de la abertura exterior pueden extenderse entre y en el primer plano y el segundo plano. Como alternativa, al menos una pluralidad de las primeras corrugaciones de la abertura exterior puede extenderse entre y en un segundo plano intermedio y un tercer plano intermedio, cuyo segundo plano intermedio se extiende entre el primer y segundo planos. El primer plano y el tercer plano intermedio pueden extenderse en lados opuestos del segundo plano intermedio, y el cuarto plano y el primer plano pueden extenderse en lados opuestos del segundo plano intermedio. Cuando al menos algunas de las primeras corrugaciones de la abertura exterior se extienden únicamente entre y en el segundo plano intermedio y el tercer plano intermedio, y no completamente entre el primer y segundo planos, no se pondrán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose una placa de transferencia de calor adyacente hacia el lado frontal de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá una junta dispuesta en la primera ranura de junta de anillo a más líquido de limpieza en relación con la limpieza del PHE.

Cuando el segundo plano intermedio se extiende entre el cuarto plano y el primer plano, un soporte de junta, para evitar la dislocación de una junta dispuesta en la primera ranura de junta de anillo, se consigue.

El tercer plano intermedio puede coincidir con el segundo plano. Como alternativa, el tercer plano intermedio puede extenderse entre el primer y segundo planos. A continuación, al menos algunas de las primeras corrugaciones de la abertura exterior no entrarán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose una placa de transferencia de calor adyacente hacia el lado posterior de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá cualquier junta dispuesta en el lado posterior de la placa de transferencia de calor en al menos algunas de las primeras corrugaciones de la abertura exterior, a más líquido de limpieza en relación con la limpieza del PHE.

Si el tercer plano intermedio se extiende entre el primer y segundo planos, también se extenderá entre el cuarto plano y el segundo plano para formar un soporte dispuesto para evitar la dislocación de cualquier junta dispuesta en el lado posterior de la placa de transferencia de calor en dichas al menos algunas de las primeras corrugaciones de la abertura exterior.

El primer y segundo planos intermedios pueden coincidir para lograr una reducción igual de la profundidad de prensado de al menos una pluralidad de primeras corrugaciones de la abertura interior y de al menos una pluralidad de primeras corrugaciones de la abertura exterior en el lado frontal de la placa de transferencia de calor. Esto puede permitir un diseño relativamente sencillo de la placa de transferencia de calor.

La placa de transferencia de calor puede estar diseñada de tal manera que dicha al menos una pluralidad de primeras corrugaciones de la abertura interior comprendan primeras porciones superiores interiores que se extienden en el primer plano intermedio y primeras porciones inferiores interiores que se extienden en el segundo plano, en donde cada una de al menos la mayoría de las primeras porciones inferiores interiores ocupa, es decir, se extiende a lo largo de, una porción más pequeña del primer borde de abertura que cada una de al menos la mayoría de las primeras porciones superiores interiores. Cuando un PHE que comprende la placa de transferencia de calor está en funcionamiento, el fluido fluirá desde el primer orificio de abertura a través del lado posterior de la placa de transferencia de calor, o a través del lado posterior de la placa de transferencia de calor hasta el primer orificio de abertura, a través de recorridos de flujo que se extienden debajo de las primeras porciones superiores interiores, es decir, entre las primeras porciones inferiores interiores, según se ve desde el lado frontal de la placa de transferencia de calor. Las porciones superiores interiores más grandes significan un mayor volumen disponible entre la placa de transferencia de calor y una placa de transferencia de calor adyacente, que se orienta hacia el lado posterior de la placa de transferencia de calor, para este flujo de fluido. A su vez, esto puede mejorar la eficiencia del PHE.

La parte de extremo superior de la placa de transferencia de calor puede comprender además una segunda área de orificio de abertura y una segunda área adiabática dispuesta entre el área de distribución superior y la segunda área de orificio de abertura. La segunda área adiabática puede estar provista de un segundo patrón de corrugación adiabática diferente del patrón de corrugación de distribución. La segunda área de orificio de abertura puede comprender un segundo orificio de abertura definido por un segundo borde de abertura anular, una segunda área de sellado de anillo anular que se extiende sobre el lado posterior de la placa de transferencia de calor alrededor del segundo orificio de abertura, y una segunda porción de abertura anular, que se extiende entre la segunda área de

sellado de anillo y el segundo orificio de abertura e incluye el segundo borde de abertura. El segundo borde de abertura puede consistir en una segunda sección interior y una segunda sección exterior. La segunda sección exterior puede constituir entre el 35 y el 80 % del segundo borde de abertura, y la segunda sección interior puede extenderse entre el segundo orificio de abertura y la segunda área adiabática. La segunda porción de abertura puede comprender segundas corrugaciones de la abertura interior a lo largo de la segunda sección interior del segundo borde de abertura. La segunda área de sellado de anillo puede, a lo largo de al menos una porción importante de la segunda sección interior del segundo borde de abertura, extenderse en un sexto plano. La segunda área de sellado de anillo puede, a lo largo de al menos una porción importante de la segunda sección exterior del segundo borde de abertura, extenderse en un séptimo plano.

La segunda área de sellado de anillo está configurada para acomodar un sellado entre la placa de transferencia de calor y una placa de transferencia de calor adyacente orientada hacia el lado posterior de la placa de transferencia de calor cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un PHE. El sellado puede ser un sellado permanente, como una soldadura o una junta.

La segunda sección interior del segundo borde de abertura se extiende a lo largo de la segunda área adiabática y está dispuesta para que pase el fluido que fluye a través del segundo orificio de abertura a través de la segunda área adiabática, el área de distribución y el área de transferencia de calor en el lado frontal de la placa de transferencia de calor, en este orden o en el orden opuesto. La segunda sección exterior del segundo borde de abertura se extiende entre un borde exterior de la placa de transferencia de calor y el segundo orificio de abertura, típicamente a lo largo de una esquina exterior, redondeada o no, de la placa de transferencia de calor.

Las segundas corrugaciones de la abertura interior pueden permitir el contacto entre la placa de transferencia de calor y una placa de transferencia de calor adyacente.

El sexto y el séptimo plano pueden, o no, ser coincidentes. Asimismo, el sexto y séptimo plano pueden coincidir con el segundo plano para una placa de transferencia de calor que comprende una segunda área de sellado de anillo que se extiende en el plano inferior según se ve desde el lado frontal de la placa de transferencia de calor. Esta configuración puede facilitar la unión permanente de la placa de transferencia de calor y una placa de transferencia de calor subyacente diseñada adecuadamente, posiblemente otra placa de transferencia de calor de acuerdo con la presente invención, en un módulo para su uso en un denominado PHE semisoldado. Como alternativa, el sexto y/o séptimo plano pueden extenderse entre el primer y segundo planos. Como un ejemplo, el sexto y el séptimo plano pueden extenderse a mitad de camino entre el primer y segundo planos para una placa de transferencia de calor que comprende una segunda área de sellado de anillo que se extiende en semiplano.

Al menos una pluralidad de las segundas corrugaciones de la abertura interior pueden extenderse entre y en un cuarto plano intermedio y el primer plano. El cuarto plano intermedio puede extenderse entre el primer y segundo planos, y el sexto plano y el segundo plano pueden extenderse en lados opuestos del cuarto plano intermedio.

La segunda área de sellado de anillo puede estar comprendida en una segunda área de junta de anillo o en la parte inferior de una segunda ranura de junta de anillo para una placa de transferencia de calor que comprende una segunda área de sellado de anillo configurada para acomodar un sellado en forma de junta.

Cuando al menos algunas de las segundas corrugaciones de la abertura interior se extienden únicamente hasta el cuarto plano intermedio, y no completamente entre el primer y segundo planos, no se pondrán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose una placa de transferencia de calor adyacente hacia el lado posterior de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá cualquier junta dispuesta en la segunda área de sellado de anillo a más líquido de limpieza en relación con la limpieza del PHE.

Cuando el cuarto plano intermedio se extiende entre el sexto plano y el segundo plano, se consigue un soporte para cualquier junta dispuesta en la segunda área de sellado de anillo.

Dicha al menos una pluralidad de segundas corrugaciones de la abertura interior pueden comprender segundas porciones superiores interiores que se extienden en el primer plano y segundas porciones inferiores interiores que se extienden en el cuarto plano intermedio. Cada una de al menos la mayoría de las segundas porciones inferiores interiores puede ocupar, es decir, extenderse a lo largo de, una porción más grande del segundo borde de abertura que cada una de al menos la mayoría de las segundas porciones superiores interiores. Cuando un PHE que comprende la placa de transferencia de calor está en funcionamiento, el fluido fluirá desde el segundo orificio de abertura a través del lado frontal de la placa de transferencia de calor, o a través del lado frontal de la placa de transferencia de calor hasta el segundo orificio de abertura, a través de recorridos de flujo que se extienden sobre las segundas porciones inferiores interiores, es decir, entre las segundas porciones superiores interiores, según se ve desde el lado frontal de la placa de transferencia de calor. Las segundas inferiores interiores más grandes significan un mayor volumen disponible entre la placa de transferencia de calor y una placa de transferencia de calor adyacente, que se orienta hacia el lado frontal de la placa de transferencia de calor, para este flujo de fluido. A su vez, esto puede

mejorar la eficiencia del PHE.

La placa de transferencia de calor puede estar diseñada de modo que el sexto plano esté inclinado de modo que la distancia entre el sexto plano y el segundo plano aumente en una dirección que se aleja del segundo orificio de
5 abertura. Para una placa de transferencia de calor que comprende una segunda área de sellado de anillo configurada para alojar un sellado en forma de junta, donde la segunda área de sellado de anillo está comprendida en la parte inferior de la ranura de la junta del segundo anillo, este diseño significa que la profundidad de la segunda ranura de
10 junta de anillo aumenta en una dirección que se aleja del segundo orificio de abertura. Aquí, la profundidad es igual a la distancia entre la parte inferior de la segunda ranura de junta de anillo y el segundo plano, y la profundidad se mide perpendicular al segundo plano. Una segunda ranura de junta de anillo con una parte inferior al menos parcialmente
inclinada puede hacer que la placa de transferencia de calor sea más fuerte y menos propensa a deformarse por una alta presión de fluido dentro de un PHE que comprende la placa de transferencia de calor.

El séptimo plano puede ser paralelo al primer y segundo plano, lo que puede permitir un diseño relativamente sencillo
15 de la placa de transferencia de calor.

La segunda porción de abertura puede, a lo largo de al menos una porción importante de la segunda sección exterior del segundo borde de abertura, ser plana y extenderse en un octavo plano. Este diseño significa que la segunda
20 porción de abertura y el segundo borde de abertura son parcialmente no corrugados, lo que puede mejorar aún más la capacidad de limpieza de un PHE que comprende la placa de transferencia de calor. El octavo plano puede coincidir con el séptimo plano de manera que la segunda área de sellado de anillo se extienda al ras con la segunda porción de abertura y el segundo borde de abertura a lo largo de al menos una porción principal de la segunda sección exterior del segundo borde de abertura. Esta configuración puede mejorar aún más la capacidad de limpieza de un PHE que
25 comprende la placa de transferencia de calor.

Como alternativa a lo anterior, la segunda porción de abertura puede comprender segundas corrugaciones de la
abertura exterior a lo largo de la segunda sección exterior del segundo borde de abertura para proporcionar soporte de junta. Las segundas corrugaciones de la abertura exterior pueden extenderse entre y en el primer plano y el
30 segundo plano. Como alternativa, al menos una pluralidad de las segundas corrugaciones de la abertura exterior puede extenderse entre y en un quinto plano intermedio y un tercer plano intermedio, cuyo quinto plano intermedio se extiende entre el primer y segundo planos. El primer plano y el sexto plano intermedio pueden extenderse en lados opuestos del quinto plano intermedio, y el séptimo plano y el primer plano pueden extenderse en lados opuestos del quinto plano intermedio.

Cuando al menos algunas de las segundas corrugaciones de la abertura exterior se extienden únicamente entre y en
35 el quinto plano intermedio y el sexto plano intermedio, y no completamente entre el primer y segundo planos, no se pondrán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose unas placas de transferencia de calor adyacentes hacia el lado frontal de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá cualquier junta dispuesta en el lado frontal
40 de la placa de transferencia de calor en al menos algunas de las segundas corrugaciones de la abertura exterior, a más líquido de limpieza en relación con la limpieza del PHE.

Cuando el quinto plano intermedio se extiende entre el séptimo plano y el primer plano, se consigue un soporte
45 dispuesto para evitar la dislocación de cualquier junta dispuesta en el lado frontal de la placa de transferencia de calor en al menos algunas de las segundas corrugaciones de la abertura exterior.

El sexto plano intermedio puede coincidir con el segundo plano. Como alternativa, el sexto plano intermedio puede
50 extenderse entre el primer y segundo planos. A continuación, al menos algunas de las segundas corrugaciones de la abertura exterior no entrarán en contacto, cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un paquete de placas de un PHE, orientándose una placa de transferencia de calor adyacente hacia el lado posterior de la placa de transferencia de calor. En cambio, aquí, la placa de transferencia de calor se separará de la placa de transferencia de calor adyacente, lo que facilitará la limpieza del PHE. En particular, esta separación expondrá cualquier junta dispuesta en la segunda área de sellado de anillo de la placa de transferencia de calor a más líquido de limpieza en relación con
55 la limpieza del PHE.

Si el sexto plano intermedio se extiende entre el primer y segundo planos, también se extenderá entre el séptimo plano
y el segundo plano para formar un soporte dispuesto para evitar la dislocación de cualquier junta dispuesta en la
60 segunda área de sellado de anillo de la placa de transferencia de calor.

El cuarto y sexto planos intermedios pueden coincidir para lograr una reducción igual de la profundidad de prensado
de al menos una pluralidad de segundas corrugaciones de la abertura interior y de al menos una pluralidad de segundas corrugaciones de la abertura exterior en el lado posterior de la placa de transferencia de calor. Esto puede
65 permitir un diseño relativamente sencillo de la placa de transferencia de calor.

Como observación general, en el presente documento, cuando se dice que alguna porción, parte, sección, etc., de la

placa de transferencia de calor se extiende en un plano determinado, se trata de la extensión principal de la porción, parte, sección, etc. a la que se hace referencia. Naturalmente, una porción, parte, sección, etc., puede tener localmente una extensión que se desvíe de la extensión principal, por ejemplo, en una transición a otra porción, parte, sección adyacente, etc.

5 Cabe destacar que todos los planos mencionados anteriormente son imaginarios.

10 Cabe destacar que las ventajas analizadas anteriormente de las diferentes realizaciones de la placa de transferencia de calor de acuerdo con la invención aparecen primero cuando la placa de transferencia de calor está dispuesta en un PHE junto con otras placas de transferencia de calor (posiblemente también de acuerdo con la presente invención), juntas y otros componentes necesarios para que un PHE funcione correctamente.

15 En el presente documento, "anular" no significa necesariamente una extensión circular, sino que podría significar cualquier extensión envolvente, como una extensión ovalada o poligonal. En consecuencia, el primer y segundo bordes de abertura, las ranuras de la junta de anillo y las porciones de abertura no necesitan ser circulares, sino que pueden tener cualquier forma adecuada para la placa de transferencia de calor.

20 Aún otros objetivos, características, aspectos y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada, así como a partir de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

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

la Figura 1a es una vista esquemática en planta de una placa de transferencia de calor de acuerdo con la invención, ilustrando un lado frontal de la misma,

30 la Figura 1b es una ampliación de una parte de la placa de transferencia de calor de la Figura 1a,

la Figura 1c es una sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C de la Figura 1b,

la Figura 1d es una sección transversal tomada a lo largo de la línea D-D de la Figura 1b,

35 la Figura 1e es una sección transversal tomada a lo largo de la línea E-E de la Figura 1b,

la Figura 1f es una sección transversal tomada a lo largo de la línea F-F de la Figura 1b,

40 la Figura 1g es una sección transversal parcial de cuatro placas de transferencia de calor contiguas de acuerdo con la Figura 1a,

la Figura 1h es otra sección transversal parcial de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 1g,

45 la Figura 2a es una vista esquemática en planta de otra placa de transferencia de calor de acuerdo con la invención, ilustrando un lado frontal de la misma,

la Figura 2b es una ampliación de una parte de la placa de transferencia de calor de la Figura 2a,

50 la Figura 2c es una sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C de la Figura 2b,

la Figura 2d es una sección transversal tomada a lo largo de la línea D-D de la Figura 2b,

55 la Figura 2e es una sección transversal tomada a lo largo de la línea E-E de la Figura 2b,

la Figura 2f es una sección transversal tomada a lo largo de la línea F-F de la Figura 2b,

60 la Figura 2g es una sección transversal parcial de cuatro placas de transferencia de calor contiguas de acuerdo con la Figura 2a,

la Figura 2h es otra sección transversal parcial de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 2g,

65 la Figura 3c es una sección transversal correspondiente a las secciones transversales de las Figuras 1c y 2c pero para otra placa de transferencia de calor más de acuerdo con la invención,

la Figura 3d es una sección transversal correspondiente a las secciones transversales de las Figuras 1d y 2d pero para dicha otra placa de transferencia de calor más de acuerdo con la invención,

la Figura 3e es una sección transversal correspondiente a las secciones transversales de las Figuras 1e y 2e pero para dicha otra placa de transferencia de calor más de acuerdo con la invención,

la Figura 3f es una sección transversal correspondiente a las secciones transversales de las Figuras 1f y 2f pero para dicha otra placa de transferencia de calor más de acuerdo con la invención,

la Figura 3g es una sección transversal parcial a través de cuatro placas de transferencia de calor contiguas de acuerdo con las Figuras 3c-f,

la Figura 3h es otra sección transversal parcial de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 3g,

la Figura 4a es una vista esquemática en planta de un módulo que comprende dos placas de transferencia de calor de acuerdo con la invención, ilustrando el lado frontal de una de las placas de transferencia de calor,

la Figura 4b es una ampliación de una parte del módulo de la Figura 4a,

la Figura 4c es una sección transversal tomada a lo largo de la línea C-C de la Figura 4b,

la Figura 4d es una sección transversal tomada a lo largo de la línea D-D de la Figura 4b,

la Figura 4e es una sección transversal tomada a lo largo de la línea E-E de la Figura 4b,

la Figura 4f es una sección transversal tomada a lo largo de la línea F-F de la Figura 4b,

la Figura 4g es una sección transversal parcial a través de cuatro placas de transferencia de calor contiguas de acuerdo con la Figura 4a,

la Figura 4h es otra sección transversal parcial a través de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 4g,

la Figura 4i es otra sección transversal parcial más a través de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 4g,

la Figura 4j es otra sección transversal parcial más a través de las cuatro placas de transferencia de calor contiguas en la Figura 4g,

la Figura 5 es una vista lateral parcial esquemática de tres placas de transferencia de calor de acuerdo con la invención que se apoyan entre sí a lo largo de respectivas porciones de borde exterior corrugadas, y

la Figura 6 es una sección transversal que corresponde esencialmente a la sección transversal de la Figura 1g (pero con las juntas omitidas) pero para otra placa de transferencia de calor más de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

Las Figuras 1a-1f ilustran una placa de transferencia de calor 1, en adelante también denominada simplemente "placa", para un intercambiador de calor de placas con juntas como se describe a modo de introducción. En un intercambiador de calor de placas con juntas, una pluralidad de placas de transferencia de calor como la placa de transferencia de calor 1, es decir, una pluralidad de placas de transferencia de calor similares, están alineadas en un paquete de placas. Una pequeña parte de este paquete de placas se ilustra en la Figura 5.

Con referencia a la Figura 1a, la placa 1 es una lámina esencialmente rectangular de acero inoxidable que tiene un lado frontal 3 y un lado posterior opuesto 5 (Figura 1f). La placa 1 comprende una parte de extremo superior 7, que a su vez comprende una primera área de orificio de abertura A1, una segunda área de orificio de abertura A2, un área de distribución superior 13, una primera área adiabática 15 y una segunda área adiabática 17, y una parte de extremo inferior 19, que a su vez comprende una tercera área de orificio de abertura A3, una cuarta área de orificio de abertura A4, un área de distribución inferior 25, una tercera área adiabática 27 y una cuarta área adiabática 29, y una parte central 31, que a su vez comprende un área de transferencia de calor 33. La primera área adiabática 15 se extiende entre el área de distribución superior 13 y la primera área de orificio de abertura A1, mientras que la segunda área adiabática 17 se extiende entre el área de distribución superior 13 y la segunda área de orificio de abertura A2. De forma similar, la tercera área adiabática 27 se extiende entre el área de distribución inferior 25 y la tercera área de orificio de abertura A3, mientras que la cuarta área adiabática 29 se extiende entre el área de distribución inferior 25 y la cuarta área de orificio de abertura A4. La placa 1 comprende además una porción de borde exterior 35 que se

extiende alrededor de la primera, segunda, tercera y cuarta áreas de orificios de abertura A1, A2, A3 y A4, las áreas de distribución superior e inferior 13 y 25, la primera, segunda, tercera y cuarta áreas adiabáticas 15, 17, 27 y 29 y el área de transferencia de calor 33. La parte de extremo superior 7, la parte central 31 y la parte de extremo inferior 19 están dispuestas en sucesión a lo largo de un eje central longitudinal L de la placa 1, que se extiende perpendicular a un eje central transversal T de la placa 1. Los límites entre la parte de extremo superior 7, la parte central 31 y la parte de extremo inferior 19 están ilustradas con líneas fantasma en la Figura 1a.

Las áreas de distribución superior e inferior 13 y 25 están provistas de un patrón de ondulación de distribución del tipo denominado chocolate. El área de transferencia de calor 33 está provista de un patrón de corrugación de transferencia de calor del tipo denominado espina de pescado. Asimismo, la primera, segunda, tercera y cuarta áreas adiabáticas 15, 17, 27 y 29 están provistas de un primer, segundo, tercer y cuarto patrones de corrugación adiabática, respectivamente, que difieren de los patrones de corrugación de distribución y transferencia de calor. El primer, segundo, tercer y cuarto patrones de corrugación adiabática están adaptados para transportar un fluido con una transferencia de calor minimizada. Como se ilustra en la Figura 5, la porción de borde exterior 35 también está corrugada y comprende corrugaciones exteriores 37 que se extienden en y entre el primer y segundo planos paralelos P1 y P2.

La primera y tercera áreas de orificio de abertura A1 y A3 están dispuestas en uno y el mismo lado del eje central longitudinal L, mientras que la segunda y cuarta áreas de orificio de abertura A2 y A4 están dispuestas en uno y el otro lado del eje central longitudinal L, de la placa de transferencia de calor 1. La parte de extremo superior 7 es un espejo, paralelo al eje central transversal T de la placa de transferencia de calor 1, de la parte de extremo inferior 19. Por lo tanto, la siguiente descripción se centra en la parte de extremo superior 7 pero es válida, con los ajustes terminológicos adecuados, también para la parte de extremo inferior 19 de la placa de transferencia de calor 1.

Con referencia a las Figuras 1b-1d, la primera área de orificio de abertura A1 comprende un primer orificio de abertura 43 que está definido por un primer borde de abertura anular 45 de la placa de transferencia de calor 1. La primera área de orificio de abertura A1 comprende además una primera ranura de junta de anillo anular 47, que se extiende sobre el lado frontal 3 de la placa de transferencia de calor 1 alrededor del primer orificio de abertura 43. La primera ranura de junta de anillo 47 está dispuesta para alojar una junta de anillo, que no se ilustra aquí. Asimismo, la primera área de orificio de abertura A1 comprende una primera porción de abertura anular 49, que se extiende entre el orificio de abertura 43 y la primera ranura de junta de anillo 47 y comprende el primer borde de abertura 45. El límite entre la primera porción de abertura 49 y la primera ranura de junta de anillo 47 se ilustra mediante una línea fantasma curva en la Figura 1b. El primer borde de abertura 45 consiste en una primera sección interior 51 que se extiende sobre un interior del primer orificio de abertura 43 a lo largo de la primera área adiabática 15, y una primera sección exterior 53 que se extiende sobre un exterior del primer orificio de abertura 43 a lo largo de la porción de borde exterior 35. El límite entre las primeras secciones interiores y exteriores 51 y 53 se ilustra mediante una línea fantasma recta en la Figura 1b. Aquí, la primera sección interior 51 constituye un poco más del 50 % del primer borde de abertura 45. Se extiende entre dos puntos en los que la junta de anillo está dispuesta para conectarse a una junta de campo (no ilustrada aquí) configurada para acomodarse en una ranura de junta de campo frontal 55 de la placa de transferencia de calor 1.

Una parte inferior 57 de la primera ranura de junta de anillo 47 se extiende en un tercer plano P3 a lo largo de la primera sección interior 51, como se ilustra en la Figura 1c, y en un cuarto plano P4 a lo largo de la primera sección exterior 53, como se ilustra en la Figura 1d. El tercer y cuarto planos P3 y P4 coinciden y se extienden a medio camino entre sí y son paralelos a, el primer y segundo planos P1 y P2 (Figura 5).

La primera porción de abertura 49 está parcialmente corrugada. De manera más particular, con referencia a las Figuras 1b y 1c, la primera porción de abertura 49 comprende unas primeras corrugaciones 59 de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior 51 del primer borde de abertura 45. Estas primeras corrugaciones 59 de la abertura interior comprenden primeras porciones superiores interiores 61 que se extienden en un primer plano intermedio IP1 y primeras porciones inferiores interiores 63 que se extienden en el segundo plano P2. Según se desprende de la Figura 1b, cada una de las primeras porciones inferiores interiores 63 ocupa una porción más pequeña del primer borde de abertura 45 que cada una de las primeras porciones superiores interiores 61. El primer plano intermedio IP1 se extiende entre el primer y el tercer plano P1 y P3. De este modo, las primeras corrugaciones 59 de la abertura interior formarán un soporte S1, en la primera sección interior 51 del primer borde de abertura 45, para una junta de anillo dispuesta en la primera ranura de junta de anillo 47.

La primera porción de abertura 49 es parcialmente plana. De manera más particular, con referencia a las Figuras 1b y 1d, la primera porción de abertura 49 es plana y se extiende en un quinto plano P5, que coincide con el cuarto plano P4, a lo largo de la primera sección exterior 53 del primer borde de abertura 45.

Con referencia a las Figuras 1b, 1e y 1f, la segunda área de orificio de abertura A2 comprende un segundo orificio de abertura 65 que está definido por un segundo borde de abertura anular 67 de la placa de transferencia de calor 1. La segunda área de orificio de abertura A2 comprende además una segunda ranura de junta de anillo anular 69, que se extiende sobre el lado posterior 5 de la placa de transferencia de calor 1 alrededor del segundo orificio de abertura 65. La segunda ranura de junta de anillo 69 está dispuesta para alojar una junta de anillo, que no se ilustra aquí. Asimismo,

la segunda área de orificio de abertura A2 comprende una segunda porción de abertura anular 71, que se extiende entre el segundo orificio de abertura 65 y la segunda ranura de junta de anillo 69 y comprende el segundo borde de abertura 67. El límite entre la segunda porción de abertura 71 y la segunda ranura de junta de anillo 69 se ilustra mediante una línea fantasma curva en la Figura 1b. El segundo borde de abertura 67 consiste en una segunda sección interior 73 que se extiende sobre un interior del segundo orificio de abertura 65 a lo largo de la segunda área adiabática 17, y una segunda sección exterior 75 que se extiende sobre un exterior del segundo orificio de abertura 65 a lo largo de la porción de borde exterior 35. El límite entre las segundas secciones interiores y exteriores 73 y 75 se ilustra mediante una línea fantasma recta en la Figura 1b. Aquí, la segunda sección interior 73 constituye un poco más del 50 % del segundo borde de abertura 67. Se extiende entre dos puntos en los que la junta de anillo está dispuesta para conectarse a una junta de campo (no ilustrada aquí) configurada para acomodarse en una ranura de junta de campo posterior (no ilustrada aquí) de la placa de transferencia de calor 1.

Una segunda área de sellado de anillo anular 77 forma la parte inferior de la ranura de la junta del segundo anillo 69, cuya parte inferior se extiende en un sexto plano P6 a lo largo de la segunda sección interior 73, como se ilustra en la Figura 1e, y en un séptimo plano P7 a lo largo de la segunda sección exterior 75, como se ilustra en la Figura 1f. El sexto y séptimo planos P6 y P7 coinciden y se extienden a medio camino entre sí y son paralelos a, el primer y segundo planos P1 y P2.

La segunda porción de abertura 71 está parcialmente corrugada. De manera más particular, con referencia a las Figuras 1b y 1e, la segunda porción de abertura 71 comprende segundas corrugaciones 79 de la abertura interior a lo largo de la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67. Estas segundas corrugaciones 79 de la abertura interior comprenden segundas porciones superiores interiores 81 que se extienden en el primer plano P1 y segundas porciones inferiores interiores 83 que se extienden en un cuarto plano intermedio IP4. Según se desprende de la Figura 1b, cada una de las segundas porciones inferiores interiores 83 ocupa una porción más grande del segundo borde de abertura 67 que cada una de las segundas porciones superiores interiores 81. El cuarto plano intermedio IP4 se extiende entre el segundo y sexto plano P2 y P6. De este modo, las segundas corrugaciones 79 de la abertura interior formarán un soporte S2, en la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67, para una junta de anillo dispuesta en la segunda ranura de junta de anillo 69.

La segunda porción de abertura 71 es parcialmente plana. De manera más particular, con referencia a las Figuras 1b y 1f, la segunda porción de abertura 71 es plana y se extiende en un octavo plano P8, que coincide con el séptimo plano P7, a lo largo de la segunda sección exterior 75 del segundo borde de abertura 67.

Las Figuras 1g y 1h ilustran cómo se ve cuando cuatro placas de transferencia de calor 1 similares se apilan correctamente en un PHE con cada segunda de las placas de transferencia de calor 1 "giradas" en relación con el resto de las placas de transferencia de calor. Apiladas de esta manera, las placas de transferencia de calor forman cuatro aberturas de tipo P similar, una de las que se ilustra en las Figuras 1g y 1h. La Figura 1g ilustra la abertura P en una sección interior formada por secciones interiores de los bordes de abertura que definen la abertura. La Figura 1h ilustra la abertura P en una sección exterior formada por secciones exteriores de los bordes de abertura que definen la abertura P. En el PHE, se disponen juntas entre las placas de transferencia de calor 1. Para cada una de las placas de transferencia de calor 1, una junta de anillo RG rodea completamente el borde de abertura en un lado de la placa, mientras que una junta de campo FG rodea el borde de abertura solo a lo largo de la sección exterior del mismo en el lado opuesto de la placa. Según se desprende a partir de las Figuras 1g y 1h, las placas de transferencia de calor 1 están, debido a la profundidad de presión reducida y parcialmente nula dentro de las porciones del abertura que definen el abertura, separadas entre sí en la abertura P en las juntas RG y FG. De este modo, en relación con la limpieza del PHE, cuando se alimenta un fluido de limpieza a través de la abertura P, las juntas RG y FG estarán muy expuestas al líquido de limpieza, lo que mejorará la limpieza del PHE.

Las Figuras 2a-2f ilustran una placa de transferencia de calor 2 de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención. La placa de transferencia de calor 2 es muy similar a la placa de transferencia de calor 1 de las Figuras 1a-1f, y de aquí en adelante, se analizarán principalmente las diferencias entre las placas de transferencia de calor 1 y 2.

Haciendo referencia a la Figura 2b, la primera porción de abertura 49 no solo está corrugada a lo largo de la primera sección interior 51, sino también a lo largo de la primera sección exterior 53, del primer borde de abertura 45. De manera más particular, con referencia a las Figuras 2b y 2d, la primera porción de abertura 49 comprende unas primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior a lo largo de la primera sección exterior 53 del primer borde de abertura 45. Estas primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior comprenden primeras porciones superiores exteriores 87 que se extienden en un segundo plano intermedio IP2 y primeras porciones inferiores exteriores 89 que se extienden en un tercer plano intermedio IP3. Según se desprende de la Figura 2b, cada una de las primeras porciones inferiores exteriores 89 ocupa una porción igualmente grande del primer borde de abertura 45 que cada una de las primeras porciones superiores externas 87. El segundo y tercer planos intermedios IP2 e IP3 se extienden entre el primer y segundo planos P1 y P2 y en lados opuestos del cuarto plano P4 y la parte inferior 57 de la primera ranura de junta de anillo 47. Asimismo, el segundo y tercer planos intermedios IP2 e IP3 coinciden con el primer y cuarto planos intermedios IP1 (Figura 1c) e IP4 (Figura 1e), respectivamente.

Asimismo, la segunda porción de abertura 71 no solo está corrugada a lo largo de la segunda sección interior 73, pero también a lo largo de la segunda sección exterior 75, del segundo borde de abertura 67. De manera más particular, con referencia a las Figuras 2b y 2f, la segunda porción de abertura 71 comprende segundas corrugaciones 91 de la abertura exterior a lo largo de la segunda sección exterior 75 del segundo borde de abertura 67. Estas segundas corrugaciones 91 de la abertura exterior comprenden segundas porciones superiores exteriores 93 que se extienden en un quinto plano intermedio IP5 y segundas porciones inferiores exteriores 95 que se extienden en un sexto plano intermedio IP6. Según se desprende de la Figura 2b, cada una de las segundas porciones inferiores exteriores 95 ocupa una porción igualmente grande del segundo borde de abertura 67 que cada una de las segundas porciones superiores externas 93. El quinto y sexto planos intermedios IP5 e IP6 coinciden con el segundo y tercer planos intermedios IP2 e IP3, respectivamente.

Las Figuras 2g y 2h ilustran cómo se ve cuando cuatro placas de transferencia de calor 2 similares se apilan correctamente en un PHE con cada segunda de las placas de transferencia de calor 2 "giradas" en relación con el resto de las placas de transferencia de calor, y las juntas están dispuestas entre las placas de transferencia de calor 2. Según se desprende a partir de las Figuras 2g y 2h, las placas de transferencia de calor 2 están, debido a la profundidad de presión reducida dentro de las porciones del abertura que definen la abertura P, separadas entre sí en la abertura P en las juntas RG y FG. De este modo, en relación con la limpieza del PHE, cuando se alimenta un fluido de limpieza a través de la abertura P, las juntas RG y FG estarán muy expuestas al líquido de limpieza, lo que mejorará la limpieza del PHE.

Las Figuras 3c-3f ilustran una placa de transferencia de calor 4 de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención. La placa de transferencia de calor 4 es bastante similar a la placa de transferencia de calor 1 de las Figuras 1a-1f, y de aquí en adelante, se analizarán mayormente las diferencias entre las placas de transferencia de calor 1 y 4.

La parte inferior 57 de la primera ranura de junta de anillo 47 se extiende en un tercer plano P3 a lo largo de la primera sección interior 51, como se ilustra en la Figura 3c, y en un cuarto plano P4 a lo largo de la primera sección exterior 53, como se ilustra en la Figura 3d. El tercer plano P3 coincide esencialmente con el segundo plano P2. El cuarto plano P4 coincide con el segundo plano P2.

La primera porción de abertura 49 es corrugada. De manera más particular, haciendo referencia a la Figura 3c, la primera porción de abertura 49 comprende primeras corrugaciones 59 de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior 51. Estas primeras corrugaciones 59 de la abertura interior comprenden primeras porciones superiores interiores 61 que se extienden en un primer plano intermedio IP1 y primeras porciones inferiores interiores 63 que se extienden en el segundo plano P2. El primer plano intermedio IP1 se extiende a mitad de camino entre el primer y segundo planos P1 y P2. Asimismo, haciendo referencia a la Figura 3d, la primera porción de abertura 49 comprende primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior a lo largo de la primera sección exterior 53. Estas primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior comprenden primeras porciones superiores exteriores 87 que se extienden en un segundo plano intermedio IP2 y primeras porciones inferiores exteriores 89 que se extienden en un tercer plano intermedio IP3. El segundo plano intermedio IP2 se extiende a mitad de camino entre el primer y segundo planos P1 y P2 mientras que el tercer plano intermedio IP3 coincide con el segundo plano P2.

La segunda área de sellado de anillo anular 77 forma una segunda área de junta de anillo que se extiende en un sexto plano P6 a lo largo de la segunda sección interior 73, como se ilustra en la Figura 3e, y en un séptimo plano P7 a lo largo de la segunda sección exterior 75, como se ilustra en la Figura 3f. El sexto y séptimo planos P6 y P7 coinciden con el segundo plano P2.

La segunda porción de abertura 71 es corrugada. De manera más particular, haciendo referencia a la Figura 3e, la segunda porción de abertura 71 comprende segundas corrugaciones 79 de la abertura interior a lo largo de la segunda sección interior 73. Estas segundas corrugaciones 79 de la abertura interior comprenden segundas porciones superiores interiores 81 que se extienden en el primer plano P1 y segundas porciones inferiores interiores 83 que se extienden en el segundo plano P2. Asimismo, haciendo referencia a la Figura 3f, la segunda porción de abertura 71 comprende segundas corrugaciones 91 de la abertura exterior a lo largo de la segunda sección exterior 75. Estas segundas corrugaciones 91 de la abertura exterior comprenden segundas porciones superiores exteriores 93 que se extienden en un quinto plano intermedio IP5 y segundas porciones inferiores exteriores 95 que se extienden en un sexto plano intermedio IP6. El quinto plano intermedio IP5 se extiende a mitad de camino entre el primer y segundo planos P1 y P2 mientras que el sexto plano intermedio IP6 coincide con el segundo plano P2.

Las Figuras 3g y 3h ilustran cómo se ve cuando cuatro placas de transferencia de calor 4 similares se apilan correctamente en un PHE con cada segunda de las placas de transferencia de calor 4 "giradas" en relación con el resto de las placas de transferencia de calor, y las juntas están dispuestas entre las placas de transferencia de calor 4. Según se desprende a partir de las Figuras 3g y 3h, las placas de transferencia de calor 4 están, debido a la profundidad de presión reducida dentro de las porciones del abertura que definen la abertura P, separadas entre sí en la abertura P en las juntas RG y FG. De este modo, en relación con la limpieza del PHE, cuando se alimenta un fluido de limpieza a través de la abertura P, las juntas RG y FG estarán muy expuestas al líquido de limpieza, lo que mejorará la limpieza del PHE.

Las Figuras 4a-4f ilustran un módulo que comprende dos placas de transferencia de calor 6 de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención. Las placas de transferencia de calor 6 están permanentemente unidas entre sí, de dorso a dorso, con una de las placas de transferencia de calor invertida en relación con la otra de las placas de transferencia de calor, por medio de soldaduras 8 que se extienden dentro de un área de sellado 10. Algunas partes de la descripción anterior para la placa de transferencia de calor 1 son válidas también para las placas de transferencia de calor 6 y se evita la repetición indebida en la medida de lo posible.

En lo que respecta a la primera área de orificio de abertura A1, la primera porción de abertura 49 es corrugada. De manera más particular, la primera porción de abertura 49 de la placa de transferencia de calor 6 comprende primeras corrugaciones 59 de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior 51 de acuerdo con la descripción anterior de las primeras corrugaciones 59 de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior 51 de la placa de transferencia de calor 1. Asimismo, la primera porción de abertura 49 de la placa de transferencia de calor 6 comprende primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior a lo largo de la primera sección exterior 53, cuyas primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior son similares a las primeras corrugaciones de la abertura interior 59. En consecuencia, las primeras corrugaciones 85 de la abertura exterior comprenden primeras porciones superiores exteriores 87 que se extienden en el segundo plano intermedio IP2, coincidiendo el segundo plano intermedio IP2 con el primer plano intermedio IP1, y extendiéndose unas primeras porciones inferiores exteriores 89 en el tercer plano intermedio IP3, coincidiendo el tercer plano intermedio IP3 con el segundo plano P2.

En lo que respecta a la segunda área de orificio de abertura A2, ésta comprende una segunda área de sellado de anillo anular 77 que se extiende sobre el lado posterior 5 (Figura 4f) de la placa de transferencia de calor 6 alrededor del segundo orificio 65. La segunda área de sellado del anillo 77 es parte del área de sellado 10 (Figura 4a) y, por tanto, está dispuesta para acomodar una de las soldaduras 8. Asimismo, la segunda área de orificio de abertura A2 comprende una segunda porción de abertura anular 71, que se extiende entre el segundo orificio de abertura 65 y la segunda área de sellado de anillo 77 y comprende el segundo borde de abertura 67. El límite entre la segunda porción de abertura 71 y la segunda área de sellado de anillo 77 se ilustra mediante una línea fantasma en la Figura 4b.

La segunda área de sellado de anillo 77 se extiende en un sexto plano P6 a lo largo de la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67, como se ilustra en la Figura 4e, y en un séptimo plano P7 a lo largo de la segunda sección exterior 75 del segundo borde de abertura 67, como se ilustra en la Figura 4f. El sexto y séptimo planos P6 y P7 coinciden con el segundo plano P2.

Con referencia a las Figuras 4b y 4e, la segunda porción de abertura 71 comprende segundas corrugaciones 79 de la abertura interior a lo largo de la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67. Estas segundas corrugaciones 79 de la abertura interior comprenden segundas porciones superiores interiores 81 que se extienden en el primer plano P1 y segundas porciones inferiores interiores 83 que se extienden en el segundo plano P2. Con referencia a las Figuras 4b y 4f, la segunda porción de abertura 71 es plana y se extiende en un octavo plano P8, que coincide con el segundo plano P2, a lo largo de la segunda sección exterior 75 del segundo borde de abertura 67.

Las Figuras 4g-4j ilustran cómo se ve cuando dos módulos similares de placas de transferencia de calor 6 se apilan correctamente en un PHE con uno de los módulos "volteado" en relación con el otro. Apiladas de esta manera, las placas de transferencia de calor forman cuatro aberturas PG y PW que, por pares, son de tipos similares. Un tipo de abertura se ilustra en las Figuras 4g y 4h, mientras que el otro tipo de abertura se ilustra en las Figuras 4i y 4j. La Figura 4g ilustra la abertura PG en una sección interior formada por secciones interiores de los bordes de abertura que definen la abertura PG. La Figura 4h ilustra la abertura PG en una sección exterior formada por secciones exteriores de los bordes de abertura que definen la abertura PG. La Figura 4i ilustra la abertura PW en una sección interior formada por secciones interiores de los bordes de abertura que definen la abertura PW. La Figura 4j ilustra la abertura PW en una sección exterior formada por secciones exteriores de los bordes de abertura que definen la abertura PW. En el PHE, las juntas están dispuestas entre los módulos. Para cada uno de los módulos, las juntas de anillo RG rodean completamente los bordes de abertura de la abertura PG en ambos lados de los módulos, mientras que las juntas de campo FG rodean parcialmente los bordes de abertura de la abertura PW en ambos lados de los módulos. Como se desprende claramente de las Figuras 4g-4j, las placas de transferencia de calor 6 están, debido a la profundidad de presión reducida y parcialmente nula dentro de las porciones de la abertura que definen las aberturas, separadas entre sí en las aberturas PG y PW en las juntas RG y FG. De este modo, en relación con la limpieza del PHE, cuando se alimenta un fluido de limpieza a través de las aberturas PG y PW, las juntas RG y FG estarán muy expuestas al líquido de limpieza, lo que mejorará la limpieza del PHE.

La Figura 6 ilustra una placa de transferencia de calor 12 de acuerdo con una realización alternativa de la presente invención. La placa de transferencia de calor 12 es muy similar a la placa de transferencia de calor 1, por lo que aquí no se dará una descripción completa de la misma. La diferencia esencial de la placa de transferencia de calor 12 en comparación con la placa de transferencia de calor 1 es que el tercer plano P3, en el que la parte inferior 57 de la primera ranura de junta de anillo 47 se extiende a lo largo de la primera sección interior 51 del primer borde de abertura 45, está inclinado. De este modo, la profundidad de la primera ranura de junta de anillo 47 aumenta en una dirección que se aleja del primer orificio de abertura 43, pero sólo a lo largo de la primera sección interior 51 del primer borde de abertura 45. En una forma similar, que no aparece ilustrada, el sexto plano P3, en el que la parte inferior de la

segunda ranura de junta de anillo 69 se extiende a lo largo de la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67, está inclinado. De este modo, la profundidad de la segunda ranura de junta de anillo 69 aumenta en una dirección que se aleja del segundo orificio de abertura 65, pero sólo a lo largo de la segunda sección interior 73 del segundo borde de abertura 67.

5 Las realizaciones anteriormente descritas de la presente invención deberían únicamente considerarse ejemplos. Un experto en la materia se dará cuenta de que las realizaciones expuestas se pueden variar y combinar en una serie de maneras sin desviarse del concepto inventivo.

10 En las realizaciones descritas anteriormente, a excepción de la realización ilustrada en las Figuras 4a-4j, las placas de transferencia de calor están "giradas" entre sí en el paquete de placas. En otras realizaciones, al menos las placas de transferencia de calor ilustradas en las Figuras 1a-1h y 2a-2h podrían en cambio "voltearse" una en relación con la otra en el paquete de placas.

15 En las realizaciones descritas anteriormente, la parte de extremo superior 7 es un espejo, paralelo al eje central transversal T de la placa de transferencia de calor 1, 2, 4, 6 y 12, de la parte de extremo inferior 19. De este modo, las placas de transferencia de calor 1, 2, 4, 6 y 12 son del tipo denominado flujo paralelo, lo que significa que se utilizan para crear un PHE donde la abertura de entrada y la abertura de salida para un mismo fluido están dispuestas en el mismo lado del eje central longitudinal L de las placas de transferencia de calor 1, 2, 4, 6 y 12. Al menos las placas de
20 transferencia de calor 1, 2, 4 y 12 podrían rediseñarse y convertirse en placas del tipo denominado flujo diagonal, lo que significa que se utilizan para crear un PHE donde la abertura de entrada y la abertura de salida para un mismo fluido están dispuestas en diferentes lados del eje central longitudinal L de las placas de transferencia de calor 1, 2, 4 y 12. Estas placas de transferencia de calor rediseñadas no tendrían una parte de extremo superior que sea un espejo, paralelo al eje central transversal, de la parte de extremo inferior. En cambio, la primera y cuarta áreas de orificio de
25 abertura A1 y A4 tendrían un diseño similar, mientras que la segunda y tercera áreas de orificio de abertura A2 y A3, tendrían un diseño similar. Un PHE de tipo flujo diagonal generalmente requiere más de un tipo de placas de transferencia de calor.

30 También, al menos la placa de transferencia de calor 2 podría diseñarse con una parte inferior inclinada de la ranura de junta de anillo.

No todas las primeras corrugaciones de la abertura interior, las segundas corrugaciones de la abertura interior, las primeras corrugaciones de la abertura exterior (si las hay) y las segundas corrugaciones de la abertura exterior (si las hay) deben ser similares. Como un ejemplo, la profundidad de prensado puede variar entre las primeras corrugaciones
35 de la abertura interior.

La primera sección interior del primer borde de abertura puede estar provista solo parcialmente de primeras corrugaciones de la abertura interior. Como un ejemplo, las primeras corrugaciones de la abertura interior pueden estar separadas por subsecciones planas. Lo mismo ocurre con la primera sección exterior del primer borde de
40 abertura y las segundas secciones interior y exterior del segundo borde de abertura.

La placa de transferencia de calor no necesita ser rectangular, sino que puede tener otras conformaciones, como circular u ovalada. Los orificios de abertura de las placas pueden tener otras formas diferentes a las ilustradas en los dibujos, como una forma ovalada. Los patrones de corrugación dentro del área de transferencia de calor, las áreas de
45 distribución y las áreas adiabáticas no necesitan diseñarse como en los dibujos.

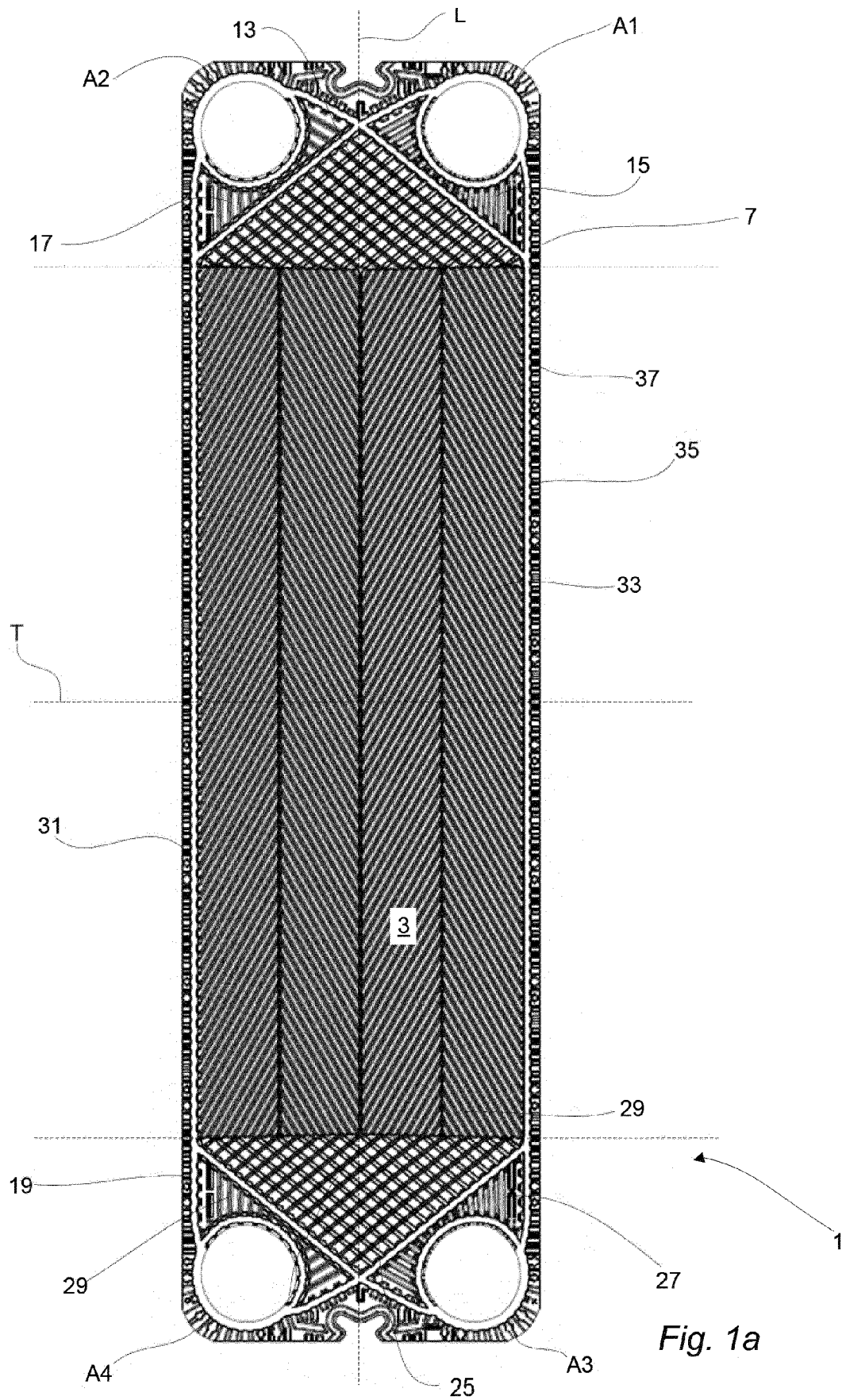
Se debería enfatizar que los atributos frontal, posterior, superior, inferior, primero, segundo, tercero, etc. se utilizan en el presente documento únicamente para distinguir entre detalles y no para expresar ninguna clase de orientación o de orden mutuo entre los detalles.

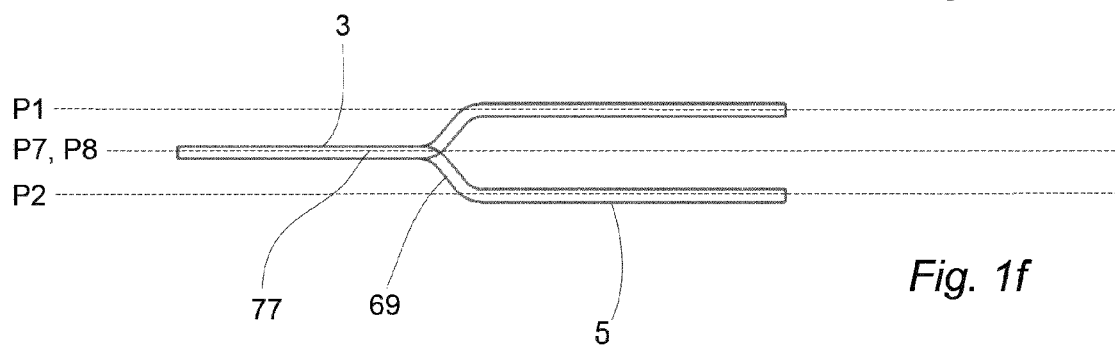
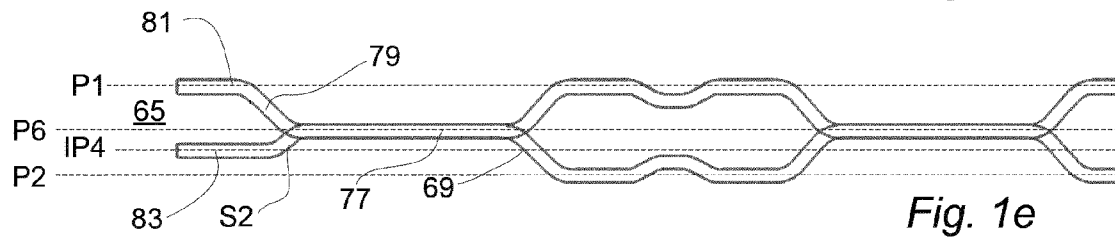
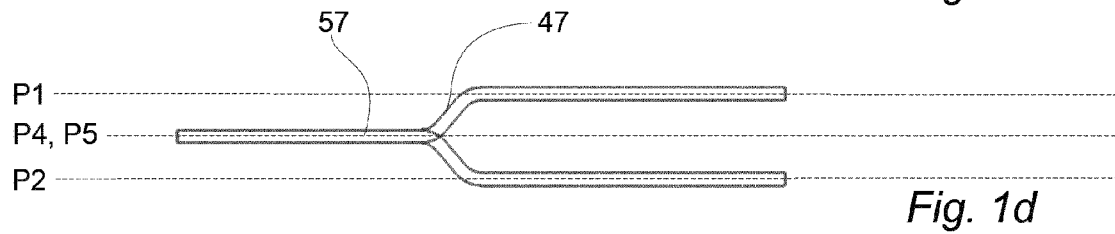
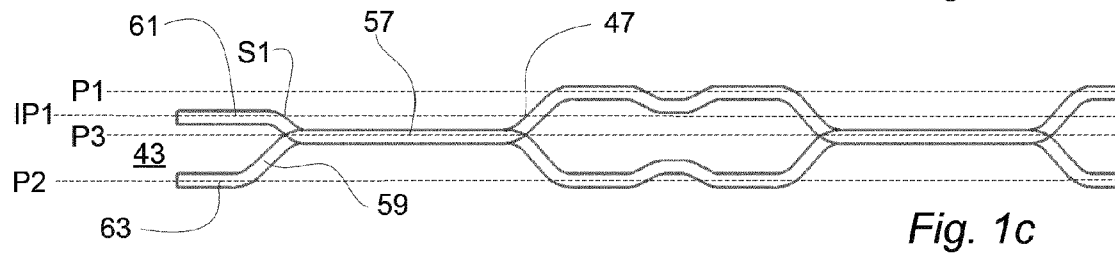
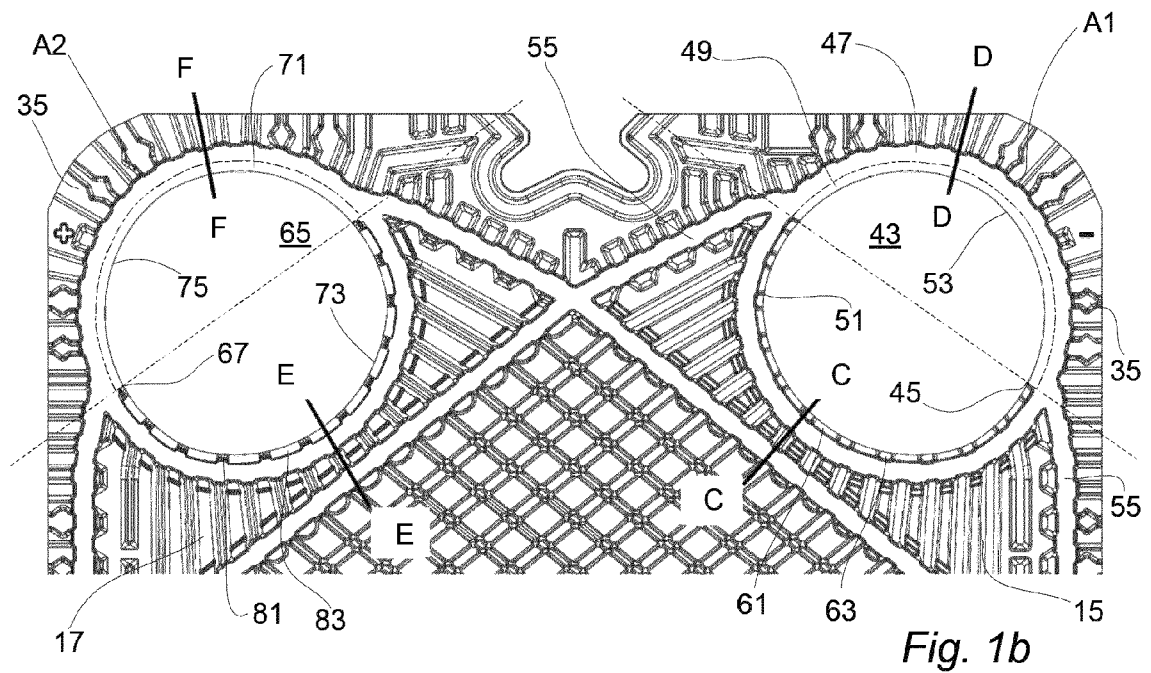
50 Asimismo, se debería enfatizar que se ha omitido una descripción de los detalles no pertinentes para la presente invención y que las figuras son únicamente esquemáticas y no están dibujadas a escala. También cabría mencionar que algunas de las figuras se han simplificado más que otras. Por lo tanto, algunos componentes se pueden haber ilustrado en una figura, pero haberse omitido en otra figura.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) que comprende una parte de extremo superior (7), una parte central (31) y una segunda parte de extremo inferior (19) dispuestas en sucesión a lo largo de un eje central longitudinal (L) de la placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12), comprendiendo la parte de extremo superior (7) una primera área de orificio de abertura (A1), un área de distribución superior (13) provista de un patrón de corrugación de distribución, y una primera área adiabática (15) dispuesta entre la área de distribución superior (13) y la primera área de orificio de abertura (A1) y provista de un primer patrón de corrugación adiabática, y comprendiendo la parte central (31) un área de transferencia de calor (33) provista de un patrón de corrugación de transferencia de calor, siendo el patrón de transferencia de calor, el patrón de distribución y el primer patrón de corrugación adiabática diferentes entre sí, comprendiendo además la placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) lados frontal y posterior opuestos (3, 5) y una porción de borde exterior (35) que comprende corrugaciones exteriores (37) que se extienden entre y en unos primer y segundo planos (P1, P2), primer y segundo planos (P1, P2) que son paralelos entre sí, estando los lados frontal y posterior (3, 5) de la placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) orientados hacia el primer y el segundo planos (P1, P2), respectivamente, en donde el primera área de orificio de abertura (A1) comprende un primer orificio de abertura (43) definido por un primer borde de abertura anular (45), una primera ranura de junta de anillo anular (47) que se extiende sobre el lado frontal (3) de la placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) alrededor del primer orificio de abertura (43), y una primera porción de abertura anular (49), que se extiende entre la primera ranura de junta de anillo (47) y el primer orificio de abertura (43) e incluye el primer borde de abertura (45), en donde el primer borde de abertura (45) consiste en una primera sección interior (51) y una primera sección exterior (53), cuya primera sección exterior (53) es el 35-80 % del primer borde de abertura (45) y cuya primera sección interior (51) se extiende entre el primer orificio de abertura (43) y la primera área adiabática (15), en donde la primera porción de abertura (49) comprende unas primeras corrugaciones (59) de la abertura interior a lo largo de la primera sección interior (51) del primer borde de abertura (45), en donde una parte inferior (57) de la primera ranura de junta de anillo (47), a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección interior (51) del primer borde de abertura (45), se extiende en un tercer plano (P3), y en donde la parte inferior (57) de la primera ranura de junta de anillo (47), a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección exterior (53) del primer borde de abertura (45), se extiende en un cuarto plano (P4), **caracterizada por que** al menos una pluralidad de las primeras corrugaciones (59) de la abertura interior se extienden entre y en un primer plano intermedio (IP1) y el segundo plano (P2), cuyo primer plano intermedio (IP1) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2), en donde el tercer plano (P3) y el primer plano (P1) se extienden en lados opuestos del primer plano intermedio (IP1).
2. Una placa de transferencia de calor (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tercer plano (P3) está inclinado con respecto al primer y segundo planos (P1, P2) de manera que la profundidad de la primera ranura de junta de anillo (47) aumenta en una dirección que se aleja del primer orificio de abertura (43).
3. Una placa de transferencia de calor (1, 12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera porción de abertura (49), a lo largo de al menos una porción importante de la primera sección exterior (53) del primer borde de abertura (45), es plana y se extiende en un quinto plano (P5).
4. Una placa de transferencia de calor (1, 12) de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el cuarto y quinto planos (P4, P5) coinciden.
5. Una placa de transferencia de calor (2, 4, 6) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde la primera porción de abertura (49) comprende unas primeras corrugaciones (85) de la abertura exterior a lo largo de la primera sección exterior (53) del primer borde de abertura (45), extendiéndose al menos una pluralidad de las primeras corrugaciones (85) de la abertura exterior entre y en un segundo plano intermedio (IP2) y un tercer plano intermedio (IP3), cuyo segundo plano intermedio (IP2) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2), en donde el primer plano (P1) y el tercer plano intermedio (IP3) se extienden en lados opuestos del segundo plano intermedio (IP2), y en donde el cuarto plano (P4) y el primer plano (P1) se extienden en lados opuestos del segundo plano intermedio (IP2).
6. Una placa de transferencia de calor (2) de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el tercer plano intermedio (IP3) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2).
7. Una placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha al menos una pluralidad de primeras corrugaciones (59) de la abertura interior comprende primeras porciones superiores interiores (61) que se extienden en el primer plano intermedio (IP1) y primeras porciones inferiores interiores (63) que se extienden en el segundo plano (P2), en donde cada una de al menos la mayoría de las primeras porciones inferiores interiores (63) ocupa una porción más pequeña del primer borde de abertura (45) que cada una de al menos la mayoría de las primeras porciones superiores interiores (61).
8. Una placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la parte de extremo superior (7) comprende además una segunda área de orificio de abertura (A2) y una segunda área adiabática (17) dispuesta entre el área de distribución superior (13) y la segunda área de orificio de abertura (A2) y provista de un segundo patrón de corrugación adiabática que difiere del patrón de corrugación de distribución, en donde la segunda área de orificio de abertura (A2) comprende un segundo orificio de abertura (65)

- definido por un segundo borde de abertura anular (67), una segunda área de sellado de anillo anular (77) que se extiende sobre el lado posterior (5) de la placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) alrededor del segundo orificio de abertura (65), y una segunda porción de abertura anular (71), que se extiende entre la segunda área de sellado de anillo (77) y el segundo orificio de abertura (65) e incluye el segundo borde de abertura (67), en donde el segundo
- 5 borde de abertura (67) consiste en una segunda sección interior (73) y una segunda sección exterior (75), cuya segunda sección exterior (75) es el 35-80 % del segundo borde de abertura (67) y cuya segunda sección interior (73) se extiende entre el segundo orificio de abertura (65) y la segunda área adiabática (17), en donde la segunda porción de abertura (71) comprende segundas corrugaciones (79) de la abertura interior a lo largo de la segunda sección interior (73) del segundo borde de abertura (67), en donde la segunda área de sellado de anillo (77), a lo largo de al
- 10 menos una porción importante de la segunda sección interior (73) del segundo borde de abertura (67), se extiende en un sexto plano (P6), y en donde la segunda área de sellado de anillo (77), a lo largo de al menos una porción importante de la segunda sección exterior (75) del segundo borde de abertura (67), se extiende en un séptimo plano (P7).
9. Una placa de transferencia de calor (1, 2, 12) de acuerdo con la reivindicación 8, en donde al menos una pluralidad
- 15 de las segundas corrugaciones (79) de la abertura interior se extiende entre y en un cuarto plano intermedio (IP4) y el primer plano (P1), cuyo cuarto plano intermedio (IP4) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2), y en donde el sexto plano (P6) y el segundo plano (P2) se extienden en lados opuestos del cuarto plano intermedio (IP4).
10. Una placa de transferencia de calor (1, 2, 4, 6, 12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9, en donde dicha al menos una pluralidad de segundas corrugaciones (79) de la abertura interior comprende segundas porciones superiores interiores (81) que se extienden en el primer plano (P1) y segundas porciones inferiores interiores (83) que se extienden en el cuarto plano intermedio (IP4), en donde cada una de al menos la mayoría de las segundas porciones inferiores interiores (83) ocupa una porción más grande del segundo borde de abertura (67) que cada una de al menos la mayoría de las segundas porciones superiores interiores (81).
- 20 11. Una placa de transferencia de calor (12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-10, en donde el sexto plano (P6) está inclinado de tal manera que la distancia entre el sexto plano (P6) y el segundo plano (P2) aumenta en una dirección que se aleja del segundo orificio de abertura (65).
12. Una placa de transferencia de calor (1, 12) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en donde la segunda porción de abertura (71), a lo largo de al menos una porción importante de la segunda sección exterior (75) del segundo borde de abertura (67), es plana y se extiende en un octavo plano (P8).
- 30 13. Una placa de transferencia de calor (1, 12) de acuerdo con la reivindicación 12, en donde el séptimo y octavo planos (P7, P8) coinciden.
14. Una placa de transferencia de calor (2, 4) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8-11, en donde la segunda porción de abertura (71) comprende segundas corrugaciones (91) de la abertura exterior a lo largo de la segunda sección exterior (75) del segundo borde de abertura (67), extendiéndose al menos una pluralidad de las segundas corrugaciones (91) de la abertura exterior entre y en un quinto plano intermedio (IP5) y un sexto plano intermedio (IP6), cuyo quinto plano intermedio (IP5) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2), en donde el primer plano (P1) y el sexto plano intermedio (IP6) se extienden en lados opuestos del quinto plano intermedio (IP5), y en donde el séptimo plano (P7) y el primer plano (P1) se extienden en lados opuestos del quinto plano intermedio (IP5).
- 40 15. Una placa de transferencia de calor (2) de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el sexto plano intermedio (IP6) se extiende entre el primer y segundo planos (P1, P2).
- 45





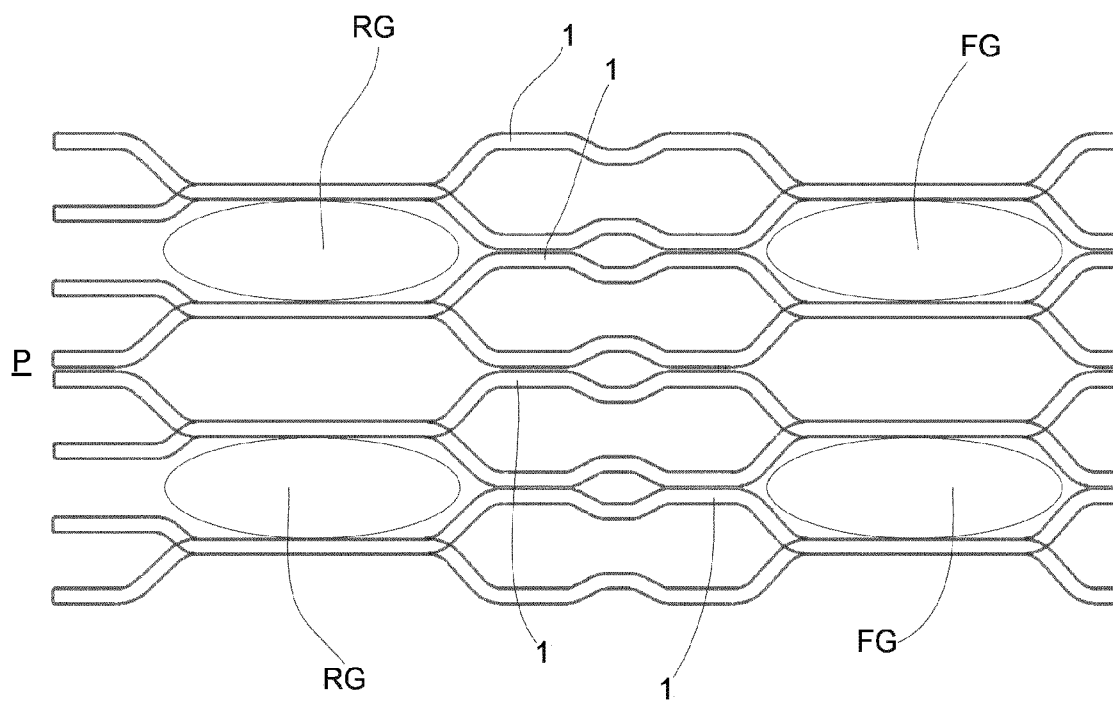


Fig. 1g

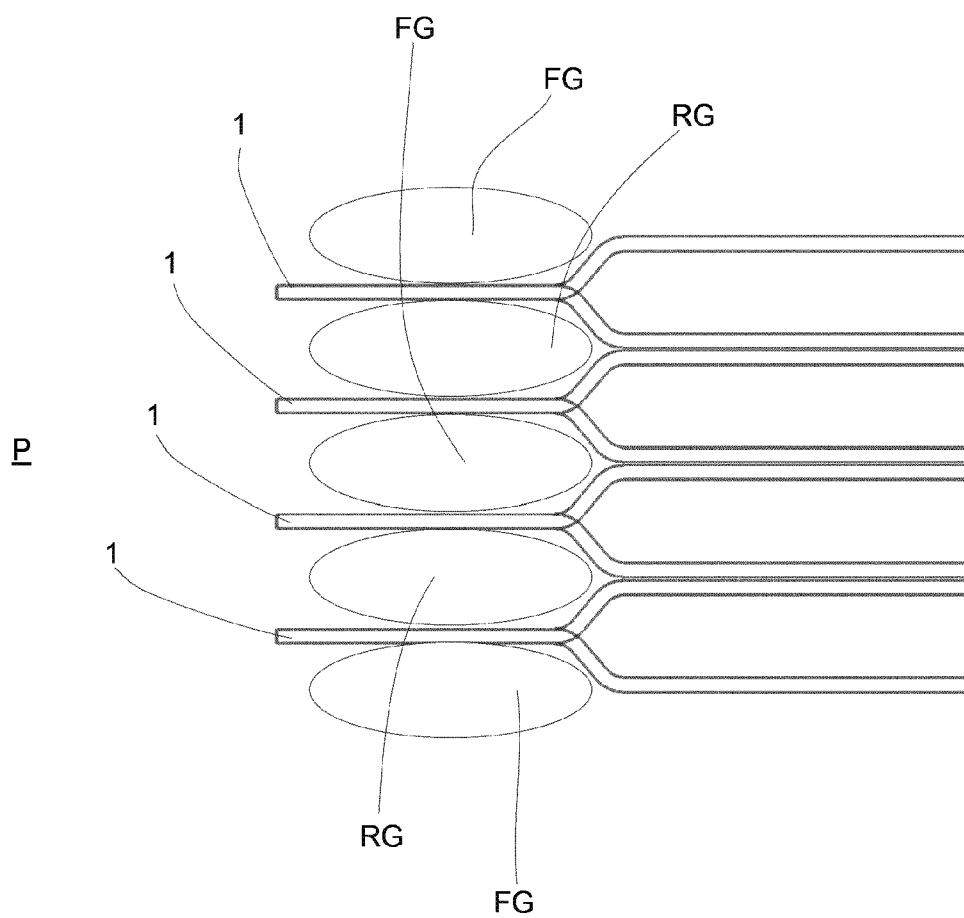
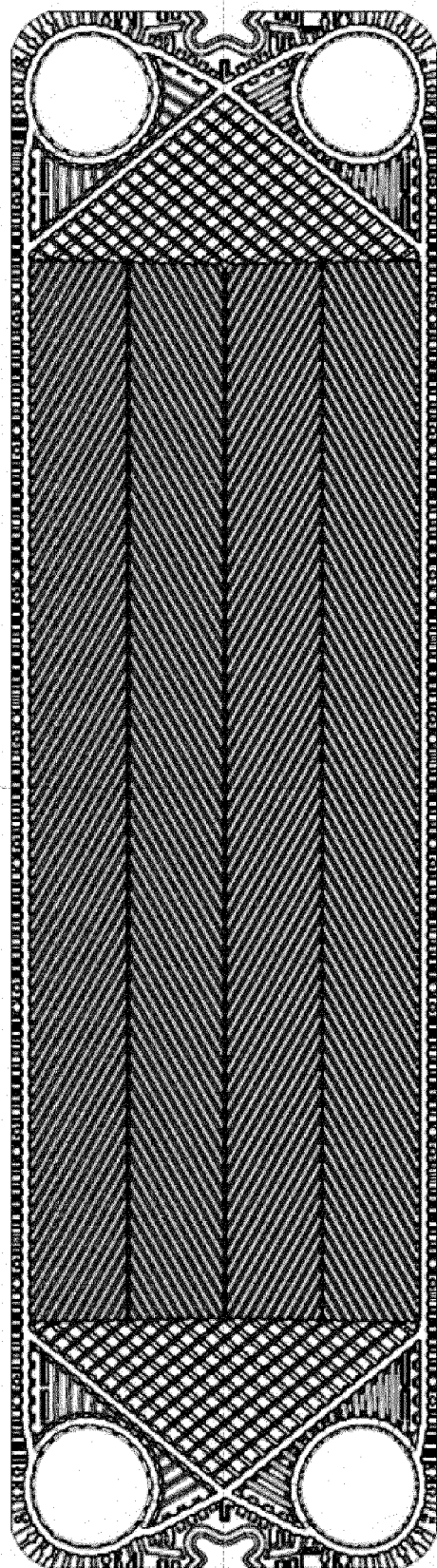


Fig. 1h



2

Fig. 2a

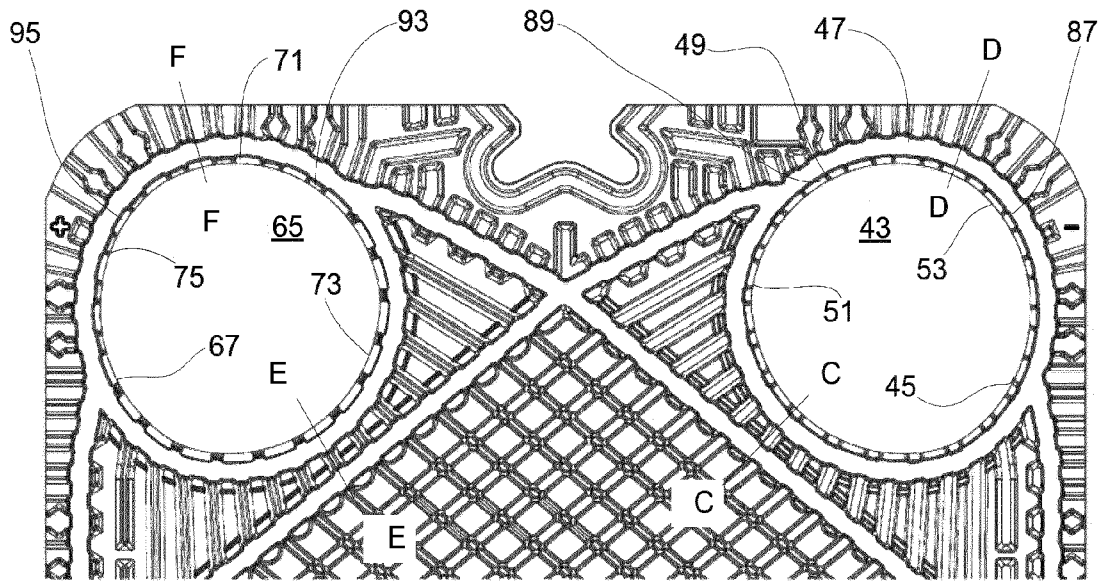


Fig. 2b

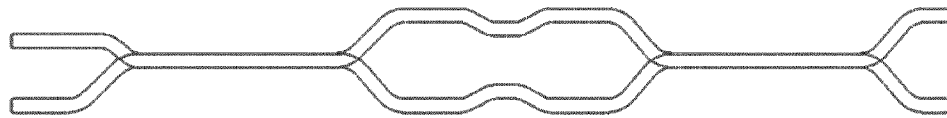


Fig. 2c

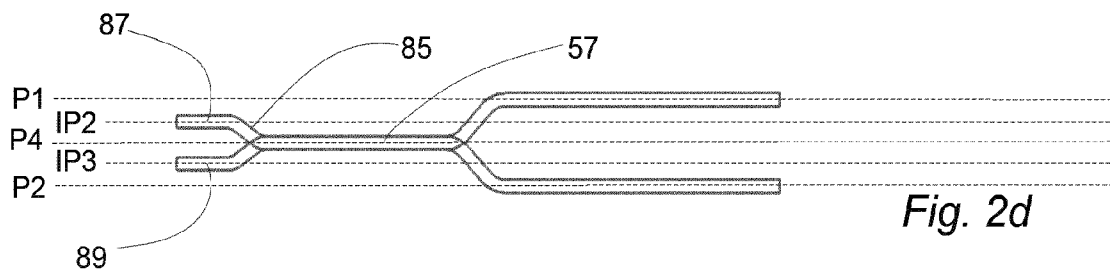


Fig. 2d



Fig. 2e

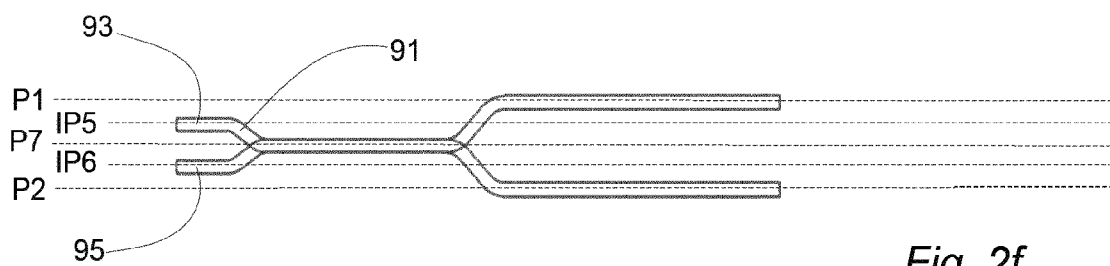


Fig. 2f

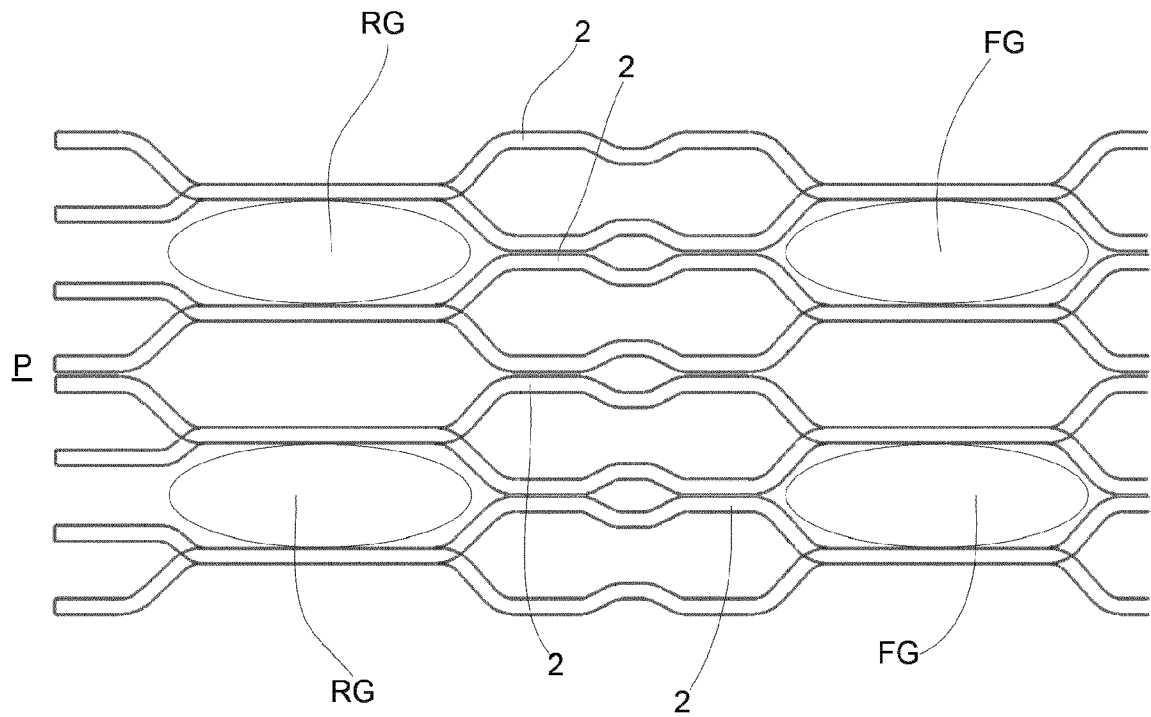


Fig. 2g

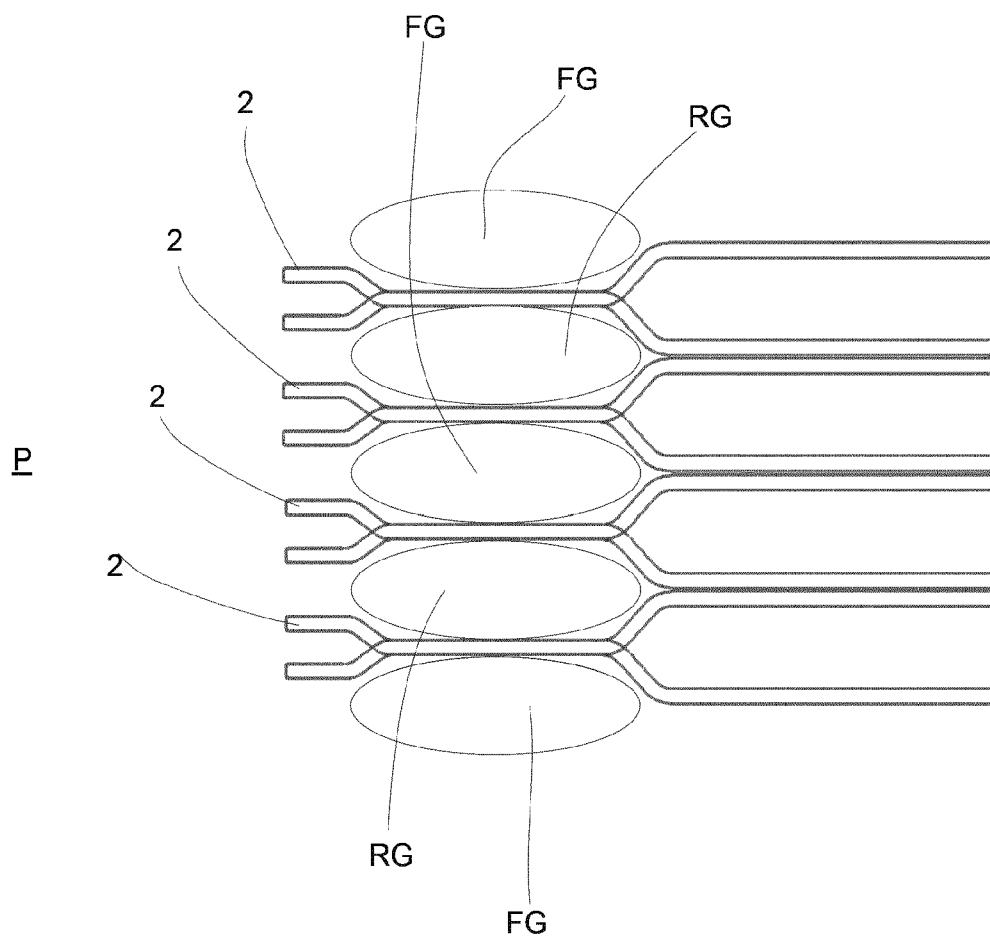
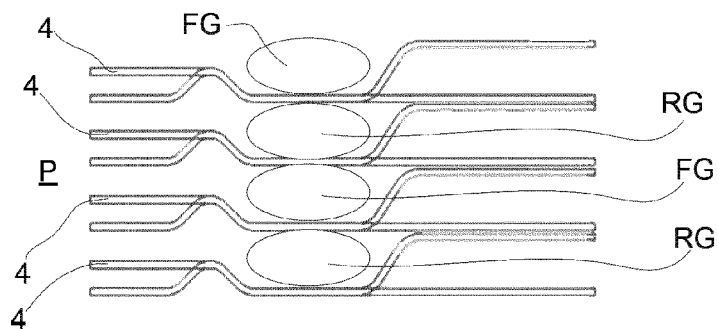
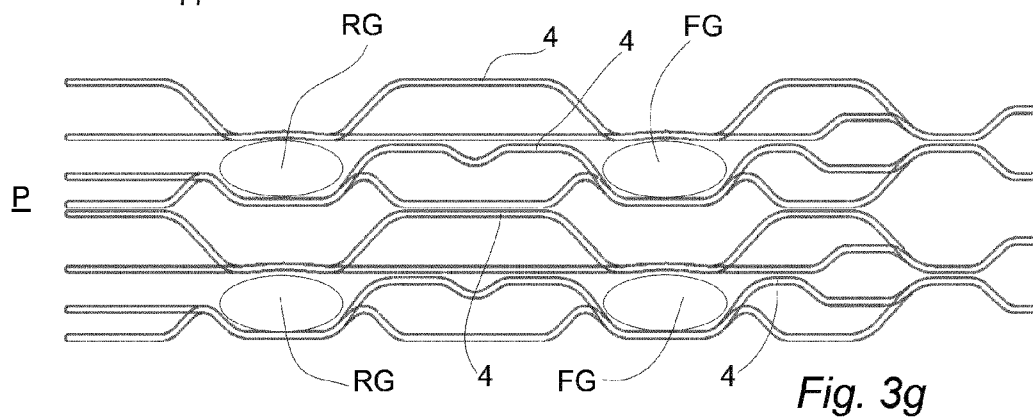
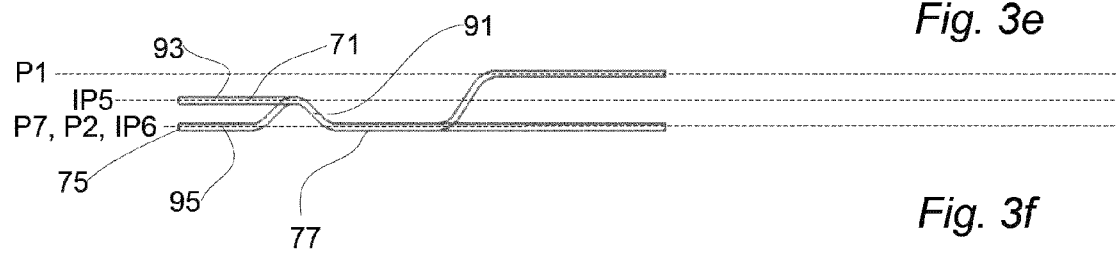
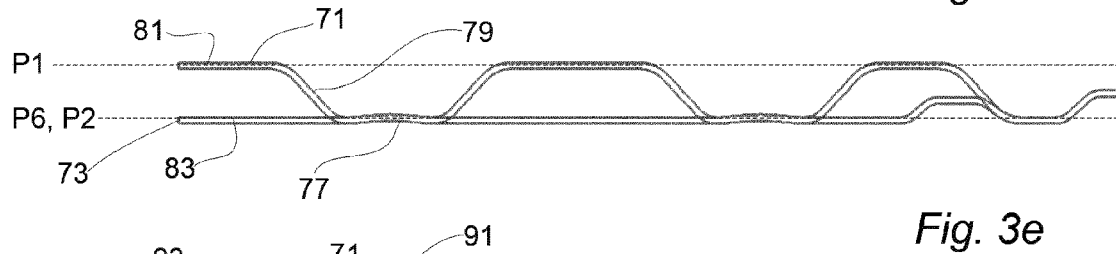
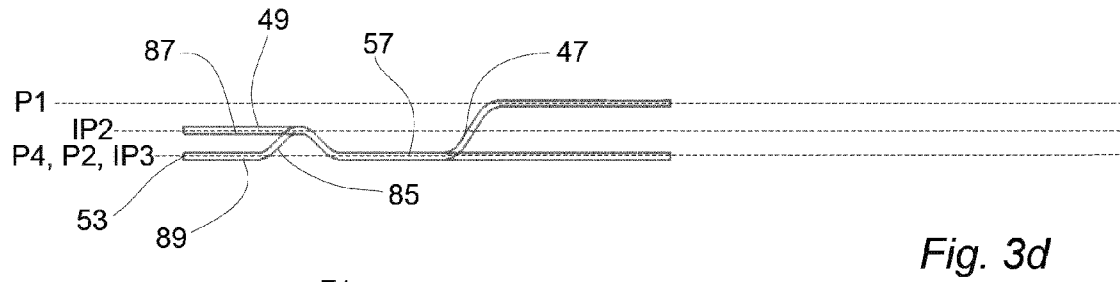
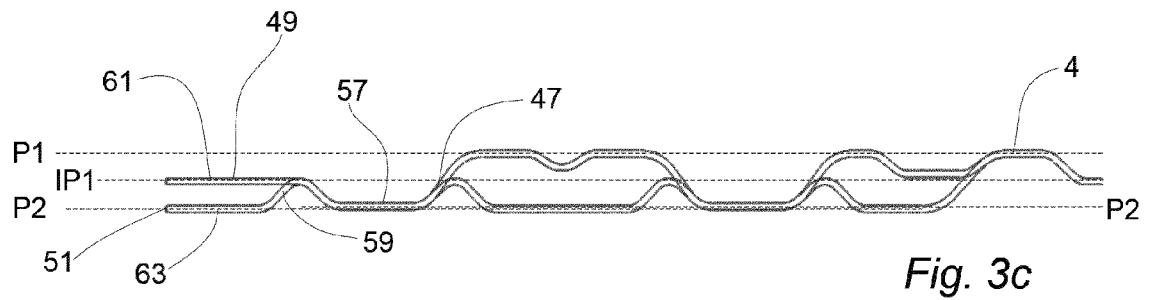


Fig. 2h



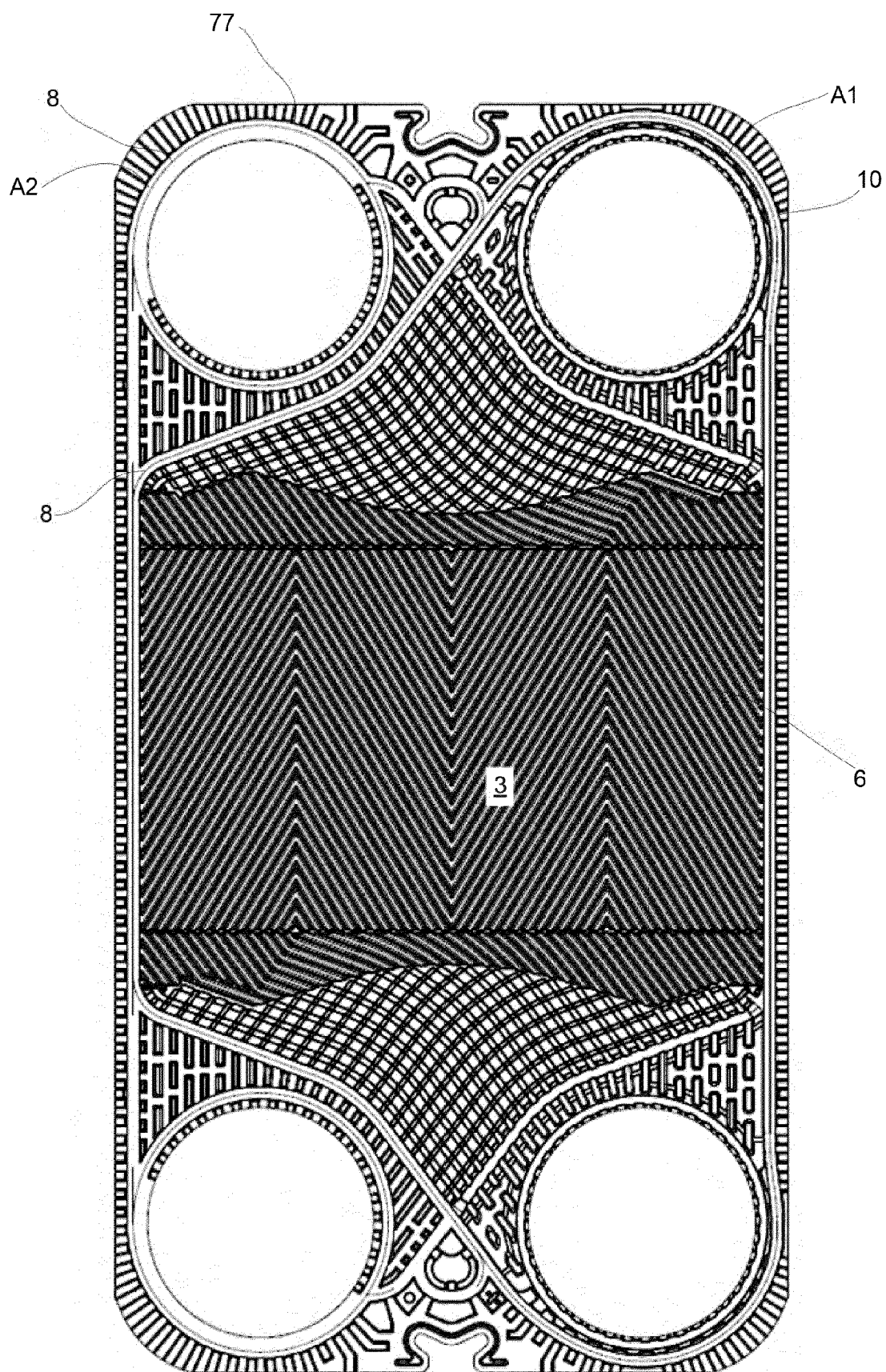


Fig. 4a

