

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 841**

51 Int. Cl.:

**F28F 7/02** (2006.01)

**F28F 9/02** (2006.01)

**F28F 21/04** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2017 PCT/GB2017/051571**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.12.2017 WO17212222**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2017 E 17737008 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020 EP 3465061**

---

54 Título: **Intercambiador de calor**

---

30 Prioridad:

**06.06.2016 GB 201609847**

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

**22.04.2021**

---

73 Titular/es:

**KEW TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)  
38-39 Albert Road, Tamworth  
B79 7JS, GB**

72 Inventor/es:

**KALSI, KAMALDEEP**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 820 841 T3**

---

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

---

**DESCRIPCIÓN**

Intercambiador de calor

La presente invención se refiere a un colector para un intercambiador de calor de flujo paralelo y un intercambiador de calor que incluye el citado colector. La presente invención se refiere en particular a un colector correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1 y como se muestra en la figura 6 del documento WO03/033985A1.

**Antecedentes**

Los intercambiadores de calor se utilizan en muchos sistemas, desde automóviles hasta unidades de aire acondicionado y dispositivos de recuperación de energía en sistemas avanzados de tratamiento térmico.

De manera convencional, el diseño de los intercambiadores de calor debe tener en cuenta varios factores. Por ejemplo, el ensuciamiento puede causar una mayor caída de presión y una menor tasa de transferencia de calor, lo que puede tener un efecto perjudicial en la eficiencia del intercambiador de calor. Como otra consideración, los intercambiadores de calor por su naturaleza experimentarán variaciones de temperatura. Además, los intercambiadores de calor pueden estar sujetos a flujos de fluidos (gas o líquido) a alta velocidad con carga de partículas que elevan las tasas de desgaste en ciertas áreas del sistema. Los problemas de erosión pueden exacerbarse cuando un intercambiador de calor opera a una temperatura elevada. De manera similar, los fluidos que pasan a través de un intercambiador de calor pueden contener ácidos u otros materiales corrosivos, que incluso pueden degradar más el interior de un intercambiador de calor a temperaturas elevadas. Los problemas de corrosión y erosión pueden ser particularmente frecuentes en los intercambiadores de calor metálicos.

En algunos intercambiadores de calor cerámicos convencionales, se emplea una construcción de placas de tubo a tubo. Un primer fluido fluye por el interior de una serie de tubos mientras que un segundo fluido fluye sobre el exterior de los tubos. Por lo tanto, al entrar en contacto con los tubos, el segundo líquido puede estancarse, lo que puede ocasionar una serie de problemas. Por ejemplo, si el segundo fluido contiene partículas, la superficie de los tubos normal al flujo del segundo fluido experimentará una mayor erosión. Además, en algunas situaciones, los puntos de estancamiento alrededor de los tubos provocarán incrustaciones.

Existe la necesidad de procedimientos y aparatos que permitan un intercambio de calor eficaz entre fluidos.

El documento WO03/033985A1 se refiere a un procedimiento con equipo asociado para alimentar dos gases dentro y fuera de una estructura monolítica de múltiples canales. Los gases, denominados aquí gas 1 y gas 2, son alimentados por medio d un cabezal de colector a los canales para el gas 1 y para el gas 2, respectivamente. El gas 1 y el gas 2 se distribuyen en la estructura monolítica de tal manera que al menos una de las paredes del canal sea una pared compartida o conjunta para el gas 1 y el gas 2.

El documento JP H06 34283A se refiere a un procedimiento para fabricar un intercambiador de calor para uso en el espacio que asegura una unión segura entre placas y aletas, permite cambiar de forma o material a los canales usados para cada fluido diferente, y funciona de manera altamente eficiente y con buena fiabilidad.

El documento WO94/10520A1 se refiere a un intercambiador de calor que comprende conductos de primer tipo y conductos del segundo tipo, en el que los conductos de ambos tipos son al menos parcialmente adyacentes unos con respecto a los otros, en el que los conductos se extienden paralelos unos a los otros, los conductos están dispuestos en sección transversal conectándose unos a los otros de acuerdo con un patrón regular de manera que sustancialmente cada una de las paredes de separación está delimitada en al menos un lado por un conducto del primer tipo y está delimitada en el otro lado por un conducto del segundo tipo.

El documento WO2004/094909A1 se refiere a un procedimiento y un dispositivo para operar un quemador de un motor térmico, especialmente una planta de turbina de gas, que comprende una entrada de quemador en el interior de la cual se suministra una mezcla de un combustible y un gas portador enriquecido con oxígeno para quemarlo dentro de una cámara de combustión situada adyacente a la entrada del quemador en la dirección del flujo.

El documento US3272260A se refiere a un intercambiador de calor resistente a la corrosión y, más en particular, se refiere a un intercambiador de calor de grafito.

El documento FR2486222A1 se refiere al intercambiador de calor que se utiliza como recalentador de aire para un motor a reacción de una aeronave que tiene un conjunto de tubos intercambiadores de calor, formados por orificios a través de un bloque entre dos colectores. Los tubos forman dos conjuntos, de manera que las corrientes puedan pasar a través de los mismos en flujo en contracorriente. El bloque tiene bridas en cada extremo para la conexión a los dos colectores.

**Medios para resolver el problema.**

La presente invención se refiere a un colector para un intercambiador de calor de flujo paralelo y un intercambiador de calor que comprende ese colector.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un colector para un intercambiador de calor de flujo paralelo como se establece en la reivindicación 1.

10 Ventajosamente, con un intercambiador de calor de flujo paralelo, los fluidos pueden fluir en paralelo o en anti - paralelo uno con respecto al otro (es decir, contraflujo concurrente). A su vez, esto reduce las posibilidades de estancamiento de un fluido en el interior del intercambiador de calor. En un ejemplo en el que un primer fluido se desplaza a través de una serie de tuberías y un segundo fluido fluye ortogonalmente alrededor del exterior de esas tuberías, el segundo fluido se estancará en el punto de contacto con las tuberías y experimentará un efecto turbulento en el otro lado de esas tuberías. La caída de presión causada por el estancamiento / turbulencia puede conducir a una ineficiencia en la transferencia de calor entre los fluidos primero y segundo.

15 Además, incluso si se hace que los fluidos primero y segundo fluyeran a través de canales ortogonales, el intercambiador de calor tendría que expandirse en dos dimensiones (largo y ancho) para aumentar el área de transferencia de calor. Esto, a su vez, reducirá la presión para un volumen dado de fluido debido a la mayor anchura del intercambiador de calor (y, por lo tanto, al área de sección transversal más grande de los canales). Por lo tanto, la velocidad de los fluidos que se desplazan a través del intercambiador de calor también se reducirá para ese volumen de fluido dado. Por otro lado, con un flujo paralelo, el intercambiador de calor se puede expandir en una dimensión (es decir, aumentando la longitud dejando el mismo ancho) para aumentar el área de transferencia de calor. Las otras dimensiones (es decir, el ancho y la altura) pueden permanecer iguales, minimizando de esta manera el efecto sobre la presión y la velocidad.

20 En algunos aspectos, el colector está adaptado para operar a una temperatura de entre 1.070°C y 1.350°C. De esta manera, aumenta el rango de fluidos y variaciones de temperatura que puede procesado por el intercambiador de calor.

25 En algunos aspectos, el colector es carburo de silicio o un material derivado del carburo de silicio. El carburo de silicio, o un material derivado del carburo de silicio, permite que el colector sea más resistente a la erosión y a la corrosión, al mismo tiempo que permite que el colector procese fluido a altas temperaturas.

30 De acuerdo con la presente invención, un colector comprende además una tercera pluralidad de canales que tienen una abertura orientada hacia una cuarta dirección y una abertura orientada hacia la primera dirección, en el que la cuarta dirección es diferente de la primera dirección, la segunda dirección y la tercera dirección. De esta manera, un colector puede hacer que el fluido de tres fuentes de fluido diferentes fluya en paralelo en el interior de un intercambiador de calor. Si los tres fluidos están a diferentes temperaturas, esto proporciona un mayor control sobre la temperatura de los fluidos que salen del intercambiador de calor.

35 En algunos aspectos, un número predeterminado de canales intercalados de cada uno del primer y segundo conjuntos de canales se dispone entre canales consecutivos del tercer conjunto de canales. Preferiblemente, el número predeterminado es mayor que uno.

40 En algunos aspectos, un colector comprende además una cuarta pluralidad de canales que tienen una abertura orientada hacia una quinta dirección y una abertura orientada hacia la primera dirección, en el que la quinta dirección es diferente de la primera dirección, la segunda dirección, la tercera dirección y la cuarta dirección. Una disposición de este tipo proporciona un control aún mayor sobre la temperatura de un primer y segundo fluido que salen de un intercambiador de calor. Por ejemplo, con fluido de cuatro fuentes de fluido, se puede proporcionar fluidos primero y segundo para ser procesados (es decir, para que la temperatura aumente / disminuya), mientras que los fluidos tercero y cuarto se pueden proporcionar para modular la temperatura de los fluidos primero y segundo. En algunos ejemplos, el tercer fluido puede ser un refrigerante y el cuarto fluido puede ser un fluido de calentamiento.

45 La presente invención comprende además un procedimiento de fabricación del colector como se describe en la presente memoria descriptiva, en el que la citada fabricación comprende imprimir en 3D el citado colector.

50 En algunos aspectos, un intercambiador de calor comprende dos colectores conectados a lados opuestos de una pila de intercambio de calor, en el que cada colector es un colector como se describe en la presente memoria descriptiva; y la pila de intercambio de calor comprende al menos un bloque de intercambio de calor, que tiene una pluralidad de canales a través del mismo, alineándose los canales del bloque de intercambio de calor con los canales de cada colector para formar una serie de trayectos de gas que abarcan tanto los colectores como la pila de intercambio de calor.

En algunos aspectos, los bloques de intercambio de calor incluyen un área de inserción adaptada para recibir una junta, estando dispuesta la citada área de inserción sobre una superficie del bloque y rodeando los canales sobre la

superficie del bloque. Una disposición de este tipo reduce la posibilidad de contaminación cruzada de fluidos dentro del intercambiador de calor.

5 En algunos aspectos, un primer trayecto de fluido comprende la primera pluralidad de canales en un colector y la primera pluralidad de canales en el otro colector y un segundo trayecto de fluido comprende la segunda pluralidad de canales en un colector y la segunda pluralidad de canales en el otro colector. Un intercambiador de calor de estos aspectos comprende además un primer conector adaptado para conectar el primer trayecto de fluido a una primera fuente de fluido; y un segundo conector adaptado para conectar el segundo trayecto de fluido a una segunda fuente de fluido.

10 En algunos aspectos, el intercambiador de calor comprende además un tercer conector para conectar el primer trayecto de fluido a la segunda fuente de fluido en un extremo del primer trayecto de fluido opuesto al primer conector. Por tanto, un fluido que entra en el intercambiador de calor como primer fluido se puede utilizar para intercambiar calor con el mismo fluido que se ha procesado térmicamente y a continuación vuelve a entrar en el intercambiador de calor como segundo fluido.

15 En algunos aspectos, los conectores primero y segundo están unidos al mismo colector. En otros aspectos, los conectores primero y segundo están unidos a los diferentes colectores.

A continuación se describen sin limitación diversas realizaciones y aspectos de la presente invención, con referencia a las figuras que se acompañan.

#### Breve descripción de los dibujos

- 20 La figura 1 representa una vista en perspectiva de un intercambiador de calor.
- La figura 2 representa una vista en perspectiva de un colector para un intercambiador de calor.
- La figura 3 representa una vista en sección transversal a lo largo de la línea A - A de la figura 2.
- La figura 4 representa una vista en sección transversal a lo largo de la línea B - B de la figura 2.
- La figura 5 representa una vista en perspectiva de un difusor para un colector.
- 25 La figura 6 representa una vista en perspectiva de un bloque intercambiador de calor para un intercambiador de calor.
- La figura 7 representa una vista en perspectiva de un intercambiador de calor que incluye una carcasa o casco.
- La figura 8 muestra una vista esquemática de un sistema de Tratamiento Térmico Avanzado que incluye un intercambiador de calor.
- 30 La figura 9 representa una vista en perspectiva de un colector para un intercambiador de calor.
- La figura 10A representa una vista en perspectiva de un colector para un intercambiador de calor.
- La figura 10B representa una vista en sección transversal a lo largo de la línea C - C de la figura 10A.
- La figura 11A representa una vista en perspectiva de un bloque de intercambiador de calor para un intercambiador de calor.
- 35 La figura 11B representa una vista en sección transversal a lo largo de la línea D - D de la figura 11A.
- La figura 12A representa una vista en perspectiva de una pieza extrema para un intercambiador de calor.
- La figura 12B representa una vista en sección transversal a lo largo de la línea E - E de la figura 12A.

#### Descripción detallada de una realización preferente

40 La presente invención se refiere a un colector 2 para un intercambiador de calor 1 y un intercambiador de calor 1 que incorpora el citado colector 2. En el interior del intercambiador de calor 1, fluidos de dos fuentes de fluidos diferentes fluyen uno hacia el otro a través de canales paralelos aislados, intercalados. El intercambiador de calor 1 es de uso particular en los sistemas de Tratamiento Térmico Avanzado, pero se puede aplicar a otros campos, tales como la recuperación de calor de gases de combustión a alta temperatura, recuperación de energía de fluidos de proceso a alta temperatura, recuperación de energía de fluidos químicos agresivos, economización de reactores químicos, procesos de producción de negro de humo, ciclo Ericsson de alta temperatura (ciclo Joule de combustión indirecta), recuperación a alta temperatura de gases calientes, químicamente agresivos e incrustantes, por ejemplo,

45

en industria del acero y en aplicaciones petroquímicas. Estos campos se proporcionan como ejemplos y la aplicación del intercambiador de calor 1 no está limitada a esos campos.

5 En una realización preferente, el intercambiador de calor 1 consta de un primer colector 2a conectado a una pila de intercambio de calor 3, que a su vez también está conectada a un segundo colector 2b. La pila de intercambio de calor 3 comprende al menos un bloque de intercambio de calor 4. Los colectores primero y segundo 2a, 2b del intercambiador de calor 1 son sustancialmente iguales en diseño pero tendrán diferentes orientaciones cuando se conecten a la pila de intercambio de calor 3, como se muestra en la figura 1.

#### Colector

10 Con referencia a la figura 2, un colector 2 consta de canales intercalados 5 que permiten que dos corrientes de fluido entren o salgan desde diferentes direcciones, mientras que el flujo de ambas dos corrientes de fluido en una entrada / salida del colector 2 será a lo largo del mismo eje. La disposición que se muestra en la figura 2 tiene una sección transversal trapezoidal, una entrada / salida de una primera corriente de fluido está situada en un lado no paralelo del trapecio mientras que una entrada / salida de la segunda corriente de fluido está situada en el otro lado no paralelo del trapecio. El colector 2 de la figura 2 debe estar unido a una pila de intercambio de calor 3 en el lado paralelo más largo del trapecio. Con esta disposición, las caras asociadas con los lados no paralelos tendrán la mitad del número de canales que la cara que se debe unir a una pila de intercambio de calor 3. Por lo tanto, un colector 2 puede distribuir el flujo de fluido dentro y fuera de la pila de intercambio de calor 3 de forma paralela. Son posibles otras formas de sección transversal, y la presente invención no se limita a secciones transversales trapezoidales para el colector.

20 El colector 2 incluye dos conjuntos de canales 5a, 5b, teniendo todos los canales 5, 5a, 5b una abertura en una primera dirección (es decir, hacia una pila de intercambio de calor). Un primer conjunto de canales 5a tiene otra abertura orientada hacia una segunda dirección (es decir, hacia la izquierda en la figura 2) y el segundo conjunto de canales 5b tiene otra abertura en una tercera dirección (es decir, hacia la derecha en la figura 2). Las direcciones segunda y tercera son diferentes una de la otra. Preferiblemente, tanto la segunda como la tercera dirección también son diferentes de la primera dirección, pero el colector requiere que sólo una de las direcciones segunda y tercera difiera de la primera dirección. Cada canal 5 en el conjunto de canales primero y segundo 5a, 5b crea por lo tanto un volumen cerrado a través del cual se puede desplazar un fluido (gas o líquido). Dentro del colector que tiene este diseño, un fluido en un canal está aislado de un fluido en cualquiera de los otros canales.

30 La disposición anterior permite que un primer fluido (calentado) desde una primera posición fluya para entrar o salir de la primera pluralidad de canales 5a desde una fuente diferente a la del fluido que entra o sale de la segunda pluralidad de canales 5b. Cuando el colector 2 está unido a una pila de intercambio de calor 3, el trayecto del fluido que abarca la primera pluralidad de canales 5a será paralelo al trayecto del fluido que abarca la segunda pluralidad de canales 5b dentro de la pila de intercambio de calor 3. Por lo tanto, el colector 2 permite que el fluido de diferentes fuentes fluya en paralelo dentro de una pila de intercambio de calor 3.

35 La primera pluralidad de canales 5a y la segunda pluralidad de canales 5b están intercalados para permitir que el fluido de diferentes fuentes de fluido fluya en canales alternativos 5 dentro del colector 2. Por ejemplo, un primer canal de la primera pluralidad de canales 5a está dispuesto junto a un primer canal de la segunda pluralidad de canales 5b, que también está dispuesto junto a un segundo canal de la primera pluralidad de canales 5a. El segundo canal de la primera pluralidad de canales 5a está dispuesto entonces también junto a un segundo canal de la segunda pluralidad de canales 5b y así sucesivamente. Cuando un primer fluido (por ejemplo, un fluido relativamente caliente) fluye en la primera pluralidad de canales 5a y un segundo fluido (por ejemplo, un fluido relativamente frío) fluye en la segunda pluralidad de canales 5b, el intercambio de calor entre los fluidos primero y segundo se producirá en el colector 2.

45 También se prefiere que la geometría de los canales de la pluralidad de canales primera y segunda 5a, 5b sea tal que la velocidad del flujo se pueda mantener constantemente alta en todo el intercambiador de calor 1. Cada canal consiste en una curvatura suave que toma un flujo y lo hace girar de una manera que permita que las corrientes alternas de calor y frío se canalicen al interior de la pila de intercambio de calor 3 del núcleo. En la disposición que se muestra en las figuras 3 y 4, por ejemplo, no hay ningún punto a lo largo de una superficie de transferencia de calor (es decir, una pared del canal) que esté en ángulo recto (90°) con la dirección del flujo de fluido. Esto evita el estancamiento de fluido dentro del colector 2, permitiendo así una alta velocidad de flujo y reduciendo significativamente la propensión a ensuciarse.

50 Para minimizar adicionalmente la posibilidad de estancamiento y mantener una alta velocidad de flujo, la entrada al colector de un fluido puede incluir un conjunto de difusores 8 para canalizar el flujo de manera apropiada. Un difusor de este tipo 8 se puede ver en la figura 5.

Se prefiere que el colector 2 se imprima en 3D y a continuación sufra un recocido para el curado para facilitar la fabricación. Este procedimiento de construcción es rentable, ya que el proceso de montaje es un trabajo sencillo basado en refracción, que no requiere soldadura especializada u otro procedimiento similar.

5 El colector preferido 2 se fabrica a partir de carburo de silicio (SiC). Por tanto, el colector preferido se fabrica a partir de SiC o un material derivado del SiC, aunque se pueden aplicar otros materiales y técnicas de construcción. La resistencia a altas temperaturas del material de SiC permite que el colector 2 opere de forma continua en entornos altamente corrosivos y agresivos hasta a 1.350°C. Al cambiar las variantes del SiC, esto se puede aumentar a 1.600°C.

10 Se pueden definir dos esquinas opuestas 20, 21 en un colector 2 de tal manera que, cuando se ve una sección transversal del canal en el colector 2, dos lados adyacentes a una primera esquina 20 tienen aberturas y dos lados adyacentes a una segunda esquina 21 están ausentes de aberturas como se muestra en las figuras 3 y 4, que muestran secciones transversales tomadas a lo largo de las líneas A - A y B - B de la figura 2 respectivamente. Por tanto, la figura 3 muestra uno del primer conjunto de canales 5a y la figura 4 muestra uno del segundo conjunto de canales 5b. Se elige un radio de curvatura en la segunda esquina 21 para evitar el estancamiento del fluido que fluye a través del canal. En algunos aspectos, ese radio de curvatura está entre 95 mm y 125 mm. En un aspecto preferido, el radio de curvatura es de 110 mm. Sin embargo, será evidente que se puede aplicar un radio de curvatura diferente dependiendo de varios factores, incluido el fluido que debe pasar a través del colector.

#### Pila de intercambiadores de calor

20 La pila de intercambiadores de calor 3 comprende uno o más bloques de intercambiador de calor 4. Cada bloque de intercambiador de calor 4 tiene un número de canales 6 paralelos a través de los cuales puede fluir el fluido. En la realización preferente, un bloque de intercambiadores de calor 4 es un cuboide, teniendo cada canal 6 una sección transversal rectangular y extendiéndose a lo largo de un eje del cuboide desde una cara a la cara opuesta del citado cuboide. Los canales 6 en el bloque de intercambio de calor 4 serán por tanto paralelos uno al otro. Esto asegura que el intercambio de calor entre los fluidos en los canales adyacentes 6 tenga lugar a lo largo de todo el canal 6 sin la necesidad de crear un intercambiador de calor 1 complicado o demasiado grande. Cada canal en el bloque de intercambio de calor 4 crea por lo tanto un volumen cerrado a través del cual un fluido (gas o líquido) se puede desplazar. Dentro de un bloque de intercambio de calor 4 como se describe en la presente memoria descriptiva, un fluido en un canal 6 está aislado de un fluido en cualquiera de los otros canales 6.

30 La parte superior e inferior de un bloque de intercambio de calor 4 tiene áreas de inserción 8 que permiten el sellado hermético de la junta entre el bloque de intercambio de calor 4 y un colector 2 u otro bloque de intercambio de calor 4. Será evidente que un colector 2 también puede incluir áreas de inserción similares en algunas realizaciones. Las áreas de inserción 8 están en la superficie del bloque de intercambio de calor 4 y están situadas de manera que una junta colocada en el área de inserción 8 rodee los canales 6 cuando el bloque de intercambio de calor 4 se combina con los colectores 2 y / o los bloques de intercambio de calor 4 en un intercambiador de calor 1. En una disposición preferida, se utilizan juntas de fibra cerámica, lo que es permitido por la simplicidad de la geometría de los bloques de intercambio de calor y los colectores en la conexión entre esos elementos.

35 Se prefiere que los bloques de intercambio de calor 4 se produzcan utilizando colado en molde. En otras realizaciones, los bloques de intercambio de calor 4 se imprimen en 3D y a continuación son recocidos para el curado. Un bloque de intercambio de calor preferido 4 se fabrica a partir de carburo de silicio (SiC). Se pueden aplicar otros materiales y técnicas de construcción. En todavía otras realizaciones, los bloques de intercambio de calor 4 pueden construirse montando placas de cerámica no recocidas o "verdes" que a continuación se curan como un conjunto. También son posibles otras técnicas de fabricación.

#### Intercambiador de calor

45 En la disposición que se muestra en la figura 1, un intercambiador de calor 1 incluye dos colectores 2a, 2b y una pila de intercambio de calor (también denominada núcleo de intercambio de calor) 3, con los colectores 2a, 2b unidos a extremos opuestos de la pila de intercambio de calor 3. En la disposición de la figura 1, se muestran seis bloques de intercambio de calor 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, aunque será evidente que el número de bloques de intercambio de calor 4 puede variar de acuerdo con los requisitos del sistema. En el que se emplea el intercambiador de calor 1. El intercambiador de calor 1 incluye además conectores para conectar los colectores a las fuentes de fluido respectivas. Por ejemplo, un primer conector asociado a un primer trayecto de fluido conecta el primer colector 2a a una primera fuente de fluido, y un segundo conector asociado a un segundo trayecto de fluido conecta el segundo colector 2b a una segunda fuente de fluido. En algunos aspectos, un tercer conector asociado al segundo trayecto de fluido también conecta el segundo colector 2b a la segunda fuente de fluido.

50 Cada elemento del intercambiador de calor (es decir, los colectores 2a, 2b y los bloques de intercambio de calor 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f) se combinan juntos a lo largo de un eje del intercambiador de calor 1. Por lo tanto, ese eje del intercambiador de calor 1 pasa a través de la pila de intercambio de calor 3 y a través de ambos colectores 2a, 2b,

que están dispuestos en los extremos opuestos de la pila de intercambio de calor 3. Usando la orientación de un colector 2 como se ha descrito más arriba, la primera dirección de cada colector 2a, 2b está alineada con el eje del intercambiador de calor 1, aunque un colector está invertido con respecto al otro (es decir, la cara que tiene más aberturas en cada colector está orientada al otro colector).

- 5 El primer conjunto de canales 5a en el primer colector 2a se alinea con un primer conjunto de canales 6a en la pila de intercambio de calor 3, que a su vez se alinea con un primer conjunto de canales 5a en el segundo colector 2b para crear un primer conjunto de trayectos de fluido. De manera similar, el segundo conjunto de canales 5b en el primer colector 2a se alinea con un segundo conjunto de canales 6b en la pila de intercambio de calor 3, que a su vez se alinea con un segundo conjunto de canales 5b en el segundo colector 2b para crear un segundo conjunto de trayectos de fluido. Por tanto, los trayectos de fluidos primero y segundo estarán intercalados. Por ejemplo, un primer trayecto de fluido del primer conjunto de trayectos de fluidos es adyacente a un primer trayecto de fluido del segundo conjunto de trayectos de fluido, que también es adyacente a un segundo trayecto de fluido del primer conjunto de trayectos de fluido. El segundo trayecto de fluido del segundo conjunto de trayectos de fluidos también es adyacente a un segundo trayecto de fluido del segundo conjunto de trayectos de fluidos y así sucesivamente.
- 10 Los trayectos de fluido, cuando están dentro de la pila de intercambio de calor 3, son paralelos al eje del intercambiador de calor 1. En cada colector 2a, 2b, los trayectos de fluido pasan de ser paralelos al eje a una dirección diferente; el primer conjunto de trayectos de fluidos gira para estar orientado en una dirección que no es paralela al eje, mientras que un segundo conjunto de trayectos de fluidos gira para estar orientado a otra dirección que no es paralela al eje y es diferente de la dirección del primer conjunto de trayectos de fluidos.
- 15 De esta manera, los colectores 2a, 2b pueden separar el fluido en el primer conjunto de trayectos de fluidos del fluido en el segundo conjunto de trayectos de fluido. Esto permite que el intercambiador de calor 1 tenga entradas de fluidos de dos fuentes de fluidos diferentes. A medida que se intercalan los conjuntos primero y segundo de trayectos de fluido, los colectores 2a, 2b separan los fluidos en trayectos de fluido respectivos y hacen que los fluidos fluyan en canales adyacentes dentro de la pila de intercambio de calor 3. El intercambio de calor entre los fluidos puede ocurrir entonces usando el material de los colectores 2 y bloques de intercambio de calor 4 como medio de intercambio de calor.
- 20
- 25

En algunas realizaciones, el fluido tanto en el conjunto de trayectos de fluido primero como segundo fluye en la misma dirección. En otras realizaciones, el fluido en el primer conjunto de trayectos fluye en la dirección opuesta al fluido en el segundo conjunto de trayectos de fluido.

- 30 Como resultado del flujo paralelo del fluido en la pila de intercambio de calor 3 que se ha descrito más arriba, el área del intercambiador de calor 1 sobre la cual tiene lugar el intercambio de calor entre fluidos en canales adyacentes 6 se maximiza, proporcionando así un intercambiador de calor más eficiente. Además, el intercambiador de calor 1 solo necesita expandirse a lo largo de un único eje en el caso de que sea necesario alterar la superficie de intercambio de calor (por ejemplo, si se requiere tiempo adicional para el intercambio de calor entre los dos fluidos). A este respecto, la naturaleza modular de los bloques de intercambio de calor 4 y los colectores 2 mejora la ventaja ya que la longitud del intercambiador de calor 1 se puede modificar aumentando o reduciendo el número de bloques de intercambio de calor 4 de una manera rápida y sencilla. Además, una disposición modular de este tipo es ventajosa porque si un elemento es dañado, se puede quitar y reemplazar de forma rápida y sencilla, minimizando de esta manera el tiempo de inactividad de un sistema que incorpora el intercambiador de calor. Con los intercambiadores de calor metálicos típicos, los componentes se sueldan unos a los otros, lo que impide un mecanismo simple para retirar y reemplazar un componente dañado. La soldadura también hace más difícil el acceso al interior del intercambiador de calor, lo que puede aumentar el tiempo de inactividad si se requiere limpieza.
- 35
- 40

- Se ha descrito previamente que el fluido en el interior de un canal en un colector 2 está aislado del fluido en otros canales en ese colector 2, y que el fluido en el interior de un canal en un bloque de intercambio de calor 4 está aislado del fluido en otros canales en ese bloque de intercambio de calor 4. Para minimizar la posibilidad de fugas de fluido de los canales en una unión entre los bloques 4 o entre el bloque 4 y el colector 2, se puede colocar un intercambiador de calor en el interior de un casco o carcasa. Una disposición de este tipo se muestra en la figura 7, en la que dos colectores 2a, 2b y una pila de intercambio de calor 3 están encerrados en una carcasa (o casco) 7.
- 45

- Las dimensiones internas de la carcasa 7 son similares a las dimensiones externas de la combinación de dos colectores 2 y la pila de intercambio de calor 3 a lo largo del eje del intercambiador de calor 1. Cuando los colectores 2a, 2b y la pila de intercambio de calor 3 están dispuestos en el interior de la carcasa 7, la carcasa 7 comprime los colectores 2a, 2b y la pila de intercambio de calor 3 a lo largo del eje. Al comprimir de esta manera los elementos del intercambiador de calor 1 se evita que el fluido salga de un trayecto de fluido en la unión entre dos elementos (es decir, un colector 2 a la unión del bloque 4 del intercambiador de calor o un bloque 4 del intercambiador de calor a la unión del bloque 4 del intercambiador de calor). A su vez, esto evita la contaminación de un fluido que se desplaza a través del primer conjunto de trayectos de fluidos por un fluido que se desplaza a través del segundo conjunto de trayectos de fluido.
- 50
- 55

La carcasa 7 incluye puertos 9a, 9b, 9c, 9d que actúan como una conexión entre una fuente de fluido y los colectores 2a, 2b. Por ejemplo, un primer puerto 9a asociado con el primer colector 2a y un primer trayecto de fluido se conecta a una primera fuente de fluido, y un segundo puerto 9b asociado con el segundo colector 2b y un segundo trayecto de fluido se conecta a una segunda fuente de fluido. En algunos aspectos, un tercer puerto 9c asociado con el segundo colector 2b y el segundo trayecto de fluido también se conecta a la segunda fuente de fluido 10.

Preferiblemente, la carcasa 7 es una carcasa de acero con revestimiento refractario y los bloques de intercambio de calor 4 se mantienen en su lugar por medio de accesorios en el interior del revestimiento. Será evidente para el experto en la materia que la carcasa puede estar hecha de otro material de suficiente resistencia.

Se ha señalado más arriba que aunque el intercambiador de calor 1 puede estar hecho de cualquier material adecuado, el material preferido para fabricar los colectores 2 y la pila de intercambio de calor 3 es el carburo de silicio (SiC) o un material derivado del SiC. Este material proporciona una serie de beneficios sobre un intercambiador de calor de metal convencional en términos de temperatura de operación, resistencia a la corrosión, resistencia a la erosión y mantenimiento.

En términos de temperatura de operación y resistencia a la corrosión, por ejemplo, los límites de material típicos para metales especializados como 253MA o aleaciones a base de Incolnel se limitan a menos de 1000°C cuando el entorno es muy agresivo. Con un material de SiC o derivado del SiC, el intercambiador de calor puede operar de manera continua en entornos altamente corrosivos y agresivos de hasta 1.350°C. Al cambiar las variantes del SiC, esto se puede aumentar a 1.600°C. Para minimizar aún más los efectos negativos en entornos altamente corrosivos y agresivos, la operación del intercambiador de calor puede limitarse a 1.070°C. En algunos aspectos, por lo tanto, el intercambiador de calor y, por lo tanto, el colector opera entre 1.070°C y 1.350°C. En algunos aspectos, el intercambiador de calor opera entre 1.070°C y 1.600°C. La temperatura de operación más alta permite que el intercambiador de calor se aplique a una variedad más amplia de sistemas que requieren un intercambiador de calor.

En términos de resistencia a la erosión, si hay sólidos presentes en el flujo, la erosión se convierte en un problema, especialmente si la forma del flujo contiene puntos de estancamiento. Además, para gestionar los problemas de expansión térmica, las superficies deben tener paredes delgadas, lo que reduce su capacidad para resistir un impacto sólido continuo. Sin embargo, el uso de SiC o un material derivado de SiC permite una mayor resistencia a la erosión. A su vez, esto mejora la durabilidad de los elementos del intercambiador de calor 2, 3 y reduce la cantidad de tiempo requerido para el mantenimiento.

Además, si hay acumulación de material en el interior del intercambiador de calor 1 (por ejemplo, los alquitranes pueden acumularse si hay hidrocarburos presentes en uno o ambos fluidos), será necesaria una limpieza. Para limpiar el intercambiador de calor preferido 1, se pueden proporcionar medios para añadir un medio sorbente. El medio absorbente actúa como un agente de "limpieza con chorro de arena" en el interior del intercambiador de calor 1. El medio sorbente se introduce en la corriente de flujo, en el que las velocidades se mantienen constantemente altas debido a la geometría del canal, y se transporta a los canales. Por lo tanto, el medio sorbente elimina las incrustaciones de las paredes interiores mediante una acción abrasiva. La limpieza de esta manera es posible debido a las propiedades del material, y particularmente a la dureza, del material de SiC. Normalmente, el medio sorbente es normalmente arena de alúmina, que se recupera y se reutiliza.

El costo de los intercambiadores de calor metálicos también es prohibitivo debido al elevado costo de las aleaciones basadas en Incolnel.

En algunos aspectos, un colector 2 puede ser adaptado para permitir que el intercambiador de calor 1 reciba fluido de tres o más fuentes de fluido. Esto le dará un mayor control sobre la temperatura en el interior del intercambiador de calor y, por lo tanto, la temperatura de los fluidos que salen del intercambiador de calor. El colector 2 de acuerdo con este aspecto incluirá tres conjuntos de canales 15a, 15b, 15c, teniendo cada canal de esos tres conjuntos una abertura en una primera dirección. Los canales en el primer conjunto de canales 15a también tendrán una abertura en una segunda dirección, los canales en el segundo conjunto de canales 15b también tendrán una abertura en una tercera dirección, y los canales en el tercer conjunto de canales 15b también tendrán una abertura en una cuarta dirección.

Cuando un colector 2 permite que un intercambiador de calor 1 reciba fluido de más de dos fuentes de fluido como se ha indicado más arriba, se pueden aplicar diferentes disposiciones para los canales intercalados. Por ejemplo, un canal en un tercer conjunto de canales 15 puede estar dispuesto solo después de un número predeterminado de canales intercalados del primer y segundo conjunto de canales 5a, 5b - puede haber N canales intercalados de cada uno de los conjuntos de canales primero y segundo 5a, 5b entre canales consecutivos del tercer conjunto de canales 15, en el que N es un número predeterminado. En algunos aspectos, N es mayor que uno. La disposición exacta de los canales puede variar dependiendo del sistema al que se aplica el intercambiador de calor 1.

55

### Ejemplos de uso

En un ejemplo, un intercambiador de calor 1 como se ha descrito más arriba se puede implementar en un sistema de Tratamiento Térmico Avanzado. Como se muestra en la figura 8, por ejemplo, el gas relativamente frío de una primera fuente de gas entra en el intercambiador de calor 1 en una primera entrada (o primer conector) 10, y fluye hacia una primera salida (o tercer conector) 11. Después de la primera salida 11, el gas entra en un Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14, en el que el gas se calienta durante el tratamiento. Al salir del Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14, el gas calentado se reintroduce en el intercambiador de calor 1 en una segunda entrada (o segundo conector) 12 y fluye hacia una segunda salida (o cuarto conector) 13. Desde el punto de vista del intercambiador de calor 1, el Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14 es una segunda fuente de gas. En el interior del intercambiador de calor 1, el gas relativamente frío de la primera fuente fluye en un primer trayecto de gas (primer trayecto de fluido), mientras que el gas calentado desde el Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado fluye en un segundo trayecto de gas (segundo trayecto de fluido), siendo el segundo trayecto de gas paralelo y intercalado con el primer trayecto de gas como se ha descrito más arriba.

Ventajosamente, este uso del intercambiador de calor 1 permite precalentar el gas que ingresa al Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14, reduciendo así la energía requerida para elevar el gas a la temperatura relevante para el procesamiento mientras que también enfría el gas calentado del Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado para permitir su limpieza y procesamiento.

Cuando se utiliza en un sistema de Tratamiento Térmico Avanzado y en el que el colector tiene una sección transversal trapezoidal, un canal tendrá dos aberturas; una a lo largo de un lado no paralelo del trapecioide y otro a lo largo de un lado paralelo del trapecioide. Una primera esquina, alrededor de la cual girará el gas cuando el colector esté en uso, tiene por lo tanto aberturas en los bordes adyacentes y una segunda esquina no tiene aberturas en los bordes adyacentes. En algunos aspectos, la pared interior del lado paralelo sin una abertura está ligeramente inclinada desde la abertura en un lado no paralelo hacia la segunda esquina. Preferiblemente, el ángulo entre la pared exterior de ese lado paralelo y esa pared interior es de 4° y la pared interior tiene una longitud de 295 mm. La segunda esquina tiene un radio de curvatura de 110 mm, aunque un límite inferior es de 95 mm y un límite superior es de 125 mm. Un radio de curvatura de este tipo evita que el fluido se estanque en la segunda esquina.

En otro ejemplo, el negro de carbón se produce a partir de la oxidación parcial de hidrocarburos, incluidos acetileno, gas natural y aceite derivado del petróleo. El proceso de oxidación consume una proporción del hidrocarburo para generar el calor necesario para mantener el proceso de producción de negro de humo. Cuanto mayor sea la temperatura de precalentamiento del oxidante en el reactor (normalmente aire), mayor será el rendimiento del producto final. Una práctica actual es precalentar el oxidante del gas de escape caliente del reactor utilizando intercambiadores de calor de casco y tubo metálicos o cerámicos para la aplicación. La temperatura máxima de precalentamiento del aire está limitada por consideraciones metalúrgicas en el caso de intercambiadores de calor metálicos en los que el precalentamiento del aire máximo es limitado, incluidos los problemas de corrosión y erosión (particularmente cuando, por ejemplo, se utilizan aceites ricos en azufre). Para los intercambiadores de calor cerámicos actuales en la configuración de casco y tubo, las limitaciones actuales se deben a la complejidad de sellar las corrientes de gas frío y caliente unas con respecto a las otras en cada unión entre el tubo y la placa de tubos. Además, los aceites contienen cenizas que se depositan en los tubos, lo que requiere paradas de mantenimiento regulares. El intercambiador de calor en la presente memoria descriptiva proporciona un medio para lograr un nivel de precalentamiento prácticamente ilimitado (en el interior del punto de apriete del intercambiador de calor) para proporcionar un cambio escalonado en la eficiencia del proceso. Además, la configuración permite adoptar la limpieza en línea, mitigando el tiempo de inactividad. Se pueden utilizar para el proceso materias primas más agresivas que contienen niveles más altos de azufre o incluso residuos plásticos seleccionados, lo que mejora la economía del proceso.

En otro ejemplo más, el intercambiador de calor 1 se puede usar para calentar un fluido térmico o aire en circuito cerrado para elevar la presión y la temperatura del vapor en una caldera segura y de bajo costo, aislando de esta manera los materiales de la caldera de la condensación de productos químicos problemáticos (por ejemplo, corrosivos). En los incineradores convencionales, la recuperación de energía es limitada debido a la corrosión del material. Por ejemplo, la recuperación térmica mantiene los fluidos por debajo de 570°C debido a la condensación de productos químicos problemáticos que corroen los tubos de la caldera. El intercambiador de calor 1 que se ha descrito más arriba minimiza la condensación debido a que no tiene puntos de estancamiento en el trayecto del fluido. En consecuencia, es menos probable que se acumulen productos químicos problemáticos. Además, el intercambiador de calor preferido 1 es resistente a la corrosión para limitar aún más los efectos de cualquier producto químico corrosivo en el fluido que fluye en el interior del intercambiador de calor.

### Otros aspectos y modificaciones

En algunos aspectos, el intercambiador de calor puede ser un intercambiador de calor de flujo paralelo de paso múltiple. Un flujo de fluido a alta velocidad tiene el efecto de reducir la propensión a ensuciarse. Las altas velocidades también contribuyen a aumentar la tasa de transferencia de calor. Por lo tanto, el intercambiador de calor se hace largo y estrecho para aumentar el tamaño de las áreas de transferencia de calor (por ejemplo, a lo largo de las

paredes de los canales en la pila de intercambio de calor) al mismo tiempo que proporciona una disposición que permite una alta velocidad del gas en el interior de los canales. Por consiguiente, en determinadas circunstancias, la relación de aspecto del intercambiador de calor puede ser desfavorable (es decir, intercambiadores de calor excesivamente altos / largos o múltiples en serie, lo que también conduce a un coste elevado). Una disposición de intercambiador de calor de paso múltiple y flujo paralelo resuelve esos problemas al mantener un trayecto de flujo estrecho (y por lo tanto, una alta velocidad del gas) mientras se multiplica de manera efectiva la longitud del intercambiador por el número de pasos en el interior de un único cuerpo del intercambiador de calor. En comparación con una disposición de un único paso, el intercambiador de calor de una disposición de múltiples pasos aumenta el tiempo de residencia (o tiempo de permanencia) del gas mientras mantiene una configuración de flujo paralelo en todo momento, manteniendo así la ventaja de evitar puntos de estancamiento y zonas de recirculación. La descripción de estos aspectos que se describen a continuación se centra en una disposición de doble paso. Un experto en la técnica comprenderá que se pueden aplicar principios similares para crear una disposición de tres (o más) pasos.

Un intercambiador de calor de flujo paralelo de doble paso comprende un colector 2a en un extremo de una pila de intercambio de calor 3a. Se proporciona una pieza extrema en un extremo de la pila de intercambio de calor diferente de a la que está conectado el colector. El intercambiador de calor de flujo paralelo y doble paso aumenta el tiempo de residencia (o tiempo de permanencia) de los gases en el intercambiador de calor. Con la disposición de doble paso, un gas caliente y un gas frío pasarán más tiempo en contacto térmico y, por lo tanto, se transferirá más calor al gas frío desde el gas caliente.

Con referencia a las figuras 10A, el colector 102 comprende cuatro puertos 150, 152, 154, 156. Esos puertos 150, 152, 154, 156 incluyen puertos de entrada primero y segundo y puertos de salida primero y segundo correspondientes. Cada puerto de entrada está conectado a una pluralidad respectiva de canales 105 en el colector 102. Preferiblemente, en el colector de este aspecto, un puerto de entrada está conectado a dos canales 160, 162 (también denominados "subcanales"), como se muestra en la figura 10B en relación con el puerto 150. Esos canales y / o subcanales pueden operar para dirigir el gas hacia los canales correspondientes en la pila de intercambio de calor. De esta manera, el colector 102 hace que una entrada de gas a través de un único puerto de entrada fluya a través de dos canales paralelos separados en el interior de la pila de intercambio de calor. De manera similar, cada puerto de salida está conectado a una pluralidad respectiva de canales 105 en el colector 102. En la figura 10, el inicio de los canales se puede ver a través del puerto 156.

La disposición de "subcanal" proporciona ventajosamente resistencia adicional al intercambiador de calor cuando es comprimido en el interior de una carcasa (ver, por ejemplo, la figura 7). Como se puede ver en las figuras 10A, 11A y 12A, la disposición de "subcanal" permite una nervadura central a lo largo (que se extiende perpendicular a las líneas C - C, D - D y E - E respectivamente). Esa nervadura actúa como un refuerzo para evitar que los componentes del intercambiador de calor se doblen. Además, debido al cambio en el área de la sección transversal en comparación con un canal como se muestra en la figura 6, la disposición del subcanal da lugar a una velocidad ligeramente aumentada, lo que tiene un efecto positivo con respecto a la reducción de la suciedad.

Haciendo referencia a las figuras 11A y 11B, se puede considerar que los canales en el interior de la pila de intercambio de calor 103 tienen una pluralidad de canales de entrada de gas intercalados con una pluralidad de canales de retorno de gas. Los canales de entrada de gas están conectados a los canales del colector 102 que están conectados a un puerto de entrada. Los canales de entrada de gas están situados entre el puerto de entrada del colector 102 y la pieza extrema 200. Los canales de retorno de gas están conectados a los canales del colector 102 que están conectados a un puerto de salida. Los canales de retorno de gas están situados entre la pieza extrema 200 y el puerto de salida del colector 102.

Los canales de entrada y los canales de retorno intercalados en la figura 11A son similares al primer conjunto de canales 6a y al segundo conjunto de canales 6b en la figura 6. La disposición de la figura 11A difiere de la de la figura 6 porque comprende dos sub - canales 170, 172 en lugar de un solo canal. En una disposición en la que el colector 102 de la figura 10A y 10B no incluye subcanales 160, 162 sino que incluye un solo canal en lugar de los subcanales 160, 162, la pila de intercambio de calor 103 será como se muestra en la figura.6 y como se ha descrito más arriba.

La figura 11B muestra una sección transversal tomada a través de la línea D - D de la figura 11A. La disposición de los subcanales se puede ver claramente en la figura 11B. La disposición que se muestra en la figura 11B es aplicable tanto a los canales de entrada como a los canales de retorno.

Con referencia a las figuras 12A y 12B, la pieza extrema 200 comprende subcanales que se conectan a los canales de entrada y salida de gas correspondientes en la pila de intercambio de calor 103. Se entenderá que la pieza extrema podría incluir canales únicos que abarquen sustancialmente el ancho de la pieza extrema (es decir, en dirección perpendicular a la línea E - E).

Los canales (o subcanales) en la pieza extrema 200 interconectan un canal de entrada de gas (o subcanales) de la pila de intercambio de calor 103 con un canal (o subcanales) de retorno de gas correspondiente de la pila de inter-

cambio de calor 103. Por lo tanto, cada canal en la pieza extrema 200 es parte de un único trayecto de gas herméticamente sellado entre un puerto de entrada y un puerto de salida correspondiente del colector 102. El trayecto de gas herméticamente sellado comprende un canal en el colector 102 que está conectado al puerto de entrada del colector 102, un canal de entrada de gas en la pila de intercambio de calor 103, un canal en la pieza extrema 200, un canal de salida de gas en la pila de intercambio de calor 103 y un canal conectado en el colector 102 que está conectado al puerto de salida del colector 102.

El trayecto de un gas que entra a través del puerto de entrada del colector 102 pasa a través de la pila de intercambio de calor 103, hacia la pieza extrema 200, y a continuación vuelve a la pila de intercambio de calor 103 nuevamente. Los canales en el interior de la pieza extrema 200 están curvados para cambiar la dirección del gas que entra en la pieza extrema 200 desde un canal de entrada de gas de la pila de intercambio de calor 103 para salir de la pieza extrema a un canal de salida de gas de la pila de intercambio de calor 103.

En la disposición que se muestra en las figuras 12A y 12B, en la que hay subcanales, el gas entrará en el aparato a través de un puerto de entrada en el colector 102 y se separará en los dos subcanales 160, 162 en el colector 102. El gas se dirigirá entonces a la pila de intercambiado de calor 103, en la que se desplazará a lo largo de los subcanales 170, 172 que están conectados a los subcanales respectivos 160, 162 del colector 102. El gas se dirige entonces a los subcanales correspondientes 180, 180' en la pieza extrema 200, después de lo cual el gas se redirige hacia la pila de intercambio de calor 103. Más en particular, el gas se dirige hacia los subcanales de retorno correspondientes 170', 172' en la pila de intercambio de calor 103. El gas se desplaza a lo largo de los subcanales de retorno 170', 172' de la pila de intercambio de calor y se dirige a los subcanales 160', 162' del colector. El gas en los subcanales 160', 162' a continuación se recombina antes de salir del colector a través de un puerto de salida. Se observará que aunque el gas se separa en el colector, el trayecto del gas en sí permanece sellado herméticamente entre el puerto de entrada y el puerto de salida.

Los canales (o subcanales 180, 180') de la pieza extrema 200 están curvados de manera que al gas que entra por la pieza extrema 200 desde un canal de entrada de gas (o subcanal) de la pila de intercambio de calor 103 se le hace cambiar de dirección con el fin de que entre en un canal de gas de retorno de la pila de intercambio de calor 103 que corresponde al canal de gas de entrada. Preferiblemente, la curvatura de los canales en la pieza extrema 200 es tal que no hay ningún punto a lo largo de una pared del canal (o subcanal) que forme ángulos rectos (90°) con la dirección del flujo de fluido. Esto evita el estancamiento de fluido en el interior de la pieza extrema, lo que permite una alta velocidad de flujo y reduce significativamente la propensión a ensuciarse. Esto permite evitar el estancamiento. Preferiblemente, los canales de la pieza extrema tienen forma de U. En la disposición que se muestra en la figura 12B, los subcanales de la pieza extrema hacen que la dirección del gas cambie 180°. Otros grados de curvatura resultarán evidentes para un experto en la técnica. También será evidente que el gas puede dirigirse a los canales o subcanales correspondientes de la pila de intercambio de calor 103 por medio de un aparato intermedio. De manera similar, será evidente que el gas puede dirigirse a los canales o subcanales correspondientes de la pieza extrema 200 desde la pila de intercambio de calor 103 por medio de un aparato intermedio.

En un ejemplo en el que se usa el intercambiador de calor 1 para precalentar gas para su procesamiento en un sistema de Tratamiento Térmico Avanzado, la tercera fuente de gas podría ser una fuente de calor. Por ejemplo, si el gas calentado que vuelve a entrar en el intercambiador de calor 1 desde el Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14 no tiene la temperatura suficiente para precalentar el gas que está a punto de entrar en el Dispositivo de Tratamiento Térmico Avanzado 14, un fluido calefactor dedicado de la fuente de calor puede pasar a través del intercambiador de calor para elevar la temperatura de los gases en el mismo. De manera similar, si el gas calentado no se enfría lo suficiente, se puede emplear un refrigerante en lugar del fluido de calentamiento dedicado.

Por supuesto, en una disposición con cuatro fuentes de fluido (y los conjuntos de canales asociados en los colectores y bloques de intercambio de calor), se pueden emplear tanto un fluido de calentamiento dedicado como un refrigerante. El colector de acuerdo con este aspecto incluirá cuatro conjuntos de canales, teniendo cada canal de esos cuatro conjuntos una abertura en una primera dirección. Los canales del primer conjunto de canales también tendrán una abertura en una segunda dirección, los canales del segundo conjunto de canales también tendrán una abertura en una tercera dirección, los canales del tercer conjunto de canales también tendrán una abertura en una cuarta dirección, y los canales en el cuarto conjunto de canales también tendrán una abertura en una quinta dirección, en las que las direcciones primera a quinta son diferentes unas de las otras.

Se apreciará que la presente invención proporciona medios para hacer que fluidos de dos fuentes de fluidos diferentes fluyan en una dirección paralela en un intercambiador de calor.

Se apreciará además que la presente invención proporciona un intercambiador de calor que comprende medios para recibir múltiples entradas de fluido y hacer que fluyan discretamente unos con respecto a los otros de manera paralela, y medios para distribuir los citados múltiples fluidos a la salida del citado intercambiador de calor. Como se ha explicado más arriba, el intercambiador de calor puede permitir un flujo en contracorriente (es decir, un flujo de fluido antiparalelo) o un flujo concurrente (es decir, un flujo de fluido paralelo).

Se apreciará adicionalmente que la presente invención proporciona un intercambiador de calor de flujo paralelo operable para recibir una pluralidad de fuentes de fluido caliente y una fuente singular de fluido relativamente frío, de manera que el calor se transfiere desde los fluidos calientes al fluido relativamente frío.

REIVINDICACIONES

1. Un colector (2) para un intercambiador de calor de flujo paralelo, comprendiendo el colector :
  - 5 una primera pluralidad de canales (5a, 15a), cada uno de los cuales tiene una abertura orientada hacia una primera dirección y una abertura orientada hacia una segunda dirección diferente de la primera dirección;
  - una segunda pluralidad de canales (5b, 15b) intercalados con la primera pluralidad de canales, teniendo la segunda pluralidad de canales una abertura orientada hacia una tercera dirección y una abertura orientada hacia la primera dirección, en el que la tercera dirección es diferente de la primera dirección y de la segunda dirección; estando el colector **caracterizado porque** comprende, además
  - 10 una tercera pluralidad de canales (15c) que tienen una abertura orientada hacia una cuarta dirección y una abertura orientada hacia la primera dirección, en el que la cuarta dirección es diferente de la primera dirección, de la segunda dirección y de la tercera dirección.
2. Un colector de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el colector está adaptado para operar a una temperatura de entre 1.070°C y 1.350°C.
3. Un colector de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el colector es de carburo de silicio o un material derivado de carburo de silicio.
4. Un colector de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un número predeterminado de canales intercalados de cada uno del primer y segundo conjunto de canales está dispuesto entre canales consecutivos del tercer conjunto de canales.
5. Un colector de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el número predeterminado es mayor que uno.
6. Un colector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, que además comprende:
  - 15 una cuarta pluralidad de canales que tienen una abertura orientada hacia una quinta dirección y una abertura orientada hacia la primera dirección, en el que la quinta dirección es diferente de la primera dirección, de la segunda dirección, de la tercera dirección y de la cuarta dirección.
7. Un procedimiento de fabricación del colector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende imprimir en 3D el citado colector.
8. Un intercambiador de calor (1) que comprende dos colectores (2, 2a, 2b) conectados a lados opuestos de una pila de intercambio de calor (3), en el que:
  - 20 cada colector es un colector de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6; y
  - la pila de intercambio de calor comprende al menos un bloque de intercambio de calor (4), que tiene una pluralidad de canales (6) a través del mismo, alineándose los canales del bloque de intercambio de calor con los canales de cada colector para formar una serie de trayectos de gas que abarcan tanto los colectores como la pila de intercambio de calor.
9. Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que cada bloque de intercambio de calor incluye un área de inserción (8) adaptada para recibir una junta, estando dispuesta la citada área de inserción en una superficie del bloque y rodeando los canales en la superficie del bloque.
10. Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 8, en el que un primer trayecto de fluido comprende la primera pluralidad de canales en un colector y la primera pluralidad de canales en el otro colector y un segundo trayecto de fluido comprende la segunda pluralidad de canales en un colector y la segunda pluralidad de canales en el otro colector, comprendiendo además el intercambiador de calor:
  - 30 un primer conector (10) adaptado para conectar el primer trayecto de fluido a una primera fuente de fluido; y
  - un segundo conector (12) adaptado para conectar el segundo trayecto de fluido a una segunda fuente de fluido.
11. Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende además un tercer conector (11) para conectar el primer trayecto de fluido a la segunda fuente de fluido en un extremo del primer trayecto de fluido opuesto al primer conector.
12. Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que los conectores primero y segundo están unidos al mismo colector.
13. Un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que los conectores primero y segundo están unidos a los diferentes colectores.

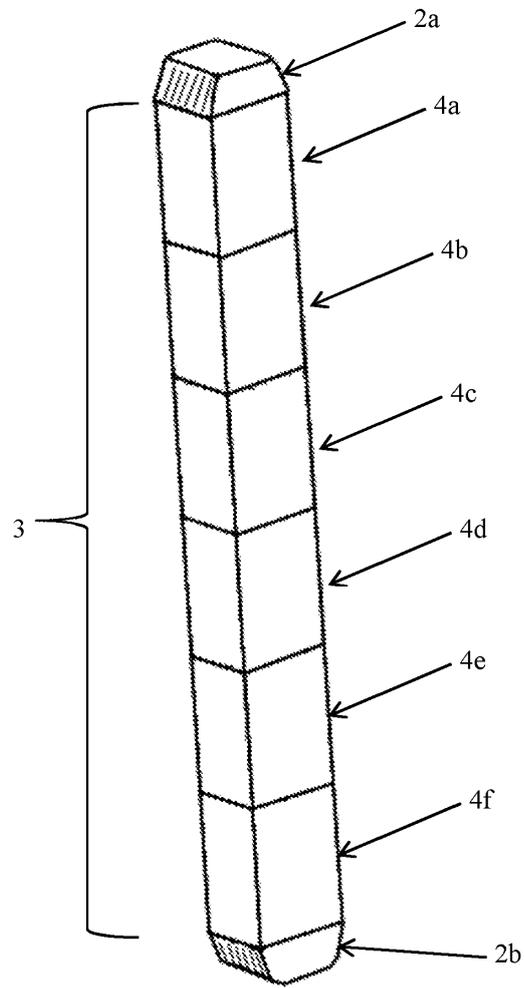


FIG. 1

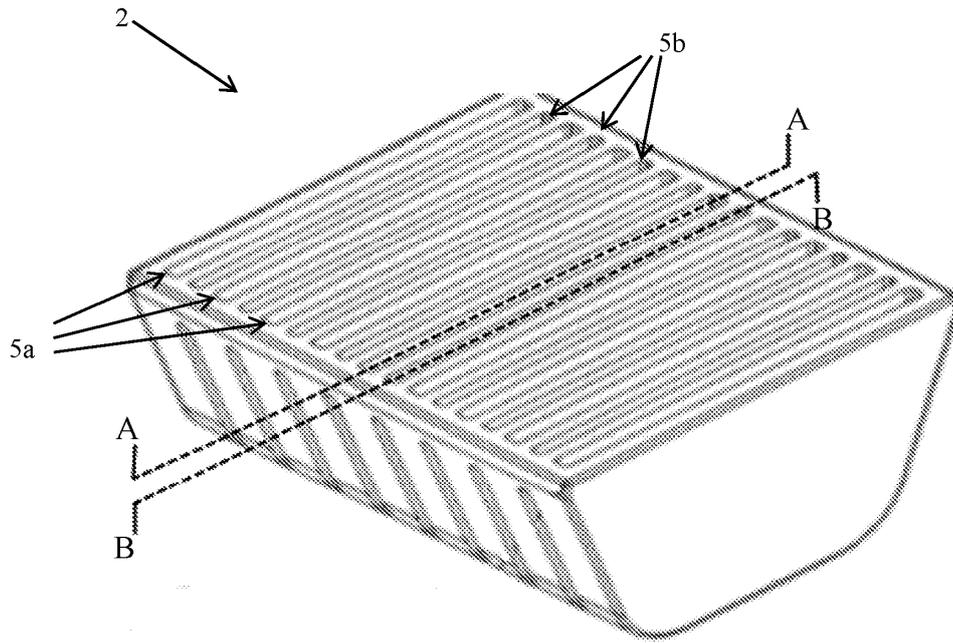


FIG. 2

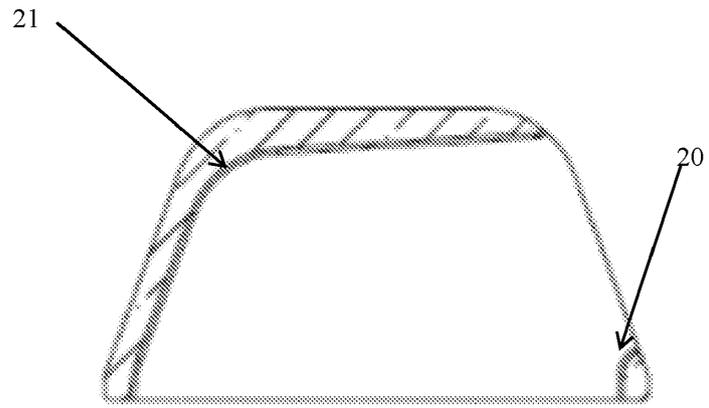


FIG. 3

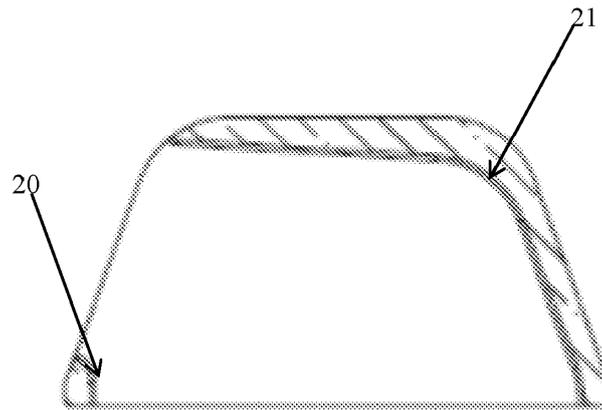


FIG. 4

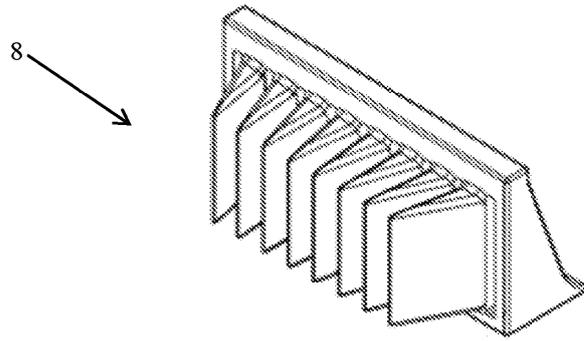


FIG. 5

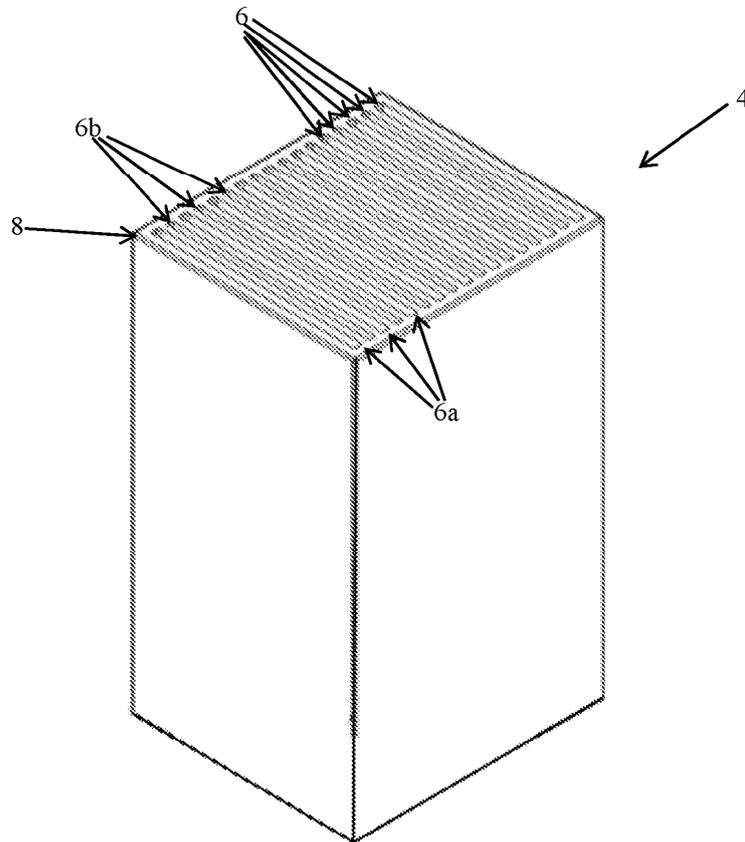


FIG. 6

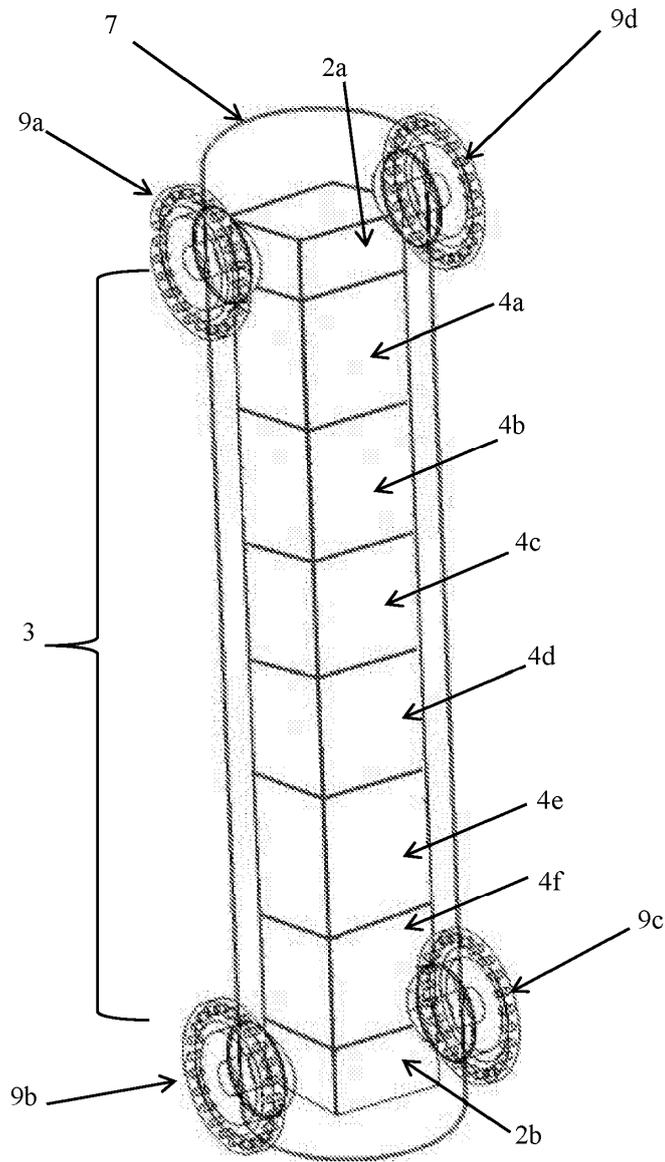


FIG. 7

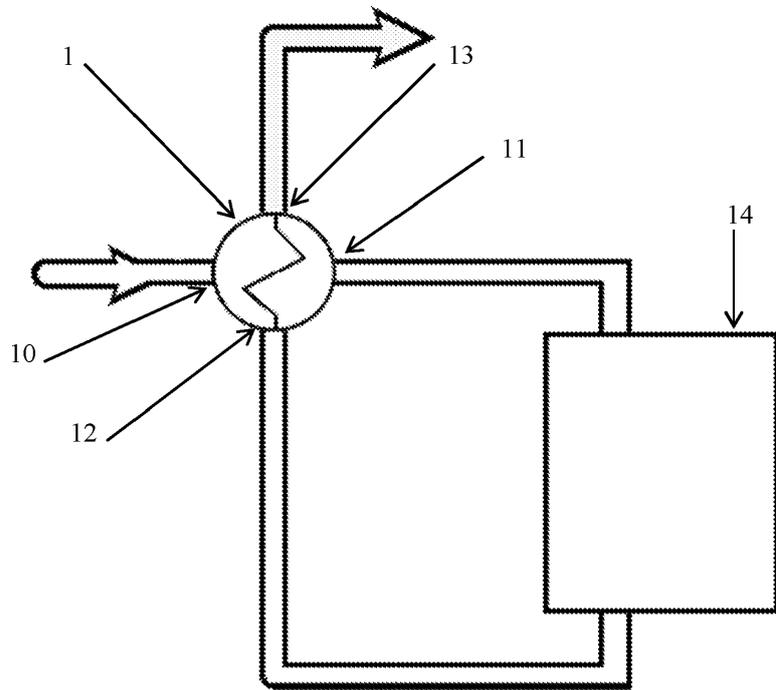


FIG. 8

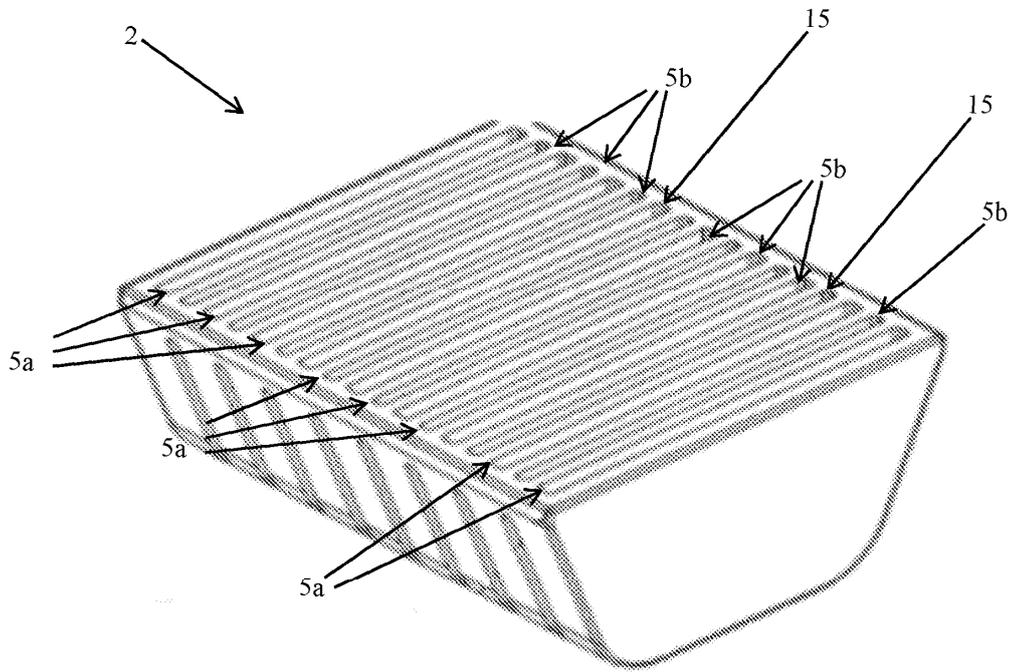


FIG. 9

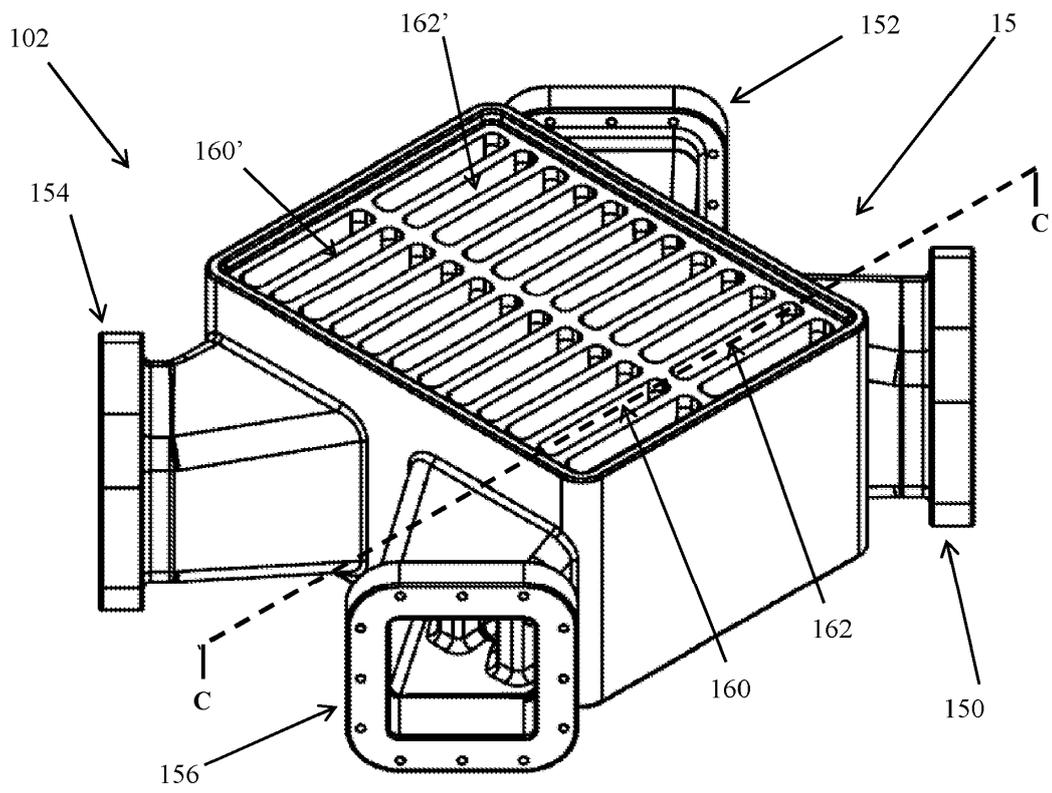


FIG. 10A

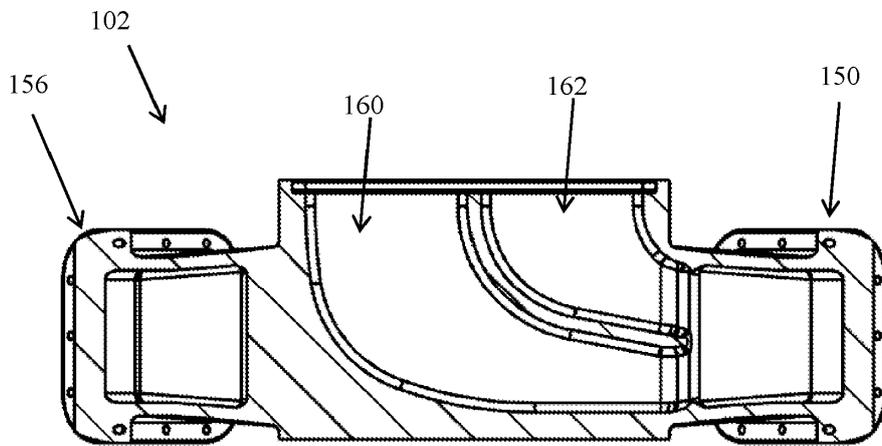


FIG. 10B

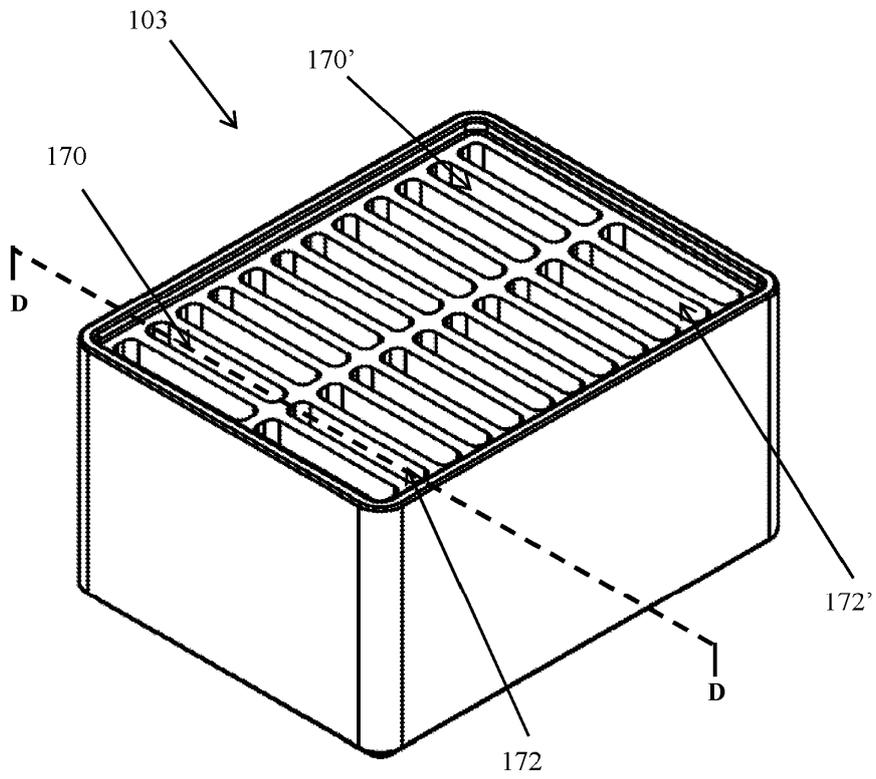


FIG. 11A

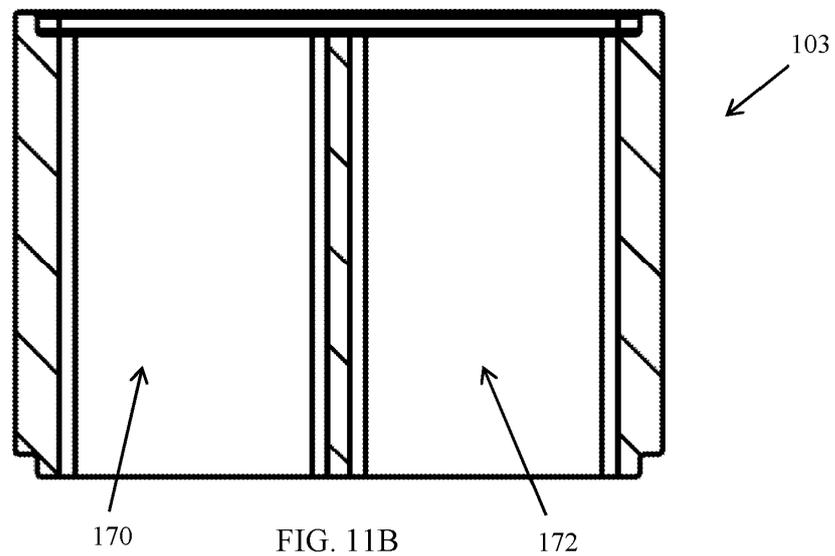


FIG. 11B

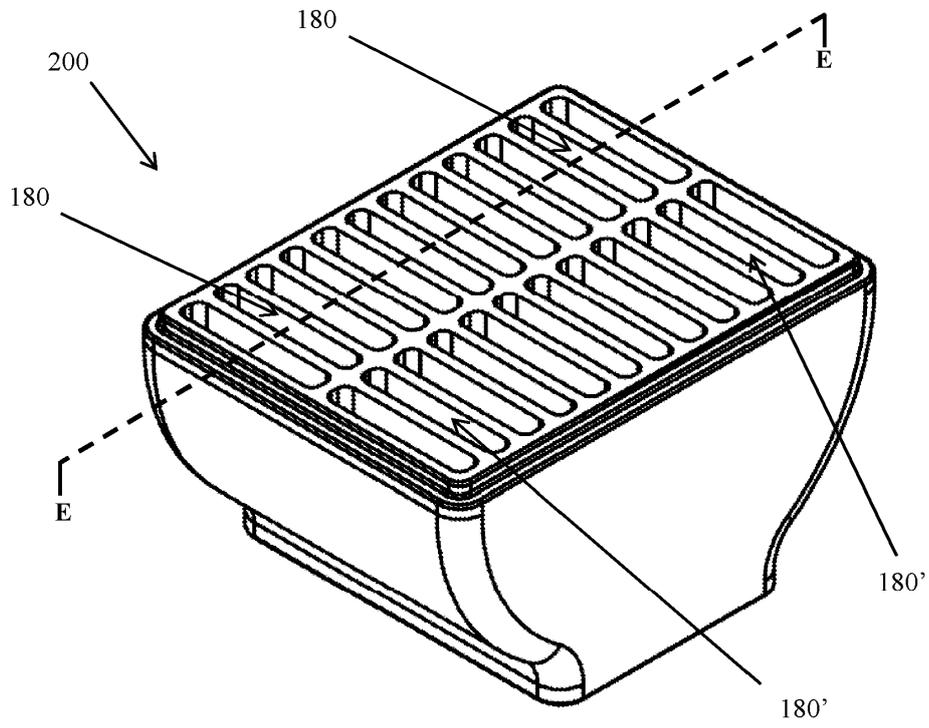


FIG. 12A

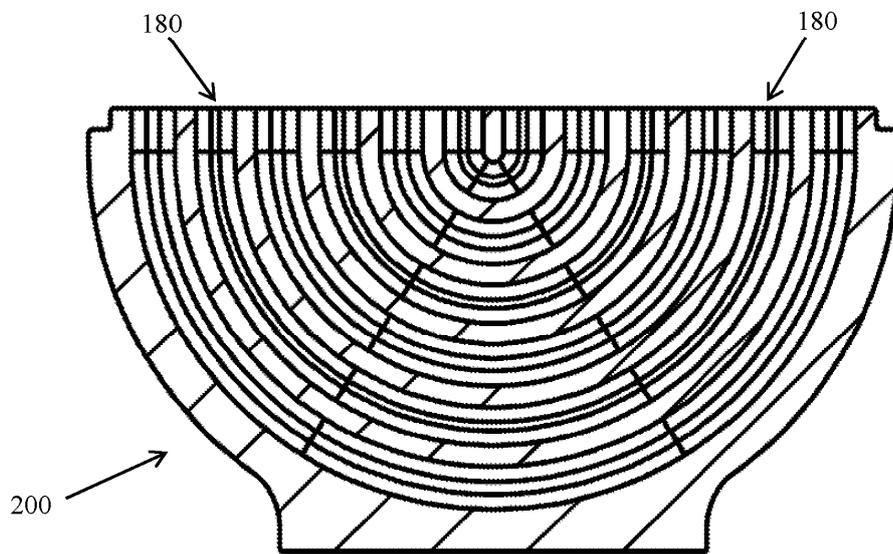


FIG. 12B