

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 653 150**

51 Int. Cl.:

F28F 13/08 (2006.01)

F01N 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2008 PCT/SE2008/000282**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.10.2009 WO09128750**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2008 E 08741856 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2286169**

54 Título: **Sistema de canal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.02.2018

73 Titular/es:
NILSSON, SVEN MELKER (100.0%)
Småkullevägen 18
428 35 Kålleröd, SE

72 Inventor/es:
NILSSON, SVEN MELKER

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 653 150 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

Sistema de canal

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con un sistema de canales para optimizar la relación entre caída de presión y calor, humedad y/o transferencia de masa de fluidos que fluyen a través de dicho sistema, comprendiendo dicho sistema de canales al menos un canal que tiene al menos una pared de canal y al menos un director de flujo que tiene una altura predeterminada, extendiéndose dicho director de flujo en una dirección de flujo de fluido y transversalmente a dicho canal, y comprendiendo una porción contra la corriente, una porción con la corriente y una porción intermedia entre dichas porciones contra la corriente y con la corriente, desviando dicha porción contra la corriente, en dicha dirección de flujo de fluido, a partir de dicha pared de canal hacia dentro en dicho canal, y dicha porción con la corriente que retorna, en dicha dirección de flujo de fluido, hacia dicha pared de canal, donde dicha altura de dicho director de flujo es mayor que 0.35 veces la altura de dicho canal, tomada en una dirección similar que la altura de dicho director de flujo, y en donde dicho canal tiene una primera área A_1 de sección transversal, y una segunda área A_2 de sección transversal en el director de flujo, en donde dicho canal tiene una sección transversal triangular o trapezoidal, la relación del área A_1 al área A_2 , que es A_1/A_2 , es mayor que 1.5, preferiblemente mayor que 2.5, y más preferiblemente mayor que 3, la altura de dicho canal es inferior a 4 mm, una transición entre dicha porción intermedia y dicha porción con la corriente está curvada con un radio predeterminado de $0.35 \cdot h_1 - 2.1 \cdot h_1$, y preferiblemente $0.35 \cdot h_1 - 1.1 \cdot h_1$, dicho radio dirige una parte principal de dicho fluido hacia dicha pared de canal creando un remolino, que se crea debido a una sección transversal de expansión de dicho canal.

25 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Los intercambiadores/catalizadores de calor son a menudo un sistema de canales que tiene un cuerpo, el cual se forma con un gran número de pequeños canales yuxtapuestos a través de los cuales fluye un fluido o una mezcla fluida, que, por ejemplo, se va a convertir. Los sistemas de canales están hechos de diferentes materiales, como materiales cerámicos o metales, por ejemplo, acero inoxidable o aluminio.

Los sistemas de canales hechos de materiales cerámicos tienen una sección transversal de canal, la cual es habitualmente rectangular o poligonal, por ejemplo, hexagonal. El sistema de canales está hecho por extrusión, lo que significa que la sección transversal de los canales es la misma a lo largo de toda la longitud del canal, y las paredes del canal serán lisas y uniformes.

En la fabricación de cuerpos de canales de metales, una tira corrugada y una tira plana se enrollan usualmente alrededor de una bobina. Esto da como resultado secciones transversales del canal, que son triangulares o trapezoidales. La mayoría de los sistemas de canales de metales que están disponibles en el mercado tienen canales de la misma sección transversal a lo largo de toda su longitud y tienen, al igual que los cuerpos de canales de cerámica, paredes de canales lisas y uniformes. Ambos tipos pueden estar recubiertos con un recubrimiento, por ejemplo, en un catalizador con un material catalíticamente activo.

Lo que es más importante en el contexto es el calor, la humedad y/o la transferencia de masa entre el fluido o la mezcla fluida que fluye a través de los canales y las paredes del canal en el sistema de canales.

En sistemas de canales del tipo anterior, que se utilizan con, por ejemplo, motores de combustión interna en vehículos o en la industria, con secciones transversales de los canales relativamente pequeños y velocidades de fluido comúnmente usadas en estos contextos, el fluido fluye en capas relativamente regulares a lo largo de los canales. El flujo por lo tanto es esencialmente laminar. Solo a lo largo de una corta distancia en la entrada de los canales, se produce un flujo determinado transversalmente a las paredes del canal.

Como se conoce en general en la técnica, se forma una capa límite en el flujo de fluido laminar próximo a las paredes del canal, donde la velocidad es esencialmente cero. Esta capa límite reduce significativamente el coeficiente de transferencia de masa, sobre todo en el caso de lo que se conoce como flujo completamente desarrollado, en el que el calor, la humedad y/o la transferencia de masa se producen principalmente por difusión, que es relativamente lenta. El coeficiente de transferencia de masa es una medida de la velocidad de transferencia de masa y debe ser grande para obtener una alta eficiencia del intercambio de calor y/o la conversión catalítica. Para aumentar el coeficiente de transferencia de masa, se debe hacer que el fluido fluya hacia la superficie del lado del canal de manera que las capas límite se reduzcan y se incremente la transferencia de flujo de una capa a otra. Esto puede tener lugar por lo que se conoce como flujo turbulento. En canales lisos y uniformes, el flujo laminar se vuelve turbulento cuando el número de Reynolds alcanza valores superiores a aproximadamente 2000. Si se desea alcanzar el número de Reynolds de esta magnitud en los canales de los sistemas de canales que se involucran aquí, se requieren velocidades de fluido considerablemente mayores de lo normal en estos contextos. En los números de Reynolds bajos que están implicados en los sistemas de canales del tipo que se describe anteriormente, es necesario crear turbulencias por medios artificiales, por ejemplo, disponiendo de directores de flujo especiales en los canales.

El documento US 4,152,302 divulga un catalizador con canales, en el que los directores de flujo están dispuestos en forma de aletas metálicas transversales perforadas a partir de la banda. Un catalizador con directores de flujo aumenta significativamente el calor, la humedad y/o la transferencia de masa. Sin embargo, al mismo tiempo, también aumenta drásticamente la caída de presión. Los efectos del aumento de la caída de presión, sin embargo, se han encontrado que son mayores que los efectos del aumento de calor, la humedad y/o la transferencia de masa. La caída de presión depende de, entre otras cosas, la configuración, la dimensión y la geometría de los directores de flujo. Sin embargo, en general se conoce que dichos tipos de directores de flujo producen una caída de presión excesiva y, por lo tanto, no se han utilizado comercialmente en un grado considerable.

Los documentos EP 0 869 844 y US 6 187 274 divulgan generadores de turbulencia que se extienden transversalmente a los conductos del catalizador o el intercambiador de calor/humedad para obtener una relación mejorada de caída de presión a calor, humedad y/o transferencia de masa. El documento US 5 157 010 se relaciona con un cuerpo o estructura de panal de abejas metálico, preferiblemente para uso como un cuerpo o soporte portado por catalizador en vehículos a motor. El documento WO 2007/078240 divulga convertidores de flujo que se extienden transversalmente a los canales. Sin embargo, las mejoras adicionales de la relación entre la caída de presión y el calor, la humedad y/o la transferencia de masa se prefieren siempre por el fabricante de dichos sistemas.

RESUMEN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de canales, en el que se mejore adicionalmente la relación entre la caída de presión a calor, humedad y/o transferencia de masa.

El objeto anterior se consigue con un sistema de canales que tiene las características que se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Un sistema de canales de acuerdo con la presente invención para optimizar la relación entre caída de presión y calor, humedad y/o transferencia de masa de fluidos que fluyen a través del sistema, comprende al menos un canal que tiene al menos una pared de canal y al menos un director de flujo que tiene una altura predeterminada. El director de flujo se extiende en una dirección de flujo de fluido y transversalmente al canal. Además, el director de flujo comprende una porción contra la corriente, una porción con la corriente y una porción intermedia entre las porciones contra la corriente y con la corriente. La porción contra la corriente se desvía, en la dirección del flujo de fluido, a partir de una pared del canal hacia adentro del canal, y la parte con la corriente regresa, en la dirección del flujo del fluido, hacia la pared del canal en donde una transición entre la porción intermedia y la porción con la corriente está curvada con un radio predeterminado. Una transición curvada entre la porción intermedia y la porción con la corriente disminuye la caída de presión y consecuentemente mejora la relación entre la caída de presión y el calor, la humedad y/o la transferencia de masa de los fluidos que fluyen a través de un sistema de canales. La disminución de la caída de presión da como resultado que se aumente la velocidad de flujo del fluido a través del sistema de canales y, en consecuencia, disminuya el requerimiento de potencia del sistema. Esto, junto con el aumento o igual tasa de transferencia de calor, humedad y/o masa, da como resultado un sistema más eficiente. Además, cuando se necesita un recubrimiento, una superficie con forma curva es mejor, ya que la unión del recubrimiento a la superficie subyacente aumenta y el recubrimiento a través del canal completo puede ser más uniforme. Se crea también menos exceso/rebaba durante el procedimiento de recubrimiento. El exceso/rebaba puede ser una acumulación de material en un punto, por ejemplo, en un borde afilado. La acumulación, que puede ser más gruesa que el resto del recubrimiento, puede caerse cuando se usa a altas temperaturas y a través de vibraciones. Además, el exceso aumenta sustancialmente la caída de presión. Una superficie más lisa no solo disminuye la caída de presión, sino que también implica que la cantidad de metal precioso necesario disminuya. Dado que el coste de producción depende en gran medida de la cantidad necesaria de metales preciosos, se reduce también el coste de producción.

Este radio mejora la calidad del sistema al reducir la caída de presión, pero aumenta la transferencia de calor, humedad y/o masa guiando el fluido de manera que se cree un remolino, es decir, un movimiento turbulento controlado del fluido, el cual se crea debido a la expansión de la sección transversal. Este movimiento turbulento es necesario para aumentar la velocidad de transferencia de calor, humedad y/o masa. El radio de la primera transición entre dicha porción intermedia y la porción con la corriente es $0.35 \cdot h_1 - 2.1 \cdot h_1$, y preferiblemente $0.35 \cdot h_1 - 1.1 \cdot h_1$.

De manera adecuada, la altura del director de flujo es mayor que 0.35 veces la altura del canal, tomada en una dirección similar a la primera altura. Esta altura es necesaria para tener un efecto en la mayor parte del fluido que fluye a través del canal, para mezclar las capas de flujo del fluido y crear el movimiento turbulento que aumenta el calor, la humedad y/o la tasa de transferencia de masa.

La parte intermedia del director de flujo puede comprender una parte plana, que es sustancialmente paralela a una pared de canal del canal. La porción plana se utiliza para dirigir el fluido en una dirección paralela al canal. Esto aumenta la velocidad del fluido en la dirección paralela al canal. La porción plana también puede ser necesaria para poder fabricar el director de flujo. Ventajosamente, la longitud de la porción plana es, en la dirección de flujo del fluido, $0-2 \cdot H$, preferiblemente $0-2 \cdot h_1$, y más preferiblemente $0-1.0 \cdot h_1$.

Preferiblemente, una transición entre la porción con la corriente y la pared del canal está curvada con un radio predeterminado. El radio de la transición entre la parte de corriente abajo y la pared del canal es $0.5 \cdot h_1 - 1.7 \cdot h_1$. El objetivo de este radio es evitar que aparezca un remolino secundario después del director de flujo. Dicho remolino secundario indeseable aumentaría la caída de presión sin aumentar el calor, la humedad y/o la transferencia de masa. Por lo tanto, al evitar dicho remolino, aumenta la relación entre la caída de presión a calor, humedad y/o transferencia de masa. Por lo tanto, se reduce aún más la caída de presión, lo que a su vez aumenta la eficiencia del sistema de canales. Además, esta transición suave evita la creación de exceso/rebaba durante el procedimiento de recubrimiento. Por lo tanto, esta transición tiene, en relación con la creación de exceso/rebaba, las mismas ventajas que la transición entre la porción intermedia y la porción con la corriente como se discutió anteriormente.

Preferiblemente, una tercera transición entre la parte contra la corriente y la parte intermedia está curvada con un radio predeterminado. Esto con el fin de dirigir suavemente el fluido hacia una dirección paralela a un lado del canal después de pasar la porción contra la corriente. Una dirección suave disminuye aún más la caída de presión. El radio de la transición entre la porción contra la corriente y la porción intermedia puede ser $0.2 \cdot h_1 - 0.5 \cdot h_1$. Además, esta transición suave evita la creación de exceso/rebaba durante el procedimiento de recubrimiento. Por lo tanto, esta transición tiene, en relación con la creación de exceso/rebaba, las mismas ventajas que la transición entre la porción intermedia y la porción con la corriente como se discutió anteriormente. Alternativamente, el radio de la transición entre la porción contra la corriente y la porción intermedia puede ser igual al radio de la transición entre la porción intermedia y la porción con la corriente. Los radios iguales son ventajosos para aplicaciones en las que el fluido puede fluir también en una dirección opuesta a la dirección de flujo de fluido que se mencionó anteriormente.

Ventajosamente, una transición entre la pared de canal del canal y la porción contra la corriente del director de flujo está curvada con un radio predeterminado. Esto con el fin de dirigir suavemente el flujo de fluido laminar en una dirección transversal al canal, lo que aumentará la velocidad del fluido debido a que se reduce la sección transversal. Además, esta transición suave evita la creación de exceso/rebaba durante el procedimiento de recubrimiento. Por lo tanto, esta transición tiene, en relación con la creación de exceso/rebaba, las mismas ventajas que la transición entre la porción intermedia y la porción con la corriente como se discutió anteriormente. Preferiblemente, el radio de la transición entre la pared de canal del canal y la porción contra la corriente puede ser de $0.2 \cdot h_1 - 0.5 \cdot h_1$.

De manera adecuada, una parte plana de la parte contra la corriente tiene un primer ángulo de inclinación con relación a un plano de la pared del canal a partir de la cual se desvía dicha porción contra la corriente. Esto con el fin de dirigir el fluido hacia una dirección que no sea paralela al canal, de modo que pueda desarrollarse un flujo turbulento para aumentar el calor, la humedad y/o la transferencia de masa. El primer ángulo de inclinación puede ser de $10^\circ - 60^\circ$, y más preferiblemente de $30^\circ - 50^\circ$.

Preferiblemente, una parte plana de la parte con la corriente tiene un segundo ángulo de inclinación en relación con el plano de la pared del canal al que retorna dicha porción con la corriente. Esto con el fin de crear un remolino, es decir, un movimiento turbulento controlado del fluido, que se crea debido a la sección transversal divergente. Este movimiento turbulento es necesario para aumentar la velocidad de transferencia de calor, humedad y/o masa. El segundo ángulo de inclinación es preferiblemente $50^\circ - 90^\circ$, y más preferiblemente $60 \pm 10^\circ$.

De manera adecuada, el canal tiene una primera área A_1 de sección transversal, y una segunda área A_2 de sección transversal en el director de flujo, en donde la relación de área A_1 al área A_2 , que es A_1/A_2 , es mayor que 1.5, preferiblemente mayor que 2.5, y más preferiblemente mayor que 3. La magnitud de la relación, A_1/A_2 , es esencial para obtener la velocidad requerida para crear el movimiento turbulento deseado del fluido en el canal, y por lo tanto para aumentar el calor, la humedad y/o la tasa de transferencia de masa.

En una realización preferida de acuerdo con la invención, la porción intermedia permanece en un lado hacia dentro de dicha pared del canal a partir de la cual se desvía la parte contra la corriente. Esto con el fin de disminuir aún más la caída de presión.

El canal puede comprender al menos un director de flujo, que está invertido en espejo con relación a dicho director de flujo. Tal director de flujo invertido en espejo aumenta la velocidad de transferencia de calor, humedad y/o masa en todo el sistema, cuando diversos canales están dispuestos el uno al otro.

De acuerdo con una realización preferida de la invención, la sección transversal de dicho canal puede ser con forma superior y preferiblemente triangular. A partir del punto de vista de la fabricación, es preferible dicha forma. Especialmente, una sección transversal triangular equilátera minimiza las pérdidas de fricción a lo largo de las paredes del canal en relación con el área de la unidad y, por lo tanto, proporciona un caudal máximo por unidad de área. Por lo tanto, para aumentar la velocidad de transferencia de calor, humedad y/o masa, se prefiere una sección transversal triangular equilátera.

En general, todos los términos que se utilizan en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado ordinario en el campo técnico, a menos que se defina explícitamente de otro modo en este documento. Todas las referencias "al/un/el [elemento, dispositivo, componente, medio, paso, etc.]" deben interpretarse

abiertamente para hacer referencia a al menos una instancia de dicho elemento, dispositivo, componente, medio, paso, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método divulgado aquí no tienen que realizarse en el orden exacto descrito, a menos que se indique explícitamente.

- 5 Otros objetivos, características y ventajas de la presente invención aparecerán a partir de la siguiente descripción detallada, de las reivindicaciones dependientes adjuntas, así como de los dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 10 Lo anterior, así como los objetos, características y ventajas adicionales de la presente invención, se entenderán mejor a través de la siguiente descripción detallada e ilustrativa y no limitante de las realizaciones preferidas de la presente invención, con referencia a los dibujos adjuntos, donde los mismos números de referencia se usarán para elementos similares.

- 15 La Figura 1 ilustra un rodillo en una vista en perspectiva de acuerdo con la presente invención.

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un canal parcialmente abierto en un sistema de canales de acuerdo con la presente invención.

- 20 La Figura 3 es una sección transversal de un canal en una realización alternativa.

La Figura 4 es una sección transversal de dos canales en la Figura 2 dispuestos uno encima del otro.

- 25 La Figura 5 es una sección transversal del canal en las Figuras 2 vistos a partir de un extremo del canal.

La Figura 6 ilustra una capa con canales en la dirección longitudinal de los canales.

DESCRIPCIÓN DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

- 30 La presente invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, que para el propósito de la ilustración muestran una realización actualmente preferida.

- 35 La Figura 1 ilustra un rodillo 1 con un sistema 2 de canales de acuerdo con la presente invención. El rodillo 1 se puede usar, por ejemplo, como catalizador, en un intercambiador de calor, tal como una rueda de calor, un reactor nuclear refrigerado por gas, un ventilador de pala de turbina de gas, o cualquier otra aplicación adecuada.

- 40 Una tira 13 corrugada junto con al menos una tira 14 plana, que forman los canales 4, (véase la Figura 6) se enrollan hasta un diámetro deseado para formar un cilindro, que constituirá el núcleo actual en el sistema 2 de canales del rodillo 1. Las muescas 15 en la tira 13 corrugada y la tira 14 esencialmente plana (véase la Figura 6) evitan la telescopía del rollo que se forma, es decir, evitan que las diferentes capas de tiras 14 y 13 se desplacen una con respecto de la otra. Además, una carcasa 3 rodea el sistema 2 de canales, mantiene unido el sistema 2 de canales y lo sujeta en la construcción adyacente.

- 45 Alternativamente, están dispuestas diversas tiras 13 corrugadas y tiras 14 planas en capas por giros para formar los canales 4 (véase la Figura 6). Esta disposición es adecuada, por ejemplo, para intercambiadores de calor de placas.

- 50 La Figura 2 muestra un canal 4 en perspectiva y parcialmente abierto con un primer director 7 de flujo y un segundo, en relación con el primer director 7 de flujo, director 8 de flujo invertido. Sin embargo, más de uno de cada uno de los directores 7, 8 de flujo pueden distribuirse a lo largo de toda la longitud del canal 4. Es posible disponer los diferentes tipos de directores de flujo no solo alternativamente, como en la Figura 2, sino también indiscriminadamente. Alternativamente, solo se puede usar uno de los dos tipos de directores de flujo. En este caso, también, los directores se distribuyen a lo largo de toda la longitud del canal 4. Los directores 7, 8 de flujo dirigen el fluido, que se introduce a través de la entrada 5, en una dirección predeterminada.

- 55 El canal 4 es un canal de pequeña dimensión, es decir, tiene una altura inferior a 4 mm. Preferiblemente, la altura H, ver la Figura 3, de un canal es a partir de 1 mm a 3.5 mm. El canal 4 tiene una sección transversal triangular equilátera con paredes 6a, 6b, 6c de canal, que pueden ser menos que 5 mm. Sin embargo, la forma de la sección transversal no se limita a un triángulo equilátero, sino que puede adoptar cualquier forma adecuada para esta aplicación. La cantidad de paredes de canales no se limitada a tres; puede ser cualquier número adecuado.
60 Además, en la dirección del flujo de fluido, las paredes 6a, 6b, 6c del canal encierran el canal 4, lo que resulta en que el fluido puede no fluir a partir de un canal 4 a otro. Por otro lado, la invención no se limita a canales encerrados por paredes de canales; una pared 6 de canal también puede encerrar parcialmente el canal 4, de modo que el fluido puede fluir a partir de un canal 4 a otro.

- 65 La longitud del canal 4 puede variar según la aplicación. Por ejemplo, para los catalizadores, la longitud del canal 4 puede ser de 150-200 mm, y para los intercambiadores de calor, la longitud del canal 4 puede ser de 150-250 mm.

Sin embargo, la invención no se limita a estas longitudes de canal. Además, es posible disponer una cantidad arbitraria de sistemas 2 de canales uno tras otro para formar un sistema con una longitud requerida.

Además, el canal 4 puede tomar cualquier dirección axial. Es decir, la invención no se limita a canales horizontales.

El primer director 7 de flujo está dispuesto en una pared 6a de canal del canal 4, de forma que el flujo de fluido (flechas) a partir de la entrada 5 se dirige hacia los otros dos lados 6b, 6c de canal. En el lado opuesto del primer director 7 de flujo hay una protuberancia 12. Utilizando directores de flujo 7, 8 con una geometría especial, que están dispuestos a una distancia predeterminada entre sí y a partir de la entrada 5 del canal 4, se obtiene una relación óptima entre el calor, la tasa de transferencia de humedad y/o masa y la caída de presión.

Precisamente después de pasar la entrada 5, el flujo de fluido tiene una turbulencia de entrada. La turbulencia disminuye a medida que el fluido fluye a través del canal, lo que produce un flujo de fluido laminar, con una velocidad constante, dentro del canal 4. Cuando el fluido se acerca al primer director 7, la velocidad aumenta localmente dependiendo de la sección transversal reducida. Después de pasar el primer director 7 de flujo, se crea un remolino, es decir, un movimiento turbulento controlado del fluido, debido a la expansión de la sección transversal y a la velocidad del fluido. El director 7 de flujo afecta a una parte principal del fluido que fluye a través del canal 4, dando como resultado una mezcla de las capas de flujo del fluido. Este movimiento turbulento es necesario para aumentar la velocidad de transferencia de calor, humedad y/o masa.

En la Figura 3, los directores 7a, 7b de flujo del mismo tipo están dispuestos uno al lado del otro. Los directores 7 de flujo, los cuales se extienden hacia dentro en el canal 4, tienen una porción 9 contra la corriente, una porción 10 intermedia y una porción 11 con la corriente. Los directores 7a, 7b de flujo tienen una altura h_1 . El primer director 7a de fluido está dispuesto a una distancia A a partir de la entrada 5. La colocación óptima del primer director 7a de flujo depende de las condiciones de funcionamiento actuales.

La porción 9 contra la corriente comprende una parte 21 plana, la cual se desvía, en la dirección del flujo del fluido, a un primer ángulo α_1 predeterminado de inclinación en relación con el plano de la pared 6a del canal. El primer ángulo α_1 de inclinación se define como el ángulo entre el plano de la pared 6a del canal y una extensión de la parte 21 plana al plano de la pared 6a del canal, cuyo ángulo está ubicado con la corriente del punto de intersección de la extensión de la parte 21 plana y el plano de la pared 6a del canal. El primer ángulo α_1 de inclinación también se define como el ángulo α_1 en la Figura 3. Además, el primer ángulo α_1 de inclinación, es de 10° - 60° , y preferiblemente de 30° - 50° .

La inclinación de la porción 9 contra la corriente aumenta la velocidad del fluido y dirige el fluido hacia las otras superficies, de modo que se inicia un movimiento turbulento controlado para aumentar la transferencia de calor, humedad y/o masa.

La porción 10 intermedia está dispuesta entre la porción 9 contra la corriente y la porción 11 con la corriente. La porción 10 intermedia permanece en el lado interior de la pared 6 del canal a partir de la cual se extiende la porción 9 contra la corriente. Alternativamente, la porción 10 intermedia puede estar tanto en el lado interno como en el externo de la pared 6 del canal.

Entre la porción 10 intermedia y la porción 9 contra la corriente está dispuesta una transición 19 curvada con un radio R_2 predeterminado. El radio R_2 de la transición 19 entre la porción contra la corriente 9 y la porción 10 intermedia es 0.1-2 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.1 \cdot h_1$ - $2 \cdot h_1$. Esto, con el fin de dirigir suavemente el flujo de fluido hacia una dirección paralela a un lado del canal después de pasar la porción contra la corriente. Para la realización con la altura H de canal preferida más pequeña, equivale a 0.04-1.08 mm. Para la realización con la altura de canal H más grande preferida, equivale a 0.14-4.31 mm.

La porción 10 intermedia comprende una parte 16 plana, que es paralela a una pared 6a de canal del canal 4 y pequeña con respecto a las longitudes de las porciones 9 contra la corriente y 11 con la corriente. Además, la altura máxima h_1 del director 7 de flujo, en relación con la pared 6 del canal a partir de la que se extiende el director 7 de flujo, está en la parte 16 plana de la porción 10 intermedia. La altura h_1 es preferiblemente mayor que 0.35 veces la altura H del canal 4. Para la realización con la altura H del canal preferido más pequeño, equivale a 0.35-0.54 mm. Para la realización con la altura H del canal preferido más grande, equivale a 1.40-2.15 mm. La parte 16 plana puede estar allí por razones de producción, sin embargo, también ayuda a dirigir el fluido para que fluya en la dirección del canal 4, es decir, paralelo a las paredes 6a, 6b, 6c de canal del canal 4, después de dirigirse hacia las paredes 6b, 6c opuestas por la porción 9 contra la corriente. La parte 16 plana puede tener una longitud en la dirección de flujo de fluido de 0 - $2 \cdot H$, preferiblemente 0 - $2.0 \cdot h_1$, y más preferiblemente 0 - $1.0 \cdot h_1$. En lugar de ser paralela a la pared 6 del canal a partir de la que se extiende la porción 9 contra la corriente, la parte 16 plana de la parte 10 intermedia puede tener una inclinación en relación con la pared 6a del canal a partir de la que se extiende la porción 9 contra la corriente. La inclinación puede estar, en la dirección del flujo del fluido, tanto hacia el interior del canal 4 o hacia la pared 6a del canal. En otra realización, la porción 10 intermedia puede tener una forma ligeramente curva, por ejemplo, convexa. Las transiciones 17, 19 no tienen que ser curvas, pueden ser directas.

La porción 11 con la corriente del director 7 de flujo comprende una parte 22 plana, que retorna, en la dirección del flujo de fluido, a la pared 6a del canal con un segundo ángulo α_2 predeterminado de inclinación en relación con el plano de la pared 6a del canal. El segundo ángulo α_2 de inclinación se define como el ángulo entre el plano de la pared 6a del canal y una extensión de la parte 22 plana al plano de la pared 6a del canal, cuyo ángulo está ubicado contra la corriente del punto de intersección de la extensión de la parte 22 plana y el plano de la pared 6a del canal. El segundo ángulo α_2 de inclinación también se define como el ángulo α_2 en la Figura 3. Además, el segundo ángulo α_2 de inclinación, es 50° - 90° , y preferiblemente $60 \pm 10^\circ$. Preferiblemente, la parte 22 plana es lo suficientemente corta, de modo que la porción 11 con la corriente puede regresar a la pared 6a del canal en una transición 18 uniforme, preferiblemente con un radio R_4 grande. La parte 22 plana permite que el fluido cree un movimiento turbulento controlado, debido a la expansión de la sección transversal, que optimiza la relación entre el calor, la humedad y/o la transferencia de masa y la caída de presión.

El radio R_3 predeterminado de la transición 17 entre dicha porción 11 intermedia y dicha porción con la corriente, es 0.35-2.1 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.35 \cdot h_1$ - $2.1 \cdot h_1$, y preferiblemente 0.35-1.1 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.35 \cdot h_1$ - $1.1 \cdot h_1$. Para la realización con la altura H de canal preferida más pequeña, equivale a 0.12-1.13 mm, y 0.12-0.59 mm, respectivamente. Para la realización con la altura de canal H más grande preferida, equivale a 0.49-4.52 mm y 0.49-2.37 mm, respectivamente. Este radio dirige una parte principal del fluido hacia la pared 6a del canal creando un remolino, es decir, un movimiento turbulento controlado del fluido, que se crea debido a la expansión de la sección transversal. Este movimiento turbulento es necesario para aumentar la velocidad de transferencia de calor, la humedad y/o la masa.

Alternativamente, dicho radio R_2 de la transición 19 entre dicha porción 9 contra la corriente y dicha porción 10 intermedia puede ser igual al radio R_3 de la transición 17 entre dicha porción 10 intermedia y dicha porción 11 con la corriente. Es decir, 0.1-2.1 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.1 \cdot h_1$ - $2.1 \cdot h_1$, preferiblemente 0.35-2.1 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.35 \cdot h_1$ - $2.1 \cdot h_1$, y más preferiblemente 0.35-1.1 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.35 \cdot h_1$ - $1.1 \cdot h_1$. Para la realización con la altura H de canal preferida más pequeña, equivale a 0.04-1.13 mm, 0.12-1.13 mm y 0.12-0.59 mm, respectivamente. Para la realización con la altura de canal H más grande preferida, equivale a 0.14-4.52 mm, 0.49-4.52 mm y 0.49-2.37 mm, respectivamente. Los radios iguales son ventajosos en algunas aplicaciones en las que el fluido puede fluir también en una dirección opuesta a la dirección de flujo de fluido antes mencionada.

Entre la pared 6a del canal del canal 4 y la porción 9 contra la corriente hay una transición 20 suave, que tiene un radio, R_1 predeterminado. El radio R_1 de la transición 20 entre la pared 6a de canal del canal 4 y la porción 9 contra la corriente ayudan a dirigir el fluido hacia arriba en el canal 4 y es 0.1-2 veces la altura h_1 del director 7 de flujo, es decir $0.1 \cdot h_1$ - $2 \cdot h_1$. Para la realización con la altura H de canal preferida más pequeña, equivale a 0.04-1.08 mm. Para la realización con la altura H de canal más grande preferida, equivale a 0.14-4.31 mm.

Los radios R_1 y R_2 óptimos, de las transiciones entre la pared 6a del canal y la porción 9 contra la corriente, y entre la porción 9 contra la corriente y la porción 10 intermedia, respectivamente, con respecto a la relación de caída de presión al calor, la humedad y/o la transferencia de masa, se pueden determinar mediante el uso de algunos parámetros empíricos. Dichos parámetros son, por ejemplo, la relación del área A_1 de sección transversal del canal 4 y el área A_2 de sección transversal del canal 4 en un director 7, 8 de flujo, la relación de la variación del área de sección transversal del canal 4 en un director 7, 8 de flujo, al área A_1 de sección transversal, y el primer y segundo ángulos α_1 , α_2 , de inclinación de las porciones 9, 11 contra la corriente y con la corriente, respectivamente. El área A_1 de sección transversal del canal 4 se define como la sección transversal en la entrada 5 del canal 4. El área A_1 de sección transversal del canal 4 también se define como A_1 en la Figura 5. El área A_2 de sección transversal del canal 4 en el director 7, 8 de flujo, se define como el área de sección transversal en la porción 10 intermedia a la altura h_1 . El área A_2 de sección transversal del canal 4 también se define como A_2 en la Figura 5. En el caso de una porción intermedia, que no es paralela a la pared 6 del canal a partir de la cual se extiende la porción 9 contra la corriente, el área A_2 de sección transversal se define como el área de sección transversal promedio en la porción 10 intermedia.

Entre la porción 11 con la corriente y la pared 6a de canal del canal 4 hay una transición 18 lisa que tiene un radio R_4 . El radio R_4 de la transición 18 entre la porción 11 con la corriente y la pared 6a de canal del canal 4, reduce la formación de un remolino secundario, que de lo contrario puede aumentar la caída de presión. El radio R_4 es 0.2-2 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.2 \cdot h_1$ - $2 \cdot h_1$, y preferiblemente 0.5-1.5 veces la altura del director 7 de flujo, es decir, $0.5 \cdot h_1$ - $1.5 \cdot h_1$. Para la realización con la altura H de canal preferida más pequeña, equivale a 0.01-2.15 mm y 0.18-0.81 mm, respectivamente. Para la realización con la altura H de canal preferida más grande, equivale a 0.03-8.62 mm y 0.70-3.23 mm, respectivamente. Sin embargo, las transiciones 18, 20 no se limitan a tener un radio, pueden ser directas.

Las transiciones 18, 19, 20, 21 suaves dan como resultado un flujo de fluido más uniforme sobre el director 7 de flujo y, al mismo tiempo, las transiciones dirigen el fluido en una cierta dirección. Las transiciones suaves también disminuyen la caída de presión, ya que la caída de presión se establece por la fricción entre el fluido y las paredes del canal.

En las Figuras 2 y 3, la porción 9 contra la corriente el director de flujo tiene una parte 21 plana. En otra realización, que no se muestra, la porción 9 contra la corriente puede comprender dos porciones curvas contrarias entre sí sin una parte plana entre ellas. Es decir, la porción 9 contra la corriente puede formarse por la transición 20 cóncava entre la pared 6a del canal y la porción contra la corriente que continúa en la transición 19 convexa entre la porción 9

5 contra la corriente y la porción 10 intermedia. En este caso, el primer ángulo α_1 de inclinación se refiere al ángulo entre la tangente a través del punto de inflexión, visto en sección transversal, de las dos partes curvas y el plano de la pared 6 del canal. En otros aspectos, el primer ángulo de inclinación se define de manera similar al caso con la parte 21 plana.

10 En otra realización, la porción 11 con la corriente puede tener una forma cóncava o convexa o la porción 11 con la corriente puede comprender dos porciones curvas contrarias entre sí, sin una parte 22 plana entre ellas. Es decir, la porción 11 contra la corriente puede formarse por una transición 17 convexa entre la porción intermedia y la porción con la corriente que continúa en una transición 18 cóncava entre la parte con la corriente y la pared del canal. En

15 este caso, el segundo ángulo α_2 de inclinación se refiere al ángulo entre la tangente a través del punto de inflexión, visto en sección transversal, de las dos partes curvas y el plano de la pared 6a del canal. En otros aspectos, el segundo ángulo de inclinación se define de manera similar al caso con la parte 22 plana.

En la Figura 3, un segundo director 7b de flujo yace a una distancia B del primer director 7a de flujo, cuyo segundo director 7b de flujo tiene la misma forma geométrica que el director 7a de flujo. El segundo director 7b de flujo

20 también puede tener una forma geométrica diferente en comparación con la forma geométrica del primer director 7a de flujo. La distancia B debería ser lo suficientemente grande para que el movimiento turbulento creado después de pasar el primer director 7a de flujo pueda utilizarse al máximo y que el fluido pueda tomar la dirección del canal 4, es decir, paralelo a las paredes 6a-c de canal del canal 4. A través de esta distancia, se previene la caída de presión innecesaria sin ninguna disminución en el calor, la humedad y/o la tasa de transferencia de masa. La invención no

25 se limita a tener directores de flujo a distancias B iguales entre sí. Por el contrario, es posible organizar los directores de flujo a distancias arbitrarias entre sí.

Por encima del director 7a, 7b de flujo se dispone una protuberancia 12. Preferiblemente, la altura h_2 de la protuberancia 12 es menor que la altura h_1 del director 7 de flujo. Esto reduce la turbulencia innecesaria en la

30 protuberancia 12. Además, preferiblemente, la protuberancia 12 tiene una forma que se ajusta bien en la protuberancia 12 correspondiente, que se define por el director de flujo en la parte inferior de un segundo canal (ver la Figura 4). La altura de la protuberancia 12 es preferiblemente tan alta que se obtiene un montaje estable cuando se organizan canales en capas, esto con el fin de evitar el efecto telescópico. Aquí, telescópico se refiere al

35 movimiento indeseado de las capas de canal en relación entre sí. La invención no se limita a tener una protuberancia en cada director 7 de flujo. En su lugar, puede haber, por ejemplo, una protuberancia, en la dirección del flujo de fluido, en el primer director 7 de flujo y uno en el último director 7 de flujo.

La Figura 4 muestra dos canales 4 dispuestos el uno sobre el otro, como en un sistema 2 de canales, cada uno con un primer director 7 de flujo y un segundo director 8 de flujo invertido con el primer director 7 de flujo. Si solo se

40 utilizan los directores de flujo, los cuales se extienden dentro del canal, solo la mitad de los canales tendrán directores de flujo cuando se enrollen juntos o se acoplen entre sí como en la Figura 6. Para aumentar aún más el calor, la humedad y/o la transferencia de masa, es conveniente que cada segundo director de flujo sea un director 8 de flujo invertido al primer director 7 de flujo, de modo que todos los canales estén provistos de directores de flujo. El segundo director 8 de flujo invertido al primer director 7 de flujo está ubicado a una distancia predeterminada B del

45 primer director 7 de flujo. La distancia B debería ser tan grande que el movimiento turbulento creado después de pasar el primer director 7 de flujo pueda utilizarse al máximo y que el fluido pueda tomar la dirección del canal 4, es decir, paralelo a las paredes 6 de canal del canal 4. El fluido que se está acercando al segundo director de flujo invertido obtiene una gran área de expansión y la velocidad disminuye localmente.

La Figura 5, una sección transversal del canal en la Figura 2 vista a partir de un extremo del canal, ilustra cómo la

50 sección transversal se ve afectada por las hendiduras 15 a partir de ambos lados. Tanto el primer director 7 de flujo como el director 8 de flujo invertido se indican en la figura y se extienden por toda la pared 6a del canal (ver también la Figura 1). La sección transversal del canal es triangular, pero cualquier sección transversal con forma superior es adecuada. Por lo tanto, también es factible una sección transversal trapezoidal.

55 Para crear el movimiento turbulento deseado, se necesita una cierta velocidad v_2 del fluido en la porción 10 intermedia del director 7 de flujo. La velocidad v_2 depende del área A_2 de sección transversal del canal en la porción 10 intermedia, el área A_1 de sección transversal del canal 4 y la velocidad, v_1 , en la parte del canal con el área A_1 de

60 sección transversal, por ejemplo, en la entrada del canal. Al usar la fórmula $A_2 = A_1 * (v_1)^2 / v_2$, se puede calcular la relación más ventajosa del área A_1 al área A_2 , es decir, A_2/A_1 , dependiendo de la aplicación. La relación del área A_1 al área A_2 es mayor que 1.5, preferiblemente mayor que 2.5, y más preferiblemente mayor que 3.

De acuerdo con una alternativa de la presente invención, el director de flujo está dispuesto de tal manera que la

65 porción intermedia entre dichas porciones contra la corriente y con la corriente es paralelo a un lado del triángulo de la sección transversal triangular del canal, a partir de cuyo lado se extiende el director de flujo. En otra alternativa, el director de flujo está dispuesto de tal manera que la parte intermedia entre dichas porciones contra la corriente y con

la corriente es perpendicular a uno de los lados del triángulo de la sección transversal triangular del canal. Esto significa que las porciones contra la corriente y con la corriente, respectivamente, tienen una inclinación relativa a dos lados del canal, no solo el lado a partir del cual se desvía el director de flujo sino también un lado vecino. En aún una realización alternativa, el director de flujo puede disponerse de tal manera que las porciones laterales de la porción intermedia tengan una inclinación con respecto al lado del cual se desvía el director de flujo, es decir, el director de flujo forma una superficie convexa con cuatro lados inclinados. Alternativamente, un director de flujo puede extenderse a partir de una pared 6a del canal y regresar a otra pared 6b del canal, o los directores de flujo pueden extenderse y regresar a diferentes paredes 6a-c del canal en un orden arbitrario. Por ejemplo, cada tercer director de flujo puede extenderse a partir de la pared 6a del canal y los directores de flujo entre los de la pared 6a del canal pueden extenderse de las dos paredes 6b, c del canal restantes en giros. En aún una realización alternativa, los directores de flujo pueden extenderse a partir de dos o varias paredes 6a-c del canal a la misma distancia a partir de la entrada del canal 4 o a partir de un director 7, 8 de flujo contra la corriente en el canal. Esto resulta en un estrechamiento de varias paredes del canal. Este tipo de directores de flujo pueden combinarse con los directores 7, 8 de flujo que se ilustran en las figuras.

La Figura 6 ilustra una capa con canales 4 en un sistema 2 de canales en la dirección longitudinal de los canales de acuerdo con la presente invención. Preferiblemente se usa una tira 13 corrugada, en la que los directores 7, 8 de flujo se presionan a partir de un lado para formar ambas hendiduras 15 en los bordes de plegado y las partes prensadas en los bordes de plegado interiores. Las hendiduras 15 se encuentran aquí de la misma manera que los directores 7, 8 de flujo que se explicaron anteriormente. En esta realización, también se utiliza una tira 14 sustancialmente plana, que también se forma con hendiduras 15 que corresponden a las de la tira 13 corrugada. La tira 14 plana y la tira 13 corrugada se presionan una encima de la otra para que las hendiduras en la tira 14 plana encajen en las hendiduras 15 en la tira 13 corrugada.

Para aumentar adicionalmente el calor, la humedad y/o la transferencia de masa, es conveniente que los canales con la punta de la sección transversal triangular que apunta hacia abajo y los canales con la punta de la sección transversal triangular que apunta hacia arriba sean provistos de hendiduras/partes extraídas, lo que resulta en que todos los canales estén provistos de directores de flujo. Para que todos los canales cuenten con directores de flujo, es conveniente, por lo tanto, realizar hendiduras/partes extraídas a partir de ambos lados, de modo que la base del triángulo, es decir, la sección transversal del canal, se presione hacia adentro, logrando de este modo una reducción del área de sección transversal. Las hendiduras/partes extraídas de los canales con la punta de la sección transversal triangular apuntando hacia afuera y hacia dentro, respectivamente, estén desplazadas una respecto a la otra a lo largo de los canales, y preferiblemente separadas equidistantemente entre sí. En una sección transversal de un mismo canal en diferentes puntos a lo largo de la misma, hay, por lo tanto, hendiduras de la base de la porción triangular/extraída de la punta del triángulo y hendiduras de la base de la porción triangular/extraída de la punta del triángulo. Es principalmente una reducción del área transversal que ayuda a generar turbulencia. Esto significa que las porciones donde se presiona la base hacia el interior hacia el centro del canal generan la mayor parte de la turbulencia, ya que es aquí donde se reduce el área de la sección transversal. En las partes donde la punta del triángulo se presiona hacia adentro hacia el centro del canal y la base se presiona hacia afuera, hay en su lugar un aumento del área de la sección transversal.

Aunque la invención anterior se ha descrito en conexión con realizaciones preferidas de la invención, será evidente para un experto en la materia que son concebibles diversas modificaciones sin apartarse de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, como se describió anteriormente, la tira corrugada puede corrugarse de otras maneras para que se obtengan otros perfiles de canal. Si la configuración de los directores de flujo no constituye un obstáculo para el telescópico, por ejemplo, si los ángulos de las partes contra la corriente y con la corriente son pequeños con relación a la dirección longitudinal del canal, es posible hacer una porción especial de hendidura/extracción con ángulos ligeramente menos agudos en relación con la dirección longitudinal de los canales. Estos obstáculos telescópicos deberían ser pequeños, pequeños en relación con la sección transversal de los canales, en comparación con los directores de flujo para minimizar la caída de presión. Estos obstáculos telescópicos también pueden, por supuesto, complementar los directores de flujo, que ya sirven como obstáculos telescópicos. El número de hendiduras/directores de flujo depende de la longitud del canal y del área A_1 de sección transversal del canal. Para optimizar la relación de caída de presión a calor, humedad y/o transferencia de masa, un canal con área de sección transversal más pequeña requiere una distancia más corta entre los directores de flujo y por lo tanto más directores de flujo que un canal con un área de sección transversal más grande. Además, a partir del punto de vista de la fabricación, esto es adecuado con una distancia predeterminada que es reutilizable para diferentes aplicaciones. Para las realizaciones preferidas, el número de directores de flujo puede ser 5-6 para un canal de longitud de 150 mm. Sin embargo, el número de directores de flujo de ninguna manera se limita a este número.

REIVINDICACIONES

- 1 Sistema (2) de canales para optimizar la relación entre caída de presión y calor, humedad y/o transferencia de masa de fluidos que fluyen a través de dicho sistema, comprendiendo dicho sistema de canales al menos un canal (4) que tiene al menos una pared (6a) de canal y al menos un director (7a, 7b) de flujo que tiene una altura (h_1) predeterminada, extendiéndose dicho director de flujo en una dirección de flujo de fluido y transversalmente a dicho canal (4), y comprendiendo una porción (9) contra la corriente, una porción (11) con la corriente y una porción (10) intermedia entre dichas porciones (9, 11) contra la corriente y con la corriente, dicha porción (9) contra la corriente se desvía, en dicha dirección de flujo de fluido, a partir de dicha pared (6a) del canal hacia dentro en dicho canal (4), y dicha porción (11) con la corriente que retorna, en dicha dirección de flujo de fluido, hacia dicha pared (6a) de canal, donde dicha altura (h_1) de dicho director de flujo es mayor que 0.35 veces la altura (H) de dicho canal (4), tomada en una dirección similar a la altura (h_1) de dicho director de flujo, y en el que dicho canal (4) tiene una primer área A_1 de sección transversal, y una segunda área A_2 de sección transversal en el director (7a, 7b) de flujo,
- 15 en el que
- dicho canal tiene una sección transversal triangular o trapezoidal, la relación del área A_1 al área A_2 , que es A_1/A_2 , es mayor que 1.5, preferiblemente mayor que 2.5, y más preferiblemente mayor que 3, la altura (H) de dicho canal (4) es menor que 4 mm, una transición (17) entre dicha porción (10) intermedia y dicha porción (11) con la corriente está curvada con un radio (R_3) predeterminado, caracterizado porque dicho radio (R_3) predeterminado es $0.35 \cdot h_1 - 2.1 \cdot h_1$, y preferiblemente $0.35 \cdot h_1 - 1.1 \cdot h_1$, dicho radio (R_3) dirige una parte principal de dicho fluido hacia dicha pared del canal creando un remolino, que se crea debido a una sección transversal en expansión de dicho canal.
2. Sistema (2) de canales de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dicha parte (10) intermedia comprende una parte (16) plana, la cual es sustancialmente paralela a dicha pared (6a) de canal de dicho canal (4).
3. Sistema (2) de canales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una transición (18) entre dicha porción (11) con la corriente y dicha pared (6a) de canales está curvada con un radio (R_4) predeterminado.
4. Sistema (2) de canales de acuerdo con la reivindicación 3, en donde dicho radio (R_4) de dicha transición (18) entre dicha porción (11) con la corriente y dicha pared (6a) de canal es $0.2 \cdot h_1 - 2 \cdot h_1$, y preferiblemente $0.5 \cdot h_1 - 1.5 \cdot h_1$.
5. Sistema (2) de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que una transición (19) entre dicha porción (9) contra la corriente y dicha porción (10) intermedia está curvada con un radio (R_2) predeterminado.
6. Sistema (2) de canales de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho radio (R_2) de dicha transición (19) entre dicha porción (9) contra la corriente y dicha porción (10) intermedia es $0.1 \cdot h_1 - 2 \cdot h_1$.
7. Sistema (2) de canales de acuerdo con la reivindicación 5, donde dicho radio (R_2) de dicha transición (19) entre dicha porción (9) contra la corriente y dicha porción (10) intermedia es igual a dicho radio (R_3) de dicha transición (17) entre dicha porción (10) intermedia y dicha porción (11) con la corriente.
8. Sistema (2) de canales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una transición (20) entre dicha pared (6a) de canal de dicho canal (4) y dicha porción (9) contra la corriente del director (7a, 7b) de flujo está curvada con un radio (R_1) predeterminado.
9. Sistema (2) de canales de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicho radio (R_1) de dicha transición (20) entre dicha pared de canal de dicho canal y dicha porción (8) contra la corriente es $0.1 \cdot h_1 - 2 \cdot h_1$.
10. Sistema (2) de canales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una parte (22) plana de dicha parte (11) con la corriente tiene un segundo ángulo (α_2) de inclinación en relación con dicho plano de dicha pared (6a) de canal a lo cual regresa dicha porción (9) con la corriente, en donde dicho segundo ángulo (α_2) de inclinación es de $50^\circ - 90^\circ$, y preferiblemente de $60 \pm 10^\circ$.
11. Sistema (2) de canales de acuerdo con las reivindicaciones 1-10, en donde dicho canal (4) comprende al menos un director (8) de flujo, que está invertido con relación a dicho director (7) de flujo.

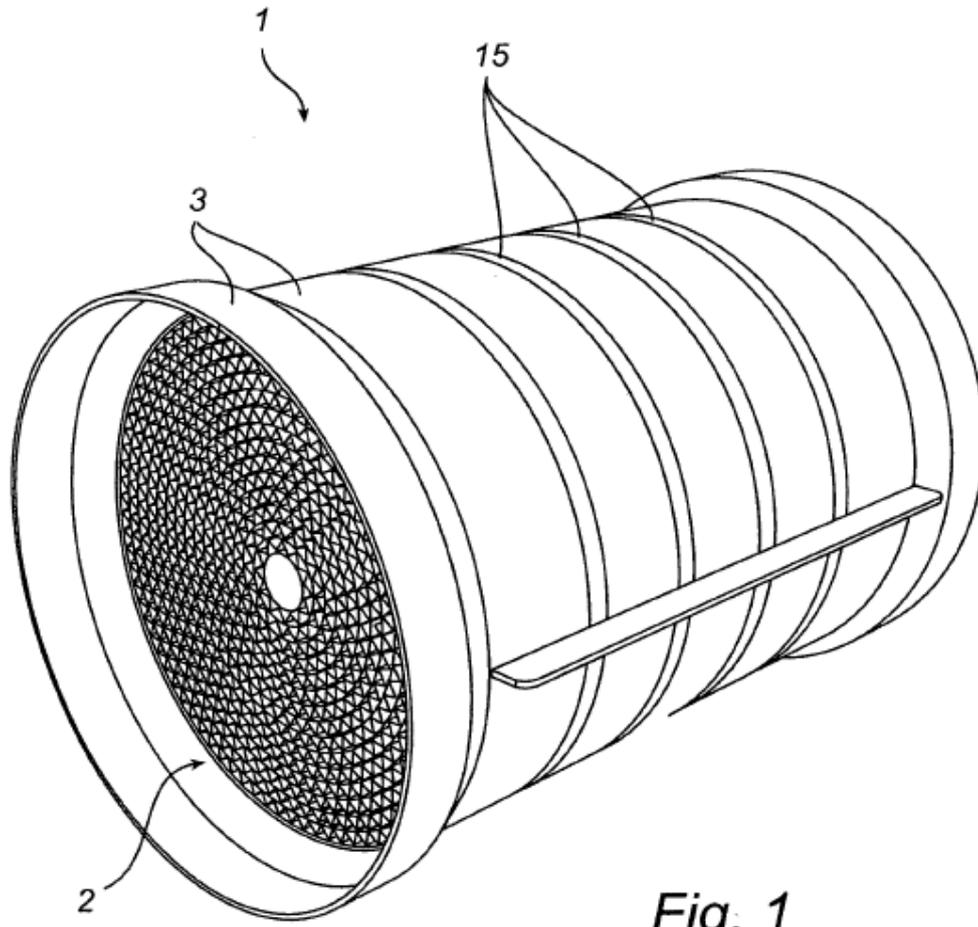


Fig. 1

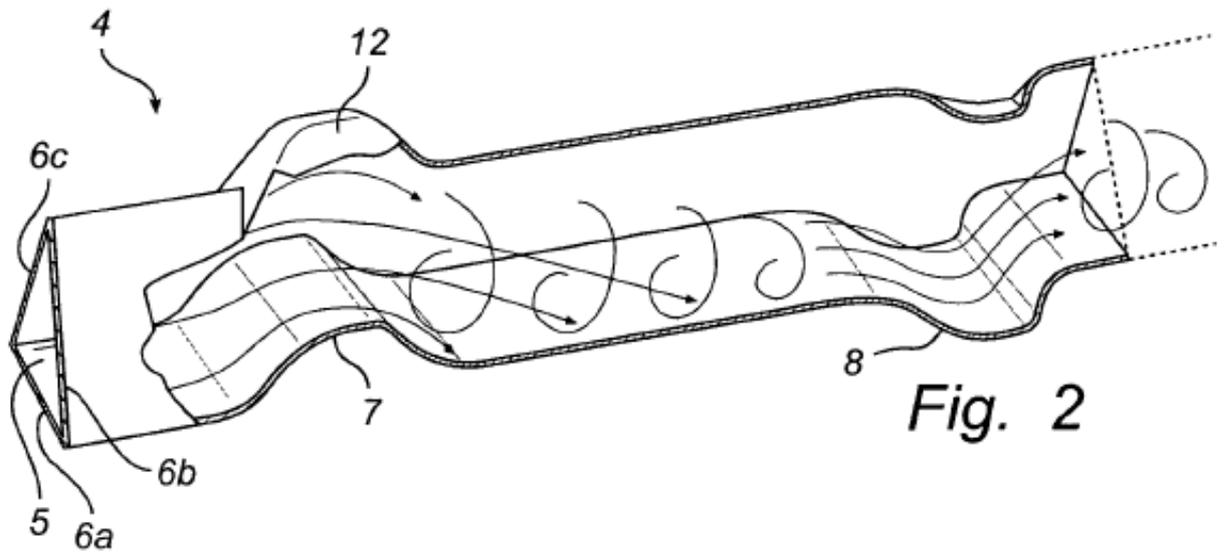


Fig. 2

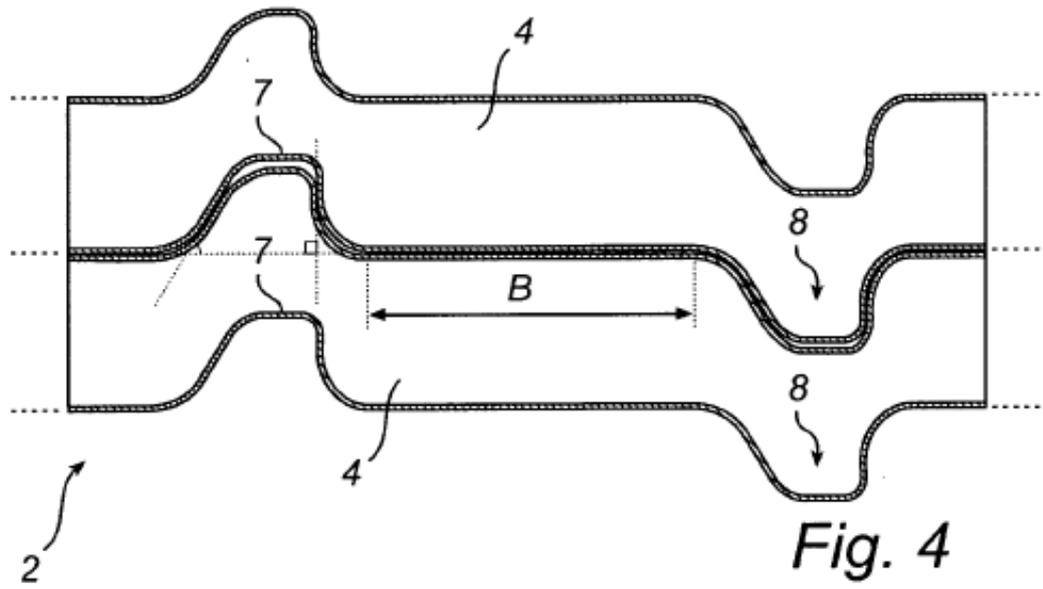


Fig. 4

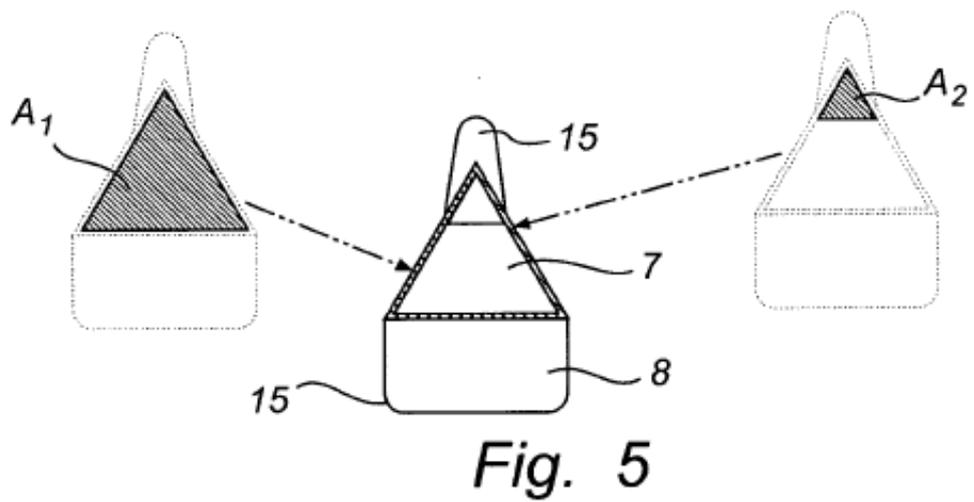


Fig. 5

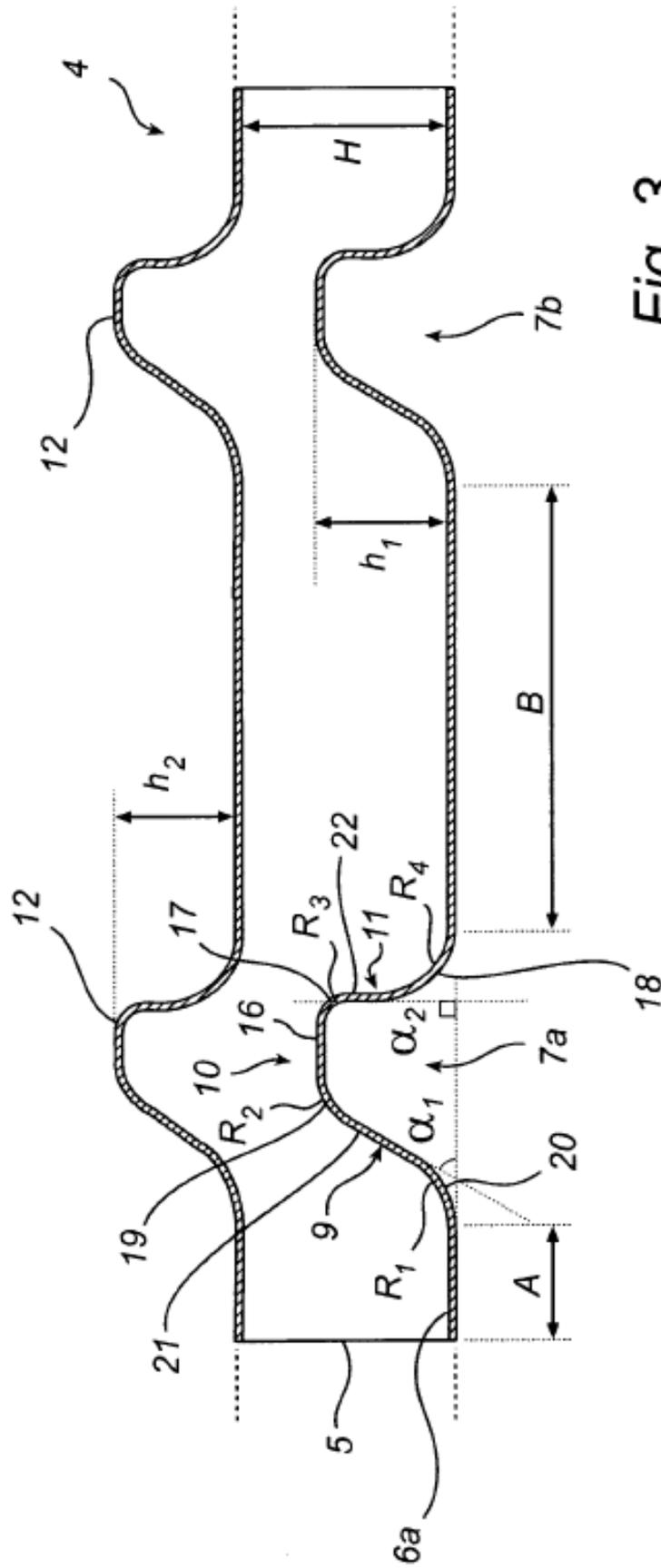


Fig. 3

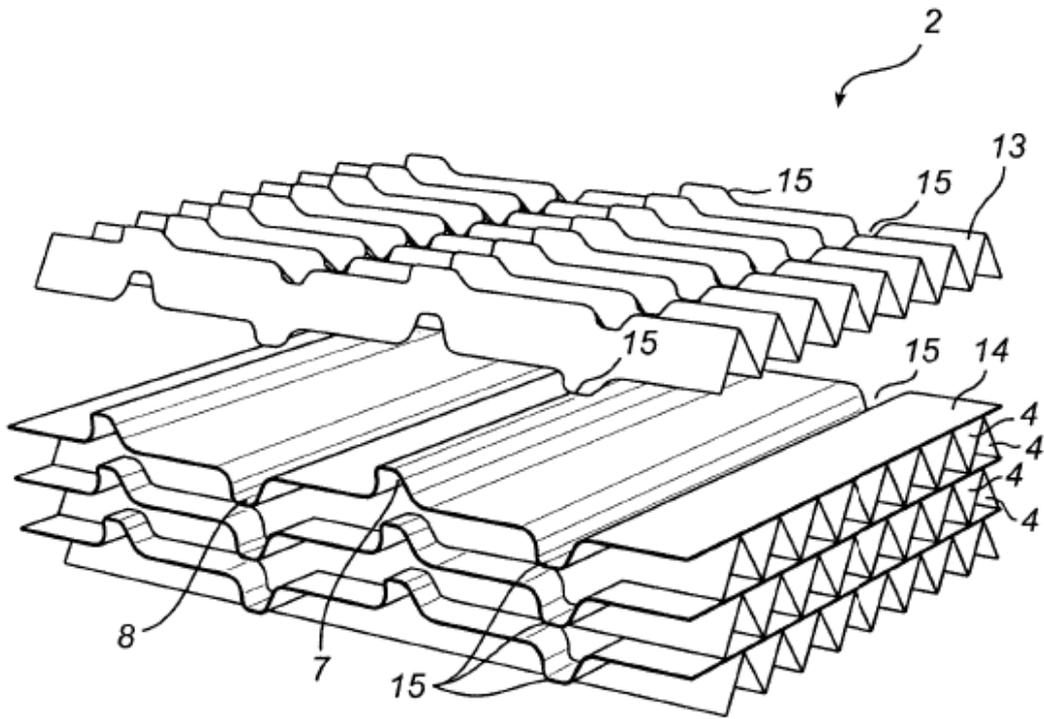


Fig. 6