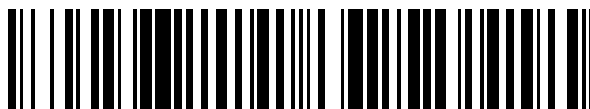


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 929 634**

51 Int. Cl.:

B01J 19/32 (2006.01)

B01D 3/28 (2006.01)

B01D 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2017 PCT/EP2017/056422**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17167591**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2017 E 17710573 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2022 EP 3436189**

54 Título: **Contactor**

30 Prioridad:

31.03.2016 EP 16163271

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

30.11.2022

73 Titular/es:

**HIRSCHBERG ENGINEERING AG (100.0%)
Industriestrasse 26a
8404 Winterthur, CH**

72 Inventor/es:

HIRSCHBERG, SEBASTIAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 929 634 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

Contactor

Campo técnico

La invención se refiere a una columna de destilación, una columna de extracción o un lavador de gases que comprende al menos un contactor para la puesta en contacto de al menos dos corrientes de fluido, que comprende una estructura para la conducción de un primer fluido, presentando la estructura además una zona de contacto, estando diseñada la zona de contacto para la conducción de un segundo fluido, pudiéndose poner en contacto el primer fluido con el segundo fluido en la zona de contacto. La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un contacto entre un primer y un segundo fluido.

Estado de la técnica

En la técnica de procedimientos, diferentes corrientes de fluidos se ponen en contacto entre sí en diversos pasos del procedimiento. La puesta en contacto específica de las corrientes permite el intercambio de sustancias y energía entre las corrientes de fluidos o reacciones químicas. En el caso de las corrientes de fluido se puede tratar de dos líquidos inmiscibles o un fluido gaseoso y un líquido. Para la puesta en contacto se utilizan diferentes técnicas. Por un lado, una corriente de fluido puede dispersarse, o bien atomizarse en otra para generar una gran superficie entre los fluidos. Por lo general, los dos fluidos se separan nuevamente en un paso posterior. Los dos fluidos pueden conducirse además en corriente paralela a través de un recipiente, dentro del cual se proporcionan grandes superficies para la puesta en contacto de las corrientes de fluido. Ejemplos de tales dispositivos son columnas empaquetadas o columnas con empaquetaduras estructuradas. Los procedimientos en los que las corrientes de fluido a poner en contacto se conducen en contracorriente son particularmente eficientes. Ejemplos de tales dispositivos son las columnas de platos, las columnas de cuerpos de relleno, las columnas con empaquetaduras estructuradas, los evaporadores de película descendente, los evaporadores de película delgada y más. Los contactores de corriente cruzada también se pueden usar para algunos procesos. En los contactores de corriente cruzada, las dos corrientes de fluido no fluyen en la misma dirección, como en el caso de corriente paralela, ni en direcciones opuestas, como en el caso de contracorriente, sino que se cruzan y realizan un intercambio de sustancias durante el cruce. Algunos ejemplos son los evaporadores de película de corriente cruzada o los lavadores de gases, en los que un líquido fluye por la superficie de cuerpos de relleno o elementos de inserción estructurados impulsado por gravedad como una película, mientras que una corriente de vapor o gas fluye a través de la estructura en una dirección que se desvía de la dirección de la corriente del líquido y se pone en contacto con la película en esta.

Para la aplicación a gran escala, por motivos de costes ha dado buen resultado la puesta en contacto en contracorriente o en corriente cruzada puramente con la ayuda de la gravedad. Sin embargo, esto da como resultado una limitación del rendimiento alcanzable, ya que los fluidos a poner en contacto se arrastran recíprocamente. Por lo tanto, con la puesta en contacto en contracorriente, a partir de un cierto rendimiento, las fuerzas entre las corrientes de fluido se vuelven mayores que la gravedad, que debe impulsar hacia abajo la más pesada de las dos fases en el aparato. Tan pronto como las fuerzas entre las fases se vuelven mayores que la gravedad, se produce una inundación. Desde el punto de inundación, la fase más pesada ya no puede fluir hacia abajo a través del aparato, sino que es arrastrada hacia arriba por la fase más ligera. En el caso de corriente cruzada, la película de líquido es arrastrada con el flujo de fluido que se cruza con esta. En el caso de puesta en contacto en corriente cruzada, el proceso es menos fácil de controlar debido al arrastre del líquido y se dificulta la captura de fase líquida excedente en la película, o bien la separación de ambas corrientes.

Una clase de tales procedimientos de puesta en contacto fluido-fluido es la destilación. Típicamente, aquí se genera específicamente un intercambio de sustancias entre un líquido y una corriente de gas en contracorriente. En el caso de la destilación en empaquetaduras estructuradas, se ha demostrado que existe típicamente un límite natural en el caso de una caída de presión de la corriente de gas de alrededor de 10 - 12 mbar/m. Por lo tanto, a menudo no son posibles puntos de proceso con una mayor caída de presión en la corriente de gas ascendente, ya que entonces la columna se inunda normalmente.

En el documento WO 2014/043823 A1 se describe un cuerpo moldeado a través del cual un fluido puede fluir en al menos una dirección de flujo y que a) comprende una variedad de capas sucesivas, paralelas entre sí, presentando cada capa al menos un hueco, b) presentando cada capa al menos una área compuesta con una capa siguiente o anterior, c) solapándose cada hueco de una capa al menos con una zona del hueco de una capa siguiente o anterior, de modo que d) las capas forman en total al menos dos alas escalonadas en el cuerpo moldeado. Los contactores conocidos en la actualidad tienen la desventaja de que permiten sólo un volumen de sustancias limitado debido a la tendencia a la inundación.

Presentación de la invención

La tarea de la invención es crear una columna de destilación, una columna de extracción o un lavador de gases perteneciente al campo técnico mencionado al principio, con un contactor con el que se puedan poner en contacto dos fluidos, reduciéndose un riesgo de inundación, o bien un arrastre de un fluido. Esto en particular de tal manera que se

pueda lograr un intercambio intensivo de sustancias entre los fluidos a procesar con caudales muy altos de los dos fluidos y el aparato para el intercambio de sustancias se pueda construir así de forma más compacta.

La solución a la tarea está definida por las características de la reivindicación 1. Según la invención, en la zona de contacto del contactor de la columna de destilación, de la columna de extracción o el lavador de gases está dispuesto al menos un interruptor de flujo para interrumpir un flujo del segundo fluido.

El contactor se usa en la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases para producir un contacto entre un primer fluido y un segundo fluido en un procedimiento.

La velocidad de flujo del segundo fluido se selecciona preferiblemente de tal manera que se excluyan inundaciones. La formación del interruptor de flujo en la zona de contacto de la estructura tiene como efecto, entre otros, que se puede evitar el fenómeno de inundación en contracorriente, o bien el arrastre del líquido en la película en corriente cruzada. En particular, en ambos casos el primer fluido es conducido en la estructura para la conducción del primer fluido, en particular en poros y/o capilares de la estructura, de manera que humecta la estructura para la conducción del primer fluido. El segundo fluido fluye a lo largo de la zona de contacto, en particular a través de zonas del contactor que se encuentran fuera de la estructura para la conducción del primer fluido y en particular no presentan poros y/o capilares en la estructura, de modo que apenas humecta o no humecta en absoluto la estructura para la conducción del primer fluido. De este modo se crea un dispositivo particularmente eficiente para la puesta en contacto de un primer fluido con un segundo fluido. En particular, con el contactor de la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases según la invención se puede poner en contacto un primer fluido con un segundo fluido, sin que el primer fluido se disperse en el segundo fluido o viceversa. De esta manera, se obtiene un contacto particularmente intenso entre el primer fluido y el segundo fluido en la interfase.

En variantes, la velocidad de flujo se puede seleccionar de tal manera que únicamente se reduzca el riesgo de inundación.

La estructura puede presentar cualquier diseño en principio. El único requisito en la estructura consiste en que se pueda conducir un fluido desde un primer extremo de la estructura a un segundo extremo de la estructura. El primer fluido no se tiene que conducir necesariamente en línea recta, sino también a través de la estructura a lo largo de cualquier trayectoria.

La zona de contacto es en particular una zona de una superficie, una superficie envolvente y/o una superficie límite de la estructura para la conducción del primer fluido. En particular, la zona de contacto está esencialmente definida por la geometría de la estructura para la conducción del primer fluido, en particular por la geometría del límite exterior y/o una superficie envolvente de la estructura para la conducción del primer fluido. La zona de contacto se sitúa en particular fuera de la estructura para la conducción del primer fluido y en particular no presenta poros y/o capilares. La zona de contacto está formada de tal manera que el primer fluido, que fluye dentro de la estructura para la conducción del primer fluido, puede entrar en contacto en la zona de contacto con el segundo fluido, que fluye fuera de la estructura para la conducción del primer fluido.

En el uso del contactor de la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases según la invención, se forma una interfase entre el primer fluido y el segundo fluido. En otras palabras, en este caso se trata de un área de separación de fases entre los dos fluidos. Por lo tanto, la interfase no debe entenderse necesariamente como una superficie geoméricamente reconocible en la estructura para la conducción del primer fluido. En particular, la interfase no es necesariamente idéntica a la superficie, la superficie envolvente y/o la superficie límite de la estructura para la conducción del primer fluido. Dependiendo de los fluidos utilizados, la interfase entre los fluidos puede variar y, por ejemplo, situarse por encima de la superficie, la superficie envolvente y/o la superficie límite de la estructura para la conducción del primer fluido. La forma y la posición de la interfase dependen en particular de los fluidos utilizados, del estado del flujo y/o de las distribuciones de presión en el flujo de los dos fluidos. La forma y la posición de la interfase también pueden cambiar dinámicamente con el tiempo debido a los fenómenos ondulatorios y/o cuando en una zona de la estructura entra más líquido del que sale durante un cierto período de tiempo. En particular, en el caso de la interfase se trata de un área curvada y/o abombada que está interrumpida y/o limitada en particular por el al menos un interruptor de flujo.

Básicamente, el primer fluido y/o el segundo fluido puede estar presente como cualquier sustancia fluida, en particular como líquido, vapor, aerosol, espuma, etc. Esto bajo la condición de que los dos fluidos no sean homogéneamente miscibles entre sí. En el presente caso, se entiende por "mezcla homogénea" una mezcla de dos fluidos que se mezclan a nivel molecular y se encuentran en una fase, es decir, no son ópticamente reconocibles como mezcla.

En el caso del primer fluido se trata preferiblemente de un líquido, en particular en el caso de una columna de extracción. Sin embargo, en particular en el caso de una columna de destilación o un lavador de gases, en el caso del primer fluido también se puede tratar de un gas.

En el caso del segundo fluido se trata preferiblemente de un gas. No obstante, en variantes, también se puede tratar de un líquido. Sin embargo, el primer y el segundo fluido no están presentes como gases simultáneamente.

En el caso de interruptor de flujo ese trata de un elemento que influye en el flujo del segundo fluido. El término "interrupción del flujo" debe entenderse generalmente como un cambio de comportamiento del flujo. Este cambio puede comprender un frenado de la velocidad de flujo, un desvío de la corriente de fluido y similares.

5 Enumeraciones con el término "y/o" básicamente deben interpretarse de tal manera que se pueda seleccionar un subconjunto no vacío de las características enumeradas.

De modo particularmente preferido, en el procedimiento, la dirección de flujo del segundo fluido a través del al menos un interruptor de flujo se cambia localmente de manera específica a través de al menos un interruptor de flujo, en particular se invierte localmente. En este caso se genera en particular al menos una turbulencia local definida en el segundo fluido. De esta manera, la puesta en contacto en corriente paralela entre el primer fluido y el segundo fluido se puede conseguir en particular localmente.

En variantes, la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases también se pueden operar de tal manera que no haya turbulencia. En su lugar, la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases se pueden operar, por ejemplo, de tal manera que se efectúe únicamente un frenado del segundo fluido.

15 La estructura, la zona de contacto y/o la interfase se diseñan preferiblemente de tal manera que se obtenga una buena mezcla en los respectivos fluidos. De este modo se consigue que siempre se disponga de fluido fresco en la zona de contacto.

Según la invención, el interruptor de flujo comprende al menos dos listones, pudiendo fluir el segundo fluido en particular en una segunda dirección que cruza la dirección de los listones. Bajo el concepto listón se entiende un elemento esencialmente prismático. Preferentemente se trata de una forma de paralelepípedo, en particular una forma de paralelepípedo alargado. En una forma de realización preferida, el listón está formado en una sola pieza con la estructura, pero el contactor también puede estar compuesto también por listones y estructura en variantes. Además, el listón puede estar formado, por ejemplo, como prisma con una sección transversal no rectangular. En particular, el listón también puede presentar una sección transversal triangular.

25 En variantes, el interruptor de flujo también se puede diseñar de manera diferente. Por ejemplo, el interruptor de flujo puede presentar forma ondulada, en zigzag, serpenteante o similar. Otras configuraciones posibles de un interruptor de flujo son conocidas por el especialista.

De este modo, el fenómeno de inundación en contracorriente se previene preferentemente mediante un sistema de listones que están dispuestos a lo largo de la interfase entre las dos direcciones de flujo del primer fluido y del segundo fluido. De modo preferible, los listones están orientados aproximadamente en perpendicular a la dirección de movimiento del segundo fluido, que preferiblemente no humecta la estructura en lo esencial. En la práctica se ha demostrado que los listones describen con especial preferencia un ángulo en el intervalo de 70° a 90° con la dirección de flujo del segundo fluido. Sin embargo, en realizaciones especiales, el ángulo también puede ser inferior a 70°.

Según la invención, la relación entre la distancia entre dos listones adyacentes y la altura del listón se sitúa en un rango de 1 a 10, preferentemente entre 3 y 7. Esto significa que la distancia entre dos listones adyacentes es de 1 a 10 veces mayor, preferiblemente de 3 a 7 veces mayor que la altura de los propios listones. Con ensayos se pudo demostrar que, con distancias demasiado reducidas entre dos listones adyacentes, típicamente no se puede garantizar el contacto suficiente entre el primer fluido y el segundo fluido. Por el contrario, con distancias demasiado grandes, el efecto de los propios listones como interruptores de flujo puede ser demasiado reducido, con lo que se produce más bien una inundación. Sin embargo, el rango mencionado anteriormente de un factor entre 1 y 10 y preferiblemente entre 3 y 7 también depende de los fluidos utilizados, así como del tamaño del propio contactor, las velocidades de flujo, los caudales volumétricos, etc.

El flujo entre los listones se puede ajustar específicamente mediante un dimensionado adecuado de la altura de los listones, así como de las distancias entre listones adyacentes. En numerosos ensayos se ha demostrado sorprendentemente que, a través de la elección apropiada de estas dimensiones, en particular la relación mencionada anteriormente entre la altura del listón y la distancia entre listones, el intercambio de sustancias entre el primer fluido y el segundo fluido puede incrementarse en comparación con la situación sin listones, aunque la velocidad entre las fases en la interfase se reduzca típicamente.

Este principio permite generar estructuras en cuyo interior los dos flujos de fluido del primer fluido y del segundo fluido forman áreas específicas de separación de fases muy grandes en la zona de contacto y a través de las cuales, sin embargo, el flujo puede tener lugar a velocidades muy altas. En aplicaciones de contracorriente en particular, las velocidades de los dos fluidos a poner en contacto se pueden aumentar significativamente y, por lo tanto, se pueden construir contactores mucho más compactos. Por ejemplo, en las columnas de destilación, la capacidad máxima de una estructura se puede aumentar en un factor de 5 o más con un rendimiento de intercambio entre las fases excelente simultáneamente. Aunque la pérdida de presión puede ser considerable en dicha operación, significativamente superior a 10-12 mbar/m, que forman el límite en el estado de la técnica, no se produce inundación. Mediante un dimensionado adecuado de la estructura, también el caudal del primer fluido se puede adaptar en un amplio rango al mismo tiempo. De esta forma, se puede lograr un salto en el rendimiento de las columnas de destilación, columnas de

extracción y lavadores de gases según la invención en comparación con el estado de la técnica y con una elección adecuada de los parámetros.

5 Preferiblemente, la estructura se crea de tal manera y los deflectores están dispuestos de tal manera que el primer fluido pueda fluir en una primera dirección que cruza el interruptor de flujo. De este modo se consigue que el primer fluido, en particular, no fluya en paralelo a la dirección del interruptor de flujo, o bien a la dirección del listón. De este modo se puede conseguir una buena puesta en contacto del segundo fluido con el primer fluido, ya que con ello el primer fluido no es conducido parcialmente detrás del interruptor de flujo, o bien de los listones.

En variantes, la estructura se puede crear de tal manera que el primer fluido, que se conduce paralelo a los listones, no se conduzca detrás de los listones. Esto se puede conseguir con canales adecuados, capilares y similares.

10 Los listones están dispuestos, por ejemplo, aproximadamente en horizontal. Con un dimensionado adecuado de los listones, la velocidad entre las fases en el área de contacto se puede reducir significativamente, de modo que se puede evitar en gran medida un arrastre.

15 Además, en una forma de realización preferida, los listones se pueden dimensionar de tal manera que se formen turbulencias definidas entre ellos. Como resultado, la velocidad de flujo del segundo fluido puede reducirse, o bien la dirección del flujo se gira a una dirección diferente. En el caso de listones que están orientados exactamente en perpendicular a la dirección de flujo del segundo fluido, la dirección de flujo a lo largo del área de contacto se puede incluso girar completamente mediante las turbulencias bajo ciertas circunstancias. En el caso de un contactor de contracorriente, se puede generar localmente un contactor de corriente paralela exactamente donde las dos fases están en contacto directo. Esto es especialmente ventajoso, ya que normalmente no se produce inundación con un contactor de contracorriente.

20 Preferiblemente, la primera dirección describe un ángulo de 60° a 90°, en particular un ángulo de 75° a 90°, preferiblemente un ángulo de 80° a 90° con la dirección del listón. De este modo se consigue una puesta en contacto particularmente óptima de los dos fluidos.

Alternativamente, el ángulo también puede situarse en un rango diferente, en particular por debajo de 60°.

25 En una forma de realización preferida del procedimiento, la estructura se humecta por el primer fluido, mientras que en particular el segundo fluido no humecta la superficie de la estructura o la humecta en menor medida.

30 En variantes, el caudal de los dos fluidos también se puede ajustar mediante una selección concreta de la estructura, por ejemplo, a través de un tamaño de poro de la estructura en función de la viscosidad del fluido. Además, en lugar de la selección de la humectabilidad de los fluidos, o bien adicionalmente a esta selección, en los listones puede estar previsto un hombro, un collar y/o una estructuración superficial.

35 La conducción de los fluidos a través de la estructura y la zona de contacto se puede controlar aún más mediante la selección de la humectabilidad de los listones. Para ello, el listón comprende de forma especialmente preferida un área próxima a la estructura que presenta una primera humectabilidad, así como un área distal a la estructura que presenta una segunda humectabilidad diferente de la primera. Tal estructura de listón puede evitar que el primer fluido entre en el área exterior de la tira y sea arrastrado allí por el segundo fluido. Por lo tanto, el procedimiento también se puede llevar a cabo con fluidos primero y segundo que presentan una humectabilidad, o bien polaridad similar o igual.

40 En una forma de realización, la estructura puede estar constituida por un material hidrófilo, en particular una cerámica hidrófila, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de circonio y/u óxido de titanio, y por lo tanto puede ser muy fácilmente humectable con sustancias polares. En una sección interior, es decir, en la dirección de la estructura, los listones pueden estar constituidos asimismo por un material hidrófilo, en particular una cerámica hidrófila, por ejemplo óxido de aluminio, óxido de circonio y/u óxido de titanio, y exteriormente por un material más hidrófobo, en particular un material cerámico que contiene tierras raras. El dióxido de cerio, por ejemplo, es particularmente adecuado como material hidrófobo. Otros materiales, o bien revestimientos adecuados también son conocidos por el especialista. Por cerámica hidrófila se entiende, en particular, una cerámica que presenta un ángulo de contacto < 10° con respecto al agua. Los ángulos de contacto de >85° se consideran hidrófobos.

Aquí también, en lugar de o adicionalmente a la selección de la humectabilidad de las áreas de los listones, en los listones puede estar previsto un hombro, un collar y/o una estructuración superficial.

Preferiblemente, la estructura incluye una o más de las siguientes características:

- a) un tejido;
- 50 b) un material de poros abiertos, en particular una espuma;
- c) capilares;
- d) estructura escalonada.

De manera particularmente preferida, la estructura presenta capilares. Para ello, la estructura puede presentar una estructura escalonada, comprender un tejido, un material de poros abiertos o una espuma, etc. En particular, la estructura escalonada ha demostrado ser especialmente ventajosa en la práctica.

Sin embargo, en variantes, la estructura también puede tener otras características o características adicionales.

- 5 Según la invención, un diámetro medio de capilares, de espacios libres en la estructura escalonada y/o de poros asciende de 200 micrómetros a 1 milímetro. En este caso, el diámetro se mide en particular perpendicularmente a una dirección longitudinal de la estructura respectiva.

Preferiblemente, los listones son fácilmente humectables por el primer fluido en el lado de los capilares de la estructura y preferiblemente también se humectan durante el funcionamiento. La diferencia de presión puede así ser compensada por las fuerzas capilares. En el lado opuesto, que no toca los capilares, los listones se realizan ventajosamente de tal manera que el primer fluido no los puede humectar o solo lo pueden humectar insuficientemente. Esto se puede conseguir, por ejemplo, generándose una estructura superficial adecuada en la superficie de los listones en esta área, revistiéndose adecuadamente las superficies de los listones en esta área o formándose los listones en esta área por un material que se puede humectar insuficientemente por el primer fluido. Debido a las dimensiones típicamente reducidas de las estructuras descritas aquí y su estructura tridimensional también típicamente compleja, la selección del material para los listones ha demostrado ser especialmente ventajosa.

Si el primer fluido no fluye paralelamente a los listones, debe poder fluir debajo de los rebordes. Esto se puede conseguir de diferentes maneras. Por ejemplo, se pueden formar capilares que pasan por debajo de los listones. Los capilares se pueden dimensionar ventajosamente de tal manera que las diferencias de presión entre el área delante de un listón y el área detrás de un listón se puedan compensar mediante las fuerzas capilares. Al mismo tiempo, sin embargo, los capilares no deben dimensionarse demasiado reducidos, ya que la velocidad del fluido se puede reducir demasiado en capilares muy reducidos debido a la fricción. Por lo tanto, los capilares se adaptan preferentemente a los dos fluidos, así como a los demás parámetros de proceso del dispositivo, como la temperatura, la velocidad de flujo, el caudal volumétrico, etc.

La estructura capilar que conduce el líquido se puede realizar como una serie de planos dispuestos en paralelo que están conectados entre sí mediante almas. Sin embargo, también se puede realizar como un cuerpo en forma de panal monolítico con diferentes formas de panal (triángulo, rectángulo, cuadrado, hexágono). Los listones pueden orientarse exactamente en perpendicular a la dirección de flujo del segundo fluido. Especialmente en la versión con el cuerpo que está constituido por varios planos dispuestos en paralelo, los listones también pueden estar dispuestos en un ángulo reducido con respecto a la perpendicular a la dirección de flujo del segundo fluido. De este modo se induce un movimiento de circulación en el flujo del segundo fluido que provoca una mezcla adicional del segundo fluido.

Los capilares en los que fluye el primer fluido pueden realizarse ventajosamente mediante almas escalonadas que se cruzan, como se describen en la solicitud EP2897783. De este modo se puede asegurar que el líquido en los capilares de la estructura se mezcle intensivamente durante el intercambio de sustancias y, por lo tanto, se intensifique el intercambio de sustancias. Sin embargo, los capilares también pueden estar dispuestos aleatoriamente y, por ejemplo, estar formados por estructuras de espuma de poros abiertos que están disponibles comercialmente a partir de plásticos, metales o cerámica. También serían concebibles otras construcciones de la estructura capilar, por ejemplo por medio de tejido u otros materiales porosos.

La estructura se forma preferentemente en forma de panal, sobresaliendo radialmente hacia dentro los interruptores de flujo en el panal. De manera particularmente preferida, una variedad de dispositivos en combinación presenta una interfase común que forma un canal poligonal para la conducción del segundo fluido. La estructura de panal tiene una estructura especialmente sencilla y, por lo tanto, también puede producirse económicamente.

En variantes puede estar prevista cualquier otra forma de la estructura (véase más abajo).

Los paneles presentan preferiblemente una sección transversal en forma de polígono regular, en particular un triángulo, un cuadrado o un hexágono. Estas formaciones tienen la ventaja de que los dispositivos individuales como monolitos pueden construirse de manera particularmente sencilla para dar disposiciones con varios monolitos.

En variantes también pueden estar previstas otras secciones transversales.

De manera particularmente preferida, la estructura comprende elementos de alma escalonados. El uso de almas escalonadas es especialmente ventajoso en el caso de una construcción en capas de la estructura, ya que de este modo se puede formar una capa para un escalón. Además, la forma escalonada tiene la ventaja de que el primer fluido se mezcla en el caso de rebose.

En variantes, la estructura también puede comprender rampas lisas en lugar de elementos de alma escalonados.

La estructura comprende preferentemente una variedad de elementos de alma escalonados dispuestos en forma de cruz. De este modo se consigue que el primer fluido en la estructura tenga que pasar por un gran número de cambios de dirección, lo que a su vez puede mejorar la mezcla.

También aquí pueden estar previstas como variante rampas lisas dispuestas en forma de cruz.

Particularmente en la forma de realización con capilares, en los que fluye el primer fluido, esto se puede realizar ventajosamente mediante almas escalonadas que se cruzan, como se describe en la solicitud EP 2 897 783 A1. De este modo se puede asegurar que el líquido en los capilares de la estructura se mezcle intensivamente durante el intercambio de sustancias y, por lo tanto, se intensifique el intercambio de sustancias.

Sin embargo, en variantes, los capilares también pueden estar dispuestos aleatoriamente y, por ejemplo, estar formados por estructuras de espuma de poros abiertos que están formadas por plástico, metal o cerámica. También serían concebibles otras construcciones de la estructura capilar, por ejemplo por medio de tejido u otros materiales porosos.

Según la invención, la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases comprende un contactor descrito anteriormente que comprende una estructura y un interruptor de flujo, estando dispuesto un distribuidor para la distribución del primer fluido en la estructura en un primer extremo de la columna de destilación, la columna de extracción o el lavador de gases y estando dispuesto un colector para la recogida del primer fluido de la estructura en un segundo extremo opuesto al primero. De este modo, la estructura se conecta casi en unión fluidica entre el distribuidor y el colector, de manera que la estructura puede ser alimentada de manera particularmente sencilla. El distribuidor y el colector pueden presentar respectivamente uno o más líneas de alimentación o descarga para el primer fluido. Sin embargo, de manera particularmente preferida, el distribuidor y el colector presentan exactamente una línea de alimentación, o bien de descarga.

Además, se pueden unir múltiples contactores de modo que el primer fluido se pueda conducir a través de estructuras de los múltiples dispositivos (véase más abajo) y presentando un dispositivo de un primer extremo un distribuidor y presentando un dispositivo de un segundo extremo un colector. Finalmente, el distribuidor y el colector también pueden ser componentes integrales del contactor y, en particular, pueden estar unidos a él en una sola pieza.

Este distribuidor, en particular, por ejemplo, un distribuidor de líquido y el colector, en particular el colector de líquido, pueden generarse, por ejemplo, directamente con el mismo procedimiento de producción para la construcción de estructuras en capas que ya se ha mencionado, con el que también se puede producir un dispositivo. Además, el distribuidor y el colector también pueden diseñarse, o bien producirse sólidamente con la estructura del contactor, en particular en una sola pieza.

Si el fluido, o bien el líquido se ha distribuido uniformemente en la estructura, normalmente solo existe un riesgo reducido o ya no existe el riesgo de que se formen malas distribuciones de fluido o líquido (corrientes cuantitativas desiguales sobre la sección transversal del flujo). A diferencia de los contactores de contracorriente clásicos, como empaquetaduras estructuradas o columnas de cuerpos de relleno, existe poca o ninguna necesidad de redistribución periódica del fluido, o bien líquido. También de este modo, por regla general se puede reducir esencialmente el volumen de construcción en comparación con los contactores que corresponden al estado de la técnica.

Preferiblemente, dos contactores están dispuestos de tal manera que el primer extremo del primer contactor está unido a un segundo extremo del segundo contactor de tal manera que el primer fluido puede ser conducido de la estructura del primer contactor a la estructura del segundo contactor. Varias disposiciones de este tipo también se pueden conectar en paralelo y/o en serie, lo que significa que se puede aumentar el rendimiento del contactor. De esta forma, se pueden instalar varios dispositivos de este tipo de forma modular para formar contactores de cualquier tamaño.

En variantes, por ejemplo, los contactores también pueden estar dispuestos exclusivamente en paralelo.

Un procedimiento para la producción de un dispositivo descrito anteriormente comprende una construcción por medio de un procedimiento aditivo. De este modo, los contactores se pueden construir de forma especialmente sencilla. De modo preferente, la construcción se lleva a cabo directamente a través de modelos de datos por medio de un proceso químico o físico. Un gran número de métodos son comunes para el especialista.

La construcción del contactor se efectúa de modo preferible en capas que se aplican continuamente unas sobre otras. Por lo tanto, el contactor puede producirse económicamente en grandes cantidades. Además, se pueden conseguir diferentes geometrías de la estructura y de los listones de una manera particularmente sencilla. Tales procedimientos también se conocen como procedimientos de impresión 3D y, en principio, pueden realizarse con casi cualquier material.

Con la construcción en capas de cuerpos como el dispositivo descrito anteriormente se pueden realizar dispositivos muy reducidos. Las alturas de los listones pueden situarse, por ejemplo, entre 50 y algunos 100 micrómetros. Las dimensiones de los capilares normalmente vienen predeterminadas por el caudal de líquido deseado y la viscosidad del líquido. Estas pueden oscilar en el rango de algunos 100 micrómetros hasta varios milímetros. Para el procesamiento de líquidos de baja viscosidad se pueden realizar contactores de contracorriente con áreas específicas de contacto de más de 1000 m²/ m³.

En variantes, también se puede prescindir de la estructura en capas. Por ejemplo, los elementos individuales del contactor pueden producirse y unirse a continuación en un paso de procedimiento adicional. Otras variantes son conocidas por el especialista también a tal efecto.

5 Preferiblemente, tras la aplicación de una capa se lleva a cabo un proceso de solidificación. En este paso, por ejemplo, la capa se puede endurecer. Una capa endurecida puede formar una unión con una capa ya existente, bajo ciertas circunstancias ya endurecida, mediante el proceso de endurecimiento.

10 Para que el primer fluido, especialmente en el caso de contactores de contracorriente de alto rendimiento, pueda introducirse de manera fiable y distribuirse uniformemente y también pueda ser expulsado de nuevo de la estructura en el extremo inferior, en el extremo superior de la estructura se ha montado un distribuidor adaptado a la estructura para la distribución del primer fluido, en particular para la distribución de un líquido. Preferiblemente, en el extremo opuesto de la estructura se ha montado al menos un colector de líquido correspondiente.

15 Este distribuidor, en particular, por ejemplo, un distribuidor de líquido y el colector, en particular el colector de líquido, pueden generarse, por ejemplo, directamente con el mismo procedimiento de producción para la construcción de estructuras en capas que ya se ha mencionado, con el que también se puede producir un dispositivo. Además, el distribuidor y el colector también pueden diseñarse, o bien producirse sólidamente con la estructura del contactor, en particular en una sola pieza.

20 Si el fluido o líquido se ha distribuido uniformemente en la estructura, normalmente solo existe un riesgo reducido o ya no existe el riesgo de que se formen malas distribuciones de fluido, o bien líquido (corrientes cuantitativas desiguales sobre la sección transversal del flujo). A diferencia de los contactores de contracorriente clásicos, como empaquetaduras estructuradas o columnas de relleno, existe poca o ninguna necesidad de redistribución periódica del fluido, o bien del líquido. También de este modo, por regla general el volumen de construcción se puede reducir significativamente en comparación con los contactores que corresponden al estado de la técnica.

25 Preferiblemente se disponen dos dispositivos de modo que el primer extremo del primer dispositivo esté unido a un segundo extremo de un segundo dispositivo de manera que el primer fluido pueda conducirse de la estructura del primer dispositivo a la estructura del segundo dispositivo. Varias disposiciones de este tipo también se pueden conectar en paralelo y/o en serie, con lo cual se puede aumentar el rendimiento del contactor. De esta forma, se pueden instalar varios dispositivos de este tipo de forma modular para formar contactores de cualquier tamaño.

En variantes, los dispositivos también pueden estar dispuestos exclusivamente en paralelo, por ejemplo.

30 Un procedimiento para la producción de un dispositivo descrito anteriormente comprende una construcción por medio de un método aditivo. De este modo, los dispositivos pueden construirse de una manera especialmente sencilla. De modo preferente, la construcción se lleva a cabo directamente a través de modelos de datos por medio de un proceso químico o físico. Un gran número de métodos son familiares para el especialista.

35 La construcción del dispositivo se efectúa de modo preferible en capas que se aplican continuamente unas sobre otras. Por lo tanto, el dispositivo puede fabricarse económicamente en grandes cantidades. Además, se pueden conseguir diferentes geometrías de la estructura y de los listones de una manera particularmente sencilla. Tales procedimientos también se conocen como procedimientos de impresión 3D y, en principio, pueden realizarse con casi cualquier material. Con la construcción en capas de cuerpos como el dispositivo descrito anteriormente se pueden realizar dispositivos muy reducidos. Las alturas de los listones pueden situarse, por ejemplo, entre 50 y algunos 100 micrómetros. Las dimensiones de los capilares normalmente vienen predeterminadas por el caudal de líquido deseado y la viscosidad del líquido. Estas pueden oscilar en el rango de algunos 100 micrómetros hasta varios milímetros. Para el procesamiento de líquidos de baja viscosidad se pueden realizar contactores de contracorriente con áreas específicas de contacto de más de 1000 m²/m³.

45 En variantes, también se puede prescindir de la estructura en capas. Por ejemplo, los elementos individuales del dispositivo pueden producirse y unirse a continuación en un paso de procedimiento adicional. Otras variantes son conocidas por el especialista también a tal efecto.

Preferiblemente, tras la aplicación de una capa se lleva a cabo un proceso de solidificación. En este paso, por ejemplo, la capa se puede endurecer. Una capa endurecida puede formar una unión con una capa ya existente, bajo ciertas circunstancias ya endurecida, mediante el proceso de endurecimiento.

50 Dependiendo del material seleccionado, también se puede prescindir del proceso de endurecimiento. Además, también se puede prever en cada caso un proceso de endurecimiento después de la aplicación de más de una capa.

55 Preferiblemente se aplica una capa por medio de plantilla. La plantilla se puede configurar de tal manera que se pueda posicionar como área plana sobre una placa de impresión. Los huecos en la plantilla definen normalmente la forma de la capa. Una plantilla o herramienta conformante puede definir una variedad de formas idénticas o diferentes para capas. En particular, las plantillas también se pueden usar para capas iguales que difieren solo en la posición en el plano (rotación, desplazamiento, reflexión). Con el procedimiento se pueden construir capas de forma rápida y automática. De este modo, el procedimiento es particularmente conveniente para la producción en masa de

dispositivos. En una forma de realización particular, la herramienta conformante es un tamiz, en particular un tamiz para la serigrafía técnica.

En variantes, también se puede prescindir de la plantilla. Por ejemplo, los espacios pueden estar llenos de un material de relleno eliminable. Si el material de la capa presenta una estabilidad intrínseca suficientemente grande, también es posible prescindir del llenado de los espacios.

Preferiblemente se forma una masa deformable plásticamente con la plantilla para proporcionar una capa. Las suspensiones son particularmente adecuadas. Estas pueden presentar polvo de grano fino como componente principal. Son adecuados, entre otros, metales, aleaciones de metales, así como cerámicas y vitrocerámicas. Para la formación de un material deformable plásticamente se pueden añadir en particular aglutinantes orgánicos, por ejemplo CMC (carboximetilcelulosa), poliolefina, almidón (harina de maíz, harina de trigo, etc.). Alternativamente se pueden usar varios tipos de fotopolímeros como aglutinantes orgánicos. Existe un gran número de fotopolímeros diferentes. Preferentemente entran en consideración monómeros acrílicos como diacrilato de hexano-1,6-diol, triacrilato de trimetilpropano, diacrilato de poli(etilenglicol), entre otros, que se mezclaron con pequeñas cantidades de fotoiniciadores como, entre otros, 0,5 % de 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, como material aglutinante. Dependiendo de los requisitos, estos monómeros se pueden mezclar con diferentes oligómeros de poliacrilatos.

Si la masa deformable plásticamente está prevista para un paso de sinterización, como es el caso, por ejemplo, en cerámicas, metales o vidrio, esta contiene preferiblemente una elevada proporción en volumen del polvo a sinterizar, en particular de > 35 por ciento en volumen, más particularmente > 50 por ciento en volumen.

En una forma de realización particular, las masas deformables plásticamente presentan aditivos adicionales que pueden usarse para cambiar las propiedades reológicas de la masa, como por ejemplo coadyuvantes de dispersión. Tales aditivos son conocidos por el especialista y pueden ser seleccionados por él dependiendo de la situación en adaptación a las condiciones requeridas (Journal of Engineering, Volumen 2013 (2013), artículo ID 930832).

En otra forma de realización, la masa deformable plásticamente comprende solamente piezas de plástico. Estas pueden presentar monómeros y/u oligómeros correspondientes que se polimerizan más tarde. Tales masas deformables plásticamente también pueden contener aditivos adicionales para el ajuste de las propiedades reológicas, así como disolventes, pigmentos, catalizadores o biocidas.

En una forma de realización particular, la masa deformable plásticamente puede contener polvo de un material base como suspensión, seleccionado a partir del grupo constituido por: metales, aleaciones metálicas, cerámicas, materiales compuestos de metal-cerámica, vidrio, plásticos y/o materiales compuestos de plástico con refuerzo de fibra o partículas de metal o cerámica. También son concebibles mezclas de estos materiales.

Preferiblemente se aplica un interruptor de flujo sobre una estructura. El interruptor de flujo comprende de manera particularmente preferida una variedad de capas aplicadas. En este caso, el interruptor de flujo se puede aplicar por separado o en una sola pieza con la estructura. En un procedimiento preferido, el interruptor de flujo se puede aplicar con diferentes materiales que difieren en la humectabilidad. Por lo tanto, se puede aplicar una primera área del puntal que presenta una primera humectabilidad y que está orientada hacia la estructura con un primer material en una o más capas, mientras que se aplican una o varias capas subsiguientes de un segundo material, que presentan una segunda humectabilidad, diferente a la primera.

Alternativamente, solo la estructura se puede construir en capas, mientras que los interruptores de flujo se unen a la estructura a continuación.

Preferiblemente, el dispositivo se solidifica mediante un proceso de solidificación, en particular mediante calentamiento o sinterización. Si se utiliza como masa deformable plásticamente un material sinterizado del grupo descrito anteriormente, como por ejemplo metales, aleaciones metálicas, cerámica, vidrio o compuestos de estos materiales, el procedimiento según la invención comprende de manera particularmente preferida un tratamiento térmico de las capas aplicadas para la sinterización, que se lleva a cabo una vez concluido el proceso de conformación de las capas aplicadas.

En una forma de realización preferida, el contactor se sinteriza a temperaturas de entre 500 y 2500°C, preferentemente entre 600 y 1700°C.

En variantes, también se puede prescindir del proceso de endurecimiento si el material utilizado lo permite. Además, el proceso de solidificación también puede tener lugar mediante activación de una polimerización o similar. Los especialistas conocen técnicas adicionales.

En particular, el procedimiento para la producción del dispositivo se lleva a cabo preferentemente según un procedimiento según la Solicitud de Patente Internacional N° PCT/CH 2014/000177.

Preferiblemente, el dispositivo está creado de tal manera que se puede limpiar. De manera especialmente preferida, el dispositivo está hecho de una cerámica, de modo que el dispositivo puede limpiarse mediante calentamiento, en particular cocción.

Alternativamente, el dispositivo también puede estar previsto para un solo uso, en particular si el dispositivo es atacado químicamente durante el uso, por ejemplo, o si se forman residuos que ya no se pueden eliminar.

Mediante la combinación de posibles velocidades de fluido y caudales mucho más elevados de ambas corrientes de fluido, así como de la posible superficie específica muy grande entre las fases se produce un dispositivo, o bien una disposición, en el que se puede llevar a cabo un proceso de intercambio de sustancias con un volumen mucho más reducido. Especialmente en plantas químicas que se instalan sobre plataformas flotantes, como por ejemplo las plataformas FLNG (Floating Liquefied Natural Gas), el volumen de construcción es de enorme importancia y costoso, por lo que el dispositivo, o bien disposición, aquí descrito es particularmente preferible en el caso de plataformas FLNG. En general, sin embargo, también se pueden realizar plantas rentables mediante el procedimiento descrito en esta solicitud. El contactor de fluido de contracorriente y corriente cruzada estructurado presentado (el dispositivo, o bien la disposición) puede presentar un diseño más reducido respecto al volumen de proceso requerido en factores que corresponden al estado de la técnica.

Otras formas realizaciones ventajosas y combinaciones de características de la invención resultan de la siguiente descripción detallada y de la totalidad de las reivindicaciones de patente.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos utilizados para la explicación del ejemplo de realización muestran:

- Fig. 1 una representación esquemática de un modo de funcionamiento de un contactor;
- Fig. 2 una representación esquemática de una primera forma de realización, diseñada como contactor de contracorriente;
- Fig. 3a una representación esquemática de una segunda forma de realización, diseñada como contactor de contracorriente;
- Fig. 3b una representación esquemática de una tercera forma de realización, diseñada como contactor de contracorriente;
- Fig. 4 una representación esquemática de una cuarta forma de realización, con estructura de diseño escalonado;
- Fig. 5a una representación esquemática de una quinta forma de realización, diseñada como contactor de corriente cruzada;
- Fig. 5b una representación esquemática de una sexta forma de realización, diseñada como contactor de corriente cruzada;
- Fig. 6 una representación esquemática de una séptima forma de realización, diseñada como intercambiador de calor;
- Fig. 7 una representación esquemática de una octava forma de realización, diseñada como contactor de contracorriente con listones angulares;
- Fig. 8 una representación esquemática de una primera forma realización de un monolito, con canales con sección triangular;
- Fig. 9 una representación esquemática de una segunda forma de realización de un monolito, con canales con sección cuadrada;
- Fig. 10 una representación esquemática de una tercera forma de realización de un monolito, con canales con sección hexagonal;
- Fig. 11a una representación esquemática de un contactor formado por varias estructuras monolíticas, que comprende un distribuidor de líquido y un colector de líquido;
- Fig. 11b una sección de contactor según la Figura 11a con foco sobre el distribuidor de líquido;
- Fig. 11c un corte del contactor según la Figura 11a con foco sobre el colector de líquido;
- Fig. 12 esquemáticamente la producción en capas de un contactor; y
- Fig. 13 una representación esquemática de una forma de realización especialmente preferida de un monolito de la Fig. 10 con una estructura de diseño escalonado para la conducción del primer fluido.

En principio, las mismas partes están provistas de los mismos signos de referencia en las figuras.

Vías para la realización de la invención

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un modo de funcionamiento de un contactor 100.0. El contactor 100.0 está constituido esencialmente por una estructura 110.0 para la conducción de un primer fluido e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.0 dispuestos en paralelo. Los listones 120.0 están unidos a la estructura 110.0. En el área de una superficie exterior de la estructura 110.0 se encuentra la zona de contacto 104.0, que está diseñada para la conducción de un segundo fluido y para la puesta en contacto el primer fluido con el segundo fluido. La estructura 110.0 se puede diseñar de diferentes maneras, como se explica a continuación en los numerosos ejemplos. La estructura 110.0 puede estar constituida en particular en paredes, capilares, poros, tejidos, que preferiblemente son humectables con el primer fluido de modo conveniente.

Los listones 120.0 presentan respectivamente un área orientada hacia la estructura, que es fácilmente humectable por el primer fluido. Además, los listones 120.0 presentan respectivamente un área opuesta a la estructura, que es difícilmente humectable por el primer fluido. De este modo, el primer fluido se debe mantener alejado del área en la que el segundo fluido está fluyendo en la dirección opuesta a alta velocidad, ya que el primer fluido podría ser arrastrado allí por el segundo fluido. En lugar de las diferentes humectabilidades, también pueden estar previstas otras propiedades de los listones, en particular su conformación, rebordes y similares.

En la operación, un primer fluido, en particular un líquido, es conducido a través de la estructura en una primera dirección 101.0. El segundo fluido, en particular asimismo un líquido o también un gas, un vapor, etc., es conducido en una segunda dirección 102.0 a lo largo de la interfase 104.1 formada en la zona de contacto 104.0 sobre la variedad de listones 120.0. El límite de fase o interfase 104.1 formado entre los dos fluidos se indica en la Figura 1 mediante una línea discontinua y presenta, por ejemplo, una forma curvada como se muestra. En la ilustración según la Figura 1, las direcciones 101.0 y 102.0 son opuestas, lo que corresponde a una contracorriente. En los siguientes ejemplos se muestran otras posibles direcciones de flujo de los dos fluidos entre sí. El segundo fluido entra en contacto con el primer fluido en las áreas entre los listones 120.0. Los dos fluidos pueden intercambiar energía o sustancia en esta área. En el presente caso, la distancia entre los listones adyacentes y las alturas de los listones presenta una relación de aproximadamente 5:2. Por lo tanto, el segundo fluido presenta una velocidad de flujo significativamente reducida entre los listones 120.0. Debido a la turbulencia, el segundo fluido entre los listones 120.0 también tiene una dirección de flujo muy diferente en comparación con la dirección de flujo fuera de los listones 120.0. De esta manera, en el caso ideal, la puesta en contacto de corriente paralela se genera localmente en la superficie libre entre el primer y el segundo fluido entre los listones 120.0, con lo que finalmente se puede evitar en gran medida una inundación.

La Figura 2 muestra una representación esquemática de una primera forma de realización de un contactor 100.1, diseñado como contactor de contracorriente. El contactor 100.1 está constituido esencialmente por una estructura 110.1 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.1 dispuestos en paralelo. En el presente caso, la estructura 110.1 tiene esencialmente un diseño en forma de placa y está constituida por un tejido o una espuma de poro abierto, a través de la cual puede fluir el primer fluido en la dirección 101.1. Los listones 120.1 están unidos a la estructura 110.1 a distancias regulares. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de listones asciende aproximadamente a 5:1 en el presente caso. La estructura 110.1 presenta listones 120.1 a ambos lados, estando enfrentados dos listones 120.1 con relación a la estructura 110.1. El segundo fluido fluye en la dirección 102.1 esencialmente en la dirección opuesta al primer fluido. El segundo fluido se conduce sobre las almas a ambos lados de la estructura 100.2, de manera que se puede conseguir el contacto entre los dos fluidos a ambos lados.

La Figura 3a muestra una representación esquemática de una segunda forma de realización, de un contactor 100.2 configurado como contactor de contracorriente. El contactor 100.2 está constituido esencialmente por una estructura 110.2 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.2 dispuestos en paralelo. La estructura 110.2 tiene a su vez esencialmente un diseño en forma de placa y comprende una fila de almas 111.2 dispuestas en paralelo, entre las cuales se forman capilares abiertos a ambos lados. Los listones 120.2 están unidos a la estructura 110.2. Los listones 120.2 están dispuestos respectivamente en ángulo recto con respecto a las almas 111.2. La estructura 100.2 presenta a su vez listones 120.2 en ambos lados, que están enfrentados por pares con respecto a la estructura 100.2. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de los listones asciende aproximadamente a 6:1 en el presente caso. El primer fluido fluye en la dirección 101.2 entre las almas 111.2 a través de la estructura 110.2, mientras que el segundo fluido es conducido en ángulo recto respecto a los listones 120.2 y por lo tanto en paralelo a las barras 111.2. El segundo fluido se conduce sobre las almas a ambos lados de la estructura 100.2, de manera que se puede conseguir el contacto entre los dos fluidos a ambos lados.

La Figura 3b muestra una representación esquemática de una tercera forma de realización de un contactor 100.3, diseñado como contactor de contracorriente. El contactor 100.3 está constituido esencialmente por una estructura 110.3 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.3 dispuestos en paralelo. A diferencia del contactor 100.2, la estructura 110.3 en el presente caso presenta capilares abiertos únicamente por un lado, que están formados por las almas 111.3. Mientras que un primer lado de la estructura 100.3 está unido a los listones 120.3 de manera análoga a la estructura 100.2, el segundo lado opuesto de la estructura 100.3 está unido a una placa 112.3. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de listones asciende aproximadamente a 5:1 en el presente caso. Por tanto, el segundo fluido es conducido exclusivamente sobre el primer lado en la dirección 102.3.

La Figura 4 muestra una representación esquemática de una cuarta forma de realización de un contactor 100.4, con estructura de diseño escalonado. El contactor 100.4 está constituido esencialmente por una estructura 110.4 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.4 dispuestos en paralelo. La estructura 110.4 comprende una variedad de elementos escalonados alargados 113.4. Estos están contruidos en dos capas. En una primera capa, los elementos 113.4 están dispuestos en paralelo entre sí a una distancia uniforme, de tal manera que los escalones de los elementos 113.4 están enfrentados. La segunda capa está estructurada de forma idéntica. Las dos capas están ahora dispuestas de tal manera que los lados escalonados están en contacto entre sí y los elementos 113.4 de la primera capa están orientados aproximadamente en ángulo recto respecto a los elementos 113.4 de la segunda capa. Una distancia entre dos elementos adyacentes 113.4 de una capa asciende aproximadamente a un tercio de la distancia entre dos listones adyacentes 120.4. Los listones 120.4 están dispuestos a su vez a ambos lados en la estructura 110.4, estando enfrentados dos listones 120.4 con respecto a la estructura 110.4. Los elementos 113.4 describen en cada caso un ángulo de aproximadamente 45° con los listones 120.4. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de listones asciende aproximadamente a 7:1 en el presente caso. El primer fluido es conducido en los dos niveles de la estructura en el nivel 101.4. El primer fluido es conducido en un nivel en un ángulo de aproximadamente 45° con respecto a los listones y en el otro nivel en un ángulo de aproximadamente -45° o 315°. En promedio, el primer fluido todavía fluye en dirección opuesta al segundo fluido. De este modo, en el caso del contactor 100.4 se trata de es un contactor de contracorriente.

La Figura 5a muestra una representación esquemática de una quinta forma de realización de un contactor 100.5, a su vez diseñado como un contactor de corriente cruzada. El contactor 100.5 está constituido esencialmente por una estructura 110.5 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.5 dispuestos en paralelo. La estructura 110.5 está contruida de manera idéntica a la estructura 110.3, estando dispuestas varias almas paralelas 111.5 en una pared trasera 112.5. Sin embargo, en comparación con el contactor 100.3, los listones 120.5 están dispuestos en paralelo y sobre un alma 111.5. En el presente caso, una de cada tres almas 111.5 está provista de un listón 120.5. Sin embargo, es evidente para el especialista que también una de cada dos, una de cada cuatro, una de cada cinco, etc. almas 111.5 podría estar provista de un listón 120.5. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de listones asciende aproximadamente a 7:1 en el presente caso. Mientras que el primer fluido es conducido entre las almas 111.5 en la dirección 101.5, el segundo fluido es conducido en la dirección 102.5 tanto en ángulo recto respecto a los listones 120.5 como también en ángulo recto respecto a la dirección 101.5.

La Figura 5b muestra una representación esquemática de una sexta forma de realización de un contactor 100.6, diseñado como contactor de corriente cruzada. El contactor 100.6 está constituido esencialmente por una estructura 110.6 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.6 dispuestos en paralelo. En el presente caso, la estructura 110.6 presenta únicamente la placa 112.6, por ejemplo según el contactor 100.5. La placa 112.6 puede presentarse como tejido o placa plana. Los listones 120.6 están dispuestos en paralelo entre sí sobre la placa 112.6. Una relación entre las distancias entre listones y la altura de listones asciende aproximadamente a 6:1 en el presente caso. En el presente caso, el primer fluido es conducido como una película sobre la placa 112.6 entre los listones 120.6 en la dirección 101.6. El segundo fluido es conducido en ángulo recto respecto a los listones 120.6 y en ángulo recto respecto a la dirección 101.6, es decir, en la dirección 102.6.

La Figura 6 muestra una representación esquemática de una séptima forma de realización diseñada como intercambiador de calor que comprende dos contactores 100.3 según la Figura 3b. En este caso se trata esencialmente de otra posibilidad de aplicación para un contactor según la Figura 3b. Los dos contactores están dispuestos de tal manera que las dos placas 112.7 definen un espacio intermedio a través del cual puede fluir un medio portador de calor.

La Figura 7 muestra una representación esquemática de una octava forma de realización de un contactor 100.8, diseñado como contactor de contracorriente con listones angulares. El contactor 100.8 está constituido esencialmente por una estructura 110.8 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.8 dispuestos en paralelo. La estructura 110.8 comprende una placa 112.8 con listones dispuestos en paralelo sobre ella, que están inclinados en un ángulo de aproximadamente 5 a 10° con respecto a una dirección de flujo 101.8 del primer fluido. La estructura 100.8 presenta además una segunda placa 112.8 con listones 120.8 dispuestos de forma idéntica. Las dos placas 112.8 están enfrentadas con listones 120.8 opuestos de tal manera que una dirección de los listones 120.8 de una placa 112.8 cruza una dirección de los listones 120.8 de la segunda placa 112.8. Los listones 120.8 de las placas primera y segunda 112.8 están distanciados entre sí y forman así un espacio de flujo para el segundo fluido. El segundo fluido fluye en la dirección 102.8 y, por lo tanto, en dirección opuesta a la dirección 101.8 del primer fluido. La orientación de los listones 120.8 induce un movimiento de rotación alrededor de un eje en la dirección 102.8 en el flujo del segundo fluido, con lo que se puede intensificar una mezcla en el segundo fluido.

Los contactores enumerados anteriormente ahora se pueden ensamblar modularmente de tal manera que se obtiene una estructura monolítica mayor. Siguen tres ejemplos de un monolito formado por una variedad de contactores según la anterior descripción.

La Figura 8 muestra una representación esquemática de una primera forma de realización de un monolito 100.9 con canales con sección triangular. El monolito 100.9 está constituido esencialmente por una estructura 110.9 e interruptores de flujo en forma de varios listones 120.9 dispuestos en paralelo. En el presente caso, la estructura está contruida por un material de poros abiertos que presenta una variedad de canales paralelos en una dirección de flujo

101.9 del primer fluido, a través de los cuales el segundo fluido es conducido en contracorriente respecto al primer fluido. En el presente caso, los canales presentan una sección transversal triangular. Dentro de los canales, los listones periféricos 120.9 que sobresalen hacia dentro están dispuestos en ángulo recto con respecto a la dirección del flujo 101.9 a distancias regulares.

5 La Figura 9 muestra una representación esquemática de una segunda forma de realización de un monolito 100.10, con canales con sección transversal cuadrada. El monolito 100.10 está construido esencialmente de forma idéntica al monolito 100.9, pero presentando los canales una sección transversal hexagonal y, por lo tanto, estando estos diseñados en forma de panal. Dentro de los canales están dispuestos a su vez listones 120.10 que sobresalen hacia el interior y periféricos a distancias en ángulo recto con respecto a la dirección del flujo 101.10.

10 La Figura 10 muestra una representación esquemática de una tercera forma de realización de un monolito 100.11, con canales con sección transversal hexagonal. El monolito 100.11 está construido esencialmente de forma idéntica al monolito 100.9, pero presentando los canales una sección transversal cuadrada. Dentro de los canales están dispuestos a su vez listones 120.11 que sobresalen hacia el interior y periféricos a distancias regulares en ángulo recto con respecto a la dirección del flujo 101.11.

15 Está claro para el especialista que los canales de los monolitos también pueden presentar áreas de sección transversal formadas de diferente manera, por ejemplo pentagonales, redondas, rectangulares, en forma de ranura, etc.

La Figura 11a muestra una representación esquemática de un monolito 100.12 según una de las Figuras 8 a 10 o 13, que comprende un distribuidor de líquido 130.12 y un colector de líquido 140.12. El distribuidor de líquido 130.12 está unido a un extremo del monolito 100.12 de tal manera que un primer fluido que fluye en la dirección 101.12 en la entrada del distribuidor de líquido 130.12 alcanza la estructura del monolito 100.12 y puede fluir a través de ella. En el extremo opuesto del monolito está dispuesto un colector de líquido 140.12 que está construido de forma idéntica al distribuidor de líquido 130.12 en el presente caso, de tal manera que el primer fluido puede recogerse de nuevo tras la salida de la estructura del monolito 100.12 y descargarse a través de un tubo de desagüe. Tanto el distribuidor de líquido 130.12 como también el colector de líquido 140.12 presentan una variedad de aberturas que están en comunicación con los canales del monolito 100.12 descritos anteriormente, de modo que el segundo fluido llegue a los canales a través del distribuidor de líquido 130.12 y se pueda descargar de nuevo de los canales a través del colector de líquido 140.12.

La Figura 11b muestra un corte del contactor 100.12 según la Figura 11a con foco sobre el distribuidor de líquido 130.12.

30 La Figura 11c muestra un corte del contactor 100.12 según la Figura 11a con foco sobre el colector de líquido 140.12.

En una forma de realización preferida, la estructura puede estar constituida por óxido de aluminio y, por lo tanto, es muy fácilmente humectable, mientras que los listones comprenden óxido de aluminio en el interior, es decir en la dirección de la estructura, y dióxido de cerio en el exterior, siendo este último difícilmente humectable. El especialista también conoce otros materiales, o bien revestimientos adecuados, con los que se puede producir un contactor.

35 La Figura 12 muestra finalmente una representación esquemática de una estructura en capas de un contactor 1. El contactor 1 tiene dos elementos escalonados 2a, 2b. El primer elemento escalonado 2a discurre de abajo a la derecha hacia arriba a la izquierda, mientras que el segundo elemento escalonado 2b discurre de abajo a la izquierda a arriba a la derecha y está dispuesto en el nivel detrás del primer elemento escalonado 2a. La dirección general del flujo T discurre de abajo hacia arriba. La división abajo/arriba se seleccionó arbitrariamente, sirve solo para la explicación de la figura y no está relacionada funcionalmente con el contactor 1. La dirección general del flujo T indica que un fluido que fluye a través del contactor 1 tiene un primer contacto con el contactor 1, en el presente ejemplo en el extremo inferior, el extremo de entrada 10 del contactor 1, y abandona este de nuevo en el extremo superior del contactor 1 en el extremo de salida 11. Los elementos escalonados 2a, 2b están formados por una variedad de capas 2, 2', 2'', 2''', 2''', 2''', que dan a los elementos escalonados 2a, 2b una estructura general de forma escalonada. En este caso, una primera capa 2 se solapa parcialmente por una segunda capa 2', que a su vez se superpone parcialmente por una tercera capa 2''. El grado de superposición, es decir, por ejemplo, la proporción de superficie de un escalón de la primera capa 2 que está materialmente unida a la proporción de superficie de la segunda capa 2', es constante en todo el contactor 1 en el presente ejemplo. Las capas individuales 2, 2', 2'', 2''', 2''', 2''', forman tanto los escalones del primer elemento escalonado 2a como también del segundo elemento escalonado 2b. En el presente ejemplo, el grado de superposición se sitúa aproximadamente en 50 %, es decir, 50 % de la superficie de una capa que es perpendicular a la dirección del flujo principal está en contacto material con una capa adyacente. Además, en el presente ejemplo, el espesor de la capa, es decir, las áreas que se sitúan en paralelo a la dirección de flujo principal T, corresponde al área que queda libre, no solapada por la siguiente capa. Las porciones de superficie de una capa solapantes en cada caso forman un área de unión 5. El área de unión 5 está materialmente unida al contactor terminado 1.

Explicado en el ejemplo de la capa 2'''' de los elementos escalonados 2a, 2b, esto significa que ambos escalones que se encuentran en la capa 2'''' o la extensión de área de los ejes de extensión X, Y, forman una capa común. Entre los escalones de los elementos escalonados 2a, 2b en la capa 2'''' hay huecos 12. Los elementos escalonados 2a, 2b

mostrados a modo de ejemplo discurren uno hacia el otro y se cruzan en un ángulo de 90°, calculado a partir de un respectivo eje central imaginario a través de todos los bordes de los escalones de un elemento escalonado 2a, 2b.

La Figura 13 muestra una representación esquemática de otro contactor, o bien de otro monolito 100.13. El otro monolito 100.13 representa una forma de realización especialmente preferida del monolito 100.11 representado en forma general en la Figura 10. Los canales en los que se conduce el segundo fluido, presentan asimismo una sección transversal cuadrada. Dentro de los canales están dispuestos a su vez listones 120.13 que sobresalen hacia dentro y periféricos a distancias regulares esencialmente en ángulo recto con respecto a la dirección de flujo 101.13 del primer fluido, o bien en la dirección de flujo del segundo fluido 102.13. En el caso del monolito 100.13, la estructura 110.13 para la conducción del primer fluido está diseñada como estructura escalonada, análogamente a la forma de realización mostrada en la Figura 4. La estructura monolítica 100.13 se produce en este caso uniéndose una red de varias unidades de estructura parcial en forma escalonada que se encuentran en ángulo recto entre sí en el área de los listones periféricos 120.13 a través de elementos de unión rectangulares 114.13 dispuestos a distancias regulares en las direcciones de flujo 101.13, o bien 102.13. Los bordes cortos de los elementos de unión 114.13 coinciden con los bordes cortos de los listones periféricos 120.13.

Sin embargo, las formas de realización descritas anteriormente solo deben entenderse como ejemplos ilustrativos, que pueden modificarse a voluntad en el ámbito de la invención.

El contactor 1 mostrado en la Fig. 1 también se puede producir, por ejemplo, como múltiplo, generándose un contactor 1 mayor con más elementos escalonados 2a, 2b. Tal elemento se puede repetir a voluntad, por ejemplo como intervalo A, también en una orientación básica diferente, para generar de este modo un contactor 1 mayor.

Los espesores de capa de las capas 2, 2', 2'', 2''', 2'''' mostradas a modo de ejemplo en la Fig. 1 pueden variar entre 30 µm y 10 mm. El presente ejemplo tiene espesores de capa de las capas 2, 2', 2'', 2''', 2'''' de 500 µm.

En la Fig. 2, el tejido, o bien la espuma de poros abiertos, también pueden estar diseñados como un sistema de capilares ordenado, por ejemplo, en forma de almas escalonadas, como se muestra en la Fig. 4. Asimismo, el material de poros abiertos con estructura aleatoria de las Fig. 8, 9 y 10 puede ser sustituido por una estructura ordenada con capilares dispuestos regularmente y/o almas escalonadas.

En resumen, se puede determinar que, según la invención, se crea un dispositivo con el que se pueden poner en contacto dos fluidos de forma especialmente eficaz y con el que se puede reducir el riesgo de inundación.

REIVINDICACIONES

1. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases que comprende al menos un contactor para la puesta en contacto de al menos dos corrientes de fluido, que comprende una estructura (100.0) con poros y/o capilares con un diámetro promedio de 200 μm a 1 mm para la conducción de un primer fluido de un primer extremo a un segundo extremo de la estructura, presentando la estructura (100.0) además una zona de contacto que no presenta poros y/o capilares, estando diseñada la zona de contacto para la conducción de un segundo fluido en contracorriente respecto al primer fluido y pudiéndose poner en contacto el primer fluido con el segundo fluido en la zona de contacto de modo que se forme una interfase entre el primer y el segundo fluido, estando dispuesto en al menos un interruptor de flujo (120.0) para la interrupción del flujo del segundo fluido en la zona de contacto (100.0), comprendiendo el interruptor de flujo (120.0) al menos dos listones (120.0), situándose la relación entre la distancia entre dos listones adyacentes (120.0) y la altura de los listones (120.0) en un rango de 1 a 10, estando dispuestos los listones a lo largo de la interfase entre las dos direcciones de flujo del primer y del segundo fluido de tal manera que se reduce la diferencia de velocidad entre los dos fluidos en la interfase, estando dispuesto un distribuidor para la distribución del primer fluido en la estructura en un primer extremo del contactor y un colector para la recogida del primer fluido de la estructura en un segundo extremo opuesto al primero.
2. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según la reivindicación 1, caracterizado por que el segundo fluido puede fluir en particular en una segunda dirección que corta la dirección de los listones.
3. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la estructura (100.0) está creada de tal manera que los interruptores de flujo (120.0) están dispuestos de modo que el primer fluido puede fluir en una primera dirección que se cruza con una dirección de interruptor de flujo.
4. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según la reivindicación 3, caracterizado por que la primera dirección describe un ángulo de 60° a 90°, en particular un ángulo de 75° a 90°, preferentemente un ángulo de 80° a 90°, con la dirección de los listones.
5. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la relación entre la distancia entre dos listones adyacentes (120,0) y la altura de los listones (120,0) se sitúa en un rango de 3 a 7.
6. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la estructura (100.0) comprende una o más de las siguientes características:
 - a) un tejido;
 - b) un material de poros abiertos, en particular una espuma;
 - c) capilares;
 - d) estructura escalonada.
7. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la estructura (100.0) tiene forma de panel, sobresaliendo los interruptores de flujo (120.0) radialmente hacia dentro en los paneles.
8. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según la reivindicación 7, caracterizado por que los paneles presentan una sección transversal en forma de polígono regular, en particular de un triángulo, de un cuadrado o de un hexágono.
9. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que la estructura (100.0) comprende elementos de alma escalonados.
10. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según la reivindicación 9, caracterizado por que la estructura (100.0) comprende una variedad de elementos escalonados dispuestos en forma de cruz.
11. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que el listón (120.0) comprende un área (122.0) próxima a la estructura, que presenta una primera humectabilidad, y comprendiendo el listón (120.0) un área distal a la estructura (121.0), que presenta una segunda humectabilidad que difiere de la primera humectabilidad.
12. Columna de destilación, columna de extracción o lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que están dispuestos dos contactores de tal manera que el primer extremo del primer contactor está unido a un segundo extremo del segundo contactor de manera que el primer fluido puede ser conducido de la estructura del primer contactor a la estructura del segundo contactor.

- 5 13. Procedimiento para la producción de un contacto entre un primer fluido y un segundo fluido bajo utilización de una columna de destilación, una columna de extracción o un lavador de gases según una de las reivindicaciones 1 a 12, conduciéndose el primer fluido de un primer extremo a un segundo extremo de la estructura, conduciéndose el segundo fluido a la zona de contacto en contracorriente respecto al primer fluido y poniéndose este en contacto con el primer fluido en la zona de contacto, reduciéndose la velocidad entre los dos fluidos en la interfase.
14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado por que el segundo fluido es agitado por los interruptores de flujo (120.0), con lo que se obtiene una puesta en contacto de corriente paralela entre el primer fluido y el segundo fluido en particular localmente.
- 10 15. Procedimiento según la reivindicación 13 o 14, caracterizado por que la velocidad de flujo del segundo fluido se selecciona de manera que no haya inundaciones.

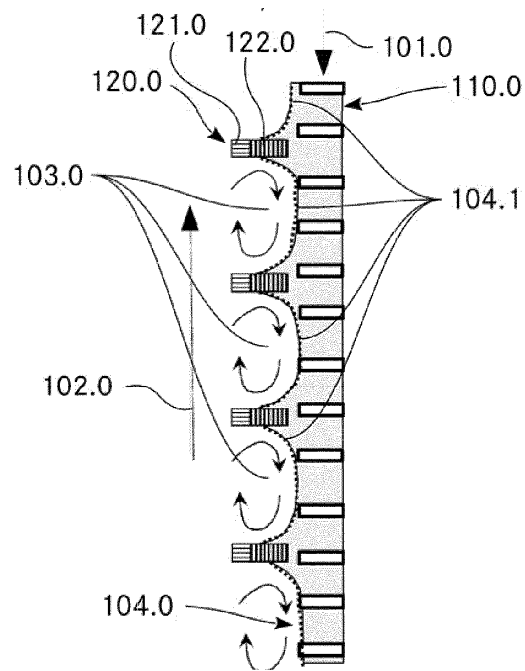


Fig. 1

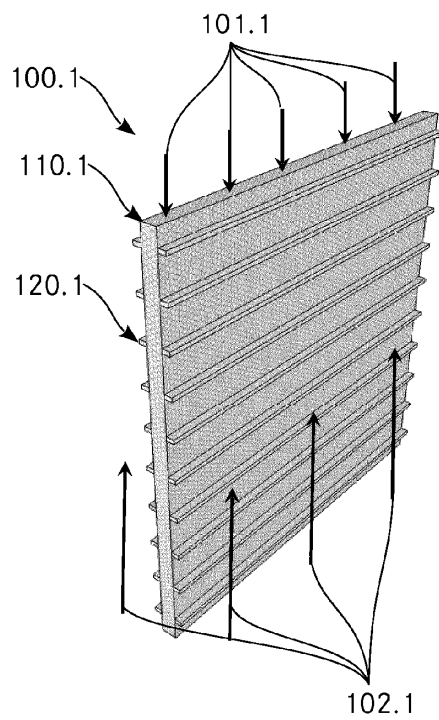


Fig. 2

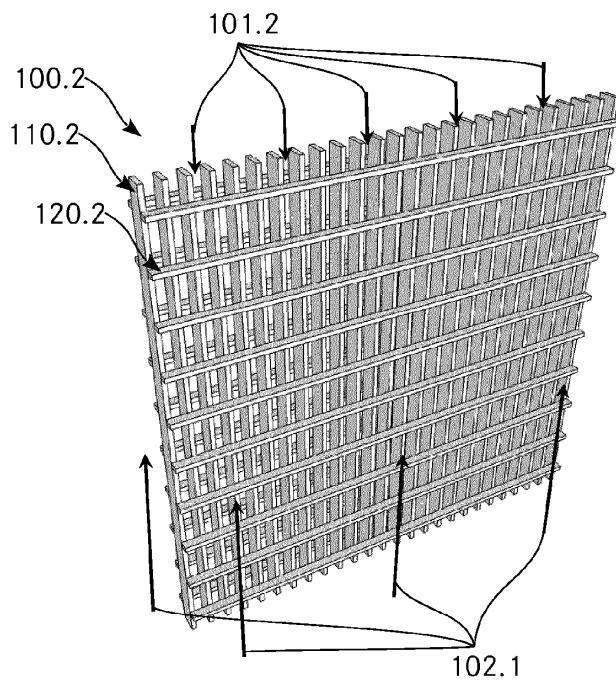


Fig. 3a

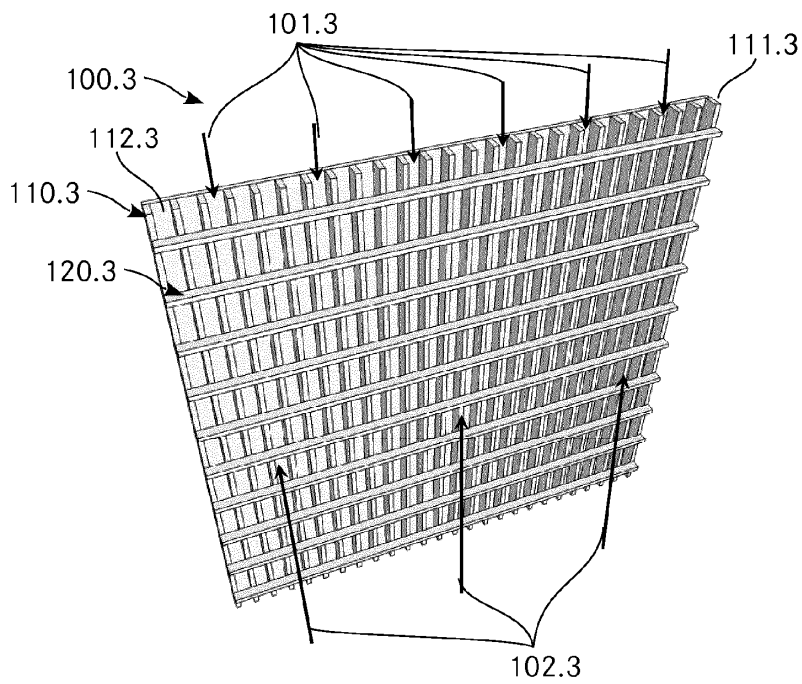


Fig. 3b

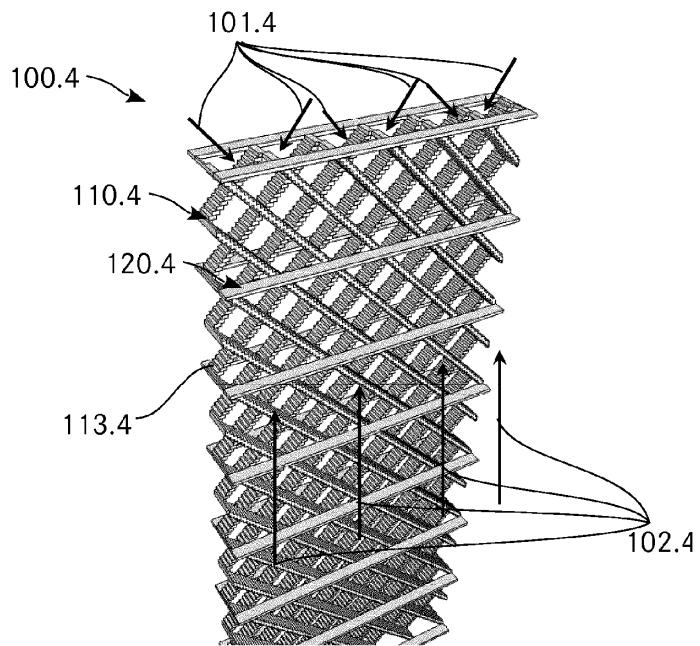


Fig. 4

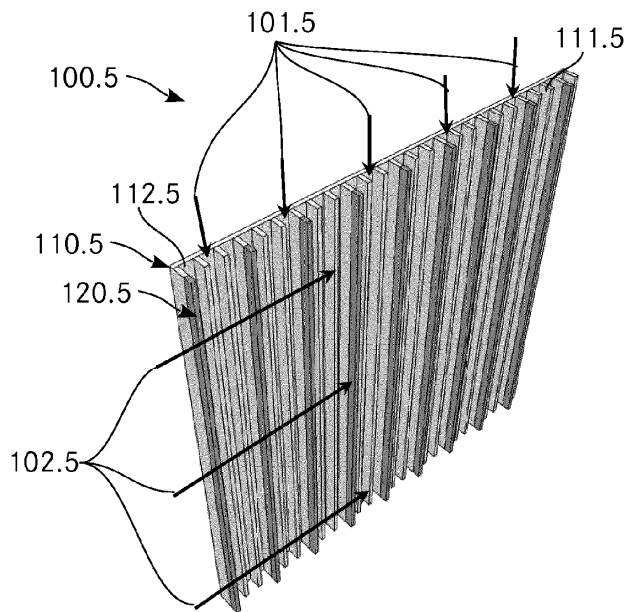


Fig. 5a

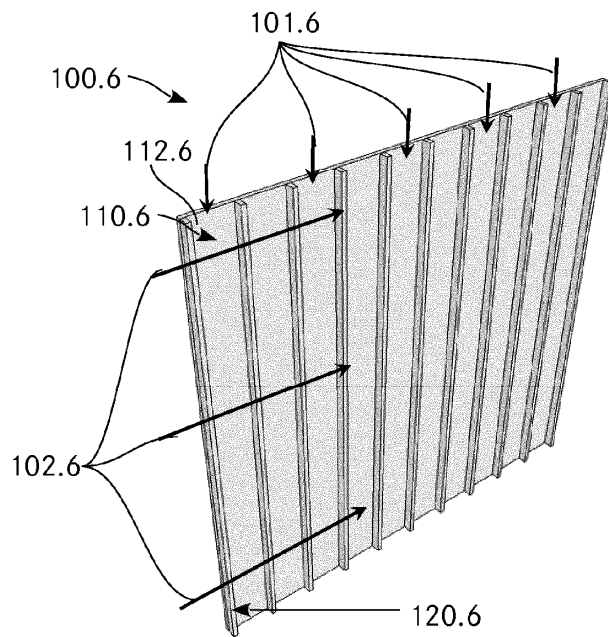


Fig. 5b

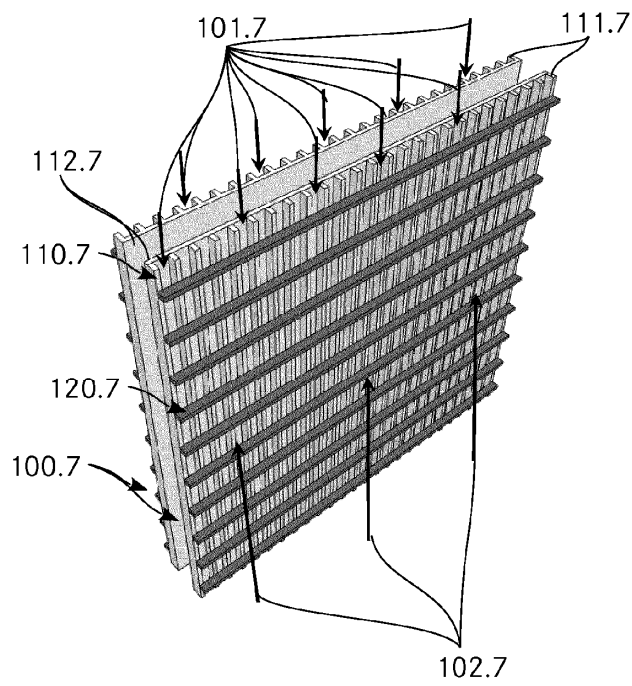


Fig. 6

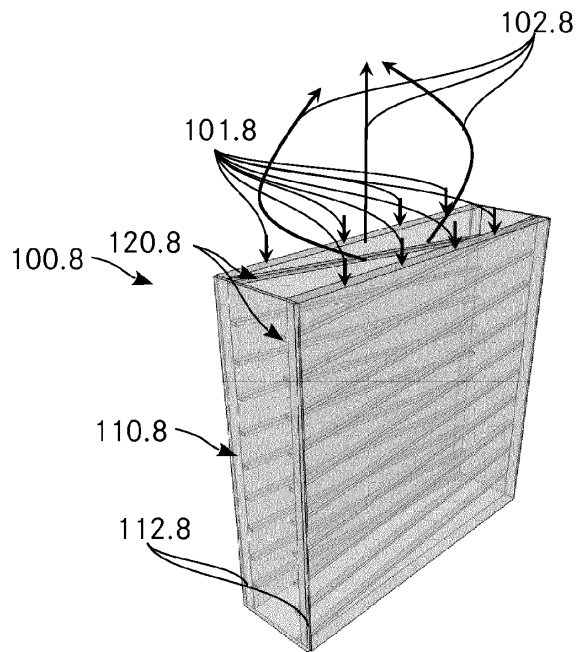


Fig. 7

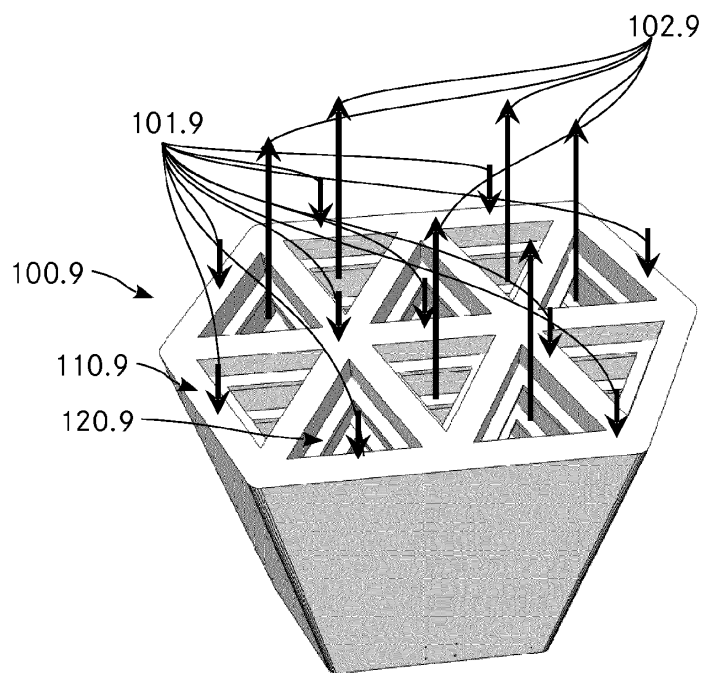


Fig. 8

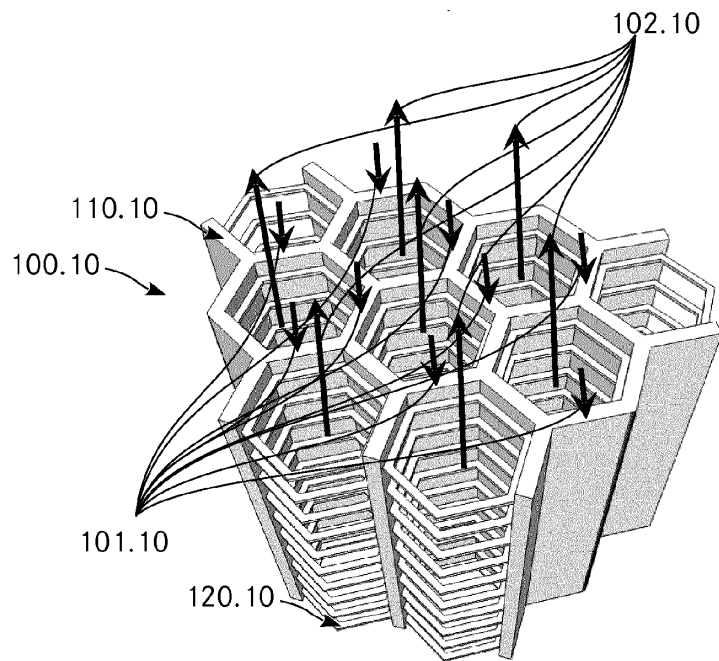


Fig. 9

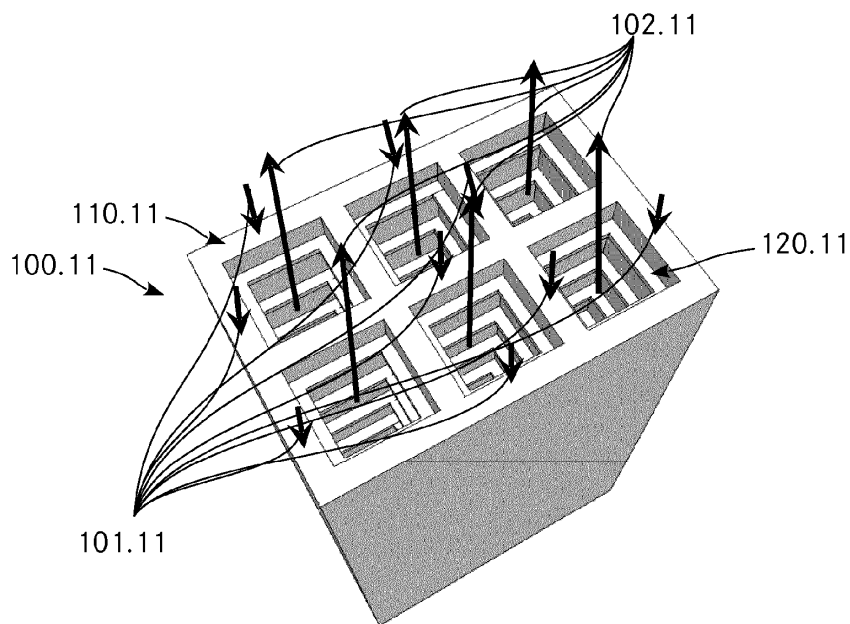


Fig. 10

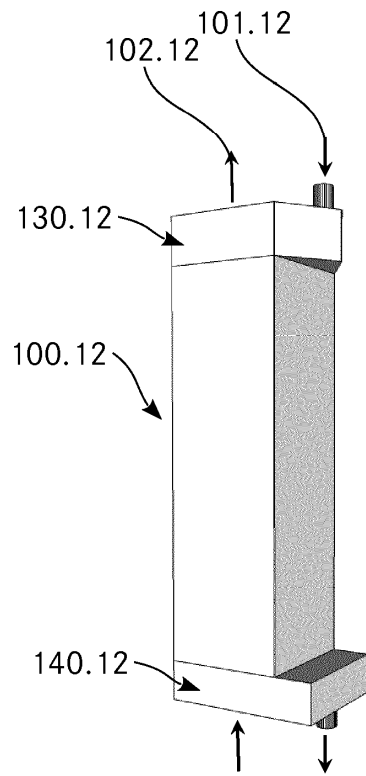


Fig. 11a

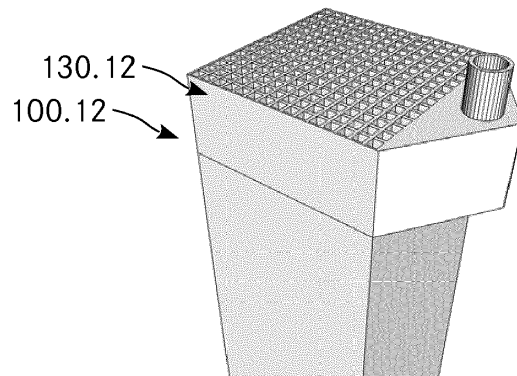


Fig. 11b

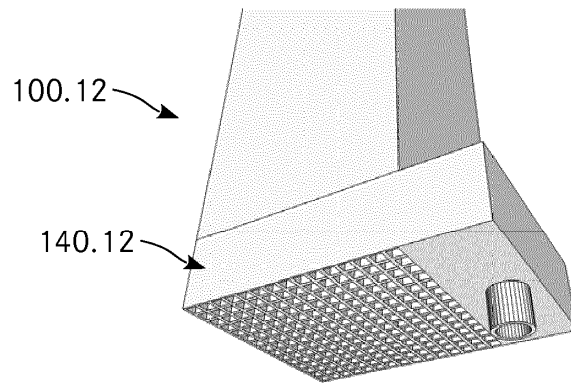


Fig. 11c

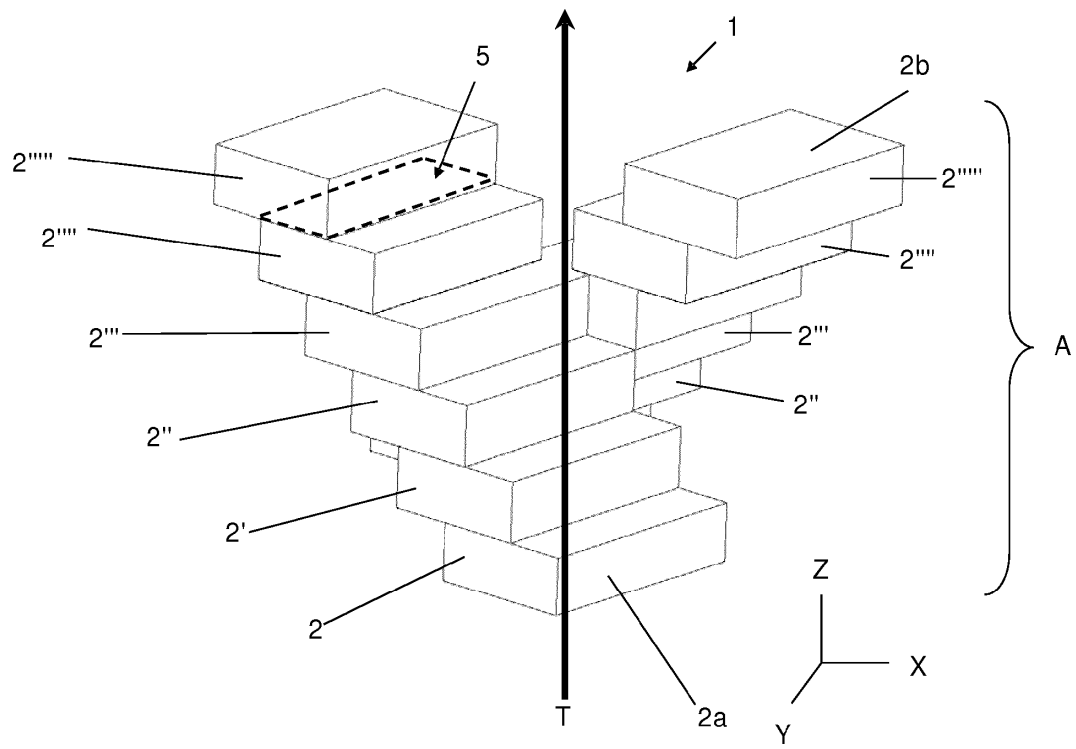


Fig. 12

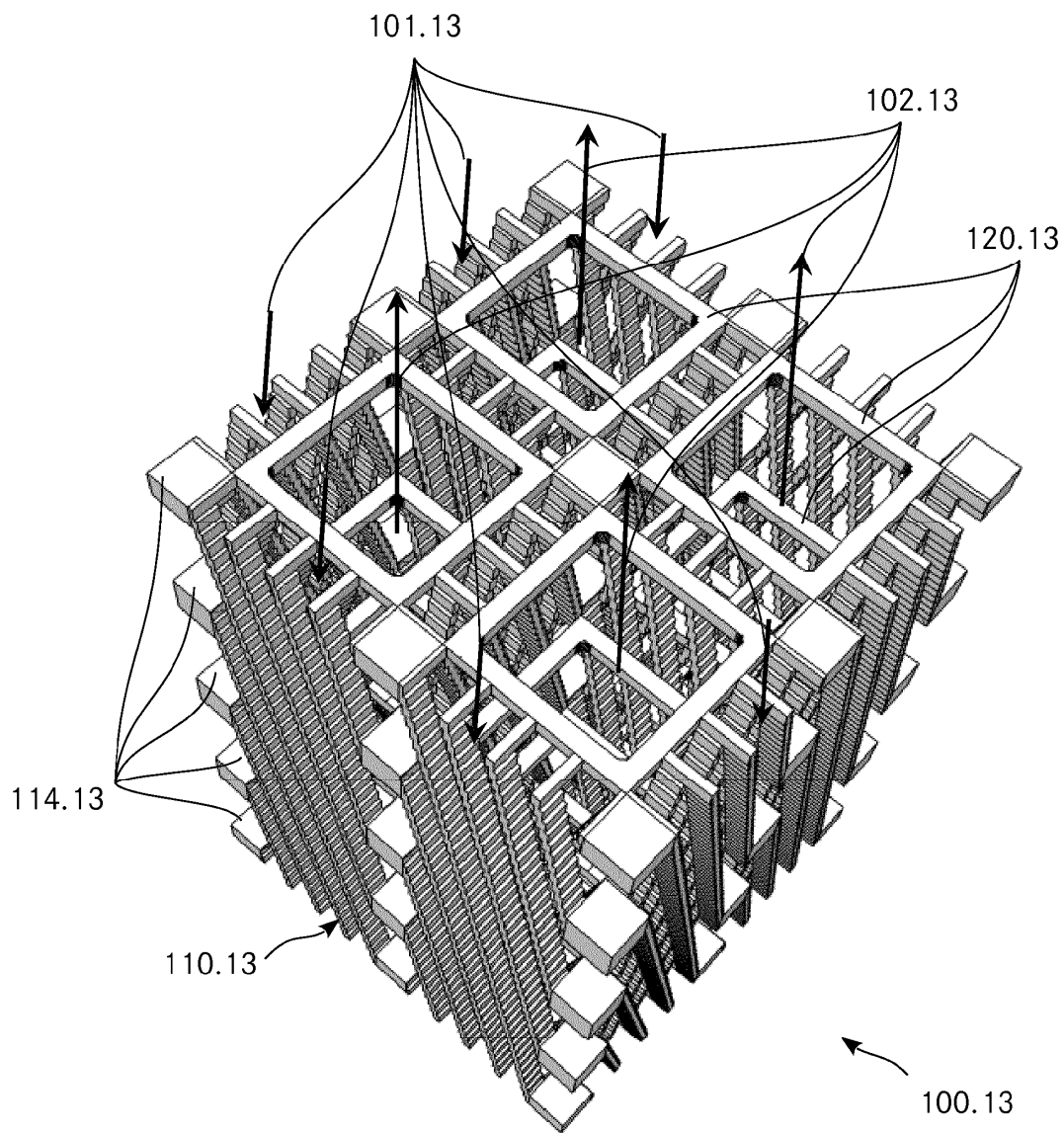


Fig. 13