

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 883 184**

51 Int. Cl.:

B01J 19/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2010 PCT/EP2010/053491**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10106119**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2010 E 10709509 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.05.2021 EP 2408553**

54 Título: **Aparato de intercambio de materia con un empaquetamiento estructurado**

30 Prioridad:

18.03.2009 EP 09155551

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

07.12.2021

73 Titular/es:

**SULZER CHEMTECH AG (100.0%)
Neuwiesenstrasse 15
Winterthur, CH**

72 Inventor/es:

**AUSNER, ILJA;
DUSS, MARKUS y
PLÜSS, RAYMOND**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 883 184 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

Aparato de intercambio de materia con un empaquetamiento estructurado

La invención se refiere a un empaquetamiento estructurado y a un aparato de intercambio de materia que contiene tal empaquetamiento estructurado, por ejemplo, una columna de absorción o una columna de desorción.

5 En una forma de realización disponible comercialmente, los empaquetamientos estructurados están diseñados como chapas plegadas dispuestas consecutivamente, cuya estructura tiene canales inclinados y cruzados repetidamente. Estos canales tienen un efecto positivo en el flujo de fase gaseosa y fase líquida dentro del empaquetamiento y promueven el transporte de materia entre las fases. Esto significa que las fases gaseosa y líquida se ponen en contacto en los canales del empaquetamiento, promoviendo así el transporte de materia entre las fases.

10 Para aumentar el rendimiento de separación de un empaquetamiento estructurado, la superficie del empaquetamiento estructurado se agranda habitualmente, lo que se logra en la mayor parte de los casos mediante un mayor número de capas y/o geometrías de canal más estrechas. Sin embargo, estas medidas conducen a un aumento de la caída de presión en el empaquetamiento estructurado. Sin embargo, de esto se deduce que debe estar prevista menos superficie de empaquetamiento para reducir la caída de presión, como resultado de lo cual se deteriora la capacidad de separación, es decir, la eficiencia del empaquetamiento. Además, pueden estar previstos canales de intersección más abiertos. Canales de cruce más abiertos significa que el ángulo de inclinación de los canales se selecciona más reducido en relación con la dirección del flujo principal. Esto significa que, dependiendo de la aplicación, se debe encontrar un óptimo entre la caída de presión y el mejor rendimiento de separación posible.

15 Sin embargo, los canales que se cruzan tienen muchos puntos de contacto, que pueden tener un efecto positivo en algunas aplicaciones y también negativo en otras aplicaciones.

20 En el sentido de la corriente de los puntos de contacto, visto en la dirección del líquido que fluye, pueden formarse zonas muertas en las que el líquido participa en el intercambio de materia en menor medida que el líquido restante ubicado en el empaquetamiento estructurado. Este fenómeno ya es conocido por el documento US 6.378.332 B1, en el que se describe un empaquetamiento para rectificación criogénica, que está destinado a reducir la aparición de tales zonas muertas. La solución según el documento US 6.378.332 B1 es reducir el número de puntos de contacto entre las capas mediante pliegues alternativamente altos y menos altos de cada capa individual.

25 Por consiguiente, por el documento US 6.378.332 B1 se conoce un proceso de rectificación en el que se utiliza un empaquetamiento estructurado que tiene una estructura de canal de cruce, es decir, que consiste en chapas onduladas o plegadas que se superponen de forma cruzada. Las chapas adyacentes se tocan entre sí a lo largo de las crestas de la ondulación, o bien los bordes. Un fluido más volátil, en particular una fase gaseosa, puede fluir entre las chapas plegadas en contracorriente respecto a un fluido menos volátil, en particular una fase líquida, con lo que puede tener lugar un intercambio de materia. El documento US 6.378.332 B1 muestra un método para reducir el número de puntos de contacto entre dos chapas adyacentes. A tal efecto, se prevé variar la altura de las crestas de la ondulación o los bordes de tal manera que solo algunas de las crestas de la ondulación o los bordes de cada chapa tengan la altura máxima. Por lo tanto, las chapas solo se tocan entre sí a lo largo de las crestas de la ondulación o los bordes con la altura máxima.

30 Un inconveniente del empaquetamiento propuesto según el documento US 6.378.332 B1 es su insuficiente estabilidad mecánica. Además, el volumen llenado por el empaquetamiento no se llena de manera óptima con una superficie de intercambio geométrico debido a los pliegues, en parte menos altos, es decir, esta configuración estructural está asociada a una pérdida de superficie de intercambio de materia.

35 Por el documento DE 22 19 130 B1 se conoce un cuerpo de contacto en el que una primera y una segunda capa de un empaquetamiento estructurado, que tienen un perfil ondulado, están superpuestas de tal manera que los canales que forman los perfiles ondulados se cruzan entre sí. El perfil ondulado de las capas siempre tiene bordes afilados.

40 En el documento WO 94/12258 A1 se da a conocer un empaquetamiento de canal de cruce, cuyas placas tienen relieves que permiten que las placas se acerquen en los puntos de intersección de las capas, de modo que se reduzca su distancia.

45 Por lo tanto, el objeto de la invención consiste en proporcionar un empaquetamiento estructurado que tenga una estabilidad mejorada con el mismo o menor número de puntos de contacto.

50 Otro objeto de la invención es mejorar el intercambio de materia, en particular en un absorbedor o desorbedor controlado en el lado del líquido.

55 La solución consiste en un absorbedor o desorbedor según la reivindicación 1. Este contiene una primera capa para un empaquetamiento estructurado. La primera capa para el empaquetamiento estructurado tiene un primer perfil ondulado, formándose una pluralidad de canales abiertos por el perfil ondulado. Los canales incluyen un primer valle de ondulación, una primera cresta de ondulación y una segunda cresta de ondulación, limitando la primera cresta de ondulación y la segunda cresta de ondulación el primer valle de ondulación, teniendo la primera y la segunda cresta

- de ondulación un primer vértice redondeado y un segundo vértice redondeado. En el primer vértice de la primera cresta de ondulación se forma una hendidura que se extiende en la dirección del primer vértice, teniendo el primer valle de ondulación un fondo de valle redondeado, siendo la distancia normal de al menos un punto de la hendidura al fondo del valle de ondulación menor que la distancia normal del primer vértice al fondo del valle del valle de ondulación. En el segundo vértice está dispuesta una segunda hendidura (44) y en el fondo del valle está dispuesta una tercera hendidura, estando configurada la primera, segunda y tercera hendiduras como abolladuras lenticulares. La profundidad de cada hendidura está en el rango del 10 al 30% de la altura de la capa, de modo que resultan ranuras entre las capas de empaquetamiento individuales igualmente de este rango de valores.
- Además, está prevista una segunda capa, teniendo la segunda capa un segundo perfil ondulado, estando dispuestas la primera capa y la segunda capa de tal manera que los canales de la primera capa se cruzan con los canales de la segunda capa. La primera capa está en contacto estrecho con la segunda capa, interrumpiéndose el contacto estrecho en el área de cada una de las hendiduras.
- Las hendiduras crean así una posibilidad adicional para guiar el flujo de líquido, así como una disposición de los puntos de contacto que permite la máxima humectación del líquido de la superficie de empaquetamiento.
- Una segunda hendidura está dispuesta en el segundo vértice y una tercera hendidura está dispuesta en el primer fondo del valle. Por supuesto, se puede proporcionar una pluralidad de primeras, segundas o terceras hendiduras en la capa.
- Cada capa puede comprender un primer margen, así como un segundo margen, estando dispuesto el primer margen esencialmente en paralelo al segundo margen. En particular, se puede disponer una pluralidad de hendiduras entre el primer margen y el segundo margen.
- Para mejorar la estabilidad con el mismo o menor número de puntos de contacto, la capa tiene un perfil ondulado, siendo la altura de ondulación esencialmente constante.
- Según una realización preferida, al menos algunos de los vértices están formados como un borde y/o al menos algunos de los valles de ondulación tienen forma de v.
- Un empaquetamiento estructurado comprende así una primera capa de acuerdo con una de las formas de realización ejemplares anteriores y una segunda capa, teniendo la segunda capa un perfil ondulado como la primera capa, estando dispuestas la primera capa y la segunda capa de tal manera que los canales de la primera capa se cruzan con los canales de la segunda capa. La primera capa está en contacto estrecho con la segunda capa, preferiblemente tocándose los vértices de las crestas de ondulación de la primera capa y los vértices de los valles de ondulación de la segunda capa.
- Las hendiduras pueden disponerse en cada una de las capas primera y segunda. El contacto de la primera capa con la segunda capa es interrumpido por las hendiduras.
- Un empaquetamiento según la invención consta de capas estructuradas, cuyos pliegues tienen todos la misma altura. Esto asegura una alta estabilidad de empaquetamiento, lo que es particularmente importante en columnas de gran diámetro. Según la invención, el número de puntos de intersección de las capas individuales se reduce mediante la introducción de hendiduras. Estas hendiduras están diseñadas como abolladuras lenticulares que se pueden realizar, por ejemplo, mediante deformación plástica del vértice de la capa. Las hendiduras se aplican a las capas de empaquetamiento plegadas en puntos específicos y, por lo tanto, las capas de empaquetamiento se pueden separar entre sí a una distancia definida y en puntos definidos.
- Como alternativa, las hendiduras en la capa de relleno podrían diseñarse mediante disposición de una cavidad en la que se pueda colocar un elemento de inserción.
- Además, al menos algunas de las hendiduras pueden extenderse sobre una longitud que es hasta el 75 % de la longitud del vértice. La hendidura está dispuesta ventajosamente dentro de al menos uno de los márgenes primero o segundo, de modo que la zona marginal está diseñada para una estabilidad dimensional aumentada del empaquetamiento.
- Cada una de las hendiduras puede interrumpirse mediante una elevación. Las hendiduras de la primera capa pueden superponerse al menos parcialmente con las hendiduras de la segunda capa.
- La hendidura puede comprender una elevación intermedia, en particular si la hendidura se extiende hasta en un 75 % de la longitud del vértice. La elevación intermedia puede descansar sobre el vértice de la capa adyacente o disponerse a una distancia de la misma.
- Cada una de las capas puede contener una abertura. Una abertura de este tipo puede facilitar el paso de gas y/o líquido a una capa adyacente. Tales aberturas pueden disponerse en la zona de la pared del pliegue, en los vértices de las crestas de ondulación o valles de ondulación o también en la zona de las hendiduras.

Si es posible, la producción de la hendidura se efectúa junto con la producción de la capa mediante un proceso de moldeo. Por tanto, la producción de la capa puede tener lugar con un número mínimo de pasos de proceso. Para este propósito, las hendiduras se pueden elaborar en la chapa en puntos definidos, por ejemplo en el borde superior e inferior de la capa de empaquetamiento, mediante impresión, grabado o embutición profunda. En la superposición de las capas individuales, los canales no se tocan entre sí en el área de las hendiduras. No hay hendiduras en al menos dos de las zonas marginales, ya sea en el borde superior e inferior de la capa o en los bordes laterales de la capa, de modo que haya suficientes puntos de contacto para mantener las capas adyacentes a la distancia definida por la altura de la ondulación. Mediante la disposición de una pluralidad de hendiduras dentro de cada una de las áreas de borde se logra una reducción significativa en los puntos de contacto, así como una maximización de la superficie de empaquetamiento humectada con estabilidad simultánea de las capas individuales y, por lo tanto, también del cuerpo de empaquetamiento, que consta de una pluralidad de capas.

La distancia entre capas de empaquetamiento adyacentes permanece constante, incluso si las hendiduras están ubicadas en vértices que limitan los canales abiertos. Puede entenderse que un vértice significa tanto una cresta de ondulación como también un borde, es decir, una punta que está formada por dos superficies laterales adyacentes de un canal.

Para la purificación de un fluido más volátil, en particular un gas, el intercambio de materia tiene lugar en varios pasos parciales que se desarrollan secuencialmente. Los componentes contenidos en el gas que deben separarse se transportan a la interfase con el líquido por convección y difusión. A continuación, los componentes tienen que pasar por la interfase y ser absorbidos en el líquido. Para que se pueda mejorar el intercambio de materia, es ventajoso proporcionar la mayor superficie de intercambio de materia posible para el líquido.

Otra tarea de la invención es seleccionar la disposición de los puntos de contacto de tal manera que los puntos de contacto den como resultado una modificación mínima en el intercambio de materia.

En particular, en el dispositivo según uno de los ejemplos de realización anteriores, los puntos de contacto están dispuestos de manera acrecentada en la zona marginal de la primera capa. A diferencia del estado de la técnica, según el cual se sigue buscando una distribución uniforme de los puntos de contacto, pero se reduce el número de puntos de contacto, en la invención se puede prescindir de esta distribución uniforme de los puntos de contacto sobre la superficie del empaquetamiento. Por consiguiente, si los pocos puntos de contacto se colocan más juntos, el estrechamiento del flujo provoca un reflujo detrás de los puntos de contacto, por lo que se reduce el área no humectada detrás del punto de contacto. Como resultado, hay menos puntos de contacto con menos área sin humectar y, en total, una proporción mínima de superficie total del empaquetamiento sin humectar.

Según una forma ventajosa de realización del dispositivo, hay una pluralidad de hendiduras en cada una de las capas. En este caso, todas las capas tienen la misma estructura, lo que reduce los costes de fabricación. Las capas se pueden producir continuamente de esta forma plegándose continuamente una banda, durante lo cual también se producen las hendiduras. La banda plegada y provista de hendiduras se corta a las dimensiones deseadas. Las partes de banda cortadas dan como resultado las capas, volviéndose una de cada dos capas de modo que se crea una disposición cruzada de capas cuando se colocan en posición adyacente.

Un aparato de intercambio de materia, en particular una columna, puede comprender un empaquetamiento estructurado según una de las reivindicaciones anteriores.

Un procedimiento para la purificación de fluidos en un aparato de intercambio de materia que contiene un empaquetamiento estructurado comprende los pasos: alimentación de un fluido menos volátil al aparato de intercambio de materia, distribución del fluido menos volátil alimentado sobre la superficie del empaquetamiento, alimentación de un fluido más volátil al aparato de intercambio de materia en una zona de entrada de fluido, distribución del fluido más volátil en la zona de entrada de gas sobre la superficie del empaquetamiento, fluyendo el fluido más volátil en contracorriente respecto al líquido, recogida del fluido más volátil que abandona el empaquetamiento en una zona de salida de fluido, conteniendo el empaquetamiento estructurado una primera capa y una segunda capa, presentando la primera capa y la segunda capa un perfil ondulado con altura de ondulación constante, formándose canales abiertos mediante el perfil ondulado, cruzándose los canales de la primera capa con los canales de la segunda capa, fluyendo el fluido más volátil a través de los canales desde el área de entrada de fluido en la dirección del área de salida del fluido, rodeando el fluido menos volátil al fluido más volátil que fluye a través de los canales y fluyendo a lo largo de las paredes del canal. La primera capa está en contacto estrecho con la segunda capa a través de los vértices de las crestas de ondulación, de modo que se produce un intercambio de materia entre el fluido más volátil y el fluido menos volátil a través de la superficie de intercambio de materia formada por los canales.

El uso de hendiduras, así como una disposición de los puntos de contacto, permite la máxima humectación con líquido de la superficie de empaquetamiento en los aparatos de intercambio de materia.

El empaquetamiento consta preferiblemente de capas estructuradas, cuyos pliegues tienen todos la misma altura. Esto crea una alta estabilidad de empaquetamiento, lo que es particularmente importante en columnas de gran diámetro. Según la invención, el número de puntos de intersección entre las capas individuales se reduce mediante la introducción de hendiduras en los vértices de las crestas de ondulación al menos en una de las dos capas adyacentes.

La invención se explica a continuación con referencia a los dibujos. Muestran:

- Fig. 1 una vista de un dispositivo que comprende una pluralidad de capas de empaquetamiento,
- Fig. 2a una vista en sección a través de dos capas de empaquetamiento adyacentes
- Fig. 2b una vista de dos capas de empaquetamiento adyacentes con un perfil ondulado según la invención,
- 5 Fig. 3 una representación de una capa de empaquetamiento convencional bajo indicación de la trayectoria del flujo del fluido menos volátil,
- Fig. 4 una representación de los nodos conforme a la solución según el estado de la técnica,
- Fig. 5 una representación de los nodos según un primer ejemplo de realización de la invención,
- Fig. 6 una representación de los nodos según otro ejemplo de realización de la invención,
- 10 Fig. 7a una representación de una variante de la disposición de las hendiduras según la invención en una capa en perspectiva,
- Fig. 7b una vista de la capa según la Fig. 7a en la dirección del plegado,
- Fig. 8a una ilustración de la deformación del empaquetamiento según el estado de la técnica bajo carga transversal,
- Fig. 8b una ilustración de la deformación del empaquetamiento según la invención bajo carga transversal,
- 15 Fig. 9 una representación de una instalación de absorción como ejemplo de aplicación de la invención.
- Fig. 10 valores medidos para el valor NTUM para un sistema de absorción o un sistema de desorción controlado en el lado del gas
- Fig. 11 valores medidos para el valor NTUM para un sistema de absorción o un sistema de desorción controlado en el lado del líquido
- 20 La Fig. 1 muestra un dispositivo 1 que comprende algunas capas de un empaquetamiento estructurado 7 que forman un cuerpo de empaquetamiento. Se entiende por empaquetamiento estructurado 7 un medio de intercambio de materia entre dos fases fluidas. El empaquetamiento estructurado 7 se utiliza en un aparato de intercambio de materia 2. El aparato de intercambio de materia se puede diseñar en particular como una columna 5 que se puede utilizar para absorción o desorción.
- 25 El empaquetamiento estructurado 7 consta de una pluralidad de capas que están en una relación geométrica que se repite regularmente. La distancia entre capas adyacentes se puede elegir como un ejemplo de esta relación geométrica. Según la relación geométrica, las distancias entre capas adyacentes pueden adoptar periódicamente el mismo valor, de modo que la suma de las capas crea una estructura que se caracteriza por distancias iguales o al menos periódicamente iguales. La periodicidad se encuentra en todo el empaquetamiento estructurado, mediante lo
- 30 cual el empaquetamiento obtiene una estructura regular. En particular, la estructura se puede diseñar como un perfil ondulado.
- En contraste con esto, los empaquetamientos de cuerpos de relleno a granel están constituidos por cuerpos de relleno a granel, es decir, por elementos de la misma estructura geométrica, pero pudiendo tener cada cuerpo de relleno a granel cualquier distancia con los cuerpos de relleno a granel adyacentes, de modo que no se reconoce una
- 35 periodicidad de estos espaciamientos. Los cuerpos de relleno a granel se introducen en la columna como una carga a granel. Estos forman una pila en el fondo de una columna. La pila se caracteriza por la disposición aleatoria de cuerpos de relleno a granel individuales.
- Las capas según la Fig. 1 consisten en elementos de paredes delgadas que tienen un perfil ondulado. El perfil ondulado se caracteriza por una secuencia de elevaciones que se repite periódicamente, es decir, crestas de ondulación y depresiones en forma de valle, es decir, valles de ondulación. Este perfil ondulado se puede configurar en particular
- 40 como un pliegue con un perfil en zigzag con bordes puntiagudos. Las capas están dispuestas una con respecto a otra de tal manera que los perfiles ondulados de dos capas adyacentes estén inclinados en un ángulo con respecto a la dirección de flujo principal. Los perfiles ondulados de las capas adyacentes están dispuestos de forma cruzada entre sí.
- 45 La Fig. 2a muestra dos capas adyacentes 10, 100 del empaquetamiento estructurado 7 según la Fig. 1. Una primera capa 10 está dispuesta en posición adyacente a una segunda capa 100. La primera capa 10 y la segunda capa 100 pueden comprender en particular un elemento de chapa o malla metálica, pero alternativamente también pueden comprender elementos de plástico o cerámica. Un elemento puede abarcar toda la capa o solo formar una parte de ella. El elemento puede tener la forma de una placa que comprende un perfil ondulado, en particular un perfil en zigzag
- 50 o un perfil ondulado con puntas redondeadas y fondos de valles. El elemento puede tener revestimientos de plástico

o cerámica para hacer más estable la resistencia de la capa frente a influencias químicas, como por ejemplo corrosión, o influencias térmicas, como por ejemplo temperatura, o influencias mecánicas, como por ejemplo presión.

La primera capa 10 y la segunda capa 100 de la Fig. 2a se representan en una vista que muestra una sección de la primera superficie 8 del empaquetamiento 7. La primera superficie 8 del empaquetamiento 7 está dispuesta esencialmente en perpendicular a la dirección 6 de flujo principal. La dirección de flujo principal 6 indica la dirección de flujo en la que un fluido más volátil, en particular un gas, fluye hacia arriba en la columna sin elementos de inserción, es decir, en la dirección de la parte superior de la columna 5. Alternativamente, la dirección opuesta también se puede definir como la dirección de flujo principal. En este caso, la dirección de flujo principal corresponde a la dirección en la que un fluido menos volátil, es decir mayoritariamente un líquido, atraviesa la columna sin elementos de inserción, es decir, en caída libre. En el empaquetamiento, la dirección del flujo se desvía localmente de la dirección del flujo principal, ya que el flujo es desviado por las capas del empaquetamiento.

La primera capa 10 del empaquetamiento estructurado 7 tiene un perfil ondulado, formándose una pluralidad de canales abiertos 12, 14, 16 por el perfil ondulado. Los canales comprenden un primer canal de ondulación 22, una primera cresta de ondulación 32 y una segunda cresta de ondulación 42. La primera cresta de ondulación 32 y la segunda cresta de ondulación 42 limitan el primer canal de ondulación 22. La primera cresta de ondulación 32 y la segunda cresta de ondulación 42 presentan un primer vértice 33 y un segundo vértice 43 en. En el segundo vértice 43 de la segunda cresta 42 de ondulación se forma una hendidura 44 que se extiende en la dirección del segundo vértice 43. El primer valle de ondulación 22 presenta un fondo de valle 23. El primer canal de ondulación 22 tiene un fondo de valle 23, siendo la distancia normal 27 de al menos un punto de la hendidura 34 al fondo de valle 23 del canal de ondulación 22 menor que la distancia normal del primer vértice 33 al fondo de valle 23 del valle de ondulación 22.

La distancia normal entre el primer vértice 33 de la primera cresta de ondulación 32 y el fondo del valle 23 del primer canal de ondulación 22 se denomina altura de ondulación 28. La altura de ondulación 28 es, por consiguiente, mayor que la distancia normal 27. En una capa según esta invención, la altura de ondulación 28 es en particular esencialmente constante, es decir, está en el rango de las tolerancias usuales, que están en el rango de 0,5 mm.

También se puede disponer una primera hendidura 34 en el primer vértice 33. Opcionalmente, también se puede disponer una segunda hendidura 24 en el primer fondo de valle 23.

La segunda capa 100 del empaquetamiento estructurado 7 tiene un perfil ondulado, formándose una pluralidad de canales abiertos 112, 114, 116 mediante el perfil ondulado. Los canales comprenden un primer canal de ondulación 122, una primera cresta de ondulación 132 y una segunda cresta de ondulación 142. La primera cresta de ondulación 132 y la segunda cresta de ondulación 142 limitan el primer valle de ondulación 122. La primera cresta de ondulación 132 y la segunda cresta de ondulación 142 presentan un primer vértice 133 y un segundo vértice 143. Una hendidura 134 que se extiende en la dirección del primer vértice 133 se forma en el primer vértice 133 de la primera cresta de ondulación 132. En el segundo vértice 143 de la segunda cresta de ondulación 142, se forma una hendidura 144 que se extiende en la dirección del segundo vértice 143. El primer valle de ondulación 122 tiene un fondo de valle 123. La hendidura 134 y la hendidura 144 tienen una distancia normal desde el fondo del valle 123 del valle de ondulación 122 menor que el segundo vértice 143 de la segunda cresta de ondulación 142 desde el fondo del valle 123 del valle de ondulación 122. Al menos una parte de los vértices se pueden formar como borde. Al menos una parte de los valles de ondulación pueden tener forma de v. Según la Fig. 2a, la distancia normal entre el fondo del valle y el vértice es esencialmente la misma para todas las crestas de ondulación de la capa.

La Fig. 2b muestra dos capas adyacentes de un empaquetamiento estructurado con perfil ondulado, según el cual los vértices no forman bordes puntiagudos, sino que están configurados como curvas. Por lo demás se hace referencia a la descripción de la figura 2a.

La Fig. 3 muestra la influencia de las disposiciones de los puntos de contacto sobre la humectabilidad de la superficie de una capa, por ejemplo la capa 10 del empaquetamiento mostrada en la Fig. 2a o la Fig. 2b. En este caso, la Fig. 3a muestra una disposición según el estado de la técnica. La capa 10 cubre la capa 100, no visible al encontrarse por detrás en el plano del dibujo. De la capa 10 se muestran a modo de ejemplo el primer vértice 33, el segundo vértice 43, así como el fondo del valle 23 intermedio. Los vértices primero y segundo 33, 43, así como el fondo del valle 23 forman bordes plegados. Los vértices 33, 42 descansan sobre el fondo del valle 123, que pertenece a la capa 100. Por supuesto, cada una de las capas 10 y las capas 100 contienen respectivamente una pluralidad de vértices y fondos de valles adicionales, que no se describen con más detalle ya que no difieren de los vértices y fondos de valles descritos. En la Fig. 3, las líneas que pertenecen a los vértices de las crestas de ondulación se representan más gruesas que las líneas que pertenecen a los fondos de los valles. Además, está prevista una línea de trazos largos para el vértice de las crestas de ondulación de la segunda capa 100, así como una línea de trazos cortos para los fondos de los valles de la capa 100. Los puntos de contacto 48, que están marcados con un círculo en la Fig. 3, surgen en los puntos donde se encuentran un fondo de los valles de la capa 10 y un vértice de la capa 100. En las dos capas 10, 100 mostradas, los puntos de contacto están distribuidos uniformemente por toda la superficie.

Puede verse en la Fig. 3 que los puntos de contacto están muy próximos entre sí, por lo que hay muchas zonas pequeñas 46 de superficie no humectada y, por lo tanto, una proporción relativamente grande de superficie no

humectada en relación con el área total del empaquetamiento. En la Fig. 3 se muestra una única zona 46, las flechas 47 simbolizan el flujo del fluido menos volátil.

5 La Fig. 4 muestra el caso en el que los puntos de contacto se reducen, por ejemplo, mediante un pliegue de las capas, como se propone en el documento US 6.378.332 B1. Ciertamente, en total resultan muchas menos zonas 46 sin humectar, pero en cambio también más grandes, debido al flujo del fluido menos volátil simbolizado por las flechas 47. Los flujos de líquido se desvían aún más en esta realización. En suma, existe de nuevo una gran proporción de superficie no humectada de la superficie total de la capa 10. La forma geométrica de las capas según la Fig. 4 se explica aún en detalle en la Fig. 8a.

10 La Fig. 5 muestra una disposición de los puntos de contacto 48 entre dos capas adyacentes 10, 100 según la invención. La capa 100 está dispuesta detrás de la capa 10. Con respecto a la representación, se hace referencia a la Fig. 3. El número de puntos de contacto se reduce con respecto a la superficie de la capa 10. En particular, los puntos de contacto no se distribuyen uniformemente sobre la superficie.

15 Por otro lado, si los pocos puntos de contacto se colocan más juntos, el estrechamiento del flujo provoca un reflujo detrás de los puntos de contacto, lo que a su vez reduce el área no humectada detrás del punto de contacto. Como resultado, hay menos puntos de contacto con menos superficie sin humectar y, en total, una relación mínima entre la superficie no humectada y la superficie total de la capa.

20 La capa 10 comprende un primer margen 50 y un segundo margen 60, estando dispuesto el primer margen 50 esencialmente en paralelo al segundo margen 60. Cuando la capa está orientada verticalmente, el margen 50 define una superficie de límite superior y el segundo margen 60 define una superficie de límite inferior. Además, la capa 10 comprende un primer margen 51 y un segundo margen 61. El primer margen 51 y el segundo margen 61 son adyacentes a la pared interior del aparato de intercambio de materia, en especial de la columna, en el caso de orientación vertical de la capa en un empaquetamiento. Al menos una de la superficie límite superior o la superficie límite inferior puede estar unida a una ranura, con la que limita al menos un empaquetamiento adicional.

25 Los puntos de contacto 48 están dispuestos en las proximidades del primer y/o el segundo margen 50, 51, 60, 61. Las capas adyacentes se tocan entre sí en estos puntos de contacto. Mediante introducción de hendiduras se evitan al menos parcialmente puntos de contacto adicionales entre estos puntos de contacto cerca de los márgenes. Entre el primer margen 50, 51 y el segundo margen 60, 61 está dispuesta una pluralidad de hendiduras, que pueden tener la misma estructura que una de las hendiduras primera, segunda o tercera 24, 34, 44 según la Fig. 2a o 2b.

30 Por supuesto, las hendiduras también se pueden ubicar en las proximidades de al menos uno de los márgenes primero y segundo.

En la Fig. 6 también se muestra una variante adicional en la que los puntos de contacto no están dispuestos en yuxtaposición, sino uno encima del otro. También aquí un flujo de líquido en los puntos de contacto minimiza el área no humectada entre los puntos de contacto.

35 En la Fig. 7a se muestra en perspectiva una vista de una capa 10 según la invención. La Fig. 7b es una vista de la posición según la Fig. 7a en la dirección del plegado. El correspondiente empaquetamiento estructurado 1 comprende la primera capa 10 y una segunda capa 100, teniendo la segunda capa 100 preferiblemente un perfil ondulado como la primera capa 10. La primera capa 10 y la segunda capa 100 están dispuestas de tal manera que los canales de la primera capa 10 se cruzan con los canales de la segunda capa 100. La primera capa 10 está en contacto estrecho con la segunda capa 100 a través de los vértices de los valles de ondulación de la segunda capa 100 opuestos a las crestas de ondulación de la primera capa 10. Los vértices primero y segundo 33, 43, 133, 143 están dispuestos en cada una de las capas primera y segunda 10, 100. Los vértices primero y segundo 33, 43, 133, 143, que forman puntos de contacto, están dispuestos preferiblemente como en la Fig. 5 o la Fig. 6. Los puntos de contacto se representan con un círculo en estas figuras. En los puntos donde no hay círculo, no hay punto de contacto, sino una hendidura.

45 La segunda capa 100 no se muestra gráficamente en la Fig. 7 por motivos de simplicidad. Las hendiduras 24, 44 de la primera capa 10 están espaciadas al menos en un punto del primer y segundo vértice no mostrados de los valles de ondulación de la segunda capa 100, que estaría dispuesta en la Fig. 7 en la parte superior. Las hendiduras 44, que se encuentran en las proximidades del primer margen 50, están dispuestas preferiblemente de tal manera que están configuradas como huecos en un primer lado 11 de la capa 10. Las hendiduras 24, que están dispuestas entre el primer margen 50 y el segundo margen 60, están diseñadas como hendiduras en un segundo lado 13 de la capa 10. El primer lado 11 de la capa 10 está dispuesto enfrente del segundo lado 13 y cada uno forma una superficie de la capa.

En particular, cuando la primera y la segunda capa 10, 100 están alineadas verticalmente, las hendiduras pueden disponerse una debajo de la otra. Como alternativa a esto o en combinación, las hendiduras pueden disponerse en yuxtaposición en el caso de orientación vertical de la primera y la segunda capa.

55 También pueden disponerse otras hendiduras a lo largo de un vértice de la capa 10, 100, que no tienen que estar diseñadas, o no exclusivamente, como abolladuras. Una hendidura de este tipo puede comprender una cavidad en la que está contenido un elemento de inserción a una distancia del vértice de la capa adyacente que tiene un perfil. El

perfil está diseñado de tal manera que cae por debajo de la altura de plegado normal al menos por secciones. Se entiende por altura de plegado la distancia entre la cresta de una ondulación y un canal de ondulación adyacente. Si la cresta de ondulación tiene una curvatura finita en su vértice, la distancia se define como la distancia normal entre las dos tangentes de vértice paralelas entre sí. Si la curvatura es infinita, es decir, el vértice es puntiagudo y, por lo tanto, el punto más alto no tiene una tangente claramente definida, se configura un plano a través del punto más alto que contiene todos los vértices en un lado de la capa. También se configura un plano a través del punto más profundo de un valle de ondulación, que contiene todos los puntos del valle de ondulación, así como de otros valles de ondulación. Los dos planos deben ser paralelos entre sí. De ello se deduce que la altura del pliegue es la distancia normal entre los dos planos.

Las hendiduras según uno de los ejemplos de realización anteriores se extienden sobre una parte del vértice o del borde. Las hendiduras se pueden producir a partir de la pieza en bruto para la capa, por ejemplo, una chapa de empaquetamiento, mediante moldeo, es decir, impresión, grabado o embutición profunda. Ventajosamente, las hendiduras se realizan en un lado sobre los vértices de las crestas de ondulación o de los valles de los pliegues.

La ventaja de esta disposición consiste en que se puede producir una pieza en bruto de longitud ilimitada. Una pieza en bruto de este tipo puede consistir en material en banda, por ejemplo, estar configurada como una chapa en forma de placa. A continuación, a partir del material en banda se cortan secciones de una determinada longitud. Estas secciones se convierten en un perfil ondulado, por ejemplo, mediante un proceso de plegado. Alternativamente, se utiliza material en banda que ya tiene un perfil ondulado. La sección cortada con el perfil ondulado forma entonces la capa. Se puede superponer un proceso de moldeo a este perfil ondulado durante el proceso de plegado, de modo que las hendiduras se produzcan durante el proceso de plegado. Una primera capa 10 y una segunda capa 100 se superponen a su vez mediante inversión de uno de cada dos perfiles ondulados. Entre todas las capas hay al menos una fila de hendiduras en las proximidades del margen superior e inferior y/o en las proximidades de los márgenes laterales.

La profundidad de las hendiduras está en el rango del 10 al 30% de la altura de la capa, de modo que resultan ranuras entre las capas de relleno individuales asimismo de este rango de valores. Los espacios son de al menos 1,5 mm para sistemas acuosos. Ranuras más estrechas pueden ser desventajosas, ya que el líquido, en particular el agua, puede establecerse entre dos bordes adyacentes, puede permanecer allí y formar un puente de líquido.

En la Fig. 8a se muestra una capa según un diseño conocido con pliegues de diferentes alturas para la reducción de los puntos de contacto. La desventaja de este diseño consiste en que, cuando hay cargas en la parte superior e inferior, la capa se comprime, indicando las flechas 20, 21 la dirección de la fuerza en la que se comprime la capa. Los pliegues comprenden un primer vértice 65, así como un segundo vértice 85, así como un valle de ondulación 75 que se encuentra entre ellos. El primer y segundo vértice 65, 85 pueden estar en contacto con una capa adyacente no mostrada. Entre el primer vértice 65 y el fondo del valle 75 se encuentran un valle de ondulación intermedio 66 y una cresta de ondulación intermedia 67, que forman un pliegue. El valle de ondulación intermedio 66 tiene un fondo de valle intermedio 68 y la cresta de ondulación intermedia 67 tiene un vértice intermedio 69. La distancia normal 70 entre el fondo de valle intermedio 68 y el vértice intermedio 69 es menor que la distancia normal 71 entre el vértice 65 y el fondo del valle 75. En el ejemplo de realización mostrado en la Fig. 8a, la distancia normal 70 es aproximadamente la mitad que la distancia normal 71. Por consiguiente, mediante el valle de ondulación intermedio 66 y la cresta de ondulación intermedia 67 se forma un pliegue de media altura. El pliegue de media altura sirve como zona deformable y puede deformarse. Debido a esta deformación, por un lado no se puede construir un cuerpo de empaquetamiento estable, y por otro lado no es posible mantener una altura de capa fija del empaquetamiento. La altura de la capa corresponde a la distancia normal 71 previamente definida.

Este problema puede evitarse mediante un diseño según la invención. Como muestra la Fig. 8b, una capa con hendiduras en cada pliegue se puede comprimir mucho menos y, por lo tanto, la capa se puede exponer a cargas más altas en la parte superior e inferior. Esto permite la construcción de cuerpos de empaquetamiento estables y asegura una altura de capa esencialmente constante para obtener una superficie de empaquetamiento especificada.

Además, la superficie de las hendiduras está disponible para el intercambio de materia. Esto significa que se puede esperar una ganancia en el área de intercambio de materia no solo en comparación con la técnica anterior, sino también en comparación con los empaquetamientos convencionales que tienen capas que se cruzan con un perfil ondulado, cuya altura de ondulación es constante.

La Fig. 9 muestra una instalación de absorción 90. La instalación de absorción 90 comprende dos dispositivos de intercambio de materia, un absorbedor 91 y un desorbedor 92, que están diseñados en particular como columnas. En la instalación de absorción, uno o más componentes se separan de una corriente de gas en el absorbedor 91. Para ello se utiliza un disolvente o absorbente líquido. En el desorbedor 92, el disolvente o absorbente se purifica de los componentes absorbidos.

Tanto la absorción como también la rectificación son procesos de separación para separar uno o más componentes de una corriente de empleo 93 existente. La rectificación se utiliza para separar mezclas líquidas en base a las diferentes temperaturas de ebullición de los componentes individuales, entendiéndose por rectificación una destilación continua, que en particular comprende varias etapas de separación. En el caso de la absorción, por otro lado, uno o

más componentes se absorben a partir de una corriente de gas con la ayuda de un disolvente o absorbente adecuado 94 y, por tanto, se separan de la corriente de gas. El producto de cabeza del absorbedor 91 es por tanto una corriente de gas purificada 95. El producto de cola 96 del absorbedor 91 es un absorbente o disolvente cargado con el componente o los componentes. Por razones económicas, energéticas o ecológicas, puede tener sentido purificar el absorbente o disolvente y alimentarlo de nuevo al absorbente como disolvente o absorbente purificado 94. La purificación del absorbente o disolvente tiene lugar en el desorbedor 92. El absorbente o disolvente cargado, es decir, el producto de cola 96 del absorbedor, forma la corriente de empleo del desorbedor. Según la figura 10, esta corriente de empleo se alimenta en forma líquida al desorbedor. El desorbedor 92 puede contener uno o más empaquetamientos según uno de los ejemplos de realización anteriores. El disolvente o absorbente cargado fluye en la dirección de la cola 95 del desorbedor. El absorbente o disolvente se evapora al menos parcialmente en la cola, para lo cual está previsto un evaporador de cola 98. El absorbente o disolvente evaporado en el evaporador de cola contiene los componentes a separar y, a medida que asciende en la columna, absorbe los componentes a separar de la corriente de empleo del absorbente o disolvente cargado que fluye en la dirección de la cola. De este modo, en el desorbedor se produce una corriente parcial gaseosa 99, que se enriquece con los componentes a separar. Estos componentes a separar pueden separarse de la corriente parcial gaseosa 99 bien térmicamente, es decir por condensación, o bien mediante otros pasos de separación posteriores.

Alternativamente, o además de esto, pueden estar previstos dispositivos de descompresión si el desorbedor se debe operar a una presión más baja que el absorbedor, o dispositivos de compresión si el desorbedor se tiene que operar a una presión más alta que el absorbedor.

Durante la rectificación, el intercambio de materia entre el gas y el líquido generalmente tiene lugar en ambas direcciones debido a un gradiente de temperatura desde la cola hacia la cabeza. El fluido de punto de ebullición más elevado se condensa a partir de la fase gaseosa y se absorbe en el líquido y el fluido de punto de ebullición más bajo se evapora a partir de la fase líquida en la fase gaseosa. En el caso de la absorción, el transporte de materia solo se realiza en una dirección, aquí el gas es absorbido por el líquido.

No obstante, la diferencia entre rectificación y absorción radica en que en la rectificación los flujos de gas y líquido se acoplan entre sí, mientras que en la absorción ambas corrientes se pueden configurar de forma independiente: en la rectificación se evapora una determinada cantidad de líquido y esta asciende en la columna en la dirección de la cabeza de la columna. Todo el vapor se condensa en la cabeza de la columna y se devuelve a la columna como corriente líquida al menos parcialmente. La máxima cantidad de líquido concebible sería, por tanto, la cantidad total de vapor condensado que llega a la cabeza de la columna. Si se evapora más líquido en la cola, también se puede recircular más líquido. A este respecto, ambas corrientes están acopladas entre sí y el transporte de materia depende en gran medida del flujo de vapor. Como resultado, las aplicaciones de rectificación generalmente se controlan en el lado del gas.

Por el contrario, en aplicaciones de absorción se pueden establecer diferentes condiciones de funcionamiento con la ayuda de bombas y ventiladores: un gran flujo de absorbente puede ponerse en contacto con una corriente de gas relativamente reducida o viceversa. Además, los absorbentes pueden unir los componentes del gas en sí de diferentes formas: físicamente, por reacción química o tanto física como también químicamente. En este caso, la selección de un absorbente o disolvente para un determinado componente gaseoso, así como las concentraciones en gas y líquido, son decisivas para que el transporte de la sustancia se controle más bien en el lado del gas o más bien en el lado del líquido.

Para probar la aplicabilidad del empaquetamiento según la invención se elaboró un prototipo de un empaquetamiento que contiene las hendiduras según la invención para reducir el número de puntos de contacto. En el caso examinado, la distancia entre dos vértices creados por la hendidura es de 2,5 mm. El número de puntos de contacto se reduce de 37.500 m⁻³ a 18.000 m⁻³ para los prototipos, por lo tanto, un número de puntos de contacto aproximadamente un 50% menor en comparación con el estado de la técnica con superficie total invariable de 205 m²/m³.

Este prototipo se compara con un empaquetamiento conocido sin hendiduras, por ejemplo según la norma CH398503, con la misma superficie geométrica. Mediante las hendiduras se reduce el número de puntos de contacto en el prototipo. Además, el gas que fluye a lo largo de los canales cruzados puede introducirse parcialmente como una corriente ramificada a través de las hendiduras en un canal cruzado adyacente. Sin embargo, debido a este flujo de gas modificado, es de esperar un efecto de separación más bien reducido en el prototipo.

El prototipo mencionado anteriormente se probó primero en una columna de absorción con un diámetro interno de 300 mm. En este caso se absorbió isopropanol del aire con agua. Este es un sistema predominantemente controlado por gas, similar a la rectificación. Como era de esperar, se midió un número menor de unidades de transferencia o NTUM (number of transfer units per meter) para el prototipo, lo que se muestra en la Fig. 10 como una primera serie de puntos de medición 52, 53, 54. Cuanto mayor sea el número de NTUM, más eficiente será el empaquetamiento con respecto a la transferencia de materia. La ilustración muestra a modo de ejemplo de NTUM para un factor F seleccionado de 1,5 Pa^{0.5} para un empaquetamiento de acuerdo con la norma CH398503 y el empaquetamiento según la invención. Se varió la carga de líquido L. El factor F es una medida de la velocidad media del gas en la columna vacía multiplicada por la raíz cuadrada de la densidad del gas. El factor F es proporcional a la energía cinética del gas. Los puntos de

medición 55, 56, 57 para el empaquetamiento previamente conocido según la norma CH398503 muestran un valor NTUM más alto que los puntos de medición 52, 53, 54 para el empaquetamiento según la invención.

5 Por lo tanto, estos resultados previos indican que el empaquetamiento según la invención con puntos de contacto reducidos reduce la pérdida de presión, pero también conduce a una disminución del rendimiento de separación, lo que se puede ver en los valores de NTUM más bajos de la Fig. 10. Como resultado, dicho empaquetamiento no parece ser de utilidad para la absorción y la rectificación y, por lo tanto, es fundamentalmente diferente al empaquetamiento presentado en el documento US 6'378'322 B1, que aparentemente es beneficioso para la rectificación.

10 Sorprendentemente, a partir de experimentos posteriores se ha descubierto que existen sistemas de materia para los que el empaquetamiento según la invención da como resultado una mejora del rendimiento de separación. El segundo sistema de materia investigado es la absorción de CO₂ del aire con disolución acuosa de hidróxido sódico (NaOH), estando enlazado químicamente el CO₂. La Fig. 11 muestra los puntos de medición para este sistema con el prototipo para cargas líquidas de aproximadamente 10 a 80 m³/ m²h, presentando los puntos de medición 58, 59, 63, 64, 72, 73, 74 para el prototipo un valor NTUM más alto que los puntos de medición 78, 79, 83, 84, 86, 87, 88 para el empaquetamiento previamente conocido. Como muestra la figura 11, el empaquetamiento del prototipo según la
15 invención con un número reducido de puntos de contacto conduce a un rendimiento de separación al menos tan bueno como el empaquetamiento de referencia a pesar del flujo de gas modificado. Esto significa que el rendimiento de separación se puede mejorar realmente en ciertos sistemas reduciendo el número de puntos de contacto y disponiendo los puntos de contacto de forma adecuada. La pérdida de presión también se puede reducir utilizando el empaquetamiento según la invención. La curva inferior 101 de la figura 11 muestra el NTUM para un empaquetamiento
20 estructurado habitual en el mercado según la norma CH398503 con una carga creciente del aparato de intercambio de materia con un fluido menos volátil a un factor F de 1,5 Pa^{0.5}, representándose la carga L en m³/ m² h en el eje x. En comparación, la curva superior 102 de la Fig. 11 muestra el NTUM para un empaquetamiento estructurado según la invención. Para todos los puntos de medición considerados con la misma carga L, el resultado es que NTUM bajo empleo de un empaquetamiento con hendiduras es mayor que para un empaquetamiento sin hendiduras.

25 Los sistemas en los que el empaquetamiento según la invención presenta ventajas se encuentran principalmente en el procesamiento por absorción de gases de escape, en los que los componentes problemáticos deben eliminarse de la corriente de gas de escape con ayuda de disoluciones acuosas reactivas. En este caso se considera como ejemplo la absorción de CO₂, dañino para el clima, a partir de gases de escape de centrales eléctricas con la ayuda de
30 absorbentes acuosos, que pueden contener sustancias básicas orgánicas o inorgánicas, como por ejemplo MEA (monoetanolamina) o potasa.

Por lo tanto, la hipótesis por la que una reducción de los puntos de contacto conduce a un mejor rendimiento de absorción en determinadas aplicaciones es la siguiente: debido a las malas propiedades humectantes de los líquidos utilizados, detrás de los puntos de contacto en la capa de empaquetamiento se forman zonas que no se humectan por el líquido en absoluto. Por lo tanto, toda la superficie no puede ser utilizada en toda su extensión por el líquido. El
35 líquido se obstaculiza en el flujo posterior en los puntos de contacto, se retiene y se desvía hacia los lados. Algo similar también se puede determinar cuando el agua fluye hacia abajo como una película sobre una superficie plana y el flujo es interrumpido repentinamente por un objeto introducido (por ejemplo, un dedo colocado sobre el plano). El flujo de la película se abre detrás del objeto y se produce una superficie seca, no humectada, que solo se vuelve a humectar cuando el objeto se retira del flujo. En aplicaciones de absorción en las que el flujo de gas deteriorado resultante del
40 cambio según la invención no tiene influencia negativa sobre el rendimiento de separación, se obtiene un rendimiento de separación mejorado. En el sistema isopropanol del aire en agua, que se controla en el lado del gas, el grado de humectación de la superficie del empaquetamiento apenas influye sobre el intercambio de materia. Por el contrario, el flujo de gas modificado tiene un efecto desfavorable sobre el intercambio de materia. En un sistema controlado en el lado del líquido, como CO₂ del aire en NaOH, una humectación completa de la superficie de empaquetamiento provoca
45 un aumento del NTUM.

REIVINDICACIONES

1. Absorbedor o desorbedor que contiene una primera capa (10) para un empaquetamiento estructurado, que presenta un primer perfil ondulado, formándose una pluralidad de canales abiertos (12, 14, 16) por medio del primer perfil ondulado,
- 5 comprendiendo los canales un primer valle de ondulación (22), una primera cresta de ondulación (32) y una segunda cresta de ondulación (42), limitando la primera cresta de ondulación (32) y la segunda cresta de ondulación (42) el primer valle de ondulación (22), presentando la primera y la segunda cresta de ondulación un primer vértice redondeado (33) y un segundo vértice redondeado (43),
- 10 formándose una hendidura (34) que se extiende en la dirección del primer vértice (33) en el primer vértice (33) de la primera cresta de ondulación (32),
- presentando el primer valle de ondulación (22) un fondo de valle redondeado (23), siendo la distancia normal (27) de al menos un punto de la hendidura (34) al fondo de valle (23) del valle de ondulación (22) menor que la distancia normal (28) del primer vértice (33) al fondo de valle (23) del valle de ondulación (22), estando dispuesta una segunda hendidura (44) en el segundo vértice (43) y una tercera hendidura (24) en el fondo de valle (23), estando configuradas la primera, segunda y tercera hendidura (24, 34, 44) como abolladuras lenticulares,
- 15 estando prevista una segunda capa (100) que presenta un segundo perfil ondulado,
- estando dispuestas la primera capa (10) y la segunda capa (100) de tal manera que los canales de la primera capa (10) se cruzan con los canales de la segunda capa (100), estando la primera capa (10) en contacto estrecho con la segunda capa (100), estando interrumpido el contacto estrecho en la región de la hendidura (24, 34, 44),
- 20 situándose la profundidad de cada hendidura (24, 34, 44) en el rango del 10 al 30% de la altura de la capa, lo que da como resultado ranuras entre las capas de empaquetamiento individuales asimismo de este rango de valores.
2. Absorbedor o desorbedor según la reivindicación 1, que comprende un primer margen (50, 51), así como un segundo margen (60, 61), estando dispuesto el primer margen (50, 51) esencialmente en paralelo al segundo margen (60, 61).
- 25 3. Absorbedor o desorbedor según la reivindicación 2, estando dispuesta la primera, segunda o tercera hendidura (24, 34, 44) entre el primer margen (50, 51) y el segundo margen (60, 61).
4. Absorbedor o desorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, siendo esencialmente constante la altura de ondulación (28).
5. Absorbedor o desorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, estando dispuestas las hendiduras (24, 34, 44) en cada una de las capas primera y segunda (10, 100).
- 30 6. Absorbedor o desorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, formándose la hendidura (24, 34, 44) dentro de al menos uno de los márgenes primero o segundo (50, 51, 60, 61).
7. Absorbedor o desorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, estando superpuestas las hendiduras (24, 34, 44) de la primera capa (10) al menos parcialmente con las hendiduras (24, 34, 44) de la segunda capa (100).
- 35 8. Absorbedor o desorbedor según una de las reivindicaciones anteriores, conteniendo una abertura al menos una de las capas primera o segunda (10, 100).

Fig.1

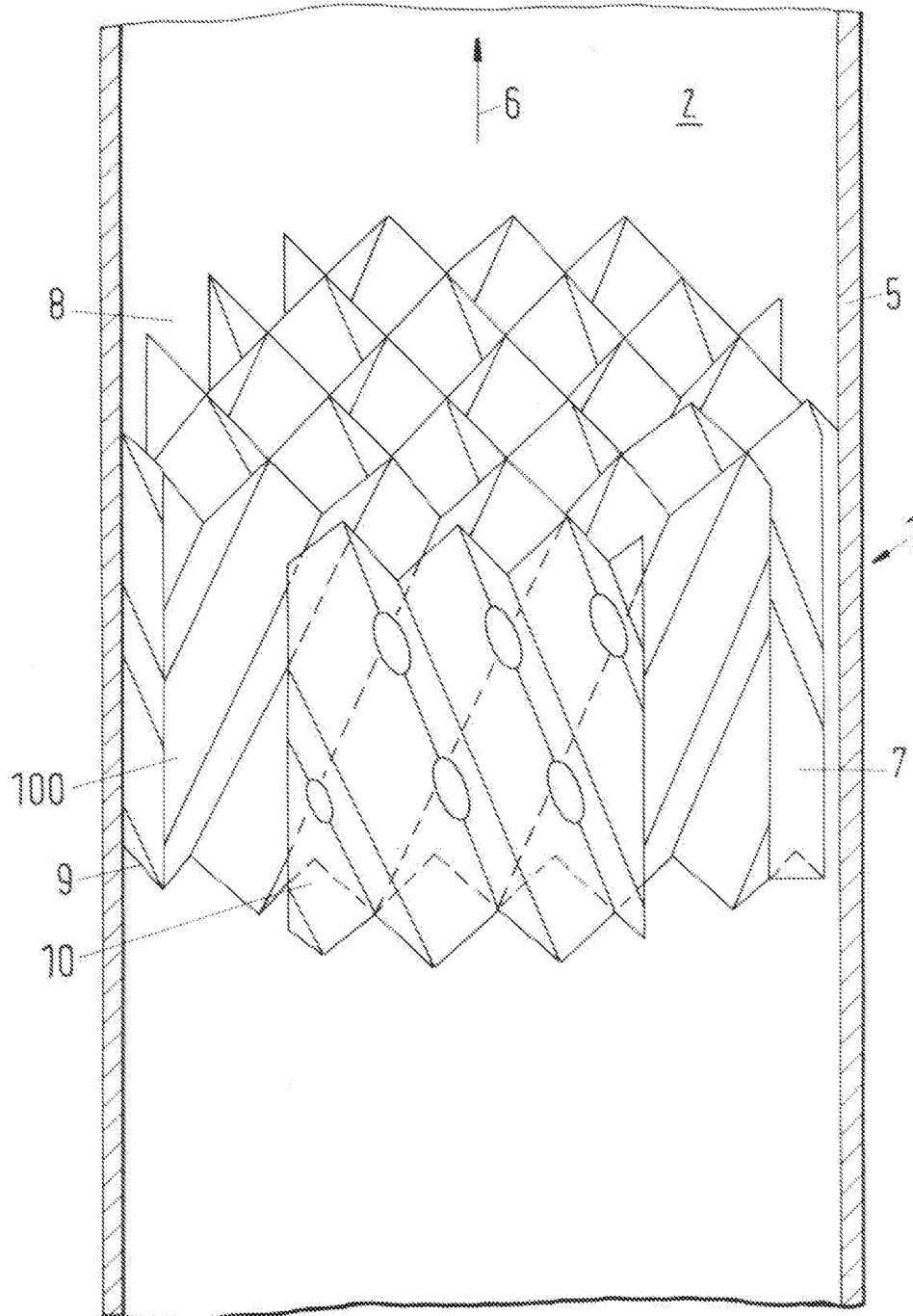


Fig.2a

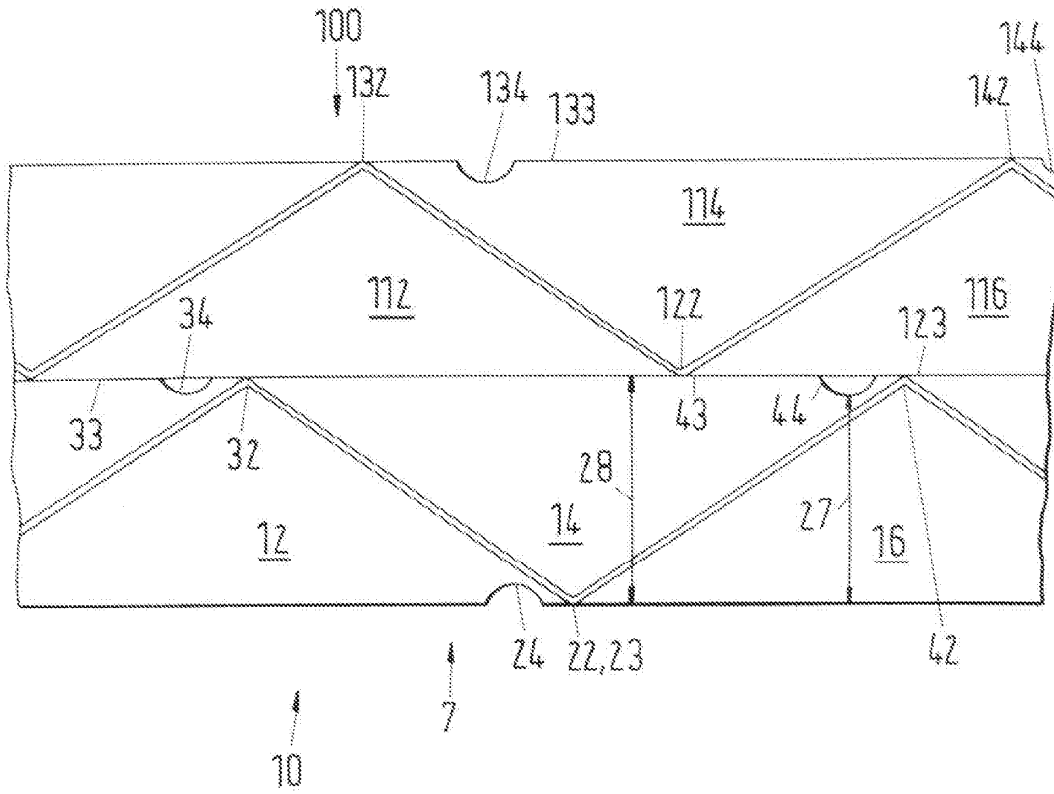


Fig.2b

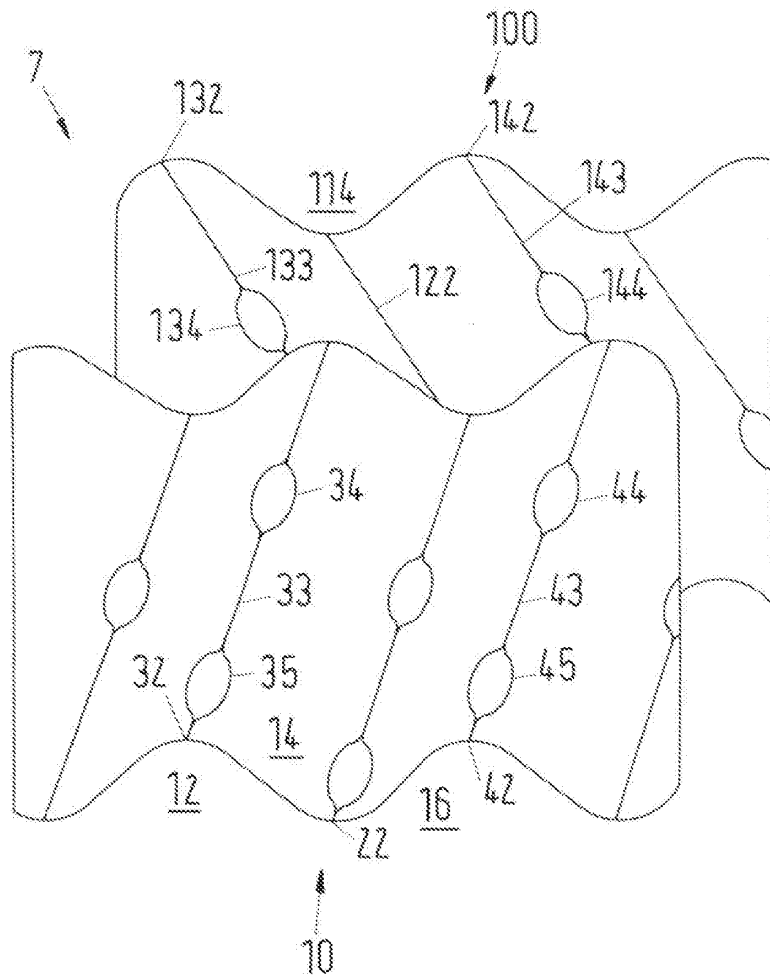


Fig.3

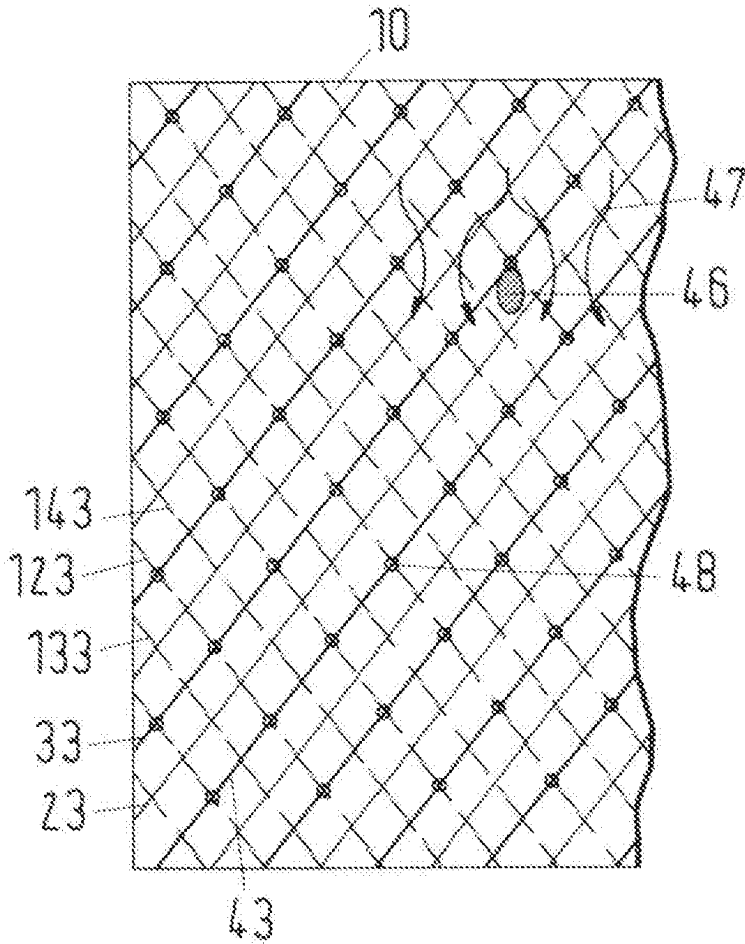


Fig.4

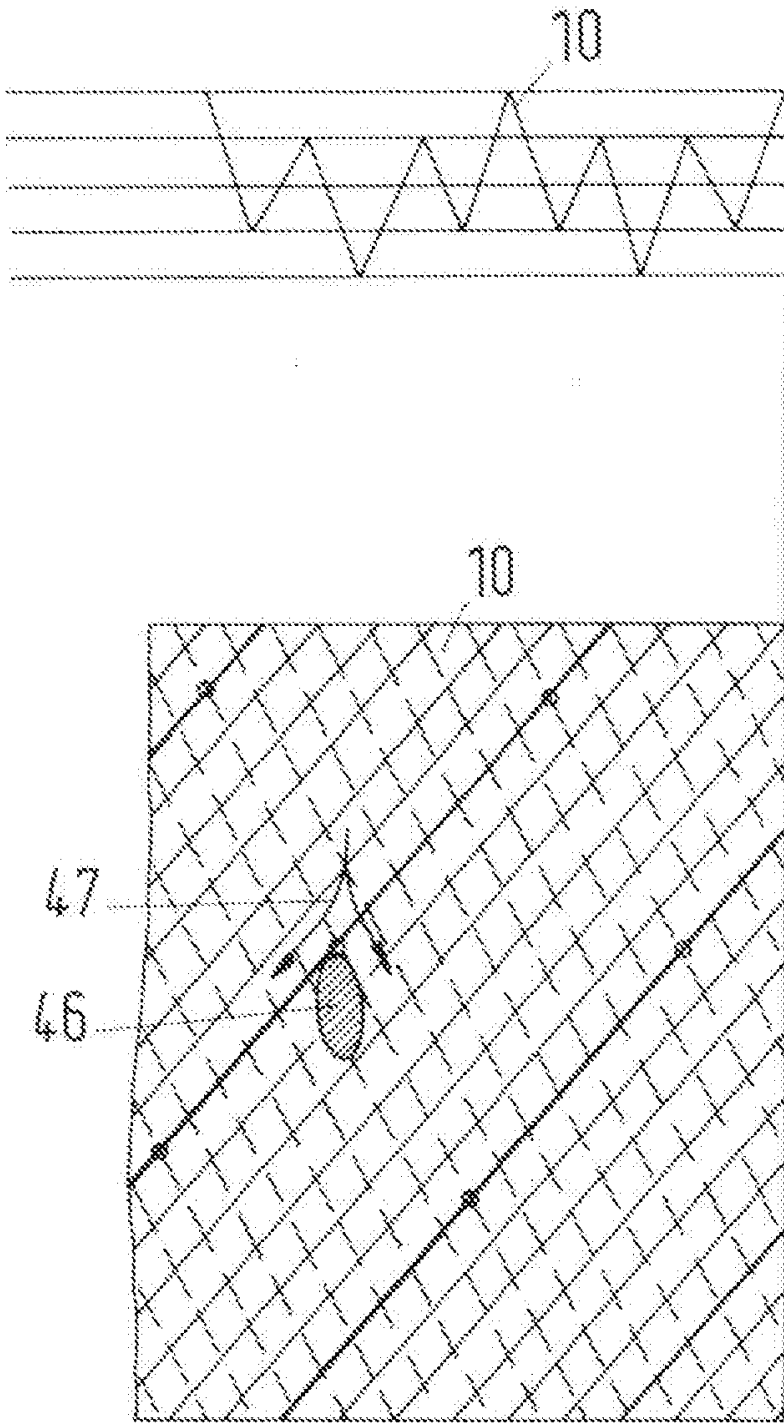


Fig.5

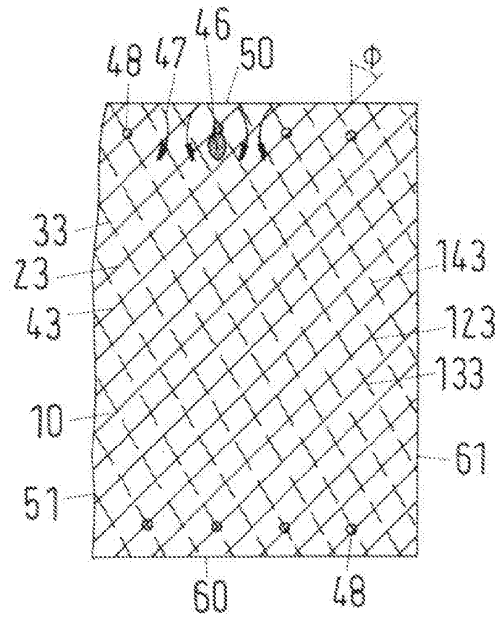


Fig.6

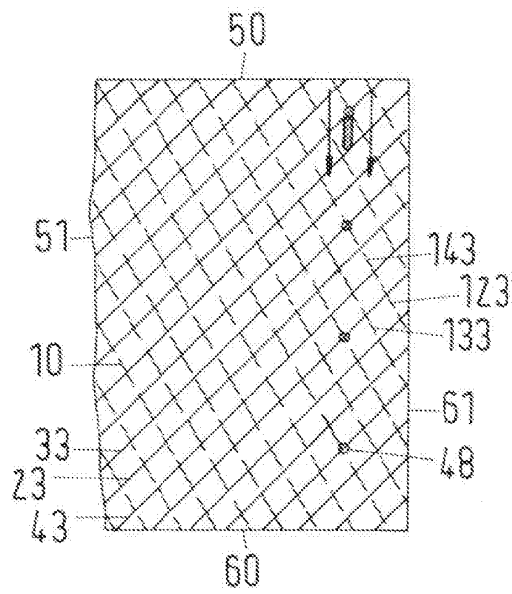


Fig.7a

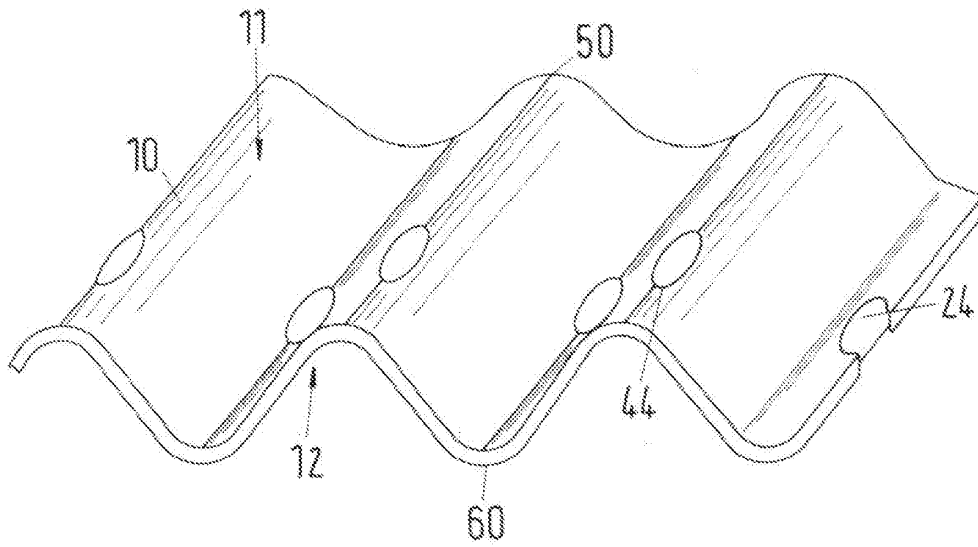


Fig.7b



Fig.8a

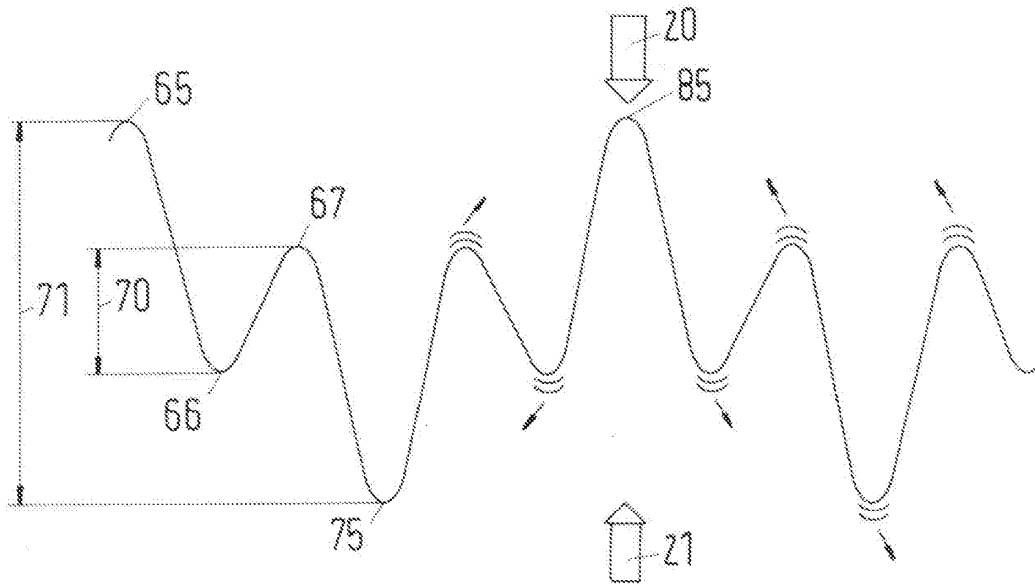


Fig.8b

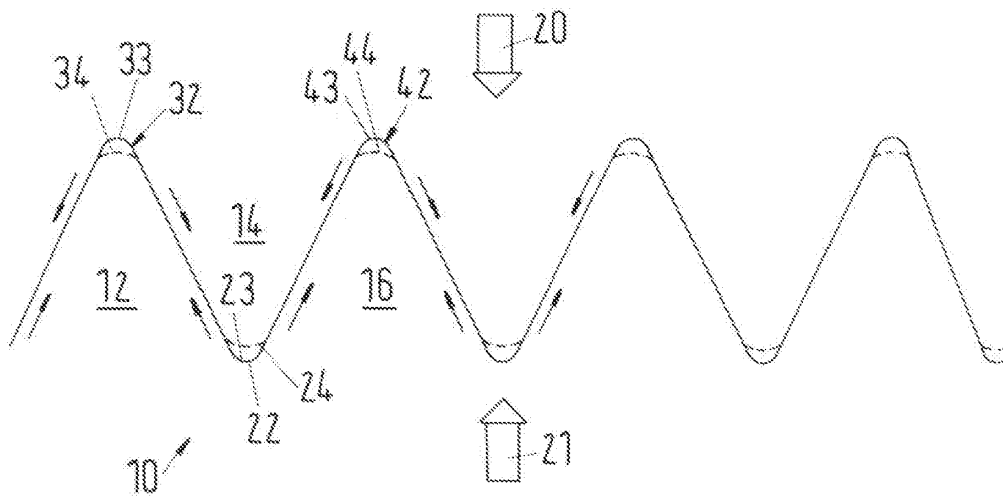


Fig.9

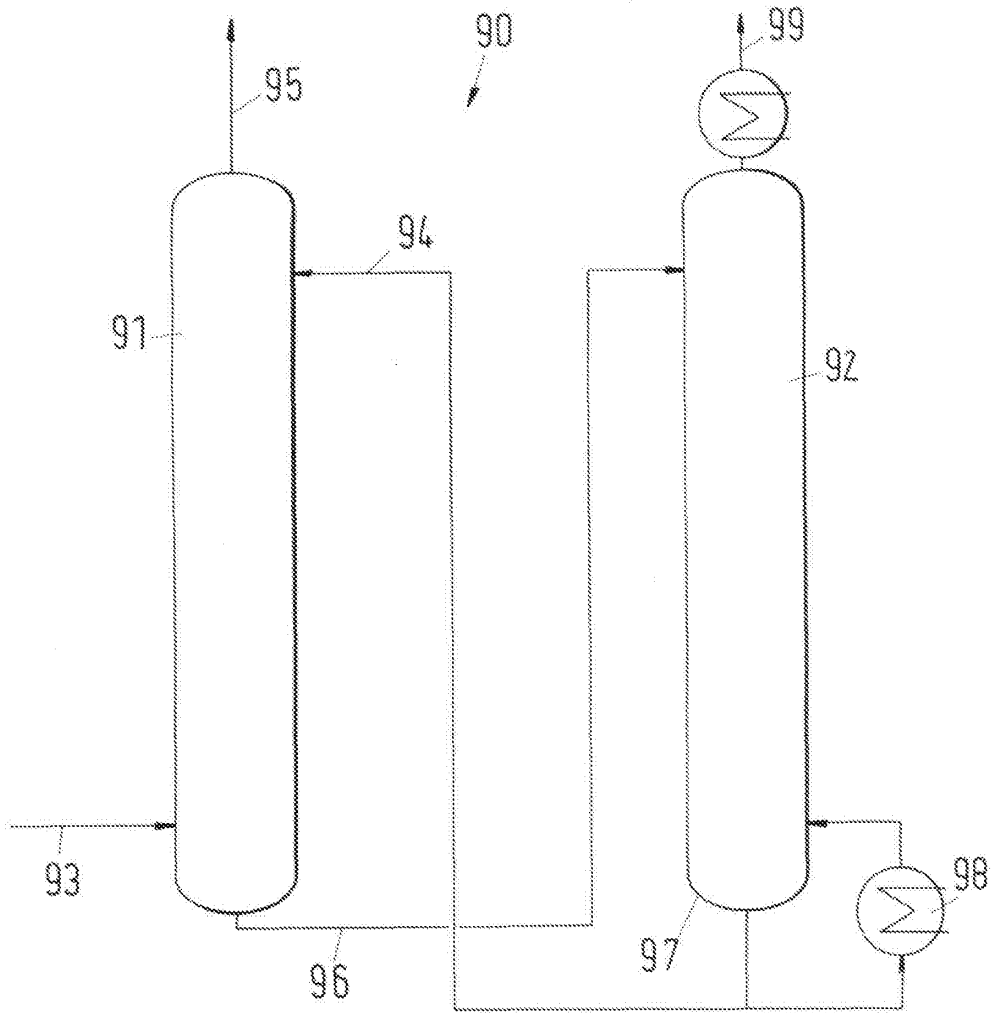


Fig.10

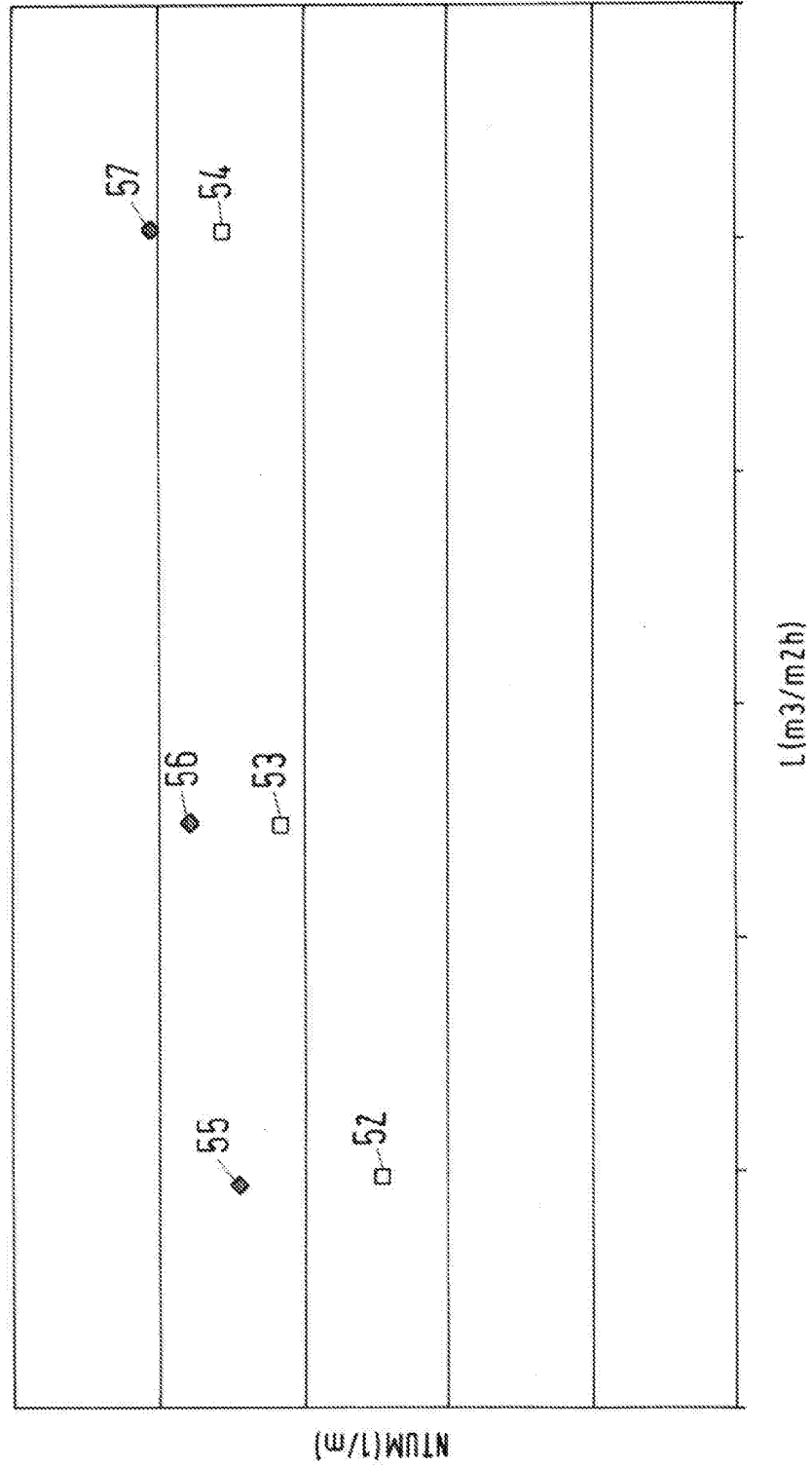
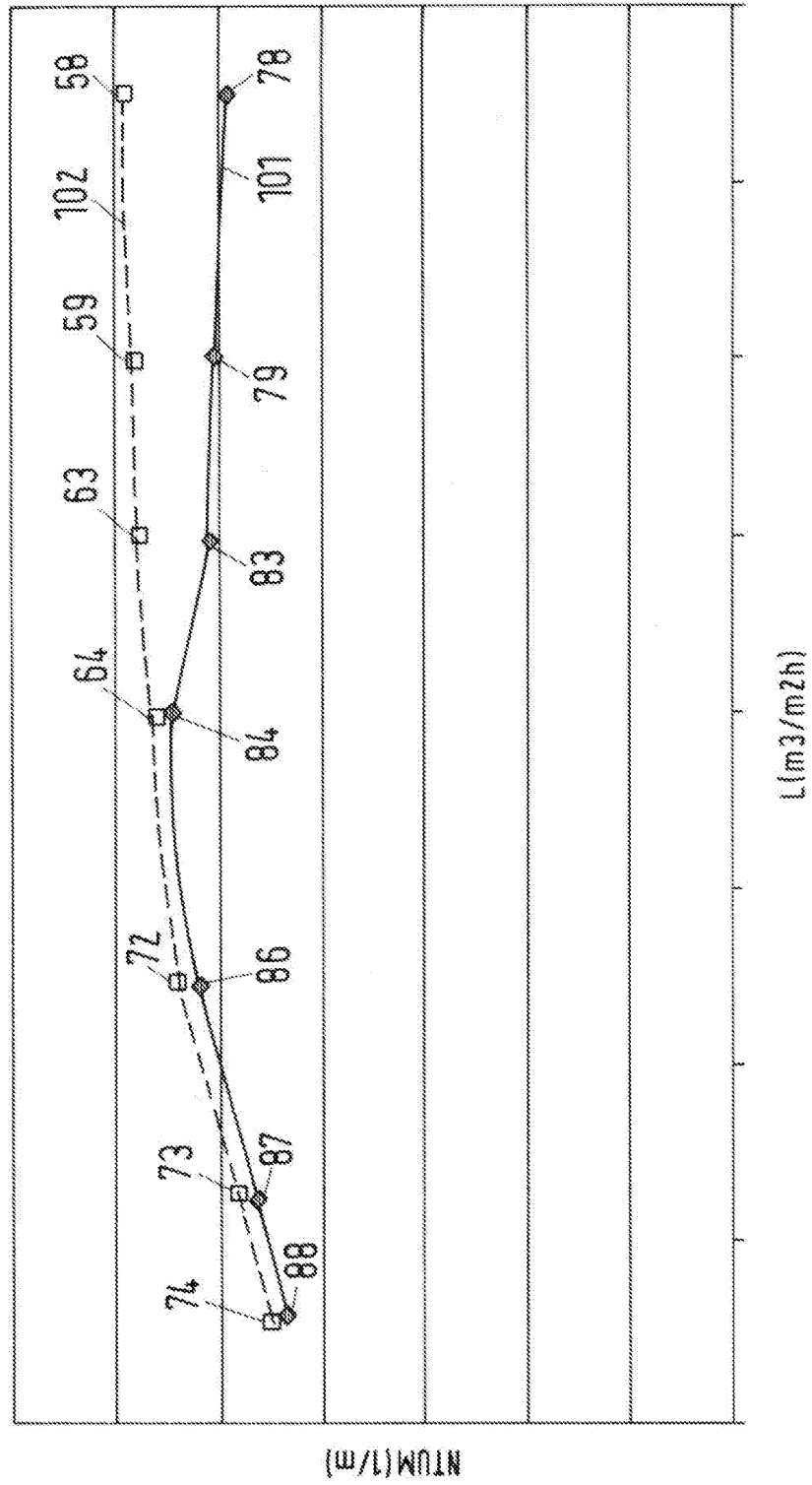


Fig.11



NTUM(1/m)

L(m³/m²h)