



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 336 469**

51 Int. Cl.:
C07C 51/265 (2006.01)
C07D 307/89 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05819946 .4**
96 Fecha de presentación : **21.12.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1831147**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.09.2007**

54 Título: **Procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico.**

30 Prioridad: **22.12.2004 DE 10 2004 061 770**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.04.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.04.2010

73 Titular/es: **BASF SE**
67056 Ludwigshafen, DE

72 Inventor/es: **Hechler, Claus y**
Olbert, Gerhard

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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

Procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico.

5 La presente invención comprende un procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico a través de la oxidación parcial catalítica de o-xileno y/o naftalina con un gas que contiene oxígeno en una instalación con dos o más zonas de reacción refrigeradas.

10 En la técnica de procedimientos químicos, se conocen una gran cantidad de reacciones de oxidación parcial de mezclas de reacción fluidas, es decir, gaseosas, líquidas o gaseosas/líquidas, realizadas en presencia de catalizadores heterogéneos en forma de partículas. Dichas conversiones en general son exotérmicas, frecuentemente muy exotérmicas.

15 El anhídrido de ácido ftálico se obtiene a escala industrial a través de la oxidación parcial de o-xileno y/o de naftalina con un gas que contiene oxígeno, frecuentemente, aire, en catalizadores heterogéneos, especialmente, dispuestos sobre portadores. La entalpía de reacción es, para la oxidación de o-xileno, 1110 kJ/mol y para la naftalina, 1792 kJ/mol de anhídrido de ácido ftálico formado, es decir, la reacción es fuertemente exotérmica. Para una producción económica con pasos elevados de reactor se requiere de una carga elevada de aire con educto, frecuentemente, estas mezclas de gas son combustibles.

20 Para reducir las proporciones de productos intermedios o secundarios indeseados, así como de educto en el gas de proceso, que generan problemas en la separación de productos del flujo de gas y el restante procesamiento, frecuentemente es necesario ajustar la conversión de eductos cerca de los 100% en mol.

25 Como también en el caso de otras oxidaciones parciales, en la obtención de anhídrido de ácido ftálico es habitual que la aproximación de la conversión del educto al 100% esté acompañada de una tasa de oxidación total a monóxido de carbono y dióxido de carbono. También en el caso de tasas de conversión demasiado reducidas pueden obtenerse productos secundarios, en el caso de la síntesis de anhídrido de ácido ftálico, especialmente, ftálico, por lo cual se ve disminuida la calidad de producto. Debido a los motivos mencionados, acorde al estado actual de la técnica, se debe aceptar una conversión elevada y, con ello, una notable pérdida de rendimiento para generar un producto adecuado a las especificaciones.

30 A causa del envejecimiento del catalizador al aumentar el tiempo de funcionamiento, para mantener la misma conversión se debe elevar la temperatura en el reactor, con lo cual, acorde al estado actual de la técnica, se deben aceptar aún mayores pérdidas de rendimiento.

35 En cierta medida, el rendimiento puede ser mejorado utilizando un postreactor no refrigerado, en el cual se lleva a cabo una conversión restante a una temperatura reducida, con lo cual también es posible, especialmente, mantener las especificaciones de producto. En la entrada y salida del postreactor, la mezcla de gas de proceso aún presenta mucha sustancia orgánica y también oxígeno libre y, en general, es combustible. Para limitar el incremento de temperatura, se debe limitar la conversión de la postreacción, para evitar la pérdida de control de la reacción.

40 Por la memoria DE-A 101 44 857 se conoce una disposición de reactores en la cual, en una sola carcasa, están dispuestos un reactor principal configurado como reactor de haz tubular, un paso de refrigeración y un postreactor, asimismo, el postreactor es un reactor de cuba no refrigerado. Mediante esta disposición en una carcasa, el volumen de gas entre la zona de reacción principal y posterior es reducido, con la ventaja de reducir allí notablemente el riesgo de ignición. De esta manera se desea poder obtener un rendimiento ventajoso, incluso en el caso de cargas de más de 100 g de o-xileno por Nm³ en la mezcla del educto. Sin embargo, con el funcionamiento propuesto, de una conducción adiabática de reacción en el postreactor, la conversión posible allí aún es muy limitada, por los motivos mencionados, de modo que de esta manera no es posible una mejora significativa del rendimiento ni, sobre todo, una prolongación de la vida útil de los catalizadores. La memoria DE 1 274 569 publica una disposición de reactores en la cual el tubo de reactor y el elemento de refrigeración presentan un centro común.

50 Por la memoria DE-A 40 13 051 se conoce un procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico utilizando un reactor de haz tubular con, al menos, dos zonas de reacción seguidas en dirección de corriente con refrigeración separada en baño salino, en la cual la temperatura del baño salino en la primera zona de reacción es mantenida 2 a 20° por encima de la temperatura del baño salino de las demás zonas de reacción. Con esta conducción del procedimiento se alcanza un rendimiento mejorado de anhídrido de ácido ftálico, dado que la conducción de temperatura es más adecuada a los desarrollos de reacción cinética. Sin embargo, se mantienen las elevadas pérdidas de rendimiento debido al nivel elevado de temperatura en ambas zonas de refrigeración, en el cual se puede alcanzar la conversión elevada requerida de, aproximadamente, 99% en mol.

65 Por ello, el objeto de la invención es presentar un procedimiento mejorado para la obtención de anhídrido de ácido ftálico, según el cual se pueda obtener una proporción de conversión residual en pasos de procedimiento postconectados a la síntesis en el reactor principal. El procedimiento también debe poder ser adaptado, especialmente, a diferentes rangos de carga sin pérdida de rendimiento.

ES 2 336 469 T3

La solución consiste en un procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico a través de la oxidación parcial catalítica de o-xileno y/o naftalina con un gas que contiene oxígeno en una instalación con

- dos o más zonas de reacción refrigeradas con un medio refrigerante,
- uno o más dispositivos dispuestos entre las zonas de reacción, para la refrigeración intermedia de la mezcla de reacción entre las zonas de reacción,

en el cual, la temperatura del medio refrigerante se reduce al entrar en la segunda o en otra zona de reacción, en relación a la temperatura del medio refrigerante al entrar en la primera zona de reacción, caracterizado porque la temperatura del medio refrigerante es más de 20° mayor al entrar en la primera zona de reacción que la temperatura del medio refrigerante al entrar en la segunda u otra de las zonas de reacción.

Es sabido que la tasa de conversión en los postreactores, para la obtención de anhídrido de ácido ftálico, es muy limitada, dado que con la reacción posterior se ingresa calor al flujo de gas de reacción, lo calienta y luego se inicia progresivamente la siguiente reacción del producto de valor, ya obtenido, a productos de oxidación total, el monóxido de carbono y el dióxido de carbono, con, como consecuencia, un rendimiento menor así como del peligro de la pérdida de control del postreactor.

Se descubrió, sorprendentemente, que, a diferencia de lo que se suponía hasta ahora, es posible una conversión casi completa del o-xileno así como del producto secundario ftálico hasta obtener el producto de valor, anhídrido de ácido ftálico, sin pérdidas adicionales de rendimiento, en tanto en el postreactor se evita un incremento de temperatura mediante una adecuada expulsión de calor, incluso si las conversiones residuales en el postreactor se desplazan a un rango de 5 a 10%, pero también hasta 15% o también hasta 20% de la conversión molar total, aunque esta reacción posterior se encuentre en un nivel de temperatura notablemente inferior que el nivel de temperatura conocido como necesario para la conversión de o-xileno a anhídrido de ácido ftálico con tasas de conversión elevadas (> 70%).

La invención, sin embargo, no está limitada en lo tocante a los catalizadores concretamente utilizados. Pueden utilizarse todos los catalizadores conocidos para la obtención de anhídrido de ácido ftálico, especialmente, catalizadores dispuestos sobre portadores con una masa activa que contiene uno o múltiples de los siguientes elementos: vanadio, titanio o fósforo, por ejemplo, en forma de sus óxidos.

Los catalizadores adecuados están descritos, por ejemplo, en la disertación "*In situ* Charakterisierung von Vanadiumoxid/ Titanoxid-Katalysatoren bei der partiellen Oxidation von o-Xylol zu Phthalsäureanhydrid" (Caracterización *in situ* de catalizadores de óxido de vanadio/óxido de titanio en la oxidación parcial de o-xileno a anhídrido de ácido ftálico) del Ing. M. Brust, Fakultät für Chemieingenieurwesen (Facultad de Ingeniería Químicas) de la Universidad de Karlsruhe, día del coloquio: 20 de diciembre de 1999, y en la literatura referida en ella. También es posible utilizar catalizadores con actividad estructurada, es decir, con actividad diferente en cada zona de reacción o sus sectores. En este caso pueden utilizarse los denominados catalizadores monolíticos, formados principalmente enteramente por masa activa, por ejemplo, en forma de esfera, cilindro, barra o aro, pero también cuerpos moldeados revestidos con masa activa, por ejemplo, esferas o aros. Las dimensiones longitudinales o los diámetros habituales de estos cuerpos moldeados se hallan en el rango de 1 mm a 10 mm, pero con mayor frecuencia, entre 3 mm y 8 mm y, frecuentemente, entre 5 mm y 7 mm.

De modo especialmente ventajoso, el catalizador puede ser optimizado para el rendimiento en la primera zona de reacción, es decir, el reactor principal, dado que aún se pueden alcanzar proporciones significativas de conversión residual en las zonas de reacción postconectadas, es decir, en el postreactor.

Como educto puede utilizarse o-xileno, naftalina o una mezcla de o-xileno y naftalina.

El gas que contiene oxígeno, requerido para la oxidación parcial, es, preferentemente, aire.

Las dos o más zonas de reacción refrigeradas pueden ser alojadas en un sólo aparato o, también, en dos o más aparatos separados. Es especialmente preferido un modo de ejecución con dos zonas de reacción, una primera zona de reacción en un reactor principal y una segunda zona de reacción en un postreactor.

Los reactores pueden ser cilíndricos, pero también presentar otras geometrías, por ejemplo, paralelepípedos, especialmente, cuadrados.

La refrigeración de las zonas de reacción puede ser realizada con todos los portadores de calor usuales. De modo especialmente ventajoso, los dispositivos pueden estar configurados para la recepción de los portadores de calor como termoplacas, a través de las cuales circula el medio refrigerante, preferentemente, agua, y se evapora (la denominada refrigeración por evaporación).

Entre las zonas de reacción están dispuestos refrigeradores intermedios para la mezcla de gas de reacción.

ES 2 336 469 T3

El procedimiento puede ser realizado de manera especialmente ventajosa en un aparato con termoplacas, en el cual el reactor principal, el refrigerador intermedio y el postreactor están dispuestos en el mismo aparato. En este caso, en el reactor principal así como en el postreactor se incorporaron cargas del catalizador de material sólido en los espacios intermedios entre las termoplacas a través de los cuales se conduce la mezcla de gas de reacción.

En el refrigerador intermedio puede ser incorporada, preferentemente, una carga inerte. También es posible entonces diferenciar el refrigerador intermedio y el postreactor sólo en que se deje libre el área que funciona como refrigerador intermedio o que se incorpore en él una carga inerte y que luego se incorpore una carga como catalizador de material sólido en el área que funciona como postreactor. Preferentemente, el refrigerador intermedio y el postreactor se conectan a un circuito único de refrigeración separado del circuito de refrigeración para el reactor principal.

Los términos placas termocambiadoras, placas trasmisoras térmicas, termoplacas o termoplacas de chapa se utilizan como prácticamente sinónimos.

Las placas trasmisoras térmicas se definen, predominantemente, como formas planiformes que presentan un interior provisto de conductos de alimentación y de evacuación, con un grosor reducido en relación con la superficie. En general se obtienen a partir de chapas, frecuentemente, de chapas de acero. Sin embargo, según el caso de aplicación, especialmente, de las características del medio reactivo así como del portador de calor, pueden utilizarse materiales especiales, especialmente, resistentes a la corrosión, pero también revestidos. Los dispositivos de suministro o la evacuación para los portadores de calor en general están dispuestos en extremos opuestos de las placas termocambiadoras. Como portadores de calor se utilizan, frecuentemente, agua, también Diphyl® (mezcla de 70 a 75% en peso de éter de difenilo y 25 a 30% en peso de difenilo), que también se evaporan parcialmente en el proceso de evaporación; también es posible utilizar otros portadores de calor orgánicos con una presión de vapor reducida de líquidos iónicos.

La utilización de líquidos iónicos como portadores de calor está descrita en la memoria DE-A 103 16 418. Se prefieren los líquidos iónicos que contienen un ión sulfato, fosfato, borato o silicato. También son especialmente adecuados los líquidos iónicos que contienen un catión metal monovalente, especialmente, un catión de metal alcalino, así como otro catión, especialmente, un catión imidazol. También son ventajosos los líquidos iónicos que contienen como catión un catión imidazolio, piridinio o fosfonio.

El término termoplacas o termoplacas de chapa se utiliza, especialmente, para placas trasmisoras térmicas cuyas chapas, generalmente dos, están unidas entre sí mediante soldadura por puntos y/o con rodillos y, frecuentemente, configuradas plásticamente utilizando presión hidráulica, formando cojines.

Preferentemente, para la realización del procedimiento acorde a la invención se puede utilizar un reactor como el descrito en la memoria DE 103 33 866, cuyo contenido de publicación se incorpora en su totalidad en la presente declaración de patente, es decir, un reactor con

- uno o más módulos de termoplacas de chapa cuadrados, formados respectivamente por dos o más termoplacas de chapa rectangulares, paralelas entre sí, dejando libre una ranura, rellenable con el catalizador heterogéneo en forma de partículas y atravesado por la mezcla de reacción fluida, asimismo, el calor de reacción es absorbido por un portador de calor que atraviesa las termoplacas de chapas y, a su vez, se evapora, al menos parcialmente, así como con
- una envoltura predominantemente cilíndrica que libera de presión los módulos de termoplacas de chapas, rodeándolos completamente, que comprende una envoltura cilíndrica y casquillos que la cierran en ambos extremos y cuyo eje longitudinal está orientado paralelamente al nivel de las termoplacas de chapas, así como con
- uno o múltiples elemento de obturación, dispuestos de modo tal que la mezcla fluida de reacción sólo fluye a través de las ranuras, además de por los espacios interiores del reactor, limitados por los casquillos.

Se trata entonces de módulos de termoplacas de chapas con termoplacas de chapas a través de las cuales fluye un portador de calor que asimila el calor de reacción y, a su vez, se evapora, al menos parcialmente, configurados en forma de paralelepípedo y que están dispuestos dentro de una envoltura predominantemente cilíndrica que los rodea completamente y los libera de la presión.

Los módulos de termoplacas están formados, respectivamente, por dos o más termoplacas de chapas rectangulares, paralelas entre sí dejando libre, respectivamente, una ranura.

Las termoplacas de chapas están fabricadas de materiales resistentes a la corrosión, preferentemente, de acero inoxidable, por ejemplo, con el número de material 1.4541 o 1.4404, 1.4571 o 1.4406, 1.4539 pero también 1.4547, o de otros aceros.

El grosor del material de las chapas utilizadas para ello puede ser seleccionado entre 1 y 4 mm, 1,5 y 3 mm, pero también 2 y 2,5 mm, o a 2,5 mm o a 3 mm.

ES 2 336 469 T3

En general, dos chapas rectangulares se unen en sus lados longitudinales y frontales formando una termoplacas de chapas, asimismo, es posible una costura de rodillo o una soldadura de cierre o una combinación de ambos, de modo que el espacio en el cual se encuentra luego el portador de calor esté completamente cerrado. Ventajosamente, el borde de las termoplacas de chapas es separado junto a la costura de rodillo lateral del borde longitudinal, o ya en la costura misma, para que el área marginal mal refrigerada o no refrigerada, en la cual generalmente también se encuentra el catalizador, presenta una extensión geométrica en lo posible reducida.

A lo largo de la superficie rectangular se unen entre sí las chapas mediante soldadura por puntos. También es posible una unión, al menos parcial, a través de costuras por rodillo rectas o también curvadas o circulares. También es posible la subdivisión del volumen atravesado por el portador de calor en múltiples áreas separadas, mediante costuras adicionales por rodillo.

Una posible disposición de los centro de puntos de soldadura en las termoplacas de chapas es una hilera con puntos equidistantes a 30 a 80 mm o también 35 a 70 mm, asimismo, también son posibles distancias de 40 a 60 mm, en otro modo de ejecución, son distancias de 45 a 50 mm y también 46 a 48 mm. Habitualmente, las distancias entre puntos varían, debido a las condiciones de fabricación, en hasta +/- 1 mm y los puntos de soldadura de series adyacentes, visto en dirección longitudinal de la placa, siempre desplazado en una distancia igual a al mitad de la distancia entre puntos de soldadura. La serie de puntos de soldadura en dirección longitudinal de las placas pueden ser dispuestos equidistantes con distancias de 5 a 50 mm, pero también de 8 a 25 mm, asimismo, también son posibles distancias de 10 a 20 mm y también de 12 a 14 mm. Además, también son posibles los pares de distancias de puntos de soldadura y las distancias entre series adaptados al caso de aplicación. Las distancias entre series pueden estar en una relación geométrica definida con la distancia entre puntos, habitualmente, de 1/4 de la distancia entre puntos, o menor, de modo que se obtiene un ensanchamiento definido de las termoplacas durante la fabricación. Las distancias predeterminadas entre puntos de soldadura y entre series es una cantidad correspondiente de puntos de soldadura asignados cada m² de superficie de chapa.

El ancho de las termoplacas de chapas es esencialmente limitado en lo que respecta a la técnica de fabricación y puede hallarse entre 100 y 2500 mm, o también entre 500 y 1500 mm. La longitud de las termoplacas de chapas depende de la reacción, especialmente, del perfil de temperatura de la reacción, y puede hallarse entre 500 y 7000 mm, o también entre 3000 y 4000 mm.

Respectivamente dos o más termoplacas de chapas están dispuestas paralelas y separadas entre sí, conformando un módulo de termoplacas de chapas. De esta manera, entre las placas de chapa adyacentes, se generan ranuras en forma de compartimentos que presentan, en los puntos más estrechos de la distancia entre placas, por ejemplo, un ancho de entre 8 y 150 mm, pero también entre 10 y 100 mm. Una posible ejecución también comprende anchos de 12 a 50 mm o de 14 a 25 mm, asimismo, en la cual se pueden seleccionar 16 a 20 mm. Ya se ha probado también una distancia de ranura de 17 mm.

Entre las termoplacas individuales de un módulo de termoplacas de chapas pueden incorporarse, por ejemplo, en el caso de placas de gran superficie, distanciadores adicionales para prevenir deformaciones que pudieran modificar la distancia entre placas o su posición. Para incorporar estos distanciadores pueden separarse secciones parciales de las chapas del área de paso del portador de calor, por ejemplo, mediante costuras circulares por rodillo, para poder aplicar allí, por ejemplo, huecos para tornillos de sujeción para los distanciadores.

Las ranuras pueden presentar la misma distancia, en caso de ser necesario, las ranuras también pueden ser de diferente ancho, si la reacción lo permite o la reacción deseada lo requiere, o se pueden obtener ventajas en lo que refiere al aparato o a la técnica de refrigeración.

Las ranuras de un módulo de termoplacas de chapas, rellenas con las partículas de catalizador, pueden obturadas entre sí, por ejemplo, soldadas, o también estar unidas por proceso entre sí, de modo que de modo que entre las ranuras atravesadas por el gas de proceso se puede generar una compensación de presión.

Para regular la distancia deseada de ranuras al unir cada una de las termoplacas de chapas para conformar un módulo, las placas son fijadas en su posición y a su distancia. Una posibilidad es la implementación de dos placas laterales de limitación para cada módulo, junto al cual, o en el cual se fijan las termoplacas individuales mediante fijación en unión continua, por ejemplo, por inserción de los bordes laterales de las placas en las ranuras o entalladuras efectuaras o también a través de unión de materiales, como soldadura sobre una placa plana, asimismo, a lo largo de toda la longitud de la placa se puede efectuar la soldadura o, al menos, también parcialmente, el punteado, para posibilitar una compensación de presión en la ranura. Un modo de ejecución de modo alternativo es la utilización de piezas de chapa en forma tubular, angular o curva, que se puntean respectivamente entre dos placas y se sueldan hacia fuera.

Los puntos de soldadura de termoplacas de chapas adyacentes pueden hallarse enfrentados o desplazados entre sí.

En general, por motivos de la técnica de construcción, se prefiere que en el caso de la disposición con dos o más módulos de termoplacas de chapas cuadradas se las configure con, respectivamente, las mismas medidas. En las disposiciones de 10 o 14 módulos de termoplacas de chapas puede ser ventajoso, para la compacidad de todo el aparato, seleccionar dos tipos de módulos con diferente proporción de longitud de borde.

ES 2 336 469 T3

Se prefieren las disposiciones de 4, 7, 10 o 14 módulos de termoplacas de chapas con, respectivamente, las mismas dimensiones. La superficie de proyección de un módulo, visible en la dirección de la corriente, puede ser cuadrada, pero también rectangular. Se prefiere una relación de los lados de 1,1, pero también de 1,2. Son ventajosas las combinaciones de 7, 10 o 14 módulos con proyecciones de módulos rectangulares, de modo que el diámetro de la envoltura exterior cilíndrica se minimice. Se pueden obtener disposiciones geométricas especialmente ventajosas si, como hemos descrito, se selecciona una cantidad de 4, 7 o 14 termoplacas de chapas.

Ventajosamente, se deberían poder intercambiar individualmente los módulos de termoplacas de chapas, por ejemplo, en el caso de fugas, deformaciones de las termoplacas o en el caso de problemas que afecten al catalizador.

Ventajosamente, los módulos de termoplacas de chapas están dispuestos en respectivas cajas estabilizadoras rectangulares, estables a la presión.

Cada módulo de termoplacas de chapas se mantiene en posición mediante una guía adecuada, por ejemplo, mediante cajas estabilizadoras rectangulares con paredes laterales continuas o, por ejemplo, mediante una construcción angular.

En un modo de ejecución, las cajas rectangulares estabilizadoras de módulos de termoplacas de chapas adyacentes son herméticas entre sí. De este modo, se evita un flujo de bypass de la mezcla de reacción entre los módulos individuales de termoplacas de chapas.

A través de la incorporación de módulos cuadrados de termoplacas de chapas en una envoltura predominantemente cilíndrica y para alta presión en el borde orientado hacia la pared exterior cilíndrica de la envoltura quedan espacio intermedios relativamente grandes, en los cuales se pueden producir sedimentaciones, reacciones secundarias o una descomposición del producto de valor. Una limpieza o descontaminación del producto, por ejemplo, en caso de ser necesaria una tarea de montaje, sólo es posible allí con gran dificultad. Por ello es ventajoso separar estos espacio intermedios de la cámara de reacción, es decir, de las ranuras entre las termoplacas adyacentes.

Para ello se cierra el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica en el extremo inferior de los módulos de termoplacas de chapas mediante una base de soporte. Para evitar un flujo de bypass de la mezcla de reacción, la base portante o de soporte debe cerrar herméticamente al gas el espacio intermedio.

Ventajosamente, el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica también puede ser cerrado en el extremo superior de los módulos de termoplacas de chapas mediante una cubierta de chapa. Sin embargo, no es necesaria, para ello, una obturación hermética al gas, en un modo de ejecución determinado es posible configurar la cubierta de chapa con aberturas.

La cubierta de chapa en el extremo superior del espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica también puede ser configurada de manera ventajosa, similar a un plato de válvula.

El flujo de salida del gas utilizado para la presionización puede obtenerse, además, mediante un órgano de rebose, como compuerta, válvula o un órgano accionado por fuerza (por ejemplo, con resorte o presión de gas), autoregulator, también en combinación con un seguro de retención. Estos órganos de rebose también pueden, además, estar dispuestos fuera de la envoltura exterior cilíndrica.

La cubierta de chapa superior puede estar colocada sobre riostras que estabilizan adicionalmente las cajas rectangulares estabilizadoras en las cuales se hallan los módulos de termoplacas de chapas.

El espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica puede ser rellenada ventajosamente con sustancias inertes, para reducir el volumen de gas y evitar convección de gas, que puede provocar, por ejemplo, una salida no controlada de gas.

En la envoltura cilíndrica están previstas, ventajosamente, tubuladuras para el suministro y la evacuación de la carga de material inerte, ejecutadas en un tamaño e inclinación adecuados, de modo que sean posibles un llenado y un vaciado por fuerza de gravedad sin atascamientos. Posibles modos de ejecución de las tubuladuras comprenden amplitudes nominales de 80, 100, 150 o 200 mm.

Como carga de material inerte, en principio puede utilizarse cualquier material químicamente inerte y mecánica y térmicamente lo suficientemente estable, por ejemplo, perlita expandida y/o vermiculita expandida.

Es posible aplicar una presión de gas sobre el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica, que puede estar rellenado con material inerte.

La aplicación de presión puede ser esencialmente estática y ser provocada, ventajosamente, por el suministro o evacuación de nitrógeno, regulados por presión. Como señal de regulación puede seleccionarse, por ejemplo, la diferencia de presión en el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente

cilíndrica y la presión en el extremo inferior de la carga de catalizador, en las ranuras de los módulos de termoplacas de chapas o en su extremo superior. Ventajosamente, la señal de presión diferencial puede corregirse mediante un valor offset, preferentemente, puede seleccionarse un valor medio, especialmente, el promedio aritmético de la presión por encima de la altura de la carga del catalizador como señal de regulación.

Para la presionización, en la envoltura predominantemente cilíndrica pueden estar previstas tubuladuras correspondientes y/o un conducto anular interno con pequeñas perforaciones, orientadas, preferentemente, hacia abajo.

De modo alternativo, también es posible provocar la presionización mediante el paso continuo a través del espacio intermedio de un gas inerte en el proceso o intrínseco al proceso, especialmente, con nitrógeno o con gas circulante.

El gas utilizado para la presionización se une, ventajosamente, a la mezcla fluida de reacción en su salida de los módulos de termoplacas de chapas, en general, aún dentro de la envoltura predominantemente cilíndrica del reactor. Los puntos de salida del gas utilizado para la presionización ventajosamente se disponen en zonas neutras de flujo de la mezcla fluida de reacción, para barrerlas.

El flujo volumétrico del gas utilizado para la presionización en general es significativamente inferior al flujo volumétrico de la mezcla fluida de reacción y, ventajosamente, se seleccionará de modo tal que no sea dañino para la técnica de procesos de la reacción.

Ventajosamente, los módulos de termoplacas de chapas deberían ser individualmente intercambiables, para poder brindar adecuadamente soluciones a los problemas que se presentan, como ya sido mencionado, por ejemplo, fugas, deformaciones de las termoplacas o problemas con el catalizador. Para ello es ventajoso que los módulos de termoplacas de chapas sean configurados con algo de juego respecto de la pared de las cajas rectangulares estabilizadoras.

Dado que en esta ejecución ventajosa los módulos de termoplacas de chapas se encuentran en las cajas rectangulares estabilizadoras de manera no hermética, pueden producirse flujos de bypass del medio reactivo. Para evitar esto, las fugas entre los módulos de termoplacas de chapas y las cajas rectangulares estabilizadoras se obturan de manera adecuada, por ejemplo, con franjas de chapa de metal aplicadas en la cara exterior de los módulos de termoplacas de chapas, que al insertarse en las cajas rectangulares estabilizadoras presionan contra la pared de las mismas. De modo alternativo, son posibles coberturas y uniones de chapa, por ejemplo, en forma de obturaciones de labios de soldadura.

Tras insertar los módulos de termoplacas de chapas en las cajas rectangulares estabilizadoras éstas pueden ser obturadas contra la base de soporte que cierra el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica en el extremo inferior de los módulos de termoplacas de chapas. Para ello se puede utilizar, en principio, cualquier posibilidad de obturación conocida. Puede tratarse de juntas convencionales que, por ejemplo, adicionalmente, están atornilladas.

También es posible provocar la obturación a través de labios de soldadura, por ejemplo, mediante una variante en la cual un labio de soldadura está sujeto a la base de soporte y un segundo labio, en el borde exterior del módulo de termoplacas de chapas o de la caja rectangular estabilizadora. Ambos labios de soldadura están configurados de modo tal que coincidan geométricamente y que puedan ser soldados entre sí. Para el intercambio del módulo de termoplacas de chapas se abre la costura de soldadura y, en caso de ser necesario, se la renueva.

Los módulos de termoplacas de chapas pueden ser tensados a través de un dispositivo desde arriba con las cajas rectangulares estabilizadoras. Mediante suficiente presión de tensión desde arriba se logra una presión superficial suficiente sobre la junta y se fijan ventajosamente los módulos de termoplacas de chapas.

Las cajas rectangulares estabilizadoras no necesariamente deben ser obturadas entre sí, mientras se impida un flujo de bypass inadmisibles a lo largo de las ranuras. También es posible unir entre sí las cajas rectangulares estabilizadoras mediante pequeñas perforaciones, a través de las cuales puede ingresar el gas inerte desde el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica, con lo cual se impiden reacciones dentro de la cámara entre el módulo de termoplacas de chapas y la caja rectangular estabilizadora.

Los módulos de termoplacas de chapas también pueden presentar, adicionalmente, elementos de guía y de alineación. Por ejemplo, es posible prever en sus esquinas, ángulos de cualquier forma, y en sus lados, franjas de chapa cónicas. Además, es ventajoso si en los módulos se disponen dispositivos de tope o elementos auxiliares de tope como ojales, lengüetas o perforaciones roscadas, para posibilitar una colocación simple mediante una herramienta de elevación, por ejemplo, una grúa. Para asir los módulos de termoplacas de chapas mediante grúa, estos también pueden ser sostenidos de anclas con tirantes, que pasan verticalmente a través de la ranura primero vacía hasta el borde inferior de las placas, y allí son unidos con un soporte transversal para la suspensión de la carga.

En un modo de ejecución especial, la termoplaca exterior de un módulo de termoplacas de chapas puede estar conformada, en su cara exterior, con una chapa más gruesa y por ello, más estable, en relación a las demás chapas utilizadas para la obtención de termoplacas.

Para compensar la dilatación térmica, en la base de soporte que cierra el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica en el extremo inferior de los módulos de termopla-

ES 2 336 469 T3

cas de chapas, están previstos, ventajosamente, compensadores, especialmente, anulares. Es especialmente adecuada una compensación anular con un perfil, visto en dirección perpendicular al nivel de la base de soporte, aproximadamente en forma de Z. Sin embargo, son igualmente posibles los compensadores convencionales ondulados.

5 Además, preferentemente, también están previstos compensadores para la dilatación axial y/o radial, en, o junto a, la cubierta de chapa en el extremo superior del espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la envoltura predominantemente cilíndrica.

10 A cada módulo de termoplacas de chapas le es suministrado el portador de calor a través de uno o más dispositivos de distribución. Éste es extraído tras el paso por el interior de las termoplacas individuales en el otro extremo del módulo de termoplacas de chapas a través de uno o más dispositivos recolectores. Dado que, acorde a la invención, se utiliza un portador de calor que absorbe el calor liberado de la reacción y al mismo tiempo se evapora, al menos parcialmente, para la adecuación a las velocidades de flujo, es especialmente ventajoso prever por cada módulo de termoplacas de chapas, un dispositivo de distribución, pero dos dispositivos de recolección.

15 Los dispositivos de distribución y recolección preferentemente están configurados de modo tal que presentan, respectivamente, una compensación para la asimilación de la dilatación térmica de los módulos de termoplacas de chapas en relación a la envoltura predominantemente cilíndrica. En este caso es posible, por ejemplo, una compensación por conducción por tuberías curvadas.

20 Para la asimilación de la dilatación térmica de los módulos de termoplacas de chapas en relación a la envoltura predominantemente cilíndrica, es posible garantizar un acondicionamiento geométrico adecuado en forma de arco o de Z o de omega de las tuberías de los dispositivos de distribución y recolección para el portador de calor que atraviesa las termoplacas. En otro modo de ejecución, la compensación puede ser realizada mediante compensadores axiales o laterales, asimismo, se puede efectuar un apoyo eventualmente requerido en la estructura portante.

25 Los tubos recolectores en las termoplacas para el suministro y la distribución así como la recolección y la evacuación del portador de calor se llevan a cabo, de modo especialmente preferido, con una denominada soldadura de ranura y base: Las termoplacas individuales de un módulo primero son unidas con una chapa en forma de acanaladura, curvada hacia el interior de las termoplacas, que presenta un corte transversal aproximadamente semicircular, así como aberturas o ranuras para la salida del portador de calor. En este estado del proceso es posible verificar las soldaduras de ranura y base tanto en una muestra aleatoria representativa pero también en toda su extensión, por ejemplo, verificando mediante rayos X la ausencia de errores de fabricación. Posteriormente, esta primera chapa aproximadamente anular es unida en ambas caras laterales a una segunda chapa de forma análoga, pero con la curvatura opuesta y sin aberturas ni ranuras, especialmente, a través de soldadura longitudinal, obteniéndose un componente tubular de construcción con un corte transversal aproximadamente circular. Ambos extremos de este componente tubular de construcción son cerrados con tapas que, eventualmente, pueden estar reforzados a través de un ancla interna con tirante.

30 En otro modo de ejecución, también es posible la soldadura directa de las piezas tubulares con un diámetro nominal más bien pequeño de, por ejemplo, 4 a 30 mm, con las termoplacas, en los bordes de la chapa, para el suministro o evacuación del portador de calor.

35 Las ranuras entre las termoplacas individuales de cada módulo de termoplacas de chapas sirven para alojar el catalizador heterogéneo en forma de partículas.

40 Para excluir la salida de las partículas de catalizador fuera de las ranuras, bajo efecto de la fuerza de gravedad, se deben prever, en su extremo inferior, rejillas de soporte del catalizador. Esto puede realizarse, por ejemplo, mediante chapas perforadas o con forma de rejillas, de modo especialmente ventajoso se pueden utilizar las denominadas cribas de agujeros oblongos, que garantizan una buena retención del catalizador y, al mismo tiempo, una elevada estabilidad formal y una pérdida reducida del medio de reacción que lo atraviesa.

45 Las rejillas de soporte del catalizador pueden, por ejemplo, incorporarse en forma rotatoria.

50 Es especialmente ventajoso si los dispositivos de distribución para el portador de calor a las termoplacas de chapas se incorporan de modo tal que las distancias laterales de los dispositivos de distribución son iguales hacia el borde del paquete de termoplacas, de modo que se requiera un solo tipo de rejilla de soporte de catalizador. Ventajosamente, se prevén dos rejillas de soporte de catalizador por cada módulo de termoplacas de chapas, es decir, a ambos lados del dispositivo de distribución para el portador de calor.

55 Las rejillas de soporte de catalizador se deben dimensionar, ventajosamente, de modo tal que se puedan colocar y retirar a través de los registros de inspección en la envoltura aproximadamente cilíndrica. Frecuentemente, los registros de inspección presentan un diámetro interior de 700 mm. Correspondientemente, se prefiere una longitud de borde para las rejillas de apoyo del catalizador de 650 mm.

60 En otro modo de ejecución, es posible subdividir las rejillas de soporte en unidades menores, pero también cada ranura o cada mitad de ranura pueden ser cerradas individualmente, de modo que también puede ser vaciada por separado.

ES 2 336 469 T3

De modo alternativo, también es posible rellenar los módulos de termoplacas de chapas con el catalizador antes de la incorporación de los mismos en el reactor, es decir, fuera del reactor.

5 La envoltura que rodea los módulos de termoplacas de chapas se describió hasta ahora como predominantemente cilíndrica. Se entiende por ello que presenta un revestimiento cilíndrico con corte transversal circular, cerrado en ambos extremos, respectivamente, con un casquillo.

La envoltura predominantemente cilíndrica en general se dispone verticalmente.

10 El medio reactivo fluido es conducido a través de un casquillo, frecuentemente, a través del casquillo inferior, al interior del reactor, atraviesa la ranura rellena con el catalizador heterogéneo en forma de partículas entre las termoplacas individuales y es extraído en el otro extremo del reactor, a través del otro casquillo, frecuentemente, el superior.

15 Los casquillos preferentemente están confeccionados de acero inoxidable o chapado con acero inoxidable.

Los casquillos pueden estar soldados de manera fija o estar unidos de manera separable, por ejemplo mediante una unión de brida, al revestimiento cilíndrico de la envoltura. La unión de brida puede estar equipada de manera que pueda descender mediante un sistema hidráulico.

20 Ventajosamente, se puede inspeccionar los perímetros de los casquillos a través de uno o múltiples registros de inspección que, en general, presentan un diámetro de 700 mm. Para ello es ventajoso un recipiente (módulo de reactor) cilíndrico que, así como el casquillo, está confeccionado con, por ejemplo, acero inoxidable o chapado con acero inoxidable.

25 A través de los registros de inspección en los casquillos se puede acceder a la cara superior de los módulos, de modo que el catalizador pueda ser insertado de manera simple en las ranuras entre las termoplacas, y a la cara inferior de los módulos, de modo que se puedan montar y desmontar fácilmente las rejillas de soporte.

30 Para la ampliación del catalizador en el casquillo inferior pueden estar incorporados dispositivos adicionales para sostener elementos auxiliares y para recoger el catalizador, que ya pueden ser incorporados durante el funcionamiento, así como una o múltiples tubuladuras para evacuar el catalizador.

35 Como material para la base de soporte que cierra el espacio intermedio entre los módulos de termoplacas de chapas y la pared interna de la envoltura predominantemente cilíndrica, así como para las cajas rectangulares estabilizadoras para los módulos de termoplacas de chapas puede utilizarse acero al carbono. De modo alternativo, también es posible utilizar acero inoxidable.

40 En uno o en ambos casquillos están montadas, ventajosamente, tubuladuras a través de las cuales se pueden conducir los termoelementos múltiples a cada uno de los módulos de termoplacas de chapas. Además pueden colocarse allí tubuladuras para otros dispositivos de campo y dispositivos de medición de procesos.

Preferentemente, en el revestimiento cilíndrico de la envoltura predominantemente cilíndrica están previstos uno o múltiples compensadores para la asimilación de la dilatación térmica, preferentemente, axial.

45 Como medio portador de calor puede utilizarse agua de alimentación, como la que se utiliza habitualmente en centrales eléctricas para la generación de vapor y corresponden al estado actual de la técnica (Technische Regeln für Dampfkessel (Reglas técnicas para calderas de vapor), (TRD 611, 15 de octubre de 1996, BArbBl. 12/1996 página 84, última modificación, 25 de junio de 2001 en BArbBl. 8/2001 página 108). Los parámetros típicos del agua de alimentación pueden ser: Conductividad inferior a 0,4 o inferior a 0,2 microsiemens/cm, dureza de calcio y magnesio inferior a 0,0005 milimol por litro o inferior al límite de determinación, sodio menos de 5 microgramos por litro, dióxido de silicio, menos de 20 microgramos por litro, hierro, menos de 50 microgramos por litro y oxígeno, menos de 20 microgramos por litro y una cantidad total de carbono diluido de menos de 0,2 microgramos por litro. Además, el agua de alimentación debe ser pobre en halógeno, especialmente, cloro, o libre de él. También es posible acondicionar adecuadamente el agua de alimentación, por ejemplo, agregando sustancias auxiliares como hidracina, amoníaco, especialmente, hacerla alcalina, además, al agua de alimentación pueden agregársele inhibidores de corrosión.

El casquillo superior, a través del cual el medio reactivo abandona el reactor, en la conducción de procesos preferida descrita, puede ser de acero al carbono.

60 Para garantizar el acceso a los módulos de termoplacas de chapas a los fines de reparaciones o intercambio, el casquillo superior también debe poder retirarse. Si no se cuenta con una unión de brida, el casquillo superior se puede separar y luego soldar nuevamente tras el montaje de los módulos.

65 Es posible una integración del vapor extraído de las termoplacas de chapas en diferentes circuitos de vapor.

El reactor puede ser conectado, opcionalmente, a dos circuitos de vapor, de los cuales, uno con una mayor presión se puede aprovechar para el calentamiento del reactor a la temperatura de trabajo.

ES 2 336 469 T3

Ventajosamente, el funcionamiento sólo se ejecuta en un circuito de vapor.

El reactor puede ser accionado, preferentemente, con circulación natural del medio refrigerante agua, asimismo, la relación entre agua de alimentación y vapor en general es de 3 a 12, preferentemente, 5 a 10.

También es posible el funcionamiento con una circulación forzada, en dicho caso, es posible una mayor variación de carga de la refrigeración. El agua de alimentación es suministrada, para ello, con una presión mayor que en el sistema de refrigeración, por ejemplo, mediante una bomba.

Se puede regular una velocidad de circulación en los dispositivos de distribución de entre 0,5 y 3,0 m/s, o también de 1,0 a 2,0 m/s y un índice de circulación de agua de entre 3 y 12. La velocidad de flujo del flujo bifase (vapor/agua) en los dispositivos recolectores puede encontrarse entre 0,5 y 15 m/s, o también entre 2,0 y 6,0 m/s.

De modo especialmente preferido, el calentamiento de los módulos de termoplacas de chapas para la puesta en marcha del reactor se realiza mediante la misma red de portador de calor en la cual, durante la operación de reacción, se evacua el calor a través del portador de calor, al menos parcialmente evaporado.

A través de la regulación de la presión de vapor en el sistema de refrigeración se puede efectuar una regulación precisa de la temperatura de refrigeración. Como es sabido, las termoplacas pueden ser operadas con una presión de hasta, aproximadamente, 80 bar en el medio refrigerante. El reactor acorde a la invención posibilita la generación directa de vapor en el caso de un nivel de presión de hasta 80 bar.

Sin embargo, de modo alternativo al modo de ejecución con termoplacas, también es posible configurar una o múltiples o todas las zonas de reacción refrigeradas, especialmente, el reactor principal y el postreactor, como aparatos individuales de haz de tubos o también como zonas individuales en un solo aparato de haz de tubos. Especialmente, la primera zona de reacción puede estar configurada como aparato de haz de tubos y la segunda o las demás zonas de reacción, como aparatos con termoplacas.

En la variante de ejecución con reactor principal y postreactor como, respectivamente, aparatos separados de haz de tubos, el postreactor puede estar acondicionado ventajosamente con un diámetro mayor del tubo en relación al reactor principal. En todas las variantes con aparatos con haz de tubos en general se coloca el catalizador en los tubos como carga, y el calor de reacción es evacuado a través de un portador de calor que circula a través del espacio intermedio alrededor de los tubos de contacto.

En la primera zona de reacción, es decir, el reactor principal, se prefiere que la temperatura del medio refrigerante se encuentre, en la entrada a la primera zona de reacción o en el reactor principal, en el rango de 320 a 380°C y la temperatura del medio refrigerante al entrar en la segunda o en otra zona de reacción, es decir, en el postreactor, en el rango de 250 a 320°C, preferentemente, en el rango de 270 a 300°C, de modo especialmente preferido, en el rango de 280 a 290°C.

En la segunda o en otra zona de reacción, es decir, en el postreactor, se realiza una conversión residual de 5 a 10%, en relación a la conversión total en la instalación, preferentemente, 15%, de modo especialmente preferido, hasta un 20%.

Según el procedimiento acorde a la invención, se puede operar con cargas elevadas de aire, con eductos por oxidar, especialmente, con cargas de 30 a 20 g de o-xileno cada m³/h de aire de reacción en el estado normal (0°C y 1,013 bar absoluto), asimismo, es habitual utilizar 60 a 110 y, muy frecuentemente, 80 a 105 g de o-xileno cada m³/h de aire de reacción en el estado normal.

El procedimiento acorde a la invención posibilita una elevada flexibilidad, gracias a que se puede reaccionar a diferentes rangos de carga sin pérdida de rendimiento. Especialmente, también pueden compensarse diferencias en el rendimiento debido al envejecimiento de los catalizadores del reactor principal.

Las instalaciones existentes pueden ser reequipadas para la realización del procedimiento acorde a la invención de una manera muy simple.

Pueden utilizarse catalizadores de estructura simple, especialmente, catalizadores económicos estándar y es posible optimizar el catalizador en el reactor principal en función del rendimiento. En total, se alcanza una selectividad y un rendimiento globales mejorados en comparación con los procedimientos conocidos.

A continuación se comenta en detalle la invención a partir de un dibujo.

Se muestra, individualmente:

Figura 1 la representación esquemática de un primer modo de ejecución de una instalación acorde a la invención, con reactor principal y postreactor,

Figura 2 una variante del modo de ejecución representado en la figura 1,

ES 2 336 469 T3

Figura 3 un modo de ejecución con integración de todas las zonas de reacción en un solo aparato,

Figuras 4 a 7 otras variantes del modo de ejecución representado en la figura 3,

5 Figura 8 otra variante del modo de ejecución representado en la figura 1,

Figuras 9 A y 9B la representación esquemática de modos de ejecución preferidos con reactor principal y postreactor con corte transversal en la figura 9C y

10 Figuras 10 a 13 diferentes modos de ejecución para la disposición de termoplacas.

La figura 1 muestra la representación esquemática de una instalación con un reactor principal 1 y un postreactor 2 unido por bridas. El reactor principal 1 está configurado como aparato de haz de tubos, a través de cuyos tubos de contacto circula la mezcla de gas de reacción, indicada con flechas, desde arriba hacia abajo. A través del espacio intermedio entre los tubos de contacto fluye el medio refrigerante 4.

El postreactor 2 está configurado como aparato con termoplacas de chapas 5 a través de las cuales también fluye el medio refrigerante 4. En el espacio intermedio entre las termoplacas 5 se encuentra, en el área inferior, un catalizador de material sólido. A partir de la representación en la figura 1 se puede reconocer que en el área superior del postreactor 2 el espacio entre las termoplacas 5 está libre. De esta manera, esta parte del postreactor 2 funciona como dispositivo 3 integrado para la refrigeración intermedia.

El modo de ejecución en la figura 2 se diferencia de aquella representada en la figura 1, porque en el área que funciona como refrigerador intermedio 3, del postreactor 2, está relleno un material inerte.

La figura 3 muestra un modo de ejecución con un reactor principal 1, un postreactor 2 y un dispositivo para la refrigeración intermedia 3 integrados en un solo aparato, asimismo, el dispositivo para la refrigeración intermedia 3 y el postreactor 2 están equipados, respectivamente, con termoplacas 5. El reactor principal 1, el postreactor 2 y el dispositivo para la refrigeración intermedia 3 presentan, respectivamente, circuitos separados para el medio refrigerante 4. El reactor principal 1 está equipado con un haz de tubos de contacto así como con chapas de desviación.

El modo de ejecución en la figura 4 se diferencia de aquel representado en la figura 3 sólo porque en el dispositivo para la refrigeración intermedia 3 está relleno un material inerte entre las termoplacas 5.

35 El modo de ejecución en la figura 5 se diferencia de aquel representado en la figura 3 sólo porque el dispositivo para la refrigeración intermedia 3 está integrado en el postreactor 2.

El modo de ejecución en la figura 6 se diferencia de aquel representado en la figura 5 sólo porque en el área que funciona como dispositivo para la refrigeración intermedia está relleno un material inerte entre las termoplacas 5.

40 El modo de ejecución en la figura 7 se diferencia de aquel representado en la figura 6, porque en el postreactor 2 el área entre las termoplacas 5, está completamente relleno con un catalizador de material sólido.

45 También en la figura 8 el área entre las termoplacas 5 en el postreactor 2 está completamente relleno con un catalizador de material sólido.

Los modos de ejecución en las figuras 9A y 9B muestran una instalación con reactor principal 1 y postreactor 2 dispuestos uno al lado del otro, asimismo, en el refrigerador intermedio 3 está dispuestos una serpentines refrigerantes (figura 9A) o termoplacas (figura 9B). La figura 9C muestra el corte C-C a través del refrigerador intermedio 3 de la figura 9B.

Las figuras 10 a 13 muestran diferentes disposiciones de termoplacas 5 en la instalación utilizada para la realización del procedimiento acorde a la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la obtención de anhídrido de ácido ftálico a través de la oxidación parcial catalítica de o-xileno y/o naftalina con un gas que contiene oxígeno en una instalación con
- dos o más zonas de reacción refrigeradas con un medio refrigerante,
 - uno o más dispositivos dispuestos entre las zonas de reacción, para la refrigeración intermedia de la mezcla de reacción entre las zonas de reacción,
- 10 en el cual, la temperatura del medio refrigerante se reduce al entrar en la segunda o en otra zona de reacción, en relación a la temperatura del medio refrigerante al entrar en la primera zona de reacción,
- 15 **caracterizado** porque la temperatura del medio refrigerante es más de 20° mayor al entrar en la primera zona de reacción que la temperatura del medio refrigerante al entrar en la segunda o en otra de las zonas de reacción.
- 20 2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado** porque la instalación presenta dos zonas de reacción refrigeradas, a saber, un reactor principal refrigerado y un postreactor refrigerado.
3. Procedimiento acorde a la reivindicación 2, **caracterizado** porque la temperatura del medio refrigerante se encuentra, al entrar al reactor principal, en el rango de 320 a 380°C y al entrar al postreactor, en el rango de 250 a 320°C.
- 25 4. Procedimiento acorde a la reivindicación 2 o 3, **caracterizado** porque en el postreactor se realiza una conversión residual de 5 a 10%, en relación a la conversión total en la instalación.
5. Procedimiento acorde a las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el procedimiento se realiza a través de refrigeración del medio refrigerante por evaporación.
- 30 6. Procedimiento acorde a las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque las dos o más zonas de reacción refrigeradas, así como el o los dispositivos dispuestos entre las zonas de reacción para la refrigeración intermedia de la mezcla de gas de reacción, están reunidas en un solo aparato con termoplacas, atravesadas por un medio refrigerante.
- 35 7. Procedimiento acorde a la reivindicación 6, **caracterizado** porque el aparato comprende un reactor principal, un refrigerador intermedio y un postreactor y porque están previstos un primer circuito de refrigeración para el reactor principal y un segundo circuito de refrigeración común para el refrigerador intermedio y el postreactor.
- 40 8. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque está prevista una carga inerte en el o los dispositivos de refrigeración intermedia.
9. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque una, o múltiples, o todas las zonas de reacción refrigeradas están configuradas, respectivamente, como aparatos de haz de tubos.
- 45 10. Procedimiento acorde a la reivindicación 9, **caracterizado** porque la primera zona de reacción está configurada como aparato de haz de tubos y la segunda o las demás zonas de reacción, como aparatos con termoplacas.
- 50
- 55
- 60
- 65

FIG.1

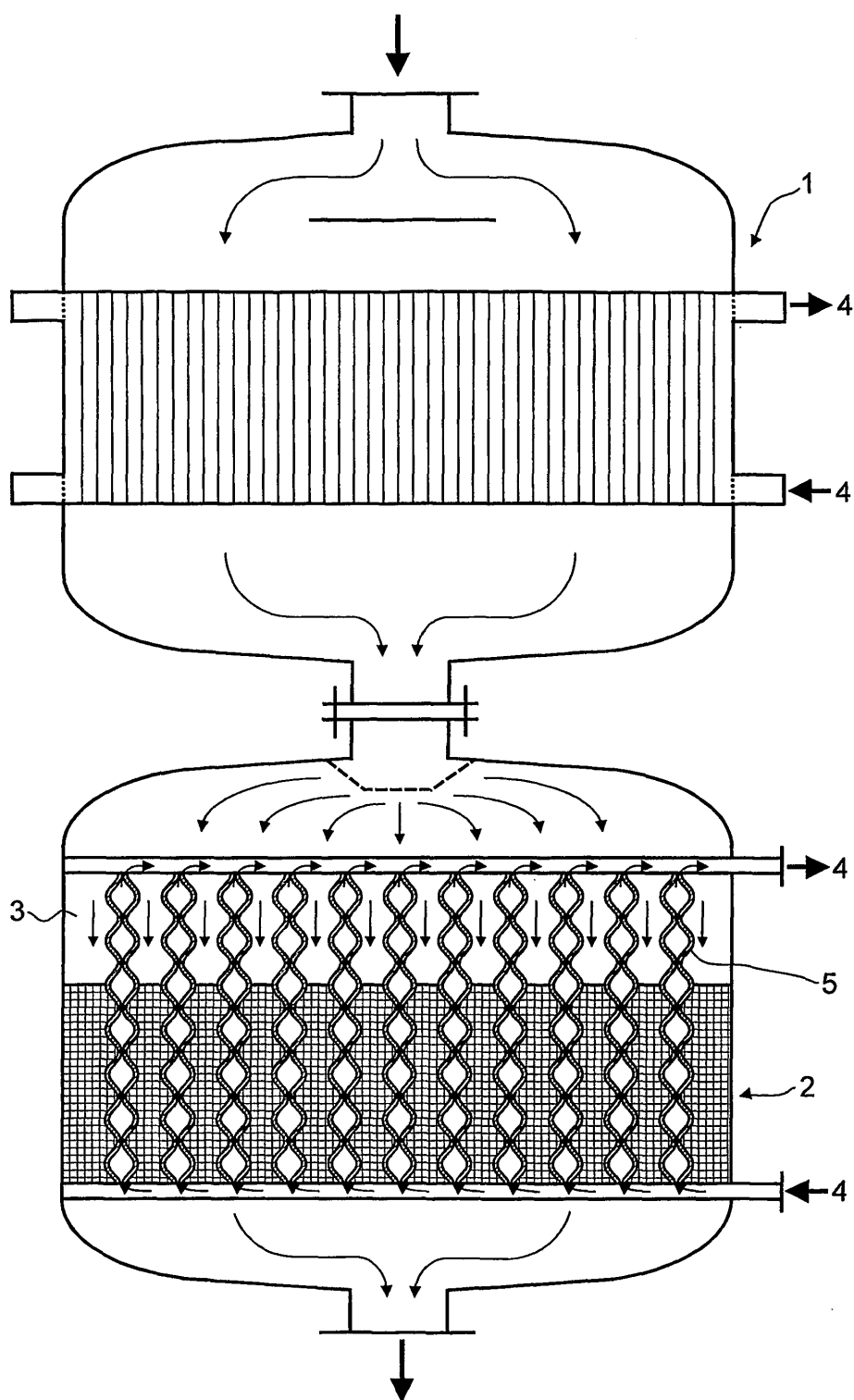


FIG.2

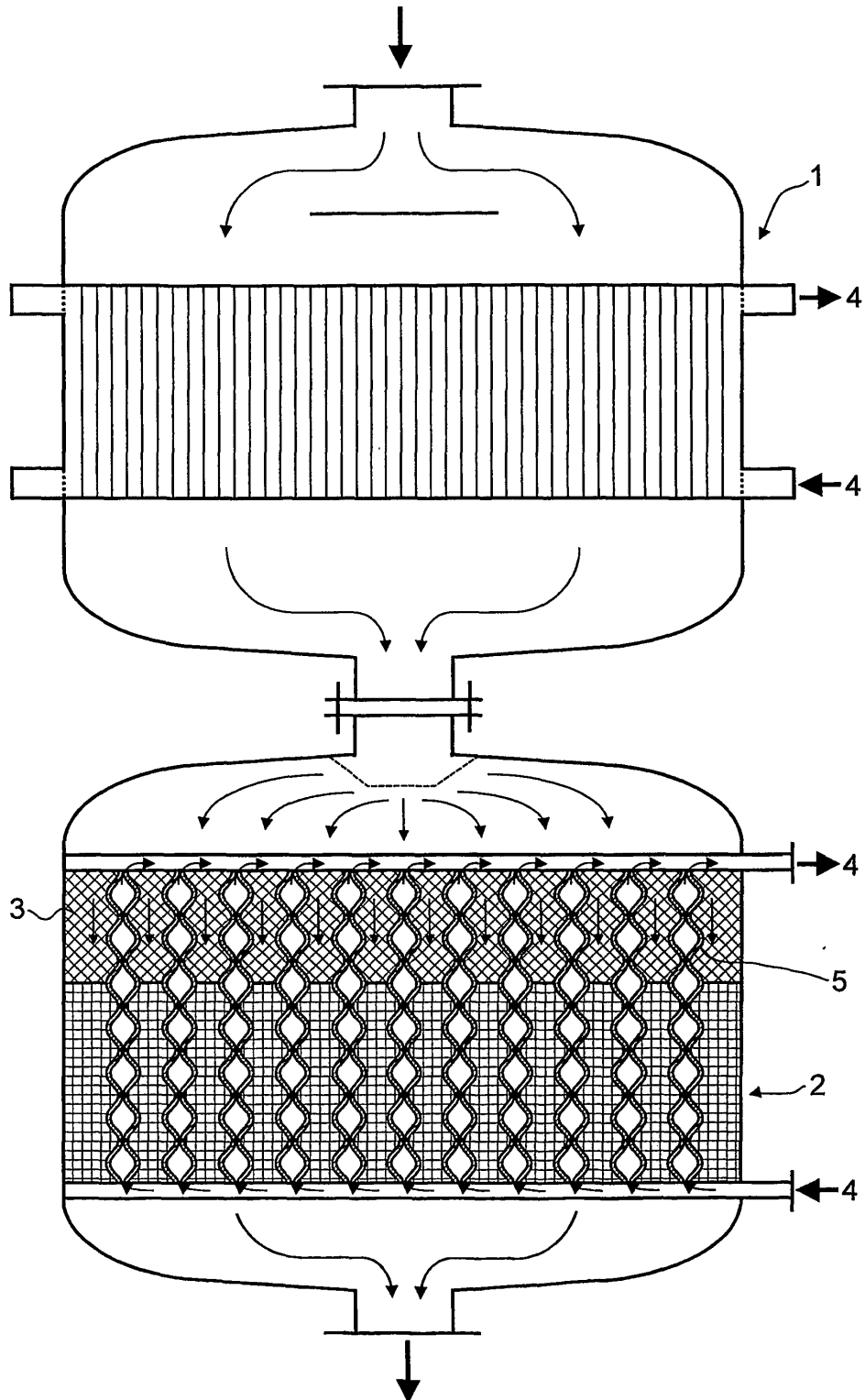


FIG.3

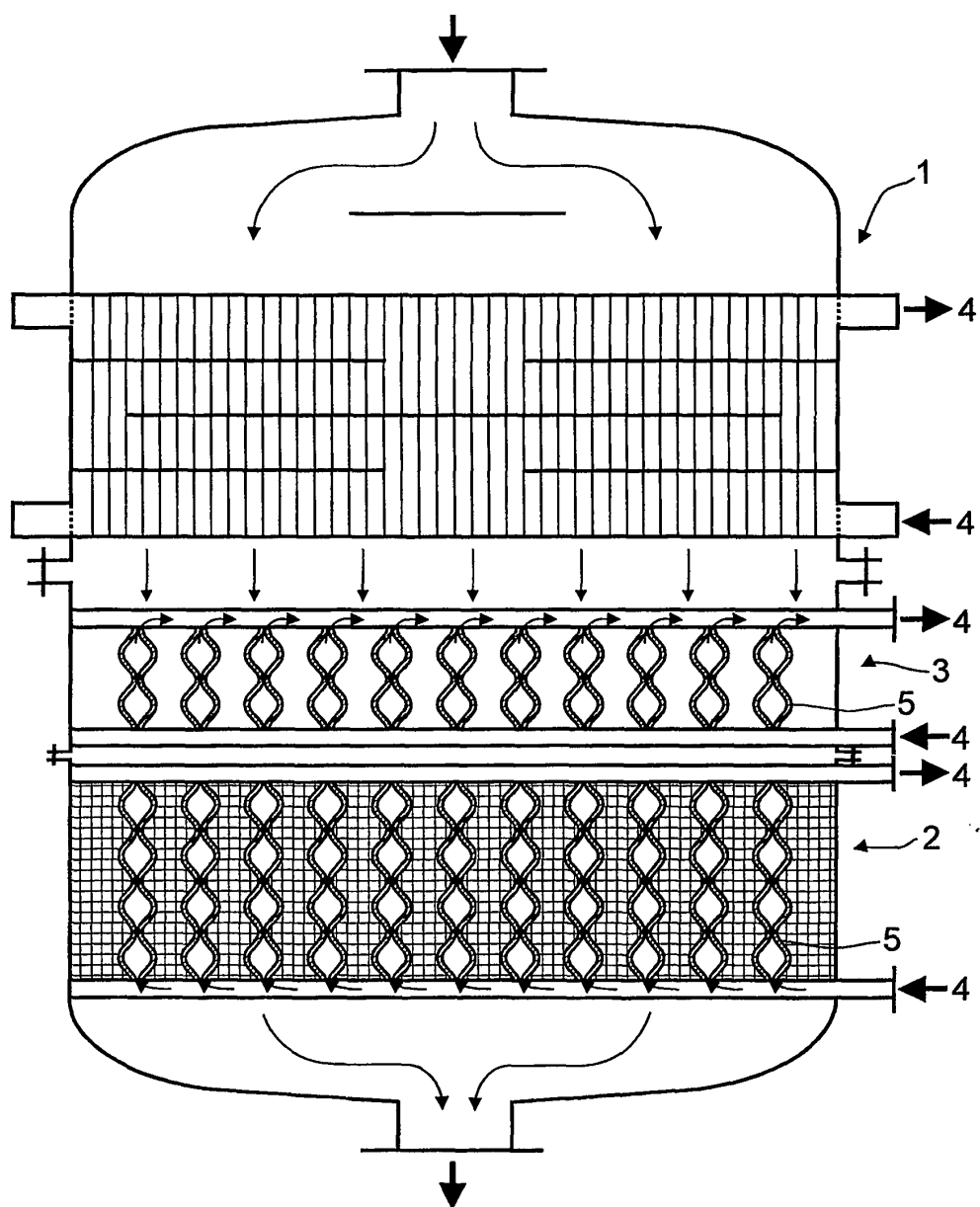


FIG.4

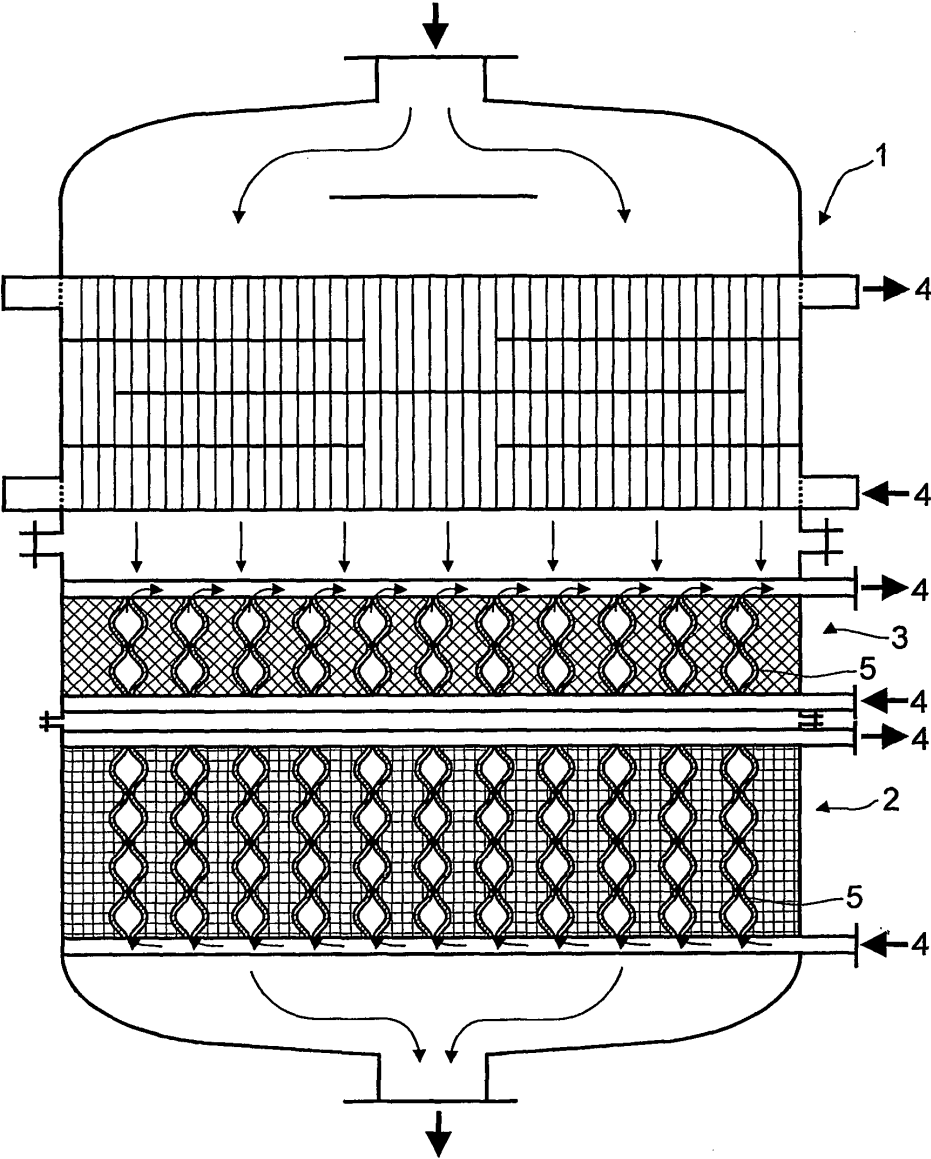


FIG.5

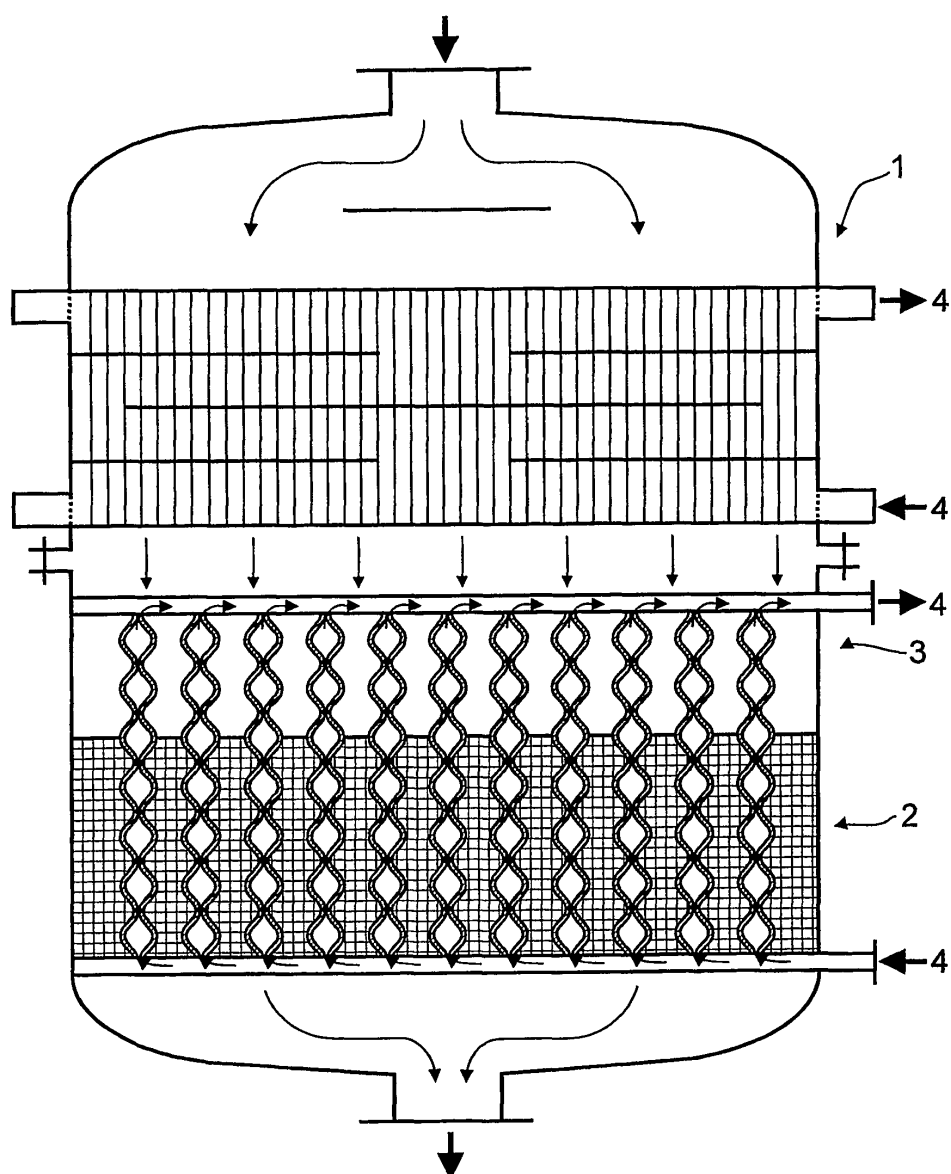


FIG.6

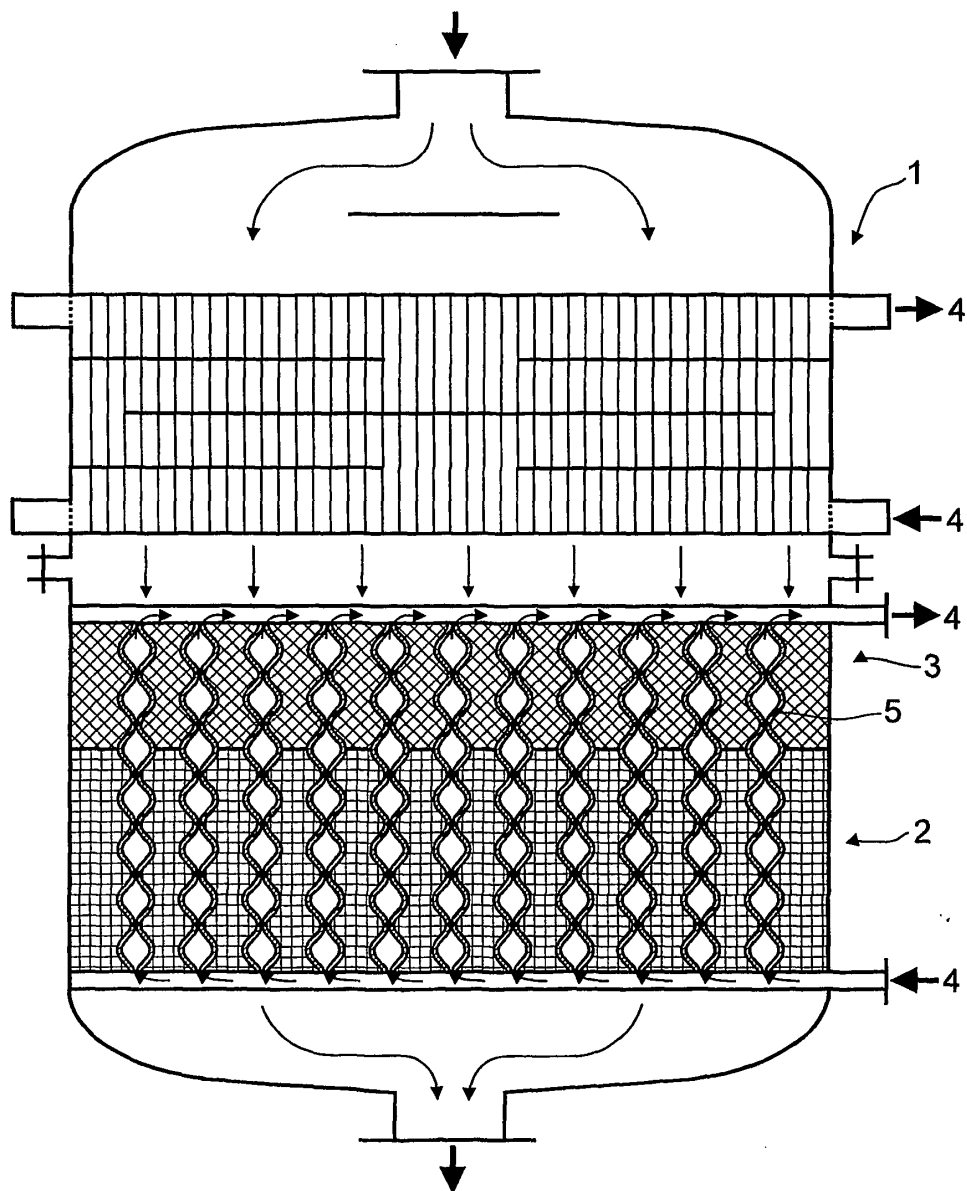


FIG.7

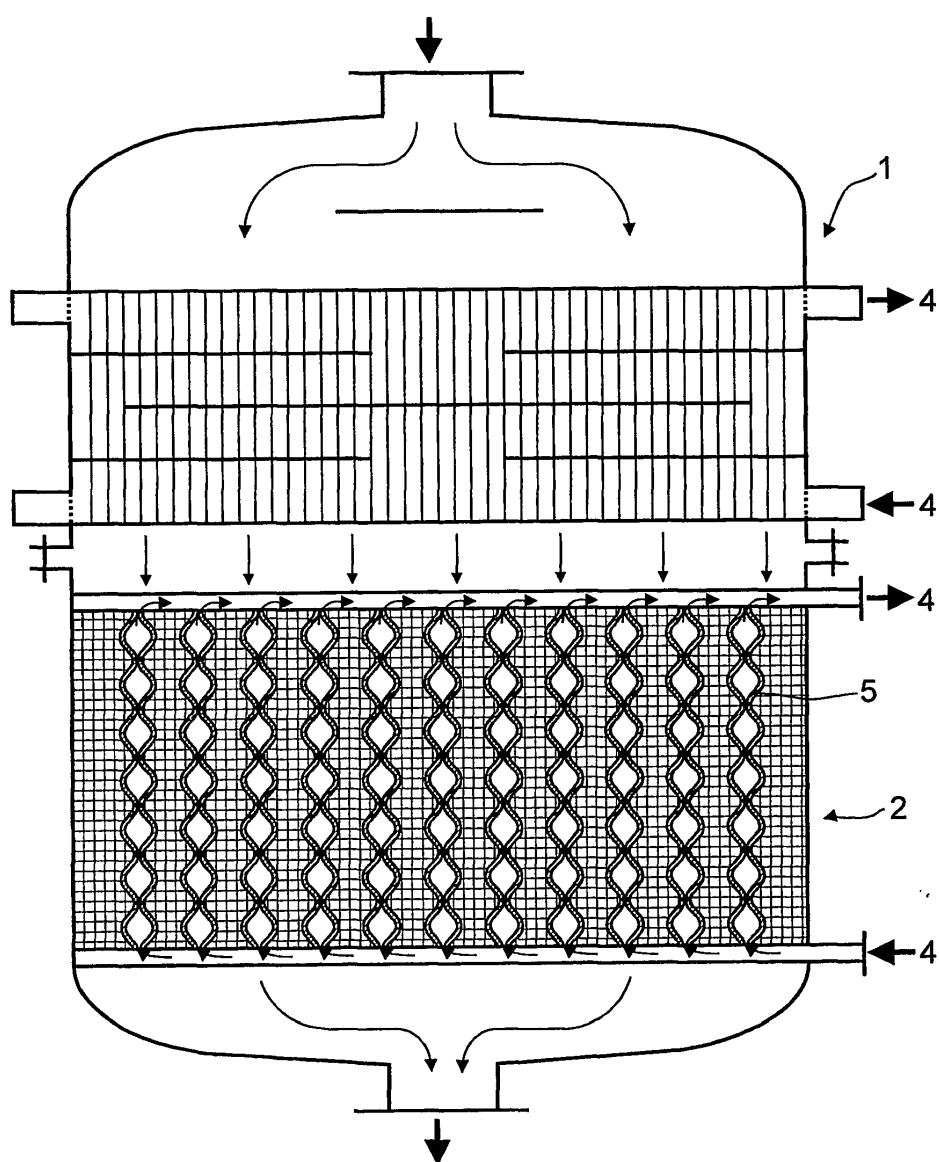


FIG.8

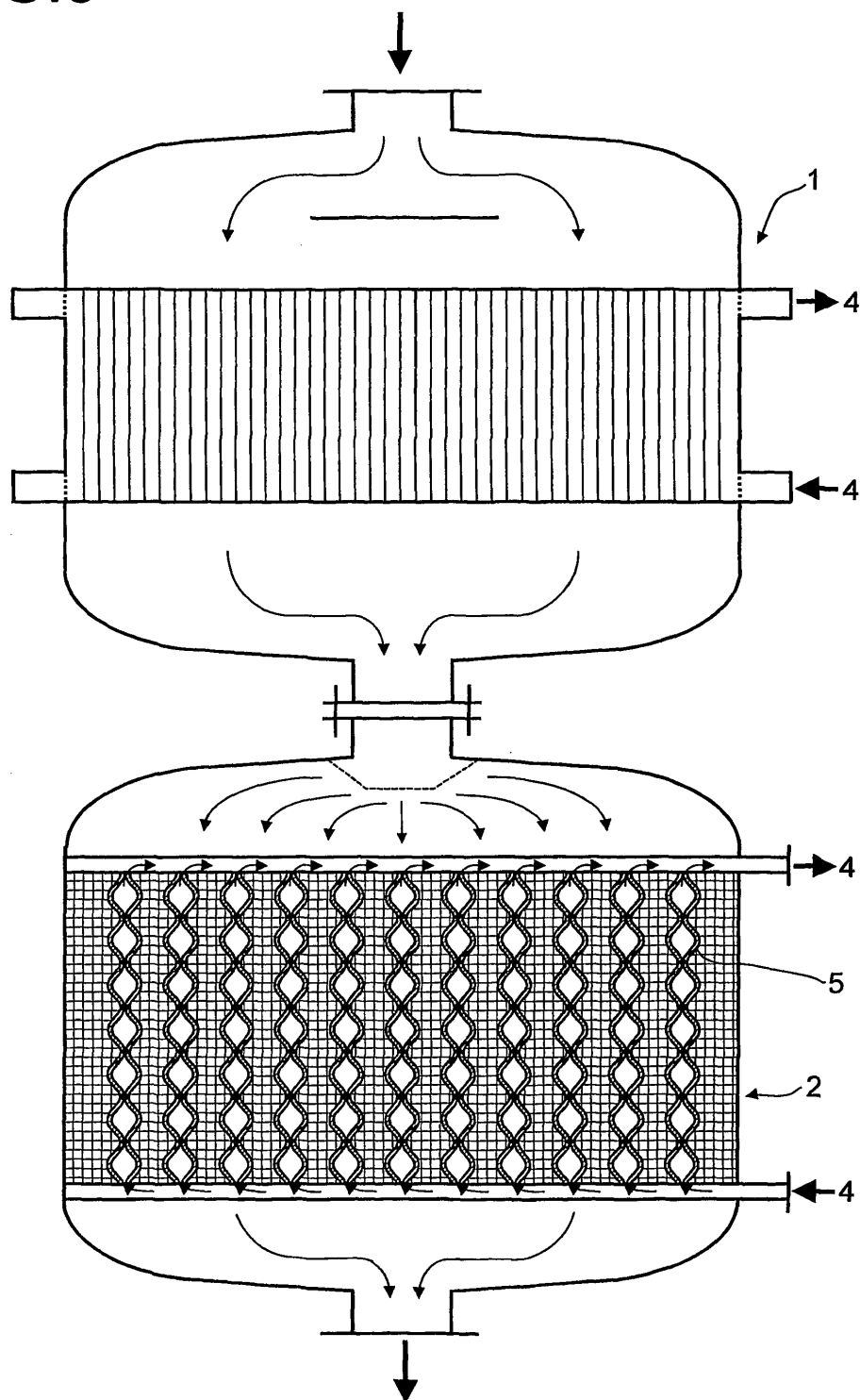


FIG.9A

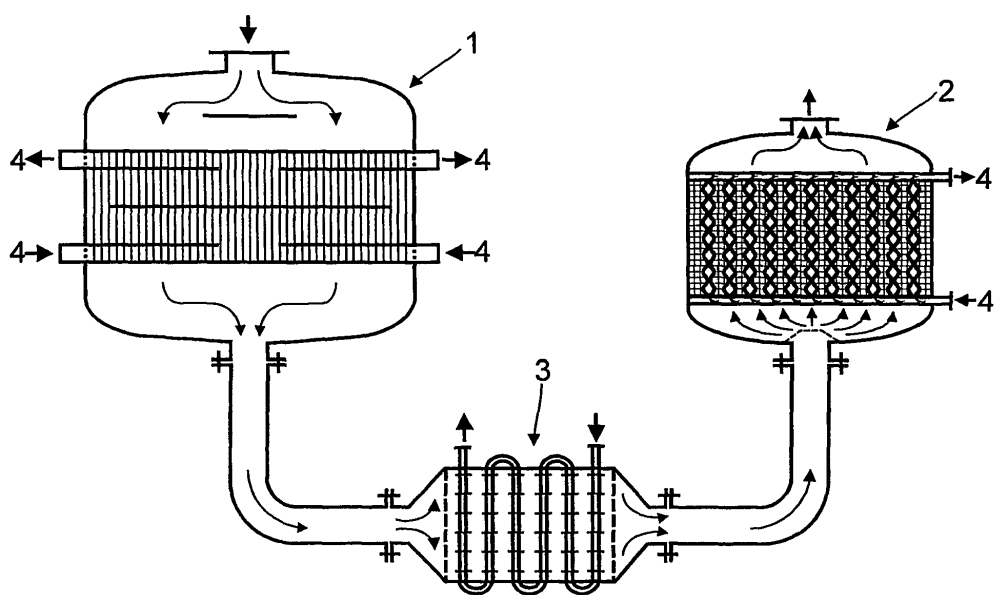


FIG.9B

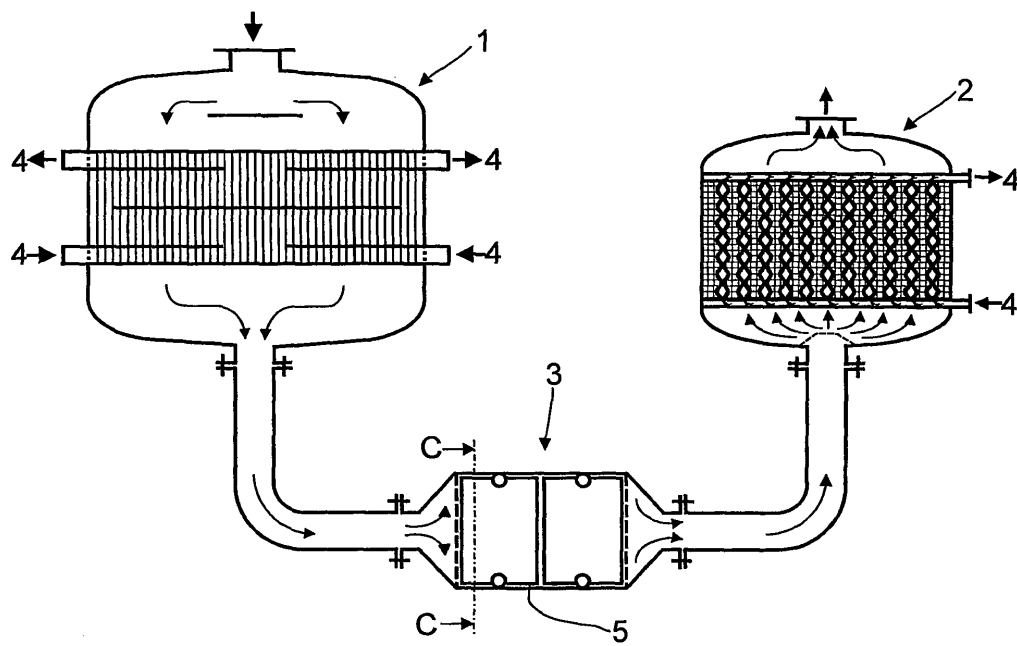


FIG.9C

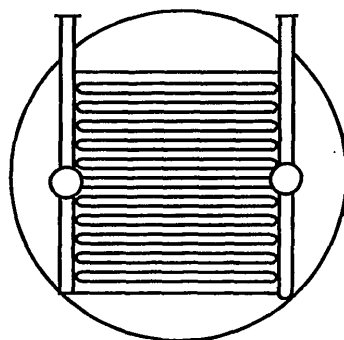


FIG.10

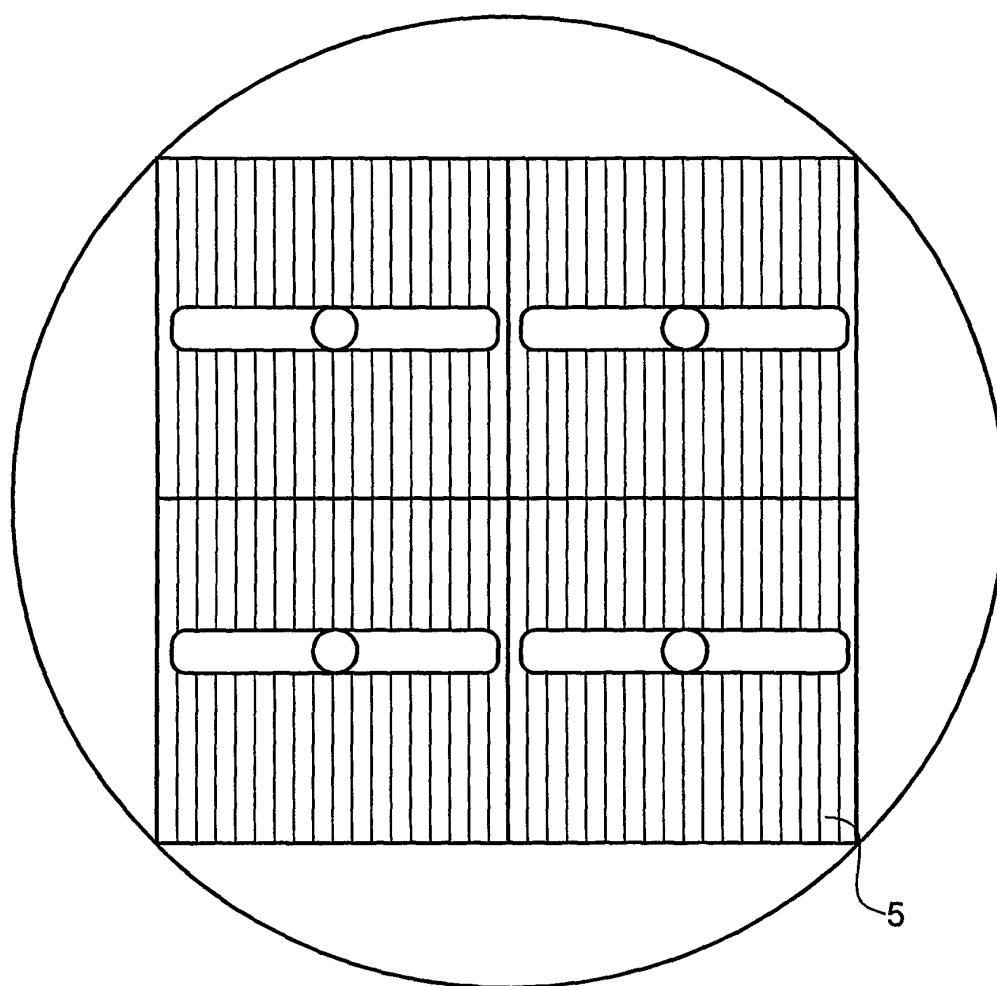


FIG.11

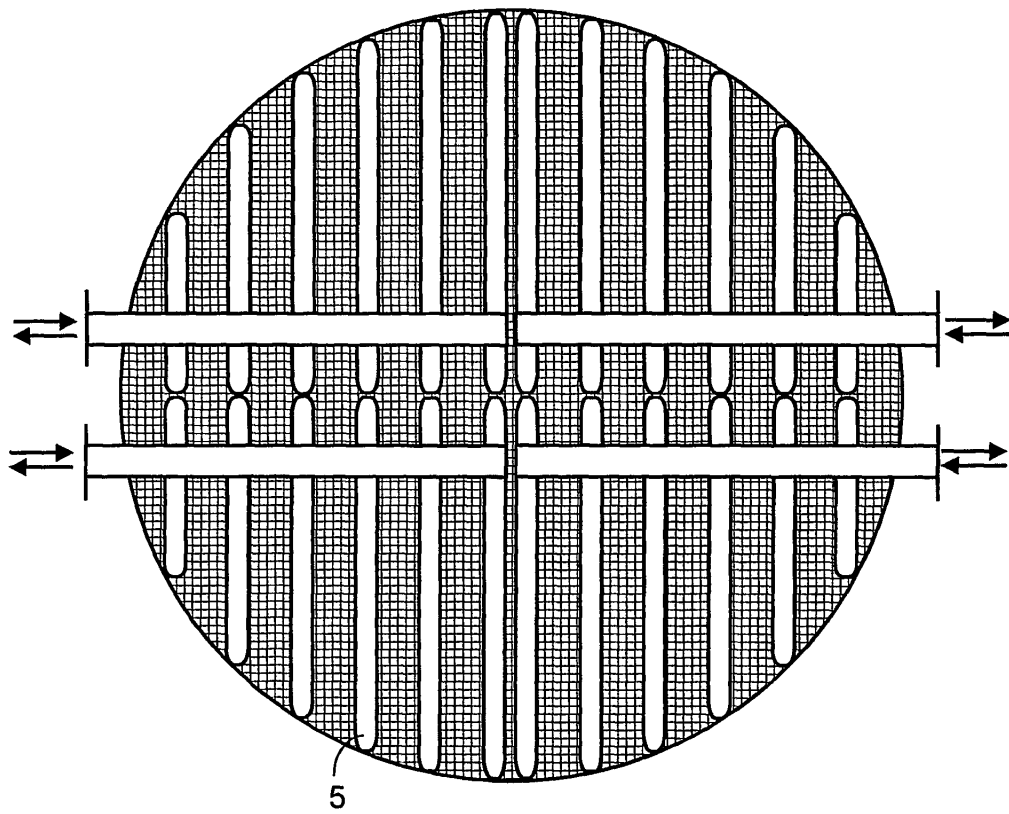


FIG.12

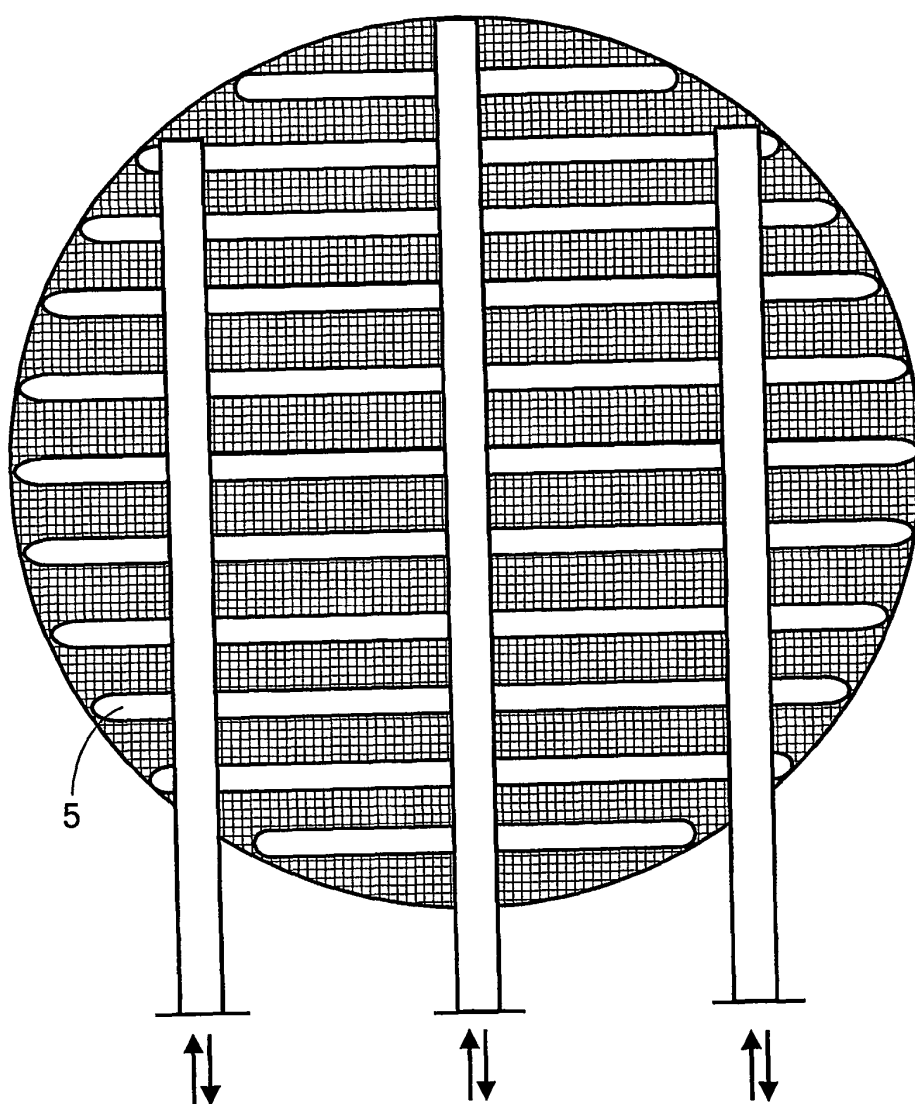


FIG.13

