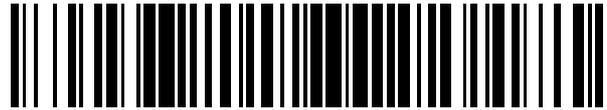


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 995**

51 Int. Cl.:

**B01J 19/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2010** **E 10719814 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014** **EP 2419208**

54 Título: **Un módulo de flujo**

30 Prioridad:

**15.04.2009 SE 0950247**

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

**19.01.2015**

73 Titular/es:

**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)  
P.B. Box 73  
221 00 Lund, SE**

72 Inventor/es:

**HÖGLUND, KASPER;  
NORÉN, TOMMY y  
JOHNSON, BARRY**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 526 995 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**

Un módulo de flujo

5 La presente invención se refiere a una placa de canal, una sección de flujo, un módulo de flujo y al uso del módulo de flujo como un reactor químico.

**Antecedentes de la invención**

10 Hay diferentes características, que son importantes para los reactores, tales como flexibilidad en la disposición, configuración de flujo, propiedades de mezcla, control de temperatura, supervisión, tiempos de residencia, etc.

15 El documento WO 2004/045761 A1 desvela una pieza de inserción de dirección para una cámara de reactor y un reactor, proporcionando la pieza de inserción de dirección de flujo un canal de reactor continuo que posibilita que el fluido de proceso se mezcle.

20 Algunos problemas con los reactores continuos están relacionados con fugas, posibilitando la inspección visual, para limpiar trayectorias de flujo, la adaptación de la trayectoria de flujo del proceso para conseguir un tiempo de residencia deseado para un caudal dado, o acceder a la trayectoria de flujo del reactor, la configuración del flujo de transferencia de calor, la descarga del gas disuelto que sale del módulo, la mezcla de fluidos, la presión y la liberación de presión, etc.

**La invención**

25 De esta manera, un objetivo de la presente invención es proporcionar un concepto flexible de un módulo de flujo continuo, que pueda adaptarse a los procesos deseados tales como reacciones químicas, mezclas, extracciones, etc.

30 Otro objetivo es proporcionar un módulo de flujo continuo que tenga buena accesibilidad y que sea fácil de manipular, etc.

Un objetivo adicional es proporcionar un módulo de flujo continuo que tenga un buen rendimiento de transferencia de calor y opción de controlar la temperatura.

35 Un objetivo adicional es proporcionar un módulo de flujo continuo que tenga características de flujo de fluido adecuadas para reacciones químicas, extracciones, separaciones, etc.

Un objetivo adicional es proporcionar un módulo de flujo continuo que tenga propiedades de presión mejoradas.

40 Por consiguiente, la presente invención proporciona una solución a los problemas mencionados anteriormente mediante un módulo de flujo que comprende placas de canal y placas auxiliares. De esta manera, la presente invención se refiere a una placa de canal, placa de canal que comprende al menos dos filas de unidades, al menos una caja giratoria, al menos una entrada y al menos una salida, en la que cada unidad tiene una superficie plana opuesta a una superficie formadora de canal, y las unidades son alternas en cada fila de manera que una superficie plana es adyacente a una superficie formadora de canal en la misma fila que forma un canal cuando la placa de canal está en uso. Cada caja giratoria está dispuesta entre dos filas adyacentes de unidades que forman dos compartimentos en un espacio entre dos filas adyacentes de unidades en la placa de canal y un lado interno de placa de canal, compartimentos que están divididos por una pared para crear un flujo tridimensional que da como resultado una mezcla potenciada, y que los fluidos pueden fluir desde una primera fila de unidades a una segunda fila de unidades en la caja giratoria, y en la que las superficies planas de las unidades están dispuestas en filas perpendiculares al canal formado de la placa de canal.

55 Las unidades de la placa de canal se alternan en las filas de unidades de manera que una superficie plana es adyacente a una superficie formadora de canal, en la misma fila, y que la placa de canal constituye una parte y las filas de las unidades están integradas en la placa, o la placa de canales está dividida en un plano medio y constituye dos partes correspondientes a cada una de las otras y puestas juntas forman el canal de la placa de canal, o la placa de canal constituye un marco y dos láminas formadas o dos placas prensadas, marco y dos láminas formadas o dos placas prensadas que puestos juntos forman el canal de la placa de canal. La placa de canal de acuerdo con la presente invención comprende también al menos una caja giratoria, en la que la caja giratoria es un espacio o un hueco entre dos filas adyacentes de unidades en la placa de canal y un lado interno de la placa de canal, caja giratoria que posibilita la comunicación entre dos filas adyacentes de unidades de manera que los fluidos pueden fluir de una fila a la otra en el espacio o el hueco de la caja giratoria.

60 La presente invención se refiere también a una placa de canal alternativa, placa de canal que comprende al menos dos filas de unidades, teniendo cada unidad una superficie plana opuesta a una superficie formadora de canal y las unidades son alternas en cada fila de manera que una superficie plana es adyacente a una superficie formadora de

canal en la misma fila, al menos una caja giratoria, al menos una entrada y al menos una salida, en la que la caja giratoria es un espacio o un hueco entre dos filas adyacentes de unidades en la placa de canal y un lado interno de la placa de canal, caja giratoria que permite la comunicación entre dos filas adyacentes de unidades, de manera que los fluidos pueden fluir desde una fila a la otra en el espacio de la caja giratoria. La placa de canal de acuerdo con la invención, podría constituir una parte y las filas de unidades están integradas en la placa o la placa de canal podría dividirse en un plano medio y constituye dos partes correspondientes a cada una de ellas y, puestas juntas, forman el canal del proceso de la placa de canal, o la placa de canal constituye un marco y dos láminas formadas o dos placas prensadas, marco y dos láminas formadas o dos placas prensadas que puestas juntas forman el canal de proceso de la placa de canal.

La placa de canal de acuerdo con la invención puede comprender también varias filas de unidades, varias cajas giratorias. Mediante el uso de cajas giratorias es posible crear un flujo tridimensional verdadero para dar una mezcla potenciada y una transferencia de calor mejorada entre la placa auxiliar y la placa de canal. Mediante el uso de la placa de canal pueden crearse altas tasas de mezcla y se obtiene una distribución estrecha del tiempo de residencia.

La presente invención se refiere adicionalmente a una sección de flujo, sección de flujo que comprende una placa de canal, placas de barrera o placas auxiliares o combinaciones de placas de barrera y placas auxiliares. La placa de canal puede disponerse entre dos placas de barrera, placa de barrera que está sellando un canal creado por la placa de canal y dos placas de barrera. La sección de flujo también puede comprender una placa de canal dispuesta entre dos placas auxiliares que tienen inserciones tubulares o placas generadoras de turbulencia, placas auxiliares que están sellando un canal creado por la placa de canal y las dos placas auxiliares, o la sección de flujo puede comprender una placa de canal dispuesta entre una placa de barrera y una placa auxiliar que están sellando un canal creado por la placa de canal y las dos placas. La sección de flujo puede comprender también esas dos placas de canal que tienen una membrana o tienen un filtro aplicado entre las dos placas de canal. La sección de flujo comprende también que las dos placas de canal están entre dos placas de barrera, que son canales de sellado creados por las placas canal y las dos placas de barrera, o en el que las dos placas de canal están dispuestas entre dos placas auxiliares que tienen piezas de inserción generadoras de turbulencia o placas generadoras de turbulencia o combinaciones de placas de barrera y placas auxiliares.

La sección de flujo puede comprender también juntas, sellando dichas juntas las diferentes placas para evitar fugas. La junta puede ser una lámina plana o una lámina multicapa de un material adecuado, siendo un ejemplo de tal material un politetrafluoroetileno expandido multicapa (ePTFE), politetrafluoroetileno (PTFE), perfluoroelastómeros o fluoroelastómeros, polieteretercetona (PEEK), polipropileno (PP), etc. El material de la junta puede ser un material blando tal como PEEK, PP, PTFE blando, etc., o Viton®, Teflon®, Kalrez® etc.

Las juntas de la sección de flujo pueden tener un diseño correspondiente a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades. La pieza de inserción generadora de turbulencia o placa generadora de turbulencia de las placas auxiliares puede tener un diseño correspondiente a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades, o tanto las juntas como la pieza de inserción generadora de turbulencia o la placa generadora de turbulencia de las placas auxiliares pueden tener diseños correspondientes a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades. De esta manera, el flujo de medios o el flujo de fluidos en el canal creado puede no tener contacto con las caras planas de la junta y un contacto es pequeño o minimizado con cualquiera de los bordes de la junta, y cada pieza de inserción generadora de turbulencia o cada placa generadora de turbulencia puede proporcionar un soporte para los lados planos de la fila de unidades de la placa de canal.

La presente invención se refiere también a un módulo de flujo continuo de diseño plano, por ejemplo un rector de placas, que comprende diferentes placas o secciones, en el que una o más placas de canal están apiladas juntas con placas auxiliares, placas de barrera, placas intercambiadoras de calor y una o más secciones de flujo. El módulo de flujo puede comprender una pila de secciones de flujo y el módulo de flujo puede tener al menos una entrada para fluidos de proceso y al menos una salida para productos de proceso. Una entrada podría estar conectada a la primera placa de canal y una salida podría estar conectada a la última placa de canal. El canal de proceso podría estar conectado en paralelo o el canal de proceso podría estar conectado en serie, o ambos, el canal podría estar conectado externamente o el canal podría estar conectado internamente, preferentemente el canal está conectado externamente entre diferentes placas de canal. Un ejemplo de tal disposición podría ser que dos canales de dos placas de canal estén conectados en paralelo entre sí y los canales estén combinados en un canal de una tercera placa de canal, tercera placa de canal que está conectada en serie con las dos primeras placas. Tal disposición podría ser adecuada para una reacción en dos etapas en la que los reactivos se producen en las dos primeras placas de canal y la segunda reacción tiene lugar en la tercera placa de canal. Naturalmente, cualquier combinación de conexiones entre los canales podría estar diseñada para diferentes reacciones, para reacciones de una etapa o reacciones multietapa de acuerdo con la presente invención. Los conductos internos y/o externos están conectando las placas auxiliares y las placas auxiliares están conectadas en serie o en paralelo, o ambos, entre sí.

El módulo de flujo podría comprender también un dispositivo de sujeción, que puede estar conectado al módulo de flujo, el dispositivo de sujeción comprende dos placas terminales, resortes de disco, pistones y barras de tensión, en el que las pilas de resortes de disco están roscadas en los pistones y dispuestas como una red de resortes, una o

más redes de resortes están comprendidas en el módulo de flujo, al menos una red de resortes está soportada en una de las placas terminales para distribuir las fuerzas de sujeción en una o más secciones de flujo o una o más placas de canal, secciones de flujo que están situadas entre dos placas terminales y en el que los pistones son guiados a través de orificios en las placas terminales que tienen la disposición de la red de resortes. El módulo de flujo puede comprender herramientas hidráulicas tales como cilindros hidráulicos o accionadores hidráulicos. Las herramientas hidráulicas pueden proporcionar herramientas para abrir y cerrar el módulo de flujo y/o pueden proporcionar presión sobre las placas del módulo de flujo para asegurar un sellado hermético del módulo de flujo.

Las filas de unidades de la placa de canal son adyacentes entre sí y cada unidad tiene una superficie plana y una superficie formadora de canal y la superficie plana es opuesta a la superficie formadora de canal. La superficie formadora de canal de acuerdo con la invención podría seleccionarse a partir de una superficie convexa curva, superficie trapezoidal, superficie rectangular, superficie cuadrada, superficie triangular y las filas de unidades pueden tener todas superficies formadoras de canal seleccionadas entre el mismo tipo de superficie o las superficies formadoras de canal de las filas de unidades podrían ser una o más combinaciones de superficies convexas curvas, superficies rectangulares, superficies cuadradas y superficies triangulares. El fin de la forma del canal en cada placa de canal es potenciar la mezcla o el rendimiento de transferencia de calor en cada una de las placas de canal. De esta manera, podría hacerse coincidir mejor los requisitos de proceso totales que se quiere obtener por ejemplo para cada reacción individual. Las placas de canal en un módulo de flujo pueden ser todas iguales o pueden ser todas diferentes dependiendo de los requisitos de proceso.

La superficie plana y la superficie formadora de canal de las unidades se alternan en filas posibilitando que un flujo de fluidos o medios pase por las unidades dentro de la fila cuando la placa de canal está montada en la sección de flujo o entre placas de barrera. Las superficies planas de las unidades permiten que una placa de barrera o una placa auxiliar se monte con una junta de tal manera que el canal pueda sellarse y puedan evitarse las fugas. Las superficies planas están dispuestas en filas. Cuando las superficies planas están dispuestas en filas es posible soportar las filas de unidades con la pieza de inserción generadora de turbulencia o la placa generadora de turbulencia de la placa auxiliar, esto posibilita que puede aplicarse una alta presión a la placa de canal y que puedan evitarse las fugas. El canal empieza con una entrada y continua a través de las unidades a través de la salida de la placa de canal, y el canal termina con una salida en la última fila de unidades. El canal de proceso así como el flujo auxiliar de las placas auxiliares podría conectarse en paralelo o conectarse en serie, o ambos, entre dos o más secciones de flujo. Las conexiones entre las secciones de flujo podrían ser externas o internas. Preferentemente, los canales de las placas de canal están conectados externamente. Los conductos internos y/o externos están conectando a las placas auxiliares de las secciones de flujo y las placas auxiliares están conectadas en serie o en paralelo, o ambos, entre sí. Las entradas y las salidas de las placas auxiliares pueden tener puertos para termopares, termómetros de resistencia, etc.

La placa de canal puede tener varios puertos conectados al canal o las cajas giratorias dentro de la placa. Los puertos podrían disponerse en uno o dos lados o en tres lados, o en todos los lados de la placa de canal. Esto significa que los puertos están dispuestos en al menos un lado de la placa de canal. Los puertos están obturados o equipados con diferentes equipos o los puertos son combinaciones de puertos obturados y equipados, equipo que se introduce a través de los puertos al canal o el espacio vacío de las cajas giratorias, y puede disponerse en cualquier sitio en la placa de canal. El equipo que puede introducirse a través de los puertos al canal o las cajas giratorias puede seleccionarse entre el grupo que consiste en entradas para reactivos; entradas para fluidos adicionales, salidas para fluidos de proceso, salidas para productos intermedios que se van a alimentar al canal en una etapa posterior, salidas para muestras de ensayo, boquillas de inyección, dispersadores de entrada, dispositivos de seguridad para liberación de presión instantánea o controlada, unidades detectoras, termopares, termómetros de resistencia. Los puertos pueden tener medios para inyección de fluidos, reactivos, etc., tal como por ejemplo una boquilla que puede introducir fluidos adicionales, fluidos de remezcla, fluidos de redispersión, etc. en una localización elegida del canal. La localización podría ser en cualquier punto, lo que significa que la introducción de fluidos podría ser en cualquier entrada en la placa de canal o en cualquier lugar en la placa de canal o en una segunda placa, etc., en un módulo de flujo. Una mezcla o dispersión necesita tiempo para remezclarse o redispersarse después de algún tiempo de mantenimiento después de pasar a través de una placa de canal, pudiendo ser adecuado inyectar la mezcla o la dispersión de nuevo en el canal, y esto se realiza entre una salida de una placa y una entrada de la siguiente placa y la inyección puede realizarse con cualquier clase de boquilla adecuada. Las boquillas, que se insertan en los puertos o las entradas, pueden seleccionarse entre cualquier boquilla adecuada, y los ejemplos de boquillas son boquillas de inyección, boquillas de dispersión, boquillas de redispersión, boquillas de remezcla, boquillas coaxiales, boquillas de tubo, etc. Una boquilla coaxial podría definirse como una boquilla con dos o más tubos dispuestos uno dentro de otro, donde un tubo más grande que tiene un radio mayor está rodeando un tubo más pequeño que tiene un radio menor. Cuando se usa tal boquilla dos o más fluidos pueden mezclarse o formar dispersiones. Una boquilla de remezcla podría ser una boquilla de tubo que tenga un orificio con un cabezal de boquilla y el orificio tiene un radio más pequeño que el del tubo. La boquilla puede ser una boquilla de dispersión que puede tener uno o más orificios en la salida de la boquilla de dispersión y los orificios pueden estar dispuestos en círculos concéntricos o los orificios pueden disponerse en otros diseños adecuados.

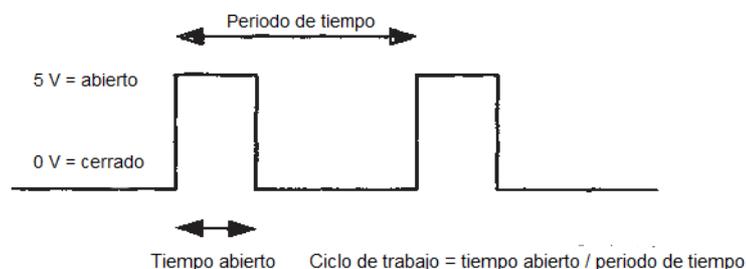
La placa de canal puede comprender una entrada de flujo de proceso y una segunda entrada, que podría ser una entrada de flujo de dispersión o una entrada de inyección, en la parte de entrada de la placa de canal, en el que la

5 entrada de flujo de proceso y la segunda entrada podría combinarse con el canal formando una parte recta antes de la primera unidad en la primera fila de unidades. La parte recta del canal podría también terminar en la primera caja giratoria. La segunda entrada puede tener medios para la inyección de fluidos, reactivos, etc., tal como por ejemplo una boquilla que puede introducir fluidos adicionales. La boquilla podría seleccionarse a partir de cualquier tipo  
 10 adecuado de boquilla, así podría insertarse en la parte recta que forma una zona de dispersión para introducir o inyectar materiales o sustancias en un fluido de proceso. Las entradas de fluidos podrían combinarse también antes de entrar en el canal de la placa de canal. De acuerdo con esta alternativa no es necesario tener una entrada para flujo de proceso y otra entrada para inyección de fluidos, etc. De esta manera, con entradas combinadas fuera de la placa de canal es posible usar solo la entrada de flujo del proceso.

15 Cuando se producen dispersiones finas en el flujo introduciendo un líquido no miscible de una manera controlada y de una manera segura a alta velocidad en el flujo de proceso en el canal, entonces es crucial que la boquilla tenga un diseño adecuado. La boquilla diseñada puede ser un dispersador o un inyector. La boquilla puede ajustarse en el segundo puerto de entrada de la placa de canal. Una o más fases líquidas inmiscibles podrían alimentarse simultáneamente a través de la boquilla. La boquilla diseñada podría ser un dispersador que tenga una tobera en forma de un tubo cerrado con un área de orificio única en el extremo cerrado que tiene un diámetro de orificio (D), o donde múltiples n orificios están presentes con un diámetro (D) correspondiente al del área total de los orificios dividido por el número de orificios n de la boquilla, que es adecuadamente mayor que la longitud o profundidad (T) del orificio en la boquilla. La relación puede seleccionarse de manera que la longitud del orificio sea mucho menor que el diámetro del orificio ( $T \ll D$ ). Cuando el dispersador está en uso las gotas se dispersan a través del dispersador y crean un cono de gotas en el flujo de proceso. El tamaño de las gotas que se crean depende de la diferencia de presión justo en la salida de la boquilla y la presión en el compartimento. Si la longitud del orificio (T) es mayor, entonces será difícil crear la condición de presión deseada en ese punto.

25 Para una longitud de boquilla de pequeño tamaño (T) el diámetro (D) será pequeño y ocurrirá una limitación de la fabricación. Una forma favorable para hacer tal boquilla es usar por ejemplo ataque químico, perforación con láser o micro-perforación en una placa fina que después se suelda orbitalmente mediante láser o por haz de electrones sobre un tubo. Una boquilla puede producir gotas y el tamaño de gota dependerá del flujo y del diámetro de boquilla seleccionado. Para aumentar el flujo a través de una boquilla es posible crear un orificio más grande o hacer más orificios a través de la boquilla. Usando muchos orificios pequeños en lugar de un orificio grande es posible entonces crear pequeñas gotas. Para asegurar que se tiene la misma condición de presión en cada orificio es favorable disponer los orificios asimétricamente respecto al eje principal del tubo en el que la boquilla está soldada orbitalmente. Puede haber varias filas de orificios localizadas en círculos concéntricos. El tamaño de orificio podría elegirse de acuerdo con las velocidades de flujo para el radio del círculo concéntrico o la viscosidad de los fluidos que pasan por fuera de los orificios. La pulverización de materiales fuera de la boquilla podría ser continua, en un modo pulsátil, o pulverizarse en intervalos especialmente adaptados a la aplicación o los procesos del módulo de flujo multipropósito.

40 Puede conectarse una bomba para suministrar y presurizar el fluido a la boquilla. El fluido se pulverizará fuera de la boquilla de una manera con forma de cono. La bomba podría bombear continuamente fluidos a la boquilla o alimentar la boquilla en modo pulsátil. Los pulsos pueden generarse, por ejemplo, mediante control del ciclo de trabajo de la bomba o mediante una válvula en la línea de alimentación de la boquilla. La bomba está controlada adecuadamente para mantener un nivel de presión dado. Si la boquilla se alimenta en un modo pulsátil entonces podría ser importante que el volumen entre la boquilla y la válvula pulsátil no cambie con la presión. El ciclo de trabajo útil de la válvula, es decir, el tiempo de apertura, es menor que o igual al 100 % del periodo de tiempo total y es distinto del 0 %, puede controlarse para dar un caudal dado, como puede verse a continuación.



50 La boquilla puede funcionar en modo pulsado o no pulsado, y esto se usa para crear pulverizaciones de fluido a un caudal promedio dado. El tamaño de boquilla se selecciona para dar un caudal suficiente a una presión disponible al nivel de presión que pueda ajustarse a un cierto tamaño de gota. Esto significa que el tamaño de gota podría ajustarse cambiando la presión de la bomba a un caudal constante. La velocidad de la bomba puede controlarse para dar un caudal ajustado a través de una válvula abierta, es decir, un módulo no pulsado.

Las superficies planas de la placa de canal preferentemente se disponen en filas paralelas perpendiculares al canal, y las superficies planas de filas soportarán placas de barrera o placas auxiliares en ambos lados de la placa de canal. La placa de barrera puede ser una placa separada o integrada ya sea con la placa de canal o integrada con la placa auxiliar. Una o dos placas de intercambiador de calor podrían conectarse a la placa de canal y la placa de intercambiador de calor podría ser un miembro de transferencia de calor no fluido o un elemento de Peltier.

Las placas de barrera podrían estar cobre-soldadas a la placa de canal proporcionando una disposición de tipo sándwich, o puede ser la placa de canal a cobre-soldar a la placa auxiliar de acuerdo con otra alternativa. Las placas de barrera podrían disponerse por cualquier método adecuado a la placa de canal o la placa auxiliar. Como se ha mencionado anteriormente, la placa de canal puede tener una o dos placas de barrera dispuestas en uno o a ambos lados planos de la placa de canal, placas de barrera que están sellando el canal de proceso. Las placas de barrera podrían sellarse con juntas a la placa de canal como se ha mencionado anteriormente. Las paredes de las placas de barrera pueden ser de un material conductor del calor, que hace posible permitir que un fluido de enfriamiento o calentamiento pase fuera del canal. Una o más placas de barrera pueden ser de un material aislante para aplicaciones de las placas de canal en las que son necesarios requisitos de temperatura especiales. El material de las placas de barrera puede consistir alternativamente en una membrana de un tamaño de poro adecuado para permitir que un producto o productos formados pasen la membrana o para que los fluidos de proceso o material adicional que se va a añadir a través de la membrana en el canal de la placa de canal. Una placa de barrera puede ser también de un material de filtro. Podrían ser posibles también combinaciones de placas de barrera de diferentes materiales. De acuerdo con una alternativa, al menos una de las placas de barrera puede contener un material conductor del calor sólido, un aislante o un material de membrana. De acuerdo con una alternativa, dos placas de canal pueden estar colocadas en ambos lados de una membrana. De esta manera, una placa de canal transportará productos y la otra placa de canal el flujo de proceso. Las características importantes de la placa de canal y el equipo que rodea la placa de canal son flexibilidad y fácil acceso. Por lo tanto, la placa de canal puede adaptarse para posibilitar diferentes operaciones tales como por ejemplo filtración, separaciones por membrana, mezclas, etc. La placa de canal puede estar revestida con uno o más catalizadores o tener un diseño que posibilite la mezcla o cree un flujo pistón.

La placa de canal puede fabricarse como una pieza de acuerdo con una alternativa, en la que las filas de unidades están integradas en la placa. El tamaño o forma de la placa de canal podría ser de cualquier diseño adecuado que forme un canal de flujo en un módulo de flujo o un reactor. El material de la placa de canal puede ser de acero inoxidable, aleaciones basadas en hierro, aleaciones basadas en níquel, titanio, aleaciones de titanio, tantalio, aleaciones de tantalio, aleaciones basadas en molibdeno, zirconio, aleaciones de zirconio, vidrio, cuarzo, grafito, grafito reforzado, Hastelloy, o cualquier otro material resistente al medio proceso. Otro material adecuado para la placa de canal son materiales especiales tales como los materiales de plástico tal como PEEK (polieteretercetona), PPS (sulfuro de polifenileno), PTFE (politetrafluoroetileno), perfluoroelastómeros o fluoroelastómeros, PP (polipropileno), etc. o combinaciones de los mismos.

De acuerdo con una alternativa, la placa de canal puede formarse dividiendo la placa en su plano medio, de manera que la estructura compleja del canal podría simplificarse y fabricarse más fácilmente. Por tanto, la placa de canal podría dividirse en dos partes, consistiendo las partes en miembros con forma cuadrada que tienen rebajes cuadrados y un canal que forma los cortes en la superficie. Las dos partes se complementarán entre sí y se pondrán juntas y formarán el canal. Entre las dos partes puede haber una junta que sella el canal de la placa de canal de dos partes.

La invención se refiere adicionalmente a otra placa de canal alternativa, que está comprendida por dos láminas formadas o dos placas prensadas y una placa de reactor o placa de flujo, placa que tiene juntas en cada lado plano en el que están montadas las dos láminas formadas o las dos placas prensadas.

El canal de la placa de canal puede comprender varias filas de unidades que forman una trayectoria serpenteante en la disposición de unidades. De esta manera, se desarrolla una dirección de flujo tridimensional del flujo de fluido en el canal de cada placa de canal. Los fluidos que pasan por el canal "tridimensional" pueden ser líquidos puros, mezclas de líquidos, líquidos inmiscibles, líquidos con partículas o líquidos con gas disuelto o libre.

Las placas auxiliares de acuerdo con la invención pueden tener un compartimento para la placa de canal y también un compartimento para la pieza de inserción generadora de turbulencia o para la placa generadora de turbulencia o para los fluidos del intercambiador de calor. La placa auxiliar o la placa del intercambiador de calor es la parte del intercambiador de calor de una sección de flujo que podría comprender al menos una placa auxiliar y una placa de canal. La placa de canal puede insertarse en el compartimento de la placa auxiliar de acuerdo con una alternativa. De acuerdo con otra alternativa puede haber una placa de canal insertada entre dos placas auxiliares. La placa de canal podría estar dispuesta dentro de un espacio creado por dos compartimentos complementarios de las dos placas auxiliares. El compartimento de la placa auxiliar podría rodear toda la placa de canal o solo una parte de la placa de canal, dejando libres todos los puertos de inyección y puertos. El compartimento de la placa auxiliar es un espacio que podría ser un cuadrado alargado en el que la placa de canal podría colocarse o podría integrarse. La pieza de inserción generadora de turbulencia o la placa generadora de turbulencia de la placa auxiliar puede tener alas o aletas fijadas. La pieza de inserción generadora de turbulencia puede ser también una espuma metálica. Las

entradas o salidas de las placas auxiliares y/o de las placas de canal pueden tener elementos térmicos insertados. La placa auxiliar puede ser una placa de intercambiador de calor seccionada tal como la desvelada por el documento WO 2008/076039.

5 El sistema de sujeción de acuerdo con la invención está conectado al módulo de flujo para controlar las fuerzas aplicadas al módulo de flujo y, de esta manera, también la presión en el módulo. Tales sistemas de sujeción pueden encontrarse en el documento WO 2008/066447 o en el documento SE 0801181-9. El sistema de sujeción puede comprender dos placas terminales, resortes de disco y barras de tensión. Las pilas de resortes de disco pueden disponerse en una primera red de resortes en una de las dos placas terminales y los resortes de disco pueden  
10 soportarse sobre esta primera placa terminal. Entre las dos placas terminales puede haber una o más secciones de flujo que están situadas, en la placa terminal opuesta, la segunda placa terminal puede tener pilas adicionales de discos de resorte colocados como una segunda red de resortes. Las redes de resortes de disco pueden colocarse también entre secciones de flujo. Las barras de tensión pueden conectar las dos placas terminales para distribuir las fuerzas de tensión a las pilas de resortes de disco cuando el sistema de sujeción está en una posición cerrada.

15 Para sellar el módulo de flujo o el reactor apropiadamente, las fuerzas de sujeción tienen que estar dentro de un intervalo apropiado. La disposición de resorte, es decir, una red de pilas de resorte está distribuyendo la fuerza del resorte en un apilamiento de placas de un módulo de flujo tal como un reactor de placas. El módulo de flujo incluye una o más capas de placas apiladas juntas. La fuerza de resorte  $F$  es una función de la longitud del resorte  $L$ . La longitud del resorte variará dentro del intervalo de  $L_{\text{máx}}$  a  $L_{\text{mín}}$ , donde  $L_{\text{máx}}$  está definido como la longitud libre a resorte descargado, y  $L_{\text{mín}}$  está definido como la longitud de resorte a la compresión máxima. La fuerza máxima  $F_{\text{máx}}$  está definida como una fuerza de resorte a la compresión máxima del resorte y la fuerza de resorte, por lo tanto, variará entre 0 y  $F_{\text{máx}}$ . La fuerza de resorte  $F_x$  que corresponde a  $L_x$  tiene que ser mayor que la fuerza  $F_1$  para asegurar que no ocurran fugas, pero la fuerza de resorte no será mayor que la fuerza  $F_2$  para no poner en riesgo las deformaciones permanentes.  $F_1$  y  $F_2$  corresponden a las longitudes de resorte  $L_1$  y  $L_2$  respectivamente y  $L_1 < L_x < L_2$ .  
20 Usando resortes o pilas de resortes, con una curva de fuerza de compresión adecuada, puede conseguirse un intervalo de trabajo suficiente de  $L_2$  a  $L_1$ . El intervalo de  $L_2$  a  $L_1$  debe ser mayor que otras discrepancias geométricas respecto a fabricación, montaje y funcionamiento. Tales discrepancias, por ejemplo, pueden ser tolerancias de fabricación sobre planicidad y espesor o deformaciones que se originan a partir de las fuerzas durante el montaje o cambios dimensionales debido a la expansión térmica o la deformación permanente del material durante el funcionamiento.

El módulo de flujo de acuerdo con la invención puede comprender dispositivos de liberación de presión, dispositivos de liberación de presión que pueden conectarse a cualquier número de puertos, puertos de inyección o a una entrada de canal de flujo, a una salida de canal de flujo o conexiones entre las secciones de flujo. Los dispositivos de liberación de presión pueden ser pasivos o activos. Un dispositivo de liberación de presión pasivo puede ser un papel explosivo, aunque puede usarse cualquier dispositivo de liberación de presión pasivo adecuado. Un dispositivo de liberación de presión activo puede ser cualquier número de unidades de inyección para inactivar materiales o sustancias, que puede activarse tras una orden de un ordenador, equipado con un programa de supervisión y control. Otro dispositivo de liberación de presión activo puede ser un dispositivo de regulación de flujo de fluidos del intercambiador de calor, que también puede activarse tras una orden de un ordenador equipado con un programa de supervisión y control. Otro dispositivo de liberación de presión activo puede ser un dispositivo de regulación de flujo para materiales de proceso o para materiales añadidos, que también puede activarse tras una orden de un ordenador equipado con un programa de supervisión y control.

45 El material o los materiales de las diferentes partes del módulo de flujo pueden seleccionarse entre acero inoxidable, aleaciones basadas en hierro, aleaciones basadas en níquel, titanio, aleaciones de titanio, tantalio, aleaciones de tantalio, aleaciones basadas en molibdeno, zirconio, aleaciones de zirconio, Hastelloy, vidrio, cuarzo, grafito, grafito reforzado, PEEK, PP, PTFE, etc., o combinaciones de los mismos.

50 A continuación la invención se explicará mediante el uso de las Figuras 1 a 25. Las figuras tienen como fin demostrar la invención y no pretenden limitar su alcance.

### Breve descripción de los dibujos

55 La Figura 1 muestra filas de unidades de acuerdo con la invención.  
La Figura 2 muestra una placa de canal de acuerdo con la presente invención.  
La Figura 3 muestra una placa de canal de la Figura 2 que tiene un área de corte que muestra el canal y los puertos de acuerdo con la invención.  
60 La Figura 4 muestra una sección transversal de la placa de canal de acuerdo con la presente invención.  
La Figura 5 muestra una parte de la placa de canal que tiene cajas giratorias al final y al comienzo de cada fila de unidades.  
La Figura 6 muestra una sección transversal y una vista lateral de una placa de canal de acuerdo con la invención.  
65 La Figura 7 muestra una placa de canal alternativa que no está de acuerdo con la invención.  
La Figura 8 muestra el canal de la placa de canal montada de la Figura 7.

- La Figura 9 muestra otra placa de canal alternativa de la presente invención que no está de acuerdo con la invención.
- La Figura 10 muestra la placa de canal montada de la Figura 9.
- La Figura 11 muestra otra versión de la placa de canal que no está de acuerdo con la invención.
- 5 La Figura 12 muestra una placa de canal montada de la Figura 11.
- La Figura 13 muestra una placa de canal insertada entre dos placas auxiliares.
- La Figura 14 muestra cómo la placa de canal está dispuesta entre dos placas auxiliares de acuerdo con una alternativa de la invención.
- La Figura 15 muestra una placa auxiliar y cómo un generador de turbulencia está dispuesto en la placa auxiliar.
- 10 La Figura 16 muestra un módulo de flujo montado de acuerdo con una alternativa de la invención.
- La Figura 17 muestra un módulo de flujo montado de la invención que tiene un marco, que comprende dos barras de tensión y dos placas terminales, marco que está sosteniendo las placas de canal y las placas auxiliares en su sitio con ayuda de cilindros hidráulicos.
- La Figura 18 muestra un módulo de flujo montado de acuerdo con otra alternativa de la invención en el que ambas placas terminales están dispuestas con redes de resortes.
- 15 La Figura 19 muestra un módulo de flujo montado que tiene una línea de sección B-B.
- La Figura 20 muestra una sección B-B y cómo la sección de flujo está ajustada en su posición.
- La Figura 21 muestra la sección B-B con una sección de flujo dispuesta entre dos barras de tensión.
- La Figura 22 muestra tres ejemplos de superficies formadoras de canal de acuerdo con la invención.
- 20 La Figura 23 es un gráfico que muestra las Distribuciones del Tiempo de Residencia (RTD) del Ejemplo 1.
- La Figura 24 es un gráfico que muestra las distribuciones de tamaño de gota del Ejemplo 2.
- La Figura 25 es un gráfico que muestra el perfil de temperatura de una sección de flujo individual del Ejemplo 3.

**Descripción detallada de los dibujos**

25 La Figura 1 muestra unas cuantas filas de unidades 1 de acuerdo con la invención. La unidades 1 tienen una parte que es plana 2 y una parte que es curva 3, cada unidad 1 está separada de la siguiente unidad 1 por paredes 4. Todas las unidades 1 de la placa de canal constituyen juntas una unidad, es decir, la placa de canal del mismo material sin juntas entre las unidades 1, las paredes 4 o las filas. Las superficies planas de las unidades 1 están

30 alineadas en una disposición que forma filas en la placa de canal. Las filas alineadas de las superficies planas 2 formarán un soporte, por ejemplo para una junta. Opuesto al lado más plano de la unidad 1 está el lado curvo. De esta manera, la disposición de filas de unidades 1 formará un diseño de filas más planas adyacentes a las filas curvas, en el que cada unidad está separada de la siguiente por paredes 4. La Figura 2 muestra las filas de la unidades de la placa de canal 5, alineadas para formar un diseño paralelo simétrico donde las filas de las superficies planas 2 en la dirección Y tienen filas vecinas de superficies curvas 3 también en la dirección Y. Las unidades están formando un canal en la dirección X entre las superficies curvas 3 y las placas de barrera o placas auxiliares que no se ve en la Figura 2. La paredes 4 están dividiendo el canal o la placa de canal 5 en varias secciones de manera que el canal discurrirá de un lado al siguiente a lo largo de la placa de canal 5 y, de esta manera, formará un canal largo con varias zonas de mezcla en varias filas de canal. La Figura 3 muestra la placa de canal 5 que tiene una sección recortada. La sección está recortada con el fin de ilustrar el canal 6 y cómo los puertos 7 se comunican con el canal 6. La Figura 3 así como la Figura 2 muestran cajas giratorias 8 que se muestran en uno de los lados de la placa de canal 5. Si la placa de canal gira, las cajas giratorias aparecerán en el lado opuesto de la placa de canal y, de esta manera, las cajas giratorias 8 se verán en el lado donde están dispuestos los puertos 7 para comunicarse con el canal 6, que se ilustra en la sección recortada mencionada anteriormente. De esta manera, las cajas giratorias 8

45 están alineadas en la dirección Y en ambos lados de la placa de canal. El espacio formado por las cajas giratorias 8 se define como el espacio entre dos filas de unidades 1 y un lado interno 8a de la placa de canal junto con un obstáculo curvo de la unidad giratoria 8c, la Figura 4, obstáculo que es parte de la parte curva 3 de las unidades 1. La pared 8b es una extensión de las paredes 4 y divide parcialmente la caja giratoria 8 en dos compartimentos que están en comunicación. En la caja giratoria 8 la pared 8b tendrá un tamaño reducido en comparación con la pared 4, de manera que el canal 6 podrá girar de una fila del canal a la siguiente fila del canal. La disposición de paredes y unidades de las cajas giratorias forzarán el flujo en el canal 6 a una mezcla potenciada. La entrada del canal 9 se ve en la Figura 3 esta entrada está destinada para el flujo de fluidos de proceso. La entrada del canal 9 está combinada con el puerto de inyección 10 para formar una parte de canal recta 11 para mezclar o combinar el flujo de proceso con reactivos inyectados u otros fluidos inyectados, fluidos que se inyectan a través del puerto de inyección 10 a través de una boquilla de inyección o un dispersador de entrada no mostrado en la Figura 3.

55

La Figura 4 muestra una sección transversal de la placa de canal de acuerdo con la presente invención, esta figura muestra que las cajas giratorias 8 están dispuestas en ambos lados de la placa de canal. La figura muestra también puertos 7 que van hacia el canal 6, véase también la Figura 3, o en el espacio dentro de la caja giratoria 8. En la Figura 4 se muestra que en las cajas giratorias 8 la unidad giratoria 8c tiene una sección transversal diferente que las unidades de las filas. La sección transversal de unidad giratoria 8c en esta figura tiene una circunferencia que es tres cuartos de un círculo con una parte plana de la sección transversal que puede definirse como una sección P. Son posibles otros tipos de las secciones transversales de la unidad giratoria 8c siempre y cuando el canal 6 gire de una fila de canal a otra en la caja giratoria. En los puertos 7 puede insertarse cualquier tipo de equipo, de manera que las entradas para reactivos adicionales, entradas para fluidos adicionales, salidas para fluidos de proceso a ensayar, salidas para productos intermedios a alimentar al canal en una etapa posterior o a recircular o aislar,

60

65

salidas para muestras de ensayo, boquillas de inyección dispersadores de entrada, dispositivos de seguridad para liberar hacia una presión instantánea o controlada, unidades detectoras tales como espectro-fotómetros, detectores ópticos, detectores de infrarrojo cercano, tecnología NIR, termopares, termómetros de resistencia, etc.

5 La Figura 5 muestra una parte de una placa de canal que tiene cajas giratorias 8 en el extremo y al final y al principio de cada fila de unidades. Las cajas giratorias 8 tienen dos compartimentos 12, donde el canal gira de una fila de unidades a otra. En las Figuras 2 a 5 es evidente que las unidades están formando una pieza constituida por varias unidades que forman varias filas y que las filas de unidades están integradas en la placa. En estas figuras, las unidades no están separadas, sino que están unidas por condensación o la placa de canal está mecanizada, colada o moldeada o cortada o cortada por láser o mecanizada por descarga eléctrica (EDM), o erosionada por chispa a partir de una pieza de material.

15 La Figura 6 muestra una vista en sección transversal y lateral de una placa de canal 5 de acuerdo con la invención. La figura muestra la entrada 9 y la salida 13 y entre la entrada y la salida discurre un canal de flujo 6 en la dirección X. El canal discurre hacia arriba y hacia abajo a través de cada unidad a través de cada fila del canal 14, filas 14 que están en la dirección X en esta figura, la figura muestra también que el canal contiene varias filas de unidades apiladas en la dirección Y sin ninguna junta entre las unidades. La figura muestra también paredes 4 entre las unidades. En la vista lateral pueden verse puertos 7, la vista lateral muestra que una placa de canal puede tener varios puertos 7. En la vista lateral puede haber también una entrada 9, un puerto de inyección 10 y puede verse una salida 13. Una placa de canal de acuerdo con la invención puede tener puertos a cualquiera o ambos lados donde están dispuestas las cajas giratorias, cada fila puede tener un puerto 7 en cada lado de la placa de canal.

25 La Figura 7 muestra una parte alternativa de una placa de canal 5, en la que la placa comprende dos láminas formadas 15 o dos placas prensadas 15 y un marco 16 que tiene paredes 4 que separan el canal formado 6 de la canal formada adyacente 6. Las placas 15 están colocadas en direcciones opuestas en ambos lados del marco 16, formando de esta manera el canal 6, canal que discurre entre las placas 15 y las paredes 4 en el marco 16. Dos juntas 17 en ambos lados del marco 16 están sellando la placa de canal. En la Figura 7 puede verse la entrada 9 para fluidos de proceso, pero la salida no se muestra en la figura. La Figura 8 muestra un canal 6 de la placa de canal montada 5 de la Figura 7, el canal discurre a lo largo de las placas prensadas y está separado por paredes 4 que no se ven en la figura, la figura muestra cómo la entrada 9 está en comunicación con el canal 6 pero la salida del canal no puede verse en esta figura. La figura no muestra el puerto de inyección 10 pero, por supuesto, esta placa de canal puede estar equipada con un puerto de inyección 10 así como con puertos 7. El canal gira en las cajas giratorias 8 pero esto no se muestra en esta figura.

35 La Figura 9 muestra otra parte alternativa de la placa de canal 5. De acuerdo con esta alternativa, la placa de canal está dividida en un plano medio en dos mitades 18 y 19. La mitad 18 se ajusta en la mitad 19 que forma el canal 6 cuando se monta. Una junta 17 está sellando las dos mitades de la placa de canal de acuerdo con esta versión de la invención y forma el canal 6 entre las mitades y las paredes 4. Puede verse un puerto de entrada 9 para fluidos de proceso en la figura y una salida 13 que permite salir los productos del canal 6 de la placa de canal. La cajas giratorias 8 giran el canal 6 de una fila a la siguiente. En la Figura 10 hay dos mitades 18 y 19 de la placa de canal 5 montada y el canal 6 está formado entre las dos mitades 18 y 19. La Figura 11 muestra otra versión más de parte de la placa de canal 5 que está dividida en el plano medio. De acuerdo con esta versión, dos placas de barrera 20 están integradas con las mitades 18 y 19. Una junta 17 está sellando el canal formado de la placa de canal. La Figura 12 muestra cómo el canal 6 está sellado en el exterior de las placas de barrera 20.

45 La Figura 13 muestra la placa de canal 5 insertada entre dos placas auxiliares 21. De acuerdo con esta alternativa, dos placas de barrera 20 están sellando el canal de proceso 6 desde los canales auxiliares 22 de las placas auxiliares 21. Dentro de los canales auxiliares 22 hay fluidos del intercambiador de calor que transfieren el calor o el frío hacia y desde los fluidos de proceso en el canal de proceso 6. Esta figura muestra una forma alternativa de una unidad de caja giratoria 8c, que tiene una sección transversal de tres cuartos de círculo formando una sección P. La figura muestra cómo la pieza de inserción generadora de turbulencia 23 de la placa auxiliar está soportando el lado plano de una unidad de placa de canal 5. De esta manera, la placa auxiliar 21 comprende los canales de flujo auxiliar 22, la pieza de inserción generadora de turbulencia 23, la placa de barrera 20, la placa auxiliar puede comprender también otros componentes no mencionados aquí. Los puertos 7 están en comunicación con el canal de proceso 6 y los puertos podrían estar equipados con diferentes detectores, boquillas, etc. Las juntas tóricas pueden estar sellando la placa de canal contra las placas de barrera 20, las juntas tóricas pueden colocarse en el surco 24 en ambos lados de la placa de canal 5. En el espacio 25, entre el marco 32 y la pieza de inserción generadora de turbulencia 23, las juntas tóricas sellan la placa auxiliar 21 contra las placas de barrera 20. La salida 26a o la entrada 26b (es decir, 26 a+b), que no se ve en la figura, para los fluidos del intercambiador de calor, están colocadas en el exterior de las placas auxiliares 21. Un puerto 27 para termopares o termómetros de resistencia está en la posición en la entrada o la salida para flujo auxiliar, de manera que podría supervisarse la temperatura.

65 La Figura 14 muestra cómo la placa de canal 5 está dispuesta entre dos placas auxiliares 21. La placa de canal 5 se ajusta en los compartimentos 28 en las placas auxiliares 21. Las placas de barrera 20 y los marcos 29 forman compartimentos 28. La placa de canal 5 está ajustada en los compartimentos 28 y la junta 17 está sellando el canal de proceso contra la placa de barrera integrada de los compartimentos 28. Las juntas 17 tienen áreas rebajadas

correspondientes a las superficies planas 2 de la placa de canal 5 y, de esta manera, están sellando el canal 6 de la placa de canal 5 contra las placas de barrera 20, de manera que el medio en el canal 6 no está en contacto con las juntas 17 en la cara plana o tienen un contacto pequeño o minimizado con cualquier borde de la junta 17, cuando las placas están montadas. La Figura 14 muestra también las tuberías de conexión 30. Las tuberías de conexión 30 conectan las placas auxiliares 21 entre sí para que los fluidos de intercambio de calor o de frío puedan transportarse entre las placas auxiliares 21.

La figura 15 muestra una placa auxiliar 21 de acuerdo con la invención y cómo una placa generadora de turbulencia 31 está dispuesta en la placa auxiliar 21. En la Figura 15 la placa generadora de turbulencia 31 está equipada en la placa del marco 32 y sellada con una junta tórica, que no se ve en la figura. La placa generadora de turbulencia 31 podría también estar ajustada o equipada en un compartimento formado por una placa de marco integrada y una placa de barrera en la placa auxiliar, aunque esto no se ve en la figura. La parte de un generador de turbulencia de la placa generadora de turbulencia 31 tiene un diseño en forma de filas 33 correspondiente a las filas planas de la placa de canal, las filas planas de la placa de canal no se muestra en la Figura 15. Las filas 33 tienen aletas 34 para potenciar la turbulencia en el flujo de los fluidos del intercambiador de calor y, de esta manera, la transferencia de calor. Las aletas 34 está diseñadas también para corresponder al diseño de la placa de canal y las aletas 34 dan soporte extra a las paredes 4 de la placa de canal 5 así como turbulencia extra en el flujo de intercambiador de calor. Es importante que la placa de canal esté soportada para proporcionar una buena presión de contacto en las juntas, especialmente cuando el módulo de flujo trabaja a alta presión. Un compartimento para una placa de canal, placa de canal que no se ve en la figura, se forma mediante una placa de barrera 20 que está montada en un marco 29 cuando la placa auxiliar está montada. La placa de barrera 35 es una placa de barrera integrada que tiene canales de entrada 36 y canales de salida 37 de los fluidos del intercambiador de calor. El canal de entrada 36 y el canal de salida 37 pueden cambiar de sitio dependiendo de la dirección de flujo de los fluidos del intercambiador de calor. La entrada 38 está en comunicación con el canal de entrada 36, la entrada 38 podría estar en una salida cuando el flujo auxiliar se cambia. Los orificios del puerto 39 en las placas son para el transporte de fluidos de intercambiador de calor entre las placas. Las tuberías de comunicación 40 están equipadas con un sello en los orificios del puerto 39 para un transporte seguro de los fluidos.

La figura 16 muestra secciones de flujo montadas 41, en un módulo de flujo de acuerdo con la invención. Las secciones de flujo 41 están dispuestas en un marco de módulo 42. Las secciones de flujo 41 están montadas entre dos barras de tensión 43. Dependiendo del tamaño, peso y presión de operación el módulo de flujo podría ensamblarse de forma diferente, por ejemplo, en algunas aplicaciones podría ser suficiente un pequeño módulo de flujo no mostrado en la figura, que no es necesariamente un marco de módulo 42, en lugar de barras de tensión en solitario, si el marco es redundante entonces las barras de tensión tienen que atornillarse entre sí, y hay necesidad de más barras de tensión que las mostradas en esta figura.

La Figura 17 muestra otra alternativa de la invención en la que el marco de módulo 42 está manteniendo secciones de flujo 41 en su sitio, no mostrado en detalle en esta figura. En esta figura las secciones de flujo 41 se mantienen en su sitio mediante la fuerza de una red de resortes 44 y una placa terminal 45. De acuerdo con esta alternativa de la invención la placa de distribución 46 y las placas de presión 47 se colocan entre dos placas terminales. Se colocan dos bloques de distancia 48 entre o se retiran de la placa terminal 45 y la placa de distribución 46 con ayuda de cilindros hidráulicos 49. Los bloques de distancia 48 están en una posición cerrada, es decir, colocados entre las placas en esta figura. Las redes de resortes 44 están dispuestas entre una placa de distribución 46 y una placa terminal 45 en esta figura, pero las redes de resorte podrían estar dispuestas en ambos lados de las secciones de flujo 41. Las fuerzas de los cilindros hidráulicos 49 podrían liberarse, de manera que las secciones de flujo 41 se mantienen en su sitio sin ayuda de los cilindros hidráulicos 49. La fuerza en las secciones de flujo 41 pueden medirse midiendo la distancia entre una placa terminal 45 y cómo de lejos han llegado los pistones lejanos 50 fuera de la placa terminal 45. Las dos placas terminales 45 están situadas de manera que puede introducirse el número pretendido de secciones de flujo 41 entre ellas cuando están en una posición abierta. La distancia entre las dos placas terminales puede ajustarse eligiendo el número de manguitos 51 y apretando las tuercas 52 en cada barra de tensión 43.

La Figura 18 muestra un módulo de flujo montado de acuerdo con otra alternativa de la invención en el que cada una de las dos placas terminales 45 está dispuesta con redes de resortes 44. En esta figura no se muestran las herramientas hidráulicas tales como cilindros hidráulicos o accionadores hidráulicos. En algunas aplicaciones las herramientas hidráulicas pueden retirarse. En las barras de tensión 43 se mantienen las secciones de flujo 41 en su sitio en posición horizontal cuando el módulo de flujo está fijado. La Figura 18 también muestra cómo las placas de canal 5 están dispuestas en las secciones de flujo 41, en esta vista pueden verse orificios puerto 7 en las placas de canal 5. Las secciones de flujo 41 se mantienen también en su posición mediante medios de mantenimiento 53 que están colgando de una viga del marco 42. La Figura 18 muestra la instrumentación del puerto 54 con transductores de presión como un ejemplo.

La Figura 19 muestran la línea de la sección B-B en el módulo de flujo montado con el marco 42 y una sección de flujo 41. Esta figura muestra también dos placas de presión 47. Las Figuras 20 y 21 son dos vistas de la sección B-B que muestran cómo la sección de flujo 41 se pone en su posición en el marco 42. La Figura 20 muestra cómo la sección de flujo 41 se ajusta en la barra de tensión inferior 43. La figura muestra también que la parte delantera

superior de la sección de flujo 41 puede pasar la barra de tensión superior 43 y ajustarse en su sitio entre las dos barras de tensión 43. Los medios 53 para montar la sección de flujo 41 en una posición colgante se disponen desde la viga del marco 42, y en esta figura son los medios de montaje 53 en forma de ganchos, pero puede aplicarse cualquier medio adecuado y pueden moverse fácilmente mediante el dispositivo de rodillo 54. La Figura 21 muestra la sección de flujo 41 en la posición colgante entre dos barras de tensión 43 mediante medios de colgado 53. De esta manera, se forma un hueco 55 entre la sección de flujo 41 y la barra de tensión inferior 43, mediante esta disposición la barra de tensión 43 no está muy cargada con el paquete de las secciones de flujo 41 y solo las fuerzas creadas atornillando juntos los módulos se forzarán sobre las barras de tensión 43, puesto que el peso del paquete de secciones de flujo 41 etc. estará sobre la viga del marco 42. De esta manera, las barras de tensión 43 mantienen el paquete de las secciones de flujo en su sitio lateralmente.

La Figura 22 muestra tres ejemplos de filas de unidades que forman el canal de proceso 6. Las unidades tienen superficies planas 2 que giran hacia las placas de barrera 20 o las placas auxiliares 21. Las dos placas de canal pueden estar separadas por una membrana o un filtro en lugar de por placas de barra 20 o placas auxiliares 21, aunque esto no se muestra en la figura, las superficies planas 2 se giran hacia la membrana o hacia el filtro, en el caso de una membrana o un filtro. Los ejemplos de la Figura 22 ilustran cómo las superficies formadoras de canal 3 están formando el canal 6 entre las placas de barrera 20 o las placas auxiliares 21. En esta figura las superficies formadoras de canal 3 están representadas por superficies convexas curvas en la alternativa A, superficies trapezoidales en la alternativa B y superficies triangulares en la alternativa C.

De acuerdo con la invención, todas las superficies formadoras de canal adecuadas están incluidas siempre y cuando el canal de proceso 6 reciba las propiedades necesarias.

A continuación la invención se ilustrará mediante el uso de los Ejemplos 1 a 3. El fin de los Ejemplos es ilustrar el rendimiento del módulo de flujo multipropósito de la invención y no pretenden limitar el alcance de la invención.

Ejemplo 1: Distribuciones del tiempo de residencia (RTD)

Las RTD proporcionan información sobre las características de mezcla axial macroscópica de un reactor. La interpretación de la RTD mediante el uso de un modelo de dispersión posibilita una evaluación para hacer una aproximación a o derivación del flujo pistón. En este ejemplo las RTD se miden mediante una técnica de estímulo-respuesta. Se colocan sondas ópticas en la entrada y la salida del lado del proceso de una placa de flujo de la invención y se inyecta un pulso de colorante aguas arriba de la sonda de entrada.

La Figura 23 muestra que para cada caudal seleccionado del intervalo a estudiar (10-100 l/h), se mide el cambio en la absorción con el tiempo, dando como resultado normalmente cientos o miles de datos puntuales que se recogen durante unos pocos segundos o unos pocos minutos de cada sonda. Estos datos pueden promediarse en bloque. La RTD se determina después a partir de las respuestas de entrada y salida por desconvolución de la siguiente ecuación: Respuesta de salida = (distribución de edad de salida) x (respuesta de entrada). Ajustando un módulo de dispersión axial a las RTD medidas a los caudales seleccionados, es posible calcular el número de Peclet (Pe) para cada caudal que está definido por

$$Pe = \frac{uL}{D_a}$$

donde u es la velocidad de flujo lineal promedio, L es la longitud del canal de flujo y  $D_a$  es el coeficiente de dispersión axial. Para un flujo pistón ideal,  $Pe \rightarrow \infty$  y para un flujo de mezcla completa ideal  $Pe \rightarrow 0$ . Esto significa que desde un punto de vista técnico  $Pe \gg 1$  para flujo pistón y  $Pe \ll 1$  para un flujo de mezcla completa.

Las condiciones para una placa de flujo de la invención eran:

Las dimensiones del canal de flujo de la placa del reactor eran: sección transversal 3,0 mm x 16 mm como promedio, longitud de canal de flujo aproximadamente 6 m.

Caudal = 53 l/h; Volumen de colorante inyectado = 1,0 ml; Concentración de colorante inyectado = 0,26 g de nigrosina/l.

Los resultados de las mediciones se resumen en la Figura 23, que muestra la RTD recogida para una placa de flujo. No hay cortocircuitos ni regiones obstruidas, de manera que se creó un flujo pistón en el canal de flujo ensayado. La Figura 23 muestra también que la forma de la distribución de colorantes es esencialmente la misma en la sonda de entrada que en la sonda de salida, lo que indica que el flujo en el canal de flujo puede considerarse un flujo pistón, lo que también se confirma, mediante el número de Peclet. El número de Peclet calculado a partir de estos daos es de 800.

Ejemplo 2: Boquillas

Se ensayaron diversas boquillas de inyección o dispersión en una placa de reactor. La boquilla funcionaba a diferentes presiones y caudales y se inyectó iso-dodecano en agua para formar la dispersión "de aceite en agua". Las presiones de inyección fueron de 2, 4, 6 y 8 bar, respectivamente, con una presión que aumentaba aumentando el caudal a través de la boquilla, de manera que la relación dodecano/agua es diferente en cada ensayo. Se evaluaron las distribuciones de tamaño de gota y los resultados seleccionados se resumen en la Figura 24 para una boquilla con 10 orificios de 140 micrómetros.

Tabla 1: Condiciones de ensayo y  $d_{32}$  calculado  
Flujo principal a 50 l/h

$Q_{tot}$ [kg/h]	$Q_{tot}$ [l/h]	Presión [bar]	Presión Medida [bar]	$d_{32}$ [ $\mu$ m]
11,32	15,03	2,00	2,01	21.949
15,81	20,99	4,00	4,02	18.720
19,07	25,34	6,00	6,03	14.694
23,58	31,32	8,00	8,00	16.899

Una caída de presión mayor disminuye el tamaño de las gotas producidas por la boquilla. Las velocidades de transferencia de masa, en una reacción química, son fuertemente dependientes del área de la superficie interfacial entre los dos medios y, por lo tanto, un menor tamaño de gota soporta velocidades de reacción más rápidas.

Ejemplo 3: intercambio de calor

En este experimento se obtuvo el perfil térmico del fluido de proceso que se desplazaba a lo largo del canal de flujo en una única sección de flujo. Por simplicidad se usó agua tanto en la placa de canal como en los fluidos de proceso y en las placas auxiliares, fluidos auxiliares. El caudal de los fluidos de proceso era de 25 l/h y el caudal de los fluidos auxiliares era 2000 l/h. La temperatura se midió a diferentes tiempos y los resultados se resumen en un gráfico mostrado en la Figura 25.

El módulo de flujo de la presente invención es útil cuando se experimentan las siguientes operaciones de proceso; fabricación, reacciones, mezcla, combinación, realización de operaciones criogénicas, lavado, extracciones y purificaciones, ajuste de pH, cambios de disolvente, fabricación de productos químicos, fabricación de productos químicos intermedios, fabricación de API (ingredientes farmacéuticos activos) cuando se trabaja con operaciones a baja temperatura, fabricación de intermedios farmacéuticos, desarrollos de aumentos de escala y reducción de escala, precipitación o cristalización, realización de múltiples inyecciones o múltiples adiciones o múltiples mediciones o múltiples muestreos, trabajo con reacciones multietapa, operaciones de pre-enfriamiento, operaciones de pre-calentamiento, operaciones de post-calentamiento y post-enfriamiento, procesos para convertir procesos discontinuos en procesos continuos y operaciones para dividir y recombinar flujos.

Los tipos de reacción que pueden realizarse en la presente invención incluyen reacciones de adición, reacciones de sustitución, reacciones de eliminación, reacciones de intercambio, reacciones de inactivación, reducciones, neutralizaciones, descomposiciones, reacciones de sustitución o desplazamiento, reacciones de desproporción, reacciones catalíticas, reacciones de escisión, oxidaciones, cierres de anillo y aperturas de anillo, reacciones de aromatización y des-aromatización, reacciones de protección y desprotección, transferencia de fase y catalizadores de transferencia de fase, reacciones fotoquímicas, reacciones que implican fases gaseosas, fases líquidas y fases sólidas y que pueden implicar radicales libres, electrófilos, nucleófilos, iones, moléculas neutras, etc.

Pueden realizarse también síntesis tales como síntesis de aminoácidos, síntesis asimétricas, síntesis quirales, síntesis de péptidos en fase líquida, metátesis de olefinas, síntesis de péptidos, etc. con el módulo de flujo. Otros tipos de síntesis en los que puede usarse el módulo de flujo son reacciones dentro de la química de los carbohidratos, química de disulfuro de carbono, química de cianuro, química de diborano, química de epiclohidrina, química de hidrazina, química de nitrometano, etc. o síntesis de compuestos heterocíclicos, de compuestos acetilénicos, de cloruros de ácido, de catalizadores, de compuestos citotóxicos, de intermedios esteroideos, de líquidos iónicos, de compuestos químicos de piridina, de polímeros, de monómeros de carbohidratos, de nitronas etc.

El módulo de flujo es adecuado para nombrar reacciones tales como condensaciones de Aldol, reducciones de Birch, oxidaciones de Baeyer-Villiger, redistribuciones de Curtius, condensaciones de Dieckmann, reacciones de Diels-Alder, condensaciones de Doebner-Knoevenagel, reacciones de Friedel-Crafts, redistribuciones de Fries, síntesis de Gabriel, reacciones de Gomberg-Bachmann, reacciones de Grignard, reacciones de Heck, redistribuciones de Hofmann, reacciones de Japp-Klingemann, re-síntesis de indol de Leimgruber Batcho, reacciones de Mannich, adiciones de Michael, reacciones de Michaelis-Arbuzov, reacciones de Mitsunobu, reacciones de

Miyaura-Suzuki, reacciones de Reformatsky, reacciones de Ritter, reducciones de Rosenmund, reacciones de Sandmeyer, reducciones de base de Schiff, reacciones de Schotten-Baumann, epoxidaciones de Sharpless, síntesis de Skraup, acoplamiento de Sonogashira, síntesis de aminoácidos de Strecker, oxidaciones de Swern, reacciones de Ullmann, redistribuciones de Willgerodt, reacciones de Vilsmeier-Haack, síntesis de éter de Williamson, reacciones de Wittig, etc.

5

Otras reacciones para las que el módulo de flujo es adecuado son las reacciones de condensación, reacciones de acoplamiento, saponificaciones, ozonólisis, reacciones de ciclación, reacciones de ciclopimerización, deshalogenaciones, deshidrociclaciones, deshidrogenaciones, dehidrohalogenaciones, diazotizaciones, reacciones con dimetilsulfato, intercambio de haluro, reacciones de cianuro de hidrógeno, reacciones de fluoruro de hidrógeno, reacciones de hidrogenación, reacciones de yodación, reacciones de isocianato, reacciones de ceteno, reacciones de amoníaco líquido, reacciones de metilación, acoplamiento, reacciones organometálicas, metalación, reacciones de oxidación, acoplamiento oxidativo, oxo-reacciones, policondensaciones, poliesterificaciones, reacciones de polimerización, otras reacciones tales como acetilaciones, arilaciones, acrilaciones, alcoxilaciones, amonólisis, alquilaciones, bromaciones alílicas, amidaciones, aminaciones, azidaciones, benzoilaciones, bromaciones, butilaciones, carbonilaciones, carboxilaciones, cloraciones, clorometilaciones, clorosulfonaciones, cianaciones, cianoetilaciones, ciano-metilaciones, cianuraciones, epoxidaciones, esterificaciones, eterificaciones, halogenaciones, hidroformilaciones, hidrosililaciones, hidroxilaciones, cetilaciones, nitraciones, nitro-metilaciones, nitrosaciones, peroxidaciones, fosgenaciones, cuaternizaciones, sililaciones, sulfocloraciones, sulfonaciones, sulfoxidaciones, tiocarbonilaciones, tiofosgenaciones, tosilaciones, transaminaciones, transesterificaciones, etc.

10

15

20

La presente invención se define adicionalmente mediante las reivindicaciones independientes y las reivindicaciones dependientes.

## REIVINDICACIONES

1. Una placa de canal que comprende al menos dos filas de unidades (1), al menos una caja giratoria (8), al menos una entrada (9) y al menos una salida (13), en la que cada unidad tiene una superficie plana (2) opuesta a una superficie formadora de canal (3) y las unidades se alternan en cada fila de manera que una superficie plana (2) es adyacente a una superficie formadora de canal (3) en la misma fila formando un canal cuando se está usando la placa de canal, en donde la caja giratoria (8) está dispuesta entre dos filas adyacentes de unidades que forman dos compartimentos en un espacio entre dos filas adyacentes de unidades en la placa de canal y un lado interno (8a) de la placa de canal, compartimentos que están divididos por una pared (8b) para crear un flujo tridimensional que da como resultado una mezcla potenciada, y de manera que los fluidos pueden fluir de una primera fila de unidades a una segunda fila de unidades en la caja giratoria (8), y en donde las superficies planas de las unidades están dispuestas en filas perpendiculares respecto al canal formado de la placa de canal.
2. La placa de canal de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la placa de canal constituye una parte y las filas de unidades están integradas en la placa o la placa de canal está dividida en un plano medio y constituye dos partes, correspondientes entre sí, y puestas juntas forman el canal de proceso de la placa de canal, o la placa de canal constituye un marco y dos láminas formadas o dos placas prensadas, marco y dos placas formadas o dos placas prensadas que, puestos juntos, forman el canal de proceso de la placa de canal.
3. La placa de canal de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en la que la superficie formadora de canal (3) en la fila se selecciona a partir de una superficie convexa curva, una superficie trapezoidal, una superficie rectangular, una superficie cuadrada, una superficie triangular y todas las filas de unidades tienen superficies formadoras de canal seleccionadas entre el mismo tipo de superficie formadora de canal o son superficies formadoras de canal de las filas de unidades una o más combinaciones de superficies convexas curvas, superficies rectangulares, superficies cuadradas y superficies triangulares y, preferentemente, las filas de superficies planas (2) de las unidades están dispuestas en filas paralelas perpendiculares al canal formado de la placa de canal.
4. La placa de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la placa de canal tiene varios puertos (7) conectados a un canal o a las cajas giratorias, los puertos (7) están dispuestos en al menos un lado de la placa de canal, los puertos (7) obturados o equipados con diferentes equipos o los puertos son combinaciones de puertos obturados y equipados, equipos que se introducen a través de los puertos (7) al canal o al espacio vacío de las cajas giratorias (8).
5. La placa de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que los puertos equipados están equipados con uno o más equipos seleccionados entre el grupo que consiste en entradas para reactivos, entradas para fluidos adicionales, salidas para fluidos de proceso, salidas para productos intermedios que se van a alimentar en el canal en una etapa posterior, salidas para muestras de ensayo, dispersadores de entrada, dispositivos de seguridad para liberar presión de forma instantánea o controlada, unidades detectoras, termopares, termómetros de resistencia o boquillas seleccionadas de entre boquillas de inyección, boquillas de dispersión, boquillas de redispersión, boquillas de remezcla, boquillas coaxiales, boquillas de tubo o combinaciones de equipos.
6. La placa de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la placa de canal comprende una entrada de flujo de proceso y una entrada de flujo adicional en la parte de entrada de la placa de canal, la entrada de flujo de proceso y la entrada de flujo adicional se combinan en una parte recta que conecta un puerto y el canal de la placa de canal, o la placa de canal comprende una entrada de flujo de proceso y una entrada de flujo adicional que se combinan fuera del canal de la placa de canal.
7. La placa de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que una boquilla de dispersión está dispuesta en al menos una entrada o al menos un puerto, boquilla de dispersión que tiene uno o más orificios en la salida de la boquilla de dispersión y en la que los orificios están dispuestos en círculos concéntricos.
8. Una sección de flujo que comprende una placa de canal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, placas barrera (20) o placas auxiliares (21), o combinaciones de placas de barrera (20) y placas auxiliares (21), en la que al menos una placa de canal (5) está dispuesta entre dos placas de barrera (20), que están sellando un canal formado por la placa de canal y las dos placas de barrera, o en donde la placa de canal (5) está dispuesta entre dos placas auxiliares (21), que tienen piezas de inserción generadoras de turbulencia (23) o placas generadoras de turbulencia (31), que están sellando un canal formado por la placa de canal y dos placas auxiliares, o en la que la placa de canal (5) está dispuesta entre una placa de barrera (20) y una placa auxiliar (21), que están sellando un canal formado por la placa de canal y las placas de barrera y las placas auxiliares, o la sección de flujo comprende dos placas de canal y las dos placas de canal tienen una membrana o tienen un filtro aplicados entre las dos placas de canal y las dos placas de canal están entre dos placas de barrera o están entre dos placas auxiliares que tienen piezas de inserción generadoras de turbulencia (23) o placas generadoras de turbulencia (31) o las dos placas de canal están entre una placa de barrera y una placa auxiliar que tiene una pieza de inserción generadora de turbulencia (23) o una placa generadora de turbulencia (31).
9. La sección de flujo de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la sección de flujo comprende también juntas que

- 5 tienen un diseño correspondiente a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades o en donde la pieza de inserción generadora de turbulencia (23) o la placa generadora de turbulencia (31) de las placas auxiliares tienen un diseño correspondiente a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades, o tanto las juntas como el generador de turbulencia de las placas auxiliares tienen un diseño correspondiente a las superficies planas de las unidades de las filas de unidades.
- 10 10. La sección de flujo de acuerdo con la reivindicación 9, en la que el flujo de medios o el flujo de fluidos en el canal formado no tienen contacto con la cara plana de la junta y se produce un contacto pequeño o minimizado con cualquiera de los bordes de las juntas.
- 15 11. La sección de flujo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en la que cada pieza de inserción generadora de turbulencia (23) o cada placa generadora de turbulencia (31) proporcionan un soporte a los lados planos de la fila de unidades de la placa de canal.
- 20 12. La sección de flujo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en la que uno o dos placas del intercambiador de calor están conectadas a la placa de canal y la placa del intercambiador de calor es un miembro de transferencia de calor no fluido, o un elemento de Peltier.
- 25 13. La sección de flujo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en la que la placa auxiliar tiene un compartimento (28) para la placa de canal y un compartimento para una pieza de inserción generadora de turbulencia (23) o una placa generadora de turbulencia (31).
- 30 14. Un módulo de flujo que comprende un apilamiento de secciones de flujo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en donde el módulo de flujo tiene al menos una entrada para fluidos de proceso y al menos una salida para productos de proceso, en donde una entrada está conectada a la primera placa de canal y una salida está conectada a la última placa de canal, y en donde el canal está conectado en paralelo o el canal está conectado en serie, o ambas cosas, el canal está conectado externamente o el canal está conectado internamente, preferentemente el canal está conectado externamente, y en donde los conductos internos y/o externos están conectando las placas auxiliares y las placas auxiliares están conectadas en serie o en paralelo, o ambas cosas, entre sí.
- 35 15. El módulo de flujo de acuerdo con la reivindicación 14, en el que un dispositivo de sujeción está conectado al módulo de flujo, el dispositivo de sujeción comprende dos placas terminales (45), resortes de disco, pistones y barras de tensión (43), en donde las pilas de resortes de disco se roscan en los pistones y se disponen como una red de resortes (44), una o más redes de resortes están comprendidas en el módulo de flujo, al menos una red de resortes esta soportada en al menos una de las placas terminales para distribuir fuerzas de sujeción en una o más secciones de flujo o una o más placas de canal, secciones de flujo que están colocadas entre las dos placas terminales y en el que los pistones se guían a través de los orificios en las placas terminales que tienen la disposición de la red de resortes.
- 40 16. Uso de un módulo de flujo de acuerdo con las reivindicaciones 14 o 15 como un reactor de placa continua.

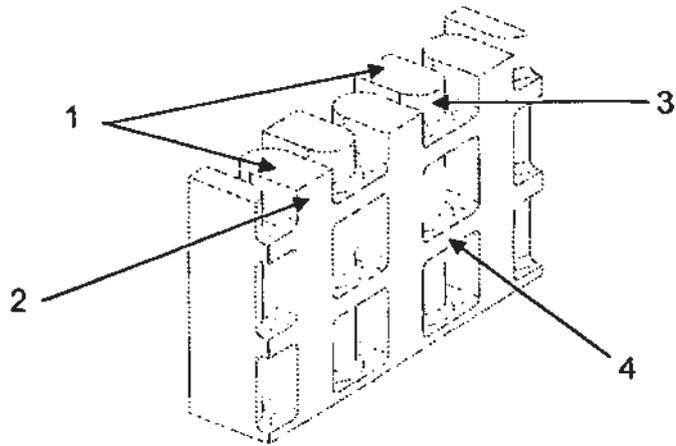


Figura 1

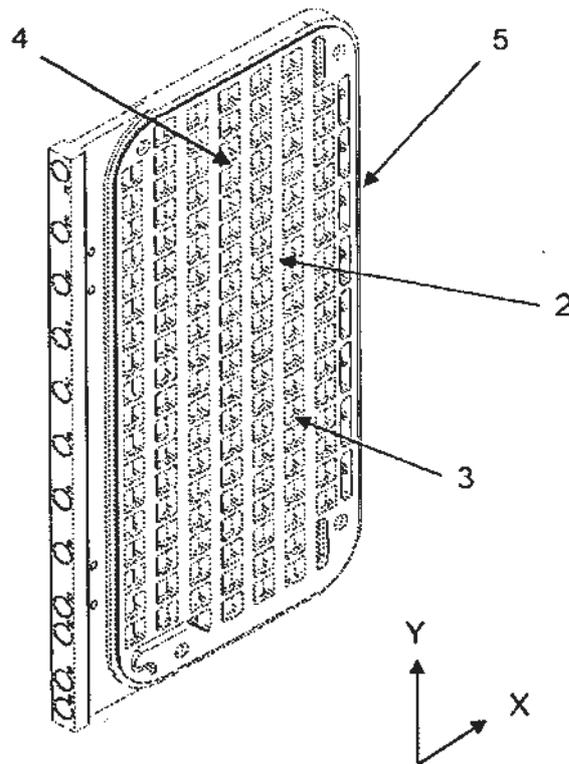


Figura 2

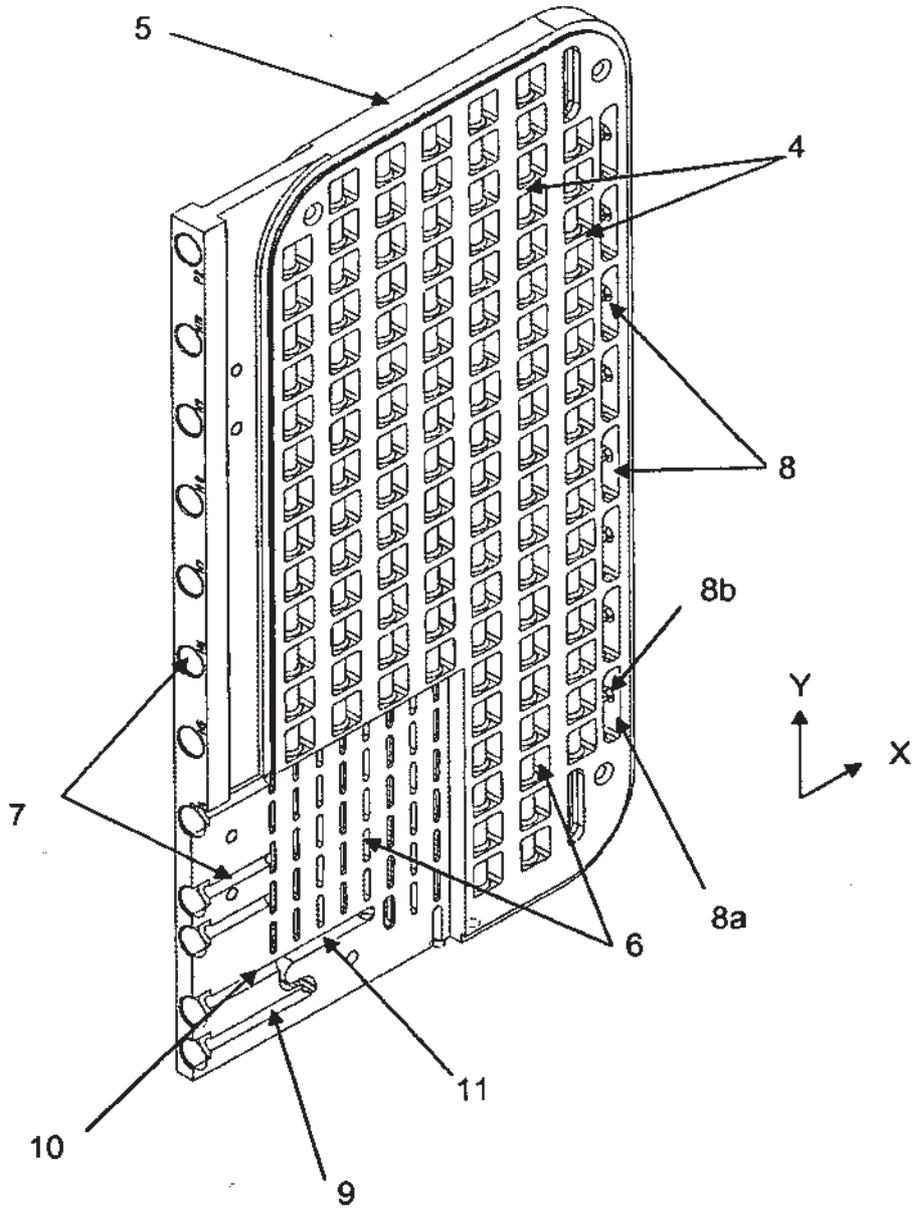


Figura 3

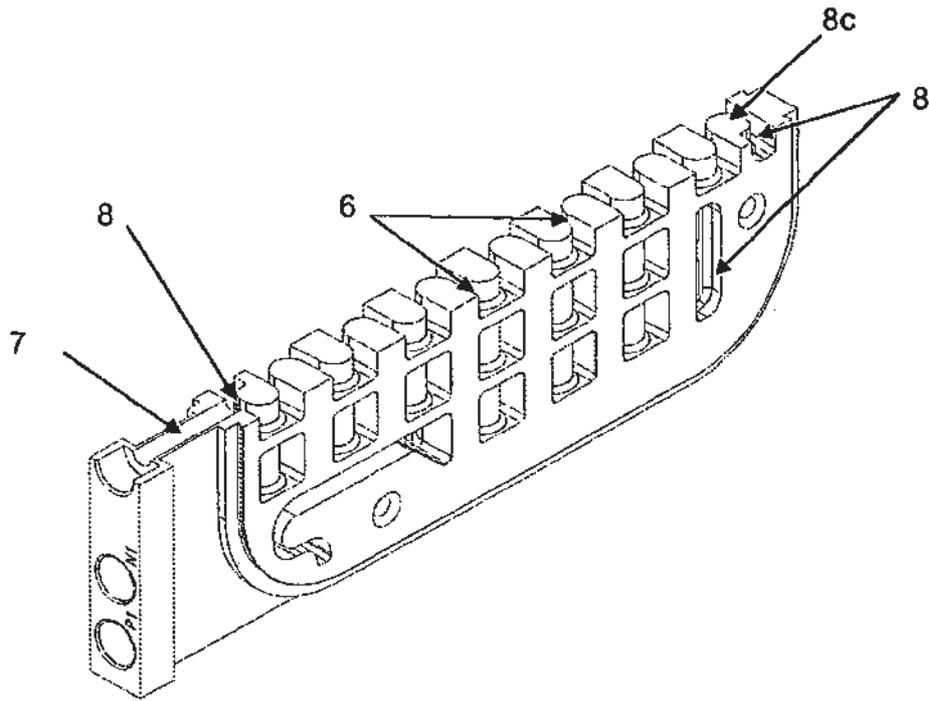


Figura 4

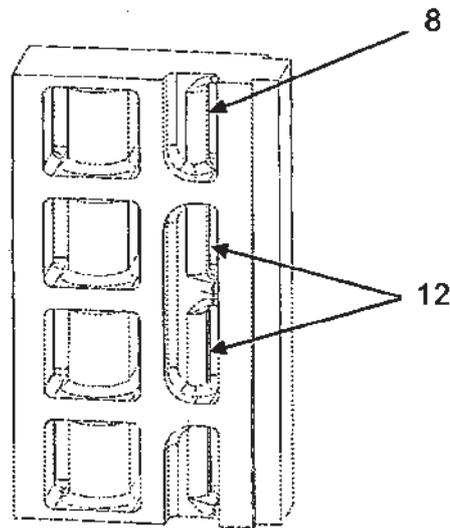


Figura 5

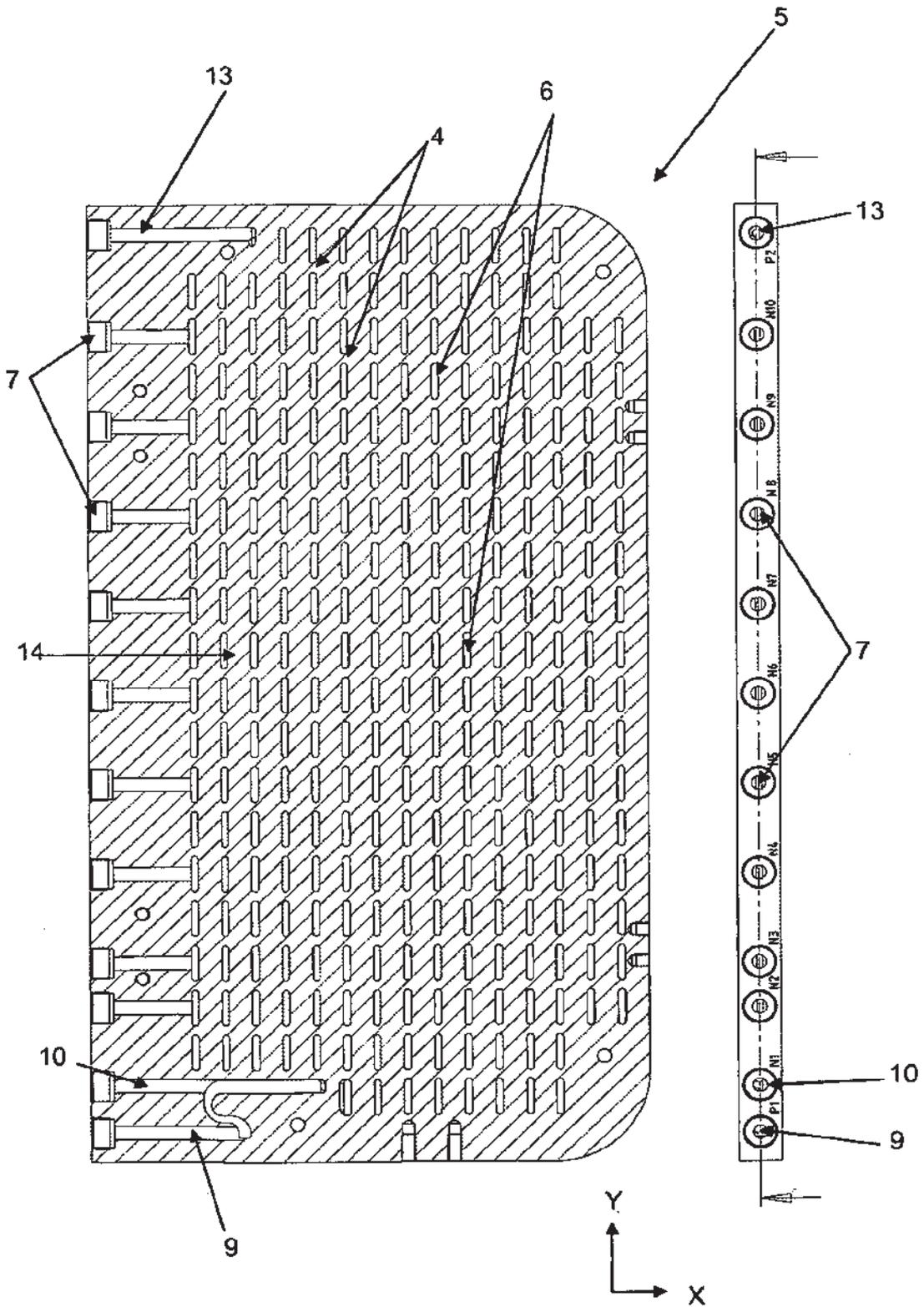


Figura 6

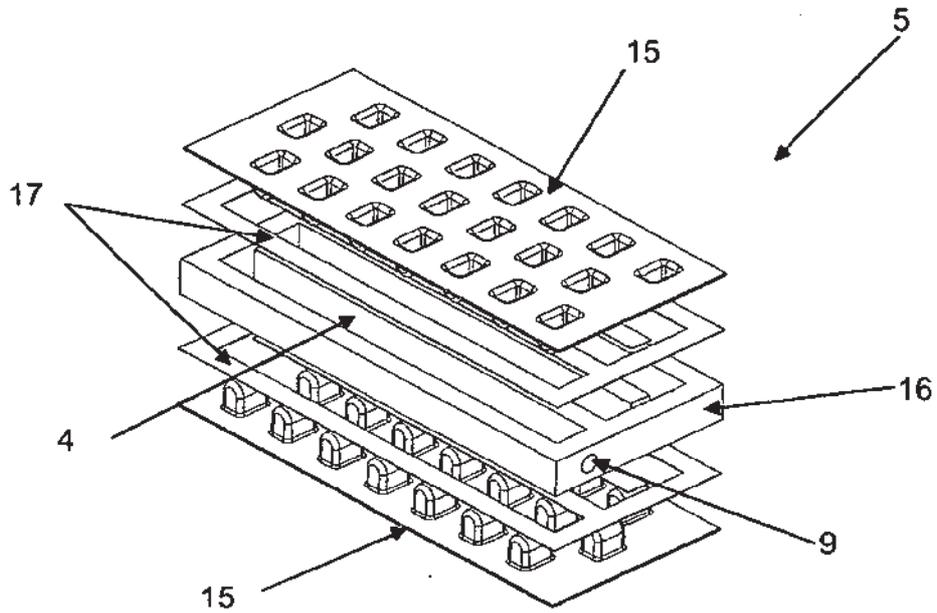


Figura 7

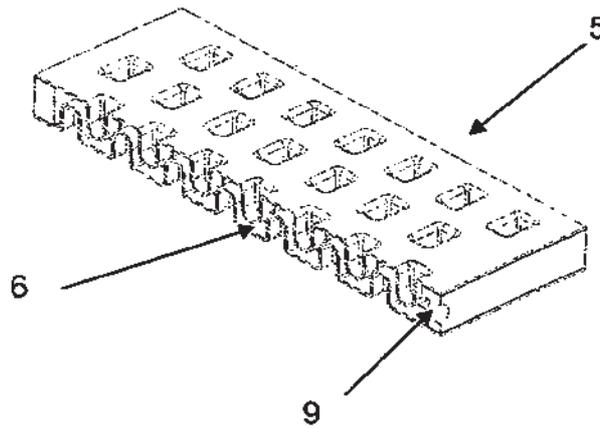


Figura 8

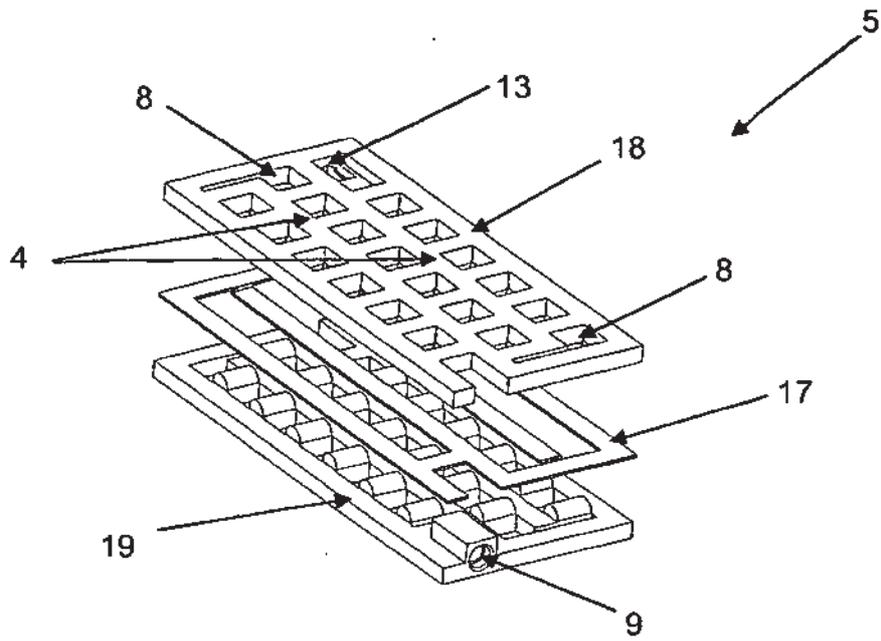


Figura 9

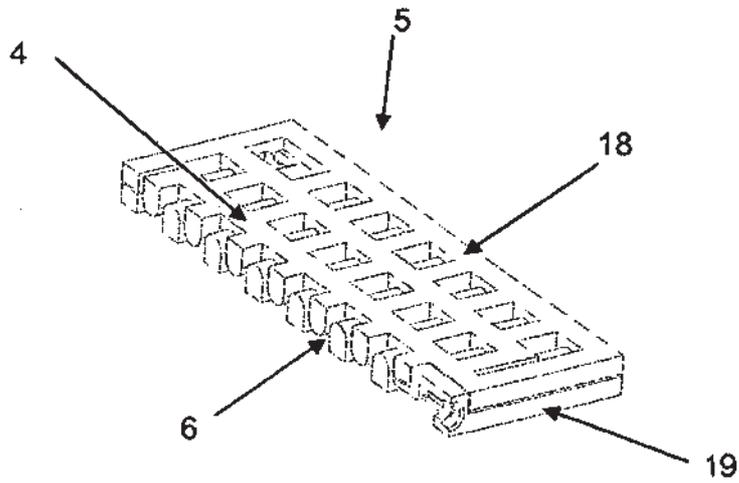


Figura 10

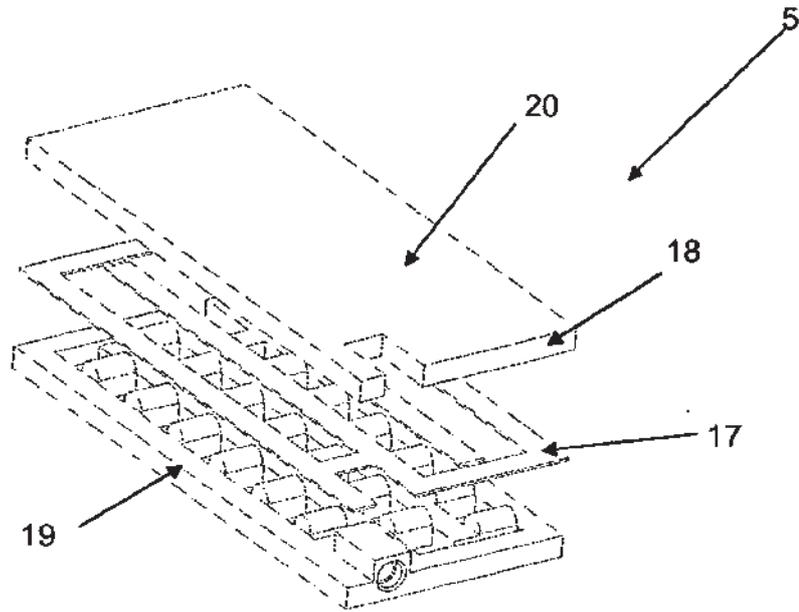


Figura 11

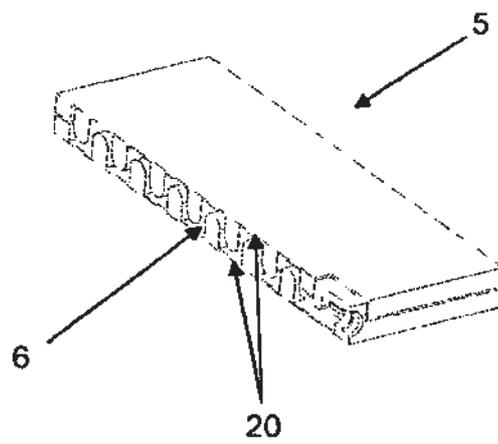


Figura 12

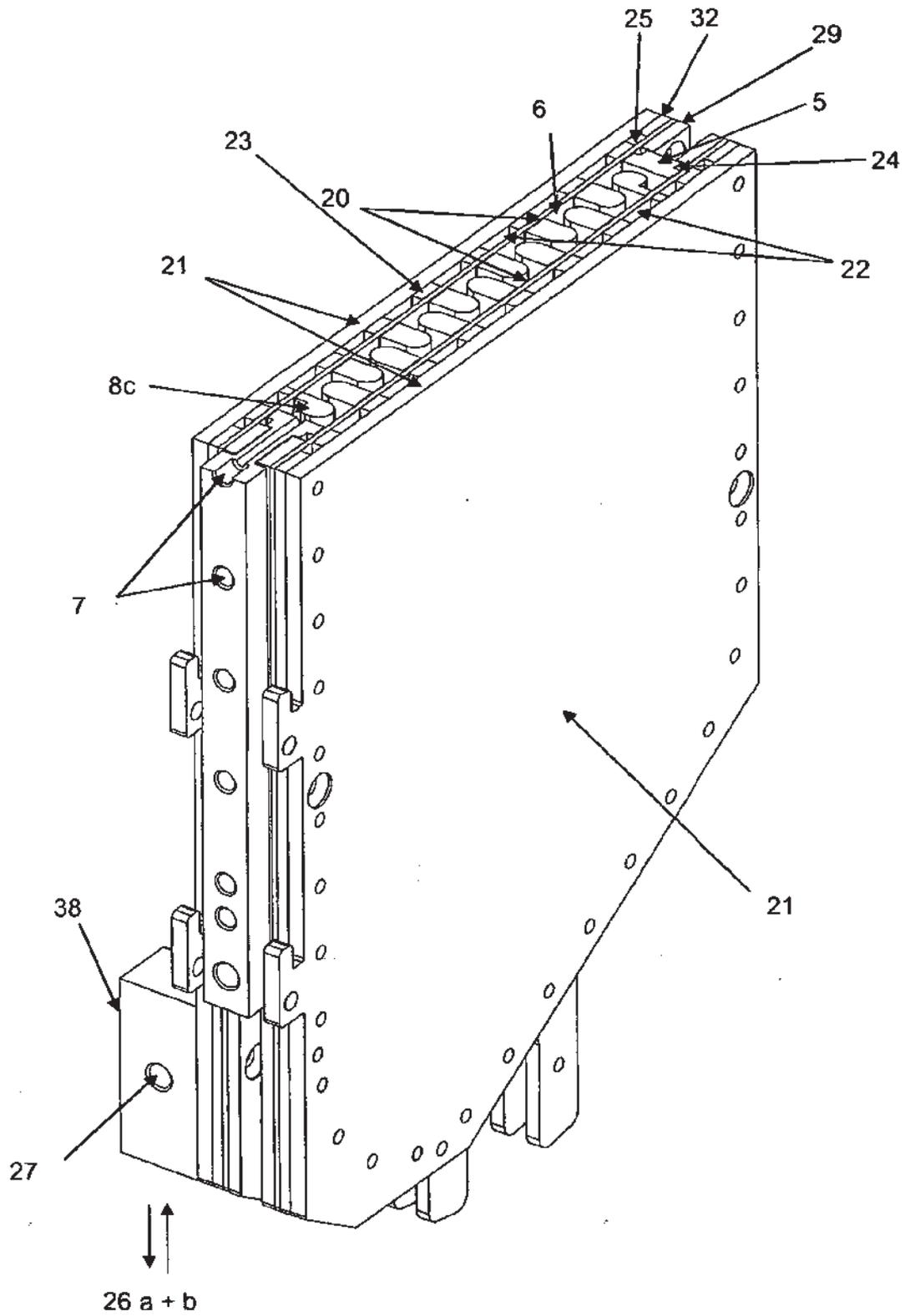


Figura 13

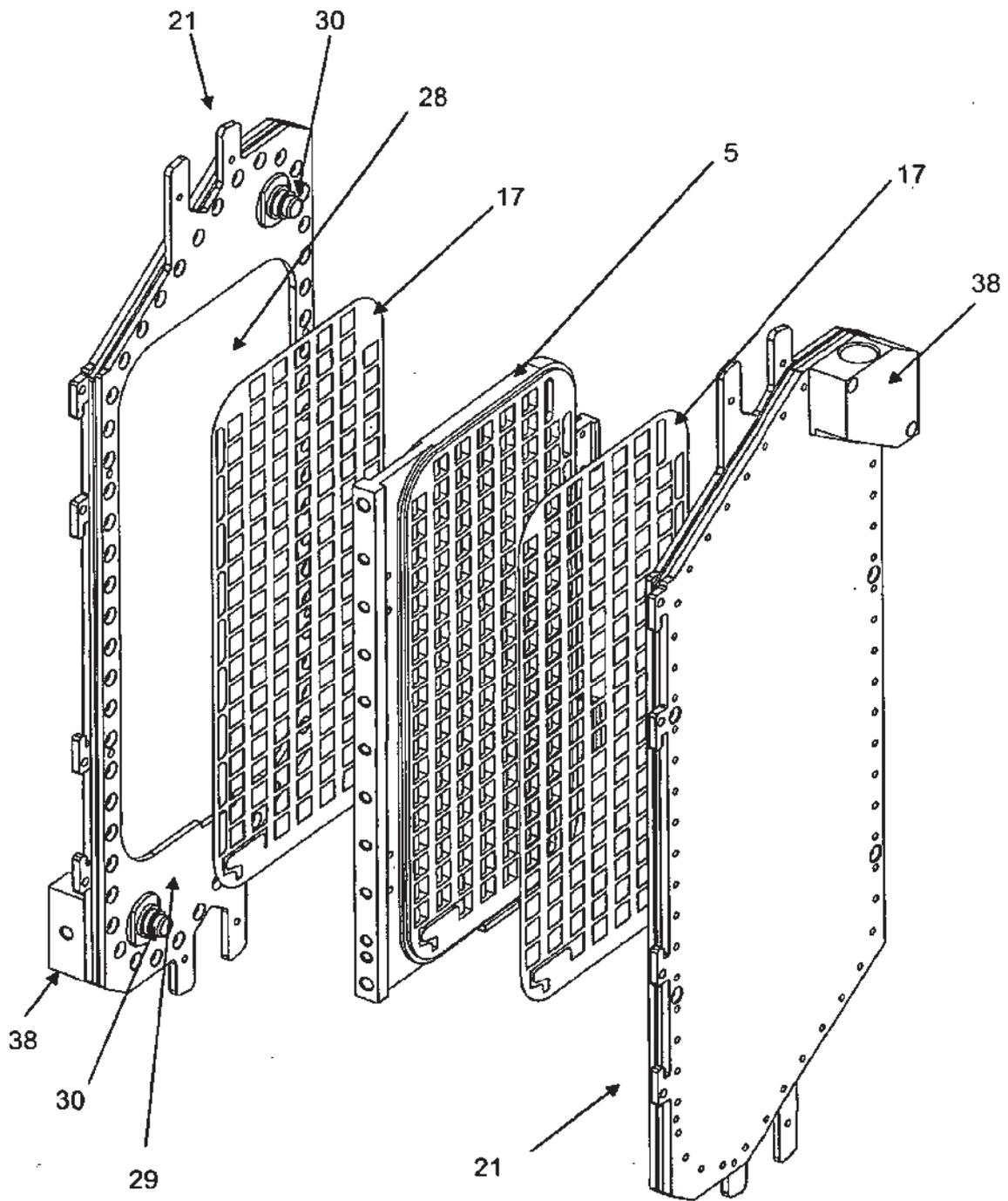


Figura 14

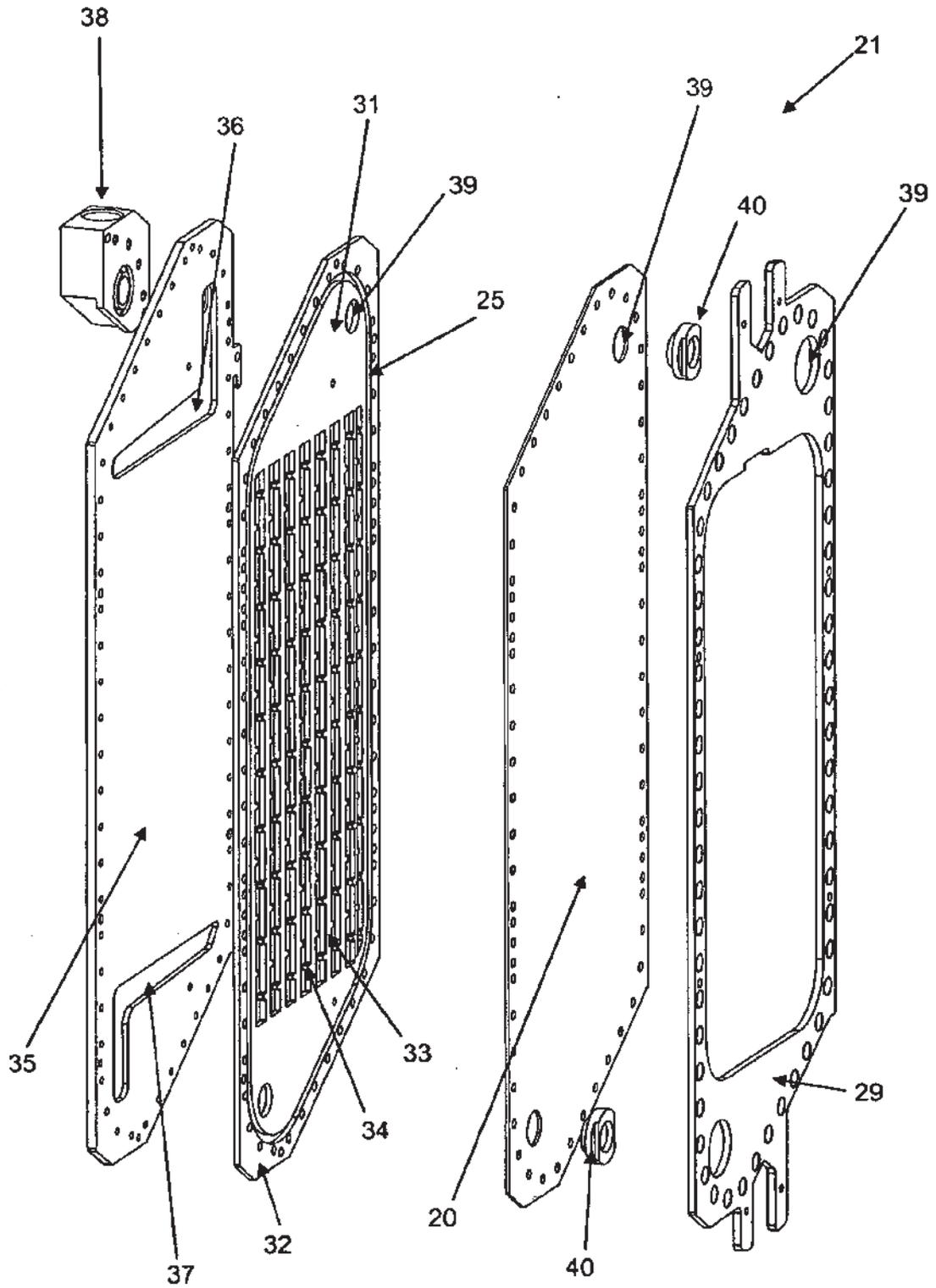


Figura 15

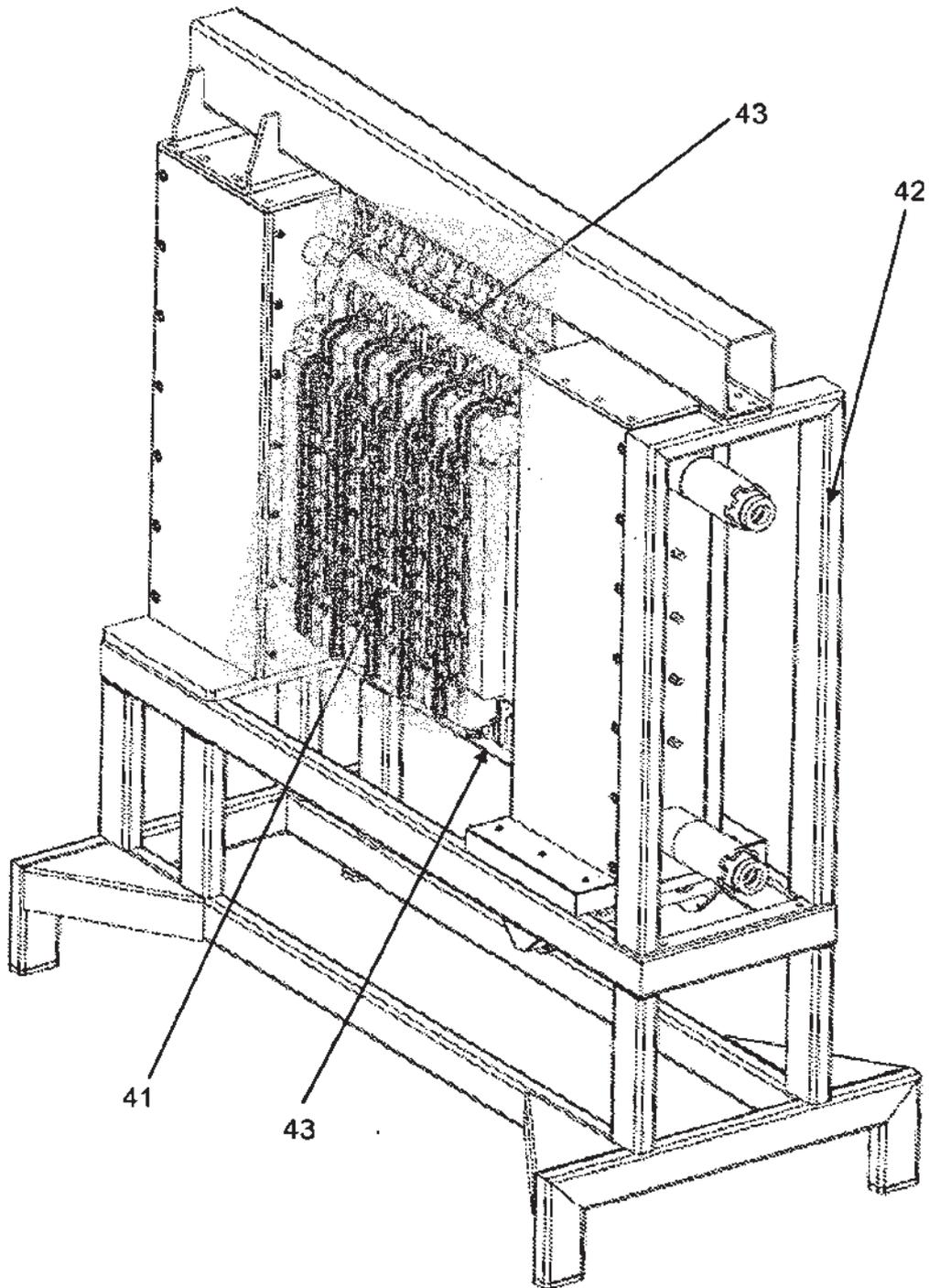


Figura 16



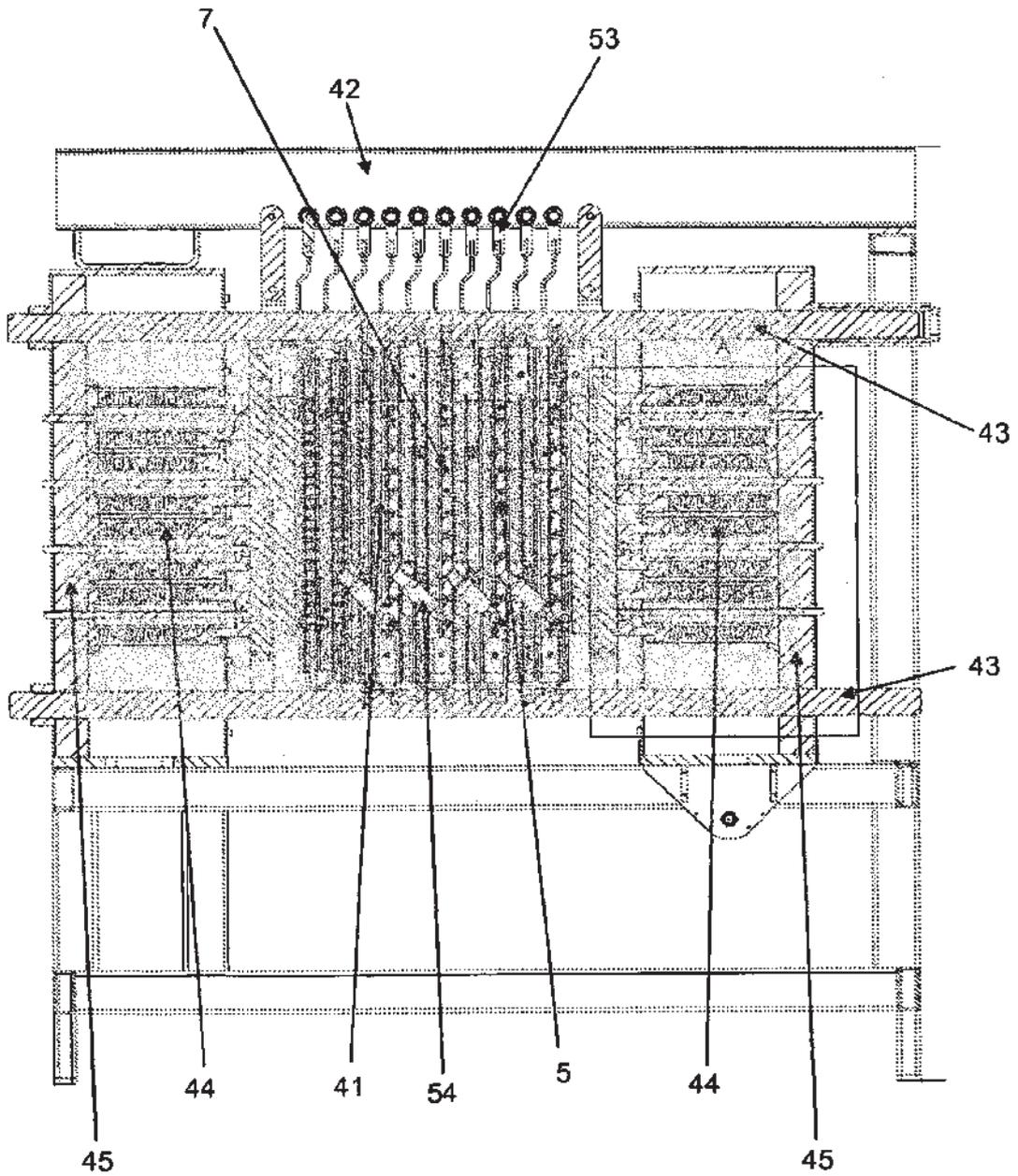


Figura 18

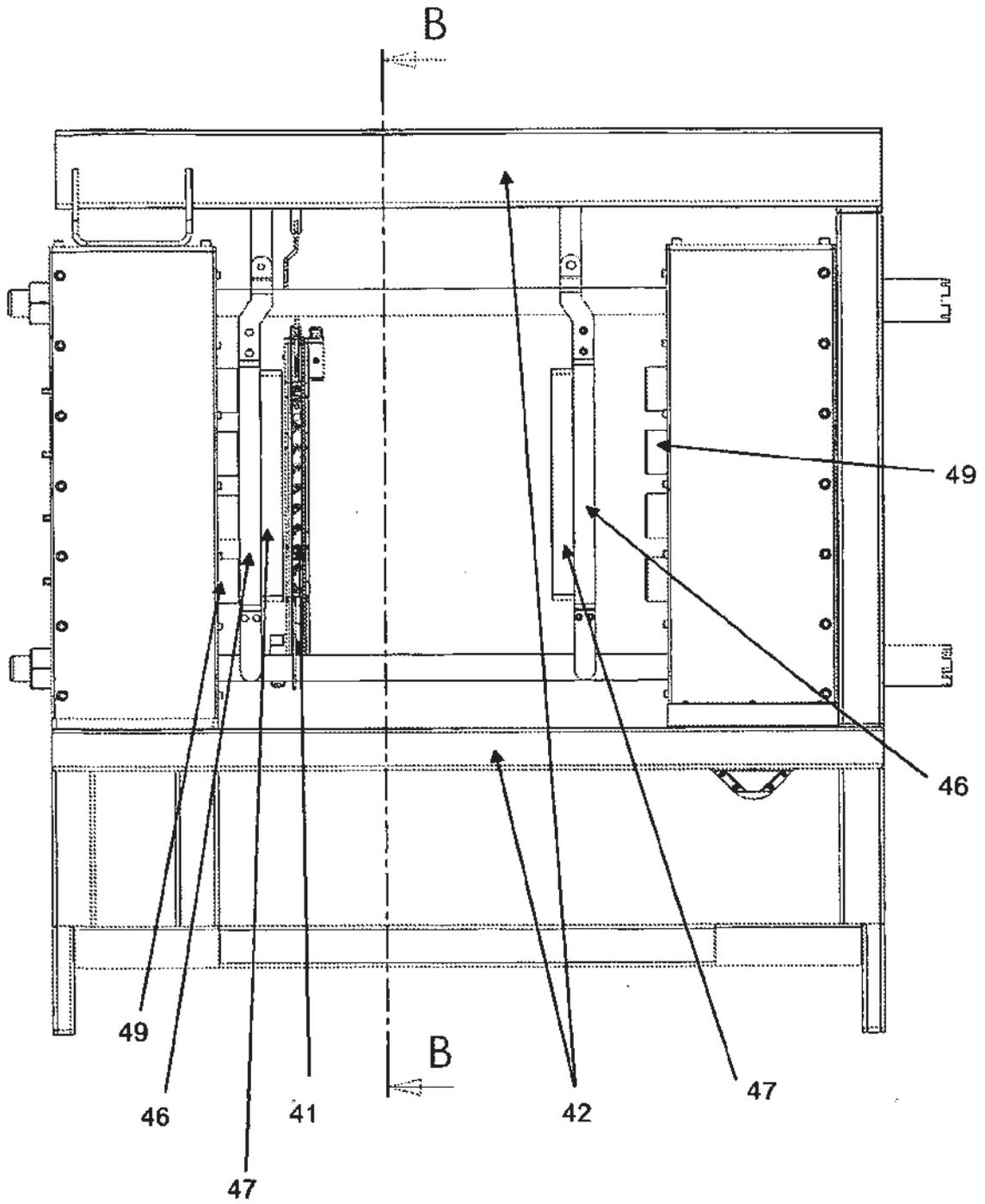


Figura 19

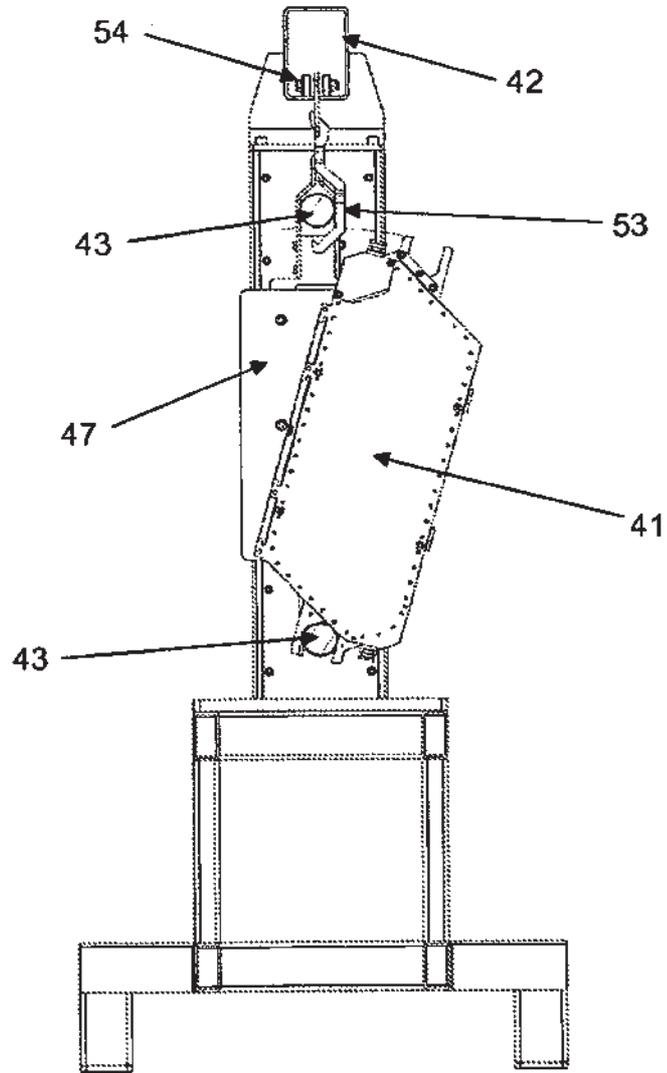


Figura 20

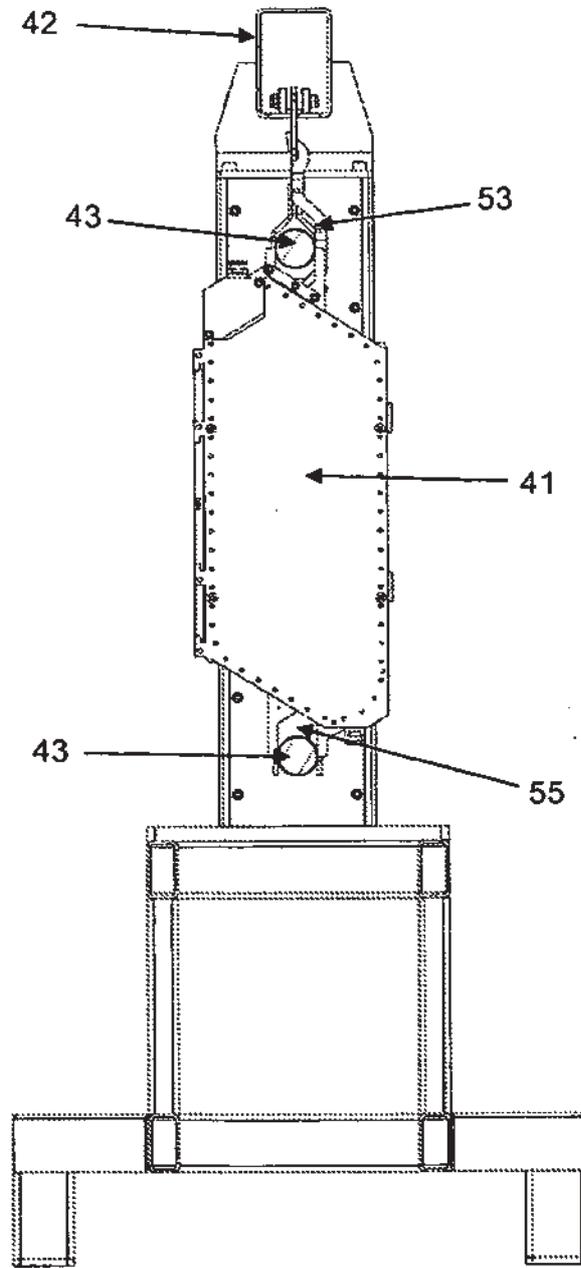


Figura 21

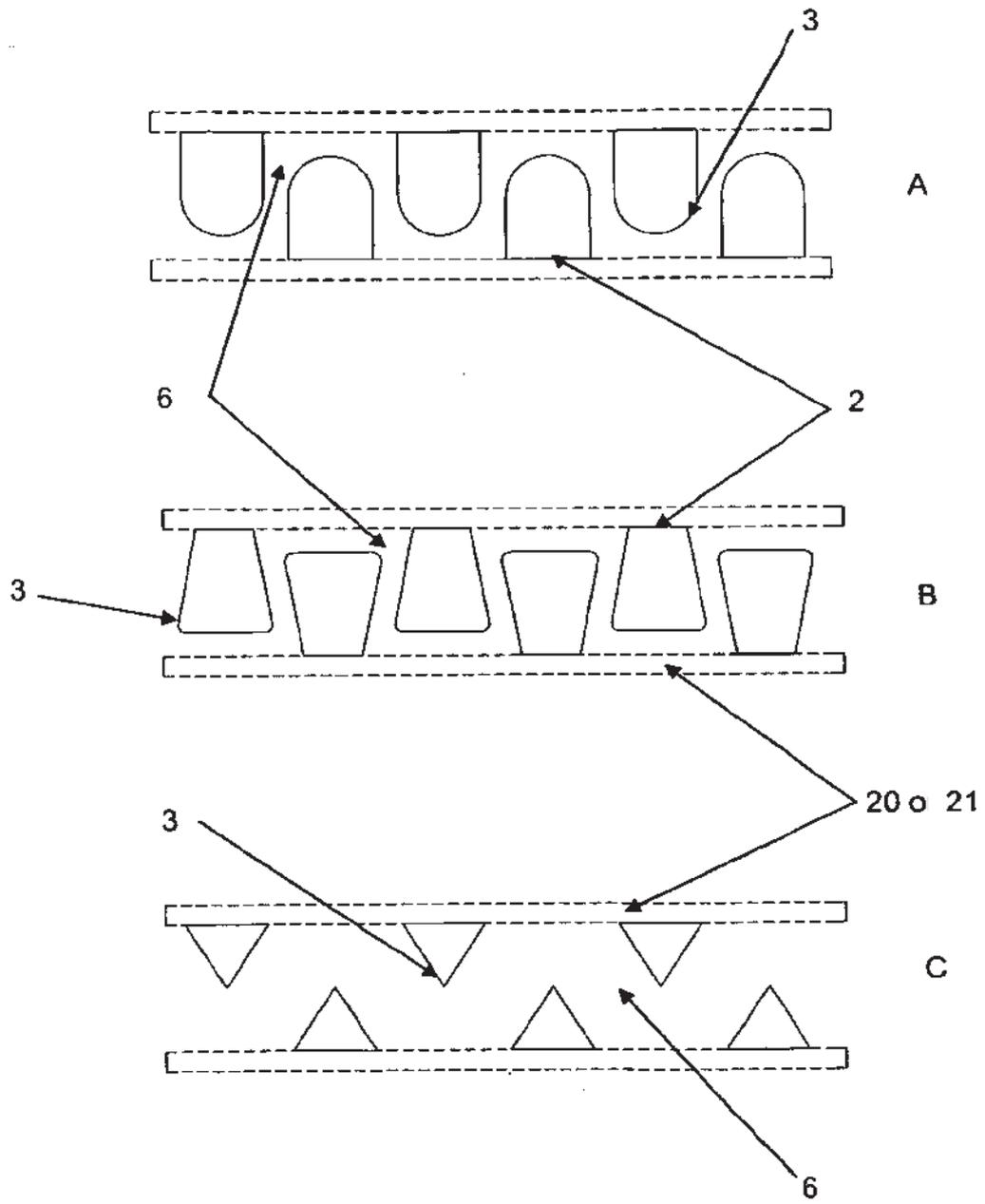


Figura 22

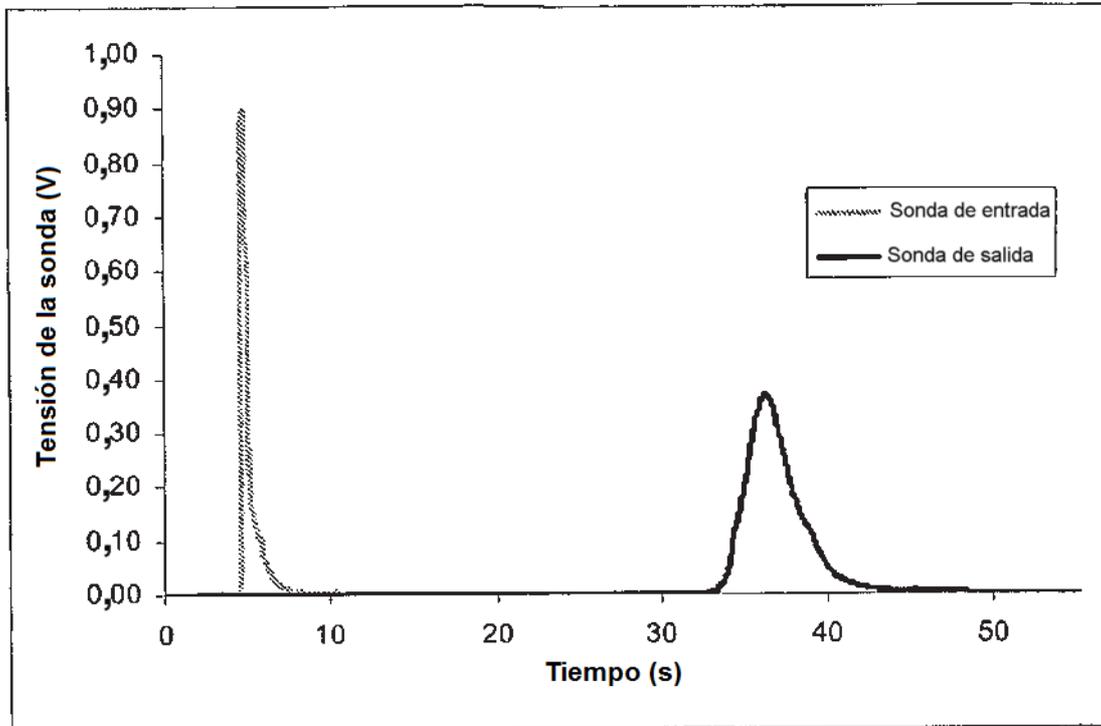


Figura 23

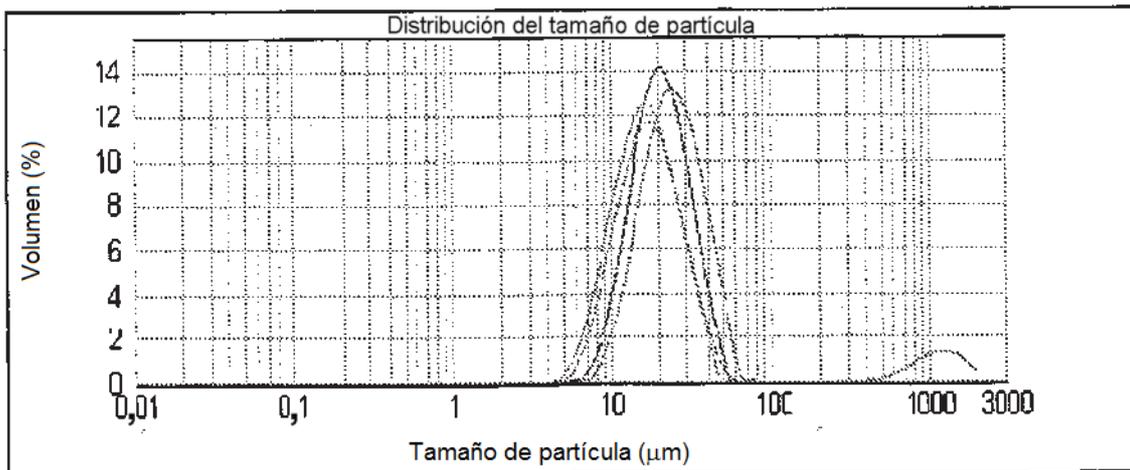


Figura 24

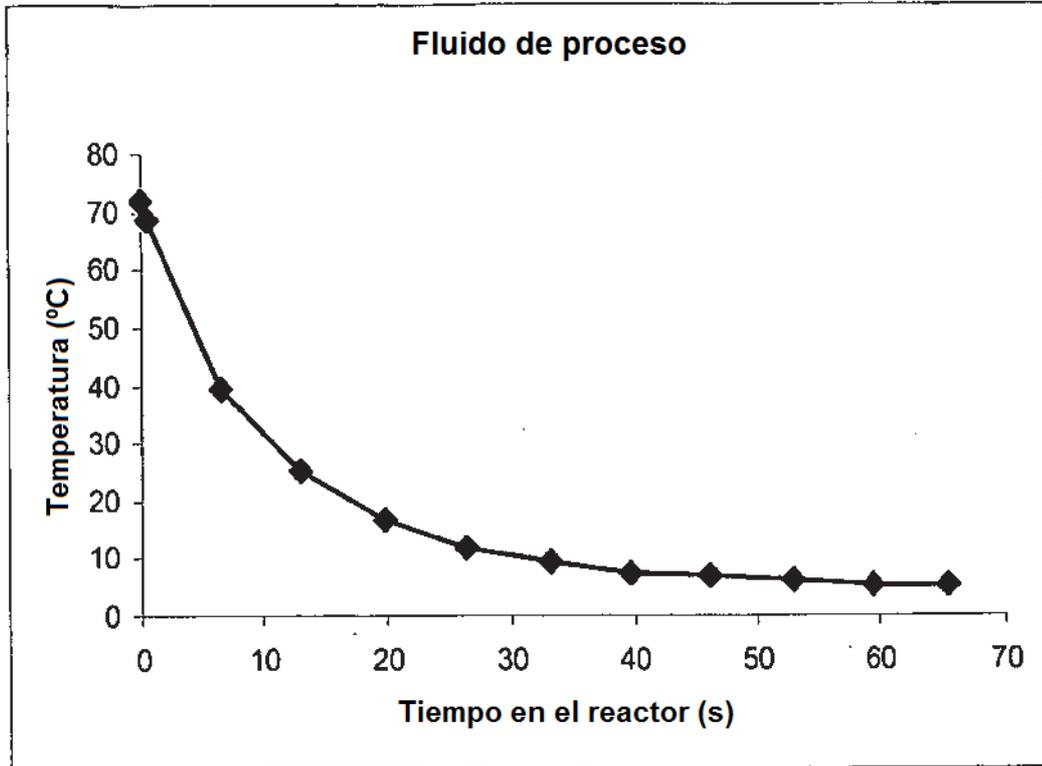


Figura 25