(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 589 406**

(51) Int. CI.:

B01D 21/00 (2006.01)
B01D 21/24 (2006.01)
D21F 1/66 (2006.01)
C02F 3/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.05.2009 PCT/EP2009/003283**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2009 WO09138192**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.05.2009 E 09745526 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2337616**

(54) Título: **Dispositivo de separación trifásico en cascada**

(30) Prioridad:

12.08.2008 DE 102008037355

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2016

(73) Titular/es:

VOITH PATENT GMBH (100.0%)
Sankt Pöltener Strasse 43
89522 Heidenheim, DE

(72) Inventor/es:

MENKE, LUKAS;
TROUBOUNIS, GEORGIOS y
MULDER, RONALD

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María 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

Dispositivo de separación trifásico en cascada

La presente invención se refiere a un dispositivo de separación trifásico para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida, a un reactor que comprende un dispositivo de separación trifásico de este tipo, así como a un procedimiento para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida.

Los dispositivos de separación trifásicos para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida se emplean en múltiples campos técnicos, como por ejemplo, en la depuración biológica de aguas residuales o de aguas de proceso. Durante la depuración biológica de aguas residuales o de proceso, el agua residual o de proceso a depurar se pone en contacto con microorganismos aerobios o anaerobios que descomponen las impurezas orgánicas contenidas en las aguas residuales, en caso de microorganismos aerobios, fundamentalmente en dióxido de carbono y agua y, en caso de microorganismos anaerobios, fundamentalmente en dióxido de carbono y metano. Las aguas residuales o de proceso a depurar se aportan generalmente de forma continua a los reactores correspondientes en los que se produce la depuración biológica, a través de un conducto de entrada en la parte inferior del reactor y se hace pasar por un lecho de lodo situado por encima del conducto de entrada que, en función de las propiedades de las aguas residuales y del procedimiento, contiene pellets de microorganismos o flóculos de microorganismos. En la depuración de aguas residuales o de proceso aerobias se tiene que aportar a los reactores el oxígeno necesario para el crecimiento de los microorganismos, normalmente en forma de aire, acumulándose el aire durante el funcionamiento del reactor al menos en parte en forma de burbujas de gas en los aglomerados de microorganismos. En la depuración de aguas residuales o de proceso anaeróbias en cambio se trabaja excluyendo el oxígeno; sin embargo, los microorganismos anaerobios generan durante la descomposición de los compuestos orgánicos contenidos en las aguas residuales o de proceso a depurar, un gas que contiene especialmente metano y dióxido de carbono, que también se define como biogas, que se acumula parcialmente en forma de pequeñas burbujas en los pellets de microorganismos y que sube hacia arriba en el reactor, en parte en forma de pequeñas burbujas libres. Debido a las burbujas de gas acumuladas, baja el peso específico de los pellets o flóculos de microorganismos, por lo que al menos parte de los pellets o flóculos sube en el reactor hacia arriba. Tanto en la depuración de aguas residuales o de proceso anaerobia como en la aerobia se forma, por lo tanto, en el reactor una mezcla trifásica que contiene agua, pellets de microorganismos y (burbujas de) gas, de la que en la parte superior del reactor se tienen que separar el gas y las sustancias sólidas para poder extraer agua depurada del reactor, por ejemplo, a través de uno o varios rebosaderos.

Para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida se propone en el documento US 5,855,785 un dispositivo de separación trifásico que comprende una caperuza de gas en cuya parte inferior se prevén una o varias láminas dispuestas de forma oblicua para crear una corriente de líquido alrededor de esta o estas láminas y que se garantice en la parte superior de la/las láminas una buena separación de gas/líquido. Durante el servicio del dispositivo de separación trifásico una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida se conduce, visto desde la vertical, en la al menos una lámina desde arriba hacia abajo, produciéndose la separación de gas de la mezcla trifásica por el extremo superior de la/las láminas y la separación de sustancia sólida de la mezcla por sedimentación de la sustancia sólida en el extremo inferior de la/las láminas hacia el fondo del reactor mientras que el agua depurada sube en el reactor hacia arriba.

Sin embargo, un inconveniente de este dispositivo de separación trifásico consiste en que la separación de sustancia sólida se produce por descenso de los pellets de microorganismos desde el extremo de lámina inferior hacia abajo en el reactor. Por este motivo, una separación de sustancia sólida eficaz requiere una velocidad de flujo suficientemente reducida en el reactor, dado que en caso contrario los pellets son arrastrados por la corriente de líquido hacia arriba. Por lo tanto, el procedimiento, al utilizar el dispositivo de separación trifásico antes citado, queda limitado a velocidades de flujo de líquido más bajas, por lo que sólo se pueden depurar cantidades de agua menores por tiempo y volumen de reactor, con referencia al volumen de reactor, con lo que se limita fuertemente la flexibilidad en cuanto a la ejecución del procedimiento. Otra desventaja del dispositivo de separación trifásico antes citado consiste en que el mismo sólo separa de forma insuficiente el gas y la sustancia sólida contenidos en la mezcla trifásica, por lo que el agua extraída del reactor presenta en comparación una pureza reducida.

Por el documento WO 96/32177 se conoce un dispositivo de separación trifásico que comprende una pluralidad de capuchones de sección transversal en V orientadas respectivamente paralelas entre sí y, respecto a la vertical, de forma inclinada hacia arriba, previéndose en la parte superior de las capuchones una caperuza de gas dispuesta horizontalmente que se extiende horizontalmente a través de los cantos de los capuchones. Durante el funcionamiento de este dispositivo, la mezcla trifásica se conduce a través de una zona de entrada al interior del dispositivo de separación trifásico, siendo transportada después desde abajo hacia arriba a través de los canales de flujo previstos en los distintos capuchones. Mientras que las sustancias sólidas pesadas contenidas en la mezcla se sedimentan durante este transporte desde abajo hacia arriba, las sustancias sólidas ligeras contenidas en la mezcla y el gas son recogidas en la caperuza de gas y aportadas desde allí al dispositivo de separación.

El inconveniente del dispositivo de separación precitado radica en que la separación de la sustancia sólida y de gas contenidos en la mezcla trifásica se produce fundamentalmente en la caperuza de gas y, por consiguiente, al mismo tiempo. Cuanto mayor es la velocidad de flujo de los canales de flujo previstos entre los distintos capuchones, tanto más incompleta es la separación de gas y sustancia sólida de la mezcla porque con el aumento de la velocidad de la

corriente parte de la sustancia sólida con las burbujitas de gas adheridas a la misma es arrastrada al lado de la caperuza de gas, permaneciendo en el líquido. Por consiguiente, el procedimiento que emplea el dispositivo de separación trifásico mencionado se limita a velocidades de flujo de líquido menores, por lo que con el mismo sólo se puede depurar una menor cantidad de agua por tiempo y por volumen de reactor, con referencia al volumen del reactor, quedando fuertemente reducida la flexibilidad en cuanto al control del procedimiento. Con el dispositivo de separación citado se consigue además sólo una separación insuficiente de gas y de sustancia sólida de la mezcla trifásica.

Por el documento DE 2 033 021 se conoce un dispositivo para la eliminación de diferentes componentes de un líquido con una cámara de entrada y una cámara de salida entre las que se prevén uno o varios separadores con pasos inclinados entre placas onduladas, artesas o similares, previéndose además instalaciones adicionales en dirección de flujo delante y/o detrás de un separador para una separación adicional de estos componentes.

Por lo tanto, la presente invención se plantea el objetivo de proporcionar un dispositivo de separación trifásico para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida que se pueda utilizar a una velocidad de flujo de líquido elevada, a fin de poder depurar así una gran cantidad de mezcla trifásica por tiempo y por volumen de reactor que consiga una separación completa o al menos casi completa de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida, así como el de poner a disposición un procedimiento correspondiente para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante la puesta a disposición de un dispositivo de separación trifásico para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida que comprende:

- una zona de entrada para la mezcla trifásica,
- una salida para una fracción rica en sustancias sólidas,
- una salida para el líquido,
- un primer separador para la separación de gas de una mezcla trifásica formando una mezcla bifásica que contiene líquido y sustancia sólida, formando el primer separador la zona de entrada para la mezcla trifásica o estando el mismo unido a la zona de entrada para la mezcla trifásica, presentando el primer separador cuatro bloques de láminas con respectivamente al menos tres láminas paralelas entre sí entre las que se forma respectivamente un canal de flujo y configurándose el primer separador de manera que la mezcla que entra por la zona de entrada se conduzca en los canales de flujo, respecto a la vertical, desde arriba hacia abajo y
- un segundo separador para la separación de sustancia sólida de la mezcla bifásica formada por el primer separador, presentando el segundo separador un bloque de láminas con al menos tres láminas paralelas entre sí entre las que se forma respectivamente un canal de flujo y configurándose el segundo separador de manera que se disponga, referido al primer separador, de modo que la mezcla bifásica que sale del primer separador entre, respecto a la vertical, desde abajo en los canales de flujo del segundo separador y se conduzca dentro del mismo hacia arriba y,

i) ajustándose cada bloque de láminas con cada una de sus dos superficies laterales, a una superficie lateral de otro bloque de láminas de manera que los distintos bloques de láminas, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico se disponga en forma de rombo, presentando el segundo separador un bloque de láminas que, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico, está dispuesto en el centro del rombo formado por los cuatro bloques de láminas del primer separador o

ii) uniéndose respectivamente dos bloques de láminas con una de sus dos superficies laterales con un ángulo de inclinación de 10º a 80º, respecto a la dirección longitudinal del bloque de láminas, el uno al otro y uniéndose los dos paquetes de bloques de láminas formados por los bloques de láminas adyacentes a través de respectivamente una pared que une las superficies laterales de los paquetes de bloques de láminas, por lo que los cuatro bloques de láminas y las dos paredes, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico, se disponen en forma de un hexágono, presentando el segundo separador un bloque de láminas que, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico, está dispuesto en el centro del hexágono formado por los cuatro bloques de láminas y las dos paredes del primer separador,

configurándose el dispositivo de separación trifásico de forma que la mezcla trifásica sólo pueda entrar en el primer separador del dispositivo de separación trifásico a través de la zona de entrada.

Al comprender el dispositivo de separación trifásico dos separadores distintos, concretamente un primer separador que comprende cuatro bloques de láminas cuyas al menos tres láminas se disponen de manera que la mezcla trifásica fluya por los canales de flujo configurados entre ellas desde arriba hacia abajo respecto a la vertical, y un segundo separador que comprende un bloque de láminas cuyas al menos tres láminas se disponen de modo que la mezcla trifásica fluya por ellos desde abajo hacia arriba respecto a la vertical, se consigue que en el primer

separador se produzca una excelente separación del gas de la mezcla trifásica y en el segundo separador una excelente separación de las sustancias sólidas de la mezcla bifásica extraída del primer separador, por lo que en el dispositivo de separación trifásico se logra una separación al menos casi completa de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida. Gracias a esta configuración del dispositivo de separación trifásica, es decir, a que la mezcla trifásica sólo puede entrar en el primer separador del dispositivo de separación trifásico a través de la zona de entrada, se consigue evitar una contaminación con gas de la mezcla bifásica que sale del primer separador, dado que la mezcla trifásica no puede entrar en el segundo separador, lo que contribuye a una separación completa de gas y sustancia sólida en el dispositivo de separación trifásico. Esto permite además que el dispositivo de separación trifásico según la invención pueda funcionar a una velocidad de flujo del líquido elevada, por lo que se puede depurar una gran cantidad de mezcla trifásica por tiempo y por volumen de reactor. Con la disposición de dos separadores distintos, uno de los cuales, concretamente el primero, separa en primer lugar el gas de la mezcla trifásica, mientras que el segundo separa la sustancia sólida de la mezcla bifásica extraída del primer separador, es además posible ajustar el índice de rendimiento en el primer separador de forma independiente y más alto que en el segundo separador, lo que permite una excelente flexibilidad en lo que se refiere al control del procedimiento y a una optimización de la eficacia de depuración. En conjunto, el dispositivo de separación trifásico según la invención hace posible una separación al menos casi completa de gas y de sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida, por lo que se puede depurar con el mismo una gran cantidad de mezcla trifásica por tiempo y por volumen de reactor.

Por lámina se entiende en el sentido de la presente invención, de acuerdo con la definición habitual de este término, una placa fina y larga, mientras que el término de bloque de láminas define varias láminas dispuestas con sus superficies de forma paralela o aproximadamente paralela de las que sólo se ven los cantos.

Para lograr una elevada capacidad de separación del dispositivo de separación trifásico se propone según una variante perfeccionada de la idea de la invención que el primer separador comprenda cuatro bloques de láminas formados por 3 a 15 y con especial preferencia por 5 a 10 láminas paralelas entre las que se configura respectivamente un canal de flujo. Por la misma razón se prefiere que el segundo separador comprenda un bloque de láminas formado por 3 a 60, preferiblemente por 5 a 25, con especial preferencia por 10 a 20 láminas paralelas entre las que se configura respectivamente un canal de flujo.

De acuerdo con otra variante de realización preferida de la presente invención las distintas láminas del primer separador y/o del segundo separador presentan, respecto a la horizontal, una inclinación (α) de entre 20º y 100º. Así se consigue una elevada capacidad de separación de los separadores, es decir, un elevado rendimiento de separación de gas en el primer separador y un elevado rendimiento de separación de sustancia sólida en el segundo separador.

Unos resultados de rendimiento de separación buenos se obtienen para el segundo separador especialmente cuando el ángulo de inclinación (α) de las distintas láminas paralelas entre sí del bloque de láminas oscila, referido a la horizontal, entre 20º y 80º, preferiblemente entre 40º y 60º.

En principio, las distintas láminas de los bloques de láminas del primer separador también pueden presentar los ángulos de inclinación (α) antes indicados, es decir, de 20º a 80º y preferiblemente de 40º a 60º. Sin embargo, en el marco de la presente invención se ha podido comprobar de forma sorprendente que en el primer separador se consigue una separación de gas especialmente excelente de la mezcla trifásica si el ángulo de inclinación (α) de las distintas láminas paralelas entre sí de los bloques de láminas del primer separador es, respecto a la horizontal, de entre 80º y 100º, preferiblemente de unos 90º y con especial preferencia exactamente de 90º.

Con preferencia la zona de entrada para la mezcla trifásica, formada preferiblemente por al menos un primer separador, se dispone en el dispositivo de separación trifásico, referido a su sección transversal, por fuera o, en un dispositivo de separación trifásico de sección transversal redonda, radialmente por fuera. De este modo se consigue que la superficie límite específica para la mezcla trifásica sea grande en la zona de entrada, lo que favorece aún más una excelente separación de gas y sustancia sólida de la mezcla trifásica.

Con vistas a una elevada capacidad de separación y especialmente con vistas a elevados índices de rendimiento específicos del dispositivo de separación trifásico se prefiere según otra variante de realización preferida de la presente invención que el primer separador comprenda cuatro bloques de láminas que presenten respectivamente al menos tres láminas paralelas con canales de flujo configurados entre ellas, presentando las láminas de los distintos bloques de láminas preferiblemente una inclinación (α) de entre 20º y 100º, con preferencia una inclinación (α) de entre 80º y 100º y con especial preferencia una inclinación (α) de 90º respecto a la horizontal. Esto permite distribuir los distintos bloques de láminas del primer separador uniformemente por la zona exterior del dispositivo de separación trifásico, referido a su sección transversal, por lo que la mezcla trifásica no sólo puede entrar a través de uno de los lados del dispositivo de separación trifásico, sino a través de varios lados del dispositivo de separación trifásico.

Como ya se ha expuesto, se prefiere que la zona de entrada para la mezcla trifásica en el dispositivo de separación trifásico se disponga, referido a su sección transversal, por fuera y que la zona de entrada esté formada por el primer separador, del que se dispone al menos uno. Se prefiere además que las superficies frontales del al menos un bloque de láminas del primer separador delimite el dispositivo de separación trifásico hacia fuera.

De acuerdo con otra variante de realización preferida de la presente invención, el primer separador comprende al menos dos, preferiblemente cuatro aglomerados de bloque de láminas, comprendiendo cada uno de estos aglomerados de bloques de láminas al menos cuatro bloques de láminas y ajustándose cada bloque de láminas con al menos una de sus superficies laterales a una superficie lateral de otro bloque de láminas.

En la variante de realización precitada se prevé que el primer separador comprenda al menos dos, preferiblemente cuatro aglomerados de bloques de láminas, comprendiendo cada uno de estos aglomerados de bloques de láminas cuatro bloques de láminas, ajustándose respectivamente dos bloques de láminas de cada uno de los aglomerados de bloques de láminas, con una de sus dos superficies laterales, el uno al otro, en un ángulo de inclinación de 10º a 80º respecto a la dirección longitudinal del bloque de láminas, y uniéndose los dos paquetes de bloques de láminas formados por los bloques de láminas adyacentes a través de respectivamente una pared que une las superficies laterales de los paquetes de bloques de láminas, por lo que los cuatro bloques de láminas y las dos paredes, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico, se disponen en forma de hexágono. En el centro de cada hexágono se prevé el segundo separador que preferiblemente comprende un bloque de laminas.

Con preferencia son los extremos superiores de las distintas láminas de al menos un bloque de láminas del primer separador los que configuran la zona de entrada para la mezcla trifásica, prefiriéndose especialmente en este caso que el al menos un bloque de láminas del primer separador se disponga por fuera, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico.

Se prefiere además que las láminas del boque de láminas del segundo separador se dispongan, en relación con sus lados laterales, en un ángulo de 10º a 90º, preferiblemente de 45º a 90º, con preferencia de 55 a 90º respecto a las láminas del al menos un primer separador.

Mientras que el primer separador comprende, como se prefiere, cuatro bloques de láminas, el segundo separador comprende sólo un bloque de láminas.

Con preferencia las láminas del bloque de láminas del segundo separador se disponen, en relación con sus lados longitudinales, en un ángulo de 55º a 90º respecto a las láminas del al menos un primer separador.

Para separar el al menos un primer separador del al menos un segundo separador se propone, según una variante perfeccionada de la idea de la invención, que entre el al menos un bloque de láminas del segundo separador y el al menos un bloque de láminas del primer separador adyacente se disponga una pared intermedia que, visto desde la vertical, sobresale del extremo superior del primer separador. Como consecuencia, se evita de forma segura que la mezcla trifásica entre desde la zona de entrada en el segundo separador, especialmente en la variante de realización en la que el primer separador forma la zona de entrada para la mezcla trifásica.

En la variante de realización antes citada resulta especialmente ventajoso que la pared intermedia que, visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico, sea la de las láminas interiores de los bloques de láminas del primer separador adyacentes al segundo separador, siendo las láminas interiores más altas que las demás láminas del mismo bloque de laminas. Por consiguiente, en el caso de esta pared intermedia se trata de una lámina alargada.

La salida para el líquido se dispone preferiblemente por encima del extremo superior del al menos un bloque de láminas del segundo separador.

Se prefiere que respectivamente por el extremo inferior de las láminas exteriores de cada uno de los cuatro bloques de láminas del primer separador se disponga, visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico, una pared exterior. Se ha podido comprobar que resulta especialmente ventajoso que, visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico, se doblen al menos dos de las paredes exteriores hacia dentro de modo que las paredes exteriores, vistas desde la vertical, se vayan juntando hacia abajo formando una acanaladura. De esta manera es posible que la fracción rica en sustancia sólida, que se va formando entre el al menos un primer separador y el al menos un segundo separador, se acumule durante el funcionamiento del dispositivo en la acanaladura y pueda salir por completo del dispositivo de separación a través de la salida correspondiente. Se considera especialmente ventajoso que las paredes exteriores que forman la acanaladura se desarrollen, la una frente a la otra, en un ángulo de 30º a 120º, especialmente de 40º a 100º, preferiblemente de 60º a 80º y, con especial preferencia de 70º.

En la variante de realización precitada la salida para la fracción rica en sustancia sólida se prevé preferiblemente en la acanaladura, realizándose la salida con especial preferencia en forma de una ranura paralela a la acanaladura.

Para evitar de manera segura una penetración de mezcla trifásica en el dispositivo de separación trifásico en puntos fuera de la zona de entrada y, por lo tanto, especialmente también la penetración de mezcla trifásica en el segundo separador, se propone según una variante perfeccionada de la invención que por debajo de la salida para la fracción rica en sustancia sólida se disponga un blindaje y que el mismo se configure de modo que la mezcla de líquido, gas o sustancia sólida, que desde la zona por debajo del dispositivo de separación trifásico fluye verticalmente hacia arriba, no pueda penetrar en el dispositivo de separación trifásico a través de la salida.

Otro objeto de la presente invención es un reactor que en su parte superior presenta el dispositivo de separación trifásico según la invención antes descrito.

En el caso del reactor se puede tratar especialmente de un reactor anaerobio o aerobio para la depuración de aguas residuales o de proceso que presente al menos un conducto de alimentación para la aportación de las aguas residuales o de proceso a depurar al reactor, al menos un conducto de salida para la evacuación de las aguas residuales o de proceso depuradas del reactor y al menos un conducto de salida para la evacuación de gas del reactor. En el caso del reactor se trata con especial preferencia de un reactor anaerobio o aerobio para la depuración continua de aguas residuales o de proceso de la industria papelera.

Otro objeto de la presente invención consiste en un procedimiento para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla que contiene líquido, gas y sustancia sólida. De acuerdo con la invención, este proceso comprende los siguientes pasos:

a) Introducción de la mezcla trifásica, a través de una zona de entrada, en el primer separador de un dispositivo de separación trifásico de un reactor antes descrito, formando el primer separador la zona de entrada para la mezcla trifásica y estando el mismo unido a la zona de entrada para la mezcla trifásica,

b) conducción de la mezcla trifásica desde arriba hacia abajo, respecto a la vertical, a través de los canales de flujo del primer separador para separar el gas de la mezcla trifásica formando así una mezcla bifásica,

c) extracción de la mezcla bifásica del primer separador,

d) introducción de al menos una parte de la mezcla bifásica en el segundo separador,

e) conducción de la mezcla bifásico desde arriba hacia abajo, respecto a la vertical, a través de los al menos dos canales de flujo del segundo separador para separar la sustancia sólida de la mezcla bifásica y una fracción rica en sustancia sólida,

f) extracción del líquido depurado del segundo separador y

g) extracción de la fracción rica en sustancia sólida del dispositivo de separación trifásico a través de una salida,

introduciéndose en el segundo separador sólo una mezcla bifásica extraída del primer separador, pero no la mezcla trifásica.

Con preferencia el procedimiento se lleva a cabo y la superficie (A) de la salida para la fracción rica en sustancia sólida del dispositivo de separación trifásico se dimensiona de manera que la velocidad de entrada de la mezcla trifásica en la zona de entrada del primer separador sea menor que la velocidad de subida de las burbujas de gas en la mezcla trifásica.

A continuación la presente invención se describe a modo de ejemplo a la vista de unas formas de realización ventajosas y con referencia a los dibujos adjuntos.

Éstos muestran en la

Figura 1 una vista en perspectiva de un dispositivo de separación trifásico según un primer ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 2 una sección longitudinal en perspectiva del dispositivo de separación trifásico representado en la figura 1;

Figura 3 una vista sobre un dispositivo de separación trifásico según un segundo ejemplo de realización de la presente invención;

Figura 4 una sección longitudinal en perspectiva del dispositivo de separación trifásico representado en la figura 3;

Figura 5 una vista sobre un dispositivo de separación trifásico según un tercer ejemplo de realización de la presente invención que presenta cuatro aglomerados de bloque de láminas y

Figura 6 una sección longitudinal esquemática de un reactor para la depuración anaerobia de aguas residuales que presenta un dispositivo de separación trifásico según la presente invención representado en las figuras 1 y 2.

El dispositivo de separación trifásico 10 según un primer ejemplo de realización de la presente invención, representado en las figuras 1 y 2, comprende una zona de entrada 12 para la mezcla trifásica, una salida 14 para una fracción rica en sustancia sólida, una salida 16 para agua depurada, un primer separador 18 para la separación de gas de la mezcla trifásica con formación de una mezcla bifásica que contiene líquido y sustancia sólida, así como un segundo separador 20 para la separación de sustancia sólida de la mezcla bifásica creada en el primer separador.

El primer separador comprende cuatro bloques de laminas 22, 22', 22" que presentan respectivamente cinco láminas orientadas de forma paralela 24 que, respecto a la horizontal, presentan una inclinación de 90º, es decir, se disponen perpendiculares en relación con la sección transversal del dispositivo de separación trifásico 10, configurándose entre respectivamente dos láminas contiguas 24 respectivamente un canal de flujo 26. Las láminas más exteriores 24, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico 10, de los bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18, limitan el dispositivo de separación trifásico 10 hacia fuera. Las láminas interiores de los bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18, visto respectivamente desde el eje

longitudinal del dispositivo de separación trifásico 10, se alargan en cambio frente a las demás láminas 24 hacia arriba y forman una pared intermedia 28 que separa el primer separador 18 del segundo separador 20. Los distintos extremos superiores de las láminas 22, 22', 22" del primer separador 18 forman la zona de entrada 12 para la mezcla trifásica.

Dos bloques de láminas 22, 22', 22" de los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18 se ajustan respectivamente el uno al otro con una de sus dos superficies laterales en un ángulo de inclinación, referido a la dirección longitudinal del bloque de láminas 22, 22', 22", de 60º, uniéndose los dos paquetes de bloques de láminas formados por los bloques de láminas adyacentes, 22, 22', 22" a través de respectivamente una pared 30 que une las superficies laterales de los paquetes de bloques de láminas, por lo que los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22" y las dos paredes 30, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico 10, se disponen en forma de hexágono.

El segundo separador 18 comprende un bloque de láminas 32 que presenta cinco láminas 34 de orientación paralela que, respecto a la horizontal, presentan una inclinación de unos 50º, configurándose entre respectivamente dos láminas contiguas 34 respectivamente un canal de flujo 26'. El bloque de láminas 32 del segundo separador 18 se dispone en el centro del hexágono formado por los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18 y las dos paredes 30 y limita con los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18. Por encima de las láminas 34 del segundo separador se prevé la salida 16 para el agua depurada en forma de rebosadero.

Respectivamente por el extremo inferior de las láminas exteriores 24 de cada uno de los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22" del primer separador 18, visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico 10, y por los extremos inferiores de las dos paredes 30, se prevé una pared exterior 36, 36', doblándose cinco de las seis paredes exteriores 36, 36', visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico 10, hacia dentro, de manera que las paredes laterales, visto desde la vertical, se vayan uniendo hacia abajo formando una acanaladura 38. Las paredes exteriores 36, 36' que forman la acanaladura 38 se juntan en un ángulo (γ) de unos 70º.

En la acanaladura 38 se prevé la salida 14 para la fracción rica en sustancia sólida, configurándose la salida 14 en forma de una ranura paralela a la acanaladura 38. Por debajo de la salida 14 se prevé un blindaje 40 que consiste en una prolongación de la pared exterior 36' y que se configura de modo que a través de la salida 14 la mezcla del líquido, el gas o la sustancia sólida, que fluye desde la zona por debajo del dispositivo de separación trifásico 10 verticalmente hacia arriba, no pueda penetrar en la salida 14.

Al igual que el dispositivo de separación trifásico 10 mostrado en las figuras 1 y 2, el representado en las figuras 3 y 4 según un segundo ejemplo de realización de la presente invención presenta un primer separador 18 y un segundo separador 20, comprendiendo el primer separador 18 cuatro bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' y el segundo separador 20 un bloque de láminas 32. Las paredes 30 y los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' del primer separador están unidos en forma de hexágono, disponiéndose el segundo separador 20 en el centro del hexágono de forma adyacente a los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' del primer separador 18.

Al contrario que en el dispositivo de separación trifásico 10 representado en las figuras 1 y 2, las distintas láminas 24 de los cuatro bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' del primer separador 18 del dispositivo de separación trifásico 10 representado en las figuras 3 y 4 presentan, respecto a la horizontal, una inclinación (α) de 60º, aproximadamente. Frente al dispositivo de separación trifásico representado en las figuras 1 y 2, son las láminas exteriores alargadas 24 de los bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' del primer separador 18 las que configuran las paredes exteriores 36, 36' del dispositivo de separación trifásico 10 mostrado en las figuras 3 y 4. Las dos paredes exteriores 36, 36' se desarrollan en un ángulo (γ) de unos 70º y se juntan formando una acanaladura 38.

En la acanaladura 38 se prevé la salida 14 para la fracción rica en sustancia sólida, configurándose la salida 14 en forma de ranura paralela a la acanaladura 38. Por debajo de la salida 14 se prevén dos blindajes 40, 40' que constituyen respectivamente una prolongación de las paredes exteriores 36, 36' y que se configuran de modo que a través de la salida 14 no puedan entrar en la salida 14 el líquido, el gas o la sustancia sólida que fluyen desde la parte inferior del dispositivo de separación trifásico 10 verticalmente hacia arriba.

El dispositivo de separación trifásico 10 representado en la figura 5 comprende respectivamente cuatro de bloque de láminas 42, 42', 42", 42"' configurados en la forma representada en las figuras 1 y 2. Cada aglomerado de bloques de láminas 42, 42', 42", 42"' comprende por lo tanto un primer separador 18 compuesto por cuatro bloques de láminas 22, 22', 22", 22"' dispuestos en forma de hexágono y por dos paredes 30, disponiéndose en el centro del hexágono el segundo separador 20 que comprende un bloque de láminas. Como consecuencia de la disposición de varios aglomerados de bloques de láminas 42, 42', 42", 42"' se consigue una estructura modular del dispositivo de separación trifásico 10, lo que permiten adaptar la forma y el tamaño del dispositivo de separación trifásico al reactor existente en el que se va a instalar. Al mismo tiempo de puede reducir la altura de los distintos bloques de láminas en comparación con un dispositivo de separación trifásico que sólo comprende un aglomerado de bloques de láminas.

En la figura 6 se representa esquemáticamente un reactor 44 para la depuración anaerobia de aguas residuales que en su parte superior presenta un dispositivo de separación trifásico 10 con una configuración como la que se representa en las figuras 1 y 2. El reactor presenta además por su extremo inferior un conducto de alimentación para aguas residuales 46 así como, por su extremo superior, un conducto de salida de gas 48. En la zona entre el tercio inferior y el tercio central del reactor 44 se prevé una pluralidad de pellets 50 de microorganismos anaerobios que

durante el funcionamiento del reactor 44 se mantienen en suspensión gracias a la corriente de aguas residuales dentro del reactor 44.

Durante el funcionamiento del reactor 44 según la invención representado en la figura 6 se aportan al mismo a través del conducto de alimentación 46, de manera continua, aguas residuales a depurar procedentes, por ejemplo, de una fábrica de papel, que por medio de un distribuidor de entrada (no representado) se mezclan en la parte inferior del reactor 44 con el medio que se encuentra en el reactor 44 y que se conducen a través del lecho de lodo, que contiene pellets de microorganismos 50 y que está situado por encima de la entrada, descomponiendo los microorganismos anaerobios existentes en el reactor 44 las impurezas orgánicas contenidas en las aguas residuales fundamentalmente en dióxido de carbono y metano. El biogas que se forma durante la descomposición de los compuestos orgánicos, y que contiene especialmente metano y dióxido de carbono, se deposita parcialmente en forma de pequeñas burbujas de gas en los pellets de microorganismos 50 y sube en parte en forma de pequeñas burbujas de gas libres en el reactor 44. Debido a las pequeñas burbujas de gas acumuladas desciende el peso específica de los pellets 50, por lo que los pellets suben en el reactor 44 hacia arriba.

En la parte superior del reactor se encuentra, por lo tanto, una mezcla trifásica que además del agua y de los pellets de microorganismos 50 suspendidos en la misma contiene burbujas de gas así como pequeñas burbujas de gas adheridas a los pellets de microorganismos 50. Mientras que gran parte de las burbujas de gas no acumuladas en los pellets de microorganismos 50 sube, debido al fuerte empuje vertical y a la corriente de líquido dirigida hacia arriba, pasando al lado de la zona de entrada 12 del dispositivo de separación trifásico 10 hasta llegar a la cámara de gas 54 prevista por encima del nivel de agua 52, la mezcla trifásica, que además del agua contiene pellets de microorganismos 50, pellets de microorganismos 50 con pequeñas burbujas de gas acumuladas y cantidades relativamente reducidas de burbujas de gas libres, entra a través de la zona de entrada 12 en el dispositivo de separación trifásico 10, en el que fluye desde arriba hacia abajo a través de los canales de flujo 26 previstos entre las láminas 24 de los bloques de láminas 22, 22', 22", 22"'. En los distintos canales de flujo 26 se crea, a través de la sección transversal de los canales de flujo 26, un perfil de velocidad de desarrollo parabólico debido al cual se producen entre los pellets de microorganismos contiguos 50 con pequeñas burbujas de gas acumuladas, a causa de las fuerzas de fricción, unos gradientes de presión que dan lugar a que las burbujas de gas adheridas a los pellets de microorganismos 50 se desprendan de los pellets de microorganismos 50 y a que suban junto con las demás burbujas de gas libres en las láminas 24 del primer separador 18 hacia arriba, abandonando el dispositivo de separación trifásico 10 a través de la zona de entrada 12 y subiendo hasta la cámara de gas 54. Como consecuencia, en el primer separador 18 el gas se separa por completo de la mezcla trifásica, de modo que de los canales de flujo 26 del primer separador 18 sale por abajo una mezcla bifásica que sólo contiene agua y pellets de microorganismos (sin pequeñas burbujas de gas adheridas).

Una corriente parcial de la mezcla bifásica que sale por abajo del primer separador 18, representada en la figura 6 por medio de la flecha identificada con la letra c), se conduce, debido a las circunstancias de flujo en el dispositivo de separación trifásico 10, desde abajo hacia arriba a través de las láminas 34 del segundo separador 20. Durante este proceso se crea en los distintos canales de flujo 26' del segundo separador 20 un perfil de velocidad de desarrollo parabólico a través de la sección transversal de los canales de flujo 26', debido al cual los pellets de microorganismos 50 se mueven en los canales de flujo 26' hacia las paredes de las láminas 34, a causa de la fuerza resultante de la fuerza de gravedad dirigida verticalmente hacia abajo y la fuerza hidráulica dirigida oblicuamente hacia arriba. Dado que la fuerza hidráulica en dirección de las paredes de las láminas 34 disminuye a causa del perfil de velocidad desarrollado de forma parabólica a través de la sección transversal de los canales de flujo 26', los pellets de microorganismos 50 van descendiendo en las paredes de las láminas 34 de los canales de flujo 26' y abandonan el segundo separador 20 por abajo, mientras que las aguas depuradas, de las que se han separado los pellets de microorganismos 50, suben en los canales de flujo 26' hacia arriba y abandonan el segundo separador 20 por arriba llegando a una salida 16, a través de la cual las aguas depuradas salen del reactor 44.

Como consecuencia, los pellets de microorganismos 50 se acumulan en la zona inferior del dispositivo de separación trifásico 10 y salen del dispositivo de separación trifásico 10 con la otra corriente parcial representada en la figura 6 por medio de la flecha identificada con la letra b) a través de la salida 14. Gracias al blindaje 40 se evita de manera segura que dentro del reactor 44 la mezcla trifásica que fluye desde abajo hacia arriba entre a través de la salida 14 en el dispositivo de separación trifásico 10.

La relación entre la corriente parcial representada en la figura 6 por medio de la flecha identificada con la letra c), que conduce al segundo separador 20, y la corriente parcial representada en la figura 6 por medio de la flecha identificada con la letra b), que a través de la salida 14 sale del dispositivo de separación trifásico 10, la determina fundamentalmente la diferencia de presión a través de la salida 14, es decir, la diferencia de presión por la cara interior de la salida 14, visto desde el dispositivo de separación trifásico 10, y la presión por la cara exterior de la salida 14, y el tamaño de la superficie de la salida 14. Se entiende que, en caso de una diferencia de presión constante a través de la salida 14, la corriente parcial representada en la figura 6 por medio de la flecha identificada con la letra b) es tanto mayor cuanto mayor es la superficie de la salida 14, con lo que también aumenta la velocidad de flujo de la mezcla por el primer separador 18. Para mantener la velocidad de flujo a través del primer separador 18 por debajo de un valor límite crítico, a partir del cual las burbujas de gas libres penetran cada vez más en el primer separador 18, la superficie de la salida 14 para la fracción rica en sustancia sólida del dispositivo de separación trifásico 10 se dimensiona preferiblemente de manera que la velocidad de entrada o velocidad de flujo de la mezcla trifásica en la zona de entrada 12 del primer separador 18 sea menor que la velocidad de ascenso de las

burbujas de gas (libres) de la mezcla trifásica. De este modo se garantiza que todos los pellets de microorganismos 50 separados en el dispositivo de separación trifásico 10 salgan del dispositivo de separación trifásico 10, evitándose al mismo tiempo una velocidad de flujo excesiva en el primer separador 18.

Por consiguiente se prefiere que la superficie de la salida 14 se pueda regular, con lo que la relación entre la corriente parcial b) y la corriente parcial c) se puede optimizar según las necesidades durante el funcionamiento del dispositivo de separación trifásico 10. Reduciendo por ejemplo la superficie, la relación entre la corriente parcial b) y la corriente parcial c) se puede reducir de modo que se retengan más de las estructuras de microorganismos flocadas en el reactor 44. Por otra parte es posible aumentar la relación entre la corriente parcial b) y la corriente parcial c) agrandando la superficie de la salida 14, con lo que un mayor número de estructuras de microorganismos granuladas se enriquecen en el reactor 44.

Por las mismas razones, a saber, la optimización de la selectividad de las características del lodo en el reactor 44, se puede prever que toda la superficie de los canales de flujo 26' del segundo separador 20 sean regulables para que la carga del segundo separador 20 resulte flexible durante el funcionamiento del dispositivo de separación trifásico 10. Cabe, por ejemplo, la posibilidad de que durante el funcionamiento algunos de los canales de flujo 26' del segundo separador 20 se paralicen a través de un elemento de corredera (no representado) previsto preferiblemente en la salida 16 para el agua depurada, con lo que aumenta la velocidad de flujo en los restantes canales de flujo 26' y se pueden lixiviar las estructuras de sustancias sólidas flocadas del reactor 44. Al prever uno o varios de estos elementos de corredera en la salida 16, es necesario que la salida 16 se una para este fin a los extremos superiores de las láminas 34 del segundo separador 20 o a una prolongación de las láminas 34.

Lista de referencias

10	Dispositivo de separación trifásico
12	Zona de entrada para la mezcla trifásica
14	Salida para la fracción rica en sustancia sólida
16	Salida/conducto de salida para líquido/agua depurada
18	Primer separador
20	Segundo separador
22, 22'. 22", 22"'	Bloque de láminas del primer separador
24	Lámina del primer separador
26, 26'	Canal de flujo
28	Pared intermedia
30	Pared
32	Bloque de láminas del segundo separador
34	Lámina del segundo separador
36, 36'	Pared exterior
38	Acanaladura
40, 40'	Blindaje
42, 42', 42", 42"'	Aglomerado de bloques de láminas
44	Reactor anaerobio
46	Conducto de alimentación para aguas residuales
48	Conducto de salida de gas
50	Pellets de microorganismos
52	Nivel de agua
54	Cámara de gas

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de separación trifásico (10) para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla trifásica que contiene líquido, gas y sustancia sólida que comprende:

- una zona de entrada(12) para la mezcla trifásica,
- una salida (14) para una fracción rica en sustancias sólidas,
- una salida (16) para el líquido,
- un primer separador (18) para la separación de gas de una mezcla trifásica formando una mezcla bifásica que contiene líquido y sustancia sólida, formando el primer separador (18) la zona de entrada (12) para la mezcla trifásica o estando el mismo unido a la zona de entrada (12) para la mezcla trifásica, presentando el primer separador (18) cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') con respectivamente al menos tres láminas (24) paralelas entre sí entre las que se forma respectivamente un canal de flujo (26) y configurándose el primer separador (18) de manera que la mezcla que entra por la zona de entrada (12) se conduzca en los canales de flujo (26), respecto a la vertical, desde arriba hacia abajo y
- un segundo separador (20) para la separación de sustancia sólida de la mezcla bifásica formada por el primer separador (18), presentando el segundo separador (20) un bloque de láminas (32) con al menos tres láminas (34) paralelas entre sí entre las que se forma respectivamente un canal de flujo (26') y configurándose el segundo separador (20) de manera que se disponga, referido al primer separador (18), de modo que la mezcla bifásica que sale del primer separador (18) entre, respecto a la vertical, desde abajo en los canales de flujo (26') del segundo separador (20) y se conduzca dentro del mismo hacia arriba,

configurándose el dispositivo de separación trifásico (10) de forma que la mezcla trifásica sólo pueda entrar en el primer separador (18) del dispositivo de separación trifásico (10) a través de la zona de entrada (12),

i) ajustándose cada bloque de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador con cada una de sus dos superficies laterales, a una superficie lateral de otro bloque de láminas (22, 22', 22", 22"') de manera que los distintos bloques de láminas (22, 22', 22", 22"'), visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico (10) se disponga en forma de rombo, presentando el segundo separador (20) un bloque de láminas (32) que, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico (10), está dispuesto en el centro del rombo formado por los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) o

ii) uniéndose respectivamente dos bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador con una de sus dos superficies laterales con un ángulo de inclinación de 10º a 80º, respecto a la dirección longitudinal del bloque de láminas (22, 22', 22", 22"'), el uno al otro y uniéndose los dos paquetes de bloques de láminas formados por los bloques de láminas adyacentes (22, 22', 22", 22"') a través de respectivamente una pared (30) que une las superficies laterales de los paquetes de bloques de láminas, por lo que los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') y las dos paredes (30), visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico (10), se disponen en forma de un hexágono, presentando el segundo separador (20) un bloque de láminas (32) que, visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico (10), está dispuesto en el centro del hexágono formado por los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') y las dos paredes (30) del primer separador (18).

2. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 1, caracterizado por que el primer separador (18) comprende cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') formados por 5 a 10 láminas (24) paralelas entre sí, entre las que se configura respectivamente un canal de flujo (26).

3. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el segundo separador (20) comprende un bloque de láminas (32) formado por 10 a 20 láminas (34) paralelas entre sí, entre las que se configura respectivamente un canal de flujo (26').

4. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las distintas láminas (24) de los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) y/o del bloque de láminas (32) del segundo separador (20) presentan, referido a la horizontal, una inclinación (α) de entre 20º y 100º.

5. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 4, caracterizado por que las distintas láminas de los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) presentan, referido a la horizontal, una inclinación (α) de entre 80º y 100º.

6. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado por que las distintas láminas del bloque de láminas (32) del segundo separador (20) presentan, referido a la horizontal, una inclinación (α) de entre 20º y 80º.

7. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer separador (18) comprende cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') que presentan respectivamente al menos tres láminas (24) paralelas entre sí con canales de flujo (26) configurados entre ellas, presentando las láminas (24) de los distintos bloques de láminas (22, 22', 22", 22"'), referido a la horizontal, una inclinación (α) de entre 20º y 100º.

8. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las superficies frontales de los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) limitan el dispositivo de separación trifásico (10) hacia fuera.

9. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el primer separador (18) comprende al menos dos aglomerados de bloques de láminas (42, 42', 42", 42"'), comprendiendo cada uno de estos aglomerados de bloques de láminas (42, 42', 42", 42"') cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"'), ajustándose respectivamente dos bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') de cada uno de los aglomerados de bloques de láminas (42, 42', 42", 42"'), con una de sus dos superficies laterales, el uno al otro, en un ángulo de inclinación de 10º a 80º respecto a la dirección longitudinal del bloque de láminas (22, 22', 22", 22"') y uniéndose los dos paquetes de bloques de láminas formados por los bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') adyacentes a través de respectivamente una pared (30) que une las superficies laterales de los paquetes de bloques de láminas, por lo que los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') y las dos paredes (30) de cada uno de los aglomerados de boques de láminas (42, 42', 42", 42"'), visto desde la sección transversal del dispositivo de separación trifásico (10), se disponen en forma de hexágono, situándose en el centro de cada hexágono el segundo separador.

10. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la zona de entrada (12) para la mezcla trifásica la constituyen los extremos superiores de las distintas láminas (24) de los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18).

11. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que entre el bloque de láminas (32) del segundo separador (20) y los cuatro bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) se prevé una pared intermedia (28) que, visto desde la vertical, sobresale del extremo superior del primer separador (18).

12. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 11, caracterizado por que la pared intermedia (28), visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico (10), consiste en las láminas interiores de los bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18) adyacentes al segundo separador (20), siendo las láminas interiores más altas que las demás láminas (24) del bloque de laminas (22, 22', 22", 22"').

13. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la salida (16) para el líquido se dispone por encima del extremo superior del bloque de láminas (32) del segundo separador (20).

14. Dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizado por que respectivamente por el extremo inferior de las láminas exteriores de cada uno de los bloques de láminas (22, 22', 22", 22"') del primer separador (18), visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico (10), se prevé una pared exterior (36, 36').

15. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 14, caracterizado por que al menos dos de las paredes exteriores (36, 36') se doblan, visto desde el eje longitudinal del dispositivo de separación trifásico (10), hacia dentro de manera que, visto desde la vertical, las paredes exteriores se van juntando hacia abajo formando una acanaladura (38).

16. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 15, caracterizado por que las paredes exteriores que forman la acanaladura (38) se desarrollan en un ángulo (γ) de 30 a 120º.

17. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 15 ó 16, caracterizado por que en la acanaladura (38) se prevé una salida (14) para la fracción rica en sustancia sólida, configurándose la salida (14) en forma de una ranura paralela a la acanaladura (38).

18. Dispositivo de separación trifásico (10) según la reivindicación 17, caracterizado por que por debajo de la salida (14) se prevé un blindaje (40, 40') configurado de manera que el líquido, gas o la sustancia sólida que fluya por debajo del dispositivo de separación trifásico (10) verticalmente hacía arriba no pueda entrar a través de la salida (14) en el dispositivo de separación trifásico (10).

19. Reactor que en su parte superior presenta un dispositivo de separación trifásico (10) según al menos una de las reivindicaciones anteriores.

20. Reactor según la reivindicación 19, caracterizado por ser un reactor anaerobio o aerobio (44) para la depuración de aguas residuales o de proceso, que presenta al menos un conducto de alimentación (46) para la aportación de las aguas residuales o de proceso a depurar al reactor (44), así como al menos un conducto de salida (16) para la evacuación del agua residual o de proceso depurada del reactor (44).

21. Procedimiento para la separación de gas y sustancia sólida de una mezcla que contiene líquido, gas y sustancia sólida que comprende los siguientes pasos:

a) Introducción de la mezcla trifásica, a través de una zona de entrada (12), en el primer separador (18) de un dispositivo de separación trifásico (10) de un reactor según la reivindicación (20), formando el primer separador (18) la zona de entrada (12) para la mezcla trifásica y estando el mismo unido a la zona de entrada (12) para la mezcla trifásica,

b) conducción de la mezcla trifásica desde arriba hacia abajo, respecto a la vertical, a través de los canales (26) de flujo del primer separador (18) para separar el gas de la mezcla trifásica formando así una mezcla bifásica,

c) extracción de la mezcla bifásica del primer separador (18),

d) introducción de al menos una parte de la mezcla bifásica en el segundo separador (20),

e) conducción de la mezcla bifásico desde arriba hacia abajo, respecto a la vertical, a través de los al menos dos canales de flujo (26') del segundo separador (20) para separar la sustancia sólida de la mezcla bifásica y una fracción rica en sustancia sólida,

f) extracción del líquido depurado del segundo separador (20) y

g) extracción de la fracción rica en sustancia sólida del dispositivo de separación trifásico (10) a través de una salida (14),

introduciéndose en el segundo separador (20) sólo una mezcla bifásica extraída del primer separador (18), pero no la mezcla trifásica.

Fig.1

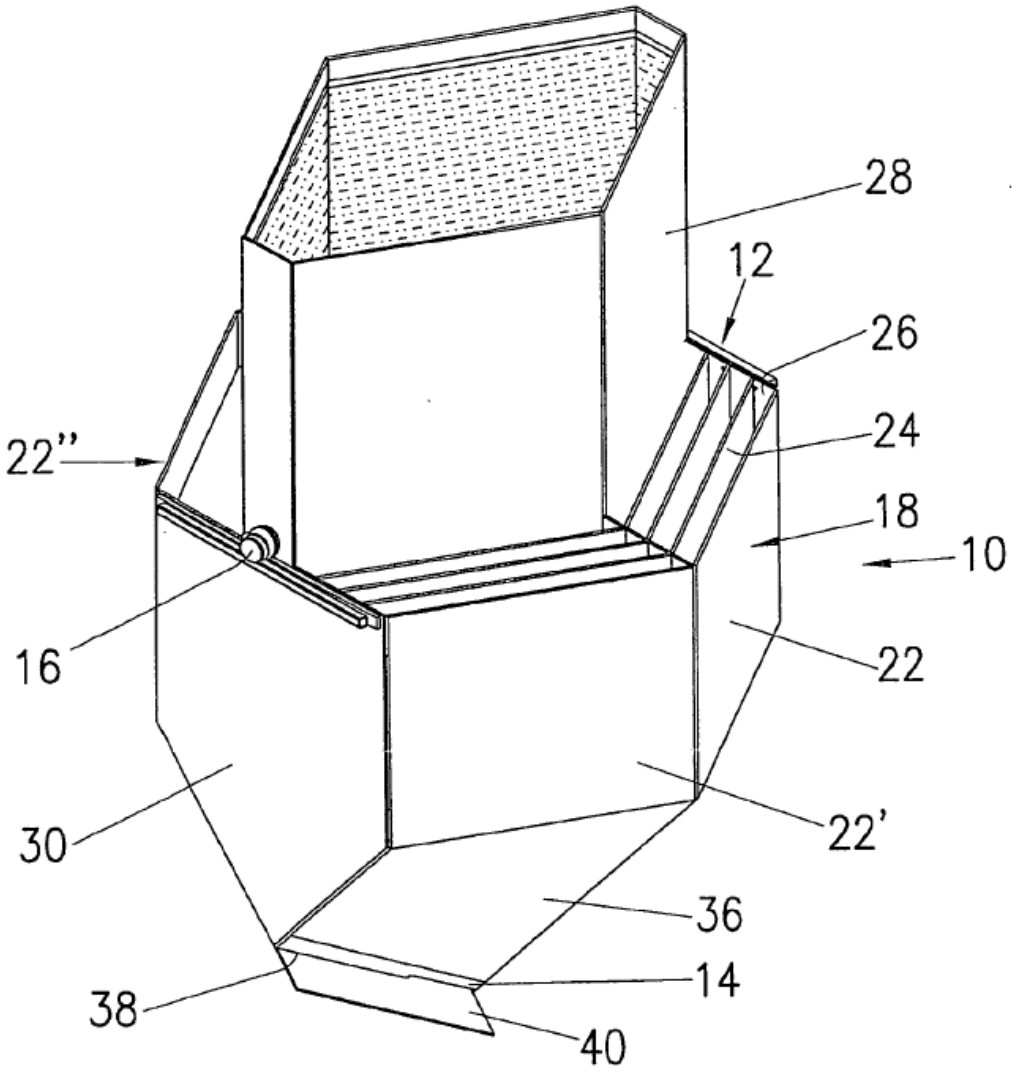


Fig.2

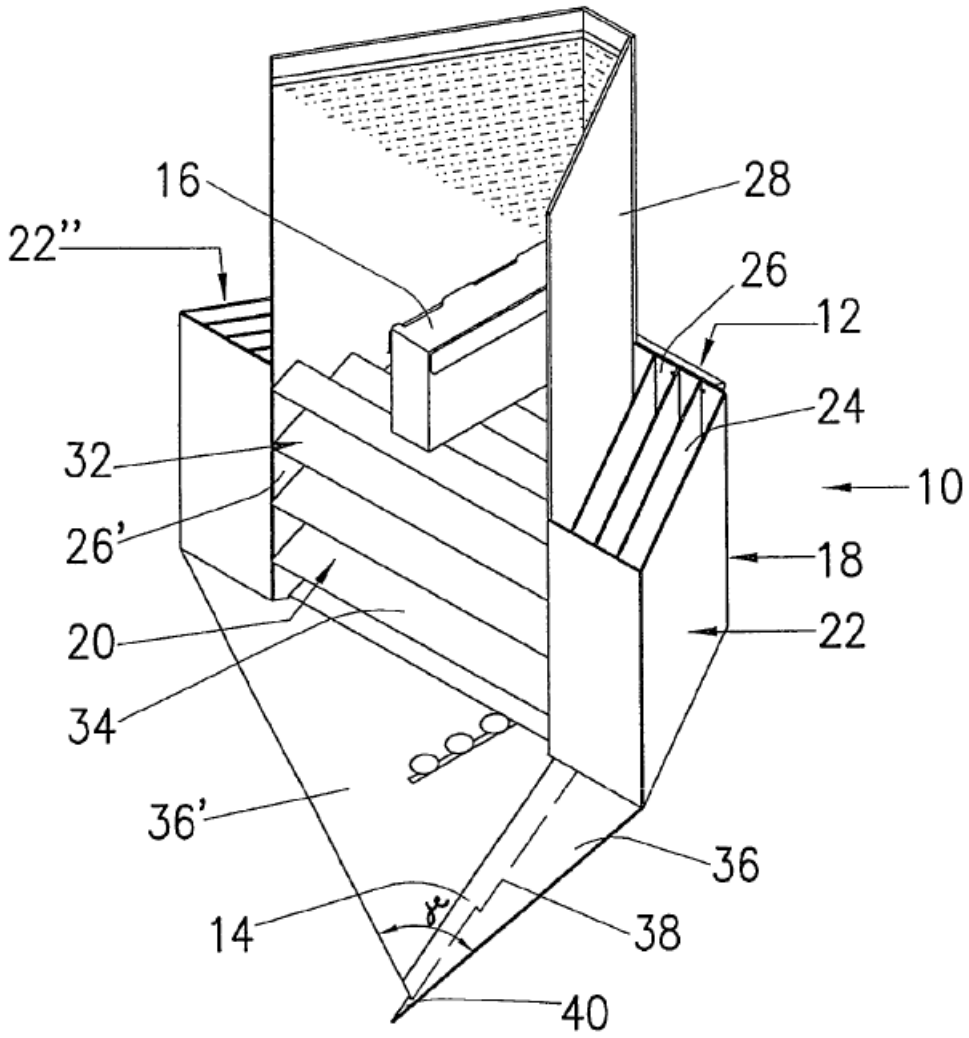


Fig.3

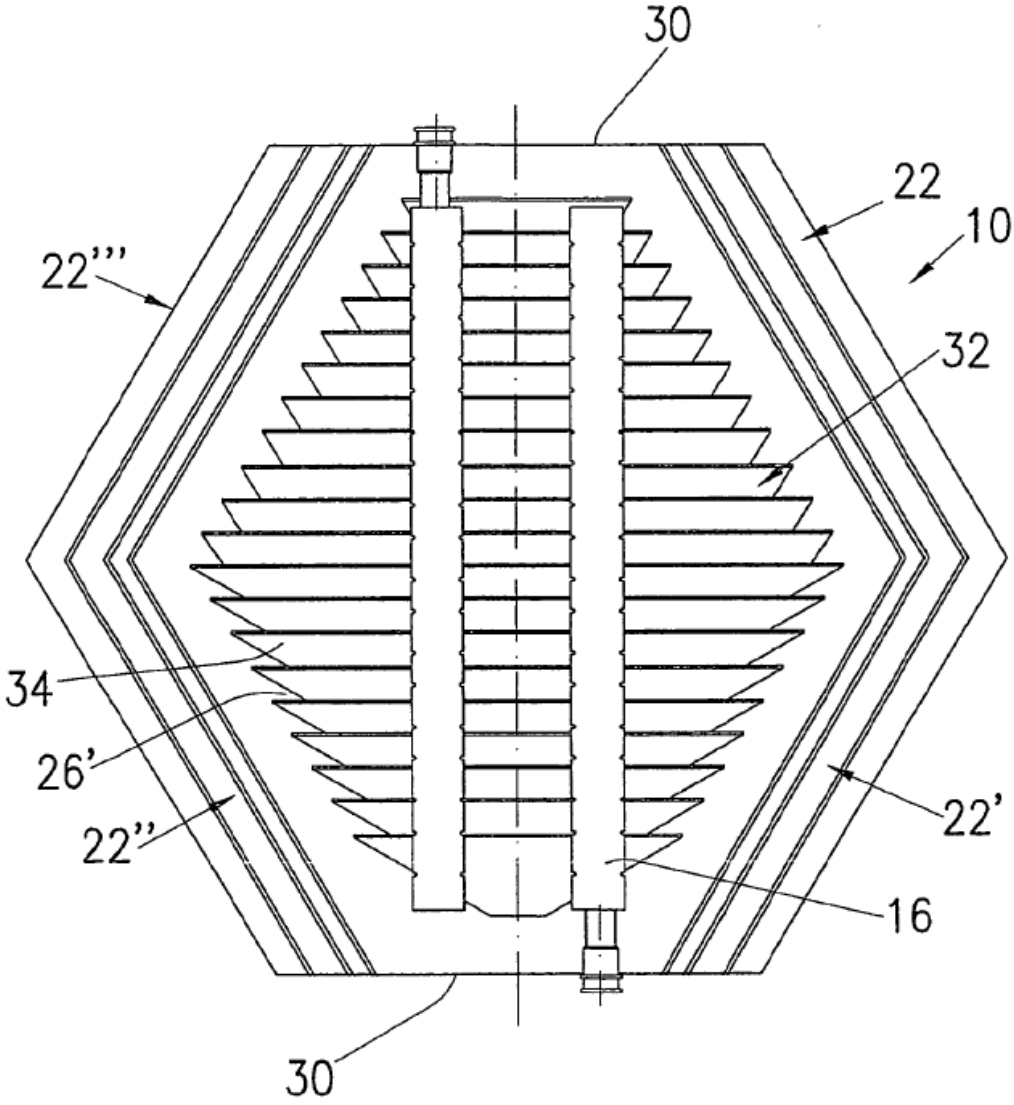
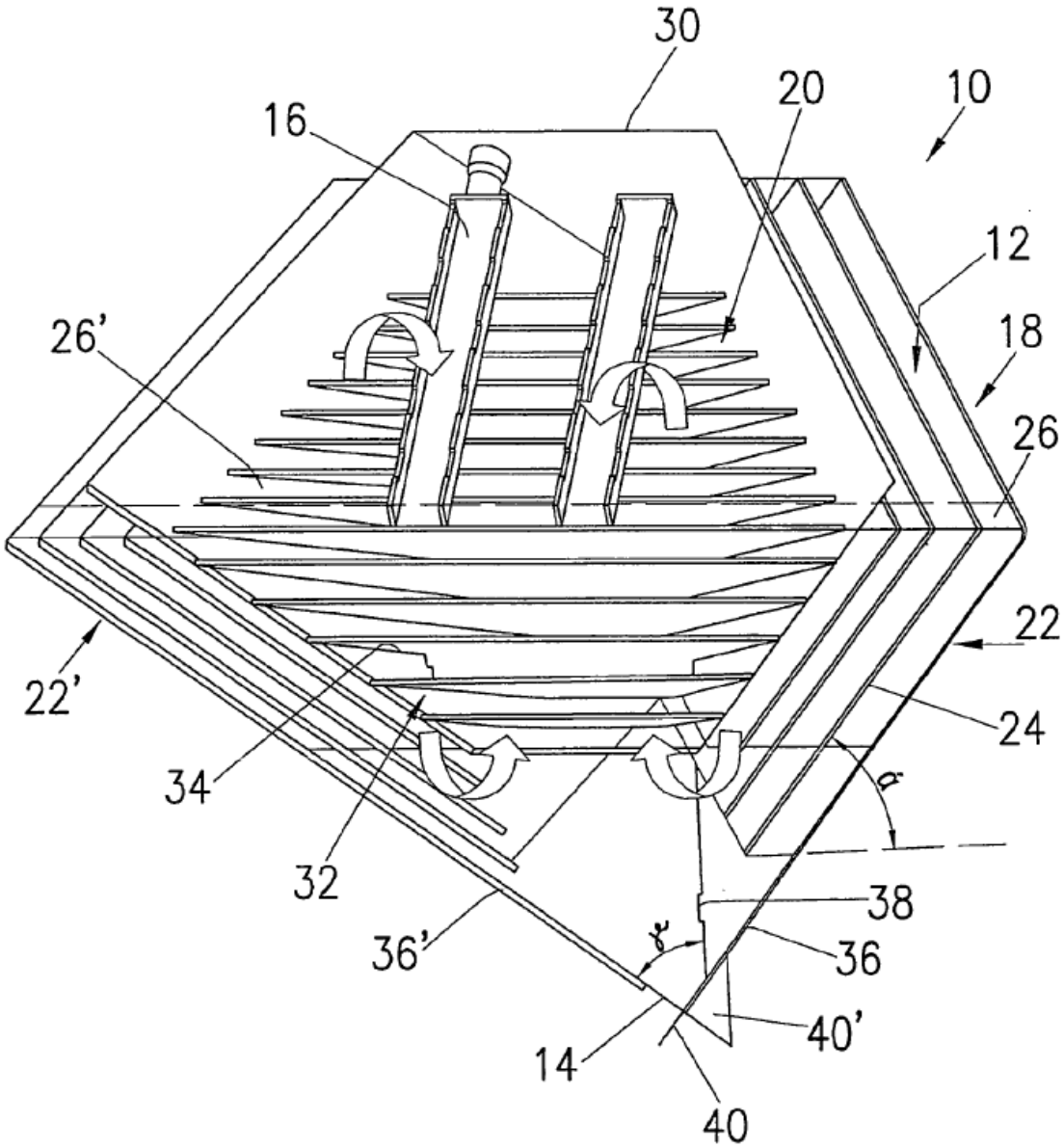


Fig.4



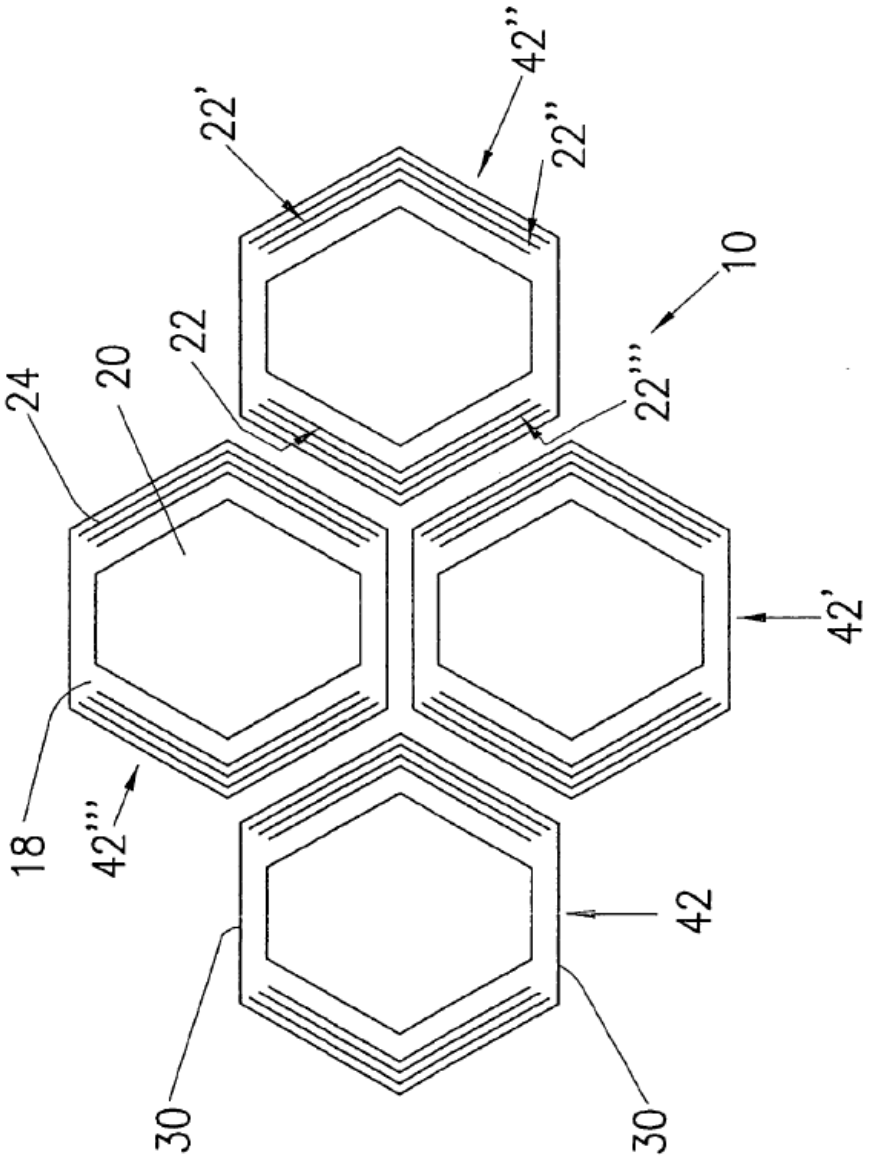


Fig.5

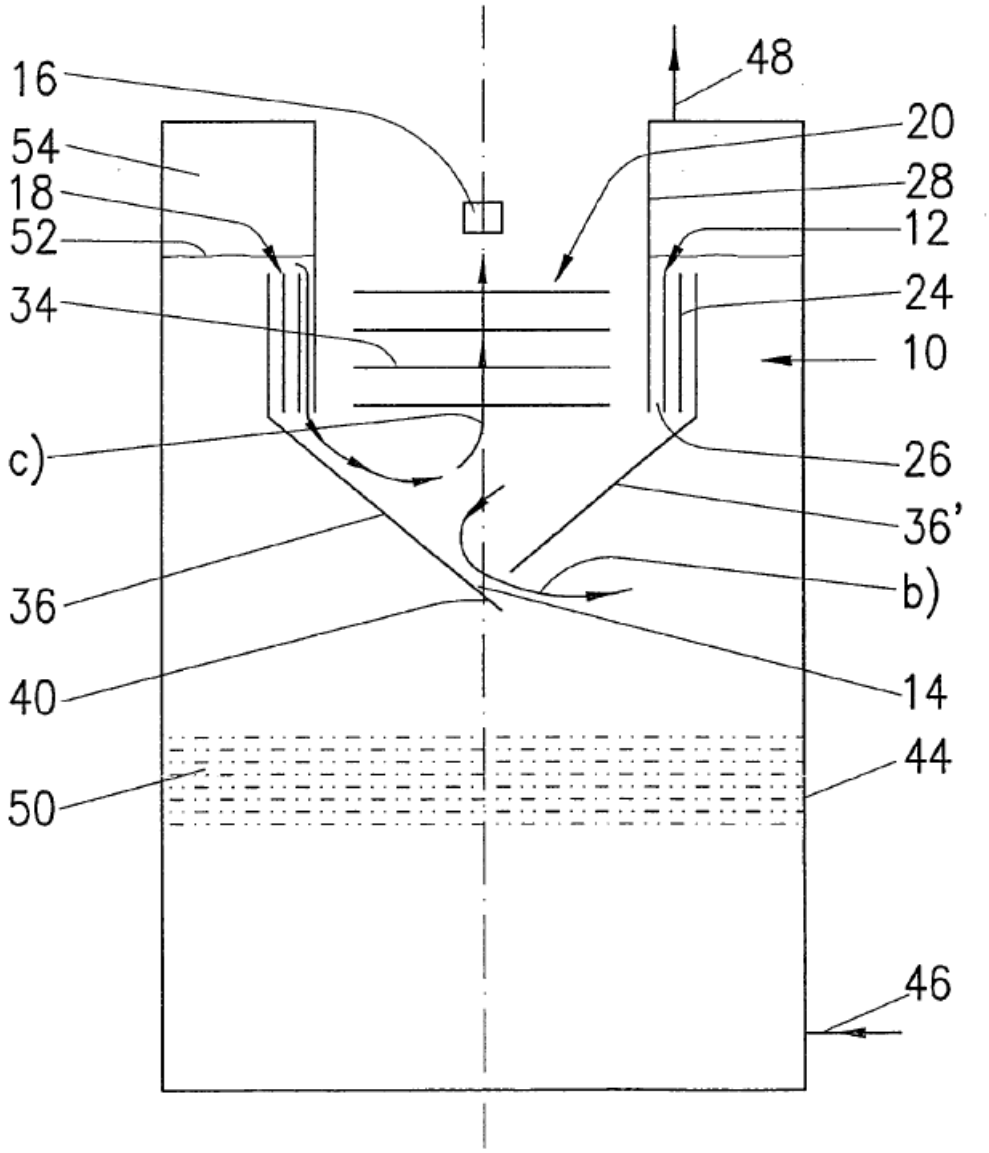



Fig.6