

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 457**

51 Int. Cl.:
C02F 3/22 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B01F 5/04 (2006.01)
B01F 5/02 (2006.01)
B01F 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03756477 .0**
96 Fecha de presentación: **07.10.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1670723**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.06.2006**

54 Título: **Procedimiento para la depuración biológica de aguas residuales**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.07.2012

73 Titular/es:
**TECHNOCON GMBH
TANNENHOHE 2
38678 CLAUSTHAL-ZELLERFELD, DE**

72 Inventor/es:
**VOGELPOHL, Alfons y
KIM, Soo-Myung**

74 Agente/Representante:
Manresa Val, Manuel

ES 2 384 457 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).

DESCRIPCION

Procedimiento para la depuración biológica de aguas residuales.

La presente invención se refiere a un procedimiento para la depuración biológica de aguas residuales, en el que el agua residual y un gas se conducen a un recipiente de reacción que contiene microorganismos a través de una tobera binaria provista exclusivamente de dos tubos dispuestos concéntricamente entre sí, que está exenta de elementos de alimentación adicionales y que se introduce con un eje vertical en el recipiente de reacción hasta llegar al agua residual que este contiene, de modo que el tubo interior de la tobera binaria, que es el que aporta el gas, está envuelto por el tubo exterior, que conduce agua residual impulsada por una bomba, dejando entre ambos una rendija anular libre, y en el que la mezcla de agua residual y gas se mueve en circuito dentro del recipiente de reacción (EP 0 130 499 B1).

En la depuración biológica de aguas residuales, las sustancias contaminantes de microorganismos - en lo sucesivo denominadas "biomasa" - se transforman en sustancias inocuas utilizando oxígeno. El agua residual se depura aplicando gas a una mezcla de biomasa-agua en un recipiente de reacción al que continuamente se le suministra agua residual y gas y se le retira una cantidad comparable de mezcla de biomasa-agua. Se entiende por "gas" aire enriquecido con oxígeno o asimismo gas oxígeno puro.

En el sector doméstico, aunque asimismo en muchos procesos industriales, se generan aguas residuales con carga orgánica. Con objeto de depurar tales aguas residuales se conocen procedimientos para eliminar los compuestos orgánicos disueltos por vía aeróbica por microorganismos. Dichos procedimientos se llevan a cabo por lo general en depósitos de bioventilación planos. Los inconvenientes de tales procedimientos se conocen en general, por ejemplo las molestias causadas por olores en el entorno debido a grandes cantidades de aire de salida, el nivel de ruidos elevado, una gran demanda de espacio, así como unos gastos de inversión y energía elevados.

También es conocida la depuración de las aguas residuales en torres cilíndricas altas similares a una columna de burbujeo (DE-Z "*Chemie-Ingenieur-Technik*" 54 (1982), nº. 11, páginas de la 939 a la 952).

Debido a las condiciones hidrodinámicas desfavorables, y por lo tanto a las condiciones de transferencia de materia relativamente malas de las columnas de burbujeo, su carga volumétrica, es decir, la cantidad de sustancias contaminantes referidas al volumen del recipiente de reacción y a un día, y medida en DQO, es bastante baja. Su valor es aproximadamente 1 kg DQO/m3d. La aplicación de gas tiene lugar exclusivamente en el fondo de la torre utilizada, por lo que la demanda energética específica para este procedimiento resulta ser relativamente elevada.

A partir del documento DE 41 05726 C1 se conoce un procedimiento en el que se emplea un recipiente de reacción conocido en el mundo especializado como "Reactor de bucles". Un reactor de bucles constituye un recipiente cilíndrico dispuesto con eje vertical, en cuyo interior está instalado un tubo conductor abierto por los dos lados, asimismo con eje vertical. En el recipiente de reacción según esta publicación está dispuesta sobre el tubo conductor una tobera binaria mediante la que se aporta agua residual y gas. El gas se conduce mediante un tubo recto y un conducto que lo rodea hasta un primer tramo de mezcla de la tobera binaria, que aporta también el agua residual a través de un conducto anular. A este primer tramo de mezcla se conectan un segundo y un tercer tramo de mezcla, cada uno con resalte y a tope. Entre el segundo y el tercer tramo de mezcla está dispuesto además un conducto anular, por el que se aspira agua residual y gas que, en el tercer tramo de mezcla, se mezclan con el sustrato contenido en la tobera binaria.

En el procedimiento según el documento DE 198 42 332 A1, en el recipiente de reacción, realizado asimismo como reactor de bucles, existe un tubo encajado superior y un tubo encajado inferior, separados por una chapa de separación. El gas se conduce al recipiente de reacción mediante de una unidad de gaseado que está dispuesta en el fondo del recipiente de reacción. En la zona de la chapa de separación está instalada una tobera que comprende dos tubos concéntricos, en la que el líquido impulsado por una bomba hacia abajo llega al tubo encajado inferior. En este proceso, la tobera unitaria arrastra más líquido.

En el reactor según el documento DE 40 12 300 A1, realizado asimismo como reactor de bucles, existe como elemento incorporado un tubo conductor de flujo que lleva en su zona inferior una tobera cuya constitución no se describe en la publicación. Esta tobera recibe gas mediante una primera tubería y agua residual mediante una segunda tubería. Conforme a los planos de esta publicación, la parte de la tobera que sirve para la alimentación de gas es más larga que la destinada al agua residual. Asimismo, en el reactor según el documento DE 37 03 824 A1, realizado de nuevo como reactor de bucles, se dispone como elemento incorporado un tubo conductor (con deflector) en el que entra profundamente una tobera. Dicha tobera comprende una perforación central, una primera rendija anular para la alimentación de gas que la rodea concéntricamente y una segunda rendija anular que rodea concéntricamente a la primera con la misma longitud axial. El agua residual que se debe depurar se aporta a través de la perforación central y la rendija anular. La perforación central presenta una longitud axial superior a la primera rendija anular, que sirve para la alimentación del gas.

Con el procedimiento según el documento EP 0 130 499 B1 descrito al principio se alcanza un rendimiento superior en el tratamiento de aguas residuales. Se obtiene una carga volumétrica de hasta 70 kg de DQO/m3d. Según la presente publicación, el agua residual y el gas se introducen en en el reactor de bucles hasta un tubo conductor

mediante una tobera binaria constituida por dos tubos dispuestos concéntricamente, sin golpes. El tubo que sirve para la alimentación del gas en la tobera binaria se encuentra en el interior del tubo exterior, que sirve para la aportación del agua residual. El tubo interior sobresale del tubo exterior. Al funcionar este reactor de bucles, se genera un flujo en bucle alrededor del tubo conductor, con lo que se mezclan el líquido y el gas. Las ventajas de este flujo en bucle son un flujo relativamente homogéneo de ambas fases y, consecuentemente, una buena transferencia del oxígeno necesario para depurar el agua residual del gas al líquido. En este procedimiento conocido, el gas se introduce por arriba en el tubo conductor, de modo que recorre un bucle completo por lo menos una vez antes de que pueda salir del recipiente de reacción. Sin embargo, es necesario un aporte de energía elevado por el líquido introducido a través del tubo conductor, a fin de que el gas aportado y descompuesto en burbujas sea transportado hacia abajo con el flujo en bucle en contra de su "tendencia a ascender".

El objetivo de la presente invención es perfeccionar el procedimiento descrito al principio de modo que se puedan reducir el gasto de inversión y la demanda energética.

Dicho objetivo se alcanza según la presente invención de modo que,

- el tubo interior portador de gas de la tobera binaria, al que se aporta el gas mediante un ventilador, finalice a una distancia de la abertura de salida del tubo exterior portador del agua residual, en cuyo interior termina, que sea por lo menos 5 veces superior al diámetro interior del tubo exterior en la zona de la abertura de salida, y que
- la abertura de salida del tubo exterior, y por lo tanto de la tobera binaria, se encuentre a una cierta distancia del fondo del recipiente de reacción, que no contiene otros grupos incorporados aparte la tobera binaria, que sea superior a la mitad de la altura del agua residual contenida en el recipiente de reacción.

En este procedimiento, el agua residual que se mueve en un circuito y el gas se conducen separados espacialmente entre sí por lo menos hasta una tobera binaria, de modo que el gas se dispersa ya previamente en la tobera binaria debido a que el tubo es más corto que el tubo exterior. Cuando tiene lugar la salida de la mezcla de agua residual y gas de la tobera binaria al contenido del recipiente de reacción, se produce una transmisión de impulso de la mezcla que sale por la tobera primaria al agua residual contenida en el recipiente de reacción, debido a lo cual se dispersa todavía más finamente el gas y se transporta hacia abajo en el recipiente. Debido al flujo dirigido hacia abajo de la mezcla de gas-agua residual y su cambio de sentido en el fondo del recipiente de reacción, se genera en el mismo un flujo de circulación, de modo que el gas se distribuye muy uniformemente en el recipiente. En este procedimiento no se necesita un tubo conductor o un dispositivo dosificador independiente, por ejemplo un distribuidor de anillo, utilizado frecuentemente, o un distribuidor de membrana. Por lo tanto, como el recipiente de reacción no requiere elementos montados adicionales, se puede configurar muy fácilmente. Por este motivo, el gasto de inversión es reducido. Gracias a la falta de elementos montados, con este procedimiento también se puede reducir el consumo energético.

El procedimiento según la presente invención se explica mediante ejemplos de formas de realización haciendo referencia a los dibujos siguientes:

En la fig. 1 se representa esquemáticamente una disposición para la realización del procedimiento.

En la fig. 2 se representa una sección transversal de una tobera binaria en una representación ampliada.

En la fig. 3 se representa una disposición ampliada con respecto a la fig. 1.

En un recipiente de reacción 1 construido con un eje vertical se dispone una tobera binaria 2 con un eje vertical, cuya estructura se muestra con mayor precisión en la fig. 2. Dicha tobera sobresale en el interior del recipiente de reacción 1 y, durante el funcionamiento, hasta el interior del agua residual contenida en el recipiente. La distancia A de la abertura de salida 3 de la tobera binaria 2 al fondo 4 del recipiente de reacción 1 es superior a la mitad de la altura H del agua residual contenida en el recipiente. La mezcla de gas-agua residual que sale por la tobera primaria 2 en el sentido de la flecha 5 se mueve en el recipiente de reacción 1 en forma de flujos de circulación 6 dibujados con líneas de trazos.

El agua residual que se debe depurar se introduce en 7 por un tubo exterior 8, cuyo extremo se adentra en el recipiente de reacción 1 formando parte de la tobera binaria 2. Un tubo interior 9, que por su extremo forma parte asimismo de la tobera binaria 2, conduce el gas aportado en 10. Al recipiente de reacción 1 está conectado asimismo un tubo 11, que está unido con el tubo exterior 8. A través del tubo 11 puede retirarse agua del recipiente de reacción 1 y, mediante una bomba 12, volver a introducirse en el mismo junto con agua residual nueva para incorporarse al circuito. El gas se aporta a la tobera binaria 2 mediante un ventilador 13. La bomba 12 y el ventilador 13 aseguran que la mezcla de gas y agua residual salga por la tobera binaria a una velocidad suficientemente elevada.

En la tobera binaria 2 están dispuestos concéntricamente entre sí los extremos de de los tubos 8 y 9. En la fig. 2 se representa una forma de realización preferida de la tobera binaria 2. El tubo exterior 8 rodea el tubo interior 9 portador de gas a una distancia que permite dejar una rendija anular libre a través de la cual puede entrar el agua el agua residual. Es preferible que el tubo exterior 8 sea más estrecho por su abertura de salida 3, que es al mismo

5 tiempo la abertura de salida de la tobera binaria. El diámetro interior del tubo interior 9 se designa como d_G , mientras que el diámetro interior del tubo exterior 8 en la zona de su abertura de salida 3 se designa como d_F . La relación entre d_G y d_F puede comprender entre 0,6 y 0,9, preferentemente 0,75. El tubo interior 9 finaliza prácticamente en el tubo exterior 8. Su extremo abierto 14 se encuentra a una distancia h de la abertura de salida 3 del tubo exterior 8 que es, como mínimo, 5 veces superior a d_F .

El procedimiento según la presente invención se realiza, por ejemplo, del siguiente modo:

10 El agua residual que se debe depurar (agua residual bruta), que se aporta mediante el tubo 8, se incorpora, en su caso, a la tobera binaria 2 junto con el agua residual retirada del recipiente de reacción 1 mediante el tubo 11. Al mismo tiempo, se aporta gas a la tobera binaria 2 mediante el tubo interior 9. Si la velocidad de estos medios, que se puede ajustar mediante la bomba 12 por una parte y el ventilador 13 por otra, es suficiente, se produce una dispersión previa del gas en la tobera binaria 2. Cuando tiene lugar la salida de la mezcla de agua residual y gas de la tobera binaria 2 al agua residual contenida en el recipiente de reacción 1, se produce una transmisión de impulso de la mezcla que sale por la tobera primaria 2 al agua residual contenida en el recipiente de reacción 1, debido a lo cual adicionalmente el gas se dispersa muy finamente y se transporta hacia abajo en el recipiente de reacción 1.

15 Debido al flujo dirigido hacia abajo de la mezcla de gas-agua residual y su cambio de sentido en el fondo 4 del recipiente de reacción 1, se originan los flujos de circulación 6, de modo que el gas se distribuye muy uniformemente en el recipiente de reacción 1. El agua depurada puede salir del recipiente de reacción 1 junto con biomasa mediante una tubería 15. En un dispositivo posconectado, que no se representa en la figura, se pueden separar entre sí el agua residual y la biomasa. La biomasa se puede volver a introducir en su mayor parte en el recipiente de
 20 reacción 1 mediante una tubería 16. El resto de la biomasa se puede retirar como lodo excedente

La abertura de salida 3 de la tobera binaria 2 se encuentra, como ya se ha indicado, en la zona superior del agua residual del recipiente de reacción 1, por conveniencia a aproximadamente dos tercios de la altura H del agua residual calculada desde el fondo 4 del recipiente de reacción 1. Según la altura de la boca de la tobera binaria 2 en el recipiente de reacción 1, el gas se compacta más o menos mediante el ventilador 13. Una cantidad de gas
 25 correspondiente al gas suministrado puede salir del recipiente de reacción 1 por una tubería 17.

Dado que la relación entre la altura y el diámetro del recipiente de reacción 1 y las velocidades del agua residual y del gas en la tobera binaria 2 deben cumplir determinados valores por motivos de la dinámica de fluidos, y dado que la altura de construcción del recipiente de reacción 1 está limitada por motivos energéticos, con cantidades elevadas de agua residual se disponen convenientemente varias toberas binarias 2 junto con las correspondientes tuberías de
 30 alimentación en un recipiente de reacción 1. Esta disposición se representa, por ejemplo, para tres toberas binarias 2 en la fig. 3. El montaje de varias toberas binarias 2 en un recipiente de reacción 1 presenta la ventaja adicional de que la dispersión del gas suministrado todavía se intensifica por un efecto de choque de los flujos de líquido invertidos y que impactan entre sí.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la depuración biológica de aguas residuales, en el que se suministran agua residual y gas a un recipiente de reacción que contiene microorganismos a través de una tobera binaria provista exclusivamente de dos tubos dispuestos concéntricamente estables entre sí, que está exenta de elementos de alimentación adicionales y que se introduce con un eje vertical en el recipiente de reacción hasta llegar al agua residual que este contiene, de modo que el tubo interior de la tobera binaria, que es el que aporta el gas, está envuelto por el tubo exterior, que conduce agua residual impulsada por una bomba, dejando entre ambos una rendija anular libre, y por el que la mezcla de agua residual y gas se mueve en circuito dentro del recipiente de reacción, **caracterizado porque**
- 5
- 10
- el tubo interior (9) portador de gas de la tobera binaria (2), al que se aporta el gas mediante un ventilador, finaliza a una distancia (h) de la abertura de salida (3) del tubo exterior (8) portador del agua residual, en cuyo interior finaliza, que es por lo menos 5 veces superior al diámetro interior (d_F) del tubo exterior (8) en la zona de la abertura de salida (3), y **porque**
- 15
- la abertura de salida (3) del tubo exterior (8), y por lo tanto de la tobera binaria (2) se encuentra a una distancia (A) del fondo (4) del recipiente de reacción (1), que no lleva otros grupos incorporados aparte la tobera binaria (2), que es superior a la mitad de la altura (H) del agua residual contenida en el recipiente de reacción (1).
- 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la abertura de salida (3) del tubo exterior (8), y por lo tanto de la tobera binaria (2), se encuentra a a aproximadamente dos tercios de la altura del agua residual calculada desde el fondo (4) del recipiente de reacción (1).
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** el agua residual se suministra al tubo exterior (8) de la tobera binaria (2) junto con el agua residual retirada del recipiente de reacción (1).
- 25
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** en un recipiente de reacción (1) se disponen dos o más toberas binarias (2) sin elementos montados adicionales.

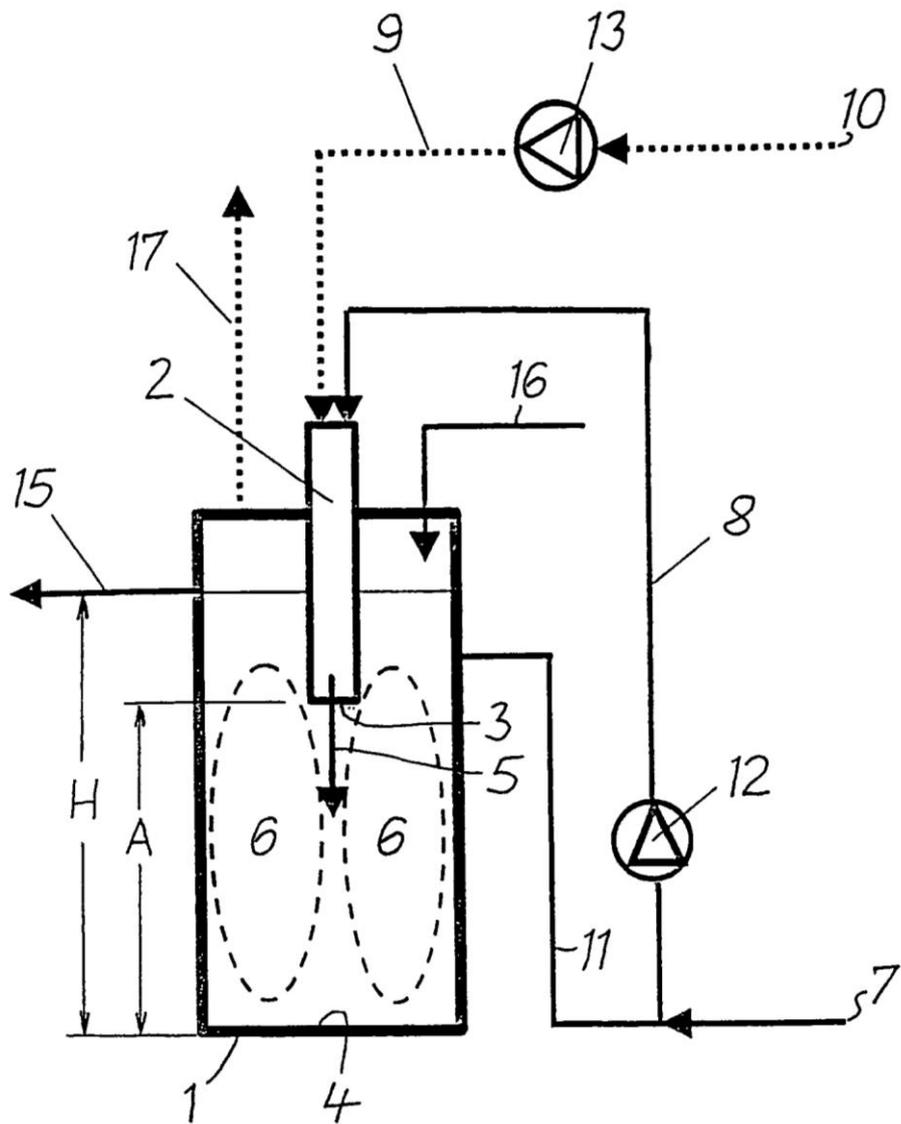


Fig. 1

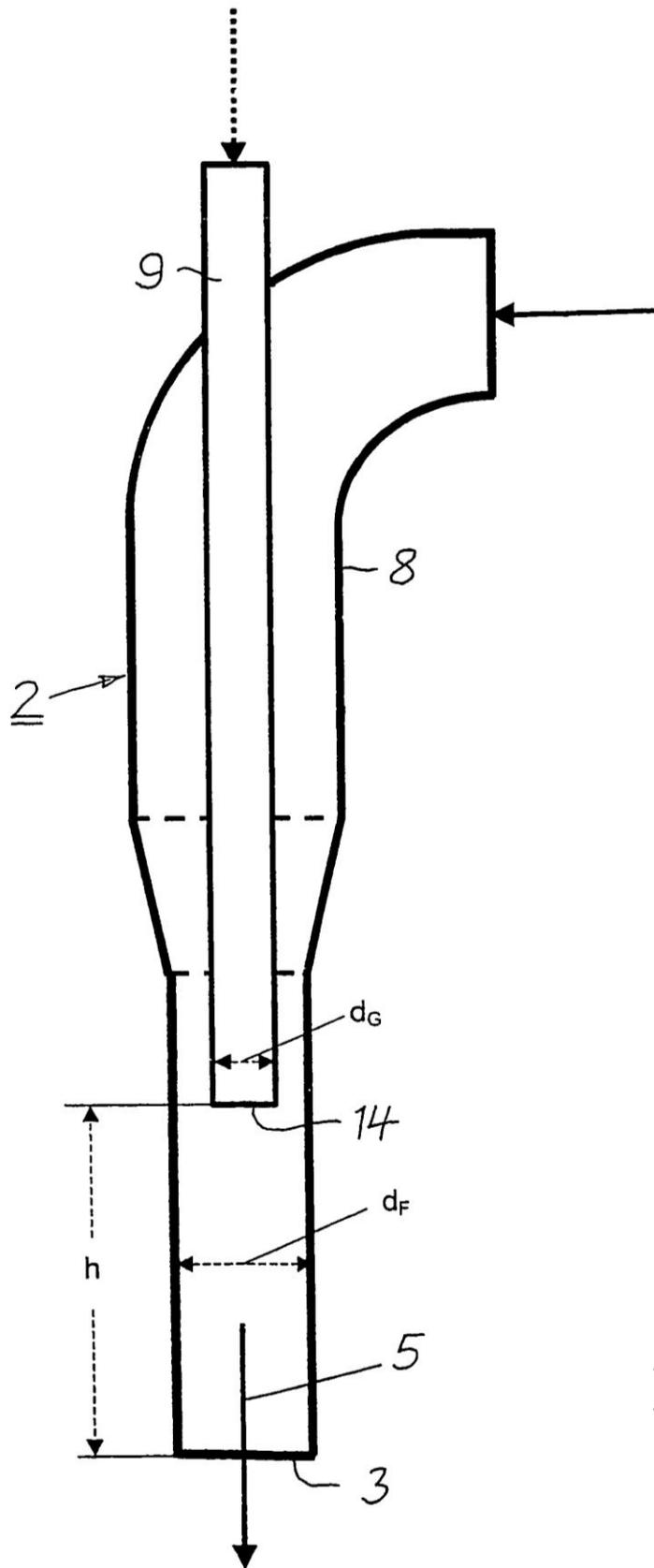


Fig. 2

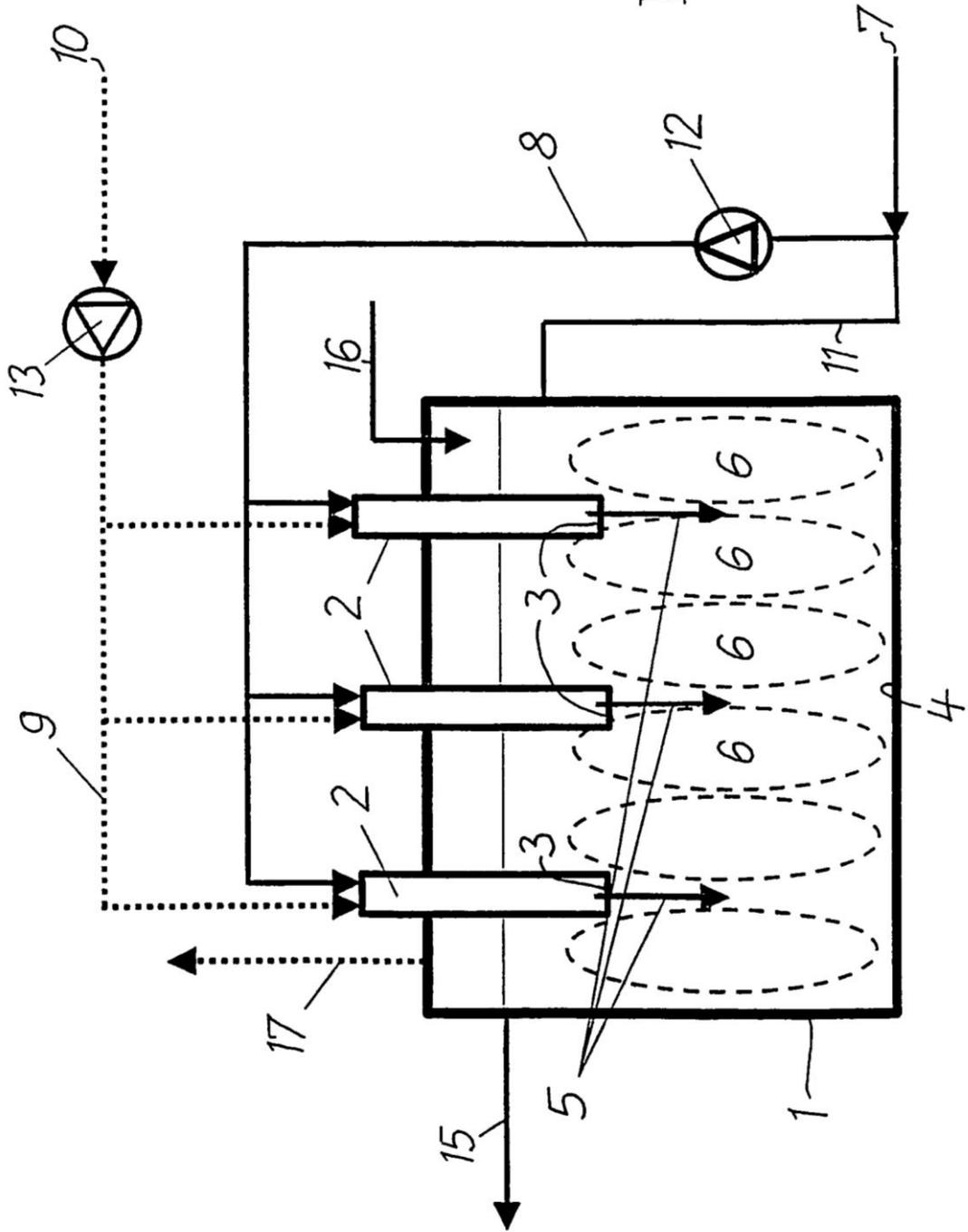


Fig. 3