

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 706 062**

51 Int. Cl.:

C02F 3/00 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2011 PCT/IL2011/000684**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.03.2012 WO12025926**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2011 E 11761148 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.11.2018 EP 2609042**

54 Título: **Sistema de tratamiento de las aguas residuales**

30 Prioridad:

24.08.2010 US 376505 P

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

27.03.2019

73 Titular/es:

**TRIPLE T PURIFICATION LTD. (100.0%)
20 Alon Hatavor Street P.O. Box 3004
3088900 Caesarea, IL**

72 Inventor/es:

AMITAI, GADI

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 706 062 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

Sistema de tratamiento de las aguas residuales

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

Esta invención se refiere a sistemas para el tratamiento de aguas residuales.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

10

Los sistemas de tratamiento de aguas residuales típicamente comprenden uno o más depósitos que tienen los lados y el fondo esencialmente impermeables. Una o más capas de sustrato, como suelo, grava o materiales sintéticos, se colocan en el fondo para mantener organismos acuáticos como bacterias, algas o las raíces de las plantas acuáticas. Estos sistemas se han utilizado para reducir la demanda de oxígeno, sólidos suspendidos, bacterias patógenas y otros componentes de aguas residuales, en aguas residuales domésticas, industriales y agrícolas.

15

Un sistema de tratamiento de aguas residuales recíproco tiene dos depósitos. Las aguas residuales se introducen en uno o ambos depósitos, y luego se hacen fluir hacia adelante y hacia atrás entre los dos depósitos. La frecuencia del ciclo de llenado y drenaje se puede ajustar para controlar las condiciones para reacciones bióticas y abióticas específicas como la nitrificación, desnitrificación, reducción de sulfato y metanogénesis. Los humedales alternativos conocidos utilizan bombas o transporte aéreo para mover el líquido de un depósito a otro, como se describe en la patente de Estados Unidos número 5863433 de Behrends.

20

RESUMEN DE LA INVENCIÓN

25

Tal como se usa en el presente documento, el término "sistema de tratamiento de aguas residuales" se refiere a cualquier sistema para el tratamiento de aguas residuales, e incluye sistemas tales como humedales artificiales, biorreactores y filtros de goteo.

30

En su primer aspecto, la presente invención proporciona un sistema para tratar aguas residuales. El sistema de la invención comprende al menos dos depósitos, adaptados para retener las aguas residuales a tratar. Cada depósito está configurado para recibir un sustrato para el tratamiento de las aguas residuales contenidas en los depósitos. Cada depósito alterna entre un estado de ser un depósito fuente y un estado de ser un depósito receptor. Un sistema de bombeo bombea aguas residuales desde un depósito a un depósito receptor. La activación y desactivación del sistema de bombeo está bajo el control de un controlador que está configurado para ejecutar un régimen de bombeo entre los depósitos. Cuando el nivel de agua en el depósito fuente está por encima del nivel de agua del depósito receptor, el agua puede fluir desde el depósito fuente al depósito receptor bajo la influencia de la gravedad. Cuando el nivel de agua en el depósito fuente está por debajo del nivel de agua del depósito receptor, el sistema de bombeo bombea agua desde el depósito fuente hasta el depósito receptor hasta que el nivel de agua en el depósito fuente está a un nivel mínimo y el nivel de agua en el depósito receptor se encuentra a un nivel máximo. En esta etapa, el depósito fuente se convierte en un depósito receptor y el depósito receptor se convierte en un depósito fuente, y el proceso se puede repetir con el flujo de agua en la dirección opuesta. Cuando el sistema de tratamiento de aguas residuales de la invención comprende exactamente dos depósitos, el sistema puede funcionar como un humedal alternativo en el que las aguas residuales se intercambian entre los dos depósitos.

45

En su segundo aspecto, la invención proporciona un proceso para operar el sistema de tratamiento de aguas residuales de la invención. A partir de una configuración inicial en la que un depósito fuente y un depósito receptor contienen aguas residuales que deben tratarse con el nivel de agua en el depósito fuente por encima del nivel de agua del depósito receptor, se permite que las aguas residuales fluyan solo bajo la influencia de la gravedad desde el depósito fuente al depósito receptor. Cuando el nivel de agua de los dos depósitos se encuentra aproximadamente en el mismo nivel, el agua se bombea desde el depósito fuente al depósito receptor hasta que el nivel de agua en el depósito fuente alcanza un nivel mínimo y el nivel de agua en el receptor alcanza un nivel máximo. El depósito fuente se convierte en un depósito receptor y el depósito receptor se convierte en un depósito fuente, y el proceso puede repetirse con los nuevos depósitos fuente y receptor.

50

Los inventores han descubierto que usar una combinación de flujo gravitacional y bombeo para mover el agua de un depósito al otro puede proporcionar un ahorro significativo en el gasto de energía en comparación con los sistemas alternativos de la técnica anterior.

55

La invención proporciona un método para operar un sistema para el tratamiento de aguas residuales según la reivindicación 1, y un sistema para el tratamiento de aguas residuales según la reivindicación 5. La invención proporciona, además, un sistema de bombeo según la reivindicación 15. Las formas de forma de realización preferidas se enumeran en las reivindicaciones dependientes.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para entender la invención y ver cómo se puede llevar a cabo en la práctica, ahora se describirán formas de forma de realización, solo a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

10

La Figura 1 muestra una vista lateral en sección transversal de un sistema para tratar aguas residuales que tiene dos depósitos de acuerdo con una forma de realización de la invención;

La Figura 2 muestra el sistema de la Figura 1 desde una vista en planta desde arriba;

Las Figuras 3 a 8 muestran etapas sucesivas en el movimiento del agua entre los dos depósitos del sistema de las Figuras 1 y 2;

15

Las Figuras 9 y 10 muestran una vista lateral en sección transversal y una vista en planta desde arriba, respectivamente, de un sistema para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con otra forma de realización de la invención;

20

Las Figuras 11 y 12 muestran una vista lateral en sección transversal y una vista en planta desde arriba, respectivamente, de un sistema para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con una tercera forma de realización de la invención;

La Figura 13 muestra una vista lateral en sección transversal de un sistema para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con una cuarta forma de realización de la invención;

25

Las Figuras 14 y 15 muestran una vista lateral en sección transversal y una vista en planta desde arriba, respectivamente, de un sistema para el tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con una quinta forma de realización de la invención;

La Figura 16 muestra un diagrama de flujo para operar un sistema de tratamiento de aguas residuales, de acuerdo con una sexta forma de realización de la invención;

30

La Figura 17 muestra una vista lateral en sección transversal de un sistema para tratar aguas residuales que tiene dos depósitos, de acuerdo con otra forma de realización más de la invención;

La Figura 18 muestra el sistema de la Figura 17 desde una vista en planta desde arriba; y

La Figura 19 muestra un sistema de bombeo para su uso en el sistema de tratamiento de aguas residuales de las Figuras 17 y 18.

35

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN

Las Figuras 1 y 2 muestran un sistema 100 para el tratamiento de aguas residuales de acuerdo con una forma de realización de la invención. El sistema 100 se muestra en una vista en sección transversal en la Figura 1 y en una vista en planta desde arriba en la Figura 2.

40

El sistema 100 comprende una pared circundante 1 y una superficie inferior 112 que son impermeables a los líquidos. Una barrera 15 divide el sistema entre un primer depósito 2 y un segundo depósito 3 adaptados para retener las aguas residuales a tratar. Esto es solo a modo de ejemplo, y el sistema de la invención puede tener cualquier número de depósitos.

45

Una cámara de bombeo 6 se extiende a ambos lados de las dos cámaras. La cámara de bombeo 6 se abre al depósito 2 a través de una abertura 7 y al depósito 3 a través de una abertura 8, lo que permite la conexión hidráulica directa entre los dos depósitos. Una primera bomba de hélice 9 está ubicada en o sobre la abertura 7, para bombear agua desde el depósito 2 a la cámara de bombeo 6. Una segunda bomba de hélice 10 está ubicada en o sobre la abertura 8 para bombear agua desde el depósito 3 a la cámara de bombeo 6. Las aberturas 8 y 10 están al mismo nivel y permiten que los líquidos fluyan entre los dos depósitos bajo la influencia de la gravedad cuando ambas bombas 9 y 10 están inactivas.

50

En uso, se introduce un sustrato (no mostrado) en cada uno de los depósitos para el tratamiento de aguas residuales. El sustrato puede seleccionarse según se requiera en cualquier aplicación, y puede formarse, por ejemplo, a partir de grava, suelo o materiales sintéticos, y sirve para inmovilizar organismos biológicos, como bacterias, algas o plantas. En particular, el sistema de tratamiento de aguas residuales de la invención puede configurarse como humedales artificiales.

55

Las aguas residuales a tratar se envían a la cámara de bombeo 6 a través de una tubería de suministro ramificada 11, que se describe en detalle a continuación.

Las aguas residuales que fluyen entre la cámara de bombeo 6 y el primer depósito 2 pasan a través de un sistema ramificado de tuberías perforadas 28a a través de las cuales las aguas residuales se recogen y liberan alternativamente del depósito 2. De manera similar, las aguas residuales fluyen entre la cámara de bombeo 6 y el segundo depósito 3 a través de un sistema ramificado de tuberías perforadas 28b. Los sistemas ramificados de tuberías 28a y 28b aseguran que el agua que ingresa a los depósitos se distribuya uniformemente a lo largo del fondo de los depósitos, debajo de los sustratos, y que el agua se absorba de manera uniforme desde los depósitos hacia los sistemas de tuberías. El efluente se descarga en el vertedero de desbordamiento 14, ubicado en la cámara de bombeo 6, o, alternativamente, en cualquier otra disposición, como el canal de flujo vertical 17, con descarga 18.

El sistema 100 comprende además un controlador 32 que activa y desactiva las bombas 9 y 10 para ejecutar un régimen predeterminado de flujo recíproco de aguas residuales entre los dos depósitos, a través de las líneas de comunicaciones 44 y 46, respectivamente, como se describe en detalle abajo. El primer y segundo depósitos están provistos de detectores de nivel de agua 31a y 31b que también se comunican con el controlador 32 a través de una línea de comunicación 33a y 33b, respectivamente. En una forma de realización, el controlador regula un cabezal de bombeo del sistema de bombeo para que coincida con un cabezal real neto.

Las Figuras 9 y 10 muestran otra forma de realización del sistema de la invención en la que las bombas 9 y 10 están montadas en la pared de la cámara de bombeo 6 en los depósitos 2 y 3, respectivamente. Las aguas residuales entran en un canal 19 en una base del depósito a través de las aberturas 7 y 8 y en el canal 19 en el otro depósito.

Las Figuras 11 y 12 muestran otra forma de realización del sistema de la invención en la que las bombas 9 y 10 están dentro de la cámara de bombeo 6 que bombea agua desde la cámara de bombeo a una tubería principal central 20 que está conectada a las tuberías perforadas 28a y 28b. La tubería 20 puede estar directamente conectada a la descarga de la bomba o, alternativamente, conectada a una cámara intermedia 22 entre cada bomba y la tubería 20, sirviendo como vertederos de efluente 14.

La Figura 13 muestra otra forma de realización del sistema de la invención en la que una tubería principal 23 conduce agua entre las bombas 9 y 10.

Las Figuras 14 y 15 muestran otra forma de realización más de la invención que tiene una cámara de bombeo estrecha 6.

Las Figuras 3 a 8 muestran esquemáticamente un esquema de flujo de agua alternativo entre los dos depósitos de acuerdo con una forma de realización de este aspecto de la invención. En la Figura 3, se muestra una configuración inicial en la que el primer y el segundo depósitos 2 y 3 se llenan con aguas residuales para ser tratadas con el nivel de agua 52 en el primer depósito 2 a aproximadamente la misma altura que el nivel de agua 54 del segundo depósito. Se puede llegar espontáneamente a la configuración inicial mostrada en la Figura 3 cuando las bombas 9 y 10 se mantienen inactivas.

La Figura 16 muestra un diagrama de flujo para un proceso de funcionamiento del sistema 100 a partir de la configuración inicial mostrada en la Figura 3, de acuerdo con una forma de realización de este aspecto de la invención. En la configuración de la Figura 3, el segundo depósito es un depósito fuente y el primer depósito es un depósito receptor.

El proceso 98 comienza con el controlador 32 activando la bomba 9 para bombear agua desde el segundo depósito hasta el primer depósito (paso 200), como se indica en la Figura 4. El controlador 32 controla el nivel del agua en cada depósito y en el paso 202 se determina si el sistema 100 ha alcanzado la configuración mostrada en las Figuras 5 y 6, en la que el nivel de agua 52 en el primer depósito se encuentra en un nivel máximo predeterminado (o, alternativamente, el nivel de agua en el segundo depósito está en un nivel mínimo predeterminado), o si la ratio de tasa de caudal y entrada energía es inferior a una ratio predeterminada. La entrada de energía puede ser, por ejemplo, la corriente eléctrica que se suministra a la bomba. Si no, el controlador espera una primera cantidad de tiempo predeterminada (paso 204) y luego vuelve al paso 202. Si los niveles de agua han alcanzado los niveles predeterminados (Figuras 5 y 6), en el paso 206 la bomba 9 se apaga.

En este punto, el primer depósito se convierte en un depósito fuente y el segundo depósito se convierte en un depósito receptor. Como el nivel de agua 52 en el primer depósito está por encima del nivel de agua 54 del segundo depósito, después de apagar la bomba 9, el agua residual 50 fluye desde el primer depósito 2 al segundo depósito 3 a través del sistema de tuberías 28a, la bomba 9, la cámara de bombeo 6, la bomba 10 y el sistema de tuberías 28b solo bajo la influencia de la gravedad. El controlador 32 monitorea de forma continua o periódica el nivel de agua en cada depósito y calcula una tasa de caudal a partir de la tasa de cambio del nivel de agua en uno o ambos depósitos. A medida que el agua residual 50 fluye desde el primer depósito al segundo depósito, el caudal disminuye gradualmente. En el paso 208, el controlador 32 determina periódicamente si el caudal está por debajo de un primer caudal predeterminado. Si no, el procesador espera una cantidad de tiempo predeterminada (paso 210) y luego regresa al paso 208. Si el caudal está por debajo del primer caudal predeterminado, entonces el sistema 100 ha llegado a la configuración mostrada en la Figura 7 en la que el nivel de agua 52 en el primer depósito es ligeramente más alto que el nivel de agua 54 en el segundo depósito.

En la configuración de la Figura 7, el controlador 32 activa la bomba 10 para bombear agua desde el primer depósito al segundo depósito (paso 212). El controlador 32 continúa monitoreando el nivel del agua en cada depósito y en el paso 212 se determina si el sistema 100 ha alcanzado la configuración mostrada en la Figura 8 en la cual el nivel de agua 52 en el primer depósito está en su nivel mínimo y el nivel de agua 54 en el segundo depósito está en su nivel máximo (paso 214). Si no, el procesador espera una cantidad de tiempo predeterminada (paso 216) y luego vuelve al paso 214. Si el nivel de agua 52 en el primer depósito está en su nivel máximo y el nivel de agua 54 en el segundo depósito está en su nivel mínimo, entonces, en el paso 214, la bomba 10 se apaga (paso 218).

En este estado, el segundo depósito se convierte de nuevo en el depósito fuente, y el primer depósito se convierte en el depósito receptor. Dado que el nivel de agua 54 en el segundo depósito está por encima del nivel de agua 52 en el primer depósito, las aguas residuales 50 fluyen desde el segundo depósito 3 al primer depósito 2 a través del sistema de tuberías 28b, la bomba 10, la cámara de bombeo 6, la bomba 9 y el sistema de tuberías 28a solo bajo la influencia de la gravedad. El procesador 34 monitorea de forma continua o periódica el nivel de agua en cada depósito y calcula una tasa de caudal a partir de la tasa de cambio del nivel de agua en uno o ambos depósitos. A medida que el agua residual 50 fluye desde el segundo depósito hacia el primer depósito, el caudal disminuye gradualmente. En la etapa 220, el controlador 32 determina periódicamente si el caudal está por debajo de un segundo caudal predeterminado, que puede ser igual al primer caudal predeterminado. Si no, el procesador espera una cantidad de tiempo predeterminada (paso 222) y luego vuelve al paso 218. Si el caudal está por debajo del segundo caudal predeterminado, entonces el sistema 100 ha alcanzado la configuración mostrada en 3 en la que el nivel de agua 54 en el segundo depósito es ligeramente más alto que el nivel de agua 52 en el primer depósito. El proceso 98 puede entonces volver al paso 200.

Durante los episodios de bombeo por el sistema de bombeo, el sistema de bombeo puede controlarse para mantener una presión constante sobre el agua en el sistema de bombeo a medida que cambian los niveles de agua en los depósitos.

Cuando el proceso 98 se está ejecutando, la calidad de las aguas residuales 50 se puede monitorear de manera continua o periódica. El controlador puede realizar el monitoreo de la calidad del agua por medio de uno o más sensores ubicados dentro de uno o ambos depósitos. Alternativamente, el monitoreo de la calidad del agua se puede realizar manualmente.

En cualquier momento, las aguas residuales sin tratar pueden enviarse a la cámara de bombeo 6 a través de la tubería de suministro 11, que se bifurca en dos ramificaciones 12 y 13. La ramificación 12 dirige las aguas residuales entrantes hacia la abertura 7 y la ramificación 13 dirige las aguas residuales entrantes hacia la abertura 8. Cuando el flujo de aguas residuales en la cámara de bombeo 6 es desde el depósito 2 hacia el depósito 3 (como ocurre cuando el sistema 100 pasa de la configuración de la Figura 6 a la configuración de la Figura 8), una disposición de succión Venturi 17b en la apertura de la ramificación 13 provoca la liberación de aguas residuales desde la ramificación 13 hacia la cámara de bombeo 6 adyacente a la abertura 8, como lo indica la flecha 113 en las Figuras 6 y 8. Al mismo tiempo, las aguas residuales que entran en la cámara de bombeo 6 a través de la abertura 6 se introducen en una disposición de succión Venturi 17a ubicada en la abertura de la ramificación 12, lo que evita la descarga de aguas residuales de la ramificación 12 a la cámara de bombeo 6. De manera similar, cuando el flujo de aguas residuales en la cámara de bombeo 6 es desde el depósito 3 hacia el depósito 2 (como ocurre cuando el sistema 100 pasa de la configuración de la Figura 8 a la configuración de la Figura 5), la disposición Venturi 17a en la apertura de la ramificación 12 provoca la liberación de aguas residuales desde la ramificación 12 hacia la cámara de bombeo 6 adyacente a la abertura 7, como indica la flecha 114 en las Figuras 4 y 5. Al mismo tiempo, las aguas residuales que entran en la cámara de bombeo 6 a través de la abertura 8 se introducen en la disposición Venturi 17b ubicada en la

abertura de la ramificación 12, lo que evita la descarga de aguas residuales de la ramificación 13 a la cámara de bombeo 6. Esto tiende a reducir la cantidad de agua residual sin tratar presente en cualquier momento en la cámara de bombeo 6.

5 El efluente se puede eliminar del sistema 100 a través de un vertedero de desbordamiento 14 o a través de una sección de flujo vertical 17 en la que el efluente se drena a través de un puerto de descarga 18. La cantidad de efluente descargada en el vertedero de desbordamiento es proporcional a la cantidad total de agua en los dos depósitos. Cuando la cantidad total de agua es mayor que el valor objetivo, el caudal de efluente es mayor. Cuando la cantidad total de agua es menor que el valor objetivo, el caudal de efluente es menor. Por lo tanto, establecer el
10 nivel de desbordamiento en un cierto nivel predeterminado, conduce automáticamente al equilibrio estable del contenido total de agua en ambos depósitos.

Las Figuras 17 y 18 muestran un sistema 300 para el tratamiento de aguas residuales de acuerdo con una forma de realización de la invención. El sistema 300 se muestra en una vista en sección transversal en la Figura 17 y en una
15 vista en planta desde arriba en la Figura 18. El sistema 300 tiene varios componentes en común con el sistema 10 que se muestra en las Figuras 1 y 2, y los componentes similares se indican con el mismo número de referencia en ambos sistemas sin comentarios adicionales.

El sistema 300 tiene una cámara de bombeo 6' que se extiende a ambos lados de las cámaras 2 y 3. La cámara de
20 bombeo 6' está configurada para recibir un sistema de bombeo 310 que se inserta en la cámara de bombeo 6'.

El sistema de bombeo 310 se muestra esquemáticamente en mayor detalle en la Figura 19. El sistema de bombeo 210 tiene un tanque receptáculo 220 para recibir el agua a tratar. Por un lado, el tanque receptáculo se abre al depósito 2 a través de una primera tubería de salida 8' y se abre al depósito 3 a través de una segunda tubería de
25 salida 10'. Una primera bomba de propulsión 9' bombea agua entre el depósito 2 y el tanque receptáculo 220 a través de la primera tubería de salida 8'. Una segunda bomba de hélice 10 bombea agua entre el depósito 3 y el tanque receptáculo 220 a través de la segunda tubería de salida 10'. Las tuberías de salida 8' y 10' están configuradas para conectarse con el sistema ramificado de las tuberías perforadas 28a y 28b, respectivamente, y están al mismo nivel y permiten que los líquidos fluyan entre los dos depósitos bajo la influencia de la gravedad
30 cuando ambas bombas 9' y 10' están inactivas.

Las aguas residuales a tratar se envían al tanque receptáculo 220 a través de la tubería de suministro 11'. El sistema de bombeo 200 comprende además un controlador 32' que activa y desactiva las bombas 9' y 10' para ejecutar un régimen predeterminado de flujo alternativo de aguas residuales entre los dos depósitos. El procesador 32' está
35 provisto de una primera y una segunda tomas 44' y 46 que están configuradas para conectarse con los transmisores de nivel de agua 31a y 32b, respectivamente.

La tubería de suministro 11 puede bifurcarse en dos ramas 12' y 13'. En este caso, las aguas residuales sin tratar se envían al tanque receptáculo 220 a través de la tubería de suministro 11'. La ramificación 12 dirige las aguas
40 residuales entrantes hacia la tubería de salida 8' y la ramificación 13' dirige las aguas residuales entrantes hacia la tubería de salida de apertura 10'. La tubería de suministro ramificado crea así una disposición de succión Venturi como se explicó anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un sistema (100, 300) para el tratamiento de aguas residuales que tiene al menos dos depósitos (2,3), cada depósito alternando entre un estado de ser un depósito fuente y un estado de ser un depósito receptor, el método comprende, por cada par de un depósito fuente y un depósito receptor:
- (a) permitir un flujo gravitatorio de aguas residuales desde el depósito fuente al depósito receptor bajo la influencia de la gravedad cuando un nivel de agua en el depósito fuente está por encima del nivel de agua del depósito receptor;
- 10 (b) cuando el nivel de aguas residuales en el depósito fuente está a una primera altura predeterminada, o cuando la tasa de flujo gravitacional de las aguas residuales desde el depósito fuente al depósito receptor está por debajo de un primer caudal predeterminado, bombeando las aguas residuales desde el depósito fuente al depósito receptor hasta que el nivel del agua en el depósito fuente esté a un nivel mínimo o el nivel del agua en el depósito receptor esté a un nivel máximo, en donde la primera altura predeterminada sea menor que el nivel máximo del depósito
- 15 fuente, y
- (c) repetir los pasos (a) y (b), en donde el depósito fuente se usa como el depósito receptor y el depósito receptor se usa como el depósito fuente.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa (b) de dicho bombeo se realiza mediante un sistema de bombeo que comprende una o más bombas de hélice (9', 10).
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el sistema comprende exactamente dos depósitos.
- 25 4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los pasos (a) y (b) se realizan a través de una cámara de bombeo (6') conduciendo agua entre al menos un par de depósitos adyacentes.
5. Un sistema (100, 300) para el tratamiento de aguas residuales que comprende:
- 30 (a) al menos dos depósitos (2, 3), cada depósito alterna entre un estado de ser un depósito fuente, que entrega de líquido y un estado de ser un depósito receptor, que recibe líquido;
- (b) un sistema de bombeo configurado para bombear aguas residuales desde un depósito fuente a un depósito receptor;
- 35 (c) un conducto que permite el flujo gravitatorio de agua desde un depósito fuente a un depósito receptor cuando el sistema de bombeo está inactivo; y
- (d) un controlador (32') configurado para, para uno o más pares de un depósito fuente y un depósito receptor adyacente:
- (a) permitir un flujo gravitatorio de aguas residuales desde el depósito fuente al depósito receptor bajo la influencia de la gravedad cuando un nivel de agua en el depósito fuente está por encima del nivel de agua del depósito receptor;
- 40 (b) cuando el nivel de aguas residuales en el depósito fuente está a una primera altura predeterminada, en donde la primera altura predeterminada es menor que el nivel máximo del depósito fuente, o cuando la tasa de flujo gravitatorio de aguas residuales desde el depósito fuente al depósito receptor es inferior un primer caudal predeterminado, active el sistema de bombeo para bombear aguas residuales del depósito fuente a un depósito receptor hasta que el nivel de agua en el depósito fuente esté en un nivel mínimo o el nivel de agua en el depósito receptor esté en el nivel máximo;
- 45 (c) repetir los pasos (a) y (b), en donde el depósito fuente se usa como el depósito receptor y el depósito receptor se usa como el depósito fuente.
- 50 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 5, que tiene exactamente dos depósitos.
7. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en el cual cada depósito tiene una superficie inferior, siendo coplanares las superficies inferiores de los depósitos entre sí.
- 55 8. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, que comprende además una cámara de bombeo (6') que conduce agua entre al menos un par de depósitos adyacentes.

9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 8, que comprende además una tubería de suministro de aguas residuales (11) que tiene dos ramificaciones en la cámara de bombeo.
10. El sistema según la reivindicación 9, en el que cada una de las dos ramificaciones de la tubería de suministro está provista de una disposición de succión Venturi (17a, 17b).
11. El sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que el sistema de bombeo comprende una o más bombas de hélice (9', 10).
- 10 12. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, que comprende además uno o más sensores (31a, 31b) que detectan un nivel de agua en al menos uno de los depósitos.
13. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, en el que al menos un depósito está provisto de un sistema de tuberías (28a, 28b) que conducen aguas residuales entre el depósito y el sistema de bombeo.
- 15 14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 13, en el que al menos un depósito está provisto de un vertedero de desbordamiento (14) para la eliminación del efluente del depósito.
- 20 15. Un sistema de bombeo para uso en el sistema para el tratamiento de aguas residuales de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, que comprende:
- (a) un tanque receptáculo (220) para recibir las aguas residuales a tratar, el tanque receptáculo está provisto de una primera tubería de salida (8') y una segunda tubería de salida (10');
 - (b) una primera bomba (9') y una segunda bomba (10);
 - 25 (c) un controlador (32') configurado para recibir una señal indicativa de un nivel de líquido en un primer depósito (2) y en un segundo depósito (3) y para activar y desactivar la primera y la segunda bombas (9', 10).
- en donde la primera y segunda tuberías de salida (8', 10') están configuradas para conectar el tanque receptáculo (220) a un primer depósito (2) y un segundo depósito (3) respectivamente y para permitir que los líquidos fluyan
- 30 entre los dos depósitos (2, 3) bajo la influencia de la gravedad cuando ambas bombas están inactivas;
- en donde la primera bomba (9') está configurada para bombear agua entre el primer depósito (2) y el tanque receptáculo (220) a través de la primera tubería de salida (8');
- en donde la segunda bomba (10) está configurada para bombear agua entre el segundo depósito (2) y el tanque receptáculo (220) a través de la segunda tubería de salida (10');
- 35 y en el que el controlador está configurado para activar y desactivar la primera bomba (9') y la segunda bomba (10) para ejecutar el método de operación de un sistema para el tratamiento de aguas residuales de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.
16. El sistema de bombeo de acuerdo con la reivindicación 15, que comprende además una tubería de suministro de aguas residuales ramificada (11).
- 40

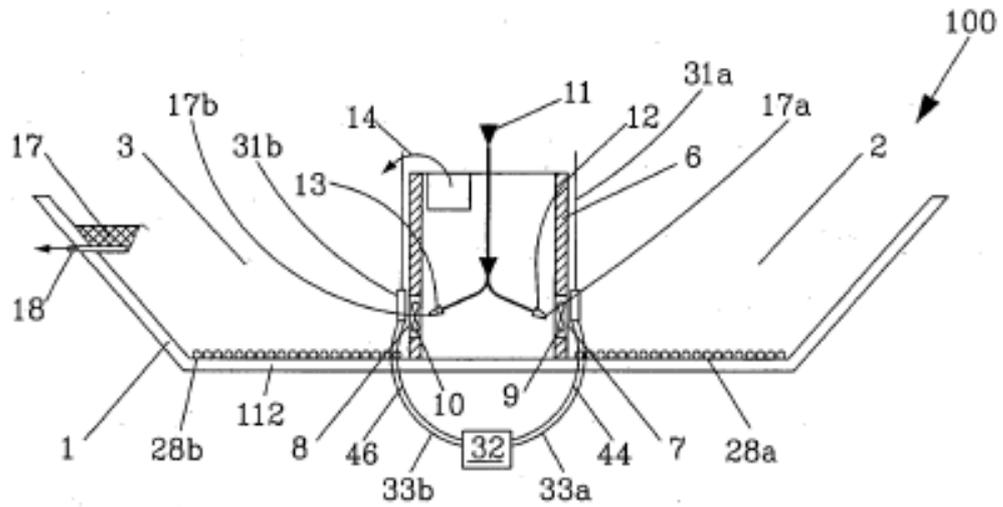


Fig.1

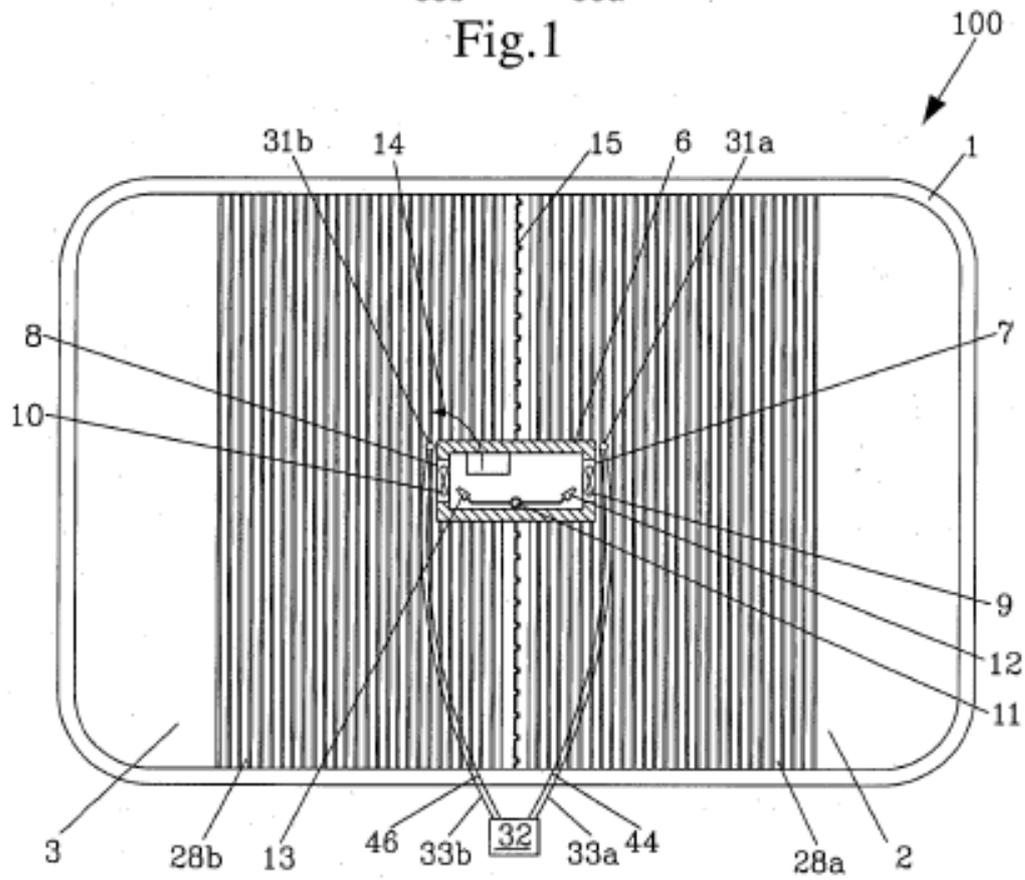


Fig.2

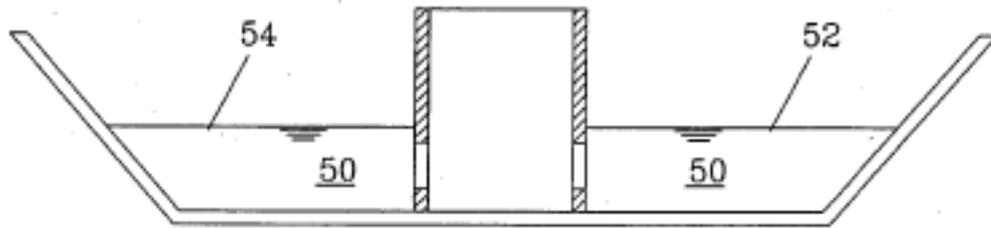


Fig.3

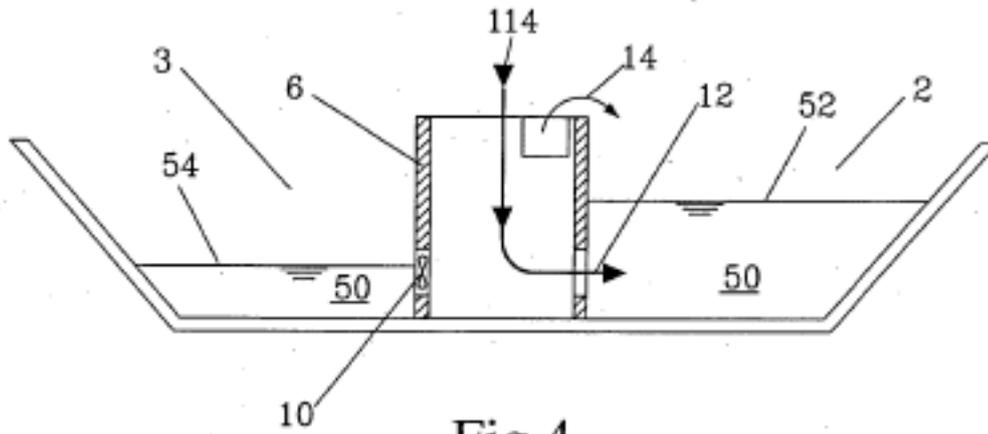


Fig.4

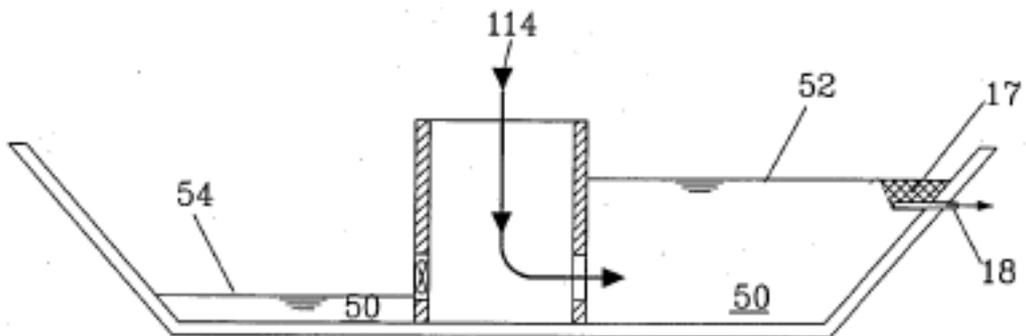


Fig.5

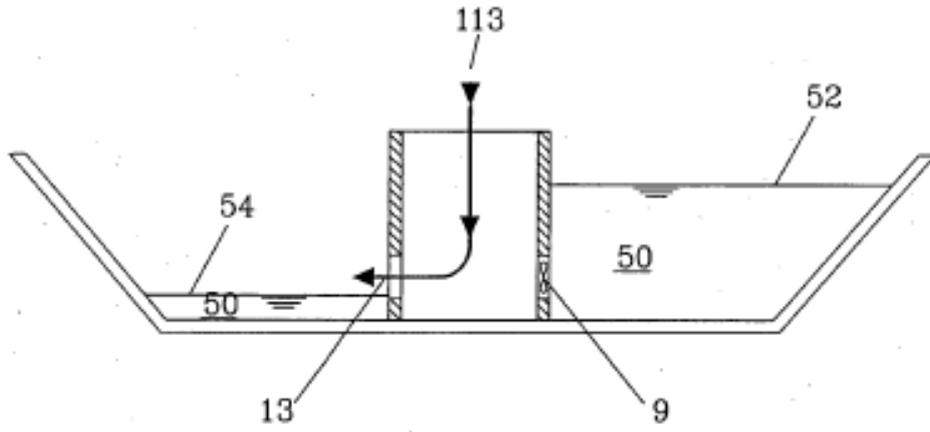


Fig.6

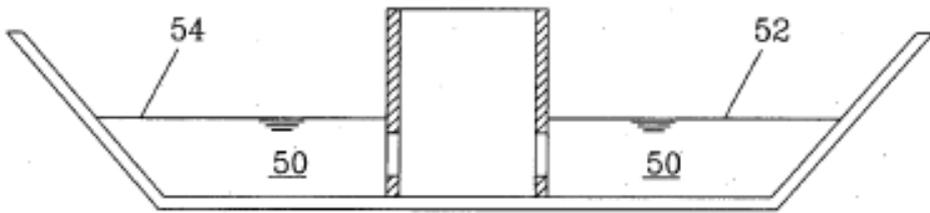


Fig.7

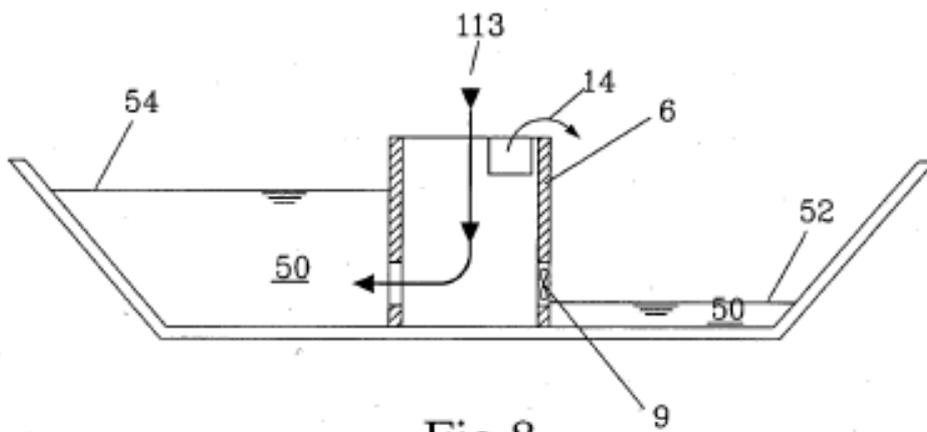


Fig.8

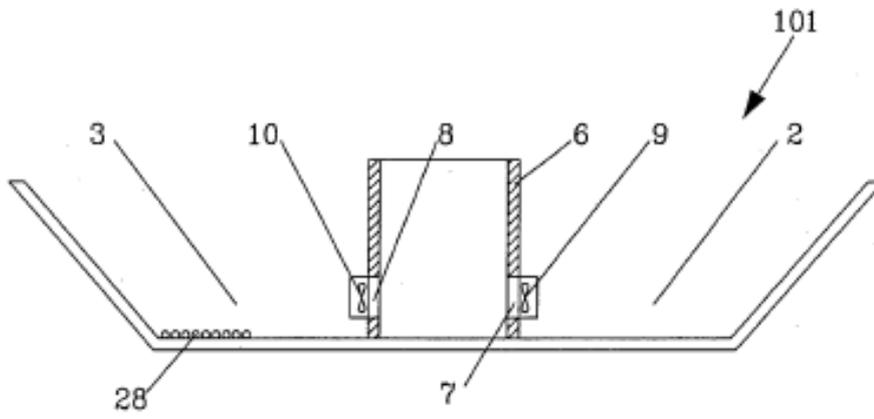


Fig.9

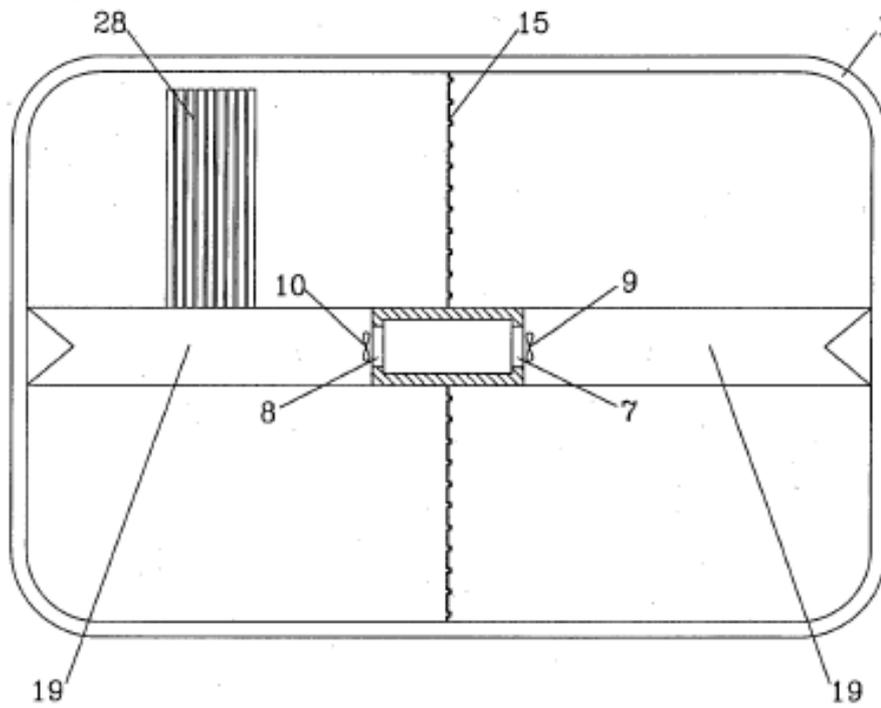


Fig.10

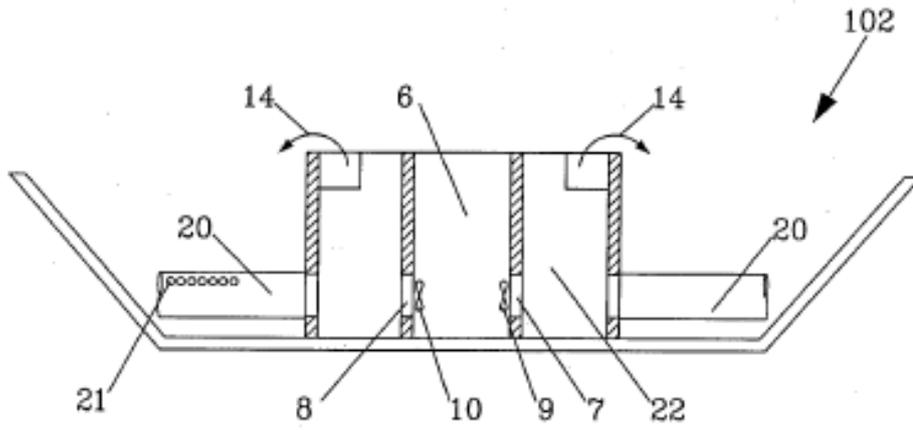


Fig.11

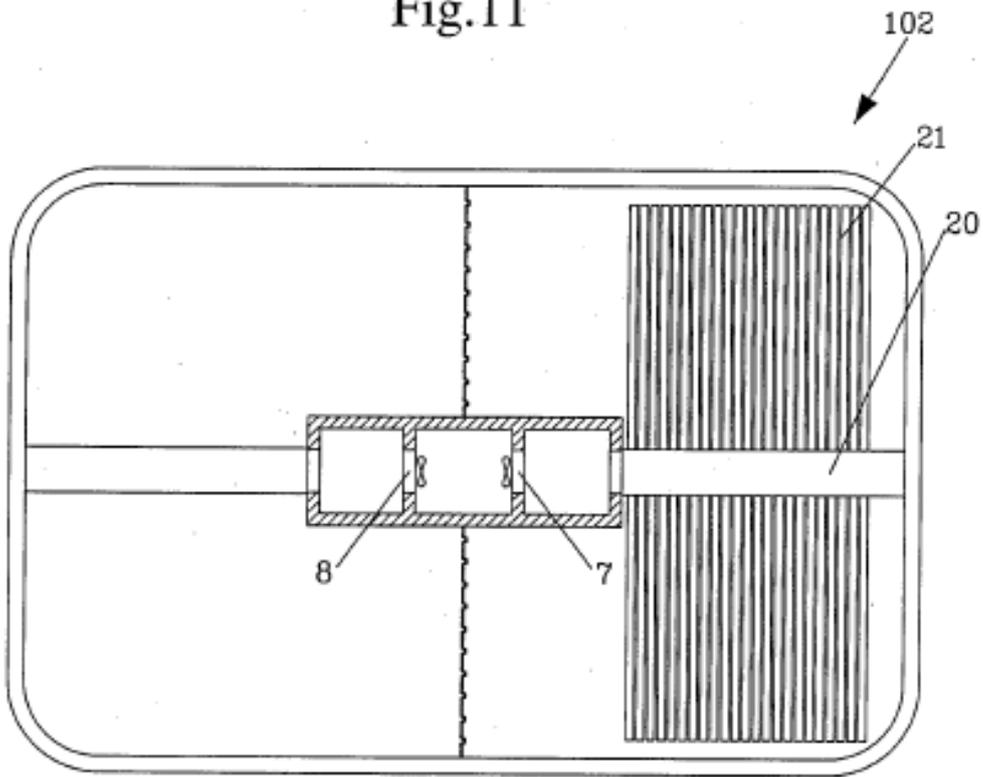


Fig.12

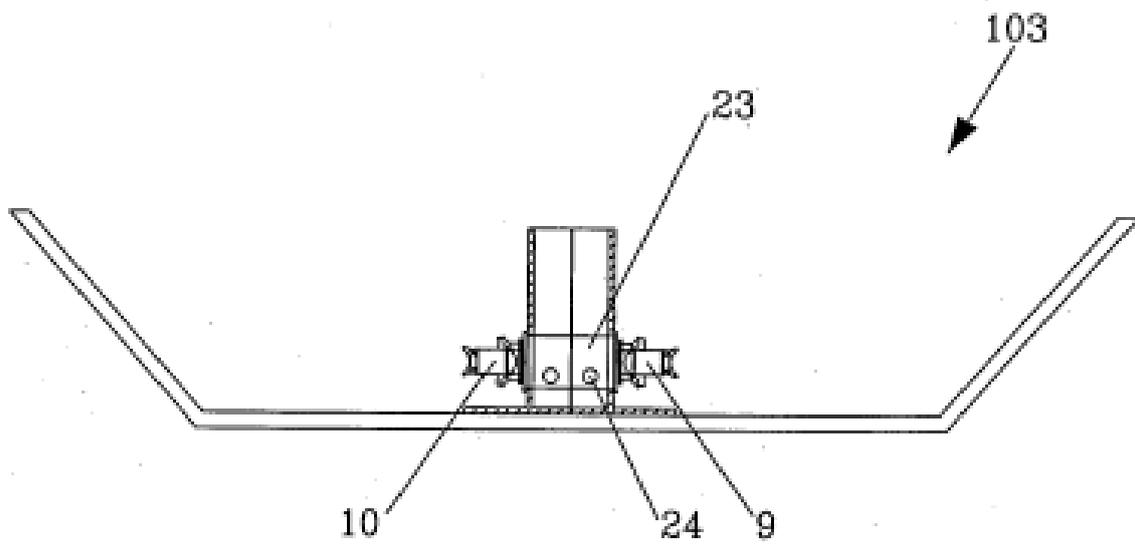


Fig.13

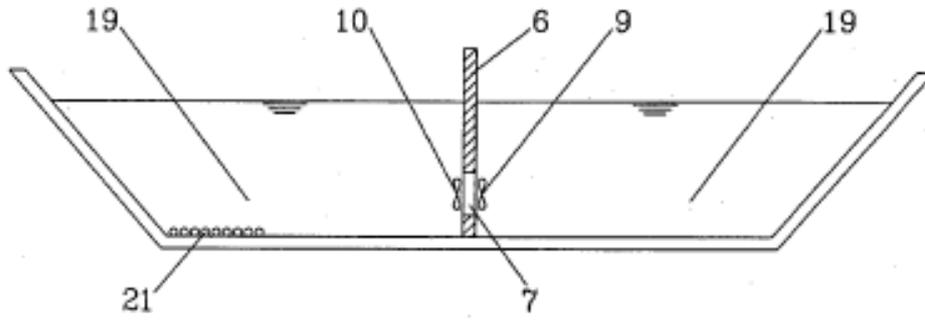


Fig.14

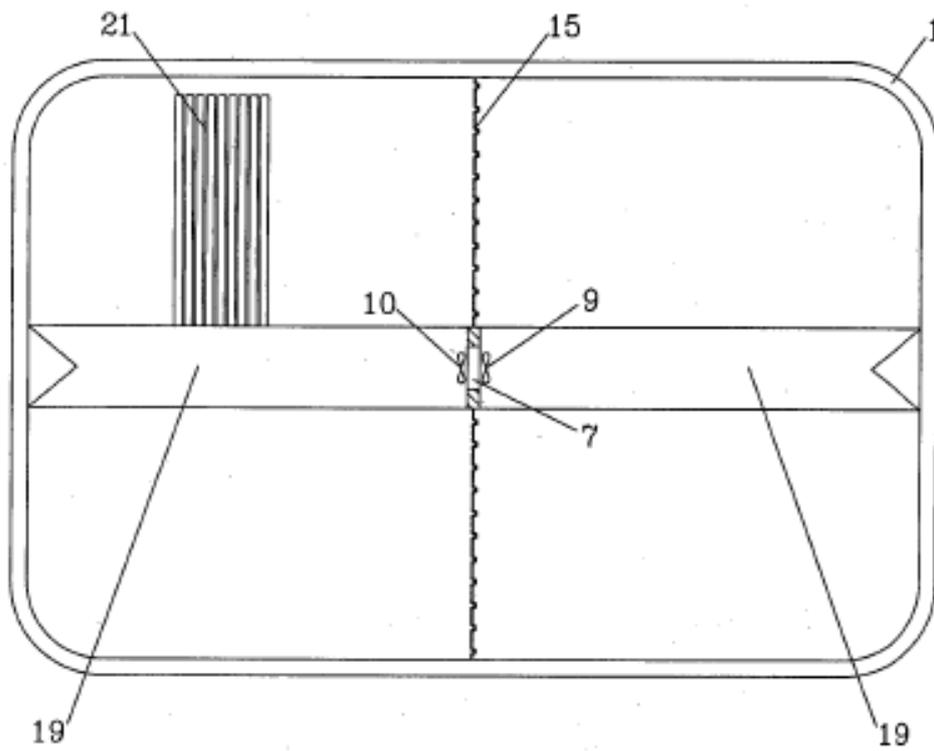


Fig.15

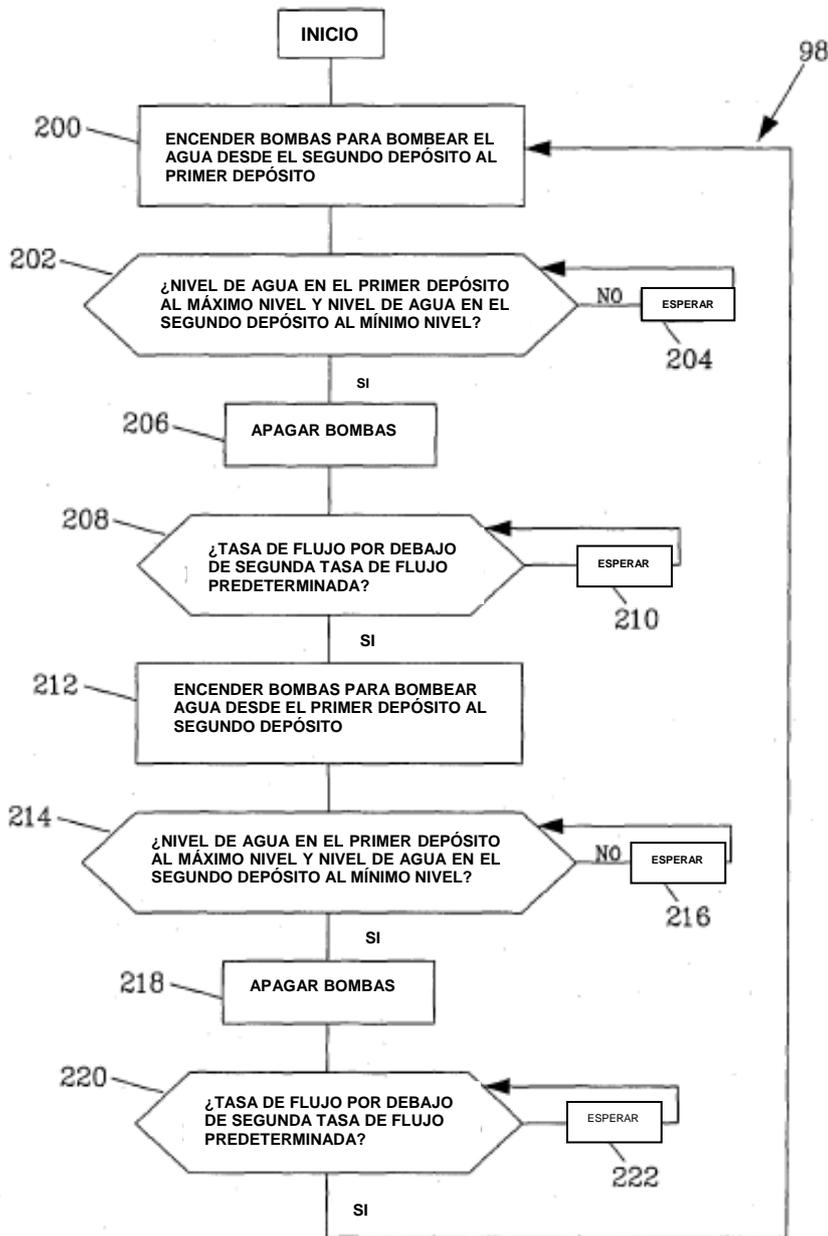


Fig.16

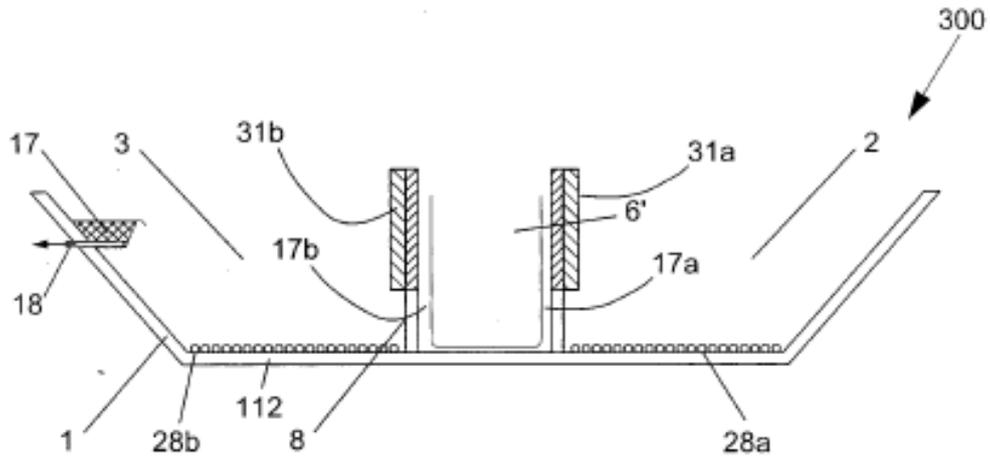


Fig.17

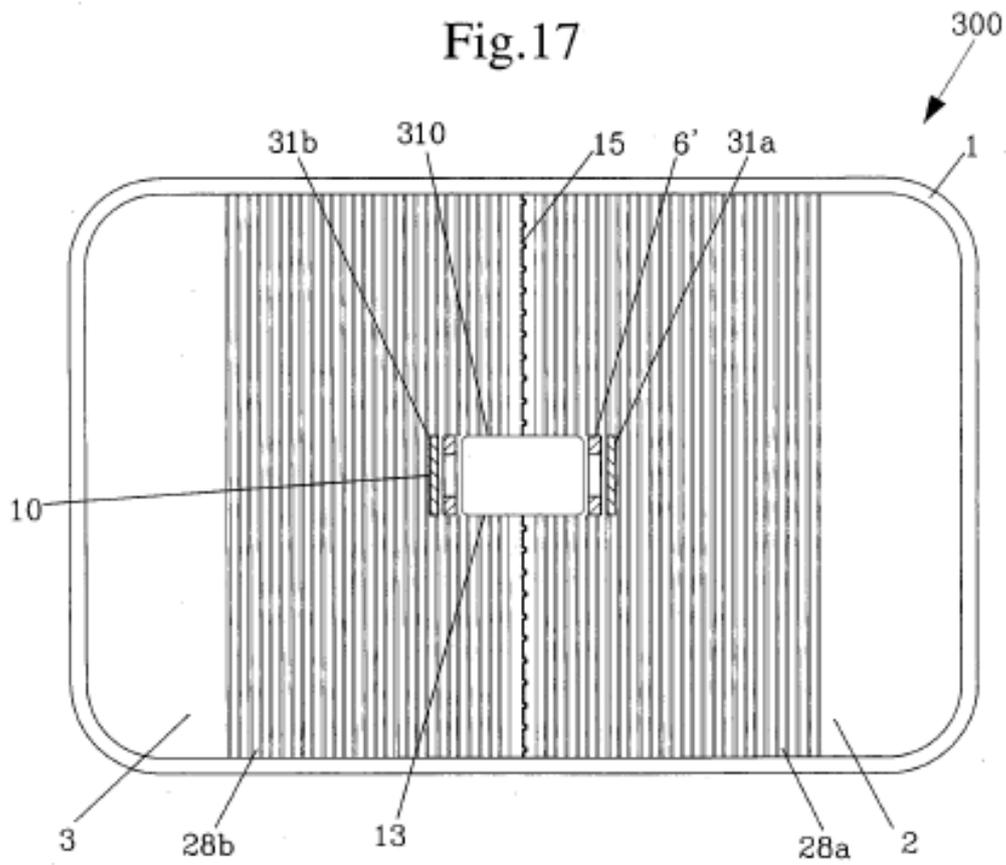


Fig.18

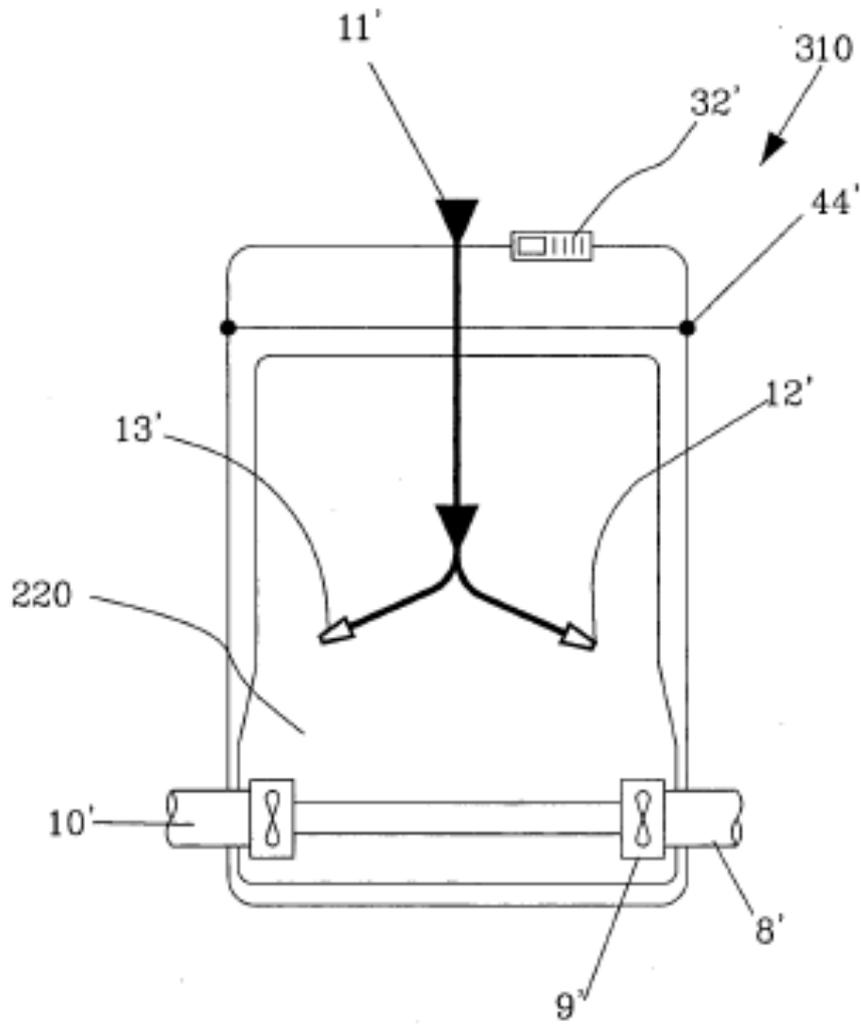


Fig.19