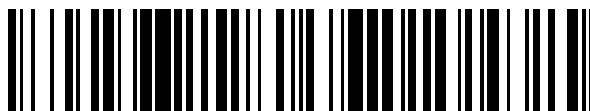


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 709**

51 Int. Cl.:

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

B01D 15/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2017 PCT/EP2017/052349**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017 WO17134205**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2017 E 17703398 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3411335**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa**

30 Prioridad:

04.02.2016 FR 1650898

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.07.2020

73 Titular/es:

BERMUDES, MARC (100.0%)
501 route de la Confiance
97438 Sainte Marie, FR

72 Inventor/es:

BERMUDES, MARC

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 774 709 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

Dispositivo y procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo y un procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa. La presente invención se refiere asimismo al uso de este procedimiento en la descontaminación de una solución acuosa que constituye por ejemplo aguas residuales industriales o domésticas.

[0002] La temática de la contaminación ambiental por las sustancias disueltas tales como los
10 microcontaminantes orgánicos no es nueva. Los microcontaminantes orgánicos tales como los pesticidas agrícolas y otras moléculas farmacéuticas y veterinarias se han detectado desde hace tiempo en las aguas residuales. La puesta en marcha de diferentes planes de vigilancia ha permitido verificar que estas contaminaciones tienen una incidencia en la flora y, lo que es más grave, en la fauna con el caso de los agentes de perturbación endocrinos, así como también en la salud de los seres humanos. Por lo tanto, las autoridades europeas en la materia han emitido una Directiva marco
15 sobre el agua (directiva 2000-60-CE) de la que debe emanar por parte de los estados miembros de la Unión Europea una auténtica voluntad de suprimir esta contaminación del agua por medio de diferentes medidas dirigidas en primer lugar a la puesta en marcha y al seguimiento de los lugares sensibles, y después a prohibir la producción de determinadas moléculas indicadas en una «lista de sustancias peligrosas prioritarias» (directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 12 de agosto 2013 que modifica las directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE) y a
20 detectar la contaminación en su fuente.

[0003] Los procesos de tratamiento usados actualmente en las Estaciones de Tratamiento de Aguas Residuales (ETAR) se reconocen como ineficaces en el contexto de los microcontaminantes orgánicos, tal como se desprende de la circular del 29 de septiembre de 2010 relativa a la vigilancia de la presencia de microcontaminantes
25 en las aguas residuales en el medio natural por las estaciones de tratamiento de aguas residuales. Además, han aparecido nuevas tecnologías, de diversa eficiencia, coste y duración. Entre estas nuevas tecnologías, algunas producen del 15 al 20% de residuos concentrados, por ejemplo, la ósmosis inversa que permite suministrar un agua pura pero que será preciso remineralizar, los lodos activos que necesitan una etapa de incineración, o incluso el filtrado frontal. Otras tecnologías fisicoquímicas usan una reacción catalizada con radiación ultravioleta como la fotooxidación
30 que usa un catalizador a base de moléculas metálicas, por ejemplo, dióxido de titanio, que posteriormente se extrae del medio a través de filtrado o de flotación, o como la ozonificación que puede generar uno o varios productos obtenidos de la degradación de los microcontaminantes orgánicos más peligrosos para el medio ambiente y la salud. Otras nuevas tecnologías más duraderas tales como las extracciones por vía enzimática están en marcha y producen resultados interesantes, pero son más complicadas de controlar y de dimensionar en las ETAR. Otras tecnologías
35 consisten asimismo en la modificación genética de bacterias que tienen una capacidad de retención de los contaminantes, pero estas tecnologías plantean un problema desde el punto de vista deontológico.

[0004] A partir del documento FR-2.914.296 se conoce el uso en acuicultura de un procedimiento de tratamiento de efluentes acuosos que comprende una etapa de extracción de al menos un compuesto gaseoso
40 disuelto, que implementa la inyección de una fase gaseosa en una columna de efluente acuoso.

[0005] Asimismo, a partir del documento FR-2.952.370 se conoce un procedimiento de recuperación de micropartículas inertes o vivas de tamaño comprendido entre 0,5 y 60 micrómetros en los efluentes acuosos, tales como corrientes bacterianas, coloides, partículas residuales inertes como lodos, sílice o arcilla, en el que se inyecta
45 una fase gaseosa en una columna de efluente acuoso. La inyección de la fase gaseosa en el efluente acuoso en la parte inferior de la columna permite obtener, en la parte superior de la columna, una espuma que comprende una mezcla polifásica del efluente acuoso y de la fase gaseosa enriquecida con micropartículas inertes o vivas.

[0006] No obstante, estos procedimientos no están adaptados a la extracción de sustancias disueltas en
50 grandes cantidades de solución acuosa.

[0007] Finalmente, a partir del documento FR-2.946.333 se conoce una instalación de tratamiento de aguas con vistas a su potabilización, comprendiendo la instalación un único reactor en cuyo interior el fluido acuoso se pone en contacto con un lecho fluidizado de carbón activo coagulado y floculado.
55

[0008] Sin embargo, este tipo de reactor no está adaptado para el tratamiento de soluciones acuosas cuyas concentraciones de contaminantes son particularmente variables y heterogéneas.

[0009] El documento US-5.552.043-A describe un sistema modular de ablandamiento del agua, que incluye
60 una pluralidad de módulos, cada uno de los cuales comprende un recipiente, una entrada y una salida de agua dispuestos a través de una pared acoplada al recipiente. Este documento prevé también un camino tortuoso definido en cada módulo con ayuda de divisiones dispuestas en el recipiente del módulo.

[0010] Ante los retos medioambientales de los próximos años, existe la necesidad de implementar un
65 procedimiento que permita extraer eficazmente los contaminantes solubles disueltos en las soluciones acuosas, sin

producir residuos suplementarios no reciclables.

[0011] Por tanto, la invención tiene como objetivo suministrar un dispositivo de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa particularmente eficaz a la vez que se mantiene particularmente compacto.

[0012] La invención tiene asimismo como objetivo suministrar un dispositivo de extracción particularmente polivalente y adaptable a soluciones acuosas de composiciones muy diversas.

[0013] La invención tiene asimismo como objetivo suministrar un dispositivo de extracción respetuoso con el medio ambiente que no genere residuos no reciclables.

[0014] La invención tiene también como objetivo suministrar un dispositivo de extracción poco costoso y fácil de industrializar.

[0015] Además, la invención tiene como objetivo suministrar un dispositivo de extracción cuyo mantenimiento sea particularmente sencillo.

[0016] La invención tiene también como objetivo suministrar un procedimiento de extracción, implementado con el dispositivo de extracción, particularmente eficaz.

[0017] La invención tiene por objetivo un dispositivo de extracción según la reivindicación 1.

[0018] Gracias a la invención, el tiempo de contacto entre la solución acuosa es particularmente elevado, sin que la compacidad del dispositivo sea demasiado importante. Debido a esto, el dispositivo es particularmente eficaz para extraer las sustancias solubles de la solución acuosa.

[0019] Según otras características ventajosas de la invención, tomadas de forma aislada o en combinación:

- una segunda parte de los módulos extraíbles son módulos de pared, que forman conjuntamente una parte al menos de la pared periférica cuando los módulos de pared están montados dentro del ensamblaje modular;
- un primer módulo de pared, entre los módulos de pared, define un borde anular superior en el que un segundo módulo de pared, entre los módulos de pared, es apto para su ensamblaje, por medio de un borde anular inferior definido por el segundo módulo de pared;
- la abertura de paso de un primer módulo de división, entre los módulos de división, está desplazada con respecto a la abertura de paso de un segundo módulo de división, entre los módulos de división, cuando el primer módulo de división y el segundo módulo de división están ensamblados dentro del ensamblaje modular;
- cada módulo de división está diseñado para interponerse entre el borde anular inferior y el borde anular superior;
- al menos una primera parte del agente adsorbente y una segunda parte del agente adsorbente están separadas por uno de los módulos de división, presentando la primera parte del agente adsorbente una granulometría con un primer valor medio, presentando la segunda parte del agente adsorbente una granulometría con un segundo valor medio, diferente del primer valor medio;
- al menos una mayoría de la masa del agente adsorbente está constituida por carbón activo granular y/o en polvo;
- el dispositivo de extracción comprende al menos un burbujeador, que es capaz de generar un flujo de burbujas en la solución acuosa que circula en el laberinto, según un sentido de circulación dirigido desde la entrada principal hacia la salida principal o desde la salida principal hacia la entrada principal; y
- el dispositivo de extracción comprende un dispositivo de presurización, o un dispositivo de despresurización, de la solución acuosa en el laberinto.

[0020] La invención tiene asimismo como objetivo un procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa, estando el procedimiento de extracción caracterizado porque se implementa con ayuda de un dispositivo de extracción de acuerdo con lo descrito anteriormente.

[0021] De manera ventajosa, el procedimiento comprende una etapa en la que se monta y/o se desmonta al menos uno de los módulos extraíbles en función de al menos uno de los elementos siguientes: concentración en sustancias solubles disueltas en la solución acuosa destinada a circular en el laberinto, volumen de solución acuosa destinada a circular en el laberinto, caudal de solución acuosa destinada a circular en el laberinto.

[0022] La invención tiene finalmente como objetivo un uso de un procedimiento de acuerdo con lo descrito anteriormente para descontaminar una solución acuosa, que constituye por ejemplo aguas residuales industriales o domésticas.

[0023] La invención se entenderá mejor a partir de la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, proporcionada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y no exhaustivo y realizada en referencia a los dibujos en los que:

- La figura 1 es una sección longitudinal de una instalación de tratamiento que comprende un dispositivo de extracción según una primera realización de la invención;
- La figura 2 es una sección longitudinal similar a la de la figura 1, a mayor escala, del dispositivo de extracción de la figura 1;
- 5 - La figura 3 es una vista esquemática desde arriba del dispositivo de extracción de las figuras 1 y 2, en la que se representa el tramo de sección I-I' de las figuras 1 y 2;
- Las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas de módulos extraíbles que pertenecen al dispositivo de extracción de las figuras 1 a 3; y
- Las figuras 6 a 8 son secciones esquemáticas, similares a las de la figura 2, que representan, cada una, un dispositivo
- 10 de extracción según una realización de la invención.

[0024] En lo sucesivo, los términos «arriba» y «superior» hacen referencia a una dirección vertical y orientada hacia arriba en las figuras 1 a 3 y 6 a 8, los términos «abajo» e «inferior» que hacen referencia a una dirección opuesta.

- 15 **[0025]** La instalación 1 de tratamiento de solución acuosa ilustrada en la figura 1 incluye el dispositivo 2 de extracción, montado dentro de una cámara 3 de la instalación 1. Por solución acuosa se entiende cualquier agua que contiene sustancias solubles disueltas y/o agua contaminada también denominada agua residual o agua usada. El agua residual puede provenir principalmente de diferentes fuentes tales como aguas residuales industriales provenientes sobre todo de industrias del sector químico, agroquímico, eléctrico, electrónico, metalúrgico,
- 20 farmacéutico, etc., aguas residuales domésticas, etc.

[0026] El dispositivo 2 forma un cartucho, ventajosamente modular, que se introduce por medio de una parte superior de la cámara 3. Esta cámara 3 rodea entonces a una pared periférica 7 del dispositivo 2.

- 25 **[0027]** El dispositivo 2 está diseñado para extraer sustancias solubles de la solución acuosa, cuando esta última se introduce en su seno por medio de una entrada principal 4, que está situada en la parte superior del dispositivo 2. Preferentemente, las sustancias solubles son contaminantes y/o sustancias disueltas indeseables y/o sustancias disueltas extraíbles. Por ejemplo, las sustancias solubles son sustancias volátiles y/o microcontaminantes orgánicos elegidos entre compuestos farmacéuticos, compuestos veterinarios, pesticidas o una combinación cualquiera de los
- 30 mismos. Preferentemente, los microcontaminantes orgánicos se eligen entre compuestos farmacéuticos tales como antibióticos, entre pesticidas o su combinación. Por microcontaminantes orgánicos se entiende preferentemente compuestos químicos sintéticos que no se degradan por un mecanismo natural tal como la degradación enzimática o que se degradan en compuestos químicos que presentan una nocividad superior a los compuestos químicos de origen. Por ejemplo, antes de su paso al interior del dispositivo 2, la solución acuosa presenta las características siguientes,
- 35 que dan fe de las sustancias solubles que contiene:

- 7 mg/l de DBO5 (demanda bioquímica de oxígeno, es decir, la cantidad de oxígeno necesaria para oxidar los materiales orgánicos biodegradables por vía biológica al cabo de cinco días y a 20°C, en oscuridad),
- 30 mg/l de DCO (demanda química de oxígeno), y
- 40 - 14 mg/l de MES (material en suspensión).

[0028] El dispositivo 2 es capaz de extraer igualmente las sustancias solubles siguientes contenidas en su caso en la solución acuosa:

Clase	Familia	Molécula
	Carbamato	Carbofurano
	Organofosforados	Diazinón
		Clorpirifós metilo
		Etoprofos
		Clorpirifós
		Clorfenvinfos
		Azinfos metilo
		Azinfos etilo
Triacina	Atracina	
	Desetil atracina	
	Desisopropil atracina	

(continuación)

Clase	Familia	Molécula
	Triacina	Terbutilacina desetilo
		Simacina
		Propacina
		Cianacina
		Ametrina
		Terbutilacina
Pesticidas	Aminas-amidas, acetilamidas	Oxadixvl
		Metazaclor
		Dimetaclor
		Tebutam
	Urea sustituida	Diurón
		1(3,4DCP)-3M U
		Clorotolurón
		Isoproturón
		LInurón
		Monurón
		Monolinurón
		Metoxurón
	Triacinona	Hexacinona
	Triazol	Fenpropidina
		Tebuconazol
	Diacina	Bromacil
	Derivados de oxadiazol	Oxadiazón
	Imidazol	Procloraz
	Acilanina	Metalaxil
	piridacinonas	Norflurazón
	pirimidinaminas	Ciprodinil
	benzamidas	Propizamida
	neonicotinoides	Imidacloprid
Antibióticos	Sulfamida	Sulfanilamida
	Fenicoles	Cloranfenicol
	Quinolonas	Enrofloxacino
	Penicilinas	Amoxicilina
		Ampicilina
	Tetraciclina	Tetraciclina

[0029]

En la práctica, la instalación 1 comprende un reservorio superior 6 de solución acuosa dispuesto encima

de la entrada principal 4, con el fin de alimentar a esta última por gravedad. En el caso ejemplar ilustrado en las figuras 1 y 2, la solución acuosa está a presión atmosférica. El fondo del reservorio 6 está preferentemente abierto en toda la superficie de la entrada principal 4. El reservorio 6 está alimentado a su vez en su parte superior por un canal 8 de distribución, que vierte solución acuosa de forma distribuida en la superficie de la solución acuosa del reservorio 6. La solución acuosa del reservorio 6 está así poco agitada.

[0030] Desde la entrada 4, la solución acuosa avanza por gravedad hacia abajo, a través de un laberinto 9 contenido dentro de la pared periférica 7, según un camino de circulación representado simbólicamente por las flechas A en la figura 2. Después de su paso por el laberinto 9, la solución acuosa llega a una salida principal 5 del dispositivo 2, dispuesta en la parte inferior de este último: a continuación, al menos una parte de los contaminantes solubles de la solución acuosa se ha extraído dentro del laberinto 9. Por «laberinto», se entiende una estructura hueca, que forma uno o varios pasillos o galerías, que describen ventajosamente meandros y hacen posible el paso de la solución acuosa a través del dispositivo 2, desde la entrada principal 4 hasta la salida principal 5.

[0031] El dispositivo 2 está compuesto por un ensamblaje modular de varios módulos extraíbles apilados a lo largo de un eje principal X2 del dispositivo 2, entre ellos:

- un módulo de entrada 11, que comprende la entrada principal 4 y que forma la parte superior del dispositivo 2,
- un módulo de salida 12, que comprende la salida principal 5 y que forma la parte inferior del dispositivo 2,
- seis módulos de pared 14A, 14B, 14C, 14D, 14E y 14F, que forman paredes anulares de sección transversal rectangular, es decir, marcos, estando los seis módulos de pared 14A a 14F apilados unos sobre otros por medio de su borde anular inferior respectivo 18A, 18B, 18C, 18D y 18E como apoyo de su borde anular superior respectivo 17B, 17C, 17D, 17E y 17F, para formar conjuntamente la pared periférica 7, de manera que el módulo de entrada 11 se apoya en un borde anular superior 17 del módulo de pared 14A superior, y el módulo de pared 14F inferior se apoya en el módulo de salida 12 a través de un borde anular inferior 18F del módulo 14F, y
- cinco módulos de división 16A, 16B, 16C, 16D y 16E, que están intercalados cada uno entre dos módulos de pared 14A a 14F sucesivos, que se apoyan en la práctica en el borde anular superior 17B a 17F respectivo de los módulos de pared 14A a 14F, y que forman cada uno una meseta de forma rectangular, que corresponde a la de la sección transversal rectangular de la pared periférica 7.

[0032] El laberinto 9 es por tanto modular y así puede modificarse fácilmente, por montaje o desmontaje de los diferentes módulos extraíbles del ensamblaje. En particular, los módulos extraíbles están ensamblados por apilamiento dentro de la cámara 3. En función de los módulos extraíbles integrados dentro del ensamblaje modular, se modifica el valor del tiempo de contacto entre el agente adsorbente y la solución acuosa para tratar. De hecho, según el número y la disposición de los módulos extraíbles montados dentro del ensamblaje modular, el camino A recorrido por la solución acuosa es diferente en longitud y/o en sinuosidad. La eficacia de la extracción de sustancias solubles puede mejorarse así mediante la selección y el montaje de los módulos extraíbles más adaptados en función de la solución acuosa para tratar, y especialmente de la calidad de esta solución acuosa, del origen de esta solución acuosa, de su composición y/o de los resultados obtenidos en el curso de una fase de prueba de extracción de sustancias solubles. Además, la selección y el montaje de los módulos extraíbles se efectúan ventajosamente en función del volumen de solución acuosa para tratar. Además, la selección y el montaje de los módulos extraíbles se efectúan preferentemente en función del caudal de solución acuosa destinada a atravesar la instalación 1 y a introducirse en el dispositivo 2. El módulo de entrada 11, visible en la figura 3, forma un marco rectangular que corresponde a la sección rectangular del módulo de pared 14A en el que se apoya, y comprende una abertura, que forma la entrada principal 4 y se extiende a casi toda la sección transversal rectangular del módulo de entrada 11. El módulo de salida 12 es similar al módulo de entrada, y comprende una abertura que forma la salida principal 5.

[0033] Los módulos de división 16A a 16E comprenden una división transversal que está alojada en el interior de cada módulo de pared 14B a 14F de forma que obtura al menos parcialmente la sección transversal de los módulos de pared 14B a 14F, y forma el laberinto 9. En la práctica, el laberinto 9 forma seis alojamientos internos 21A, 21B, 21C, 21D, 21E y 21F, delimitados cada uno por uno de los módulos de pared 14A a 14F y por dos módulos sucesivos entre el módulo de entrada 11, el módulo de salida 12 y los módulos de división 16A a 16F.

[0034] Los módulos de división 16A a 16E comprenden al menos una abertura de paso 20 de la solución acuosa de un primero de los alojamientos interno 21A a 21E hasta un segundo de los alojamientos internos 21B a 21F sucesivo. En el ejemplo de la figura 2, los módulos de división 16A, 16C y 16E comprenden dos aberturas de paso 20 dispuestas a través de la división transversal y distribuidas lateralmente en esta última, como se ilustra en la figura 5. Los módulos de división 16B y 16D están provistos de una única abertura de paso 20 dispuesta de forma central, como puede verse en la figura 4. La disposición de las aberturas de paso 20 dentro del laberinto 9 determina el camino A recorrido por la solución acuosa. Las aberturas de paso 20 de los módulos 16A, 16C y 16E están desfasadas con respecto a las de los módulos 16B y 16D, de manera que el laberinto forma un camino A sinuoso para la solución acuosa, lo que permite aumentar el tiempo de permanencia de dicha solución dentro del laberinto 9.

[0035] Se comprende que el número, el orden y la disposición de los módulos de división 16A a 16E dentro del ensamblaje modular pueden cambiarse para modificar el laberinto 9. Por ejemplo, se puede prever un número de

módulos de división inferior a seis, con el fin de que el camino A sea más corto y que el tiempo de contacto entre la solución acuosa y el agente adsorbente se reduzca, o por el contrario superior a seis, con el fin de que el camino A sea más largo y el tiempo de contacto entre la solución acuosa y el agente adsorbente se incremente. Además, se puede prever montar únicamente módulos de división de acuerdo con el módulo de división 16B definido anteriormente, con el fin de que la solución acuosa siga un camino A rectilíneo. Alternativamente, se puede prever una alternancia de módulos de división de acuerdo con el módulo 16A y 16B, como se ilustra en la figura 2, con el fin de formar un camino A sinuoso y así aumentar el tiempo de contacto entre la solución acuosa y el agente adsorbente. Asimismo, el número de módulos de pared 14A a 14F puede modificarse, lo que cambia la longitud total, medida en paralelo al eje X2, de la pared periférica 7, y por tanto del laberinto 9, así como el número de módulos de división que pueden integrarse en el ensamblaje modular.

[0036] Preferentemente, se prevén juntas de estanqueidad, no ilustradas, al menos entre los módulos de pared 14A a 14F, con el fin de garantizar la estanqueidad y la continuidad de la pared periférica 7. Asimismo, pueden preverse otras juntas de estanqueidad para garantizar la estanqueidad entre los módulos de entrada 11, de salida 12 y la pared periférica 7.

[0037] El dispositivo 2 comprende asimismo un agente adsorbente, que está dispuesto en al menos algunos de los alojamientos internos 21A a 21F. Por agente adsorbente se entiende en particular cualquier compuesto que tiene una superficie específica de valor suficiente para extraer las sustancias solubles de la solución acuosa por contacto con esta última, durante su paso dentro del laberinto 9. Por ejemplo, el agente adsorbente presenta una superficie específica cuyo valor es superior a $100 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, e incluso superior a $1.000 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. Al menos la mayoría en masa del agente adsorbente es carbón activo granular y/o en polvo. Preferentemente, la totalidad del agente adsorbente es carbón activo. El carbón activo aplicado se obtiene preferentemente de madera o de nuez de coco.

[0038] Así, en función de la solución acuosa para tratar, se dispone el agente adsorbente de manera que rellene algunos o todos los alojamientos 21A a 21F. Así diferentes partes del agente adsorbente están separadas por los módulos de división 16A a 16E. Para evitar la migración del agente adsorbente de un alojamiento 21A a 21F al otro y fuera del laberinto 9, cada una de las aberturas 4, 5 y 20 se enmascara ventajosamente mediante un filtro apto para retener el agente adsorbente a la vez que hace posible el paso de la solución acuosa a través del filtro. Por «filtro» se entiende en particular cualquier división perforada o rejilla apta para cumplir esta función. Estos filtros están hechos por ejemplo de acero inoxidable, mientras que los otros elementos de los módulos están hechos por ejemplo de material plástico, tal como polipropileno.

[0039] Para mejorar la eficacia de la extracción, se puede prever que una parte del agente adsorbente dispuesta en uno de los alojamientos 21A a 21F presenta una granulometría que presenta un valor medio diferente de otra parte del agente adsorbente dispuesta en otro de los alojamientos 21A a 21F. Por ejemplo, uno de los alojamientos 21A a 21F puede contener carbón activo granular, mientras que otro de los alojamientos puede contener carbón activo en polvo. El carbón activo granular presenta por ejemplo una granulometría media de aproximadamente $300 \mu\text{m}$, mientras que el carbón activo en polvo presenta una granulometría media de aproximadamente $20 \mu\text{m}$. En este caso, los filtros que contienen el carbón activo en polvo presentan una malla de valor más bajo que los que contienen el carbón activo granular, siendo cada filtro capaz de retener el carbón activo con el que está en contacto, a la vez que tiene el valor de malla más elevado posible para facilitar el paso de la solución acuosa. Por ejemplo, los filtros para el carbón activo en polvo presentan un valor de malla de aproximadamente $20 \mu\text{m}$, los filtros relativos al carbón activo granular presentan un valor de malla de aproximadamente $280 \mu\text{m}$. Como variante, puede preverse un carbón activo en polvo de granulometría media todavía más baja, por ejemplo, inferior a $15 \mu\text{m}$, e incluso aproximadamente $1 \mu\text{m}$, estando el valor de malla de los filtros adaptado en consecuencia.

[0040] Sin estar limitado a ninguna teoría, se ha descubierto de manera sorprendente que la inyección simultánea de una fase gaseosa y de la solución acuosa en el laberinto 9, combinada con el uso del carbón activo como agente adsorbente, permite mejorar significativamente la adsorción de los contaminantes solubles en el carbón activo. A igual compacidad con los dispositivos de la técnica anterior, el dispositivo 2 permite extraer de la solución acuosa una cantidad de sustancias disueltas aproximadamente cinco veces superior, por aumento del valor del tiempo de contacto entre el agente adsorbente y la solución acuosa.

[0041] En consecuencia, el dispositivo 2 puede comprender dos burbujeadores 23 capaces de emitir un flujo de burbujas de gas dentro de la solución acuosa que circula en el laberinto 9, por la salida principal 5, de manera que las burbujas avanzan hasta la entrada principal 4 según una flecha B visible en la figura 2, a contracorriente de la solución acuosa. Las burbujas B remontan en la práctica hasta el reservorio superior 6 y se escapan de la superficie superior de la solución acuosa contenida en este reservorio 6, cerca del canal 8. Los burbujeadores 23 pueden ser capaces de producir un «microburbujeo», es decir, de producir microburbujas, lo que mejora aún más la eficacia de la extracción del dispositivo 2. El diámetro nominal medio de las microburbujas se eleva a un valor inferior a aproximadamente $100 \mu\text{m}$. En la práctica, se prevé que las burbujas presenten un diámetro nominal medio comprendido entre aproximadamente $40 \mu\text{m}$ y 2 mm . El gas de las burbujas es preferentemente aire. Alternativamente, este gas es ozono, dióxido de nitrógeno o nitrógeno.

[0042] A modo de ejemplo, en el caso de un dispositivo 2 previsto para funcionar con un caudal de solución acuosa que atraviesa el laberinto 9 que se eleva a aproximadamente 3.000 L/h, el espesor de cada módulo de pared 14A a 14F, medido en paralelo al eje X2 desde su borde superior 17A a 17F hasta su borde inferior 18A a 18F, mide aproximadamente 50 mm, de manera que el espesor de cada alojamiento 21A a 21F es en la práctica de aproximadamente 40 mm. Cada módulo de división 16A a 16E mide por su parte aproximadamente 270 mm de ancho y 570 mm de largo, de manera que cada alojamiento 21A a 21F es capaz de contener hasta 6.156 l de agente adsorbente. Las aberturas 4, 5 y 20 forman, para cada módulo 11, 12 y 16A a 16E, una sección de paso de la solución acuosa de al menos 12 cm². Esta sección de paso es preferentemente superior a 100 cm² para cada uno de los alojamientos 21A a 21F con el fin de garantizar un flujo óptimo de la solución acuosa dentro del laberinto 9. El flujo de burbujas es emitido por los burbujeadores 23 con un caudal de gas comprendido entre aproximadamente 0 y 25 m³/h, en función del caudal de la solución acuosa.

[0043] El dispositivo 2 descrito anteriormente permite implementar un procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en la solución acuosa dentro del laberinto 9 tal como se describe a continuación.

[0044] Este procedimiento comprende una etapa en el curso de la cual se monta y/o se desmonta al menos uno de los módulos 14A a 14F o 16A a 16E, con el fin de adaptarlo a la solución acuosa destinada a circular en el laberinto, lo que permite obtener una eficacia óptima de la extracción dentro del dispositivo 2. Esta etapa se efectúa ventajosamente a continuación de una etapa de prueba, en el curso de la cual se prueba la calidad de la solución acuosa con el fin de determinar qué módulo 14A a 14F o 16A a 16E se integrará en el ensamblaje modular.

[0045] Preferentemente, el procedimiento comprende, además, antes de la etapa de tratamiento, una etapa de prefiltrado de la solución acuosa, por ejemplo, con ayuda de un filtro de arena de la instalación 1, no ilustrado, y/o con ayuda de un preespumado. La etapa de prefiltrado se implementa para eliminar el material en suspensión de la solución acuosa y permite así mejorar la extracción de las sustancias solubles en la solución acuosa prefiltrada. La etapa de prefiltrado puede efectuarse por ejemplo en atmósfera modificada, presurizada o despresurizada con el fin de optimizar el resultado.

[0046] Preferentemente, el procedimiento comprende, además, después de la etapa de extracción dentro del dispositivo 2, una etapa de recuperación del agente adsorbente, especialmente en el caso en que este último es carbón activo. Esta etapa de recuperación se sigue de una etapa de regeneración del agente adsorbente. Preferentemente, la etapa de regeneración es un tratamiento térmico realizado a una temperatura elevada suficiente para esta regeneración, en general de aproximadamente 700°C. El agente adsorbente así regenerado puede usarse de nuevo para guarnecer el laberinto 9.

[0047] Las figuras 6, 7 y 8 representan respectivamente dispositivos 602, 702 y 802 de extracción, según otras realizaciones de acuerdo con la invención, presentando los dispositivos 602, 702 y 802 características similares a las del dispositivo 2 descrito anteriormente, y que no se describen de nuevo a continuación, y características diferentes, que se describen seguidamente. Las características comunes a los dispositivos 2, 602, 702 y 802 se denotan en las figuras con los mismos números de referencia.

[0048] El dispositivo 602 de la figura 6 comprende una entrada principal 4, una salida principal 5, una pared periférica 7, que define un eje principal X2, y un laberinto 9 formado por un ensamblaje modular de módulos extraíbles que incluyen siete módulos de pared 14A a 14G, un módulo de entrada 11, un módulo de salida 12 y seis módulos de división 16A a 16F, para formar siete alojamientos internos 21A a 21G de los que al menos algunos están llenos de agente adsorbente. El dispositivo 602 comprende asimismo dos burbujeadores 23 dispuestos bajo la salida principal 5. La abertura que forma la salida principal 5 ocupa una superficie más reducida que la abertura que forma la entrada principal 4, y cubre una superficie de paso equivalente a la de las aberturas de paso 20 de los módulos de división 16A, 16C y 16E.

[0049] El dispositivo 602 difiere del dispositivo 2 en que una división media 25, orientada en paralelo al eje X2, está dispuesta dentro de los alojamientos internos 21B, 21D y 21F, de forma que conecta respectivamente el módulo de división 16A con el módulo de división 16B, el módulo de división 16C con el módulo de división 16D, el módulo de división 16E con el módulo de división 16F y así separa cada uno de estos alojamientos internos 21B, 21D y 21F en dos.

[0050] El dispositivo 702 de la figura 7 comprende una entrada principal 4, una salida principal 5, una pared periférica 7, que define un eje principal X2, y un laberinto 9 formado por un ensamblaje modular de módulos extraíbles que incluye cinco módulos de pared 14A a 14E, un módulo de entrada 11, un módulo de salida 12 y cuatro módulos de división 16A a 16D, para formar cinco alojamientos internos 21A a 21E de los que al menos algunos están llenos de agente adsorbente. El dispositivo 702 comprende asimismo dos burbujeadores 23 dispuestos bajo la salida principal 5, así como dos divisiones medias dispuestas en los alojamientos 21B y 21D.

[0051] El dispositivo 702 difiere del dispositivo 602 y del dispositivo en que la superficie de la abertura 20 del módulo de división 16C es superior a la de la abertura 20 del módulo de división 16A, y en que la superficie de la

abertura de salida 5 es superior a la de la abertura 20 del módulo de división 16C, siendo no obstante la superficie de la abertura de salida 5 inferior a la de la abertura de entrada 4.

[0052] El dispositivo 702 de la figura 7 comprende una entrada principal 4, una salida principal 5, una pared periférica 7, que define un eje principal X2, y un laberinto 9 formado por un ensamblaje modular de módulos extraíbles que incluye cinco módulos de pared 14A a 14E, un módulo de entrada 11, un módulo de salida 12 y cuatro módulos de división 16A a 16D, para formar cinco alojamientos internos 21A a 21E de los que al menos algunos están llenos de agente adsorbente. El dispositivo 702 comprende asimismo dos burbujeadores 23 dispuestos bajo la salida principal 5, así como dos divisiones medias dispuestas en los alojamientos 21B y 21D.

[0053] El dispositivo 702 difiere del dispositivo 602 y del dispositivo en que la superficie de la abertura 20 del módulo de división 16C es superior a la de la abertura 20 del módulo de división 16A, y en que la superficie de la abertura de salida 5 es superior a la de la abertura 20 del módulo de división 16C, siendo no obstante la superficie de la abertura de salida 5 inferior a la de la abertura de entrada 4. Así se facilita el flujo de la solución acuosa dentro del laberinto 9.

[0054] El dispositivo 802 de la figura 8 comprende una entrada principal 4, una salida principal 5, una pared periférica 7, que define un eje principal X2, y un laberinto 9 formado por un ensamblaje modular de módulos extraíbles que incluyen siete módulos de pared 14A a 14G, un módulo de entrada 11, un módulo de salida 12 y seis módulos de división 16A a 16F, para formar siete alojamientos internos 21A a 21G de los que al menos algunos están llenos de agente adsorbente. El dispositivo 802 comprende asimismo dos burbujeadores 23 dispuestos bajo la salida principal 5.

[0055] El dispositivo 802 difiere del dispositivo 2 en que cada uno de los módulos de división 16A, 16C y 16E presenta una única abertura de paso 20, que está dispuesta cerca de un primer extremo de estos módulos de división 16A, 16C y 16E, y que se entiende en una parte solamente de la división transversal de los módulos de división 16A, 16C y 16E. La abertura de salida 5 y el módulo de salida 12 presentan las mismas características que las aberturas de paso de los módulos de división 16A, 16C y 16E. Los módulos de división 16B, 16D y 16F presentan la disposición inversa con respecto a los módulos 12, 16A, 16C y 16E, es decir, que incluyen cada uno una única abertura de paso 20 dispuesta en un segundo extremo, opuesto al primer extremo, y que se extiende en una parte solamente de la superficie de la división transversal de estos módulos de división 16B, 16D y 16F. La disposición de las aberturas 5 y 20 dentro del laberinto 9 delimitan así un camino A particularmente tortuoso, lo que permite aumentar el tiempo de contacto entre la solución acuosa y el agente adsorbente, con respecto al caso del dispositivo 2.

[0056] Como variante, el dispositivo de extracción está dispuesto de forma que su eje principal no sea vertical, sino inclinado o incluso horizontal.

[0057] En este caso, el dispositivo comprende preferentemente un dispositivo de presurización, de tipo bomba, de la solución acuosa en el laberinto, dispuesto cerca de la entrada principal, que hace avanzar la solución acuosa de la entrada principal hacia la salida a través del agente adsorbente. En este caso, los burbujeadores se colocan preferentemente cerca de la entrada principal de manera que el flujo de burbujas se emita desde la entrada principal hacia la salida principal, a favor de corriente de la solución acuosa.

[0058] Alternativamente a un dispositivo de presurización, puede preverse un dispositivo de despresurización cerca de la salida principal para obtener el mismo efecto. El dispositivo de despresurización está provisto opcionalmente de un recuperador del gas contenido en el flujo de burbujas, especialmente en el caso en que este gas no sea aire y sea por ejemplo ozono. Este recuperador de gas está dispuesto por ejemplo en la salida principal. El gas recuperado es reintroducido a continuación en el flujo de gas por los burbujeadores.

[0059] Como variante, se prevé un único burbujeador, o un número de burbujeadores superior a dos, por ejemplo, cuatro. Se comprende que en el dispositivo 2 se prevén tantos burbujeadores como sean necesarios.

[0060] Como variante, la pared periférica presenta una sección no rectangular, y preferentemente circular, estando entonces los módulos extraíbles adaptados en consecuencia.

[0061] Como variante, el laberinto del dispositivo de extracción delimita un camino helicoidal de paso de la solución acuosa, desde la entrada principal hasta la salida principal. Por helicoidal se entiende un camino que tiene la forma de una hélice que se apoya alrededor del eje principal del dispositivo de extracción. Los módulos extraíbles presentan una forma adaptada en consecuencia.

[0062] Como variante, una altura del dispositivo de extracción, medida en paralelo al eje X2 desde el módulo de entrada hasta el módulo de salida, está comprendida entre 20 y 100 cm aproximadamente.

[0063] Como variante, el dispositivo de extracción puede implementarse para una instalación doméstica o industrial de tratamiento de aguas residuales, de aguas de alimentación o para otros tratamientos de soluciones

acuosas que las definidas anteriormente, lo que permite en cualquier caso extraer al menos una parte de las sustancias solubles contenidas en la solución acuosa tratada.

[0064] Las características, realizaciones, variantes y características específicas y preferidas descritas
5 anteriormente se combinan entre sí y se aplican al dispositivo de extracción de la invención, así como al procedimiento de extracción de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa, comprendiendo el dispositivo de extracción una pared periférica (7) y un agente adsorbente contenido en esta pared
5 periférica, siendo el agente adsorbente capaz de extraer al menos una parte de las sustancias solubles por contacto con la solución acuosa,
comprendiendo el dispositivo de extracción (2; 602; 702; 802) además un laberinto (9), que delimita un camino de circulación (A) de la solución acuosa dentro de la pared periférica (7), comprendiendo el laberinto una entrada principal (4) y una salida principal (5) de solución acuosa conectadas de forma fluida entre sí por el camino de circulación,
10 estando el agente adsorbente dispuesto dentro del laberinto (9) de manera que se ponga en contacto con la solución acuosa durante la circulación de esta última a lo largo del camino de circulación, comprendiendo el laberinto (9) además un ensamblaje modular de varios módulos extraíbles (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 16A, 16B, 16C, 16D, 16E) pudiendo cada módulo extraíble ser montado en, o desmontado de, el ensamblaje modular con el fin de modificar el camino de circulación (A),
15 **caracterizado porque** una primera parte de los módulos extraíbles son módulos de división (16A, 16B, 16C, 16D, 16E), comprendiendo cada módulo de división al menos una división transversal alojada en el interior de la pared periférica (7) cuando el módulo de división está montado dentro del ensamblaje modular, de forma que obture al menos parcialmente una sección transversal de la pared periférica, estando al menos una abertura de paso (20) de la solución acuosa dispuesta a través de la división transversal, determinando la disposición de las aberturas de paso dentro del
20 laberinto (9) el camino de circulación (A) recorrido por la solución acuosa.
2. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** una segunda parte de los módulos extraíbles (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F, 16A, 16B, 16C, 16D, 16E) son módulos de pared (14A, 14B, 14C, 14D, 14E, 14F), que forman conjuntamente una parte al menos de la pared periférica (7) cuando
25 los módulos de pared están montados dentro del ensamblaje modular.
3. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según la reivindicación 2, **caracterizado porque** un primer módulo de pared (14A, 14B, 14C, 14D, 14E), entre los módulos de pared, define un borde anular superior (17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F) en el que un segundo módulo de pared (14B, 14C, 14D, 14E, 14F), entre los módulos de pared,
30 es apto para su ensamblaje, por medio de un borde anular inferior (18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F) definido por el segundo módulo de pared.
4. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la abertura de paso (20) de un primer módulo de división (16A, 16C, 16E), entre los módulos
35 de división, está desplazada con respecto a la abertura de paso de un segundo módulo de división (16B, 16D), entre los módulos de división, cuando el primer módulo de división y el segundo módulo de división están ensamblados dentro del ensamblaje modular.
5. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según la reivindicación 3, o según la reivindicación 3 tomada
40 en combinación con la reivindicación 4, **caracterizado porque** cada módulo de división (16A, 16B, 16C, 16D, 16E) está diseñado para interponerse entre el borde anular inferior (18A, 18B, 18C, 18D, 18E, 18F) y el borde anular superior (17A, 17B, 17C, 17D, 17E, 17F).
6. Dispositivo (2; 602; 702; 802) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado**
45 **porque** al menos una primera parte del agente adsorbente y una segunda parte del agente adsorbente están separadas por uno de los módulos de división (16A, 16B, 16C, 16D, 16E), de manera que la primera parte del agente adsorbente presenta una granulometría con un primer valor medio y la segunda parte del agente adsorbente presenta una granulometría con un segundo valor medio, diferente del primer valor medio.
7. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una mayoría de la masa del agente adsorbente está constituida por carbón activo
50 granular y/o en polvo.
8. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
55 **caracterizado porque** comprende al menos un burbujeador (23), que es capaz de generar un flujo de burbujas (B) en la solución acuosa que circula en el laberinto (9), según un sentido de circulación dirigido desde la entrada principal (4) hacia la salida principal (5) o desde la salida principal hacia la entrada principal.
9. Dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
60 **caracterizado porque** comprende un dispositivo de presurización, o un dispositivo de despresurización, de la solución acuosa en el laberinto (9).
10. Procedimiento de extracción de sustancias solubles disueltas en una solución acuosa, estando el
65 procedimiento de extracción **caracterizado porque** se implementa con ayuda de un dispositivo (2; 602; 702; 802) de extracción según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

11. Procedimiento de extracción según la reivindicación 10, **caracterizado porque** comprende una etapa en la que se monta y/o se desmonta al menos uno de los módulos extraíbles en función de al menos uno de los elementos siguientes: concentración en sustancias solubles disueltas en la solución acuosa destinada a circular en el laberinto (9), volumen de solución acuosa destinada a circular en el laberinto, caudal de solución acuosa destinada a circular en el laberinto.

12. Uso de un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 o 11 para descontaminar una solución acuosa, que constituye por ejemplo aguas residuales industriales o domésticas.

10

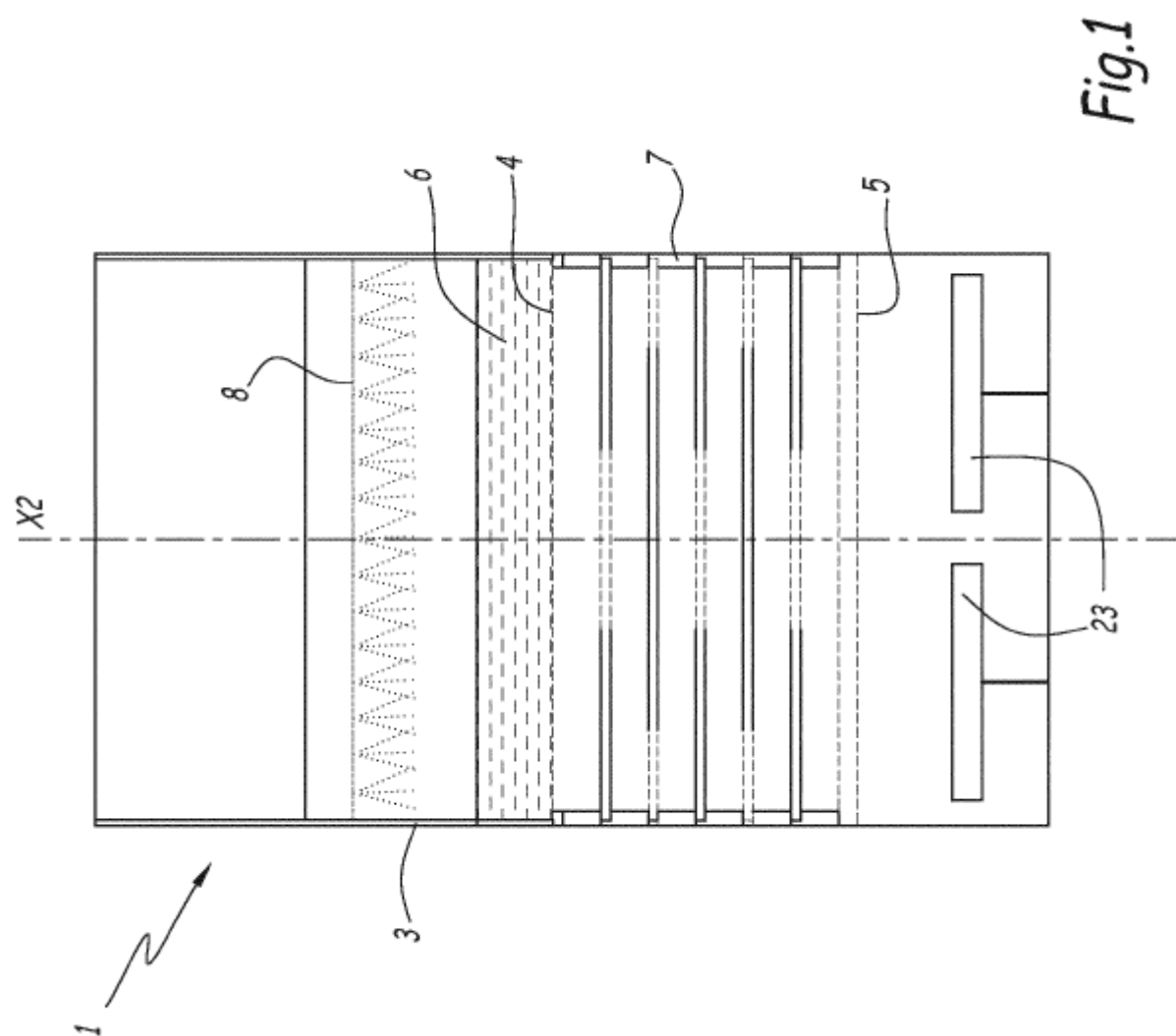
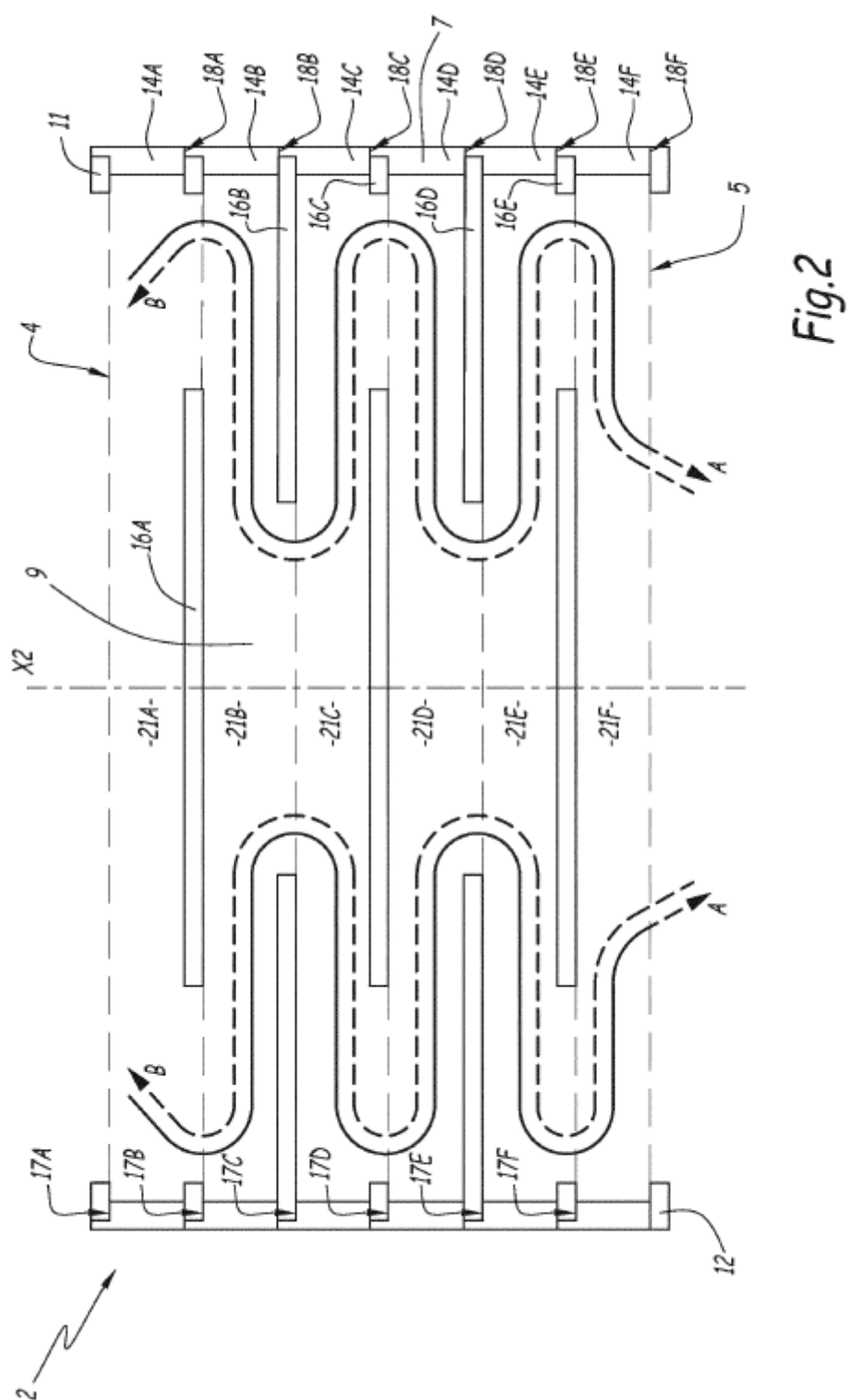


Fig.1



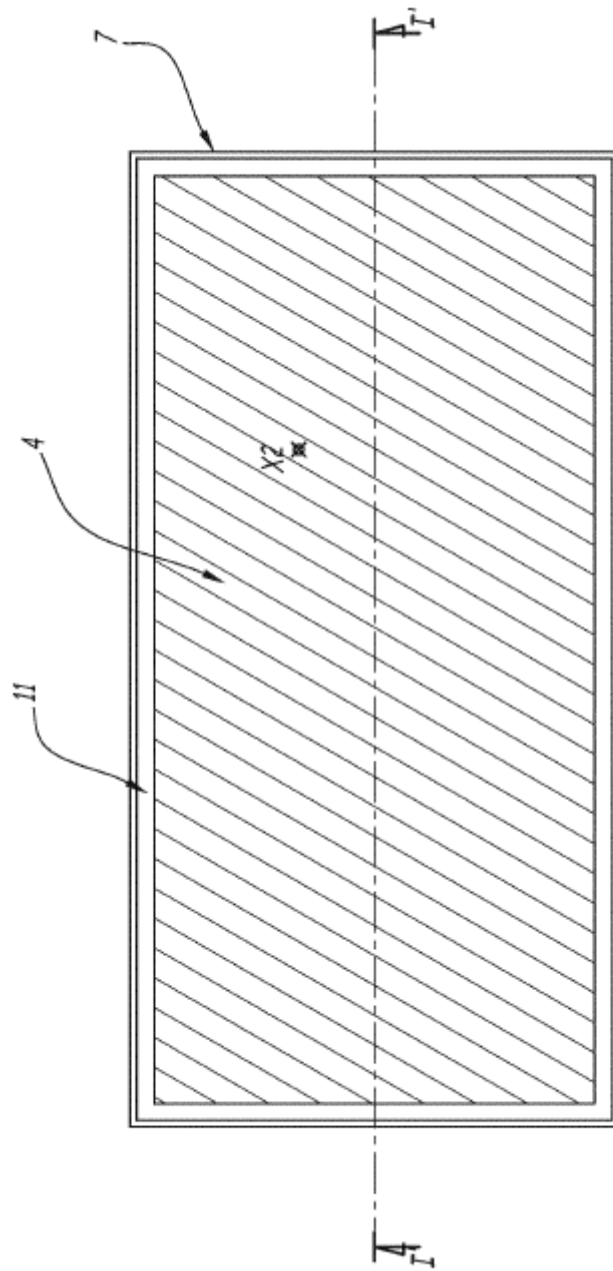


Fig.3

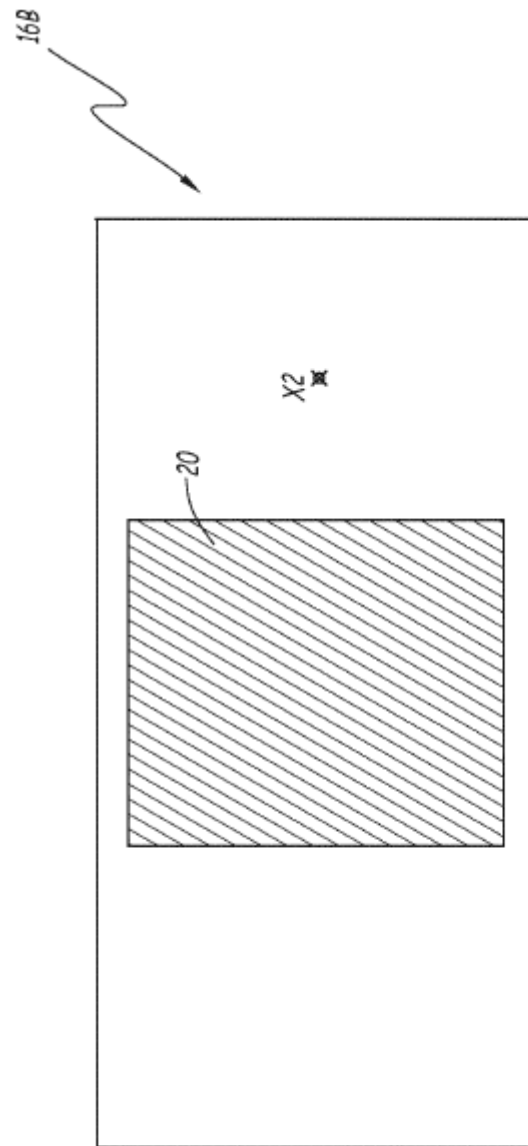


Fig. 4

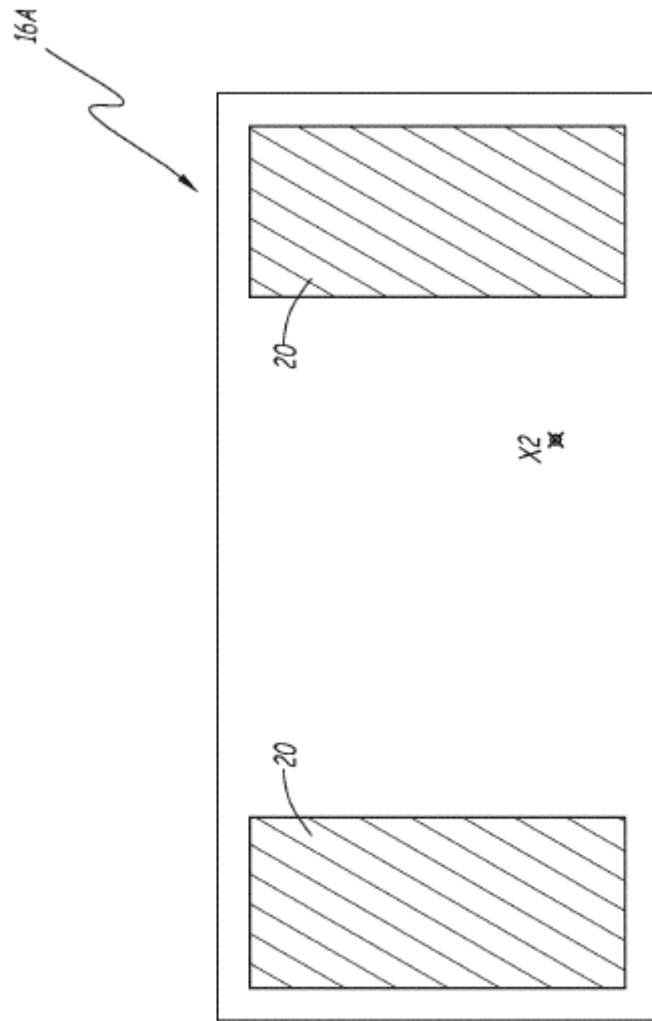


Fig.5

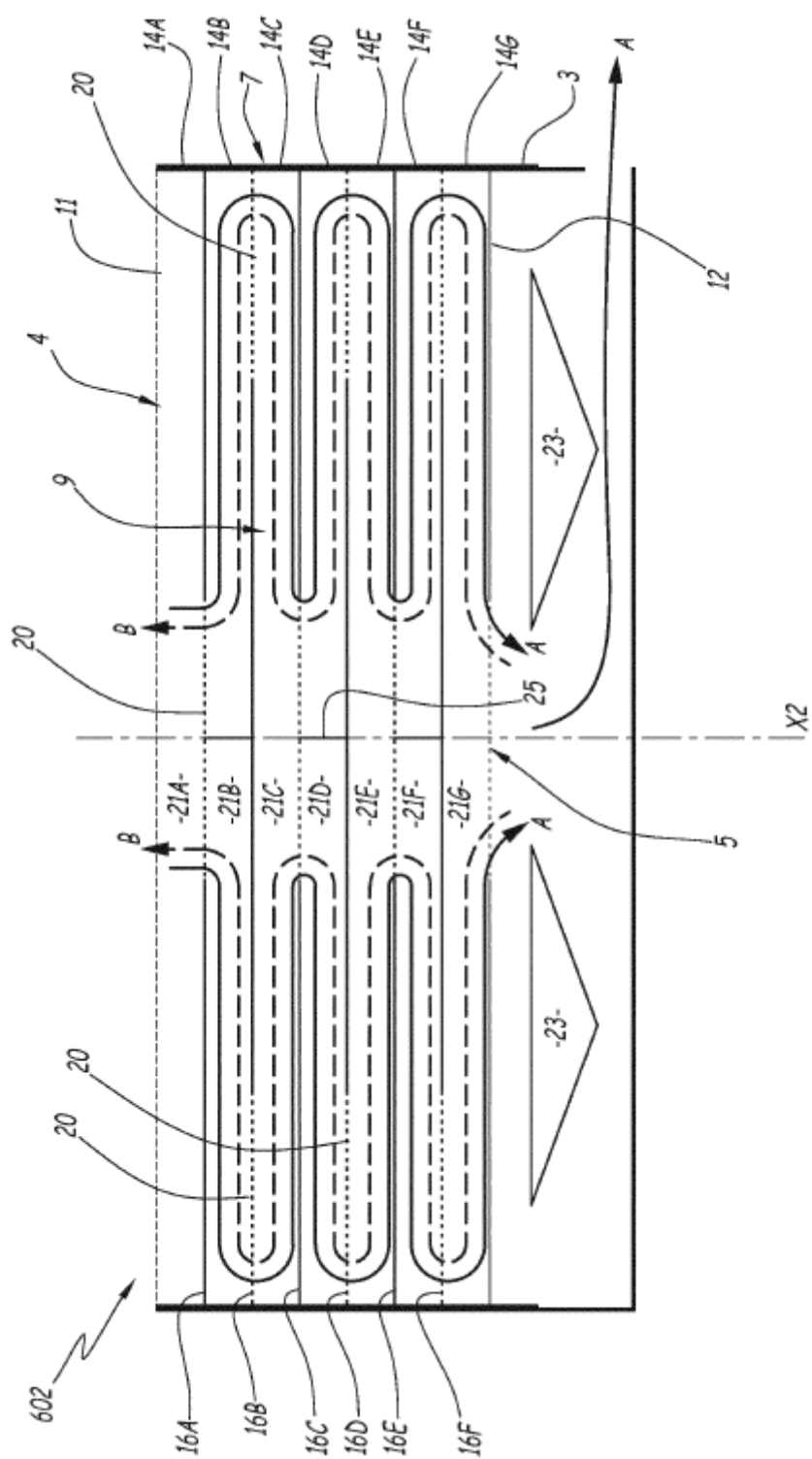


Fig.6

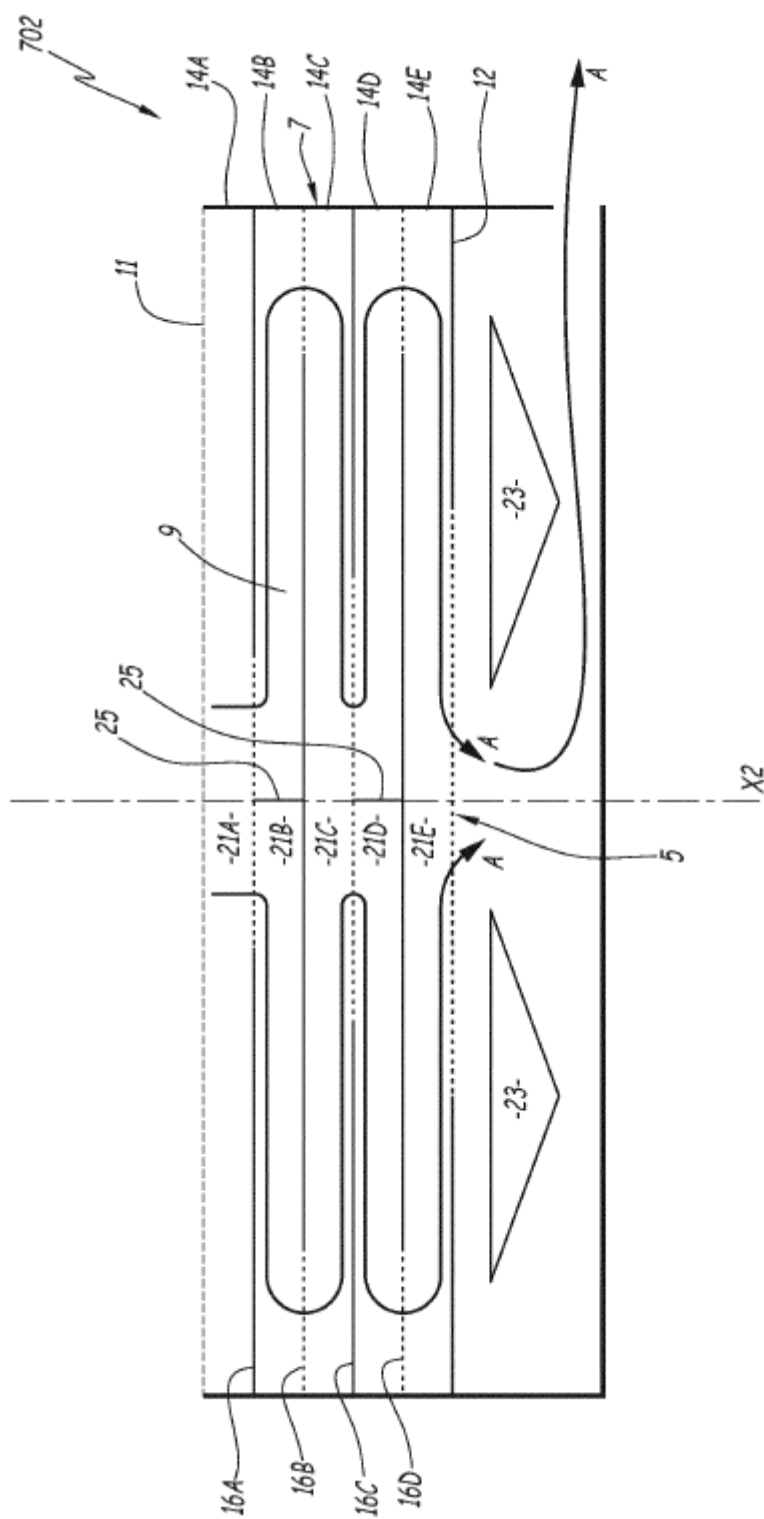


Fig. 7

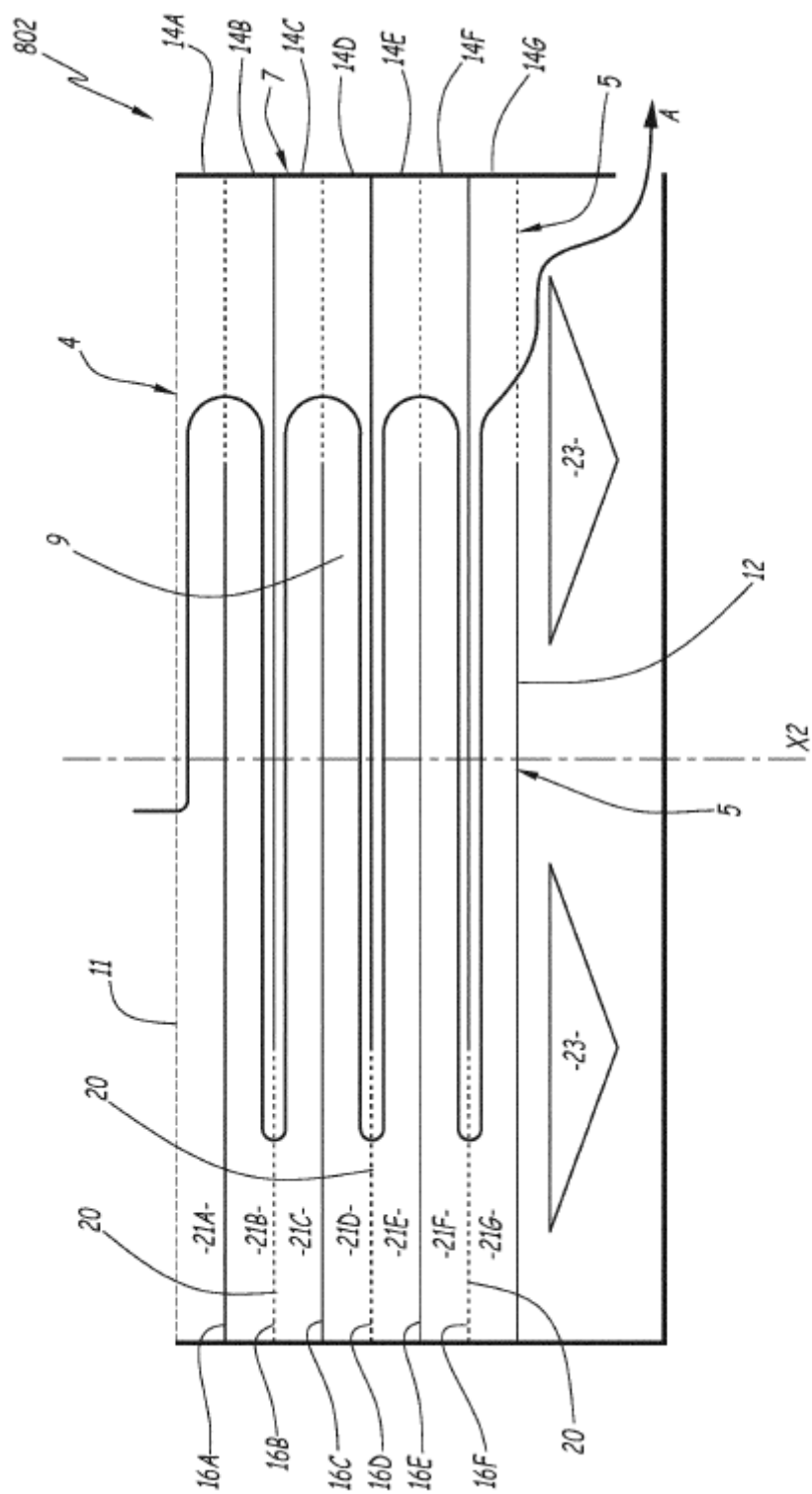


Fig.8