(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 633 826**

(51) Int. Cl.:

C02F 1/461	(2006.01)
C25C 1/00	(2006.01)
C02F 1/00	(2006.01)
C02F 101/20	(2006.01)
C02F 103/10	(2006.01)
C02F 103/20	(2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.08.2013** **PCT/IB2013/056396**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **13.02.2014** **WO14024110**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.08.2013** **E 13783381 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.04.2017** **EP 2879993**

(54) Título: **Método para la reducción de la concentración de contaminantes en el agua**

(30) Prioridad:

06.08.2012 IT RM20120394

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.09.2017

(73) Titular/es:

SEGREGATION OF METAL SYSTEM S.R.L. (100.0%)
Via Andrea Doria 64
00192 Rome, IT

(72) Inventor/es:

ABRAMI, ANTONINO y
TAMBURINI, FABRIZIO

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 633 826 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

Método para la reducción de la concentración de contaminantes en el agua

La presente invención se refiere a un método para reducir la concentración de elementos contaminantes en el agua. La presente invención se ha desarrollado con particular referencia al tratamiento de grandes cantidades de agua de modo que sea ventajoso para su uso en aguas dispuestas en sistema abierto con aguas próximas, es decir, capaces de intercambiar al menos material con las mismas. Sin embargo, esto no descarta otras aplicaciones.

Ejemplos de agua tratada de acuerdo con la presente invención son áreas de agua libre situadas en cuencas naturales, como mares, ríos, lagos, lagunas o en cuencas artificiales como presas o canales, o áreas de agua organizadas capaces de fluir desde y hacia áreas próximas. Estas incluyen el agua de las cuencas de purificación de los acueductos y la que se utiliza en la acuicultura o en los sitios o plantas de piscicultura.

Como se sabe, el agua en nuestro planeta es un recurso precioso por muchas razones, que recientemente se han añadido por el hecho de que el agua no contaminada es ahora difícil de obtener.

Como se sabe, los desarrollos urbanos, las actividades industriales y las actividades agrícolas tienen una gran influencia en la contaminación del agua, en la que ahora es común encontrar materiales contaminantes dañinos para la salud humana suspendidos en forma iónica.

Entre los materiales más contaminantes destacamos, en una lista no exhaustiva, cadmio, plomo, mercurio, aluminio, antimonio, arsénico, estaño, talio y uranio, muchos de los cuales están en forma metálica.

Estos elementos, así como entran en nuestro cuerpo directamente cuando bebemos agua, también se toman a través de la cadena alimentaria. Un ejemplo clásico es el mecanismo de concentración en el pescado o en los productos de acuicultura que comemos diariamente.

Entre las numerosas referencias bibliográficas que podríamos citar para cuantificar el alcance de la contaminación del agua en el planeta y el impacto sobre el hombre, observamos el siguiente informe muy completo: ENVIRONMENTAL CONTAMINANTS ENCYCLOPEDIA, Jul. 1, 1997; COMPILADORES/EDITORES: ROY J. IRWIN, NATIONAL PARK SERVICE; CON LA ASISTENCIA DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DE COLORADO; ESTUDIANTES AUXILIARES ESPECIALISTAS EN CONTAMINANTES: MARK VAN MOUWERIK, LYNETTE STEVENS, MARION DUBLER SEESE, WENDY BASHAM, NATIONAL PARK SERVICE WATER RESOURCES DIVISIONS, WATER OPERATIONS BRANCH; 1201 Oakridge Drive, Suite 250, FORT COLLINS, COLORADO 80525.

Como puede verse, el citado informe es de 1997, y otros anteriores podrían ser dados, para demostrar el hecho de que el problema ha existido desde hace mucho tiempo.

Otra técnica anterior relevante incluye el documento de patente EP 2 258 661.

Pasando al aspecto de la investigación oncológica, un estudio reciente de la Universidad de Ferrara ofreció un resumen completo de los daños causados en el cuerpo por estos contaminantes: *3.7.2013 Prof. Francesco Caritei, Universidad de Ferrara, Inquinamento della fauna ittica e delle acque da metalli pesanti e conseguenze sanitarie nell' uomo; in particolare in campo oncologico.*

El hecho de que dicho informe se produjera sólo unos días antes de la fecha de presentación de la presente solicitud de patente demuestra la ausencia de una solución radical al problema.

Se ha demostrado por lo tanto que en la sociedad actual durante muchos años, ha habido una necesidad de encontrar sistemas globales que sean aplicables a gran escala para reducir la contaminación del agua de nuestro planeta.

Este requisito es especialmente importante para los mares, ríos, lagos y lagunas, y para todos los cuerpos de agua cercanos a las fuentes de contaminación.

Además, considerando que los recursos minerales del planeta son limitados, y que tales contaminantes, así como otros elementos presentes en el agua, pueden constituir una importante fuente de suministro, la utilidad de un procedimiento de purificación podría ser aún mayor.

Un propósito general de la presente invención es, por lo tanto, satisfacer, al menos parcialmente, tal requisito.

Un objetivo preferido de la presente invención es proporcionar un procedimiento para reducir contaminantes que sea fácil y rentable de llevar a cabo y que sea aplicable eficazmente a gran escala.

Otro objetivo preferido de la presente invención es permitir el reciclado de los elementos contaminantes convirtiéndolos en reutilizables en la industria.

De acuerdo con un primer aspecto general de la misma, la presente invención se refiere a un método para reducir las cantidades de elementos contaminantes mediante la aplicación de la electrólisis, en particular, del fenómeno de electrocaptación. La electrólisis de acuerdo con la presente invención se aplica permanentemente a lo largo del tiempo en un cuerpo de agua contaminada. La invención se basa en la ingeniosa intuición de que incluso mediante la eliminación de pequeñas cantidades de elementos contaminantes por unidad de tiempo, es posible eliminar grandes cantidades a largo plazo del sitio a purificar. El método tampoco necesita grandes intervenciones realizadas por el hombre, ya que es eficaz gracias al largo período de aplicación.

El método también puede aplicarse ventajosamente a cualquier elemento contaminante que pueda tener una forma iónica, como por ejemplo metales y sales. Debe observarse que los iones metálicos y las sales en disolución ya pueden estar presentes de forma natural en el agua y/o se pueden obtener por disociación electrolítica, en cuyo caso se considera parte del fenómeno de electrocaptación.

La siguiente tabla no exhaustiva muestra algunos elementos contaminantes que se pueden extraer del agua con el método de la presente invención:

Elemento	Masa total en los océanos (toneladas)	Producción en 2007 (toneladas)	Masa de agua a procesar (toneladas)
Li	2,31E+011	2,50E+004	1,40E+011
Mo	1,3E+010	1,87E+005	1,87E+013
U	4,29E+009	6,65E+004	2,02E+013
V	2,47E+009	5,86E+004	3,08E+013
Cd	1,43E+008	1,99E+004	1,81E+014
Au	1,43E+007	2,50E+003	2,27E+014
Sn	3,64E+008	3E+005	1,07E+015
Ni	8,23E+008	1,76E+006	2,81E+015
Cu	1,17E+009	1,56E+007	1,73E+016
Mn	5,20E+008	1,16E+007	2,90E+016
Zn	6,50E+009	1,80E+008	3,60E+016
Al	1,30E+009	3,80E+007	3,80E+016
Cr	2,60E+008	2,00E+007	1,00E+017
Pb	3,90E+007	3,55E+006	1,18E+017
Fe	4,42E+009	2,25E+009	6,65E+017
Ti	1,17E+006	6,10E+006	6,78E+018
Co	8,84E+006	3,23E+007	9,13E+018

La tabla de las diversas columnas da, respectivamente, una estimación de la masa total de cada elemento contenido en los océanos, la cantidad de metal en cuestión producida por técnicas de minería convencionales y la cantidad de agua que sería necesario procesar para hacer posible extraer lo que se describe en la columna anterior.

La captura puede ser, por ejemplo, selectiva, o la selección puede incluso variar con el tiempo.

Para los fines de la presente invención, los autores de la misma consideran que “un” fenómeno de electrocaptación es el generado por “una” célula electrolítica. Por esta razón, en el caso del uso de una pluralidad de células electrolíticas se hablará de una pluralidad de tales fenómenos. Esta pluralidad de fenómenos puede explotarse para aumentar la cantidad de elementos capturados por hora y/o para llevar a cabo la captura selectiva, es decir, de tal

manera que cada fenómeno se asocie con la captura de sólo unos pocos tipos de elementos predeterminados, o incluso de un solo tipo de elemento, en cuyo caso se hablará de captura diferenciada. El elemento puede, por ejemplo, seleccionarse entre los de la tabla anteriormente mostrada.

El fenómeno de electrocaptación comprende al menos un fenómeno de electrodeposición sobre al menos un electrodo (preferiblemente insoluble, por ejemplo, hecho a partir de material polimérico en el que se sumergen fibras conductoras, como las fibras de carbono), sin embargo no descartamos que pueda comprender otros fenómenos como, por ejemplo, disociación electrolítica.

De acuerdo con algunas realizaciones preferidas, el fenómeno de electrofiguración tiene una potencia inferior o igual a 100 vatios, preferiblemente inferior o igual a 50 kilovatios, incluso más preferiblemente menor o igual a 10 kilovatios. Esto permite que el fenómeno esté en gran medida permanentemente presente en el sitio a purificar sin ser invasivo. Tomemos, por ejemplo, un sitio de cría de peces o de acuicultura, o una laguna donde hay fauna y flora marinas. Si las corrientes eléctricas fueran demasiado fuertes se convertirían en choques reales incompatibles con la vida.

Este fenómeno también puede suministrarse con una producción de energía eléctrica *in loco* a través de fuentes de energía renovables. Esto promueve el uso de una planta permanentemente en operación para tratar grandes cantidades de agua.

El fenómeno de electrocaptura con la potencia indicada es el generado por una sola célula electrolítica. En el caso en el que hay muchas células, cada una de ellas está destinada a generar un fenómeno de electrólisis con una potencia en los límites indicados.

Para los propósitos de la presente invención, se utiliza "área de acción electrolítica" para definir el área del medio ambiente contaminado a purificar definida por la presencia de un fenómeno de electrocaptación. Dicha área de acción es preferiblemente menor que el cuerpo de agua.

De acuerdo con algunas realizaciones preferidas, cada área de acción corresponde sustancialmente a un solo fenómeno de electrocapturación sustancialmente permanente, es decir, las áreas de acción no se superponen sustancialmente.

De acuerdo con una realización preferida, es posible considerar los límites de un área de acción como aquellos en los que la corriente detectable de un fenómeno de electrocaptura se hace menor que 1/10 de la corriente detectada en el trayecto más corto entre los electrodos.

De acuerdo con algunas realizaciones preferidas de la invención, la densidad de los fenómenos de electrocaptación aplicados al cuerpo de agua contaminada está comprendida entre 1 y 10 por metro cuadrado.

En general, debe observarse que es preferible que las áreas de acción estén dispuestas para formar cada una un sistema abierto con al menos una área próxima al cuerpo de agua como, por ejemplo, una área de acción adyacente o una área neutral (es decir, sin fenómeno de electrocaptación).

Este sistema abierto es de tal modo que el agua pasa (por ejemplo, fluye) desde al menos una área próxima a la área de acción y/o viceversa de una manera natural y/o inducida.

De acuerdo con otra característica general preferida, los fenómenos de electrocaptación generados capturan cada uno un único tipo de elemento contaminante, con el fin de promover su recolección y su reutilización en la industria.

El tipo de elemento capturado puede modificarse preferiblemente sobre la base de los valores de al menos un parámetro caracterizante implicado en el fenómeno de electrocaptación, que incluye por ejemplo: concentración de al menos dos elementos contaminantes en el área de acción, corriente detectada en los electrodos del al menos un fenómeno de electrocaptación, corriente de suministro disponible;

De acuerdo con algunas realizaciones preferidas, es posible girar los electrodos para disponerlos de acuerdo con orientaciones particularmente favorables para electrocapturar basándose en las corrientes con las que el agua fluye en al menos un área de acción.

De acuerdo con otras realizaciones preferidas, es posible variar la intensidad y el tamaño de las corrientes de suministro del al menos un fenómeno de electrocaptación a lo largo del tiempo para influir en la movilidad iónica de al menos un elemento contaminante a capturar.

La presente solicitud describe también una planta para reducir la concentración de elementos contaminantes en el agua mediante la aplicación de un método del tipo anteriormente indicado. Comprende al menos una célula electrolítica que comprende al menos un grupo de electrodos insolubles aptos para sumergirse en una área predeterminada de un cuerpo de agua contaminada para generar al menos un fenómeno de electrocaptación, al menos un generador de corriente eléctrica que explota al menos una energía renovable dispuesta para accionar la celda electrolítica, al menos una estación de control programada para modificar los parámetros de funcionamiento

de la celda electrolítica, al menos un dispositivo de soporte de la celda electrolítica que flota, o utilizando un soporte que puede fijarse al fondo del cuerpo de agua como, por ejemplo, de un muelle o un palafito.

En general, las realizaciones preferidas son aquéllas en las que la célula forma una única unidad modular autónoma con el al menos un generador y la al menos una estación de control. El dispositivo de electrocaptación está en forma de una unidad modular apta para ser usada sola o en asociación con otras unidades. De manera ventajosa, esto hace posible tener plantas sustancialmente autoalimentadas con producción de energía eléctrica *in loco*, cuyo funcionamiento prevé sustancialmente sólo los costes de mantenimiento, ya que el coste del suministro eléctrico es sustancialmente cero. Además, se pueden dejar que funcionen durante largos tiempos de operación requeridos para obtener resultados de captura significativos.

Preferiblemente, la unidad modular tiene una potencia menor o igual a 200 kilovatios, preferiblemente menor o igual a 100 kilovatios, aún más preferiblemente menor o igual a 20 kilovatios.

De acuerdo con algunas realizaciones preferidas de la invención al menos un electrodo de la célula es tridimensional y tiene una sección de mayor tamaño con respecto a las otras secciones, destinada a situarse perpendicularmente a la dirección del flujo de agua que pasa por la célula para promover la deposición.

En general, debe observarse que son preferibles las plantas sin partes de retención de agua alrededor de los electrodos o las que comprenden uno o más canales para definir un flujo predeterminado de agua desde y hacia los electrodos.

Algunas realizaciones preferidas comprenden un sistema de retroalimentación entre la estación y al menos un dispositivo para detectar al menos un parámetro del agua y/o al menos un parámetro operativo de la al menos una célula.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la misma, hecha con referencia a los dibujos anexos que se proporcionan con fines indicativos y no limitativos. En tales dibujos:

- La figura 1, es una representación esquemática de una planta para reducir la concentración de elementos contaminantes de acuerdo con el método de la presente invención con un dispositivo electrolítico básico.

- La figura 2, es una representación esquemática de una segunda planta que comprende un dispositivo electrolítico alternativo al de la figura 1.

- Las figuras 3a y 3b, son respectivas vistas esquemáticas frontal y lateral de un electrodo del dispositivo de la figura 2;

- La figura 4, es una representación esquemática de una tercera planta de acuerdo con la presente invención, y

- La figura 5, es una representación esquemática de una variante de la planta de la figura 2.

Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una planta básica para reducir la concentración de elementos contaminantes en el agua, indicada en su totalidad con el número de referencia 1, que ayuda a comprender la idea que constituye la base de la presente invención.

La planta 1, comprende un dispositivo modular para generar un fenómeno de electrocaptura 5 (también conocido simplemente como "dispositivo electrolítico" o "unidad modular") dispuesto en un cuerpo de agua 10, por ejemplo, un entorno marino, más específicamente un sitio contaminado.

El dispositivo electrolítico 5 comprende una célula electrolítica 7 (también llamada simplemente "célula"). La célula comprende un grupo de electrodos 30 accionados por corriente eléctrica y que cooperan entre sí para generar un fenómeno de electrocaptación por electrodeposición sobre al menos uno de ellos de al menos un tipo de elemento contaminante presente en el agua. El grupo de electrodos 30 comprende al menos dos electrodos, es decir, al menos un cátodo 32 y al menos un ánodo 34. Para los propósitos de la presente invención, el término célula electrolítica se utiliza para definir una célula con un único grupo de electrodos que cooperan entre sí, es decir, apta para producir un fenómeno de electrocaptación único por electrodeposición sobre uno o algunos electrodos.

El área de agua en la que está sumergida la célula 7 y en la que está presente su fenómeno de electroconfiguración 25 se denomina "área de acción electrolítica" 15 y es más pequeña que el cuerpo de agua a purificar 10.

El área de acción electrolítica es un sistema abierto, es decir, que intercambia al menos agua con el resto del cuerpo de agua 10, por ejemplo, en virtud de las corrientes de agua naturales 20, como en mares, lagos, ríos o lagunas, o por medios de convección forzada.

Aunque el dispositivo electrolítico 5 mostrado comprende sólo una célula 7, sin embargo esto no descarta la posibilidad de que haya un mayor número de células como se mostrará más adelante. La célula 7 mostrada comprende también sólo dos electrodos, sin embargo esto no descarta la posibilidad de que las células que

contienen un mayor número de los mismos, por ejemplo, más de un cátodo y/o más de un ánodo estén conectados eléctricamente entre sí en el fenómeno de electroconfiguración, por ejemplo, en un grupo.

La figura 2 representa una segunda planta 101 que comprende un segundo dispositivo electrolítico modular 105, que difiere de la figura 1 en el sentido de que comprende dos células electrolíticas 107bis y 107ter. Cada uno de ellas genera su propio fenómeno de electrodeposición, indicado respectivamente con 125bis y 125ter. Cada fenómeno de electrodeposición define su propia área de acción 115bis y 115ter. Por esta razón, el dispositivo electrolítico 105 se denomina fenómeno de múltiples células o múltiples electrocapturas.

La célula 107bis comprende un cátodo 132bis y un ánodo 134bis, mientras que la célula 107ter comprende un cátodo 132ter y un ánodo 134ter.

El dispositivo electrolítico 105 comprende también un generador de energía eléctrica 140 que aprovecha al menos una fuente de energía renovable. El generador 140 representado es un panel solar, pero son posibles otros tipos de generadores como, por ejemplo, los generadores eólicos basados en el movimiento ondulatorio o en la energía mareomotriz, o combinaciones de los mismos.

Preferiblemente, el dispositivo electrolítico está también provisto de una toma de corriente auxiliar 142 para permitir la alimentación por la red, por ejemplo, en caso de emergencia o mantenimiento del panel 140, o para necesidades repentinas.

El dispositivo electrolítico 105 comprende también un dispositivo acumulador 145, una estación de control 150, un dispositivo de telecomunicación 155, un dispositivo de flotación 160, una pantalla aislante 165 y un dispositivo 170 para detectar al menos un parámetro del agua y/o al menos un parámetro de funcionamiento de las células.

El dispositivo acumulador 145 acumula ventajosamente la energía producida por el generador 140 para ponerla a disposición de las células 107bis y 107ter de una manera más uniforme con respecto a los niveles de producción en las diversas horas del día. Sin embargo, esto no excluye que esté ausente y/o un suministro eléctrico directo desde un generador 140 o desde una toma de corriente 142.

La estación 150 se programa y dispone para modificar y gestionar los parámetros de funcionamiento de las células en base a los datos detectados por el dispositivo de detección 170.

El dispositivo de telecomunicación 155 intercambia datos para la estación con otros dispositivos electrolíticos 105 de la misma planta, y/o con una estación de monitorización remota, por ejemplo, situada sobre un terreno sólido. De esta manera, la estación de control puede modificar los ajustes de funcionamiento del dispositivo electrolítico 105 teniendo también en cuenta los datos relativos a otros dispositivos electrolíticos próximos 105 y/o los datos introducidos buscados por un operador externo. También es posible ajustar el funcionamiento del dispositivo electrolítico 105 de forma totalmente manual desde la estación remota enviando los datos deseados.

El dispositivo de flotación 160 es adecuado para mantener a flote el dispositivo electrolítico 105, por ejemplo, éste comprende una serie de elementos hechos a partir de material flotante o una plataforma flotante. El dispositivo de flotación comprende también un dispositivo de anclaje al fondo del cuerpo de agua 162.

La pantalla aislante 165 se utiliza para mantener aislados todos los componentes del dispositivo electrolítico del agua, no pudiéndose por lo tanto mojar.

El dispositivo de detección 170 se conecta a la estación de control para permitir el control en retroalimentación del dispositivo electrolítico 105. La retroalimentación es preferiblemente del tipo adaptativo.

Por ejemplo, el dispositivo de detección 170 detecta la intensidad y la dirección de las corrientes marinas y la estación de control ordena la rotación de los electrodos, o de al menos uno de ellos, para disponerlos de la manera más ventajosa para ellos.

Las Figuras 3a y 3b muestran esquemáticamente un electrodo 130 con una sección que es mayor que las otras. En particular, el electrodo tiene una forma anular, de modo que la sección frontal de la figura 3a tiene un mayor área que las secciones laterales de la figura 3b. Esta sección mayor puede, por ejemplo, estar destinada a mantenerse perpendicular a la dirección de las corrientes marinas, indicada de la figura 3b con la flecha C, de manera que sea golpeada directamente por el flujo de agua.

La figura 4 representa esquemáticamente una tercera planta de electrocaptura 201 que difiere de la planta 101 de la figura 2 en el sentido de que comprende una pluralidad de dispositivos electrolíticos 105. Preferiblemente, éstos están interconectados formando una red para intercambiar datos y con una estación de monitorización remota 280 dispuesta sobre tierra sólida a través de los dispositivos de telecomunicación 155.

En uso, las plantas descritas en la presente memoria se pueden usar de acuerdo con un método que prevé las siguientes etapas:

- identificar un cuerpo de agua contaminado y/o rico en elementos valiosos 10;

- disponer, en dicho cuerpo de agua 10, al menos un dispositivo electrolítico 5, 105 con al menos una célula electrolítica que define un área de acción electrolítica predeterminada 15, 115bis, 115ter que es más pequeña que el cuerpo de agua 10, donde dicha área de acción está dispuesta para formar un sistema abierto con las áreas próximas 10, 15, 115bis, 115ter del cuerpo de agua;

- suministrar a la célula electrolítica al menos una corriente eléctrica para capturar al menos un tipo de elemento contaminante, preferiblemente de un solo tipo, presente en el agua en el área de acción por electrólisis.

En particular, es posible llevar a cabo la electrocaptura por deposición sobre al menos un electrodo de elementos suspendidos en agua en forma de iones que incluyen, por ejemplo, cadmio, plomo, mercurio, aluminio, antimonio, arsénico, estaño, talio y uranio, o más generalmente los mostrados en la tabla insertada en el preámbulo.

El agua fluye por la planta, y en particular por el dispositivo electrolítico, de una manera natural y/o inducida, preferiblemente natural.

Preferiblemente, se proporciona una pluralidad de células electrolíticas 7, 107bis, 107ter y se alimentan con parámetros de corriente eléctrica de tal modo que cada célula captura un único tipo de elemento contaminante, igual o diferente del capturado por las otras células. Esto promueve la recolección y reutilización de los elementos capturados.

De acuerdo con el método de la presente invención, se detecta al menos uno de los siguientes parámetros: concentración de al menos dos elementos contaminantes en el área de acción, corriente detectada en los electrodos de la célula electrolítica, corriente disponible para el generador;

- se selecciona al menos uno de los elementos contaminantes detectados y se ajusta la célula electrolítica para capturarlo basando la selección en al menos un parámetro detectado.

- se modifican los ajustes de la célula electrolítica para cambiar el al menos un elemento contaminante capturado cada vez que el al menos un parámetro detectado en el que se basa la selección excede un valor límite predeterminado.

En el caso en el que hay una pluralidad de células, es posible modificar los ajustes del suministro eléctrico de sólo una o algunas o todas las células para cambiar el tipo de elemento contaminante capturado cada vez que el al menos un parámetro detectado sobre el que se basa la selección excede un valor límite predeterminado.

Gracias a la estación de control, también es posible variar la intensidad y el tamaño de las corrientes de suministro eléctrico de la célula (o de las células) en el tiempo, para influir en la movilidad iónica de al menos un elemento contaminante a capturar.

Como se puede observar, hasta ahora se han descrito realizaciones que llevan a cabo la captura selectiva de los elementos contaminantes en base a los ajustes de los parámetros eléctricos, adicionalmente o alternativamente los solicitantes observan que encerrando áreas predeterminadas alrededor de cada célula con membranas porosas selectivas, es decir, permeables a un solo o a varios elementos contaminantes predeterminados. Un ejemplo se ilustra en la variante de la figura 5, en la que las membranas están indicadas con el número de referencia 116.

Debe observarse también que aunque los fenómenos de electrocaptura se llevan a cabo sobre el agua en el estado en el que se encuentra, también es posible acondicionar el agua a tratar para aumentar la eficiencia del procedimiento, por ejemplo, añadiendo en las áreas de acción al menos un elemento que aumente la conductividad del líquido como, por ejemplo, cloruro de sodio.

También debe observarse que preferiblemente las partes de las que están constituidas las plantas, cuando sea posible, están hechas a partir de material reciclado, con el fin de aumentar la compatibilidad ecológica de la invención, y/o a partir de materiales inertes a la electrólisis, de manera de no alterar los fenómenos generados.

Por supuesto, las realizaciones y las variantes descritas e ilustradas hasta ahora son puramente ejemplos y un experto en la técnica, con el fin de satisfacer requerimientos específicos y contingentes, puede realizar numerosas modificaciones y variantes, incluyendo por ejemplo la combinación de dichas realizaciones y variantes, todas en todo caso cubiertas por el ámbito de protección de la presente invención como se define en las siguientes reivindicaciones

REIVINDICACIONES

1. Método para reducir la concentración de elementos contaminantes en el agua, en el que al menos un tipo de elemento contaminante es capturado generando al menos un fenómeno de electrocaptación por electrólisis (25, 125bis, 125ter) sustancialmente de forma permanente a lo largo del tiempo en un cuerpo de agua (10), que está contaminado, caracterizado porque dicho al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter), y/o en el caso de la presencia de una pluralidad de fenómenos de electrocaptación, cada uno de los cuales, está presente sustancialmente de forma permanente en, y define, un área de acción electrolítica predeterminada (15, 115bis, 115ter), en donde

el método comprende la etapa de detectar al menos uno de los siguientes parámetros: concentración de al menos dos elementos contaminantes en el área de acción, corriente detectada en los electrodos del al menos un fenómeno de electrocaptación célula electrolítica, corriente de suministro disponible;

- seleccionar al menos uno de los elementos contaminantes detectados y ajustar los parámetros del al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) para su captura basándose la selección en al menos un parámetro detectado.

- modificar los ajustes del fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) para cambiar el al menos un elemento contaminante capturado cuando el al menos un parámetro detectado en el que se basa la selección excede un valor límite predeterminado.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque dicho fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) comprende al menos un fenómeno de electrodeposición sobre al menos un electrodo (30, 130).

3. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter), y/o en el caso de la presencia de una pluralidad de fenómenos de electrocaptación cada uno de los cuales, tiene una potencia inferior o igual a 100 kilovatios, preferiblemente menor o igual a 50 kilovatios, aún más preferiblemente menor o igual a 10 kilovatios.

4. Método de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque el al menos un fenómeno (25, 125bis, 125ter), se trasmite eléctricamente a través de la producción de energía eléctrica *in loco* por medio de al menos una fuente de energía renovable (140).

5. Método de acuerdo con la reivindicación precedente, caracterizado porque dicha área de acción predeterminada (15, 115bis, 115ter) es menor que el cuerpo de agua (10).

6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque cada fenómeno de electrocaptación (125bis, 125ter) está presente en, y define, un área de acción respectiva (15, 115bis, 115ter) del cuerpo de agua sustancialmente diferente del área (15, 115bis, 115ter) en la que está presente al menos otro fenómeno de electrocaptación (125bis, 125ter).

7. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque los límites de dicha área de actuación (15, 115bis, 115ter) son sustancialmente aquellos en los que la corriente detectable de un fenómeno de electrocaptación se hace menor que 1/10 de la corriente detectada en el trayecto más corto entre los electrodos que lo generan.

8. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la densidad de los fenómenos de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) aplicados al cuerpo de agua está comprendida entre 1 y 10 por metro cuadrado.

9. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado porque dicha área de acción (15, 115bis, 115ter) se dispone para formar un sistema abierto con al menos una área próxima al cuerpo de agua (10, 115bis, 115ter).

10. Método de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado porque dicha área de acción electrolítica (15, 115bis, 115ter) dispuesta para formar un sistema abierto en el cuerpo de agua, está dispuesta de tal modo que el agua pase desde al menos una área próxima al área y/o viceversa de una manera natural y/o inducida (20).

11. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende la etapa de aplicar sustancialmente de forma permanente al menos dos fenómenos de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) y de suministrar a cada uno de ellos parámetros de corriente eléctrica de tal modo que cada uno de los dos capture al menos un tipo de elemento contaminante distinto del o de los capturados por el otro.

12. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende la etapa de detectar al menos un parámetro caracterizante del flujo con el que fluye el agua en al menos un área de acción, y modificar, en base a dicho parámetro, la orientación y/o disposición de por lo menos un electrodo (30, 130)

presente en el área de acción (15, 115bis, 115ter) y adecuado para generar el al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter).

13. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la intensidad y tamaño de las corrientes de suministro eléctrico del al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) varían con el tiempo para influir en la movilidad iónica de al menos un elemento contaminante a capturar.

14. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos un fenómeno de electrocaptación (25, 125bis, 125ter) es monitorizado remotamente a través de un sistema de telecomunicación (155).

15. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el al menos un elemento contaminante capturado por electrólisis se recoge y se envía a la industria para su reutilización.

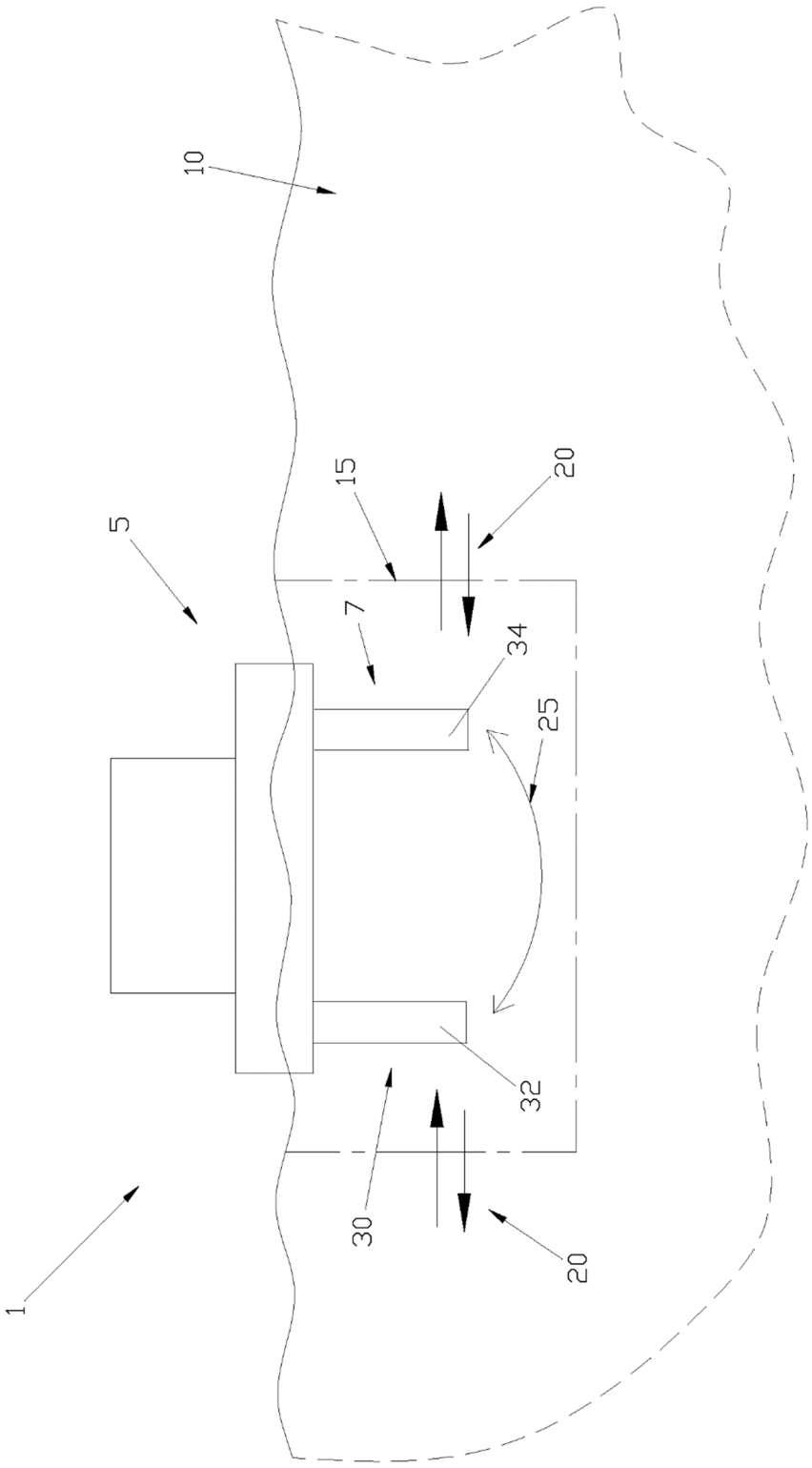

Fig. 1

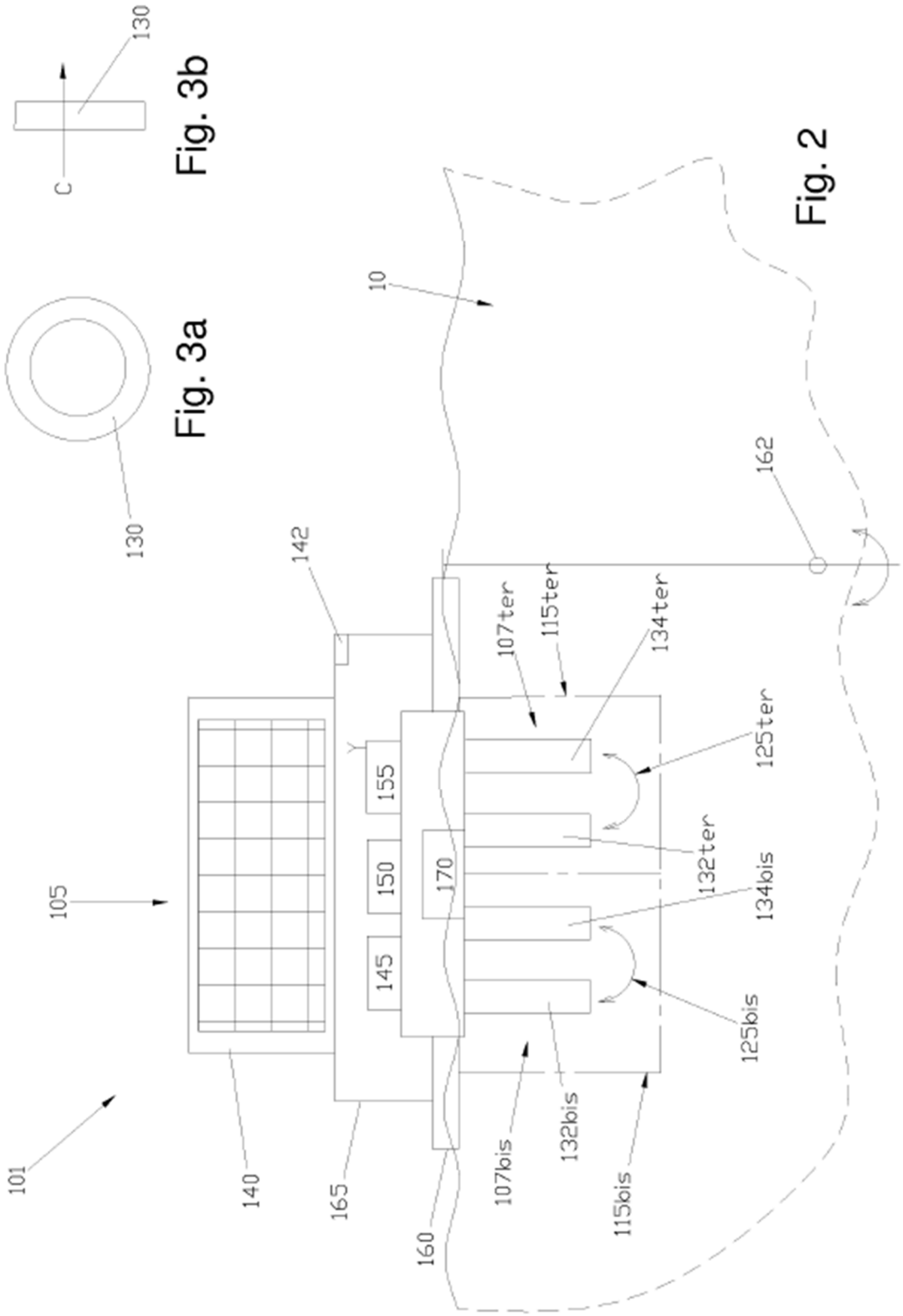

Fig. 3b

Fig. 3a

Fig. 2

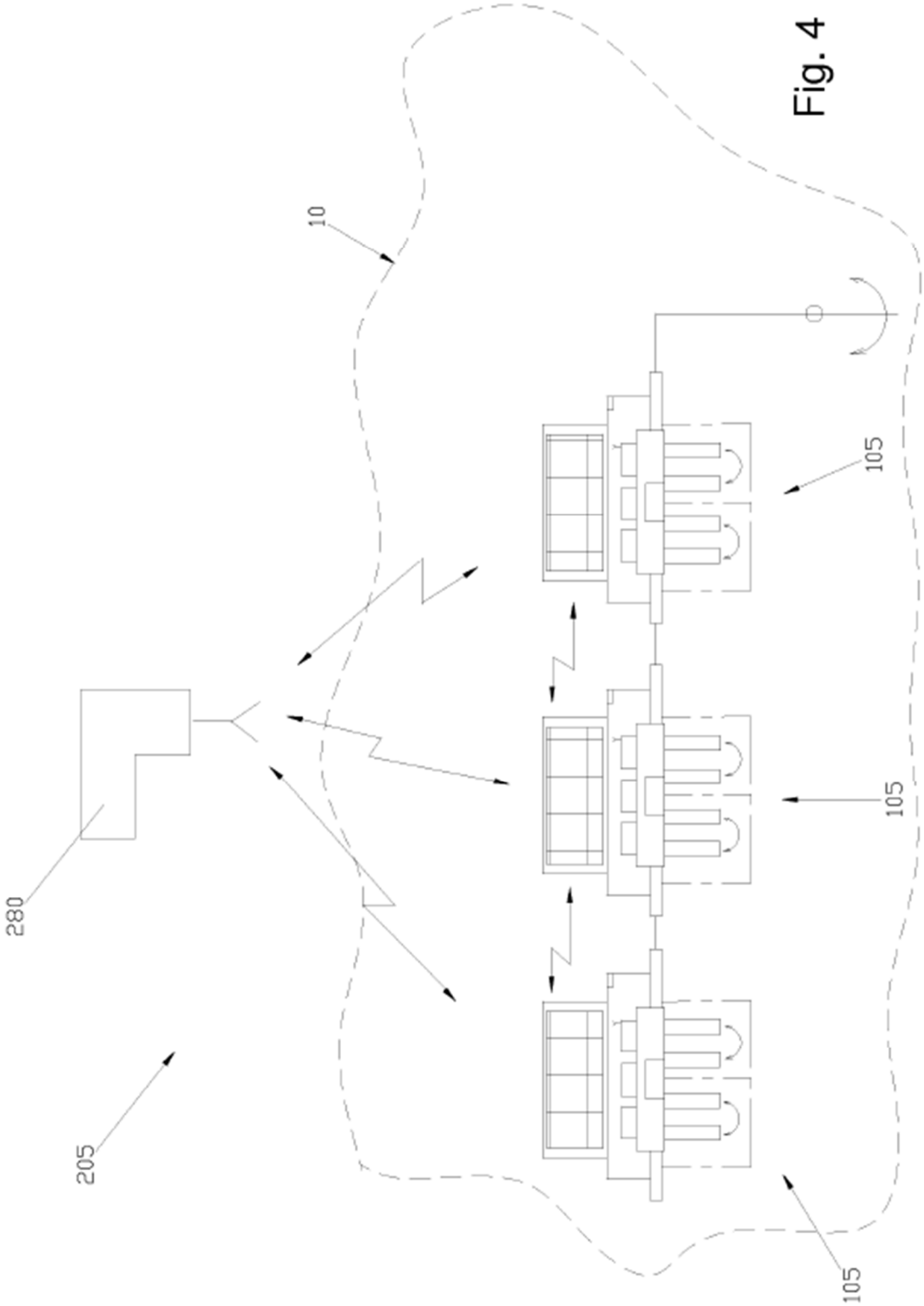

Fig. 4

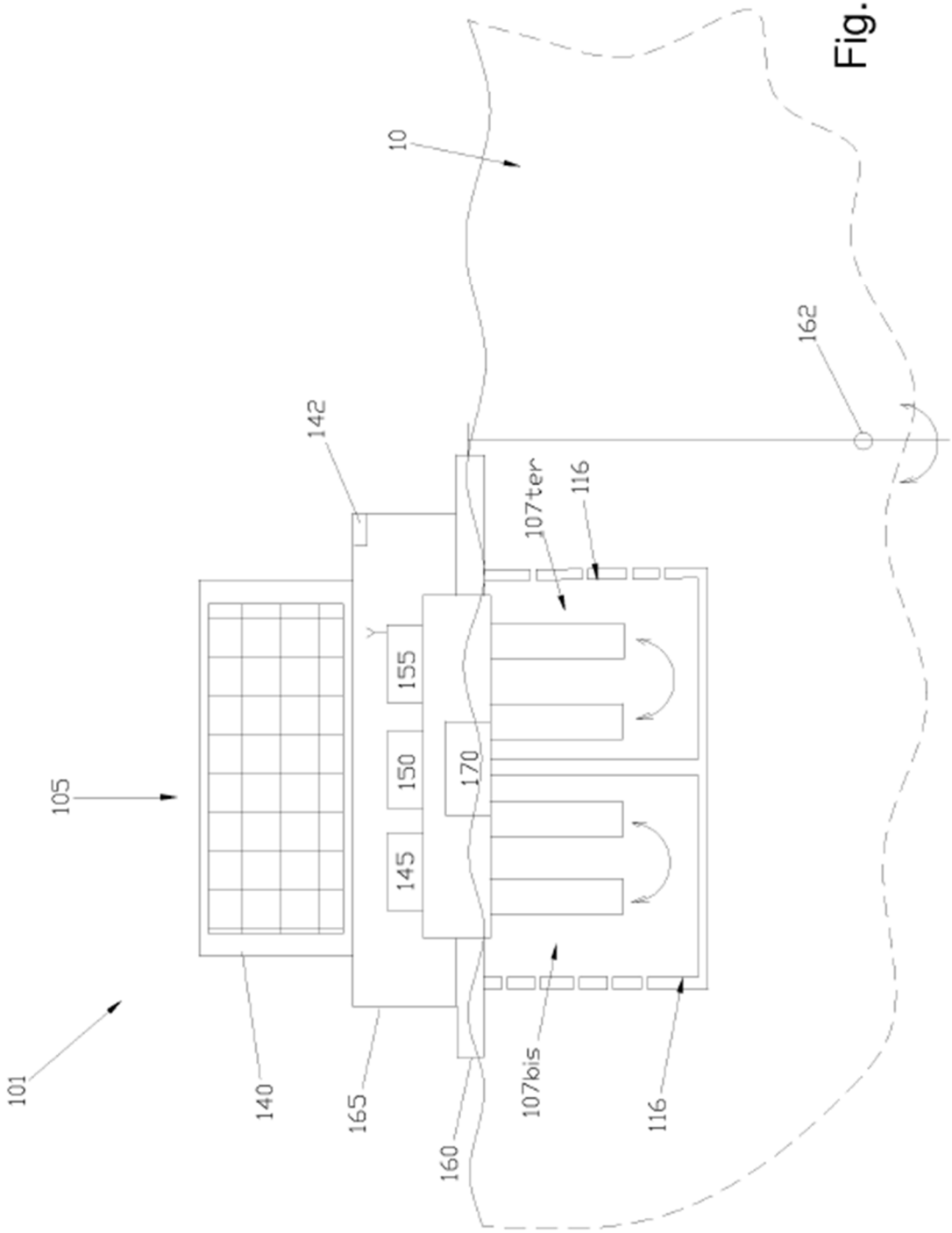
101
105
140
165
160
107bis
116
145
150
155
170
142
107ter
116
10
162

Fig. 5