

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 928**

51 Int. Cl.:

A01K 63/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2014 PCT/NL2014/050354**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14196857**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2014 E 14732440 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 3003020**

54 Título: **Filtro de acuario**

30 Prioridad:

04.06.2013 NL 2010914

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

23.05.2018

73 Titular/es:

**VAN AMERONGEN, JASPER MICHAËL (100.0%)
Usselincxstraat 99
2593 VJ Den Haag, NL**

72 Inventor/es:

VAN AMERONGEN, JASPER MICHAËL

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 668 928 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

Filtro de acuario

5 Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 [0001] La presente invención se refiere a un filtro de acuario, en particular a un filtro de acuario provisto de una bomba. La invención también se refiere a al uso de tal dispositivo en combinación con una fijación de succión para fines de limpieza.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 [0002] Un acuario es un biotopo bajo agua pequeño, cerrado. A primera vista la vida en un acuario consiste en peces y plantas, pero como en todo biotopo no puede existir equilibrio en ausencia de bacterias. Entre otras cosas, las bacterias son necesarias para tratar materiales de residuos en el acuario y se llaman también bacterias nitrificantes. Estas bacterias procesan los materiales de residuos en el acuario en diferentes etapas para formar el nitrato relativamente inocuo. Este proceso se conoce también como el ciclo de nitrógeno.

20 [0003] La primera fase consiste en la descomposición de moléculas grandes, dando como resultado la producción de amonio molecular. Esto se hace por bacterias (pero no las nitrificantes) que están presentes en el ambiente y no se fijan a un portador. Estas se dan flotando libremente en el agua y en el fondo, o de hecho, siempre que están presentes residuos y se conocen como detritívoros.

25 [0004] Expresado de forma sencilla, los detritívoros descomponen almidones, proteínas y grasas, en otras palabras, se ocupan de la primera descomposición de todo el animal vegetal y material. Para usar términos más técnicos, tienen actividad amilolítica (degradación de almidón), proteolítica (división de proteínas) y lipolítica (liberación de ácidos grasos a partir de almacenamiento de grasa). Por tanto, realizan el trabajo preparatorio para la nitrificación y hacen posible la descomposición que sigue por las bacterias en los filtros. El detrito mayor es su alimento, y sus productos residuales son las moléculas simplificadas, tal como amonio/amoniaco, que a su vez sirven como alimento para las bacterias nitrificantes. A diferencia de los detritívoros, las bacterias se deben unir a un portador. Por esta razón, el sustrato usado para los filtros es muy importante.

35 [0005] Las bacterias denominadas nitrosomonas son responsables de la segunda parte del ciclo de nitrógeno. Estas convierten los materiales residuales en el acuario de amonio por medio del amoniaco a nitrito, que es nocivo incluso en cantidades pequeñas. En un acuario que funciona bien los niveles de nitrito no deberían aumentar demasiado rápidamente, puesto que el nitrito se convierte casi inmediatamente en nitrato (prácticamente) inocuo (NO3). Esto último se hace por las bacterias denominadas nitrobacter. Estas bacterias proceden ambas de la familia de bacterias aeróbicas. El nitrato es nocivo para los peces solo a concentraciones muy altas superiores a 100 mg/l. En el acuario en general el ciclo de nitrógeno se parará en este punto, pero en realidad el ciclo de nitrógeno no está completo aún. En la naturaleza el nitrato se convierte en los gases nitrógeno (N2) y oxígeno (O2). Estos gases surgen del agua y el ciclo de nitrógeno está entonces completo. Puesto que las bacterias que realizan este último paso viven bajo condiciones anaeróbicas, estas bacterias (anaeróbicas) se encuentran en el fondo o en el lecho del acuario. El lecho tiene la ventaja de que aquí está presente entre las piezas de gravilla agua sin movimiento, baja en oxígeno. Para mejorar aún más las condiciones, las piezas de piedra de lava (gránulos de lava) se pueden colocar en primer lugar en el fondo y después se pueden cubrir con gravilla. La estructura porosa de la piedra de lava proporciona un área de superficie mucho mayor y las bacterias anaeróbicas se pueden concentrar mejor en la piedra de lava. También se pueden reproducir allí mejor que en la gravilla.

50 [0006] En un acuario recién establecido el equilibrio entre las nitrosomonas anteriormente mencionadas y las bacterias nitrobacter puede no estar equilibrado. Esto se debe a que las bacterias nitrosomonas se multiplican más rápidamente que las bacterias nitrobacter. Si una gran cantidad de material de residuos entra repentinamente el acuario, no estarán presentes suficientes bacterias nitrobacter para poder procesar el nitrito formado repentinamente en el acuario, y por tanto surgirán problemas de nitrito. La tabla 1 debajo muestra lo que significa un determinado valor de nitrito para el acuario.

Tabla 1

60

Valor de nitrito (en mg/l)	Importancia para el acuario
<0.1	No causa problemas en el acuario
0.2	El valor de nitrito es tóxico para el pez
0.5	El valor de nitrito es una causa de preocupación
2.0	Letal para el pez

[0007] Aunque en sentido estricto un valor de nitrito de 2.0 mg/l es letal para el pez, un valor inferior puede provocar también la muerte del pez. Esto es porque un valor de nitrito de 0.2 mg/l o más alto ya es tóxico para el pez. Como resultado, el pez se hará más susceptible a enfermedades y por tanto morirá indirectamente como resultado del nitrito. Asimismo, la sensibilidad al nitrito difiere según la especie del pez. Por tanto, los valores anteriores no se pueden considerar valores definidos.

[0008] Varias medidas que pueden ayudar a administrar el contenido de nitrito en el acuario incluyen:

- La alimentación con moderación. El alimento que no se consume se pudrirá en el acuario y puede dar como resultado por tanto contenidos de nitrógeno excesivamente altos.
- Proporcionar un filtro bueno. Un filtro bueno puede asegurar que el contenido de nitrito no sea demasiado alto. Específicamente, un gran número de bacterias se depositan rápidamente sobre el sustrato en el filtro, puesto que aquí hay una gran cantidad de alimento y también mucho oxígeno. Un buen filtro interior en el acuario puede ser adecuado para un acuario que no sea demasiado grande. Un filtro externo puede tener un volumen de filtro mayor y a menudo es más fácil de cambiar los tipos de sustrato a uno sobre el que se depositen más fácilmente las bacterias.
- Las plantas aseguran una estabilización rápida del acuario. Por lo tanto, resulta adecuado plantar varias plantas de crecimiento sano y fuerte en el acuario. Las bacterias también se unen a plantas, y las plantas son también atractivas naturalmente para el ojo.
- Las bacterias disponibles comercialmente se pueden añadir al agua. Varios agentes que contienen bacterias adecuadas se pueden comprar para usar en el establecimiento de un acuario nuevo.
- Cambiar demasiada agua de una vez puede perder parte del cultivo bacteriano. Por lo tanto, no es bueno reemplazar demasiada agua o reemplazarla de forma demasiado frecuente. Es aconsejable reducir la cantidad de materiales de residuos, la sustitución semanal de un máximo de 1/4 de agua del acuario. Pero claramente, esto no debería hacerse más de una vez a la semana. Después del establecimiento de un acuario nuevo se debería esperar al menos aproximadamente 3 semanas antes de cambiar el agua por primera vez para no interferir con el crecimiento de bacterias.
- Evitar demasiados peces en el acuario, puesto que cuanto más peces hay en el acuario, más materiales de residuos entrarán en el acuario. Un acuario densamente poblado desarrollará un problema de nitrito más rápidamente que uno escasamente poblado.
- El recuento de bacterias depende del suministro de alimento. Por tanto, cuando se dejan libres simultáneamente muchos peces en un acuario, inicialmente habrá una escasez de bacterias nitrobacter para procesar el gran suministro repentino de residuos, y hay una alta probabilidad de un valor alto de nitrito. Disponiendo los peces progresivamente en el acuario se puede permitir que la colonia bacteriana crezca gradualmente y se evitará la formación de nitrito.

[0009] A pesar de tomar estas precauciones, mantener un acuario sano es difícil y requiere mucho cuidado y atención. El agua y la suciedad del fondo del acuario requieren un esfuerzo considerable para mantenerse limpias. Especialmente no es conveniente la suciedad del fondo, puesto que requiere atención directa por ejemplo utilizando una fijación por succión/vacío. Una carga particular es la necesidad de limpiar regularmente el filtro de cartucho convencional, lo que es necesario puesto que de lo contrario los valores de agua pueden empezar a variar después de 6 a 8 semanas. Los residuos malolientes consisten en heces de pescado que se acumulan, lodo, sobras de alimento y residuos de plantas serán familiares para quien haya realizado esta tarea. El resultado es casi siempre detritos flotantes que se amontonan en el agua en el acuario y reducen inmensamente el placer de la vista. Con un acuario de cíclidos el acuarista experimentado entiende que los niveles de detrito serán algo superiores que en otros acuarios y pueden ser necesarios cambios de 25/30% del agua por semana para mantener el acuario limpio y claro. El documento DE 100 20 312 A1 divulga un filtro de acuario conocido que comprende un alojamiento de filtro hermético al agua, una entrada de filtro, una salida de filtro y una bomba dispuesta durante el uso para que el agua circule a través de un primer sustrato de filtro grueso y un segundo sustrato de filtro fino.

[0010] Sería deseable proporcionar un filtro que fuese capaz de superar al menos algunos de los inconvenientes mencionados anteriormente.

Breve resumen de la invención

[0011] Según la invención se proporciona un filtro de acuario según la reivindicación independiente 1.

[0012] Para un funcionamiento eficaz se tiene que regular cuidadosamente la velocidad del flujo a través de un filtro. En filtros donde la velocidad del flujo es demasiado alta, las bacterias tendrán pocas probabilidades de adherirse. Los filtros con flujo demasiado lento no proporcionan suministro de oxígeno suficiente. Esta da como resultado una baja población bacteriana, puesto que no pueden crecer sin este. Según un aspecto importante de la presente invención, se creados velocidades de flujo diferentes en el alojamiento de filtro. Esto asegura una velocidad de flujo más alta a través de los filtros gruesos y finos y por tanto una capacidad de filtración muy alta. Sin embargo, un flujo parcial de velocidad de flujo baja está también presente a través del sustrato de filtro poroso, de modo que las bacterias pueden hacer bien su trabajo y se produce un ambiente en el que puede crecer una población bacteriana buena y saludable. Además, se desarrolla un ambiente en el que no se pueden lavar, debido a la baja velocidad del flujo. Como resultado de estas características se requiere mucho menos trabajo de mantenimiento y el equilibrio biológico del acuario permanece muy estable y el agua muy clara.

[0013] Preferiblemente, el filtro tiene una entrada en comunicación de fluidos con una cámara de entrada de la bomba y la cámara de entrada de la bomba tiene aberturas principales expuestas al segundo sustrato de filtro y aberturas secundarias expuesto al tercer sustrato poroso. En una forma de realización, para conseguir la distribución de flujo deseado, una sección transversal de flujo de las aberturas primarias es mayor que una sección transversal de flujo de las aberturas secundarias.

[0014] La bomba se puede situar en cualquier ubicación apropiada en el circuito. En una forma de realización, la bomba tiene una salida conectada a la salida del filtro. En una forma de realización más preferida, la bomba se localiza en la cámara de entrada de la bomba. En tal forma de realización, el alojamiento puede comprender una zona inferior donde están situados el tercer sustrato poroso y la cámara de entrada de la bomba, una zona del medio donde está situado el segundo filtro fino y una zona superior donde está situado el primer filtro grueso. Preferiblemente, el material de filtro fino puede cubrir tanto la cámara de entrada de la bomba y el tercer sustrato poroso.

[0015] En una forma de realización, la cámara de entrada de la bomba se puede situar en el centro de la zona inferior y se puede rodear por el tercer sustrato poroso, donde las principales aberturas están situadas en un lado superior de la cámara de entrada de la bomba y las aberturas secundarias están situadas en un lado inferior de la cámara de entrada de la bomba. Una configuración de este tipo se considera particularmente conveniente para proporcionar zonas de un caudal de flujo muy bajo donde pueden anidar bacterias.

[0016] El primer filtro grueso puede tener un área de corte transversal relativamente mayor que la entrada del filtro y el alojamiento puede comprender además un espacio de cabecera para distribuir el flujo desde la entrada del filtro por el primer filtro grueso. Allí también se puede proveer una estera o parrilla para asistencia de esta distribución.

[0017] El primer filtro grueso se puede dimensionar para eliminar todas las partículas mayores que 5mm, preferiblemente todas las partículas mayores que 2 mm. Puede ser una estera o bloque de filtro relativamente convencional, frecuentemente designado como material de filtro de azul. Puede comprender material de nilón o plástico similar, preferiblemente con un grosor de al menos 1 cm, más preferiblemente 3 cm o incluso tanto como 5 cm o más. Puede estar presente como una calidad de filtro único o también puede estar presente en varios grados de filtro diferentes, que va desde grueso a menos grueso. El filtro grueso ayuda a purificar el agua por retención de las piezas gruesas de detrito, pero mediante una biopelícula (piel biológica) que se forma en las esteras de filtro también proporcionan un hogar para los miles de millones de bacterias que a su vez descomponen los materiales de residuos nocivos tales como nitrito o nitrato. Las bacterias de degradación de residuo también anidan en gran número en las esteras de filtro grueso, descomponiendo las partículas de detrito grueso tales como hojas de plantas (detrito orgánico).

[0018] Se requiere poco mantenimiento o ninguno para las esteras de filtro grueso. Si a lo largo del tiempo se acumula demasiado detrito, de modo que las esteras se obstruyen y no permiten tanta agua a través de las mismas, resulta aconsejable enjuagar las esteras con agua del acuario

[0019] El segundo filtro fino se puede dimensionar para eliminar todas las partículas mayores de 0.5 mm, preferiblemente todas las partículas mayores de 0.1 mm y pueden comprender guata, preferiblemente de material sintético y preferiblemente con un grosor de al menos 1 cm. Como resultado de la estructura muy fina, incluso las partículas de detrito mucho más finas se pueden filtrar hacia fuera por el agua. Las bacterias de degradación de residuo anidarán en este y descomponen el detrito de residuo/orgánico. Sin embargo, su función más importante es la filtración de detrito. Tal guata de filtro normalmente no se puede lavar hasta quedar limpio y puede ser necesario sustituirlo.

[0020] El tercer sustrato poroso puede ser cualquier sustrato poroso convencional capaz de retener bacterias en sus poros. Preferiblemente comprende una piedra porosa, tal como piedra de lava o similar. Tiene preferiblemente una profundidad de al menos 4 cm. Las superficies excepcionalmente porosas de gránulos de lava ofrecen condiciones óptimas para la colonización de bacterias nitrificantes. Estas son ideales para usar en los alojamientos de filtro para agua dulce y acuarios de agua de mar. En este contexto resulta importante notar

que el tercer sustrato poroso no es generalmente un filtro, es decir, no se destina a eliminar partículas. Puede estar compuesto de elementos relativamente grandes.

5 [0021] El área de superficie efectiva del sustrato poroso es de importancia determinante para el funcionamiento biológico del filtro. Cuanto mayor es el área de superficie efectiva, más bacterias se pueden recibir. Muchos materiales tienen un área de superficie grande, pero los poros están cerrados desde el exterior. Por tanto no se pueden alcanzar por bacterias. El área de superficie de todos los poros accesibles más el área de la superficie externa se conocen como el área de superficie biológica eficaz. La estructura del material también determina la capacidad. Por tanto, las bacterias hacen peticiones especiales en cuanto al tamaño de los poros. Los poros de tamaño insuficiente se verán obstruidos, mientras que bacterias contenidas en poros excesivamente serán retiradas por lavado. Sin el deseo de quedar atados por la teoría, se cree que el mejor material es el material con el número de poros de mayor tamaño, de 75 a 150 micras en tamaño, donde los poros deberían tener una estructura celular abierta. Un material bueno se puede reconocer de su peso ligero en el estado seco. La piedra de lava, por ejemplo, es un producto natural con propiedades biológicas particularmente buenas. Materiales químicamente neutros (que no añaden algo o substraen nada del agua) en la práctica tienen la vida útil más larga. Es necesario considerar el hecho de que en filtros aeróbicos convencionales se puede depositar una biopelícula (piel biológica) en el material de filtro y atascar los poros. En otras palabras, los filtros biológicos de este tipo también necesitan limpieza parcial de vez en cuando. El promedio es una vez por cada medio año aunque esto puede variar dependiendo del acuario. No sucede necesariamente que los poros se obstruyen, pero si esto parece suceder, debería evaluarse con una prueba NO₂. Si aumenta el contenido de nitrito, se puede suponer que los poros están obstruidos, en tanto en cuanto no se hayan usado otros productos químicos en el acuario. En este caso, puede ser deseable una limpieza en profundidad.

25 [0022] En la configuración como se reivindica actualmente, los poros de los gránulos de lava no se obstruyen con residuo. No se puede introducir ningún residuo, puesto que se filtran hacia fuera del agua por la guata de filtro blanco y el detrito se descompone allí. Las observaciones tampoco han detectado una piel biológica que se desarrolle en la piedra de lava.

30 [0023] Se puede proporcionar un filtro de varios tamaños. Para acuarios domésticos, el alojamiento tiene preferiblemente un área para que pase el flujo a su través de entre 100 cm² y 4000 cm², preferiblemente alrededor de 300 cm².

35 [0024] Según una forma de realización adicional, el filtro puede comprender un conducto de aire dispuesto para eliminar el aire de dentro del alojamiento. Esto es particularmente útil en el caso de que se tengan que conectar o retirar otros componentes, tal como una fijación de vacío. Se pueden usar varios conductos de aire convencionales con válvulas que funcionan manualmente y conductos automáticos con filtros hidrofóbicos o similares.

40 [0025] Según un aspecto más importante de la invención, al menos la entrada del filtro tiene un conector liberable y el filtro comprende además una fijación de limpieza que se puede conectar selectivamente al conector liberable para limpiar el acuario. Como consecuencia de la presente construcción, el sistema de filtro puede funcionar a través de la fijación de limpieza para aspirar residuos y detrito de dentro del acuario con la mano. Debido al estado biológico bien establecido del filtro, es capaz de tratar el flujo grande de tales residuos, lo que se descompone rápida y eficazmente en el filtro grueso. El caudal de flujo relativamente grande a través del primer y segundo sustrato de filtro asegura una limpieza eficaz mientras se evita que el filtro poroso se perturbe.

50 [0026] Según una forma de realización adicional, la entrada del filtro y/o salida del filtro pueden ser provistas de llaves de paso. Esto es particularmente conveniente para usar en conexión y desconexión de un dispositivo de limpieza. También se entenderá que el dispositivo de limpieza se puede mantener permanentemente conectado y un usuario puede conmutar entre diferentes entradas al filtro.

55 [0027] Las condiciones de flujo exacto a través del filtro variarán según el caso, según la configuración requerida y condiciones de funcionamiento. En una forma de realización, el filtro se puede disponer de forma que durante el uso al menos el 60% del flujo circunvale el tercer sustrato poroso, donde las bacterias nitrificantes que colonizan el tercer sustrato poroso no se arrastraron.

60 [0028] Como también discutido, el filtro se puede proveer con capacidades diferentes. Preferiblemente, se estima que la bomba funciona a más de 500 litros por hora para una cabeza de 1m, más preferiblemente a más de 750 litros por hora.

65 [0029] Según una forma de realización alternativa, el filtro puede comprender además una cámara de filtro anaeróbica con una entrada anaeróbica para recibir un suministro de agua relativamente pobre en oxígeno del acuario al menos en paralelo parcialmente a un suministro de agua relativamente rica en oxígeno a la entrada del filtro y una salida anaeróbica en conexión de fluidos a la bomba de tal manera que el agua pobre en oxígeno se extrae a través de la cámara de filtro anaeróbica y posteriormente se mezcla con el agua rica en oxígeno.

Como se ha mencionado anteriormente, las bacterias aeróbicas presentes en el filtro y particularmente en el primer, segundo y tercer sustrato, solo son capaces de completar parcialmente el ciclo de nitrógeno por descomposición de productos para formar nitratos. Para completar el ciclo, los nitratos se deben seguir descomponiendo en un proceso anaeróbico por bacterias anaeróbicas. Proporcionando una cámara adicional donde puedan crecer tales cultivos y suministrando agua pobre en oxígeno desde el lecho del acuario, el filtro también puede realizar esta función importante al fin parcialmente. La cámara de filtro anaeróbico se puede situar en cualquier ubicación conveniente en el alojamiento de filtro y puede colocarse incluso fuera del alojamiento del filtro como un compartimento separado. Preferiblemente, el agua se extrae de un tubo de orificio pequeño con aberturas múltiples dispuestas bajo el lecho del acuario y conectado a la entrada anaeróbica. El tubo de orificio pequeño se puede ramificar y las aberturas se pueden dimensionar para asegurar un flujo regular a partir del lecho entero. El tamaño del orificio también se puede seleccionar en relación al tamaño de la entrada del filtro para asegurar que un flujo relativo a través de la entrada anaeróbica sea inferior a un flujo a través de la entrada del filtro. Se puede proporcionar un regulador o válvula de flujo adicional para regular un flujo con respecto al otro.

[0030] En una forma de realización, la salida anaeróbica puede conectar directamente o por medio de una válvula con la cámara de cabecera. En este caso el agua tratada anaeróbicamente pasará a través del filtro aeróbico también. En una alternativa, la salida anaeróbica puede estar corriente abajo del filtro aeróbico y se puede conectar a la cámara de entrada de la bomba. En otra alternativa la salida anaeróbica se puede conectar a la salida del filtro, por ejemplo, utilizando un venturi.

[0031] Según una forma de realización adicional, la cámara de filtro anaeróbica puede ser provista de un conducto adicional. Un sistema bacteriano que funcione correctamente en la cámara de filtro anaeróbico convertirá los nitratos en el agua en el gas de nitrógeno, que será desarrollado y al que se debe permitir escapar. El conducto adicional puede ser automático, por ejemplo, en forma de un filtro hidrofóbico o puede ser provisto de una llave de paso que permita que se deje salir el gas recogido como se desee. El conducto adicional también se puede combinar con el conducto del alojamiento del filtro.

[0032] La cámara de filtro anaeróbico puede ser provista con cualquier sustrato de filtro apropiado sobre el que se puedan propagar las bacterias anaeróbicas. Preferiblemente, este comprende material de filtro poroso con un área de superficie grande tales como piedra de lava o grava, de la forma más preferible con tamaños en el rango de 0.5 mm a 1.5 mm.

[0033] La invención también se refiere a un método de manejar un filtro para un acuario como se describe en este caso, según la reivindicación independiente 15.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0034] Las características y ventajas de la invención se apreciarán con referencia a los siguientes dibujos de varias formas de realización ejemplares, en las que:

La Figura 1 muestra un acuario y filtro según una primera forma de realización de la presente invención;
 La Figura 2 muestra una sección transversal esquemática a través del filtro de la figura 1;
 La Figura 3 muestra una vista en perspectiva de la cámara de entrada de la bomba;
 La Figura 4 muestra un gráfico de la variación de nitrato durante un periodo de prueba de cuatro semanas;
 La Figura 5 muestra un filtro según una segunda forma de realización de la invención;
 y La Figura 6 muestra un detalle de la zona superior del filtro de la figura 5.

Descripción de formas de realización ilustrativas

[0035] La Figura 1 muestra una vista esquemática de un acuario 1 en el que se instala un filtro 10 según la invención. El filtro 10 comprende un alojamiento de filtro hermético al agua 12 con una entrada de filtro 14, una salida de filtro 16 y una entrada de potencia 18 que conecta a un suministro de electricidad doméstica. La entrada del filtro 14 está conectada con la tubería de la entrada 20 desde el fondo 2 del acuario 1 y la salida del filtro 16 se conecta a la tubería de retorno 22 que suministra el agua filtrada de nuevo a la parte superior 4 del acuario 1. La tubería de entrada y retorno 20,22 puede ser tubería convencional que forma parte de un acuario existente. Además se muestra un dispositivo de limpieza 24 con una cabeza de aspiración 26 y un acoplamiento de aspiración 28. La cabeza de aspiración puede ser telescópica, permitiendo un acceso más fácil a todas las partes del acuario y se describirá en detalle mas adelante.

[0036] La Figura 2 muestra una vista esquemática seccional transversal a través del filtro 10 de la figura 1 indicando los componentes principales de la invención. El alojamiento de filtro 12 dispone de una cubierta 13 que se engancha por medio de un sello 15 para asegurar que el alojamiento de filtro 12 sea hermético al agua. La cubierta 13 también soporta la entrada del filtro 14, la salida del filtro 16, un conducto de aire operable manualmente 17 y permite el paso de la entrada de potencia 18. La tubería de entrada 20 se conecta a la entrada del filtro 14 por un acoplamiento de entrada 30, mientras la tubería de retorno 22 se conecta a la salida

del filtro 16 por un acoplamiento de salida 32. Aunque se puede usar cualquier forma de conector apropiado, preferiblemente se usan acoplamientos de conducto de Gardena™ 2976 con válvulas de cierre ajustables para el acoplamiento de entrada 30, acoplamiento de salida 32 y acoplamiento de aspiración 28.

5 [0037] El alojamiento 12 se divide en una zona inferior 36, una zona central 38 y una zona superior 40. Una bomba 42 que tiene una entrada de bomba 44 se sitúa en la zona inferior 36 dentro de una cámara de entrada de bomba 46. Una salida de la bomba 48 se conecta a la salida del filtro 16. En el alojamiento 12 se proporcionan tres formas diferentes de sustrato de filtro. Un primer sustrato de filtro grueso 50 está situado en la zona superior 40. Un segundo sustrato de filtro fino 52 se sitúa en la zona central 38 y un tercer sustrato poroso
10 54 se sitúa en la zona inferior en el área que rodea la cámara de entrada de la bomba 46. Sobre el sustrato de filtro grueso 50 hay un espacio de cabecera 56 en que se abre la entrada del filtro 14.

[0038] En la forma de realización ilustrada, el primer sustrato de filtro grueso 50 es una estera azul de nilón con un grosor de alrededor de 5 cm y un tamaño de poros de alrededor de 2-5 mm. La persona experta reconocerá que también se pueden usar otras formas similares de filtro grueso. El segundo filtro fino 52 estaba compuesto de seis capas de guata de filtro blanca fina con un grosor total de alrededor de 7 cm. Este se consideró un grosor de guata suficiente para asegurar que todas las partículas y sedimentación fueran eliminadas del flujo circulante. Para el tercer sustrato poroso 54 se usaron gránulos de lava con un tamaño de partícula de 1 cm a 3 cm. Este es un compromiso entre velocidad de flujo y área de superficie. Como previamente declarado, los filtros aeróbicos consumen una gran cantidad de oxígeno y por lo tanto se debe asegurar que las bacterias tengan un suministro constante de oxígeno. El uso de gránulos de lava más gruesos aumenta la velocidad de flujo, de modo que se puede intercambiar más gas y hay más oxígeno disponible en el filtro. Los gránulos de lava más pequeños, a diferencia de aquellos más gruesos, dan como resultado una velocidad de flujo inferior, por tanto menos oxígeno en el filtro. Los gránulos menores, sin embargo, tienen un área de superficie mucho mayor para la adhesión de
15 20 25 bacterias.

[0039] La Figura 3 muestra con más detalle una vista en perspectiva de la bomba 42 y cámara de entrada de la bomba 46. La cámara de entrada de la bomba 46 tiene forma de un cono invertido truncado con un lado inferior 58 que sella contra la base del alojamiento 12 en virtud de un tapón de caucho 60. La bomba 42 está suspendida de un lado superior cerrado parcialmente 62 de la cámara de entrada de la bomba 46 por la salida de la bomba 48 y está aislada desde la base del alojamiento por un bloque de caucho 47. Esta suspensión de la bomba 44 y el tapón 60 entre la cámara de entrada de la bomba 46 y el alojamiento 12 asegura un funcionamiento relativamente silencioso de la bomba 44 puesto que las vibraciones están atenuadas.
30

[0040] La cámara de entrada de la bomba 46 tiene varias aberturas primarias 64 en su lado superior 62 y varias aberturas secundarias 66 alrededor de su lado inferior 58 adyacente al tapón 60. La sección transversal del flujo total de las aberturas primarias 64 es mayor que la sección transversal del flujo total de las aberturas secundarias 66. Como resultado de esta diferencia en la sección transversal, el funcionamiento de la bomba 42, como se explica en más detalle más adelante, causa una velocidad superior del flujo a través de las aberturas primarias 64 que a través de las aberturas secundarias 66. También será percibido que debido a sus posiciones relativas, las aberturas primarias 64 están expuestas al segundo sustrato de filtro 52 mientras las aberturas secundarias 66 están expuestas al tercer sustrato poroso 54. Las aberturas secundarias también pueden variar en tamaño según su posición alrededor del lado inferior 58 para asegurar la aspiración homogénea sobre la circunferencia.
35 40 45

[0041] Durante el uso y con referencia a la figura 2, el filtro 10 funciona de la siguiente manera. Cuando la bomba 42 es accionada, el agua entra a través de la entrada del filtro 14 en el espacio de la cabecera 56. Luego se extiende hacia fuera a través del sustrato de filtro grueso 50 de modo que el agua y cualquier detrito presente se distribuyen bien. El agua fluye después a través de la guata de filtro blanco 52, donde incluso las partículas de residuo mucho más finas se filtran hacia fuera. Debido a las diferentes áreas de flujo relativo de las aberturas primarias 64 y las aberturas secundarias 66, una parte mayoritaria del flujo P se dirige centralmente hacia el lado superior 62 de la cámara de entrada de la bomba 46. Un flujo secundario de velocidad inferior S pasa a través del tercer sustrato poroso 54. Aquí, las bacterias tienen mucho tiempo para ayudar a limpiar el agua como resultado de la baja velocidad del flujo. Como se ha declarado previamente, la alta velocidad P del flujo a través del primer y segundo sustrato de filtro 50, 52 asegura que el detrito se filtre hacia fuera para mantener un acuario con cristal claro.
50 55

[0042] Esta alta velocidad de flujo también se puede usar para la limpieza al vacío del fondo del acuario 1. Para hacer esto, el acoplamiento de la entrada 30 está cerrado, mientras la bomba 42 continúa funcionando. Ahora el conducto 17 se puede abrir permitiendo que el aire entre en el alojamiento del filtro 12 donde el nivel del agua en el filtro del cartucho bajará gradualmente. Después de 5 segundos el dispositivo del conducto 17 se puede cerrar nuevamente. Ahora el nivel de agua ha bajado en 2 a 3 cm y se puede cerrar la llave de paso del acoplamiento de la salida 32. En este punto se puede retirar el acoplamiento de la entrada 30 y se puede cambiar para el acoplamiento de aspiración 28. Con la cabeza de aspiración 26 en el acuario 1, se puede abrir nuevamente la llave de paso del acoplamiento de la salida 32 y puede proceder la aspiración de agua desde el acuario 1 a través de la cabeza de aspiración 26. Una vez ha finalizado la limpieza, las etapas anteriores se pueden repetir
60 65

en el orden inverso para reconectar el acoplamiento de entrada 30. Como resultado del presente principio del filtro, se puede usar una alta capacidad de bomba sin perturbar la condición biológica del filtro. Queda detrás mucho menos detrito que en el caso de sistemas de filtro tradicionales, e incluso se necesita menos mantenimiento.

5

[0043] Según la invención, antes de usar y si es necesario antes de la limpieza al vacío, se elimina el aire del filtro 10. Esto se realiza por cierre del acoplamiento de la salida 32 y abriendo ligeramente el conducto 17 durante el funcionamiento de la bomba 42. Como resultado de la presión que se desarrolla ahora, el aire será forzado hacia fuera por medio del conducto 17. Moviéndolo suavemente el alojamiento del filtro 12 hacia atrás y hacia adelante se puede escapar todo el aire. En cuanto no quede aire el conducto 17 se puede cerrar nuevamente y el acoplamiento de la salida 32 se puede abrir.

10

[0044] El filtro según la invención requiere de muy poca limpieza. A diferencia de filtros mecánicos, el sistema de filtro biológico reivindicado no se diseña para recoger residuos sino para cultivos bacterianos de alojamiento. Por lo tanto, el filtro solo se limpia ocasionalmente y cuando se hace, no todo el material de filtro se sustituye de una vez sino solo una parte pequeña a intervalos. Esto previene la pérdida de todas las bacterias beneficiosas de una vez, como ocurriría en el caso de una limpieza completa del filtro. Si por cualquier razón se pierde el cultivo bacteriano (por ejemplo, después del uso de medicación), el filtro debe ser cultivado nuevamente. Esto puede realizarse usando marcas de bacterias comerciales. La eficacia de un filtro biológico se puede controlar fácilmente con base en mediciones de amonio/amoniaco, nitrito y nitrato, al menos en cuanto se refiere a la actividad de bacterias aeróbicas. Esto se puede medir de forma óptima en el efluente desde el filtro. En el filtro de la presente invención solo se tienen que reemplazar las dos primeras capas de la guata de filtro fino blanco, puesto que las bacterias buenas se sitúan en el otro material de filtro. En principio, los gránulos de lava no se ensucian, y la estera de filtro azul es fácil de enjuagar con agua del acuario para no matar las bacterias en la estera del filtro azul. La guata de filtro blanco y la estera de filtro azul sirven como trampas para el detrito y residuos durante la limpieza al vacío del fondo del acuario. Este detrito y residuo sirven por tanto como una fuente extra de alimento para las bacterias que a su vez descomponen el residuo (detritívoras) como se ha descrito anteriormente.

15

20

25

30

[0045] Como se ha mencionado anteriormente, el nitrato es el producto final del ciclo de nitrógeno y este es tóxico solo en cantidades superiores a 100 mg/l. En la naturaleza, el nitrato será convertido en nitrógeno de gases (N₂) y oxígeno (O₂), que se liberan a la atmósfera. Puesto que las bacterias que proporcionan este paso final viven en condiciones anaeróbicas, estas bacterias (anaeróbicas) estarán presentes en el fondo o lecho del acuario donde está presente agua sin movimiento de bajo contenido en oxígeno entre las partículas de grava. Puesto que allí hay poca circulación, este proceso no ocurre rápidamente, y el contenido de nitrato puede desarrollarse más rápidamente de lo que tarda en descomponerse. Como resultado, pueden surgir concentraciones altas de nitratos, dando como resultado contaminación acelerada del agua, al igual que tensión sobre el pez con todas sus consecuencias (enfermedad). Las plantas solo pueden tomar una cantidad determinada de nitrato y el resto del nitrato es exceso. Idealmente se prefiere el bajo contenido de nitrato, con un valor de 12.5 mg/l a un máximo de 25 mg/l. El pez prefiere esto y sigue habiendo suficiente nitrato como una fuente alimenticia para plantas. Esto se puede conseguir reemplazando regularmente algún agua (una o dos veces al mes), pero esto se puede realizar también por productos comerciales tales como gránulos de NitrateMinus™ de Tetra. Estos gránulos están indicados por tener una actividad biológica que descompone el nitrato en nitrógeno (N₂) y oxígeno (O₂). Los gránulos son eficaces durante aproximadamente 12 meses y deben ser sustituidos una vez las mediciones indican un aumento en el contenido de nitrato en el agua.

35

40

45

[0046] El filtro reivindicado y descrito actualmente ha sido evaluado extensivamente durante más de 18 meses en un acuario grande de cíclidos bien poblado de 300 litros. La bomba y el filtro han funcionado continuamente sin requerir limpieza. Las inspecciones periódicas han mostrado que los sustratos de filtro grueso y fino están libres de detrito. Los gránulos anteriormente mencionados de NitrateMinus™ de Tetra se han usado para mantener bajos los niveles de nitrato. No se ha cambiado el agua durante un periodo de 12 meses y los niveles de nitrito y nitrato se han mantenido estables en todo el periodo.

50

[0047] En otra prueba, se colocó el mismo filtro (estabilizado biológicamente) en una pecera con cuatro tortugas en el zoo Blijdorp en Rotterdam. La pecera tenía un volumen de 250 litros y la carga fue de alrededor de 4 g de nitrógeno por semana. La prueba se realizó durante un periodo de 4 semanas de 7 febrero a 3 marzo 2014 y durante este tiempo se rellenaron alrededor de 10 litros de agua y no se realizó más cambio de agua. El agua fue controlada en cuanto a sólidos disueltos totales (TDS), amoniaco (NH₃), nitrito (NO₂), nitrato (NO₃), acidez (pH) y dureza de carbonatos (KHd). El filtro continuó trabajando bien y los valores medidos correspondían a los previstos. En 3 de marzo se midieron valores altos de NH₃ y NO₂, que parecían estar relacionados con los alimentos que se habían quedado sin consumir en la pecera. A este punto se limpió la pecera y se interrumpió la prueba.

55

60

Tabla 2

TDS	NH3-N	NO2-N	NO3-N	pH	KH °d
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		
296	0	0,049	17	8,11	
310	0	0,031	18,4	7,73	
315	0	0,127	19,4	7,54	3,72
315	0	0,081	22,5	7,38	3,584
344	0	0,018	27	7,26	2,996
350	0	0,051	27,5	7,49	3
352	0	0,013	29	7,56	2,996
354	0	0,069	30	7,73	2,94
381	1,5	0,554	34,5	7,27	2,548

5

[0048] Los resultados se muestran en la tabla 2, de donde se puede notar que los valores de amoníaco eran estables hasta la lectura final el 3 de marzo y que los niveles de nitrito fueron también bajos hasta esa fecha. Los valores para el nitrato se representan gráficamente en la figura 4, que muestran que ha habido un aumento estable en todo el periodo de prueba, lo que indica que el ciclo de nitrógeno se ha procesado correctamente en la descomposición de los productos de residuos de las tortugas a nitrato.

10

[0049] En la figura 5 se muestra una segunda forma de realización de la invención, donde los mismos elementos que aquellos de la primera forma de realización se referencian con los mismos números de referencia precedidos por 100.

15

[0050] Según la segunda forma de realización, se provee un filtro 110 con capacidad anaeróbica adicional de manera que también se pueden descomponer y convertir en nitrógeno los nitratos en el acuario 1. El alojamiento del filtro 112 tiene una entrada anaeróbica adicional 170, que se conecta a un tubo de orificio pequeño 172, que está localizado debajo del lecho 6 del acuario 1. Esta es una zona que es ya relativamente baja en oxígeno. El tubo de orificio pequeño 172 tiene derivaciones 174 y una pluralidad de aberturas 176 en las derivaciones 174. Estas están dispuestas debajo de una placa de abertura 175, que impide que las aberturas se bloqueen con grava y arena. Alternativamente, el tubo de orificio pequeño 172 se puede introducir en el lecho 6. Como se describirá más adelante, la entrada anaeróbica 170 está dispuesta para recibir un suministro de agua relativamente pobre en oxígeno desde el lecho de acuario 6 al menos parcialmente en paralelo al suministro de agua más enriquecida con oxígeno a través de la tubería de entrada 120 a la entrada del filtro 114.

25

[0051] La Figura 6 muestra un detalle de la zona superior 140 del filtro 110 de la figura 5 en sección transversal. En la zona superior 140 y debajo de la cubierta 113 está provista una cámara anaeróbica adicional de filtro 178, que comunica con la entrada anaeróbica 170. Una disposición de distribución no mostrada puede asegurar que el agua que parte de la entrada anaeróbica se distribuya a la cámara anaeróbica completa de filtro 178. La cámara de filtro anaeróbica 178 también tiene una salida anaeróbica 180 y un conducto de ventilación 182 en comunicación con el conducto 117. El filtro 110 de la segunda forma de realización también difiere de aquel de la primera forma de realización en que se proporciona un elemento venturi 184 entre la salida de la bomba 148 y la salida del filtro 116. La salida anaeróbica 180 se conecta al elemento venturi 184. La cámara anaeróbica de filtro 178 es un espacio encerrado separado del espacio de cabecera 156 donde está contenida una cantidad de medios porosos 186. Debido a las condiciones predominantemente anaeróbicas en la cámara de filtro anaeróbica 178, los medios porosos 186 son capaces de mantener un cultivo sano de bacterias anaeróbicas desnitrificantes.

30

35

40

[0052] Como se ha mencionado anteriormente, las bacterias aeróbicas presentes en el primer, segundo y tercer sustrato solo son capaces de completar parcialmente el ciclo de nitrógeno por descomposición de los residuos para formar nitratos. Para completar el ciclo, los nitratos se deben seguir descomponiendo en un proceso anaeróbico por bacterias anaeróbicas. Durante el uso, cuando se acciona la bomba, se forma una subpresión en el elemento venturi 184, que extrae agua desde la cámara anaeróbica del filtro 178. Esto causa que el agua pobre en oxígeno sea aspirada desde el lecho 6 del acuario 1 para ser aspirada a través de las derivaciones 174 del tubo de orificio pequeño 172 a la entrada anaeróbica 170. Este flujo permanece separado de y en paralelo al flujo a través de la tubería de entrada 120. La proporción del flujo a través de la cámara anaeróbica del filtro 178 en comparación con el flujo a través de la entrada de filtro 114 será determinada por la aspiración provocada por el elemento venturi 184 y la resistencia de flujo relativo de los senderos de flujo respectivos. Se entiende que se pueden proporcionar reguladores apropiados en los circuitos para ajustar estos valores. Además, aunque la segunda forma de realización usa un venturi para aspirar el flujo a través de la cámara del filtro anaeróbica 178, esta se puede conectar también al lado de la entrada de la bomba donde ocurre la aspiración directamente por la bomba.

45

50

5 [0053] Proporcionando una cámara anaeróbica adicional de filtro 178 donde puedan crecer cultivos desnitrificantes, el filtro 110 puede realizar el ciclo completo de nitrógeno y no se necesita más tratamiento adicional de agua del acuario 1. El acuarista experto entenderá que las bacterias desnitrificantes necesitan alimentación y esto puede requerir que se añadan al acuario fuentes adicionales de CO₂. El DeniBalls™ disponible de AquaMedic y productos similares del propietario se pueden proporcionar para este propósito, bien para añadirlos al acuario o insertándolos directamente en la cámara de filtro anaeróbica 178. Durante el funcionamiento del filtro 110 el nitrógeno se produce continuamente en la cámara anaeróbica del filtro 178 y se debe ventilar periódicamente a través del conducto de ventilación 182 y el conducto 117.

10 [0054] Por tanto, la invención se ha descrito con referencia a ciertas formas de realización mencionadas anteriormente. Será reconocido que se pueden realizar en las estructuras y técnicas descritas aquí, sin apartarse del ámbito de la invención, varias modificaciones y formas alternativas bien conocidas por los expertos en la técnica, además de aquellas descritas anteriormente. Por consiguiente, aunque se han descrito formas de realización específicas, estas son solo ejemplos y no limitan el ámbito de la invención.

15

REIVINDICACIONES

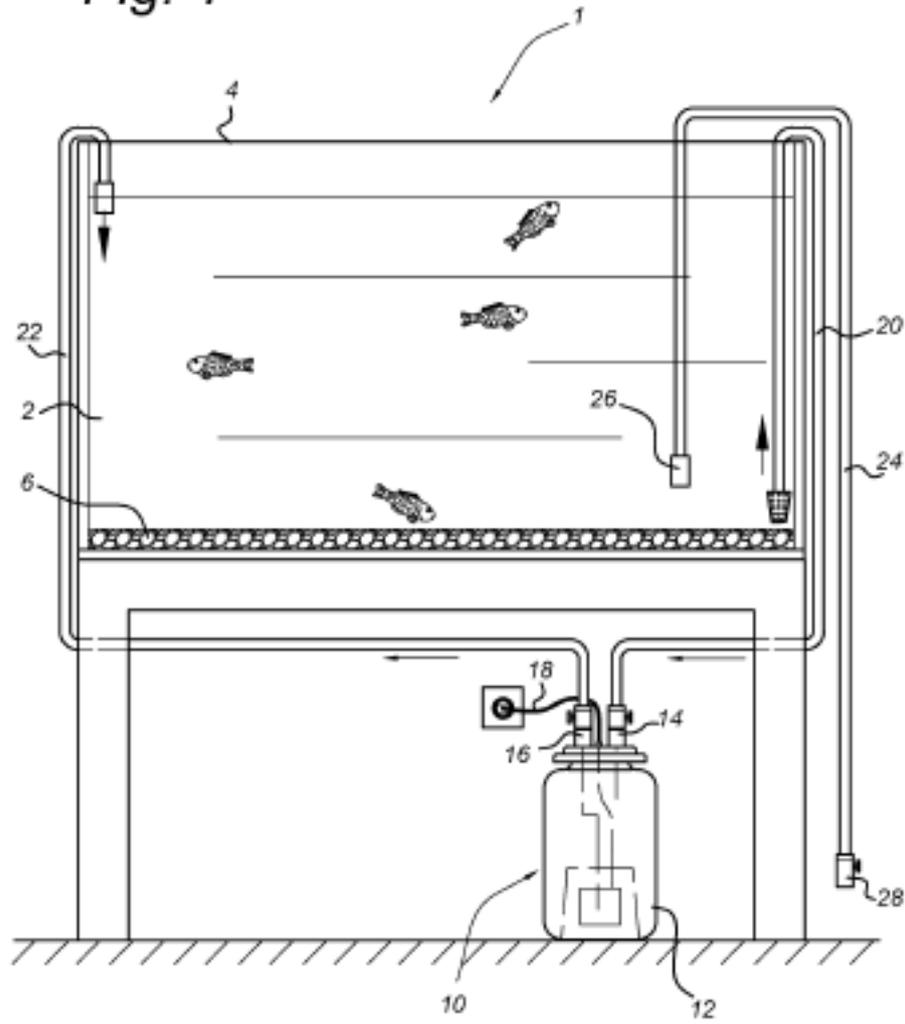
- 5 1. Un filtro de acuario (10) que comprende:
- Un alojamiento de filtro (12) hermético al agua dispuesto durante el uso para ser purgado de aire, donde el alojamiento contiene un primer sustrato de filtro grueso (50), un segundo sustrato de filtro fino (52) y un tercer sustrato poroso (54);
- 10 Una entrada del filtro (14) conectada al alojamiento del filtro para suministrar agua del acuario al alojamiento;
- Una salida del filtro (16) conectada al alojamiento del filtro para transportar el agua filtrada desde el alojamiento al acuario, y una bomba (42) dispuesta durante el uso para que circule el agua desde la entrada del filtro a través del primer filtro grueso y el segundo filtro fino a la salida, donde el tercer sustrato poroso está dispuesto de manera que solo un flujo parcial de paso de agua que pasa a través del primer y segundo sustrato de filtro fluye a través del tercer sustrato poroso.
- 15 2. Filtro según la reivindicación 1, donde la bomba tiene una entrada de bomba (44) en comunicación de fluidos con una cámara de entrada de la bomba (46) y la cámara de entrada de la bomba tiene aberturas primarias (64) expuestas al segundo sustrato de filtro y aberturas secundarias (66) expuestas al tercer sustrato poroso, donde una sección transversal del flujo de las aberturas primarias es mayor que una sección transversal del flujo de las aberturas secundarias.
- 20 3. Filtro según la reivindicación 2, donde la bomba tiene una salida (48) conectada a la salida del filtro.
4. Filtro según la reivindicación 3, donde la bomba se localiza en la cámara de entrada de la bomba.
- 25 5. Filtro según la reivindicación 4, donde el alojamiento comprende una zona inferior (36) donde están situados el tercer sustrato poroso y la cámara de entrada de la bomba, una zona central (38) donde está localizado el segundo filtro fino y una zona superior (40) donde está localizado el primer filtro grueso y donde preferiblemente está localizada la cámara de entrada de la bomba en el centro en la zona inferior y está rodeada por el tercer sustrato poroso con las aberturas primarias localizadas en un lado superior de la cámara de entrada de la bomba y las aberturas secundarias están localizadas en un lado inferior de la cámara de entrada de la bomba.
- 30 6. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el primer filtro grueso tiene un área de corte transversal relativamente mayor que la entrada del filtro y el alojamiento comprende además un espacio de cabecera para distribuir el flujo desde la entrada del filtro por el primer filtro grueso.
- 35 7. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el primer filtro grueso se dimensiona para eliminar todas las partículas mayores de 5 mm, preferiblemente todas las partículas mayores de 2 mm y comprende nilón o material de plástico similar, preferiblemente con un grosor de al menos 1 cm y/o el segundo filtro fino se dimensiona para eliminar todas las partículas mayores de 0.5 mm, preferiblemente todas las partículas mayores de 0.1 mm y comprende guata, preferiblemente de material sintético y preferiblemente con un grosor de al menos 1 cm y/o el tercer sustrato poroso comprende una piedra porosa, tal como piedra de lava o similar, preferiblemente con una profundidad de al menos 4 cm.
- 40 8. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el alojamiento tiene un área que atraviesa el flujo de entre 100 cm² y 4000 cm², preferiblemente alrededor de 300 cm².
- 45 9. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un conducto de aire (17) dispuesto para permitir que el aire se purgue desde dentro del alojamiento.
- 50 10. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde al menos la entrada del filtro tiene un conector desmontable y el filtro comprende además un dispositivo de limpieza (24) que se puede conectar selectivamente al conector desmontable para limpiar el acuario.
- 55 11. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la entrada del filtro y/o la salida del filtro están provistas de llaves de paso.
12. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto de manera que durante el uso al menos el 60% del flujo circunvala el tercer sustrato poroso, donde las bacterias nitrificantes que colonizan el tercer sustrato poroso no son eliminadas por lavado.
- 60 13. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se estima que la bomba funcione a al menos 500/750 litros por hora para una cabeza de 1m.
- 65 14. Filtro según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una cámara de filtro anaeróbica (178) con una entrada anaeróbica (170) para recibir un suministro de agua relativamente pobre en

oxígeno desde el acuario al menos parcialmente en paralelo a un suministro de agua relativamente rica en oxígeno a la entrada de filtro y una salida anaeróbica (180) en conexión de fluidos a la bomba de manera que el agua pobre en oxígeno se extrae a través de la cámara de filtro anaeróbica y posteriormente se mezcla con el agua rica en oxígeno, donde la cámara de filtro anaeróbica tiene preferiblemente una abertura adicional (117).

5

15. Método de funcionamiento de un filtro de acuario tal y como se define según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, donde antes del uso el filtro se purga de aire.

Fig. 1



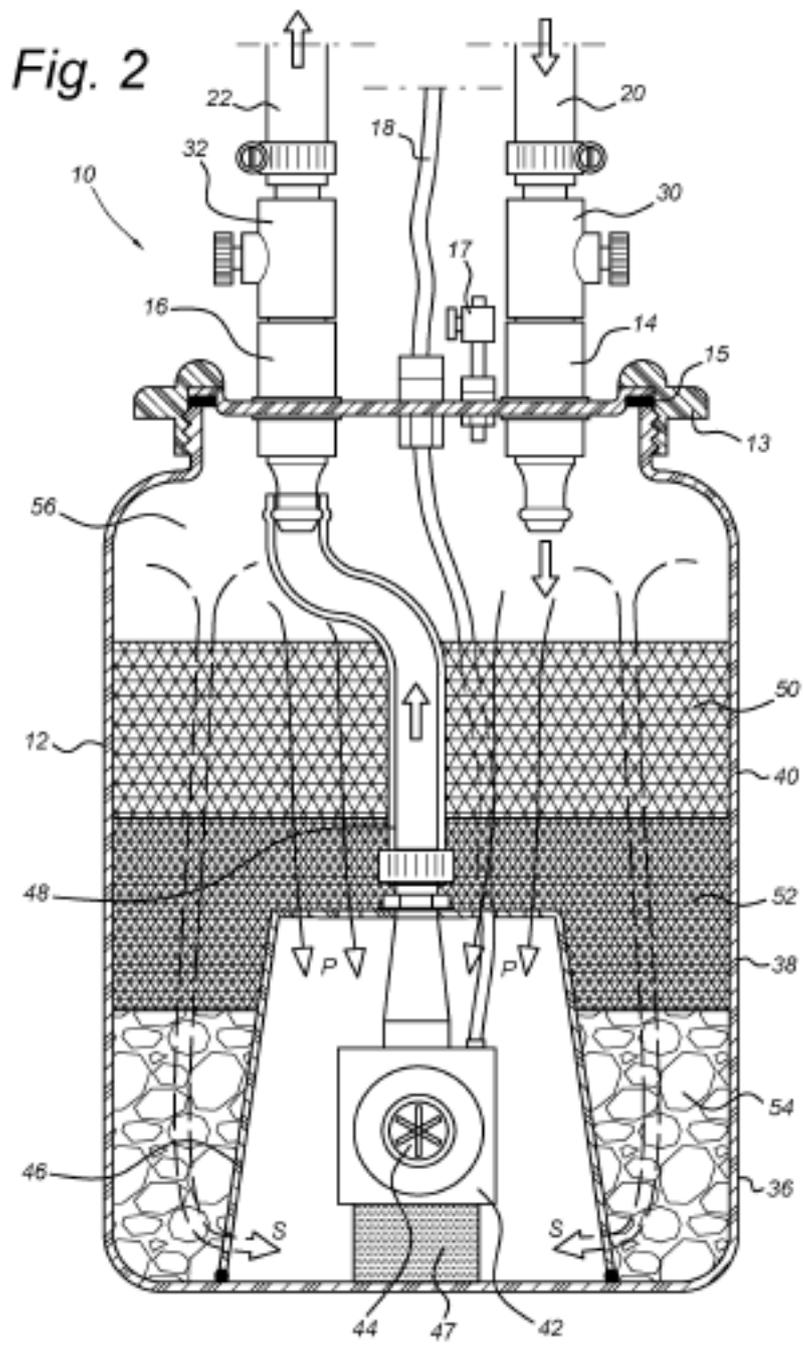


Fig. 3

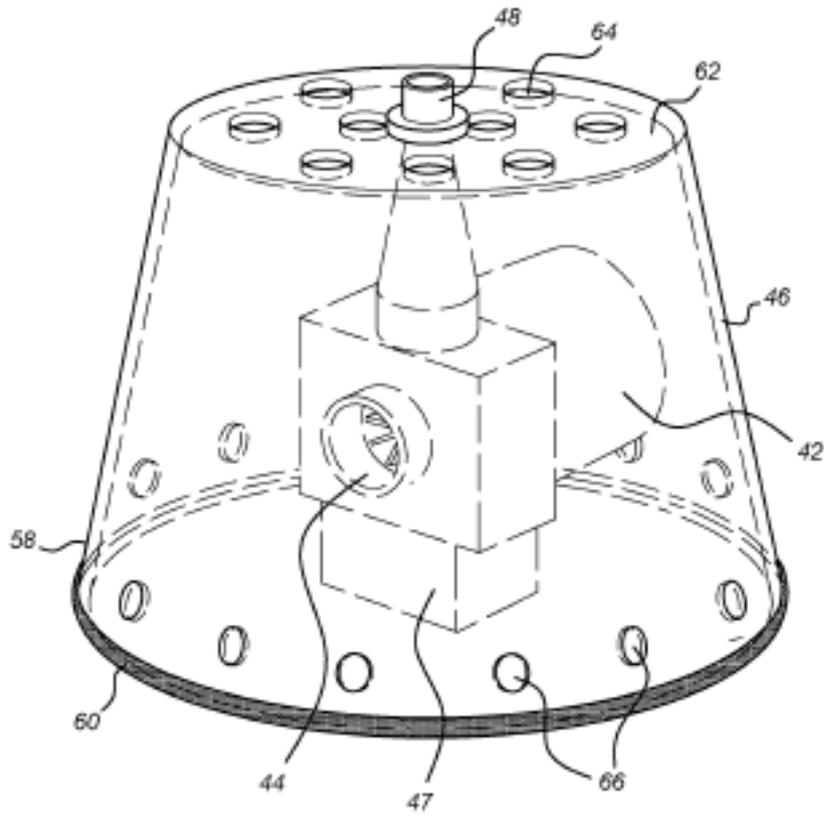
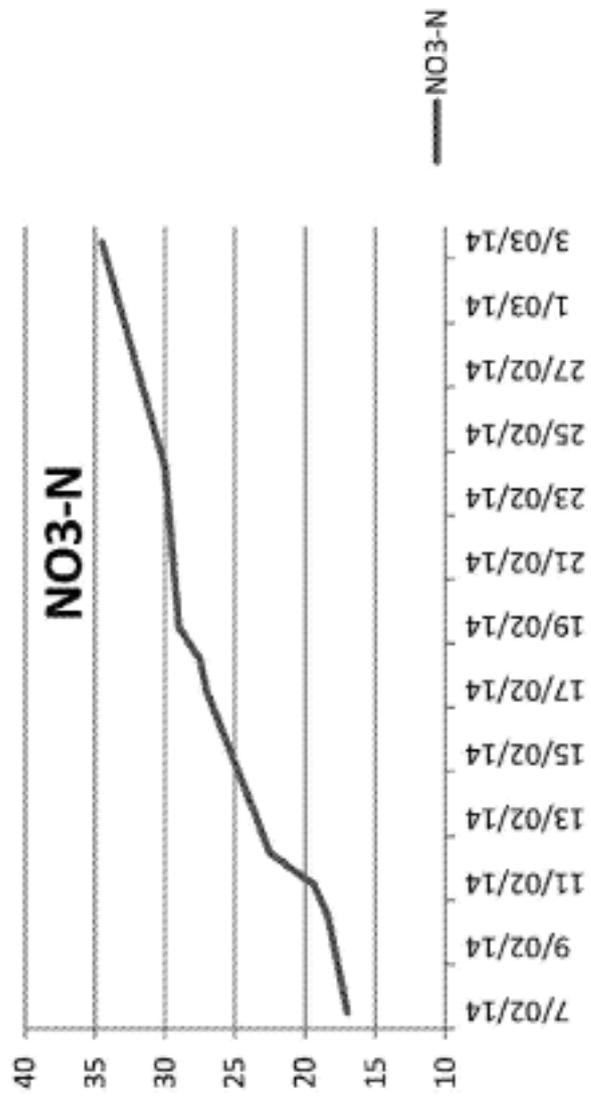


Fig. 4



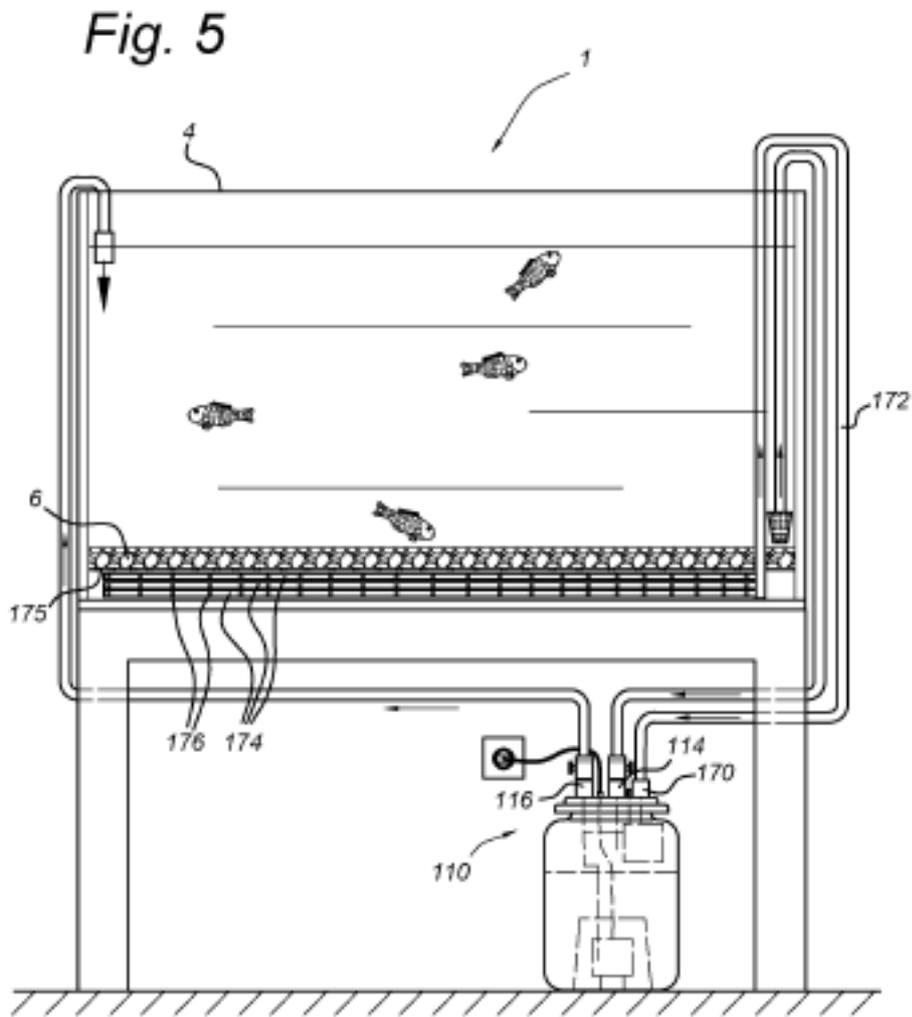


Fig. 6

