

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 765 458**

51 Int. Cl.:

C02F 9/14 (2006.01)

C02F 3/32 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

A01G 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2015 PCT/CN2015/073453**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15127904**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2015 E 15755707 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3112321**

54 Título: **Biorreactor de captura de fotones a escala supergrande para la purificación del agua y método de operación del mismo**

30 Prioridad:

28.02.2014 CN 201410072754

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

09.06.2020

73 Titular/es:

**PHOTON ECO-CAPTURE PTY LTD. (100.0%)
Room 1510 Section 1 Building 1 1 Chuangye
Street Dongxin Road Donghu New Technology
Development Zone
Wuhan, Hubei 430070, CN**

72 Inventor/es:

HU, JAMES Y

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 765 458 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

Biorreactor de captura de fotones a escala supergrande para la purificación de agua y método de operación del mismo

5 Campo tecnológico

La presente invención generalmente se refiere a biorreactores, y particularmente a un biorreactor de captura de fotones a gran escala (LSPECBR) para la purificación de agua.

10 Antecedentes de la invención

El biorreactor es una tecnología de ingeniería biológica que comenzó en la década de 1980 y se refiere a cualquier dispositivo de fabricación o dispositivo de ingeniería para proporcionar un entorno de actividad biológica. Los biorreactores son dispositivos o sistemas que usan funciones biológicas de los organismos biológicos para obtener productos, células, tejidos y órganos diana, etc., mediante reacción bioquímica o metabolismo biológico in vitro o in vivo, y son reactores relacionados con la producción de material activo biológico o bioquímico fuera del proceso de reacción por biológico específico. Estos biorreactores generalmente tienen forma cilíndrica y el volumen varía de unos pocos litros a varios metros cúbicos, y generalmente se fabrican de acero inoxidable.

La tecnología del biorreactor ha pasado por tres etapas: biorreactores bacterianos, biorreactores celulares y biorreactor transgénico. Los biorreactores transgénicos se dividen en biorreactores animales transgénicos y biorreactores vegetales transgénicos. Los biorreactores vegetales transgénicos se configuran principalmente para mejorar las variedades de plantas. Los biorreactores animales transgénicos se configuran para mejorar las variedades animales, mientras que a menudo se configuran para producir productos farmacéuticos y proteínas de alto valor agregado en la actualidad.

En la aplicación de tratamiento de agua, el biorreactor es principalmente un biorreactor de membrana (MBR). El biorreactor de membrana es una tecnología de tratamiento y reutilización de aguas residuales combinada con un efecto biodegradable y una tecnología eficiente de separación de membrana. El biorreactor de membrana emplea comúnmente película orgánica, el material de película común es polietileno, polipropileno, etc., se emplean membranas de fibra hueca y membranas planas para fabricar membranas de microfiltración, membranas de ultrafiltración y membranas de ósmosis inversa y similares. Un biorreactor de membrana monomérica es generalmente de estructura tubular, y consiste principalmente en dos partes de módulo de separación de membrana y reactor biológico. En uso, varios biorreactores de membrana monomérica se conectan en serie o en paralelo, o una combinación de ambos, para formar un sistema, el lodo activado y las macromoléculas en el tanque de reacción bioquímica de una planta de tratamiento de aguas residuales quedan atrapadas mediante el uso de un dispositivo de separación de membrana, se elimina un tanque de sedimentación secundario. El biorreactor de membrana es en realidad un término general para tres reactores: ① biorreactor de membrana de aireación (AMBR); ② biorreactor de membrana extractiva (EMBR); ③ biorreactor de membrana de separación sólido-líquido (SLSMBR). En comparación con algunos procesos de tratamiento biológico tradicionales, el biorreactor de membrana tiene grandes ventajas de mayor calidad y estabilidad del efluente, menos exceso de lodo, pequeño espacio en el piso y mayor eficiencia de eliminación de nitrógeno amoniacal y compuestos orgánicos refractarios, sin embargo, por otra parte, el biorreactor de membrana también tiene grandes desventajas de mayor costo, ensuciamiento de la membrana y taponamiento de la membrana, inconvenientes para la operación y administración, mayor consumo de energía y mayor costo de mantenimiento. Por lo tanto, el biorreactor de membrana se usa generalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales que tienen un alto requisito de calidad de los efluentes y menos aguas residuales a tratar, tal como el tratamiento diario de aguas residuales del usuario, la reutilización de viviendas remotas, hoteles, centros turísticos, escuelas, oficinas y otros orgánicos descentralizados que son difíciles de recoger por la red municipal de tuberías de desagüe, y el tratamiento de aguas residuales orgánicas de industrias cerveceras, cuero, alimentos y productos químicos, etc. Los defectos del biorreactor de membrana indujeron que es difícil de aplicar popularmente a las plantas de tratamiento de aguas residuales a gran escala.

Hasta ahora, las tecnologías tradicionales de tratamiento de aguas residuales consumen una gran cantidad de fuente de energía u ocupan un área grande. El proceso de tratamiento tradicional se convierte en una carga pesada.

Además, la limpieza del agua potable afecta directamente la salud del público en general. El principal problema existente del agua potable en el alto consumo de oxígeno. El alto consumo de oxígeno significa que hay demasiadas materias orgánicas involucradas en el agua potable. Bajo las condiciones técnicas actuales, eliminar las materias orgánicas generalmente es poner cloro en el agua para la purificación del agua. Pero la desinfección del agua aumentará los subproductos que pueden aumentar la actividad mutagénica del agua, lo que tiene por lo tanto un impacto negativo a largo plazo en la salud humana. Las características del daño de las materias orgánicas en la salud a menudo se rezagan. A menudo tomaba de 20 a 30 años desde que se causa el daño a la salud humana por las materias orgánicas hasta que se encuentra enfermo el ser humano. Para el tratamiento de aguas residuales, un inconveniente fundamental del método de procesamiento tradicional es utilizar equipos con alto consumo de energía para resistir la energía y los recursos potenciales en el agua. En los procesos tradicionales de tratamiento biológico aeróbico, los contaminantes pueden volatilizarse fácilmente junto con el flujo de aire de aireación, se produce el fenómeno de extracción de gas, de manera que no solo el efecto del tratamiento es muy inestable, sino que también causa la contaminación del aire. Agregar oxígeno mediante el uso de métodos físicos, floculación y sedimentación mediante el uso de métodos químicos, la reacción

anaeróbica biológica o el método de reacción aeróbica se usan para tratar un metro cúbico de aguas residuales, lo que resultará en un consumo de energía muy alto. Los datos estadísticos muestran que, en los Estados Unidos, entre el 7 % al 8 % de la electricidad se consume en 25.000 plantas de tratamiento de aguas residuales y 18.000 instalaciones de tratamiento de lodos de aguas residuales. Si las aguas residuales se tratan de acuerdo con el modelo estadounidense, se espera que China construya 4,5 plantas de tratamiento de aguas residuales y 30.000 plantas de tratamiento de lodos de aguas residuales hasta 2040 siguiendo el proceso actual de urbanización. En ese momento, el consumo de energía en el tratamiento de aguas residuales se convertirá en una carga pesada. Una nueva tecnología de tratamiento de aguas residuales de humedales pequeños con un consumo de energía relativamente bajo se extiende en las aldeas y ciudades de China. Sin embargo, esta tecnología encontró una mayor resistencia debido a la gran área ocupada y la capacidad de descontaminación limitada.

La purificación del agua potable y el tratamiento de aguas residuales tienen problemas en cuatro áreas:

- 1) Gran consumo de energía que resulta en insostenibilidad;
- 2) Incluso si todo el procesamiento de acuerdo con los requisitos de los estándares de descarga, el agua ecológica diluida ya no existe;
- 3) El alto costo del tratamiento de aguas residuales se convierte en una carga de por vida para el público en general.
- 4) Purificación y tratamiento que ocupan una gran cantidad de tierra, pero no para crear riqueza económica, lo que reduce el espacio vital.

El documento JPH10327701A Hino Toru, publicado el 15 de diciembre de 1998) se relaciona con el problema de proporcionar un biorreactor para la purificación del agua, el biorreactor que se basa en la digestión biológica por microorganismos y plantas. El documento JPH10327701A describe un sistema y un método para cultivar peces, mariscos y plantas en el mismo tanque, lo que proporciona de esta manera inherentemente un dispositivo de purificación de agua, dicho dispositivo que comprende bandejas apiladas donde la salida de la bandeja superior se alimenta a la entrada de la bandeja de abajo. Cada tanque está provisto de cultivos de peces y mariscos y plantas.

Resumen de la invención

Lo que esta presente invención deseaba resolver es proporcionar un biorreactor de captura de fotones a gran escala para la purificación del agua y un método de funcionamiento del mismo. El biorreactor de captura de fotones a gran escala puede convertir un proceso para el tratamiento de todo tipo de agua residual orgánica y purificación de agua en un proceso de creación de beneficios económicos y fuente de energía con poca área cubierta y a muy bajo costo.

Para resolver los problemas tecnológicos mencionados anteriormente, la presente invención proporciona un biorreactor de captura de fotones a escala supergrande para la purificación del agua. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande para la purificación del agua incluye una cámara tridimensional sellable, una tubería de agua, un rotor de turbina y un generador. Hay una pluralidad de capas planas dentro de la cámara tridimensional, cada una que se monta con diques de agua de manera circular. Los diques de agua en una misma capa plana incluyen una entrada de agua y una salida de agua. Una pluralidad de diafragmas de filtro de microbios se dispone a intervalos en los diques de agua, y se forma una unidad de filtro entre cada dos diafragmas de filtro de microbios adyacentes. Las plantas plantadas en flotación se proporcionan en la superficie del agua de cada unidad de filtro, los microorganismos y los animales acuáticos se proporcionan bajo el agua, y las luces que ilustran el crecimiento de las plantas se disponen por encima de las plantas plantadas en flotación a una altura ajustable. Un rotor de turbina se dispone debajo de una salida de agua de los diques de agua en una capa superior y se conecta con el generador. Una entrada de agua de los diques de agua en la siguiente capa se dispone debajo del rotor de turbina. El agua que va a purificarse es guiada a una entrada de agua en una capa más superior a través de la tubería de agua.

Un sumidero se dispone entre dos capas planas adyacentes. Un extremo superior del sumidero se conecta con una salida de agua de una capa superior, y el rotor de turbina se dispone debajo de un extremo inferior del sumidero.

Se proporciona una bomba para conducir el agua que va a purificarse en un estanque de agua a la entrada de agua de la capa más superior a través de la tubería de agua.

El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande incluye además tuberías de suministro de dióxido de carbono que se comunican con la cámara tridimensional.

Cada capa plana está relativamente cerrada y se construye con un orificio de ventilación natural retráctil.

Alternativamente, los animales acuáticos se crían bajo el agua en las unidades de filtro. La estructura de la unidad de filtro se determina en base a la concentración de contaminantes orgánicos en el agua que va a purificarse. Si la concentración de contaminantes orgánicos en el agua que va a purificarse es relativamente alta, la unidad de filtro no es adecuada para la cría de animales acuáticos. Sin embargo, la unidad de filtro puede construirse como un humedal artificial, lo que puede ser equivalente a engrosar los diafragmas del filtro de microbios para degradar rápidamente los contaminantes orgánicos en el agua para permitir el agua adecuada para el crecimiento de animales acuáticos.

El sumidero se estrecha gradualmente de arriba a abajo.

El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande incluye además una pluralidad de digestores de biogás y grupos electrogénicos de biogás en una capa de tierra.

5 Los sistemas de energía solar y los sistemas de energía eólica pueden disponerse fuera de un lado soleado del biorreactor y en una superficie superior del biorreactor.

Una laguna de regulación de aguas residuales con medidas antifugas se dispone en una capa subterránea del biorreactor, y el agua residual se filtra físicamente por una barrera antes de ingresar a la laguna de regulación de aguas residuales.

10 Los diques de agua tienen un ancho de aproximadamente 1,1-1,3 m.

Un método de operación del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande incluye: el agua que va a purificarse se diluye a una concentración predefinida en una laguna de regulación de aguas residuales. El agua en la laguna de regulación de aguas residuales se impulsa para que pase a través de la tubería de agua hacia la entrada de agua en una capa más superior dentro de la cámara dimensional mediante una bomba y luego para que ingrese a los diques de agua en una configuración circular y fluya lentamente en los diques de agua. Después de que el agua que va a purificarse pase a través de las unidades de filtro secuencialmente en la capa superior, el agua que va a purificarse se filtra gradualmente por las unidades de filtro. Luego, el agua que va a purificarse fluye desde una salida de agua de la última unidad de filtro para entrar en un extremo superior de un sumidero, baja el sumidero y empuja el rotor de turbina para girar en un extremo inferior del sumidero. La rotación del rotor de turbina impulsa el generador para generar energía que se suministrará a las luces de iluminación del crecimiento de la planta. Después de pasar a través del rotor de turbina, el agua que va a purificarse ingresa a una entrada de agua en la siguiente capa. Y así sucesivamente, el agua que va a purificarse se convierte en agua purificada después de pasar a través de diques en la capa más inferior. Las plantas plantadas en flotación en cada unidad de filtro, y las plantas plantadas en flotación actúan la fotosíntesis bajo la iluminación de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas para absorber parte de la sustancia nutritiva y dióxido de carbono en el aire. El microorganismo utiliza parte de la sustancia nutritiva en el agua para realizar una reacción biológica. Los animales acuáticos comen partes de las raíces de las plantas plantadas en flotación y el fitoplancton en el agua. Al mismo tiempo, cuando se purifica el agua, se obtienen plantas capaces de ser cosechadas y se obtienen los animales acuáticos.

30 Cuando el objetivo principal del biorreactor es purificar el agua, el producto principal es agua purificada, mientras que algunas criaturas cosechadas son subproductos, aunque el valor económico de los subproductos en las circunstancias actuales sería mayor que el producto principal hasta cierto punto. Cuando el objeto principal del biorreactor es la acuicultura y las plantas que se siembran de manera flotante, la producción de tierra en unidades puede incrementarse en más de 100 veces en comparación con los métodos tradicionales. Las ventajas de la presente invención son las siguientes:

1. Fácil de controlar, calidad estable. Todos los factores y configuraciones que participan en la reacción biológica dentro del biorreactor pueden controlarse fácilmente. Se toman medidas de fortalecimiento para promover la reacción biológica para mejorar la eficiencia de la reacción. En circunstancias comunes, el funcionamiento del biorreactor se caracteriza por la poca influencia del medio ambiente y la calidad estable del producto. El flujo de agua y el caudal del agua que va a purificarse se encuentran bajo control; el agua y las plantas plantadas en flotación, los animales acuáticos se disponen dentro de una cámara sellable libre de influencia ambiental.

2. Intensificación, área menos ocupada, bajo costo. Dado que la estructura de múltiples capas del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande logra un objetivo de intensificación, el área ocupada se reduce en más del 70 por ciento, y el costo para la construcción de capital se ahorra en un 30 por ciento. Si el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande se utiliza para la acuicultura, la producción de tierra en la unidad puede aumentarse en más de 100 veces en comparación con los estanques tradicionales, y la calidad de los animales acuáticos será mejor que el estanque tradicional.

3. Bajo consumo de energía. Durante la operación del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, no se necesita equipo de alto consumo de energía, excepto que se usa una bomba para elevar el agua a una altura predefinida. Además, el proceso de reacción biológica dentro del biorreactor puede generar una fuente de energía de salida para autosuplemento. En comparación con los métodos tradicionales para tratar el agua residual doméstica, el biorreactor puede reducir el consumo de energía en más del 90 por ciento.

4. Sin contaminación, producción limpia. Los microorganismos, las plantas acuáticas y los animales acuáticos se utilizan para la reacción biológica, no se agregan elementos abióticos adicionales en la reacción biológica, y los resultados pueden utilizarse por completo.

5. Beneficios económicos notables. Dado que la luz ilustrada en las plantas se encuentra en una cámara sellable y es fácil de controlar, para mejorar enormemente la eficiencia de la fotosíntesis. El biorreactor incluye entradas de dióxido de carbono para que se suministre con dióxido de carbono a fin de provocar la fotosíntesis instantánea y el crecimiento del organismo dentro del biorreactor; el rápido crecimiento del organismo dentro del biorreactor acelera la purificación del agua. El organismo (que incluye las raíces de las plantas) dentro del biorreactor puede cosecharse, y pueden utilizarse partes del organismo cosechado para la generación de energía para complementar la energía requerida por el propio biorreactor. Las plantas y animales que pueden cosecharse dentro del biorreactor, especialmente aquellos en agua relativamente purificada durante la fase posterior de la purificación del agua, que tienen altos valores económicos. Por lo tanto, se forma una industria de producción ecológica con altos valores económicos.

El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede usarse ampliamente. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande no solo puede utilizarse para la purificación del agua, sino que también puede utilizarse para el tratamiento de aguas residuales domésticas, el tratamiento de aguas residuales de alta eutrofización, la purificación profunda del agua de descarga de las estaciones de aguas residuales tradicionales, la purificación de aguas residuales orgánicas de todo tipo de procesos de producción industrial, acuicultura a gran escala y cultivo sin suelo, etcétera.

Breve descripción de los dibujos

Se obtendrá una mejor comprensión de las características y ventajas de la presente invención al hacer referencia a la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, de los cuales:

La Figura 1 proporciona una vista posterior de un biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, de acuerdo con las formas de realización.

La Figura 2 proporciona una vista frontal del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, de acuerdo con las formas de realización.

La Figura 3 proporciona una vista en planta de una capa del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, de acuerdo con las formas de realización.

La Figura 4 proporciona una vista en planta de una primera capa del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, de acuerdo con las formas de realización.

La Figura 5 proporciona una vista en planta de una de las capas pares del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, de acuerdo con las formas de realización.

La Figura 6 proporciona una vista en planta de una de las capas impares del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, excepto la primera capa, de acuerdo con las formas de realización.

Descripción detallada de la invención

Con referencia a la Figura 1, la Figura 2, la Figura 3 y la Figura 4, un biorreactor de captura de fotones a escala supergrande incluye una cámara estructurada de múltiples capas sellable que incluye una capa de reacción biológica de múltiples planos. En cada capa de reacción biológica, se dispone un dique de agua 2 con una profundidad de aproximadamente 1,2 m. El dique de agua 2 puede configurarse para permitir que el agua fluya lentamente de manera indirecta. El dique de agua 2 puede dividirse en una pluralidad de unidades de filtro 4 por diafragmas de filtro de microbios 3. Hay plantas especialmente seleccionadas 5 que se siembran de manera flotante en la superficie del agua de cada unidad de filtrado 4, y los animales acuáticos 6 y los microorganismos 7 se dispersan entre las raíces de las plantas y los diafragmas de filtro de microbios.

Las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 con una altura ajustable se suspenden por encima de las plantas especialmente seleccionadas plantadas en flotación 5. El agua que va a purificarse 9 se transporta a través de una tubería de agua 11 por una bomba 10 para ingresar a una entrada de agua 12 de la primera capa de reacción biológica dentro de la cámara estructurada de múltiples capas sellable y luego ingresar al dique de agua 2 para que fluya lentamente. Después de purificarse sucesivamente por cada unidad de filtro 4 de la primera capa de reacción biológica, el agua que va a purificarse 9 fluye hacia una salida de agua 13 de la última unidad de filtro 4 de la primera capa de reacción biológica y luego fluye hacia abajo a través de un sumidero inclinado 14. El sumidero 14 se estrecha gradualmente de arriba abajo. Un rotor de turbina 15 se monta en el extremo inferior del sumidero 14. El rotor de turbina 15 se conecta a un generador eléctrico 16 y se configura para accionar el generador 16 para que genere electricidad. El agua que va a purificarse 9 que fluye por el sumidero 14 puede empujar el rotor de turbina 15 para que gire, para que accione el generador 16. Luego, el agua que va a purificarse 9 entra en una entrada de agua 12 de la siguiente capa de reacción biológica para continuar el filtrado y purificación, lo cual es similar a los de la primera capa de reacción biológica.

El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede incluir tuberías de suministro de dióxido de carbono que suministran dióxido de carbono a cada capa de reacción biológica. Puede proporcionarse una pluralidad de digestores de biogás 18 y grupo electrógeno de biogás 19 en la primera capa de reacción biológica. Puede proporcionarse un sistema de energía solar y un sistema de turbina eólica 20 en una superficie exterior del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande o en una superficie superior del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande. Cada capa de reacción biológica puede incluir un orificio de ventilación natural retráctil 21. Un nivel más bajo del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande es una laguna de regulación de aguas residuales 22. Antes de fluir hacia la laguna de regulación de aguas residuales 22, el agua puede filtrarse físicamente por una barrera 23.

Con referencia a la Figura 5 y la Figura 6, se ilustran una de las capas pares y una de las capas impares, excepto la primera capa, respectivamente. En la primera capa, la pluralidad de digestores de biogás 18 y el grupo generador de biogás 19 pueden ocupar cierto espacio de la primera capa. En una capa horizontal sobre la primera capa, puede disponerse el dique de agua 2, excepto los conductos necesarios para subir y bajar. Una salida de agua en una capa superior de reacción biológica puede corresponder a una entrada de agua en la siguiente capa de reacción biológica.

Un método para purificar agua de acuerdo con las formas de realización puede ilustrarse en detalle a continuación. El proceso del método es un proceso de reacción biológica gradual desde cambios cuantitativos hasta cambios cualitativos, por lo tanto, pueden verificarse factores efectivos durante el proceso. Dentro de la cámara estructurada de múltiples capas sellable, en cada capa de reacción biológica se dispone un dique de agua 2 que permite que el agua fluya lentamente de

manera circular. El dique de agua 2 puede dividirse en una pluralidad de unidades de filtro 4 por los diafragmas de filtro de microbios 3. Un tamaño de poro de los diafragmas de filtro de microbio 3 se configura para que sea progresivamente más pequeño durante el proceso de purificación. Por ejemplo, los diafragmas de filtro de microbios 3 en la primera capa de reacción biológica pueden fabricarse de partículas cerámicas con un tamaño de poro mayor, mientras que los diafragmas de filtro de microbios 3 en la última capa de reacción biológica pueden ser filtros orgánicos de cortina con una función de filtrado de alta eficiencia. Además, incluso en una misma capa de reacción biológica, el tamaño de poro de los diafragmas de filtro de microbio 3 puede configurarse para que sea progresivamente más pequeño secuencialmente a lo largo del proceso de purificación. Por ejemplo, el tamaño de poro de los diafragmas de filtro de microbio 3 dispuestos anteriormente es mayor que el tamaño de poro de los diafragmas de filtro de microbio 3 dispuestos posteriormente. Por lo tanto, puede cumplirse reforzar progresivamente la purificación.

Después de determinar el ancho y la profundidad del dique de agua 2, puede determinarse el tamaño de cada unidad de filtro en base a una distancia entre cada dos diafragmas de filtro de microbios adyacentes 3. Se puede mejorar la purificación al agregar la cantidad de diafragmas de filtro de microbio 3 (es decir, para reducir la distancia entre cada uno de los dos diafragmas de filtro de microbio adyacentes 3), o al engrosar los diafragmas de filtro de microbio 3, o ambos.

En los casos habituales, cuando la concentración de contaminantes orgánicos del agua DQO excede los 150 mg/l, el agua dañará a las plantas y las plantas acuáticas difícilmente podrán vivir. Durante el proceso de purificación, se puede guiar un poco de agua purificada desde una última salida de agua 13 a la laguna de regulación de aguas residuales 22 para diluir las aguas residuales en la laguna de regulación de aguas residuales 22 hasta que la DQO de las aguas residuales de la laguna de regulación de aguas residuales 22 sea inferior a 150 mg/l (equivalentemente, se propone la dilución del agua ecológica obtenida en una última etapa de un proceso tradicional de asentamiento de aguas residuales). Por lo tanto, las aguas residuales diluidas pueden reciclarse.

Las plantas plantadas en flotación 5 pueden ser terricolous helophyte con raíces finas y desarrolladas. Las raíces finas debajo del agua pueden tener una longitud no menor de 90 cm. Ventajosamente, las plantas plantadas en flotación 5 pueden sembrarse una vez mientras se cosechan varias veces. Las variedades de las plantas plantadas en flotación 5 pueden ajustarse para que cumplan con los requisitos de purificación progresiva. Del mismo modo, las variedades de los animales acuáticos 6 en cada unidad de filtro 4 pueden ajustarse en base a los requisitos de purificación progresiva. Por ejemplo, los animales acuáticos 6 en la parte frontal de las unidades de filtro en la primera capa de reacción biológica pueden configurarse para adaptarse al agua con mayor DQO, tales como los depredadores, que incluye las anguilas, los peces de lodo y la carpa plateada que pueden crecer rápidamente en agua con mayor DQO. Los animales acuáticos 6 en las unidades de filtro posteriores pueden configurarse para que sean alimentadores de filtro que incluyen la carpa cabezona.

Los microorganismos 7 en cada unidad de filtro 4 crecen naturalmente. Cuando sea necesario, en algunos casos, pueden inhibirse o agregarse artificialmente los microorganismos 7 en cada unidad de filtro 4.

En general, una altura preferida de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 de las plantas puede ser de aproximadamente 50 cm. Por lo tanto, la altura de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 puede ajustarse para que permanezca a 50 cm de las plantas plantadas en flotación 5 durante el proceso de purificación. Las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 pueden ser LED con características de ahorro de energía y larga vida útil y pueden configurarse para ser una combinación de luz roja y luz azul que es el mejor beneficio para el crecimiento de las plantas. Las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 pueden seguir brillando en las plantas todo el día y todas las noches para inducir a las plantas a que actúen en una reacción fotosintética para liberar oxígeno. Por lo tanto, las plantas pueden crecer más rápido y se puede mejorar la eficiencia de la purificación.

Las capas de reacción biológica adyacentes pueden aislarse entre sí, excepto que hay un espacio para el sumidero 14.

La altura de cada reacción biológica puede ser de aproximadamente 2,5 m a 3 m. La profundidad del dique de agua 2 es de aproximadamente 1,2 m, la altura de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 de las plantas 5 puede ser preferentemente de 50 cm. Por lo tanto, la altura de crecimiento de las plantas 5 puede ser preferentemente de aproximadamente 1 m 1,5 m. Si se necesita un tipo de plantas especiales seleccionadas 5 con una altura de crecimiento superior a 1,5 m, la altura de la reacción biológica puede aumentarse en consecuencia.

La cantidad de agua que va a purificarse 9 por unidad de tiempo, y una altura del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande, juntos determinan un tamaño de potencia de la bomba 10. Además, debe tenerse en cuenta la resistencia de la tubería de agua 11 y el cabezal de suministro puede aumentarse para garantizar la potencia suficiente de la bomba 10.

El agua que va a purificarse 9 se vierte en una entrada de agua 12 en la capa superior. La posición donde el agua que va a purificarse 9 se transporta desde la entrada de agua 12 al dique de agua 2 está justo en la parte superior de la superficie del agua del dique de agua 2, por lo tanto, el proceso durante el cual pasa el agua que va a purificarse 9 desde la entrada de agua 12 al dique de agua 2 puede agregar oxígeno.

5 Cuando el agua a purificar 9 pasa a través de la salida de agua 13 de la última de las unidades de filtro 4 en una capa de reacción biológica al sumidero inclinado 14, se completa la reacción biológica en la capa de reacción biológica. La diferencia de altura entre la entrada de agua 12 y la salida de agua 13 es pequeña, de manera que para controlar eficazmente el agua que va a purificarse 9 fluye lentamente en una misma capa de reacción biológica para prolongar el tiempo de reacción biológica y mejorar la eficacia del filtrado.

10 Debido a que el sumidero 14 se estrecha gradualmente de arriba abajo, el agua que va a purificarse 9 que cae desde la salida de desbordamiento 13 hacia abajo a través del sumidero 14 puede reunir de manera efectiva el potencial en un extremo del sumidero 14 que puede empujar el rotor de turbina 15 para que gire de manera que accione el generador 16 para generar electricidad. La electricidad generada por el generador 16 puede suministrar energía a las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8.

15 En una misma capa de reacción biológica, cuando el agua que va a purificarse 9 pasa de la entrada de agua 12 a la salida de agua 13, termina de pasar a través de todas las unidades de filtro 4 de la presente capa de reacción biológica, y el agua que va a purificarse 9 se purifica en consecuencia. Entonces, el agua que va a purificarse 9 tiene la correspondiente calidad de agua purificada. Luego, el agua que va a purificarse 9 que tiene la calidad de agua purificada correspondiente pasa a través del sumidero 14 a una entrada de agua 12 en una siguiente capa de reacción biológica para continuar profundizando el nivel del proceso progresivo de filtración y purificación. Sin embargo, debido a que el agua que va a purificarse 9 ya tiene una calidad de agua purificada correspondiente, las plantas plantadas en flotación 5 y los animales acuáticos 6 pueden ajustarse en consecuencia para que cumplan con los requisitos de purificación adicionales.

20 Cuanto más cerca de la capa final del biorreactor, es mejor el agua en el dique de agua 2. En este momento, los diafragmas de filtro de microbios 3 pueden ser cortinas de membrana orgánica o similares con funciones de filtrado de separación altamente eficientes. Las plantas plantadas en flotación 5 y los animales acuáticos 6 pueden tener mejor calidad y alto valor económico.

30 Cada capa de reacción biológica del biorreactor está relativamente cerrada, por lo tanto, cada capa de reacción biológica puede proporcionarse con una entrada de dióxido de carbono 17. Cada capa de reacción biológica puede tener una válvula separada desde la cual se puede suministrar el dióxido de carbono a la capa de reacción biológica. La válvula se puede cerrar o abrir de acuerdo con los requisitos de reacción de las plantas plantadas con flotación 5. Las plantas plantadas en flotación 5 pueden actuar mediante reacción fotosintética bajo la exposición de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 todo el día y toda la noche, por lo tanto, se necesita dióxido de carbono adecuado para la reacción fotosintética para acelerar el crecimiento de las plantas 5 y acelerar la purificación del agua.

35 Las partes de las plantas plantadas en flotación 5 que no pueden generar directamente un valor económico, por ejemplo, hojas y raíces dañadas, así como también las partes defectuosas de animales acuáticos de crecimiento de alta densidad 6, pueden recolectarse en los digestores de biogás 18 para generar biogás que pueda suministrarse al grupo generador de biogás 19 para la generación de energía. La energía del grupo electrógeno de biogás 19 puede suministrarse a las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 y a la bomba 10. Los residuos de biogás de los digestores de biogás 18 pueden usarse para la producción de fertilizante orgánico. La suspensión de biogás de los digestores de biogás 18 se puede mezclar con el agua que va a purificarse 9 en el biorreactor 9 para participar en la purificación del agua.

40 El grupo generador de biogás 19 que genera energía con el biogás de los digestores de biogás 18 puede emitir dióxido de carbono que puede suministrarse a la entrada de dióxido de carbono 17 y luego puede suministrarse desde la entrada de dióxido de carbono 17 al biorreactor de captura de fotones a escala supergrande.

50 El sistema de energía solar y un sistema de turbina eólica 20 fuera de la superficie externa del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande o en una superficie superior del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande pueden generar energía que puede suministrarse a las luces de iluminación del crecimiento de las plantas. 8 y la bomba 10.

55 Cada capa de reacción biológica del biorreactor se cierra relativa e independiente, y cada una tiene un orificio de ventilación natural 21. Tal disposición es un beneficio para facilitar el funcionamiento, mantenimiento y administración. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede mantenerse por cada capa. La siembra, la cosecha, la pesca estacional, el reemplazo de equipos y otras medidas de mantenimiento de una capa de reacción biológica no tienen impacto en otras capas de reacción biológica. En algunos casos, aumentará indirectamente la presión sobre la siguiente capa de reacción biológica.

60 El nivel más bajo del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande es una laguna de regulación de aguas residuales 22. Antes de fluir hacia el grupo de regulación de aguas residuales 22, la barrera 23 puede filtrar físicamente las aguas residuales para evitar que la contaminación por partículas grandes ingrese al biorreactor de captura de fotones a escala supergrande. Se pueden tomar medidas antifugas con la laguna de regulación de aguas residuales 22 cuando el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande necesita depositar residuos orgánicos de alta concentración.

Si el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande se utiliza en la purificación del agua o en la acuicultura, la laguna de regulación de aguas residuales 22 y la barrera 23 pueden omitirse, y otras partes funcionales pueden ajustarse en consecuencia.

5 Los procesos metabólicos de las plantas plantadas en flotación 5, los animales acuáticos 6 y los microorganismos 7 juegan un papel clave durante el proceso de reacción biológica del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande. El agua que va a purificarse 9 actúa como solución de reacción. Existen principalmente siete factores que anticipan el proceso de reacción biológica: los componentes nutricionales del agua que va a purificarse 9, las plantas plantadas en flotación 5, los animales acuáticos 6, los microorganismos 7, la luz ilustrada a partir de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8, el oxígeno liberado y carbono suministrado durante la reacción fotosintética. La luz, el oxígeno y el dióxido de carbono pueden producir un fuerte efecto catalítico en la reacción biológica. La luz continuamente ilustrada por las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 todo el día y toda la noche, actúa principalmente como un factor catalítico. La luz, el oxígeno y el dióxido de carbono en el biorreactor pueden reciclarse continuamente (las plantas que producen biogás para la generación de energía logran la circulación de la luz).

15 El oxígeno liberado durante la reacción fotosintética actúa como un factor catalítico importante de la reacción biológica. El oxígeno puede ingresar al agua que va a purificarse 9 de tres maneras para participar en la reacción biológica. Una de las tres maneras es: el agua que va a purificarse 9 cae de cada capa a la siguiente capa, puede generar energía y aumentar el oxígeno involucrado en el agua que va a purificarse 9. Los animales acuáticos 6 pueden obtener suficiente oxígeno y alimento del agua que fluye lentamente en el dique de agua 2, y pueden convertir la sustancia nutritiva del agua que va a purificarse 9 en proteína. La segunda de las tres maneras es: cuando las plantas plantadas en flotación 5 se ilustran con las luces a partir de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas 8 y actúan con la reacción fotosintética, las raíces de las plantas plantadas en flotación 5 pueden generar oxígeno para que se suministre al agua que va a purificarse 9, lo que promueve por lo tanto la reproducción de los microorganismos 7. La reproducción de los microorganismos 7 puede acelerar la captura y descomposición de grandes moléculas de agua que van a purificarse 9 para generar una sustancia nutritiva que puede ser asimilada directamente por las raíces de las plantas plantadas en flotación 5. La última de las tres maneras es: cuando el agua que va a purificarse 9 fluye lentamente en el dique de agua 2, el oxígeno puede distribuirse de manera uniforme a lo largo del curso del biorreactor, lo que hace que la reacción biológica sea más completa.

30 Dado que la reacción del biorreactor está sustancialmente cerrada y, por lo tanto, existe un equilibrio de material y energía entre toda la biomasa de una cadena biológica dentro del biorreactor, el grado de purificación del agua que va a purificarse 9 a través del biorreactor y el dióxido de carbono suministrado al biorreactor. Toda la biomasa se multiplica debido a todo tipo de sustancia nutritiva en el agua que va a purificarse y se le suministra dióxido de carbono. Cuando el objetivo principal del biorreactor es purificar el agua, el producto principal es agua purificada, mientras que algunas criaturas cosechadas (que incluye las plantas plantadas en flotación 5, los animales acuáticos 6 son subproductos, aunque el valor económico de los subproductos en las circunstancias actuales sería mayor que el producto principal hasta cierto punto.

Ejemplos de aplicación

40 Se ilustra un ejemplo de aplicación para un proyecto de tratamiento de purificación en tres etapas con un tratamiento diario de 10.000 toneladas que puede cumplir con los criterios permitidos de una clase A. De acuerdo con los procesos comunes actuales, el proyecto cubrirá un área de aproximadamente 20.000 metros cuadrados, mientras que el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande solo cubre un área de 3.500 metros cuadrados (50X70m). Un volumen del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande (una altura del edificio cerrado es de 15 m) es de 3,6 metros cúbicos (40X60X15). Un presupuesto total de inversión que incluye dispositivos y equipos (tales como generadores) para el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede ser de aproximadamente 0.230.3 mil millones (sin incluir los costos de la tierra).

50 Cada capa de reacción biológica tiene un ancho de 40 m y una longitud de 60 m. Cada capa de reacción biológica se puede construir con 20 diques de agua, cada una con una profundidad de 1,2 m, un ancho de 2 m y una longitud de 60 m (cada capa se puede dividir uniformemente en 20 porciones). Una entrada de agua de cada dique de agua se comunica con una entrada de agua de un dique de agua próximo para construir un canal de agua circular con una longitud total de 1.200 m (20 multiplicado por 60 m). En el canal de agua, se pueden proporcionar diafragmas de filtro de microbios después de cada intervalo de 2 m, luego los diques de agua se separan en 600 unidades de filtro, cada una con un volumen de 4,8 metros cúbicos (una longitud de 2 m, un ancho de 2 m y una profundidad de 1,2 m). En cada una de las 600 unidades de filtro, pueden sembrarse plantas flotantes y se puede criar la unidad de filtración 600 dentro de plantas flotantes y animales acuáticos.

60 Dentro del biorreactor de captura de fotones súper grande de cinco pisos, el canal de agua tiene una longitud total de 6.000 m. Hay 3.000 unidades de filtro con un volumen de reacción biológica total de 14.400 metros cúbicos (cada unidad de filtro tiene un volumen de 4,8 metros cúbicos).

65 El personal de administración y mantenimiento puede ver la temperatura, la humedad, el aire dentro de la pantalla de la capa de reacción de cada capa, la humedad, el aire dentro de la capa de reacción mediante el equipo de la cámara de control y realizar la gestión y el mantenimiento de acuerdo con los requisitos del manual de operación. La altura de las

plantas puede verse y la altura de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas de las plantas puede ajustarse en base a la altura de las plantas.

5 La gestión y el funcionamiento del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande necesitan 20 personas (tres turnos, 24 horas). Bajo la condición de que un salario anual promedio es de 36 mil yuanes, el costo laboral anual es de aproximadamente 0,72 millones de yuanes. Si el costo de la energía auxiliar, el transporte, el mantenimiento del equipo y otros gastos asciende a 1,56 millones de yuanes, los costos operativos anuales totales pueden ser de aproximadamente 2,28 millones de yuanes. Si el proyecto con un tratamiento diario de 10.000 toneladas se realiza de acuerdo con los procesos tecnológicos convencionales actuales, los gastos operativos anuales ascienden a unos 3,65 millones de yuanes.

10 Dado que el biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede utilizar la cabeza de agua debido a que el agua que se purifica cae al sumidero, se genera biogás basado en criaturas, sistemas de energía solar y eólica fuera del biorreactor para generar energía. La energía generada por el biorreactor básicamente puede cumplir con sus propios requisitos de consumo de energía. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande solo puede necesitar el diez por ciento de la fuente de alimentación externa que necesitan los métodos tradicionales. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede reducir el costo de operación de aproximadamente 1,37 millones de yuanes por año que los métodos tradicionales.

15

El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede generar beneficios económicos durante su proceso operativo. Las plantas plantadas en flotación para la reacción biológica pueden cubrir un área de aproximadamente 8.000 metros cuadrados. Cada metro cuadrado puede producir plantas plantadas en flotación que tienen un peso de aproximadamente 40 kg (partes por encima de la placa de plantación incrustada aproximadamente 20 kg, partes por debajo de la placa de plantación incrustada aproximadamente 20 kg). Bajo la condición de que las partes por encima de la placa de plantación incrustada cuestan 5 yuanes por kilogramo, el valor económico de las plantas plantadas en flotación por metro cuadrado es de 100 yuanes. Cada año, las plantas plantadas en flotación para la venta pueden tener un peso de 160 toneladas y pueden crear 0,8 mil millones de yuanes. El agua para la cría de productos acuáticos puede ser de unos 10.000 metros cúbicos. Bajo la condición de que cada metro cúbico de agua puede producir 100 kilogramos de productos acuáticos y por kilogramo de productos acuáticos puede valer 6 yuanes (puede usarse para producir fertilizantes orgánicos concentrados de alto valor agregado), la producción anual de los productos acuáticos puede llegar hasta 6 mil millones de yuanes. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande puede generar ingresos brutos de 680 millones de yuanes por año. Sin embargo, el método tradicional no solo puede generar beneficios económicos, sino que también debe agregar costos para el siguiente tratamiento de lodos.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1. Un biorreactor de captura de fotones a escala supergrande para la purificación del agua, que comprende: una cámara tridimensional sellable, una tubería de agua (11) y un generador (16); se proporciona una pluralidad de capas planas (1) dentro de la cámara tridimensional, cada una montada con diques de agua (2) de manera circular; los diques de agua (2) en una misma capa plana que tienen una entrada de agua (12) y una salida de agua (13); una pluralidad de diafragmas de filtro de microbios (3) que actúan como filtración y soporte para microorganismos que se disponen en los diques de agua (2) a intervalos a lo largo de una dirección de flujo de agua, y una unidad de filtro (4) que se forma entre dos diafragmas de filtro de microbios adyacentes (3); plantas plantadas en flotación (5) que se proporcionan en la superficie del agua de cada unidad de filtro (4), animales acuáticos (6) y microorganismos (7) que se crían bajo el agua en las unidades de filtro (4), luces de iluminación del crecimiento de las plantas (8) que se disponen por encima de las plantas plantadas en flotación (5) a una altura ajustable; un rotor de turbina (15) que se dispone debajo de la salida de agua (13) de cada uno de los diques de agua (2) en una capa superior y se conecta con el generador (16); la entrada de agua (12) de los diques de agua (2) en una capa siguiente que se dispone debajo del rotor de turbina (15); el agua que va a purificarse es guiada a una entrada de agua (12) en una capa más superior a través de la tubería de agua (11), en la que el agua que va a purificarse va desde una capa superior hacia abajo a través de un sumidero inclinado (14) hacia una entrada de agua (12) en una siguiente capa de reacción biológica (1), y en la que cada rotor de turbina se monta en el extremo inferior del sumidero (14), de manera que el agua que fluye desde el sumidero (14) a la entrada (12) de la siguiente capa (1) hace que el rotor de turbina (15) gire y accione el generador (16).
2. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además tuberías de suministro de dióxido de carbono que se comunican con la cámara tridimensional.
3. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 2, en el que cada capa planar es relativamente cerrada y se construye con un orificio de ventilación natural retráctil (21).
4. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 1, en el que un sumidero (14) se dispone entre dos capas planas adyacentes (1), un extremo superior del sumidero (14) que se conecta con una salida de agua (13) de una capa superior, y el rotor de turbina (15) que se dispone debajo de un extremo inferior del sumidero (14).
5. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 4, en el que se proporciona una bomba (10) para conducir el agua que va a purificarse en un estanque de agua a la entrada de agua (12) de la capa más superior a través de la tubería de agua (11).
6. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el sumidero (14) se estrecha gradualmente de arriba abajo.
7. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el biorreactor comprende una pluralidad de digestores de biogás (18) para recoger partes de las plantas plantadas en flotación (5) que no pueden generar directamente un valor económico para generar biogás y grupos electrógenos de biogás (19) para generar energía basada en el biogás suministrado por los digestores de biogás (18) en una capa de tierra.
8. El biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una laguna de regulación de aguas residuales (22) para almacenar agua que va a purificarse con medidas antifugas se dispone en una capa subterránea del biorreactor, y las aguas residuales se filtran físicamente por una barrera (23) antes de ingresar a la laguna de regulación de aguas residuales (22).
9. Un método de operación del biorreactor de captura de fotones a escala supergrande de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el método comprende:
 - guiar el agua que va a purificarse desde una laguna de regulación de aguas residuales (22) a través de la tubería de agua (11) hasta la entrada de agua (12) en una capa más superior dentro de la cámara dimensional para que el agua que va a purificarse ingrese a los diques de agua (2) en una configuración circular y que fluya lentamente en los diques de agua (2); hacer pasar del agua que va a purificarse que pasa a través de las unidades de filtro (4) y los diafragmas del filtro de microbios (3) secuencialmente en la capa más superior y el agua que va a purificarse se filtra gradualmente por las unidades de filtro (4) y los diafragmas del filtro de microbios (3), luego hacer fluir el agua que va a purificarse que fluye desde una salida de agua (13) de la última unidad de filtro (4) hacia abajo a través de un sumidero inclinado (14) para que ingrese a una entrada de agua (12), y el agua que va a purificarse que cae de la capa más superior a la siguiente capa a través del sumidero (14) para que empuje el rotor de turbina (15) para hacer rotar dicho rotor de turbina que se monta en el extremo inferior del sumidero (14), la rotación del rotor de turbina (15) que acciona el generador (16) para que genere energía para que se suministre a las luces de iluminación del crecimiento de las plantas (8); al agua que va a purificarse se agrega oxígeno a través del rotor de turbina (15) antes que entre en la entrada de agua (12) en la siguiente capa; y así sucesivamente, el agua que va

a purificarse se convierte en agua purificada después de pasar a través de la salida de agua (13) en la capa más baja;

5 plantas de plantación flotante (5) y animales acuáticos (6) en cada unidad de filtro (4), las plantas plantadas en flotación (5) actúan en la fotosíntesis bajo la iluminación de las luces de iluminación del crecimiento de las plantas (8) para absorber parte de la sustancia nutritiva y el carbono dióxido en el aire, el microorganismo (7) en los diafragmas del filtro (3) que utiliza parte de la sustancia nutritiva en el agua para realizar una reacción biológica, al mismo tiempo que el agua se purifica, las plantas plantadas en flotación (5) que pueden cosecharse.

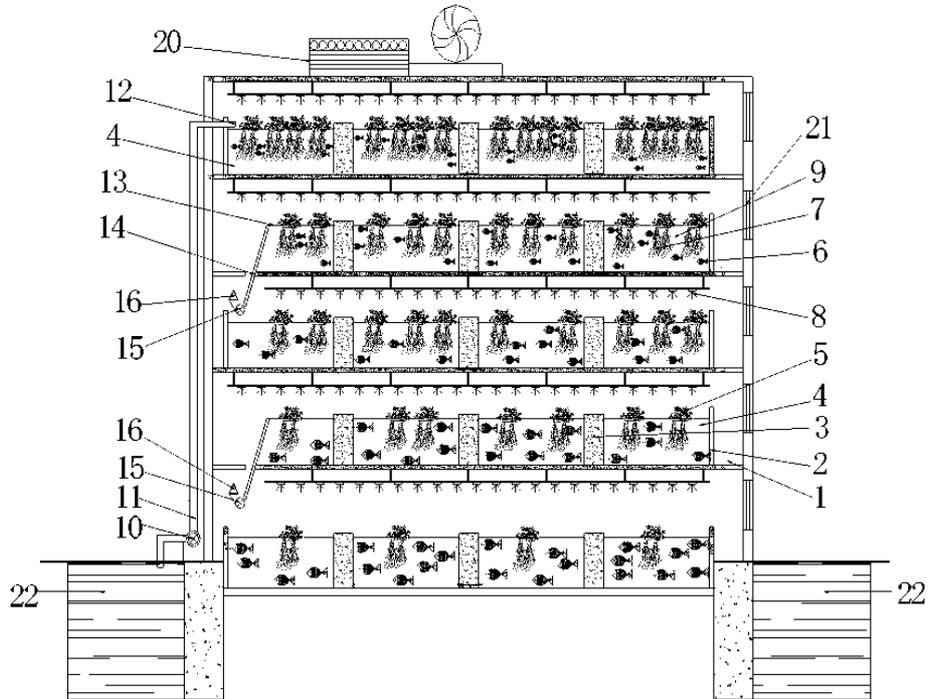


Fig. 1

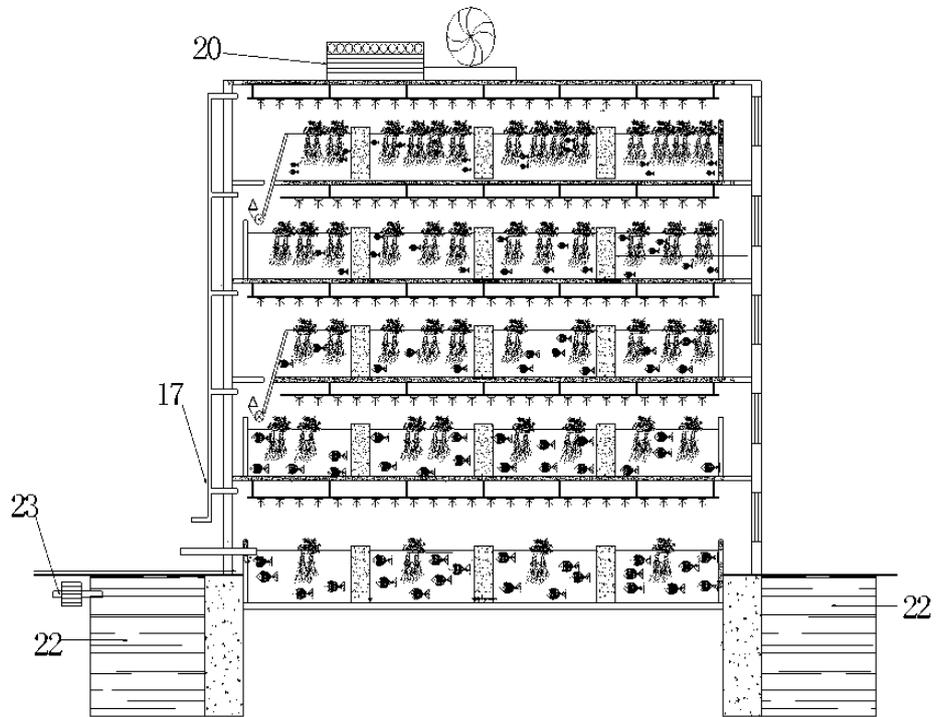


Fig. 2

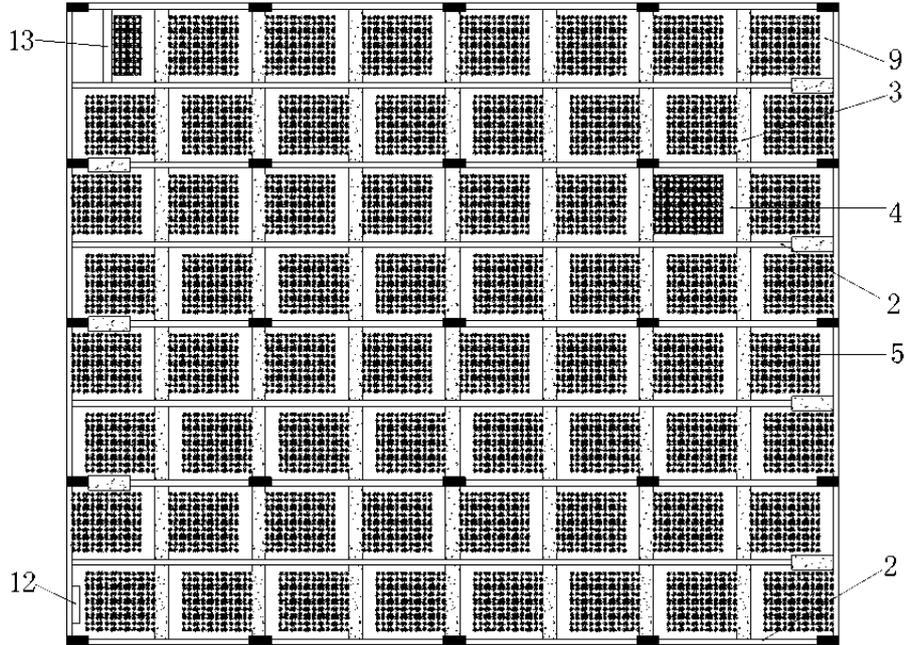


Fig. 3

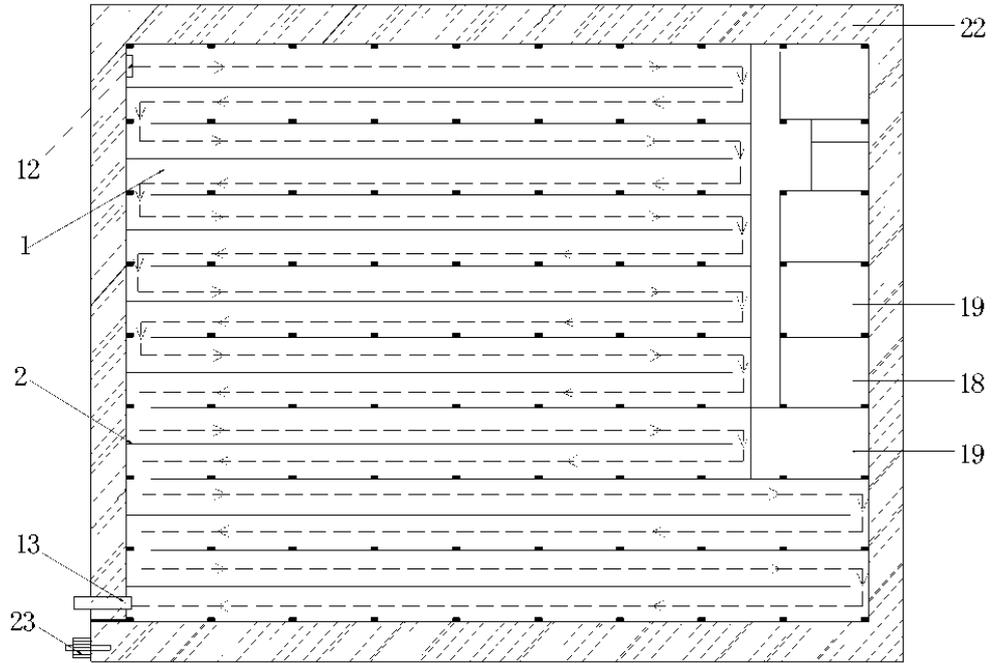


Fig. 4

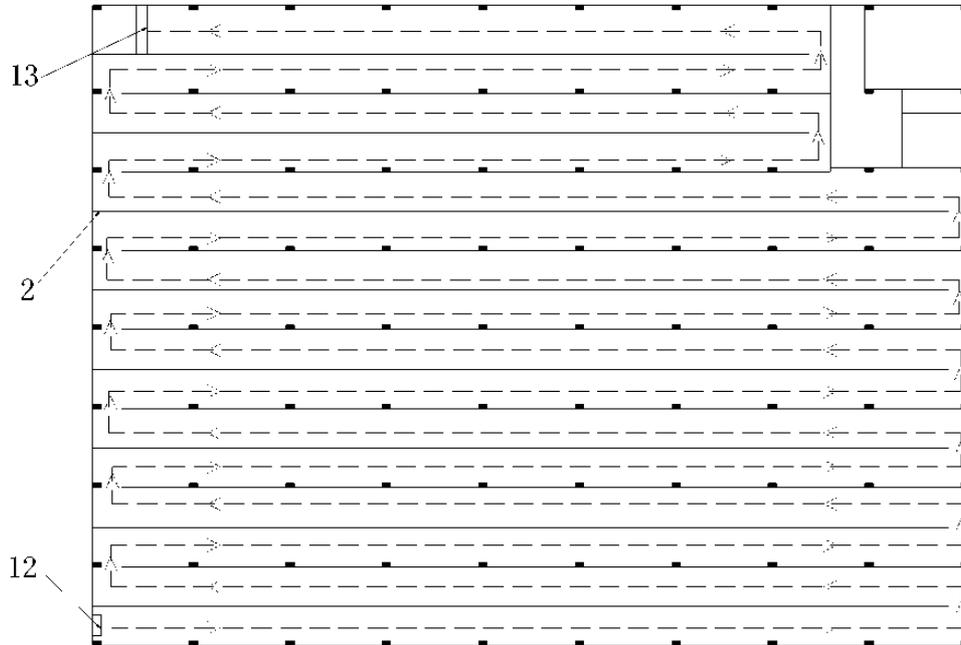


Fig. 5

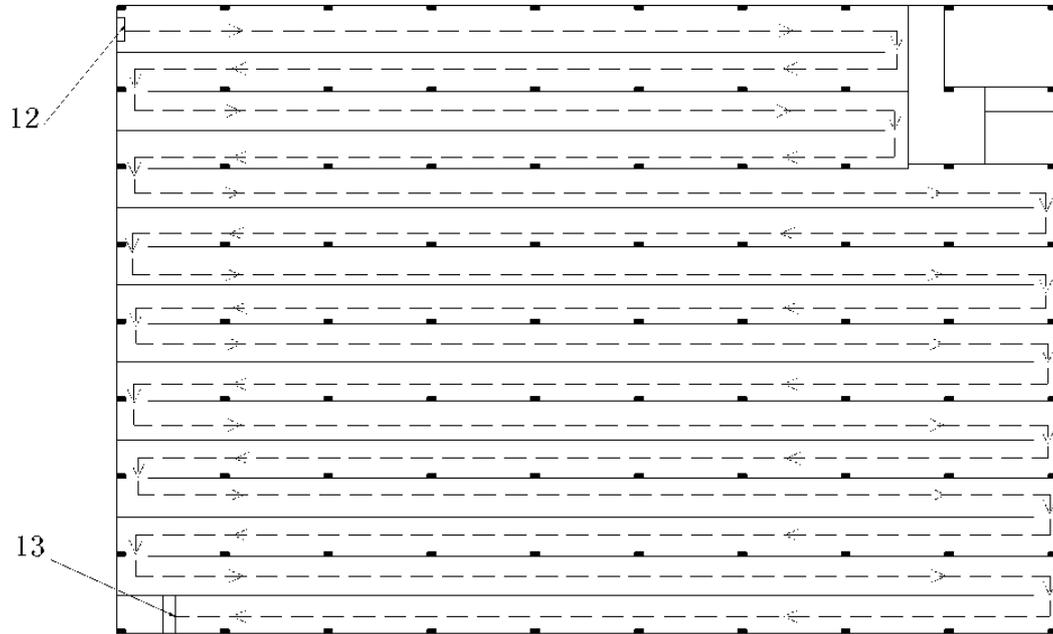


Fig. 6