

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 000**

21 Número de solicitud: 201200271

51 Int. Cl.:

A01G 33/00 (2006.01)

A01H 13/00 (2006.01)

C12M 1/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

06.03.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.10.2013

Fecha de la concesión:

01.08.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

08.08.2014

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2013/000058

73 Titular/es:

IDESA, INGENIERÍA Y DISEÑO EUROPEO S.A.
(100.0%)

**Edificio Felix Herreros, Parque Científico y
Tecnológico, parcela 2-3
33203 Gijón (Asturias) ES**

72 Inventor/es:

**CASTRO DE BENITO, Andrés;
GONZALÉZ HIDALGO, Rubén;
VILLARRICA VIÑES, Jorge y
COCA VALDÉS, Pablo**

54 Título: **Fotobiorreactor con sistema rotatorio de homogeneización e iluminación interior incorporada**

ES 2 425 000 B1

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 000**

21 Número de solicitud: 201200271

57 Resumen:

Sistema cerrado para el cultivo de algas y microalgas que comprende: al menos una envolvente (1) unida por su parte inferior a un fondo (2) y por su parte superior a una cubierta (3) que puede ser móvil a modo de tapa, conformando estos elementos un reactor (4) el cual contiene la masa biológica. Un sistema rotor (8) ubicado en el interior del reactor (4) formado por al menos un eje (5) paralelo a la envolvente (1) al que se unen perpendicularmente en su extremo superior al menos dos radios superiores (7A, 7B) y en su extremo inferior al menos dos radios inferiores (6A, 6B) disponiendo al menos dos dispositivos de iluminación (9A, 9B) fijados por su parte superior a uno de los al menos dos radios superiores (7A, 7B) y por su parte inferior a uno de los al menos dos radios inferiores (6A, 6B) y disponiendo al menos dos entradas de gas (10A, 10B) instaladas en cada uno de los al menos dos radios inferiores (6A, 6B). El sistema rotor (8) cuenta a su vez con al menos un anillo inferior (13) que une los al menos dos radios inferiores (6A, 6B) y al menos un anillo superior (14) que une los al menos dos radios superiores (7A, 7B). Los dispositivos de iluminación (9) se disponen comprendidos entre los al menos dos radios inferiores (6A, 6B) y los al menos dos radios superiores (7A, 7B) así como comprendidos entre el al menos un anillo inferior (13) y el al menos un anillo superior (14). El sistema rotor (8) gira junto con todos sus componentes en torno al eje de la envolvente (1) promoviendo el mezclado y homogeneización del medio de cultivo, facilitando la difusión de la luz y gases sobre toda la masa biológica.

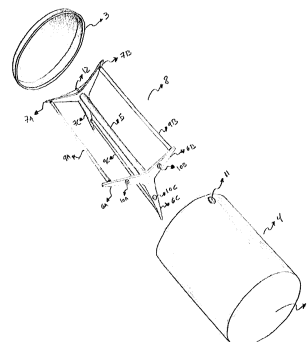


Figura 4

DESCRIPCIÓN

FOTOBIORREACTOR CON SISTEMA ROTATORIO DE HOMOGENEIZACIÓN E ILUMINACIÓN INTERIOR INCORPORADA

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema para el cultivo de algas y microalgas en entornos artificiales creados para tal fin y más concretamente a sistemas que permiten optimizar el crecimiento de la masa biológica mediante la regulación y control de los diferentes parámetros que influyen sobre su desarrollo denominados comúnmente como fotobiorreactores

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Uno de los principales problemas derivados del consumo energético a los que se enfrenta la sociedad actual es el denominado efecto invernadero y su consecuencia más inmediata es el cambio climático. Este hecho se está viendo acentuado en las últimas décadas por la emisión a la atmósfera de CO₂ procedente de la actividad humana. En esta línea, de acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía, las emisiones de CO₂ aumentarán el 130% de aquí a 2050.

15

En la actualidad, para compensar la situación descrita, se pretenden disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera mediante la captura, almacenaje y valorización de este gas.

20

Uno de los métodos de captura que más expectativas está generando es el empleo de algas y microalgas como medio para mitigar y reducir la concentración de CO₂ en la atmósfera. Cuando hablamos de algas y microalgas nos referimos a un grupo muy diverso de organismos fotosintéticos que han colonizado una amplia variedad de sistemas acuáticos y terrestres debido, sobre todo, a su alta actividad metabólica consistente en la generación de biomasa a partir de elementos inorgánicos de partida como nitrógeno, oxígeno, carbono, fósforo, azufre y energía solar.

25

Las algas y microalgas cuentan con múltiples usos como son la alimentación animal y humana, su empleo como fertilizantes, la producción de sustancias de interés químico-farmacéutico o la depuración de aguas. De entre todas las aplicaciones posibles, cabe destacar, una muy importante como es la producción de aceites para la generación de biocombustibles, en este caso el aprovechamiento de las algas o microalgas tiene un doble beneficio por un lado se absorbe CO₂ de la atmósfera durante el proceso de producción de los aceites y por otro se reducen las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles.

30

Dentro de las técnicas que se han venido utilizando para el cultivo de algas y microalgas destacan dos tipos de dispositivos: sistemas abiertos y sistemas cerrados.

35

Los sistemas abiertos se caracterizan por no estar protegidos de los factores externos y estar expuestos a la acción de agentes ambientales como la contaminación, la lluvia, la acción de insectos, así como la proliferación de especies biológicas invasoras o cualquier otro factor externo que pueda interferir de manera perjudicial sobre las condiciones del cultivo.

40

Los sistemas abiertos artificiales son estanques, balsas o piscinas que permiten un cierto control sobre las condiciones de cultivo, pero que ofrecen bajos rendimientos debido a que presentan

problemas de evaporación además de no ser aptos para la estimulación del crecimiento de la masa biológica mediante CO₂. Esta forma de cultivo se lleva a cabo en recipientes que ocupan grandes extensiones de terreno y que requieren de sistemas de paletas para remover y homogeneizar el medio de cultivo los cuales suponen un gasto de energía extra. Dentro de los sistemas abiertos existe un tipo especial que son los sistemas de tipo inclinado que constan de una superficie inclinada en la que se bombea el cultivo desde la parte baja a la parte alta consiguiendo flujos turbulentos que permiten mantener elevadas concentraciones celulares y permiten obtener una alta relación superficie/volumen aunque también sufren altas tasas de evaporación y pérdida de CO₂ que escapa a la atmósfera. El método de bombeo utilizado en este tipo de sistema para el mezclado del medio de cultivo se caracteriza por tener asociados elevados consumos energéticos y la generación de flujos turbulentos que en ocasiones pueden resultar perjudiciales para la masa biológica.

El otro tipo de dispositivos que se utilizan para el cultivo de algas y microalgas son los sistemas cerrados o fotobiorreactores (FBR) los cuales se caracterizan por la existencia de una separación física entre el cultivo y el medio que lo rodea, de tal modo que permiten mantener de forma relativamente controlada las condiciones del cultivo en cuanto a cantidades de CO₂ y nutrientes, temperatura, luminosidad, así como de agitación y mezcla de la solución en la cual se desarrolla la masa biológica.

Este tipo de sistemas cerrados cuentan con diversas ventajas frente a los abiertos, destacando principalmente que evitan la contaminación del medio por agentes exteriores; permiten controlar de modo más exhaustivo las condiciones físico-químicas del mismo, mejorando de este modo el crecimiento y la producción celular; eliminan los problemas de evaporación y permiten trabajar con altas concentraciones celulares.

No obstante los fotobiorreactores actuales presentan algunos problemas tales como la presencia de oxígeno disuelto que es necesario extraer, la formación en el medio de cultivo de gradientes de pH y temperatura, el crecimiento de las células en las paredes que impiden el paso de la luz, el elevado coste de puesta en escala y altos costes energéticos de los métodos utilizados para el mezclado y agitación.

Los fotobiorreactores se clasifican en cuatro tipos diferentes atendiendo a su forma y geometría:

FBR cilíndricos verticales, FBR de paneles planos, FBR con lazo externo, y FBR de bolsa.

Los FBR cilíndricos verticales constituyen un sistema de cultivo semicerrado, ya que por la parte superior están abiertos a la atmósfera. Constan de un tubo vertical transparente con lo que la fuente de iluminación es exterior en el que la agitación y homogeneización del cultivo se consigue mediante el burbujeo de aire desde la base del reactor. Por su posición vertical, absorben menos radiación que los dispuestos horizontalmente, pero tiene la ventaja de que no se acumula oxígeno disuelto ya que éste pasa a formar parte del aire. Como desventajas destaca su relativa baja relación superficie/volumen y su dificultad para manejar un gran volumen de cultivo, posibilidad de contaminación, así como una baja penetración de la luz lo que impide su desarrollo a gran escala.

Un ejemplo de FBR cilíndrico vertical se muestra en el documento ES2351566A1 que reivindica un método de cultivo de microorganismos en un fotobiorreactor que está compuesto por un cuerpo

vertical transparente de forma cilíndrica, un fondo sobre el que apoya dicho cuerpo, una salida en la parte inferior del fondo conectada a un conducto de salida que desemboca en un conducto de recirculación conectado con una entrada ubicada en la parte superior del cuerpo. Un sistema inyecta aire y eventualmente CO₂ en el conducto de circulación produciendo un vórtice en el interior del cuerpo. Esta invención cuenta con dos limitaciones principales como son la dificultad de implementación a gran escala y de penetración de la luz en el medio de cultivo.

Los FBR de paneles planos están formados por dos láminas de plástico rígido o flexible entre las que se agita el cultivo mediante sistemas mecánicos o neumáticos. Pueden ser horizontales, verticales o inclinados. Presentan una gran área de iluminación superficial por lo que con ellos se consiguen altas eficiencias fotosintéticas, son fáciles de construir y mantener, sin embargo, como contrapartida presentan el problema de su paso de escala debido al gran área superficial que requieren, incluyendo dificultades en el control de la temperatura de cultivo, la velocidad de difusión del CO₂, así como la tendencia de las algas o microalgas a adherirse a las paredes. Apenas se usan a escala industrial debido al elevado precio de los materiales transparentes con los que se construyen. El documento ES2347515A1 describe un sistema FBR de paneles planos que consiste en un fotobiorreactor laminar para la producción de microalgas, especialmente indicado para absorber gases de emisión de alto contenido en anhídrido carbónico (CO₂). Está basado en la recirculación continua de un medio líquido que contiene microalgas a través de láminas de tejido que facilitan la absorción de CO₂ y la iluminación de las microalgas. La invención permite que dichos gases se puedan aportar al cultivo desde el interior de la cámara. Los problemas asociados a la misma vienen marcados por la dificultad de escalado, debido a la gran superficie laminar que se necesitaría para poder trabajar con grandes volúmenes.

Los FBR con lazo externo son uno de los sistemas de cultivo en masa de algas y microalgas más populares. El cultivo se recircula por un lazo externo que actúa como receptor solar y por un sistema de burbujeo mediante sistemas mecánicos o neumáticos. El lazo externo está formado por tubos de material transparente dispuestos en serie o en paralelo. El cultivo se recircula al lazo externo con la ayuda de una bomba desde un tanque separado en el que se encuentra el sistema de burbujeo. El diámetro de los tubos suele ser pequeño y limitado (como máximo de 0.2 metros) para permitir la penetración de luz al centro del tubo, donde el coeficiente de luz y la velocidad de crecimiento lineal del cultivo disminuyen con el incremento del diámetro. Los tubos se pueden disponer tanto en horizontal como en vertical o inclinados. Las principales desventajas que presenta son la dificultad para controlar la temperatura y la acumulación del oxígeno fotosintético que, cuando alcanza ciertos niveles de concentración, puede llegar a ser tóxico para el cultivo, además están limitados en cuanto al diámetro y volumen de los tubos dado que la penetración de la luz solar es sólo de unos pocos centímetros. El documento ES2193860 reivindica un dispositivo para el cultivo de la microalga *Dunaliella Salina* que se podría considerar como un híbrido entre el FBR de lazo externo y los FBR de cilindro vertical. La invención consiste en un fotobiorreactor en el que el sistema de cultivo se encuentra abierto a la intemperie y la fuente de iluminación es solar. La suspensión biológica se hace circular por unos tubos transparentes mediante la inyección de aire a presión, así mismo, el sistema cuenta con una electroválvula que

controla el pH y regula la entrada de CO₂, para evitar la sedimentación de las partículas se hacen circular por las tuberías bolas de caucho que agitan la suspensión. Para el control de la temperatura todo el mecanismo se encuentra sumergido en agua a cierta temperatura. Presenta problemas de escalado y de consumos energéticos elevados puesto que es necesario poner en

5 circulación la suspensión biológica a través de los tubos.

Por otro lado están los fotobiorreactores de bolsa que se caracterizan por no presentar una estructura rígida encontrándose el cultivo contenido en grandes bolsas de plástico transparente. Este sistema destaca por su simplicidad, bajo coste y facilidad para su mantenimiento a lo largo del tiempo, sin embargo presenta numerosos problemas a la hora de manejar grandes volúmenes

10 por la dificultad de mantener homogéneas las condiciones del medio de cultivo.

Por último un tipo de fotobiorreactor híbrido que no se ajusta a ninguno de los tipos descritos anteriormente, es el identificado en el documento IL96437A que hace referencia a un sistema de cultivo cerrado que consiste en un recipiente con forma de prisma rectangular, en el cual se disponen en su interior una serie de tubos fluorescentes inmóviles en disposición horizontal que

15 transmiten luz al cultivo, además existen vías para la entrada de gases, no existiendo en la invención dispositivos específicos para el mezclado y homogeneización. Los problemas asociados a este tipo de dispositivos están relacionados con la falta de homogeneización del medio de cultivo aspecto fundamental para el correcto desarrollo de la masa biológica, la sedimentación, así como la necesidad de la instalación de un elevado número de tubos fluorescentes que permitan que la

20 luz llegue a todas las partes del sistema debido a la baja penetración de la luz en el medio de cultivo, este último aspecto se vería reflejado en un consumo energético elevado.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención pone solución a los principales problemas asociados con los diferentes

25 sistemas utilizados en la actualidad para el cultivo de algas y microalgas en cuanto a las limitaciones de su uso a grandes escalas, los consumos energéticos elevados, la dificultad para conseguir una mezcla homogénea del medio de cultivo, la problemática de sedimentación de las partículas y las limitaciones de acceso de la luz a todo el medio de cultivo.

Un primer aspecto de la invención hace referencia a un sistema para el cultivo de algas y

30 microalgas que comprende:

- Al menos una envolvente unida por su parte inferior a un fondo y por su parte superior a una cubierta formando un reactor.
- Al menos un sistema rotor formado por al menos un eje paralelo a la al menos una envolvente al que se unen perpendicularmente en su extremo superior al menos dos

35 radios superiores y en su extremo inferior al menos dos radios inferiores disponiendo al menos dos dispositivos de iluminación fijados por su parte superior a uno de los al menos dos radios superiores y por su parte inferior a uno de los al menos dos radios inferiores y disponiendo de al menos dos entradas de gas instaladas en cada uno de los al menos dos radios inferiores.

Estando el sistema rotor emplazado en el interior del reactor y girando en torno al eje de la envolvente.

De este modo el reactor constituye el recipiente dentro del cual se ubica el medio de cultivo así como el resto de componentes del sistema. El reactor constituye en sí mismo un sistema cerrado para el cultivo de algas y microalgas, limitado por los laterales por la al menos una envolvente, en su base por un fondo y en su parte superior por una cubierta. El hecho de que el sistema sea cerrado permite aislar al medio de cultivo de posibles agentes externos perjudiciales evitando de este modo la contaminación de la masa biológica manteniendo aislado de las condiciones físico-ambientales del exterior el sistema; facilitando el control en el interior del mismo de determinados parámetros fundamentales para el correcto desarrollo de la masa biológica.

Adicionalmente los radios del sistema rotor actúan como soporte para el sistema de iluminación interior del fotobiorreactor así como para el sistema para la entrada de gases.

El sistema rotor gira sobre su eje y con el solidariamente todos sus componentes alrededor del eje de la envolvente. Este giro produce el mezclado y homogenización del medio de cultivo, donde los el conjunto de radios y dispositivos de iluminación actúan además como palas de una mezcladora, consiguiendo que las condiciones físico-químicas sean homogéneas en todo el volumen del sistema. Así mismo este sistema rotor se caracteriza por consumos energéticos muy inferiores a los de otros fotobiorreactores en los que se utiliza el bombeo del cultivo como método de mezcla. Además se produce un mezclado suave y poco agresivo para las algas y microalgas además de ser fácilmente escalable para grandes volúmenes.

Además el giro del sistema rotor permite que la luz emitida por los dispositivos de iluminación se transmita y alcance homogéneamente todos los puntos del medio de cultivo. De este modo se da solución a los problemas asociados a los sistemas de cultivo con iluminación exterior, los cuales cuentan con la problemática de que la luz penetra en el medio de cultivo unos pocos centímetros, lo que impide el escalado de los sistemas a grandes dimensiones debido a que la luz no llegaría a gran parte de la masa biológica.

En línea con lo anteriormente descrito existe una invención patente IL96437A que cuenta con iluminación interior pero, a diferencia de la invención objeto del presente documento, los sistemas lumínicos presentes en la citada patente permanecen inmóviles, lo que obligaría a instalar un elevado número de ellos para conseguir llegar a toda la masa biológica debido a la baja penetración de la luz, lo cual redundaría en los altos consumos energéticos y elevados costes de mantenimiento del sistema. En contraposición con la invención IL96437A el sistema objeto del presente documento dispone de las fuentes de luz ubicadas en el al menos un sistema rotor el cual lleva aparejado un movimiento rotativo, lo que hace que con un número mucho menor de elementos de iluminación se pueda iluminar todo el medio de cultivo. Además el giro del al menos un sistema rotor trae asociado que en cada punto del medio de cultivo se produzca un máximo y un mínimo de iluminación, creando un efecto de iluminación pulsante lo que contribuye al incremento en el rendimiento del cultivo y le aporta un valor añadido a la presente invención.

Por último el sistema rotor dispone dispositivos para la entrada de gases situados sobre cada uno de los radios inferiores. De este modo, el sistema permite aportar a las algas y microalgas los

nutrientes necesarios para su correcto desarrollo, por ejemplo CO₂. De este modo las burbujas salen por el dispositivo de gas y ascienden desde la zona del fondo hasta la parte de la cubierta barriendo toda la columna de medio de cultivo desde su parte inferior a su parte superior. Combinado esto con el giro del sistema rotor, se asegura que los gases se reparten de manera homogénea por todo el medio de cultivo llegando a toda la masa biológica en proporciones similares, consiguiendo una distribución homogénea y optimizando de este modo el desarrollo de las algas y microalgas.

Según otro aspecto de la invención la al menos una cubierta es móvil actuando como tapa o apertura. De este modo se cuenta con un elemento que de acceso al interior del reactor para las labores que se consideren oportunas como llenado, limpieza, mantenimiento u otras.

Según otro aspecto de la invención, al menos un anillo inferior une a los al menos dos radios inferiores y al menos un anillo superior une a los al menos dos radios superiores disponiéndose al menos un dispositivo de iluminación entre el anillo inferior y el anillo superior. De este modo, además de aportar mayor resistencia mecánica al sistema rotor, también se pueden disponer mayor número de dispositivos de iluminación en el sistema, no estando limitados únicamente a la superficie proporcionada por los radios, mejorando de este modo la iluminación del cultivo, parámetro determinante en la productividad de este tipo de procesos biológicos.

Según otro aspecto de la invención el sistema dispone de tres radios inferiores y tres radios superiores distribuidos de forma equidistante alrededor del eje.

Esta configuración permite que los dispositivos de iluminación y los dispositivos para la salida de gases que se soportan sobre los radios estén distribuidos también homogéneamente, siendo de este modo homogéneo su efecto sobre el medio de cultivo.

Según otro aspecto de la invención la al menos una envolvente cuenta con al menos un dispositivo para la evacuación de gases. Las algas y microalgas durante su crecimiento generan gases de desecho que resultan nocivos para su correcto desarrollo y que es necesario eliminar del medio de cultivo, una sobresaturación de la concentración de estos gases sería perjudicial para la masa biológica llegando a provocar su muerte. El dispositivo para la salida de gases cumple la función de evacuación de los gases nocivos.

Según un último aspecto de la invención, el sistema cuenta con al menos un mecanismo de transmisión de giro al al menos un eje. De esta manera se consigue que el sistema rotor y todos sus componentes giren movidos por un elemento externo, como por ejemplo un motor, en torno al eje de la envolvente.

En base a la descripción anterior se concluye que el Fotobiorreactor con Sistema Rotatorio de Homogeneización e Iluminación Interior Incorporada presenta las siguientes ventajas:

- Facilidad de escalado para el desarrollo de cultivos a nivel industrial.
- Consumos energéticos reducidos frente a los sistemas de cultivo convencionales.
- Distribución homogénea de la luz a lo largo de todo el medio de cultivo.
- Efecto de iluminación pulsante aspecto que incrementa el rendimiento del cultivo.
- Distribución homogénea de los gases a lo largo de todo el medio de cultivo.
- Condiciones de mezclado y agitación poco agresivas para la masa biológica.

- Sistema económico en cuanto a características de fabricación, componentes y mantenimiento.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 5 Para una mejor comprensión de la invención, en presente documento, se acompaña de una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se presentan como ejemplos ilustrativos y no limitativos de ésta.
- La figura 1 es una representación esquemática del exterior de la invención, lo que se ha denominado reactor destacando las tres partes principales de la misma: envolvente, fondo y cubierta.
 - La figura 2 es una representación esquemática de un sistema rotor con 2 radios inferiores y 2 radios superiores. En la figura se identifican igualmente el resto de componentes del sistema rotor: eje, dispositivos de iluminación, entradas de gas, mecanismo de transmisión del giro y anillos superior e inferior.
 - La figura 3 es una representación esquemática de un sistema rotor con 3 radios inferiores, 3 radios superiores y sin anillos inferior y superior. En la figura se identifican igualmente el resto de componentes del sistema rotor: eje, dispositivos de iluminación, entradas de gas y mecanismo de transmisión del giro.
 - La figura 4 es una representación esquemática del despiece de la invención donde se muestran el reactor, la base, la cubierta, el sistema rotor con una configuración de 3 radios y sin incluir anillos superior e inferior, además del sistema para la evacuación de gases.
 - La figura 5 es una representación esquemática que muestra el sistema rotor con una configuración de 3 radios, incorporando los anillos superior e inferior, entre los cuales se disponen dispositivos de iluminación adicionales a los ubicados sobre los radios.

25

Las referencias numéricas que aparecen en las figuras descritas anteriormente se corresponden con los siguientes elementos:

- 1- Envolvente
- 2- Base
- 30 3- Cubierta
- 4- Reactor
- 5- Eje
- 6- (A,B,C) Radios inferiores
- 7- (A,B,C) Radios superiores
- 35 8- Sistema rotor
- 9- (A,B,C) Dispositivos de iluminación
- 10- (A,B,C) Entradas de gas
- 11- Sistema para la evacuación de gases
- 12- Mecanismo de transmisión del giro
- 40 13- Anillo inferior

14- Anillo superior

15- Dispositivos de iluminación

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

5 Al objeto de facilitar una mayor comprensión de la invención a continuación se realizará una descripción de una realización preferente de la misma.

El sistema objeto de la presente invención constituye un fotobiorreactor cerrado para el cultivo de algas y microalgas. Tal y como se aprecia en la figura 1, presenta una parte externa denominada reactor (4) que constituye un tanque que contiene en su interior el medio de cultivo. El reactor (4) consta de una serie de partes, preferentemente metálicas, a destacar: una envolvente (1), una base (2) y una cubierta (3) que puede ser móvil actuando como tapa para permitir el acceso al interior del sistema para actividades de mantenimiento, llenado, u otras. La geometría preferente del reactor (4) será tal que se adapte a la normativa API de construcción de tanques para almacenamiento de fluidos, la cual es una forma sencilla y económica de contener volúmenes importantes de elementos líquidos. La capacidad, en cuanto a volumen, del sistema para cultivo de algas y microalgas puede variar entre las decenas y los miles de litros lo cual le da al sistema la capacidad de ser utilizado tanto a nivel laboratorio como a escalas industriales.

En el interior del reactor se encuentra ubicado el denominado sistema rotor (8). En esta realización preferente, tal y como se refleja en la figura 2, este sistema rotor (8) se caracteriza por girar alrededor del eje de la envolvente (1), y estar conformado por un eje (5), dos radios inferiores (6) y dos radios superiores (7). El eje (5) y los radios (6,7) pueden estar fabricados de cualquier material plástico, metálico o cerámico que cumpla con las condiciones de resistencia físico-mecánica adecuadas para su función así como de resistencia a la corrosión frente a los agentes presentes en el medio de cultivo. El sistema rotor (8) soporta a su vez los dispositivos de iluminación (9), por ejemplo tubos fluorescentes, los cuales se dispondrán preferentemente paralelos al eje (5) y estarán unidos por su parte inferior a los radios inferiores (6) y por su parte superior a los radios superiores (7). Adicionalmente cada uno de los radios inferiores (6) del sistema rotor (5) incorporarán entradas de gas (9), por ejemplo CO₂, que permita incorporar al medio de cultivo la cantidad de gases necesaria para alimentar a las algas y microalgas y obtener de este modo rendimientos óptimos en el crecimiento de la masa biológica. A su vez, este sistema para la entrada de gases estará orientado, preferentemente, con la salida del gas en la dirección opuesta al giro del sistema rotor (8), al objeto de favorecer el movimiento de éste contribuyendo al impulso del giro y optimizando de este modo el consumo energético del sistema. En uno de los extremos del eje (5) se sitúa un mecanismo capaz de transmitir el giro (12) desde un motor al sistema rotor (8).

Por otro último, en esta realización preferente, un anillo inferior (13) une entre sí a los radios inferiores (6) y un anillo superior (14) une entre sí los radios superiores (7). Estos anillos permiten ubicar entre ellos dispositivos de iluminación adicionales (15) a los montados sobre los radios, tal y como aparece reflejado en la figura 5.

40

REIVINDICACIONES

1. Sistema para el cultivo de algas y microalgas que comprende:
 - Al menos una envolvente (1) unida por su parte inferior a un fondo (2) y por su parte superior a una cubierta (3) formando un reactor (4)
 - 5 • Al menos un sistema rotor (8) formado por al menos un eje (5) al que se unen perpendicularmente en su extremo superior al menos dos radios superiores (7A, 7B) y en su extremo inferior al menos dos radios inferiores (6A, 6B) disponiendo al menos dos dispositivos de iluminación (9A, 9B) fijados por su parte superior a uno de los al menos dos radios superiores (7A, 7B) y por su parte inferior a uno de los al menos dos radios inferiores (6A, 6B) y disponiendo de al menos dos entradas de gas (10A, 10B) instaladas en cada uno de los al menos dos radios inferiores (6A, 6B).

Estando el sistema rotor (8) emplazado en el interior del reactor (4) y girando en torno al eje de la envolvente (1).
- 15 2. Sistema para el cultivo de algas y microalgas según la reivindicación 1 caracterizado porque la al menos una cubierta (3) es móvil actuando como de tapa o apertura.
3. Sistema para el cultivo de algas y microalgas según cualesquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque al menos un anillo inferior (13) une a los al menos dos radios inferiores (6A, 6B) y al menos un anillo superior (14) une a los al menos dos radios superiores (7A, 7B) disponiéndose al menos un dispositivo de iluminación (15) entre el anillo inferior (13) y el anillo superior (14).
- 20 4. Sistema para el cultivo de algas y microalgas según cualesquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque dispone tres radios inferiores (6A, 6B, 6C) y tres radios superiores (7A, 7B, 7C) distribuidos de forma equidistante alrededor del eje (5).
- 25 5. Sistema para el cultivo de algas y microalgas según cualesquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque la al menos una envolvente (1) tiene al menos un dispositivo para la evacuación de gases (11) en su parte superior y próxima a su unión con la cubierta (3)
- 30 6. Sistema para el cultivo de algas y microalgas según cualesquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque cuenta con al menos un mecanismo de transmisión de giro (12) al al menos un eje (5)

35

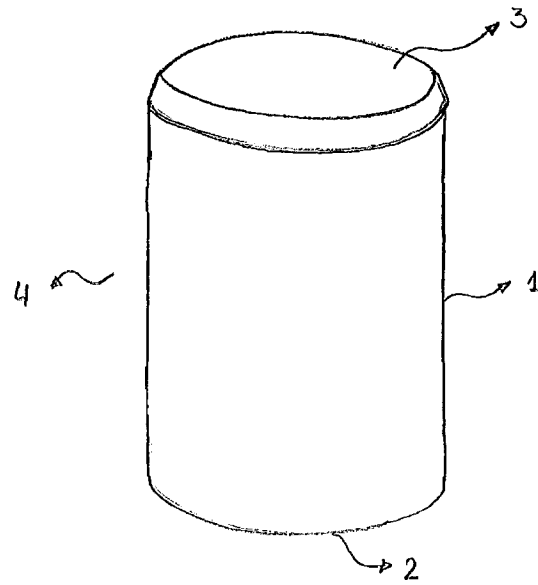


Figura 1

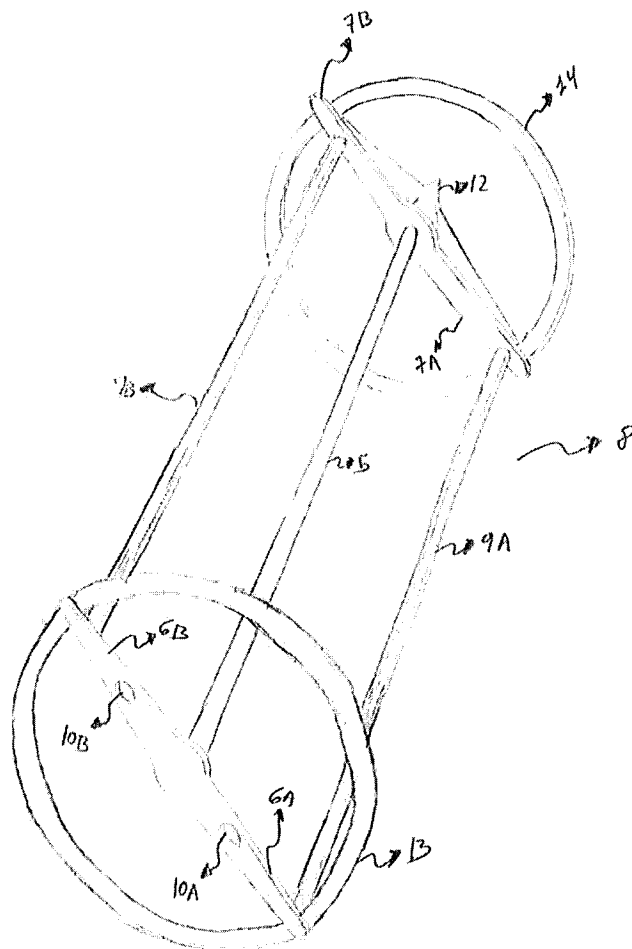


Figura 2

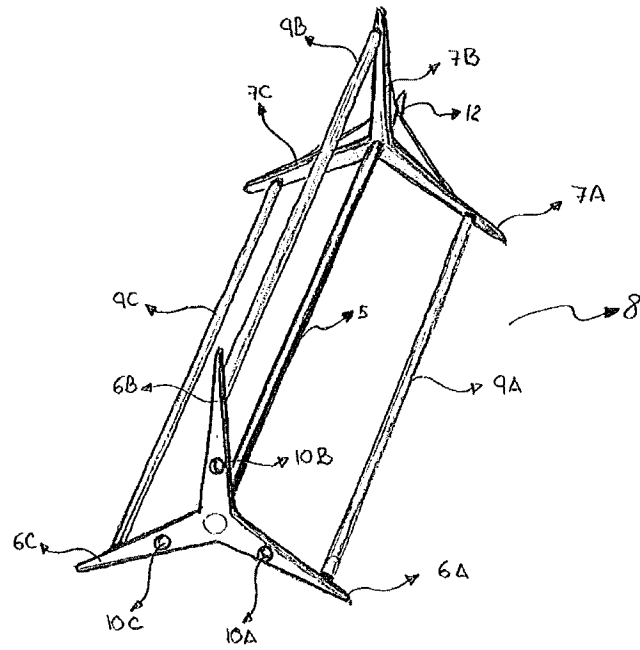


Figura 3

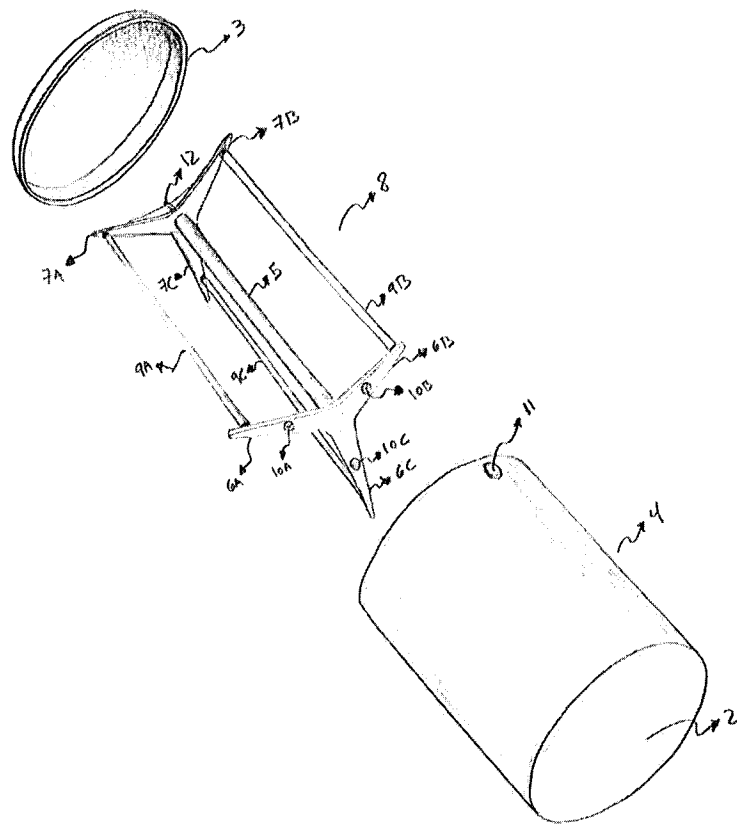


Figura 4

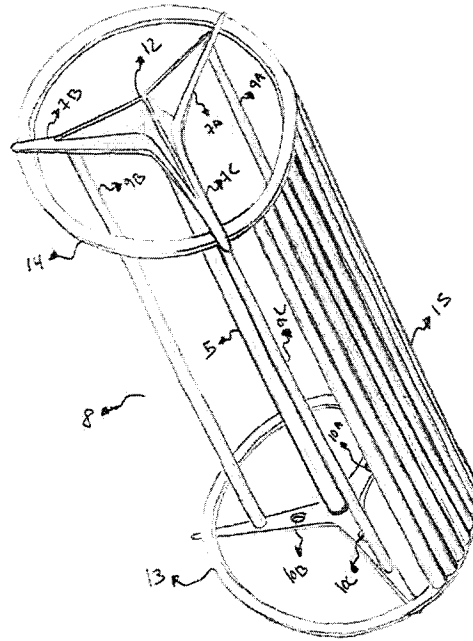


Figura 5