

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 604 129**

51 Int. Cl.:

C12M 1/00	(2006.01)
C12M 1/04	(2006.01)
C12M 1/24	(2006.01)
C12M 3/00	(2006.01)
C12N 1/00	(2006.01)
C12N 1/12	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.07.2010 PCT/NO2010/000266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2011 WO11031161**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.07.2010 E 10815674 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2475761**

54 Título: **Fotobiorreactor**

30 Prioridad:

09.09.2009 NO 20092980

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

03.03.2017

73 Titular/es:

**MICROA AS (100.0%)
Postboks 197
4098 Tananger, NO**

72 Inventor/es:

DAHLE, LARS, ANDREAS

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 604 129 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).

Fotobiorreactor

DESCRIPCIÓN

- 5 La invención se refiere a un fotobiorreactor para cultivar microorganismos fotosintéticos. Más en particular, la invención se refiere a un fotobiorreactor para organismos fotosintéticos, en el que el fotobiorreactor combina un gran volumen del reactor con una corta trayectoria de luz, que proporciona un gran rendimiento cuando se cultivan los microorganismos fotosintéticos.
- 10 Desde el punto de vista comercial, se cultivan diversas especies de microorganismos fotosintéticos o fototróficos, especialmente algas. Los microorganismos fotosintéticos comprenden diversas especies, por ejemplo, pero sin limitación, *Spirulina spp.*, *Chlorella spp.*, *Arthrospira spp.*, *Dunaliella spp.* y cianobacterias.
- 15 Las microalgas pueden utilizarse como un complemento alimenticio dado que contienen ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga, vitaminas y antioxidantes. También pueden utilizarse en la industria farmacéutica puesto que algunas especies contienen sustancias farmacéuticamente activas, tales como esteroides, sustancias antimicrobianas, sustancias antivirales sustancias para el tratamiento del cáncer.
- 20 Los microorganismos fotosintéticos también pueden utilizarse para la producción de energía. Gracias a la energía solar, las algas verdes y las cianobacterias pueden descomponer agua en hidrógeno y oxígeno. Las algas pueden utilizarse como fuente de biodiesel y son mucho más eficientes para este fin que las plantas de aceite tradicionales, por ejemplo, las palmas de aceite.
- 25 Los microorganismos fotosintéticos dependen de la luz como su fuente de energía, CO₂ disuelto en agua como su fuente de carbono, y sales nutrientes en agua como su fuente principalmente de nitrógeno, potasio, fósforo y azufre, y también microelementos, por ejemplo, hierro, calcio y magnesio.
- 30 Los microorganismos fotosintéticos pueden cultivarse en el interior gracias a la luz artificial, pero lo más habitual es que las algas se cultiven en el exterior al sol. La productividad, que se mide como biomasa por unidad de volumen, depende de la disponibilidad de luz y el régimen de luz, entre otras cosas. El régimen de luz se refiere a la relación de tiempo entre luz y oscuridad.
- 35 Hay un número de sistemas para cultivar microalgas. Un método de cultivo sencillo que tiene costes de inversión reducidos conlleva el uso de estanques poco profundos. Una desventaja de estos estanques es que los microorganismos en la superficie reciben mucha luz, mientras que las células situadas unos pocos centímetros más abajo en la columna de agua reciben menos luz. Cuando el cultivo se densifica, las células más abajo en la columna de agua recibirán muy poca luz. Por lo tanto, no crecerán. Esto puede solucionarse en cierta medida removiendo el agua, en tanto que la turbulencia permitirá que más células queden expuestas a la luz del sol.
- 40 Otros sistemas para cultivar microalgas comprenden sistemas de tuberías, formados bien a partir de tuberías rectas o de tuberías curvas, como se desvela en los documentos de patente ITF950093, WO 2008010737, GB 2118572 y US 3.955.317 y, por ejemplo, por Carozzi y Torzillo, 1996, (Productivity of Spirulina in a strongly curved outdoor tubular photobioreactor. Appl. Microbiol. Biotechnol., 45:18-23). Una desventaja de los sistemas de tuberías es que el volumen dentro del fotobiorreactor es relativamente pequeño en relación con la superficie o el área que necesita el sistema para su instalación, la denominada huella. El diámetro de la tubería debe mantenerse relativamente pequeño para que la luz alcance los microorganismos en la parte de la tubería situada más lejos de la fuente de luz. Otra desventaja es que el flujo en un sistema de tuberías es laminar. Esto puede solucionarse un poco mediante tuberías curvadas, en las que el flujo será más turbulento.
- 50 El documento de patente US 2008274494 desvela un fotobiorreactor fabricado de material polimérico un transparente y flexible, por ejemplo, polietileno. El fotobiorreactor está suspendido hacia abajo desde una rejilla en forma de bolsa larga, relativamente ancha y estrecha. Además, la bolsa está provista de deflectores de flujo interno con el fin de generar turbulencia cuando el medio de cultivo de algas fluye hacia abajo a través de la bolsa. Los deflectores de flujo interno también mantendrán juntas las paredes de la bolsa, por lo que la bolsa no rebosa cuando se llena de líquido. El propio documento de patente WO 2005121309 del solicitante desvela un fotobiorreactor en forma de bolsa plana suspendida con canales formados en la bolsa. El documento de patente US 5.534.417 desvela un fotobiorreactor que consiste en una serie tuberías suspendidas hacia abajo desde una rejilla.
- 55 El documento de patente US 5.981.271 desvela un aparato para cultivar algas en el exterior, en el que el reactor de algas es una cámara que se extiende con una caída de aproximadamente el 3 %. La profundidad de la cámara es de aproximadamente 5 cm.
- 60 El documento de patente WO 2004074423 desvela un fotobiorreactor que comprende una cámara de cultivo

delimitada por paredes de un material transparente, una estructura de cuadrícula adecuada para contener la cámara de cultivo y un armazón rígido que comprende una base y una serie de soportes verticales, adecuados para contener la cámara de cultivo y la estructura de cuadrícula.

5 En adelante, un fluido de cultivo implica un líquido compuesto de componentes seleccionados del grupo consistente en: agua dulce, agua salada, agua de mar, solución salina, bacterias, bacterias fototróficas, cianobacterias, algas eucariotas unicelulares, algas eucariotas multicelulares, dinoflagelados, euglenas, sales nutrientes, gases en forma disuelta, gases en forma no disuelta, minerales, microelementos, vitaminas, reguladores de acidez, queladores, surfactantes, antibióticos y espesantes.

10 El objeto de la invención es solucionar o reducir al menos una de las desventajas de la técnica anterior.

El objeto se consigue mediante las características desveladas en la siguiente descripción y en las reivindicaciones posteriores.

15 En un primer aspecto, la invención se refiere a un fotobiorreactor que comprende un receptáculo con una primera y segunda superficie lateral externa, en el que el receptáculo está formado de un material transparente, flexible e impermeable a fluido y en el que el receptáculo está dispuesto en una rejilla provista de elementos de soporte alargados sustancialmente verticales, dispuestos en al menos una fila horizontal, por lo que los elementos de soporte se sostienen, en forma alterna y de apoyo, contra la primera y segunda superficies laterales externas del
20 receptáculo. La ventaja del mismo es que cuando el receptáculo se llena con líquido de cultivo, se expandirá y será impulsado contra los elementos de soporte debido a la presión del líquido. Los elementos de soporte provocarán que el receptáculo, cuando esté en posición de uso, adopte una forma relativamente plana en la dirección vertical, y una forma alargada en la dirección horizontal. Haciendo esto, se consigue el objeto de la invención gracias a la formación de una trayectoria de luz relativamente corta entre la primera y segunda superficie lateral del receptáculo
25 al tiempo que se permite que el receptáculo contenga un volumen de líquido de cultivo relativamente grande.

El fotobiorreactor puede estar provisto de un bastidor que puede estar compuesto de al menos un elemento seleccionado del grupo consistente en un elemento de bastidor inferior, un elemento de bastidor superior, un elemento de bastidor lateral y un elemento de tensionado.

30 La distancia entre dos elementos de soporte consecutivos puede ser sustancialmente menor que la extensión vertical del receptáculo cuando está en posición de uso. Por ejemplo, la distancia puede ser 5 cm, alternativamente 10 cm, alternativamente 15 cm y más alternativamente 20 cm. Los elementos de soporte pueden disponerse en dos filas. En una realización, los elementos de soporte en una primera fila pueden compensarse horizontalmente en
35 relación con los elementos de soporte en una segunda fila.

En una realización, al menos uno de cada dos elementos de soporte puede asociarse de forma móvil con el bastidor en una dirección perpendicular a una línea central. En otra realización, al menos uno de cada dos elementos de soporte puede girar de forma excéntrica alrededor de un eje longitudinal vertical del elemento de soporte. Estas dos
40 realizaciones permiten que se ajuste la distancia entre la primera y la segunda superficie lateral del receptáculo.

Los elementos de soporte, en las partes de extremo inferiores de los mismos, pueden fijarse a un elemento de bastidor inferior. Además, los elementos de soporte, en las partes de extremo superiores de los mismos, pueden fijarse a un elemento de bastidor superior.

45 El receptáculo, en una primera parte de extremo y una segunda parte de extremo del mismo, puede estar provisto de un respectivo primer y segundo elemento de tensionado fijado a al menos un elemento de bastidor inferior de la rejilla.

50 El elemento de bastidor superior puede estar provisto de medios para colocar el receptáculo en la dirección vertical. El elemento de bastidor superior puede estar provisto de al menos dos mecanismos de suspensión, y cada mecanismo de suspensión puede estar compuesto de al menos dos unidades de transferencia de bolas con bolas, formando la parte libre de las bolas sustancialmente un hueco vertical. El receptáculo, junto con un borde superior del mismo cuando está en posición de uso, puede estar provisto de medios para colocar el receptáculo en la
55 dirección vertical. El receptáculo, junto con el borde superior del mismo cuando está en posición de uso, puede estar provisto de un espesador longitudinal. El espesador longitudinal puede estar compuesto de un alambre. La ventaja del mismo es que puede colocarse un receptáculo vacío en la rejilla en la posición vertical deseada a lo largo de toda la longitud del receptáculo antes de llenar el líquido de cultivo en el receptáculo.

60 En adelante, se describe un ejemplo de las realizaciones preferidas y se representa en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un fotobiorreactor en vista lateral;

- Las Figuras 2a-d muestran esquemáticamente un fotobiorreactor visto desde arriba a lo largo de la sección II- II de la Figura 1, en la que la colocación de los elementos de soporte se muestra en diferentes posiciones y con distintos diseños transversales;
- 5 las Figuras 3a-b muestran, a gran escala, una realización alternativa de elementos de soporte que tienen un montaje excéntrico al bastidor del fotobiorreactor;
- la Figura 4 muestra, a otra escala, una vista longitudinal simplificada de un fotobiorreactor con dispositivos de suspensión para un receptáculo; y
- 10 la Figura 5 muestra una vista transversal simplificada a lo largo de la sección V-V de la Figura 4 de un fotobiorreactor con dispositivos de suspensión para un receptáculo.

En los dibujos, el número de referencia 1 indica un fotobiorreactor. El fotobiorreactor 1 comprende un receptáculo 2 provisto de una primera superficie lateral externa 20 y una segunda superficie lateral externa 20'. El receptáculo 2 está formado de un material transparente, flexible e impermeable a fluido, por ejemplo, un material plástico. El

15 receptáculo 2 puede formarse como una salchicha, o puede formarse extendiendo una primera hoja de plástico sobre una segunda hoja de plástico y uniendo después las hojas de plástico en sus extremos laterales, por ejemplo, mediante soldadura. El ancho del receptáculo 2 puede adaptarse a su uso y puede ser, por ejemplo, 0,75 m, 1 m, 1,5 m, 2 m o más de 2 m. La longitud del receptáculo 2 se elige en relación con el volumen deseado del receptáculo 2 y, por encima de esto, no hay más limitaciones que limitaciones de naturaleza práctica. Por ejemplo, la longitud

20 puede ser 5 m, 10 m, 25 m, 50 m, 75 m, 100 m o más de 100 m.

El receptáculo 2 está dispuesto en una rejilla 3. La rejilla 3 está provista de elementos de soporte 32 alargados sustancialmente verticales, que se muestran dispuestos en dos filas en las Figuras, con la excepción de la Figura 2d. En una realización alternativa, los elementos de soporte 32 pueden estar dispuestos en una fila, como se muestra en

25 la Figura 2d. Los elementos de soporte 32, en partes inferiores 320 de los mismos, están fijados a un elemento de bastidor inferior 34 y, en partes superiores 322 de los mismos, están fijados a un elemento de bastidor superior 36. El elemento de bastidor inferior 34 y el elemento de bastidor superior 36 están provistos de medios (que no se muestran) para el soporte lateral, y medios (que no se muestran) para fijar el elemento de bastidor superior 36 a las partes superiores 322 de los elementos de soporte. El elemento de bastidor inferior 34 puede descansar sobre un

30 terreno, por ejemplo, un suelo o un campo. En una realización alternativa, el elemento de bastidor inferior 34 puede estar compuesto de orificios en un suelo u orificios en el terreno.

El receptáculo 2, en una primera parte de extremo 22 del mismo, está provisto de un elemento de tensionado 38 y, en una segunda parte de extremo 24 del mismo, está provisto de un correspondiente elemento de tensionado 38. El

35 receptáculo 2, en las partes de extremo 22,24 del mismo, puede fijarse al elemento de tensionado 38 colocando el receptáculo 2 alrededor del elemento de tensionado 38, como se muestra en las Figuras 2a-d, y sujetándose al receptáculo 2, de forma solapada, mediante una costura soldada 26.

La distancia horizontal entre las superficies laterales externas 20, 20' del receptáculo 2 depende de dos factores: la

40 distancia horizontal entre dos elementos de soporte 32 consecutivos; y la distancia entre los lados del elemento de soporte 32, que se sostienen, en forma de apoyo, contra el receptáculo 2, y la línea central 4 del fotobiorreactor 1, como se representa en las Figuras 2 a-d. Ventajosamente, pruebas prácticas han demostrado que la distancia horizontal entre dos elementos de soporte 32 consecutivos puede ser de entre 5 y 20 cm, no limitándose no obstante

45 a la misma.

El elemento de soporte 32 puede formarse con un corte transversal oblongo, como se muestra en las Figuras 2a-c, o con un corte transversal circular, como se muestra en las Figuras 2d y 3 a-b. Ventajosamente, el corte transversal del elemento de soporte 32 puede ser redondeado en el lado que se sostiene, en forma de apoyo, contra el

50 receptáculo 2. Los elementos de soporte 32 formados con un corte transversal oblongo y que tienen el eje más largo del corte transversal situado perpendicular a la línea central 4 del fotobiorreactor 1, como se muestra en las Figuras 2a-c, mostrarán una considerable rigidez a la flexión cuando el receptáculo 2 se llena con líquido de cultivo 5.

Los elementos de soporte 32 pueden disponerse en una o dos filas, como se muestra en las Figuras 2 a-d y 3 a-b. Las dos filas pueden ser sustancialmente paralelas. Cuando los elementos de soporte 32 se disponen en dos filas, los

55 lados de los elementos de soporte 32 que se sostienen, en forma de apoyo, contra el receptáculo 2 pueden colocarse sustancialmente sobre la línea central 4, como se muestra en la Figura 2b. En una realización alternativa, que se muestra en la Figura 2a, los lados de los elementos de soporte 32 que se sostienen, en forma de apoyo, contra el receptáculo 2 se han movido fuera de la línea central 4. En otra realización alternativa, que se muestra en la Figura 2c, los lados de los elementos de soporte 32 que se sostienen, en forma de apoyo, contra el receptáculo 2

60 se han movido dentro de la línea central 4.

En una realización alternativa, los elementos de soporte 32 pueden disponerse de forma móvil en una dirección perpendicular a la línea central 4. En una primera posición, los elementos de soporte 32 pueden haberse movido para adoptar una posición como se muestra en la Figura 2a. En una segunda posición, los elementos de soporte 32

pueden haberse movido para adoptar una posición como se muestra en la Figura 2b; en una tercera posición, los elementos de soporte 32 pueden haberse movido para adoptar una posición como se muestra en la Figura 2c; y en una cuarta posición, los elementos de soporte 32 pueden haberse movido para adoptar una posición correspondiente a la posición mostrada en la Figura 2d. Los elementos de soporte 32 también pueden haberse movido a posiciones situadas entre estas posiciones indicadas. Es evidente que dichas disposiciones de los elementos de soporte 32 pueden conseguirse gracias a que uno de cada dos elementos de soporte 32 se dispone de forma fija en la rejilla 3, y gracias a que los elementos de soporte 32 complementarios pueden moverse en una dirección perpendicular a la línea central 4. En el contexto de dicha disposición, la línea central 4 se moverá junto al movimiento de los elementos de soporte 32 complementarios.

En otra realización alternativa, como se muestra en las Figuras 3a y 3b, los elementos de soporte 32 pueden sostenerse de forma excéntrica alrededor de un eje 39 en el elemento de bastidor inferior 34, y a una abrazadera de montaje 70 fijada al elemento de bastidor superior 36. Los elementos de soporte 32 se hacen girar en la posición deseada utilizando medios conocidos *per se*, que pueden comprender la abrazadera de montaje 70, una varilla 72 de ajuste provista de un dentado 74 y una rueda 76 dentada. La rueda 76 dentada puede conectarse al elemento de soporte 32 mediante un vástago (que no se muestra) que se extiende desde la parte de extremo 322 del elemento de soporte 32 (véase la Figura 1) a lo largo de la extensión del eje 39 longitudinal excéntrico del elemento de soporte 32 mediante un rebaje (que no se muestra) en la abrazadera de montaje 70 sobre el centro de la rueda 76 dentada. La Figura 3a muestra los elementos de soporte 32 girados, por medio de las varillas de ajuste 72, en una posición en la que una parte de los elementos de soporte 32 se encuentran dentro de la línea central 4. La Figura 3b muestra los elementos de soporte 32 girados en una posición en la que los elementos de soporte 32 se orientan lejos de la línea central 4. Un receptáculo 2, que se coloca en el fotobiorreactor 1, como se muestra en la Figura 3a, adoptará una forma que se aproxima a la forma mostrada en la Figura 2c, mientras que un receptáculo 2, que se coloca en el fotobiorreactor 1, como se muestra en la Figura 3b, adoptará una forma que se aproxima a la forma mostrada en la Figura 2a. El experto en la materia sabrá que los elementos de soporte 32 pueden tener un corte transversal diferente a un corte transversal circular. Por ejemplo, el corte transversal puede tener forma de leva. Además, es evidente que uno de cada dos elementos de soporte 32 puede hacerse girar alrededor de un eje 39, mientras que los elementos de soporte 32 complementarios son fijos. También es evidente para la característica de los elementos de soporte 32 giratorios que se combinen con elementos de soporte 32 complementarios que pueden moverse en una dirección perpendicular a la línea central 4. Los elementos de soporte 32 giratorios también pueden disponerse para poder moverse de forma perpendicular a la línea central 4.

En una realización alternativa, los elementos de soporte 32 pueden sujetarse de forma liberable al elemento de bastidor inferior 34 y al elemento de bastidor superior 36. Esto es ventajoso cuando se coloca el receptáculo 2 en la rejilla 3. Antes de la colocación del receptáculo 2, todos los elementos de soporte 32 se sacan del elemento de bastidor inferior 34 y el elemento de bastidor superior 36 mediante rebajes que se extienden a través del elemento de bastidor superior 36 (que no se muestra). El elemento de tensionado 38 de la primera parte de extremo 22 del receptáculo 2 se fija a la rejilla 3. El receptáculo 2 se introduce entre el elemento de bastidor inferior 34 y elemento de bastidor superior 36. Los elementos de soporte 32 se colocan consecutivamente insertándolos a través de los rebajes en el elemento de bastidor superior 36 y hacia abajo en rebajes complementarios en el elemento de bastidor inferior (que no se muestra), y de tal forma que los elementos de soporte 32 se sostienen, en forma alterna y de apoyo, contra la primera y segunda superficies laterales externas 20, 20' del receptáculo 2. Por último, la segunda parte de extremo 24 del receptáculo 2 se fija a la rejilla 3 por medio del elemento de tensionado 38.

En una realización alternativa, los elementos de soporte 32 pueden ser soportados, de forma céntricamente giratoria (que no se muestra), al elemento de bastidor inferior 34 y al elemento de bastidor superior 36. La primera parte de extremo 22 del receptáculo 2 se pasa entre los elementos de soporte 32 para permitir que los elementos de soporte 32 se sostengan, en forma alterna y de apoyo, contra la primera y segunda superficies laterales 20, 22' del receptáculo. Esto proporciona la ventaja de permitir que el receptáculo 2 atraviese la rejilla 3 sin experimentar una fricción sustancial de los elementos de soporte cuando se forma una cualquiera de las filas o se tiene una parte colocada dentro de la línea central 4.

En otra realización alternativa, la sujeción del elemento de soporte 32 al elemento de bastidor inferior 34 es suficientemente fuerte para volver superfluo el elemento de bastidor superior 36. El receptáculo 2 se traslada entre los elementos de soporte 32 y es sostenido firmemente por los elementos de tensionado 38, que se sujetan al elemento de bastidor inferior 34, y se fija a la parte superior de los elementos de tensionado 38 utilizando, por ejemplo, una cuerda (que no se muestra).

Cuando el receptáculo 2 se llena con líquido de cultivo 5, el líquido de cultivo 5 ejercerá una presión contra las superficies laterales 20, 20' del receptáculo 2. Esta presión generará una contrapresión correspondiente, desde los elementos de soporte 32, dirigida hacia las superficies laterales externas 20, 20' del receptáculo. La fricción entre los elementos de soporte 32 y las superficies laterales 20, 20' del receptáculo 2 provoca que el receptáculo 2 mantenga su posición vertical y no se hunda a lo largo de los elementos de soporte 32. La posición vertical también se mantendrá llenando el receptáculo con un gas, por ejemplo aire, y llenando después el receptáculo con fluido de

5 cultivo 5. Antes de llenar el receptáculo 2 con gas o fluido de cultivo 5, debe colocarse en la posición vertical deseada entre los elementos de soporte 32 y mantenerse en esta posición. En una realización, esto puede hacerse como se muestra en las Figuras 4 y 5. El receptáculo 2 está provisto de un alambre 25 o algún otro espesador en el borde longitudinal del receptáculo 2, cuyo borde está colocado en la parte más alta cuando el receptáculo 2 se encuentra en su posición de uso. La rejilla 3 está provista de un mecanismo de suspensión 6 a intervalos adecuados. El mecanismo de suspensión 6 está compuesto de un alojamiento 62 fijado al elemento de bastidor superior 36 de una manera conocida *per se*, y a lo largo de la línea central 4. El alojamiento 62 está provisto de al menos dos denominadas unidades de transferencia de bolas 64 con bolas 66 de un tipo conocido *per se*, con las partes libres de las bolas 66 enfrentándose entre sí y formando generalmente un hueco vertical 68 que se extiende sustancialmente a lo largo de la línea central 4. El hueco vertical 68 es suficientemente ancho para que el receptáculo 2 atraviese el alojamiento 62 y pase entre las partes de extremo libres de las bolas 66, siendo no obstante suficientemente estrecho para que el alambre 25 descansa sobre las bolas 66 sin permitir que descienda verticalmente a través del hueco 68. El resultado de hacerlo es que el receptáculo 2 puede moverse fácilmente a lo largo de la línea central 4 del fotobiorreactor 1 y mantenerse en una posición de uso vertical hasta haber llenado el receptáculo 2 con líquido de cultivo 5. En una realización alternativa, el elemento de bastidor superior 36, en la parte inferior del mismo, está provisto de un carril guía (que no se muestra). Ejemplos de dichos carriles guía son rieles o carriles conocidos de barcos de vela, cuyo carril se sujeta al mástil para facilitar el izado y arriado de velas. En esta realización, el receptáculo 2, en el borde superior del mismo, está provisto de intervalos adecuados que tienen guías que encajan de forma complementaria en el perfil del carril (que no se muestra).

20 Visto desde arriba, el fotobiorreactor 1 puede tener diferentes formas. Puede formar una línea generalmente recta, puede ser curvada, o el fotobiorreactor 1 puede tener una forma de U general (que no se muestra), lo que provoca que la primera parte de extremo 22 y la segunda parte de extremo 24 del fotobiorreactor 1 se encuentren próximas entre sí. Esto presenta ventajas durante el funcionamiento del fotobiorreactor 1 debido al hecho de que conexiones necesarias, tales como líneas para el llenado de líquido y el vaciado de líquido, líneas para el suministro de aire y/o gas CO₂, líneas para el vaciado de gas, y líneas para la cosecha desde el fotobiorreactor 1, se conectan ventajosamente a las partes de extremo 22 y 24 del fotobiorreactor 1. Dichas líneas para el funcionamiento del fotobiorreactor 1, y la manera en que deben conectarse al fotobiorreactor 1, son conocidas para el experto en la materia y no se describen en detalle en este documento. Además, no se muestran en los dibujos. Aproximar las partes de extremo 22, 24 del fotobiorreactor 1 permite que el equipo para el funcionamiento del fotobiorreactor 1 se concentre dentro de un centro operativo (que no se muestra). Diversos fotobiorreactores 1 pueden conectarse al mismo centro operativo.

35 En un fotobiorreactor 1 de este tipo, es fundamental que haya especialmente un suministro de gas que contenga CO₂ a lo largo de toda la longitud del fotobiorreactor 1. Por lo tanto, el receptáculo 2 está provisto de un tubo flexible perforado en la parte inferior del mismo. Este tubo flexible puede ser de un tipo conocido *per se*, por ejemplo, un tubo flexible difusor (que no se muestra). El tubo flexible difusor puede estar dispuesto entre dos capas de hoja de plástico antes de soldarse a lo largo de sus bordes longitudinales a un receptáculo 2, como se ha descrito anteriormente. En los casos en que el receptáculo 2 se forma como una tubería, el tubo flexible difusor puede moverse a través del receptáculo de diversas formas. Por ejemplo, una pieza de metal fabricada de hierro puede sujetarse de forma liberable a la parte de extremo del tubo flexible difusor. Moviendo un imán potente en la parte exterior del receptáculo 2, el tubo flexible difusor puede moverse a través del receptáculo 2. En consecuencia, un imán potente puede sujetarse de forma liberable al tubo flexible difusor, y una pieza fabricada de hierro puede moverse en la parte exterior del receptáculo 2. Tras el uso de receptáculos 2 particularmente largos, el tubo flexible difusor será demasiado pesado para permitir que se utilicen dichos métodos. Un método alternativo puede ser sujetar una pieza de metal o un imán a una parte de extremo de una línea fina y mover la línea a través del receptáculo 2, después de lo cual la línea se sujeta de forma liberable al tubo flexible difusor y el tubo flexible difusor se saca a través del receptáculo 2 por medio de la línea.

50 El tubo flexible difusor puede estar formado de un material pesado, con el fin de evitar que el tubo flexible difusor flote en el líquido de cultivo 5. En una realización alternativa, el tubo flexible difusor puede estar provisto de pesas para resistir la flotabilidad. En otra realización más, el tubo flexible difusor puede fijarse al receptáculo 2.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un fotobiorreactor (1) que comprende un receptáculo (2) con una primera y segunda superficie lateral externa (20, 20'), en el que el receptáculo (2) está formado de un material transparente, flexible e impermeable a fluido, **caracterizado por que** el receptáculo (2) está dispuesto en una rejilla (3) provista de elementos de soporte (32) alargados sustancialmente verticales dispuestos en al menos una fila horizontal, por lo que los elementos de soporte (32) se sostienen, en forma alterna y de apoyo, contra la primera y segunda superficies laterales externas (20, 20') del receptáculo (2).
- 10 2. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el fotobiorreactor (1) está provisto de un bastidor (3) compuesto de al menos un elemento seleccionado del grupo consistente en un elemento de bastidor inferior (34), un elemento de bastidor superior (36), un elemento de bastidor lateral y un elemento de tensionado (38).
- 15 3. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** la distancia entre dos elementos de soporte (32) consecutivos es sustancialmente menor que la extensión vertical del receptáculo (2) cuando está en posición de uso.
- 20 4. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los elementos de soporte (32) están dispuestos en dos filas.
- 25 5. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** los elementos de soporte (32) en una primera fila se compensan horizontalmente en relación con los elementos de soporte (32) en una segunda fila.
- 30 6. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos uno de cada dos elementos de soporte (32) está asociado de forma móvil con el bastidor (3) en una dirección perpendicular a una línea central (4).
- 35 7. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** al menos uno de cada dos elementos de soporte (32) puede girar de forma excéntrica alrededor de un eje longitudinal vertical (39) del elemento de soporte (32).
- 40 8. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los elementos de soporte (32), en las partes de extremo inferiores (320) del mismo, se fijan a un elemento de bastidor inferior (34).
- 45 9. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** los elementos de soporte (32), en las partes de extremo superiores (322) del mismo, se fijan a un elemento de bastidor superior (36).
- 50 10. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el receptáculo (2), en una primera parte de extremo (22) y una segunda parte de extremo (24) del mismo, está provisto de un respectivo primer y segundo elemento de tensionado (38) fijado a al menos un elemento de bastidor inferior (34) de la rejilla (3).
- 55 11. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** un elemento de bastidor superior (36) está provisto de medios para colocar el receptáculo (2) en la dirección vertical.
- 60 12. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** el elemento de bastidor superior (36) está provisto de al menos dos mecanismos de suspensión (6), y cada mecanismo de suspensión (6) está compuesto de al menos dos unidades de transferencia de bolas (64) con bolas (66), formando la parte libre de las bolas (66) sustancialmente un hueco vertical (68).
13. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el receptáculo (2), a lo largo de un borde superior del mismo cuando está en posición de uso, está provisto de medios para colocar el receptáculo (2) en la dirección vertical.
14. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** el receptáculo (2), a lo largo de un borde superior del mismo cuando está en posición de uso, está provisto de un espesador longitudinal.
15. El fotobiorreactor de acuerdo con la reivindicación 14, **caracterizado por que** el espesador longitudinal está compuesto de un alambre (25).

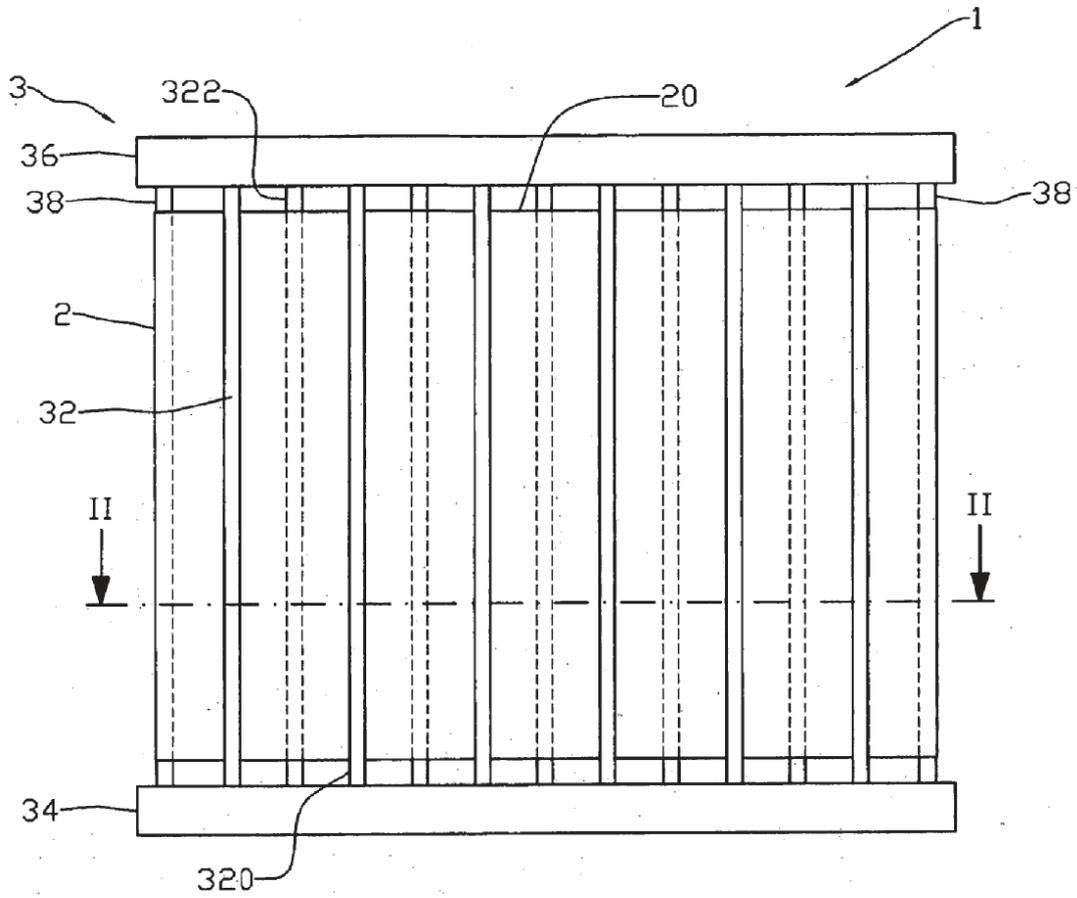


Fig. 1

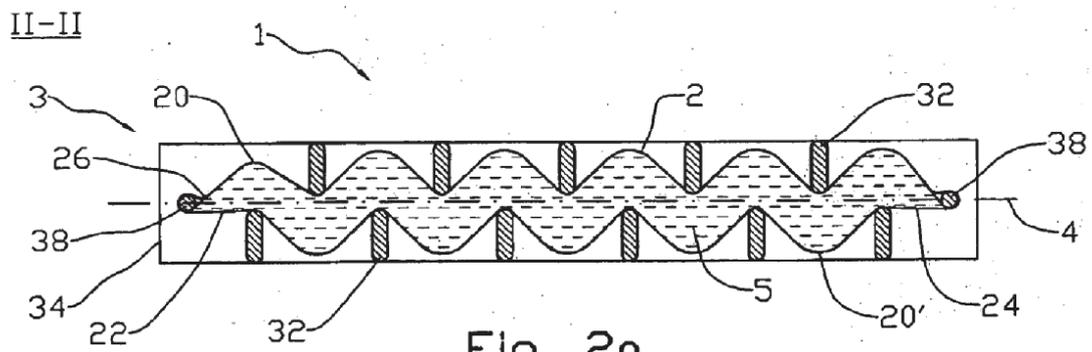
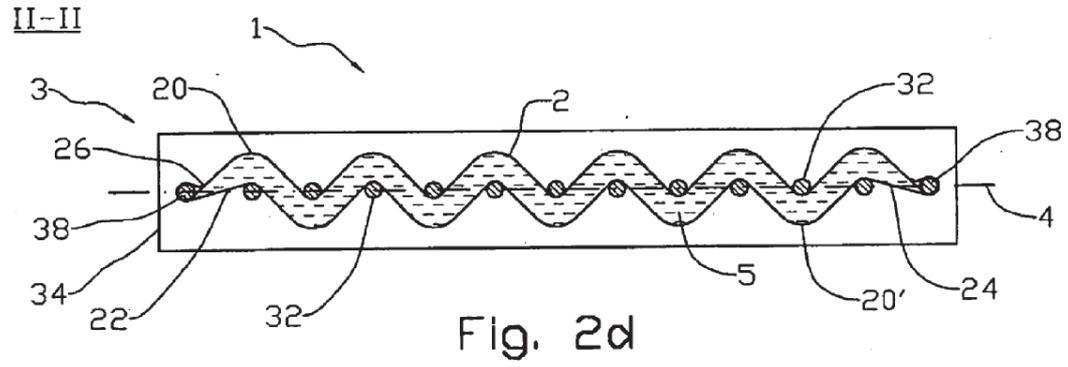
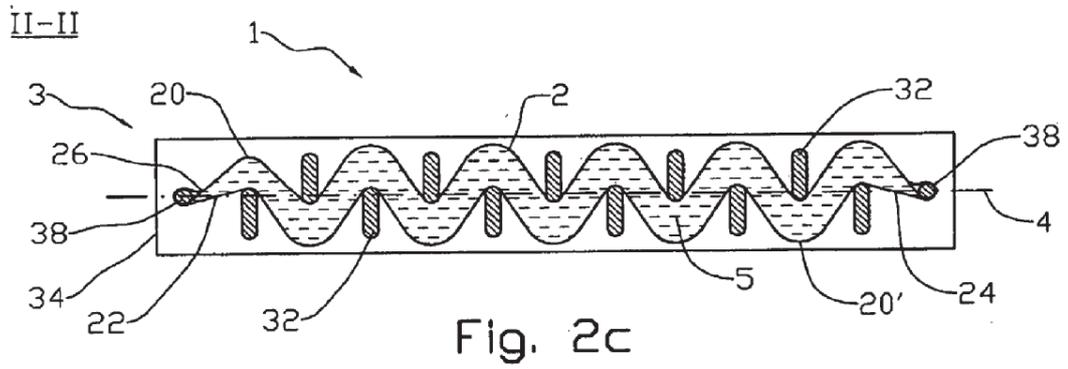
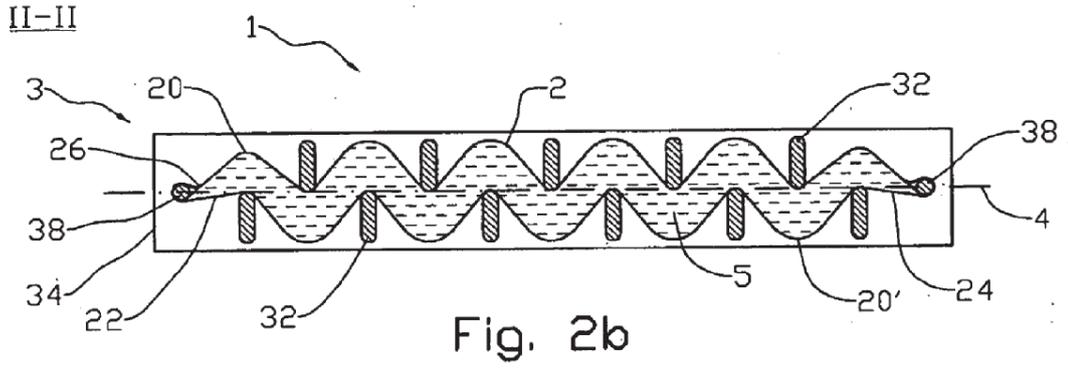


Fig. 2a



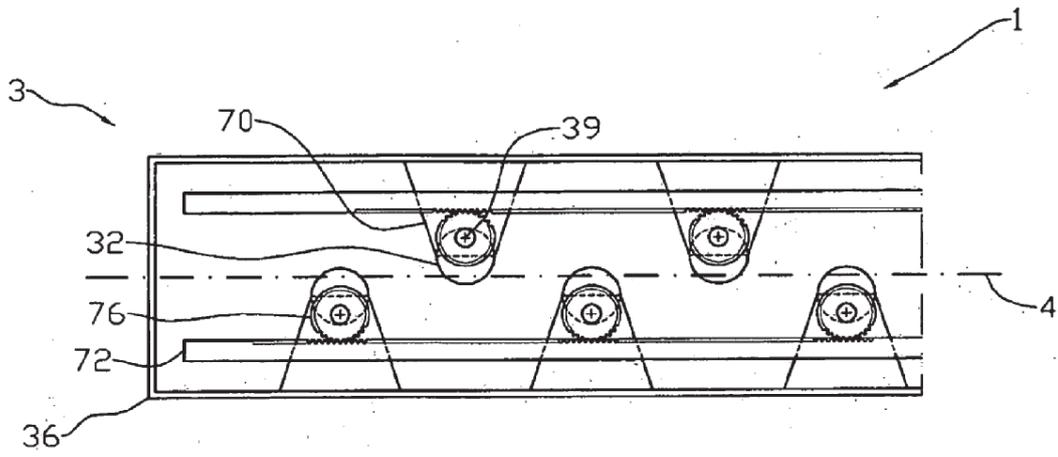


Fig. 3a

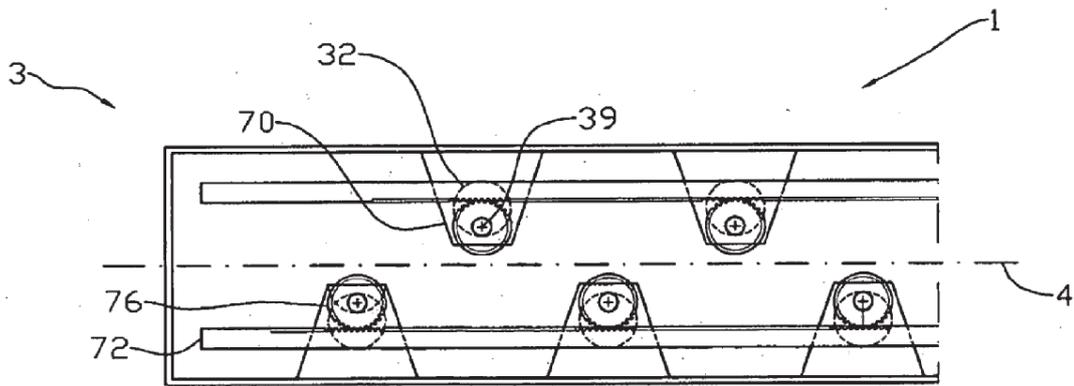


Fig. 3b

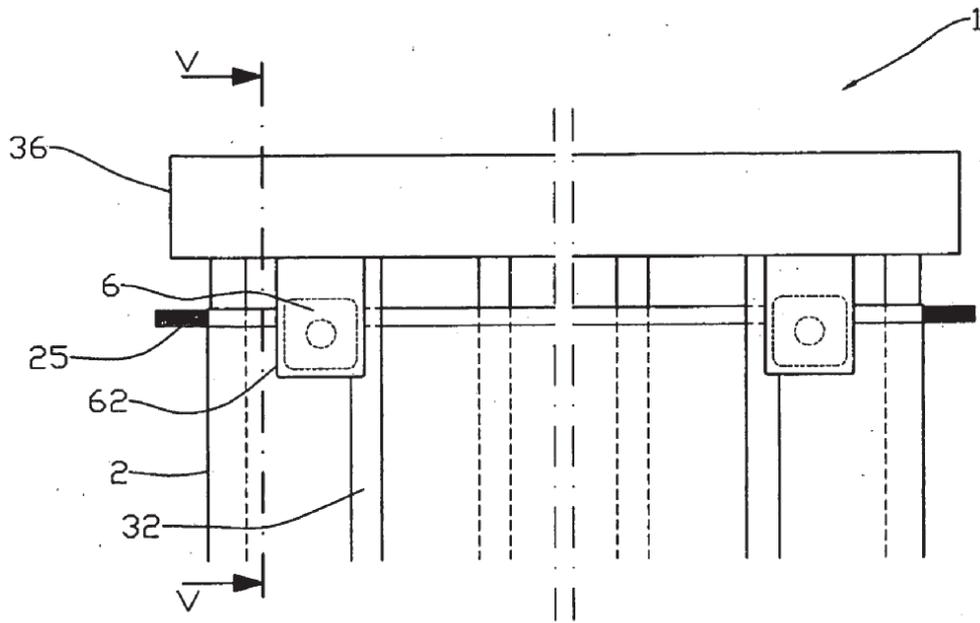


Fig. 4

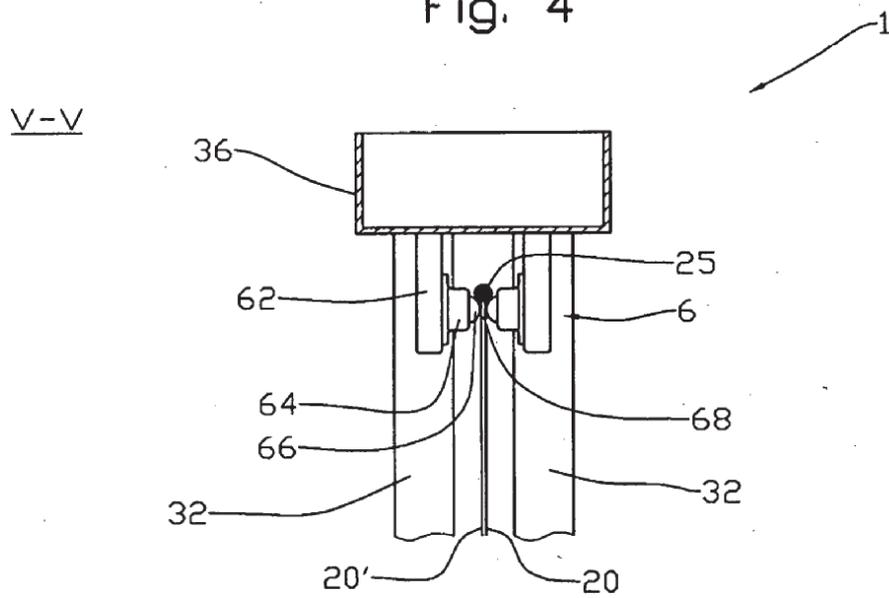


Fig. 5