

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 160 833**

21 Número de solicitud: 201630789

51 Int. Cl.:

C12M 1/42 (2006.01)

C02F 3/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

17.06.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.07.2016

71 Solicitantes:

VIVEROS Y REPOBLACIONES LA MANCHA, S.L.
(100.0%)
C/ Pedro Martínez Gutiérrez, 5 Entreplanta
02004 Albacete ES

72 Inventor/es:

FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, Jesús

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas**

ES 1 160 833 U

DESCRIPCIÓN

Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un componente utilizable para la depuración de aguas
5 residuales, en concreto aplicable a los biorreactores de biopelícula, del tipo CBR
(contactores biológicos rotativos), que permite emplear varios tipos de soportes para
formación del biofilm en un mismo biorreactor, pudiendo compartimentar los soportes en
diferentes contenedores rotatorios que giran alrededor de un eje. La compartimentación de
10 los soportes asegura para todos ellos las fases de inmersión en el agua a depurar y la
aireación subsiguiente en cada rotación del contenedor, y la forma del contenedor asegura
un cambio rápido del ambiente que rodea las biopelículas de los soportes, tanto en la fase
de inmersión en el agua residual como en la fase de aireación.

Antecedentes de la invención

Los biorreactores con soportes para el desarrollo de biopelículas microbianas (lechos
15 bacterianos) se están imponiendo en el tratamiento de las aguas residuales, sustituyendo a
otros procesos más clásicos como el tradicional de los fangos activos, sobre todo para
instalaciones de pequeño y mediano tamaño. En este tipo de biorreactores las biopelículas,
formadas por poblaciones de microorganismos, principalmente bacterias, están adheridas a
soportes que, mediante un movimiento rotatorio alrededor de un eje, son sucesivamente
20 sumergidas en el líquido a depurar donde se cargan de materias a oxidar y seguidamente
son expuestas al aire, donde toman el oxígeno necesario para oxidar dichas materias.

Según la disposición del lecho bacteriano en el biorreactor cabe distinguir los “biorreactores
de lecho fijo” en los que el soporte del biofilm forma parte de la estructura del fotobiorreactor,
o los biorreactores de lecho móvil, en los que el biofilm se adhiere a soportes que se
25 mueven libremente en el medio acuoso adheridos a pequeños soportes, generalmente de
material plástico, que tienen una gran superficie específica (del orden de centenares de
metros cuadrados por metro cúbico de material).

En el campo de la depuración de aguas residuales, los denominados “biodiscos”, comprenden un conjunto de superficies planas, normalmente con forma de disco, que giran semi-sumergidas en el agua residual, pasando las superficies de los discos por situaciones alternativas de contacto con el aire y el agua residual, lo que hace que se desarrollen microorganismos sobre dichas superficies formando una película que se conoce con el nombre de “biofilm”. Este tipo de sistemas están diseñados para la eliminación de la materia orgánica por medio de microorganismos heterótrofos (bacterias y hongos principalmente) y para la desnitrificación que se realiza por bacterias específicas a partir de nitratos y materia orgánica, en condiciones anaerobias. El crecimiento en espesor del biofilm sobre la superficie de los discos hace que ni los nutrientes ni el oxígeno lleguen a las capas internas, lo que produce, al cabo de un cierto tiempo, la muerte de los microorganismos de estas capas y provoca el desprendimiento de todo el biofilm que sedimenta en el fondo y comienza de nuevo a producirse otro biofilm sobre la superficie despejada. Los biodiscos pertenecen al grupo de biorreactores denominados de “lecho fijo” ya que aunque el biofilm se mueve con el disco, permanece fijo a dicha estructura del biorreactor.

Otro tipo de contactores biológicos rotativos son los biocilindros que son biorreactores alargados de lecho móvil, consistentes en envolventes cilíndricas perforadas, de relación longitud/diámetro mayor que la unidad, que giran alrededor de un eje longitudinal y que contienen en su interior soportes móviles de biofilm que llenan parcialmente el espacio disponible y se mueven en el líquido con el movimiento rotatorio del cilindro. Estos soportes pueden ser piezas de material plástico de gran relación superficie/volumen, elementos de componente mineral (zeolitas, por ejemplo) o incluso carbón vegetal. El eje de giro suele estar por encima de la superficie del agua y al girar hace que los soportes de su interior estén sumergidos y en contacto con el aire de forma secuencial. Para facilitar esta situación alternativa de sumergido y aireado, en el interior de los cilindros suele haber dispositivos en forma de paletas o cucharas que recogen los soportes del medio acuoso y los sacan del agua para producir su aireación en la parte superior interna del biocilindro. La ventaja de este sistema frente a los biodiscos radica en la gran superficie de soporte de biofilm que puede contener respecto a los biodiscos de igual diámetro que los biocilindros; sin embargo, presentan el inconveniente de no garantizar al completo la oxigenación de todos los soportes en cada vuelta, ya que algunos de ellos pueden permanecer sumergidos en el medio líquido durante el tiempo completo que dura una o varias vueltas del biocilindro. Además, dado que la longitud del cilindro suele ser mayor que el diámetro, la aireación se

produce principalmente a través de la envolvente perforada del cilindro y de los dos extremos laterales, lo que proporciona una relativamente escasa superficie de intercambio en relación al volumen de soportes contenidos en el interior del cilindro.

Sumario de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un dispositivo utilizable como contactor biológico rotativo que aúna las ventajas de los biodiscos, que aseguran que en cada vuelta completa cada parte de la superficie sumergida pasa por las fases de inmersión y aireación, y la gran ventaja de los biocilindros que proporciona una mayor superficie de contacto para la formación del biofilm a igualdad de diámetro y longitud de ambos sistemas.
- 10 La invención consiste en un contenedor rotatorio de soportes de biopelículas, de aplicación en biorreactores para tratamiento de aguas residuales, que comprende en su interior soportes para la formación de biofilm microbiano y presenta una forma cilíndrica de paredes perforadas o formadas por malla, estando la forma cilíndrica cubierta con una tapa perforada o formada por malla, en el que la relación entre la altura y el diámetro de la forma cilíndrica
- 15 es inferior a 0,2.

Las formas cilíndricas pueden ser de una sola pieza, o compuestas por varias porciones.

Los soportes para la formación del biofilm deben presentar una gran superficie específica por unidad de volumen y pueden ser de material sintético (PVC por ejemplo), de material mineral, incluido el cerámico, o de origen vegetal, incluido el carbón vegetal

- 20 La invención también se refiere a un conjunto de contenedores rotatorios de soportes de biopelículas, que comprende varios contenedores rotatorios de los referidos anteriormente, en el que los contenedores rotatorios se encuentran agrupados en un eje horizontal con una separación entre ellos superior a 1cm para favorecer el intercambio de agua y gas entre el interior y el exterior de los contenedores.
- 25 La invención también se refiere a un conjunto de contenedores rotatorios de soportes de biopelículas, que comprende varios contenedores rotatorios de los referidos anteriormente, que comprende al menos dos conjuntos de contenedores rotatorios con sus ejes

horizontales unidos por sus extremos, originando así un conjunto lineal de contenedores rotatorios que giran simultáneamente.

Otras realizaciones ventajosas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes.

5 **Breve descripción de las figuras**

A continuación se describirán realizaciones ilustrativas, y en ningún sentido limitativas, del objeto de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 muestra una unidad de contenedor compuesto.

10 La figura 2 muestra una estructura del chasis que agrupa las unidades de contenedores de soportes de biofilm para formar un contenedor compuesto en forma de tambor aplanado.

La figura 3A muestra la vista lateral de un acoplamiento de cuatro contenedores para formar un contenedor compuesto.

15 La figura 3B muestra la vista frontal de un contenedor compuesto formado por acoplamiento de cuatro unidades.

La figura 3C muestra una vista interior por la sección A-B de la figura 3B.

La figura 4 muestra una unidad de contenedor cilíndrico de una pieza.

La figura 5 muestra un esquema de la disposición de varios contenedores agrupados en un eje de arrastre horizontal.

20 **Descripción detallada de la invención**

Figura 1: Unidad de contenedor compuesto mostrando el interior vacío (1), relleno de soportes (3) y la tapa (2) que cierra la parte superior. La tapa (2) debe quedar fija al resto del

contenedor, para lo que se pueden utilizar tornillos (4), pasadores o cualquier otro medio de fijación que impida que la tapa (2) se desprenda durante el funcionamiento. Las paredes de la unidad de contenedor y de la tapa (2) deben estar hechas de chapa perforada, de malla de plástico o de malla metálica inoxidable o con tratamiento antioxidante.

5 Figura 2: Estructura del chasis que agrupa las unidades de contenedores de soportes de biofilm para formar un contenedor compuesto en forma de tambor aplanado. Sobre un tubo cuadrado (5), se sueldan los brazos (6) que van a soportar las unidades del contenedor compuesto. En estos brazos hay unas pestañas (7) que sirven de guía y sujeción de los contenedores. Por el interior de dicho tubo cuadrado (5) pasa el eje de arrastre
10 (normalmente de sección cuadrada) que mueve al conjunto de los contenedores en movimiento rotatorio.

Figuras 3A, 3B y 3C: Acoplamiento de cuatro contenedores en torno a un tubo cuadrado horizontal (5) del que salen, a modo de radios, estructuras lineales (6) que llevan unas pestañas (7) para servir de guía y sujeción de los contenedores. En el extremo de estas
15 estructuras lineales se instalan unas pestañas o pasadores (8) que impiden que se separen los contenedores del eje. Se presenta una vista frontal, otra lateral y una vista de la sección (A-B) por un plano que incluye al eje y a dos de las estructuras lineales (6) opuestas.

Figura 4: Unidad de contenedor cilíndrico de una pieza mostrando la tapa (9) y las variantes de interior libre (10) e interior tabicado (11). Atravesando el contenedor debe haber un tubo hueco, normalmente cuadrado (12), por cuyo interior pasará el eje de arrastre del sistema. Tanto la tapa (9) como la envolvente del cilindro y el fondo, deben estar hechas de chapa perforada, de malla plástica o de malla metálica inoxidable o con tratamiento antioxidante. La tapa (9) debe quedar fija al resto del contenedor, para lo que se pueden utilizar tornillos (4), pasadores o cualquier otro medio de fijación que impida que la tapa (9) se desprenda
20 durante el funcionamiento.
25 durante el funcionamiento.

Figura 5: Esquema de la disposición de varios contenedores (13) agrupados en un eje de arrastre horizontal (14), cuyo conjunto está limitado por los topes anterior y posterior (12) y apoyado mediante cojinetes (15) en soportes transversales (16) con una cierta distancia de separación entre contenedores para facilitar el intercambio de agua y gases entre en
30 contenedor, la atmósfera y el agua a tratar. El conjunto está introducido en un recipiente (17)

en forma de tolva que contiene el agua residual a tratar, con un tornillo sinfín (18) en la parte inferior. El eje de arrastre de los contenedores se une mediante una junta (19) al eje del sistema tractor (20) que atraviesa la pared del recipiente a través de un retén (21). El agua residual a tratar, entra por un extremo (22) y sale por el extremo opuesto (23) arrastrando los sedimentos del fondo (24), donde van siendo acumulados por el tornillo sinfín (18).

En el caso de los contenedores compuestos de varias porciones, éstas son de tipo “cuña” (figura 1) que se agrupan alrededor de un eje horizontal (figura 2) para formar un conjunto cilíndrico aplanado (figuras 3A, 3B y 3C), que se adapta al eje de giro (5), del que salen, a modo de radios, estructuras lineales (6) que llevan unas pestañas (7) para servir de guía y sujeción de las porciones que se agrupan en forma de gajos.

Los contenedores de una sola pieza tienen forma de cilindro aplanado y pueden tener el espacio interior libre o con separaciones radiales (figura 4). Estos contenedores están atravesados por la parte central por un tubo hueco (12), normalmente cuadrado, por cuyo interior pasa el eje de arrastre.

Varios contenedores, ya sean simples o compuestos, se pueden agrupar en un eje horizontal, dejando entre ellos una separación suficiente (1 cm mínimo) para que se favorezca el intercambio de agua y gas entre el interior y el exterior (figura 5). A su vez los ejes se pueden unir por los extremos con otros ejes adyacentes, dando un conjunto lineal de contenedores cilíndricos que giren simultáneamente.

El eje de arrastre con uno o varios contenedores agrupados, se coloca en un recipiente por el que se hace fluir el agua residual, constituyendo el conjunto un biorreactor de tipo CBR. El eje de giro debe estar situado cerca de la superficie del agua de tal forma que la parte sumergida de los contenedores en el agua sea cercana al 50 % (entre el 40 y el 50 %) del volumen global de cada tambor para que, en cada giro del eje, cada soporte de biofilm pase sucesivamente por la fase de inmersión seguida de la de aireación. En la fase de inmersión el agua entrará en el interior de los contenedores a través de sus paredes perforadas recubriendo todas las superficies de los soportes produciéndose el intercambio entre las materias que contenga el agua y el biofilm del soporte. Cuando los contenedores emergen, el agua sale de su interior y el aire ocupa su lugar, produciéndose un intercambio gaseoso entre el aire y el biofilm, principalmente absorción de oxígeno y desprendimiento de CO₂. El

hecho de ser contenedores aplanados facilita la eliminación rápida del agua del interior al final de la inmersión a través de las caras laterales principalmente y como consecuencia, una rápida entrada del aire que produce la oxigenación del biofilm que recubre los soportes.

5 Los soportes que rellenan los distintos contenedores de un mismo biorreactor pueden ser de la misma o de distinta naturaleza (por ejemplo, unos pueden ser de plástico y otros de carbón vegetal), lo que puede favorecer el crecimiento de distintos tipos de microorganismos o combinar diversas funciones de depuración.

10 En cada contenedor los soportes pueden ocupar todo el espacio interior del contenedor, sin posibilidad de movimiento, formando un lecho fijo o bien pueden ocupar solamente una parte, formando entonces un lecho móvil. En cualquiera de los dos casos los soportes sufrirán una secuencia de inmersión y aireación acoplada al giro del eje, especialmente en los contenedores compuestos y en los contenedores de una sola pieza tabicados.

15 En la realización que se describe a continuación a modo de ejemplo no limitante, el contenedor se utiliza para el tratamiento secundario de un agua residual de una población que produce una contaminación diaria de 100 habitantes equivalente (6 kg/de DBO_5 /día) con un volumen de vertido de 25 m^3 /día. El influente llevaría una concentración de 240 ppm de DBO_5 y se quiere llegar a una concentración de vertido de 25 ppm. Esto supondría la eliminación de 5.375 g diarios de DBO_5 .

20 La eliminación de la DBO_5 se realiza por los microorganismos que forman el biofilm adherido a los soportes cuya superficie volumétrica es de $470 \text{ m}^2/\text{m}^3$, con una tasa de eliminación diaria de DBO_5 de $10 \text{ g}/\text{m}^2$, por lo que se requerirían $537,5 \text{ m}^2$ de biofilm.

Se parte de contenedores cilíndricos de 1,2 m de diámetro y 10 cm de altura (profundidad) que albergan un volumen individual de $0,113 \text{ m}^3$, lo que para los soportes considerados ($470 \text{ m}^2/\text{m}^3$) supone una superficie global por contenedor de 53 m^2 aproximadamente.

25 Para lograr la superficie requerida de soportes se necesitaría instalar $537,5/53 = 10,14$ contenedores, por lo que para mayor seguridad se considerará un eje con 11 contenedores de 10 cm de profundidad cada uno, con separación de 2 cm entre cada dos contenedores consecutivos, lo que proporciona una longitud global del eje ocupado por los contenedores

de 130 cm. Se considera además una longitud adicional del eje de 20 cm para instalación de los topes anterior y posterior (12), y para el acople de la transmisión (19) con el elemento propulsor, que imprima la rotación al eje (14). También se utilizará una parte del sobrante de cada eje para albergar los dos casquillos de giro o cojinetes (15), uno anterior y otro posterior, que reposarán sobre sendos soportes transversales (16) para facilitar el giro y la alineación del eje.

El eje de arrastre (14) en el que estarían insertados los contenedores (13), se instalaría en un recipiente en forma de tolva (17), con un sinfín en la parte inferior (19), que recibiría el agua residual por un extremo (22) y la devolvería depurada por el extremo opuesto (23). El eje de arrastre (14) se situaría cercano a la superficie del agua para lograr que cada contenedor esté siempre sumergido alrededor del 50 %.

La biomasa del biofilm que se va desprendiendo cada día de los soportes, sedimenta por su propio peso hasta el fondo del recipiente, que tiene forma de tolva. Periódicamente, una vez al día por ejemplo, se pone en marcha el tornillo sinfín (18) durante un cierto tiempo (1 hora por ejemplo) y va acumulando los sedimentos en el extremo del recipiente (24), de donde son extraídos con el efluente, para posteriormente ser decantados.

Aunque se han descrito y representado unas realizaciones del invento, es evidente que pueden introducirse en ellas modificaciones comprendidas dentro del alcance del mismo, no debiendo considerarse limitado éste a dichas realizaciones, sino únicamente al contenido de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

- 1.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas, de aplicación en biorreactores para tratamiento de aguas residuales, que comprende en su interior soportes (3) para la formación de biofilm microbiano y presenta una forma cilíndrica de paredes perforadas o formadas por malla, estando la forma cilíndrica cubierta con una tapa (2) perforada o formada por malla, caracterizado por que la relación entre la altura y el diámetro de la forma cilíndrica es inferior a 0,2.
- 2.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas según la reivindicación 1, caracterizado por que la forma cilíndrica es de una sola pieza.
- 3.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas según la reivindicación 2, caracterizado por que su espacio interior tiene un único compartimento.
- 4.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas según la reivindicación 2, caracterizado por que presenta separaciones radiales (6) en su interior, que lo dividen en varios compartimentos.
- 5.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas según la reivindicación 1, caracterizado por que la forma cilíndrica está compuesta por varias piezas individuales agrupadas alrededor de un eje.
- 6.- Contenedor cilíndrico según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los soportes (3) para la formación del biofilm pueden ser de material sintético, de material mineral incluido el cerámico, o de origen vegetal, incluido el carbón vegetal.
- 7.- Contenedor rotatorio de soportes de biopelículas según la reivindicación 6, caracterizado por que los soportes (3) para la formación del biofilm son de PVC.
- 8.- Conjunto de contenedores rotatorios de soportes de biopelículas, que comprende varios contenedores rotatorios de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que los contenedores rotatorios (13) se encuentran agrupados en un eje horizontal (14) con una

separación entre ellos superior a 1cm para favorecer el intercambio de agua y gas entre el interior y el exterior de los contenedores (13).

5 9.- Conjunto de contenedores rotatorios de soportes de biopelículas, que comprende varios contenedores rotatorios de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que comprende al menos dos conjuntos de contenedores rotatorios (13) de la reivindicación 8 con sus ejes horizontales (14) unidos por sus extremos, originando así un conjunto lineal de contenedores rotatorios (13) que giran simultáneamente.

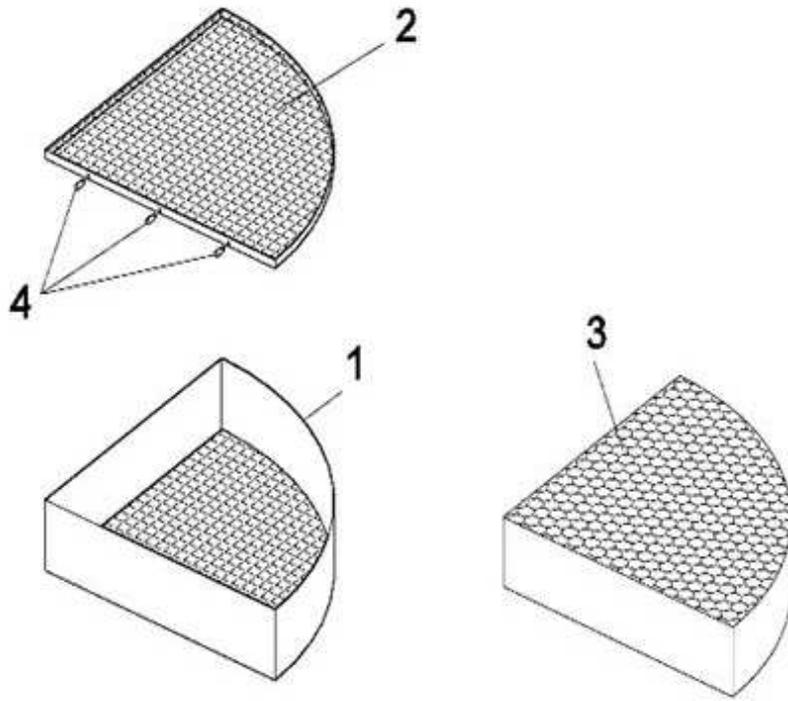


FIG. 1

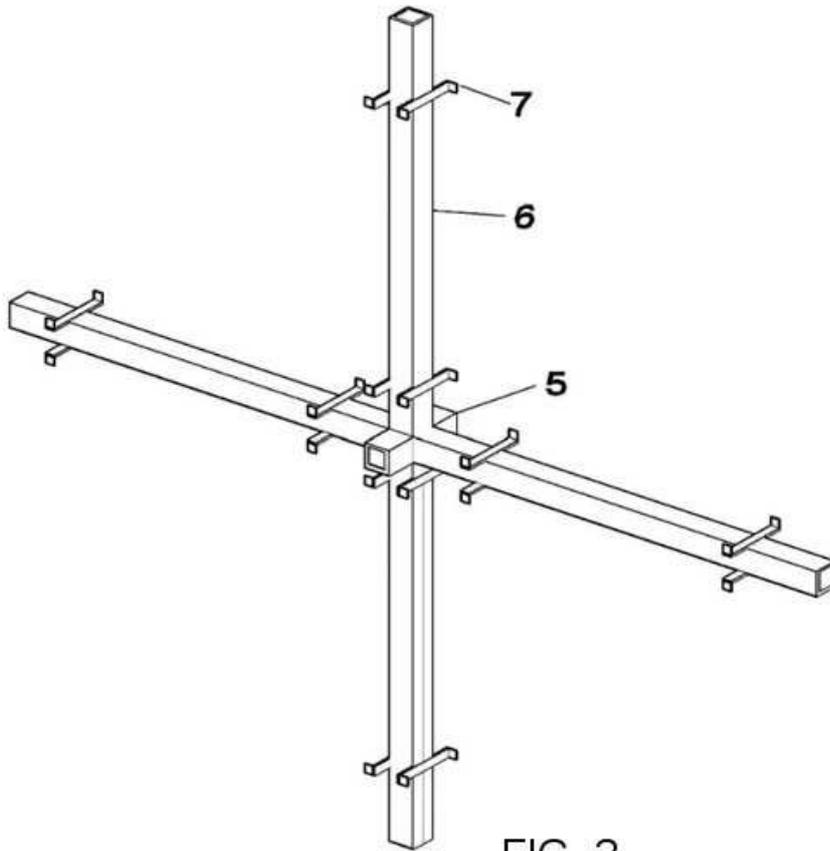


FIG. 2

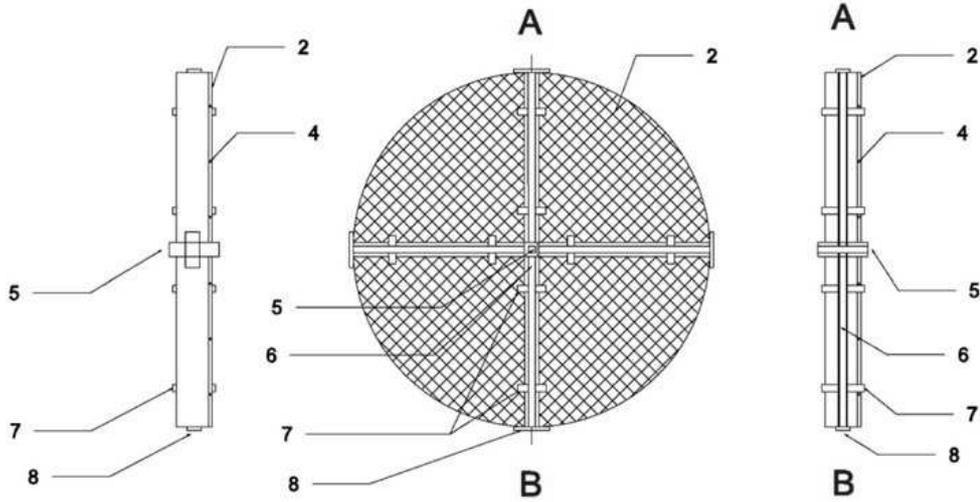


FIG. 3A

FIG. 3B

FIG. 3C

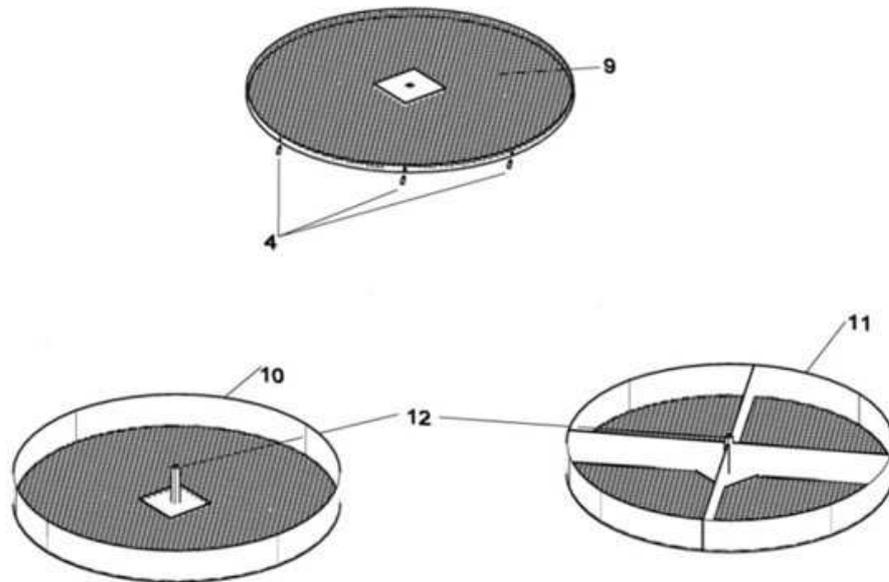


FIG. 4

