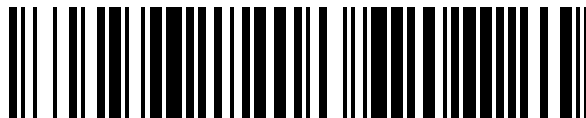


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 328 782**

21 Número de solicitud: 202532073

51 Int. Cl.:

**C02F 1/32** (2013.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**22.10.2025**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**14.04.2026**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE VIGO (100,00%)  
Campus Universitario s/n  
36310 Vigo (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**ARUFE CARBAJAL, Ignacio;  
FERNÁNDEZ SANROMÁN, Antía;  
ROSALES VILLANUEVA, Emilio y  
SANROMÁN BRAGA, María Ángeles**

54 Título: **SISTEMA FOTOCATALÍTICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS**

**ES 1 328 782 U**

**DESCRIPCIÓN**

**SISTEMA FOTOCATALÍTICO PARA EL TRATAMIENTO  
DE AGUAS CONTAMINADAS**

5

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas que ofrece una solución integral, compacta y con alta eficiencia energética para la descontaminación de aguas contaminadas. El sistema fotocatalítico para el  
10 tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención es de aplicación en la industria del tratamiento y regeneración de aguas.

**Antecedentes de la invención**

Un sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas es una tecnología  
15 que utiliza la luz (ultravioleta, visible o solar) para activar un fotocatalizador, por ejemplo, dióxido de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), para degradar y eliminar contaminantes orgánicos y otras sustancias nocivas presentes en el agua. Este proceso es una alternativa a los métodos convencionales, especialmente para contaminantes persistentes o difíciles de tratar, produciendo radicales hidroxilo ( $\cdot\text{OH}$ ), superóxido ( $\cdot\text{O}_2^-$ ) y/u oxígeno singlete ( $^1\text{O}_2$ ) que  
20 muestran capacidad para oxidar los contaminantes sin generar subproductos químicos.

Los componentes principales de un sistema fotocatalítico son un fotocatalizador que es generalmente un semiconductor como el dióxido de titanio, que es inerte, no tóxico, estable y económico; una fuente de luz que puede ser luz solar, visible o ultravioleta (UV),  
25 tal que la energía luminosa activa el fotocatalizador; y un reactor que es un recipiente donde el agua contaminada y el fotocatalizador se ponen en contacto con la luz.

La aplicación de un sistema fotocatalítico presenta unas ventajas clave que son:

- Es una tecnología limpia que no requiere el uso de productos químicos y no  
30 genera subproductos tóxicos.
- Puede usar fuentes de energía renovable, ya que puede utilizar la luz solar como fuente de energía, lo que es ambientalmente más sostenible.
- Presenta una alta eficiencia con contaminantes difíciles ya que es particularmente útil para tratar contaminantes orgánicos persistentes, como colorantes, herbicidas,  
35 fenoles o residuos de fármacos.

- Permite su aplicación en aguas residuales, ya que se posiciona como una tecnología prometedora para el tratamiento de aguas residuales domésticas y rurales.

5 En el estado de la técnica es conocido el documento RO132804A0 que divulga un fotorreactor de película delgada destinado a la purificación avanzada del agua que consta de un depósito que se ensambla de forma desmontable con un soporte central y una cubierta, donde el depósito comprende una placa base, una junta de estanqueidad plana y un marco perfilado interno con algunas uniones circulares, provisto en el eje longitudinal  
10 medial de dos orificios roscados para montar de forma desmontable y hermética las conexiones hidráulicas de entrada/salida, el soporte central comprende una placa de soporte, varias placas de vidrio recubiertas en su parte superior con un material activo de purificación de agua, dos barras laterales y dos distribuidores frontales que presentan varios canales equidistantes dispuestos en paralelo al eje de entrada-salida, donde la  
15 cubierta consta de una placa, una junta de estanqueidad plana, una placa de vidrio con propiedades superiores de transmitancia y reflectancia de la radiación luminosa y un marco.

También son conocidos algunos artículos científicos que presentan algunas características técnicas similares, pero no todos los aspectos que se consideran en  
20 nuestra propuesta:

- Gan, Wee; Lam, Sai; Chiang, Ken; Amal, Rose; Zhao, Huijun; Brungs, Michael. (2007). Novel TiO<sub>2</sub> thin film with non-UV activated superwetting and antifogging behaviors. Journal of Materials Chemistry. <https://doi.org/10.1039/B618280A>:  
25 presenta un flujo confinado, no tiene ajuste de la inclinación y con otro sistema distinto para soportar el catalizador
- Samy, Mahmoud; Ibrahim, Mona G.; Fujii, Manabu; Diab, Kamal E.; ElKady, Marwa; Gar Alalm, Mohamed, (2021). CNTs/MOF-808 painted plates for extended treatment of pharmaceutical and agrochemical wastewaters in a novel  
30 photocatalytic reactor. Chemical Engineering Journal, 406, 127152. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.127152>: presenta un sistema similar al nuestro, pero sin regular la inclinación, la iluminación no es con LED y presenta unos sistemas de agitación con un cristal que el sistema objeto de la invención no presenta.
- Gabriela Olimpia Isopencu; Alexandra Mocanu; Iuliana-Mihaela Deleanu (2022). A brief review of photocatalytic reactors. ChemEngineering, 6(6), 89. <https://doi.org/10.3390/chemengineering6060089>: es un artículo del

departamento de Química e Ingeniería Bioquímica de la Universidad Politécnica de Bucarest, (Rumanía) del año 2022, divulga varios diseños inclinados, pero sin incorporar la regulación de la altura ni el tipo de luz.

5 **Breve descripción de la invención**

Es objeto de la invención un sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas que comprende una pieza de canal.

10 La pieza de canal, a su vez, comprende un canal con sección en forma de U que tiene una ranura de entrada y una ranura de salida, una primera pared en un primer extremo del canal, que aloja una entrada de agua comunicada con la ranura de entrada, y una segunda pared en un segundo extremo del canal opuesto al primer extremo con una salida de agua comunicada con la ranura de salida.

15 El sistema para el tratamiento de aguas contaminadas, objeto de la invención, también comprende una pieza base que, a su vez, comprende una base que comprende una pluralidad de escalones, y dos columnas que, a su vez, comprenden dos apoyos en su extremo, tal que cada apoyo está configurado para que la pieza de canal apoye en las columnas, con capacidad de rotación libre, mediante dos tetones que se encuentran  
20 próximos a la primera pared de la pieza de canal.

El sistema objeto de la invención también comprende dos piezas articuladas, una a cada lado del canal, con capacidad de rotación alrededor de un tetón localizado en cada lateral del canal, y una pieza de apoyo.

25 Cada pieza articulada comprende un orificio en un primer extremo, configurado para fijar, con capacidad de rotación alrededor de un tetón localizado en cada lateral del canal, y un segundo extremo con una sección diferente a la sección del resto de pieza articulada.

30 Cada pieza de apoyo comprende un saliente configurado para situarse en los distintos escalones de la base y dos alojamientos lineales, donde dichos alojamientos están inclinados y configurados para recibir los extremos de las piezas articuladas con capacidad de desplazamiento libre a lo largo de los alojamientos.

35 El sistema objeto de la invención también comprende una tapa para la fijación de lámparas de tecnología LED y piezas apilables de separación diseñadas para su colocación y regulación de la altura sobre el canal.

En el sistema objeto de la invención la ranura de entrada tiene una longitud que se corresponde con la anchura de la pieza de canal.

5 En el sistema objeto de la invención el canal comprende un fondo con un sistema de fijación mecánica para una placa de catalizador.

En el sistema objeto de la invención el sistema de fijación mecánica comprende un machihembrado entre el fondo y la placa de catalizador.

10

El sistema objeto de la invención comprende al menos una pieza de separación situada entre la tapa de iluminación de tecnología LED y el canal.

15 En el sistema objeto de la invención las piezas de separación comprenden paredes laterales con huecos para disipar el calor generado por las luces instaladas en la tapa.

El sistema objeto de la invención presenta una geometría y una modularidad diseñadas para maximizar la eficiencia fotocatalítica y facilitar su escalabilidad y replicabilidad industrial.

20

### **Breve descripción de las figuras**

25 Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva de un juego de dibujos en base a los que se comprenderán más fácilmente las innovaciones y ventajas del objeto de la invención.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

30 La figura 2 muestra una vista en perspectiva de la pieza de canal del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

La figura 3 muestra una vista en planta de la pieza de canal del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

35

La figura 4 muestra una vista en perspectiva de la pieza de apoyo del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

La figura 5 muestra una vista en perspectiva de una pieza articulada del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

5 La figura 6 muestra una vista en planta de la pieza base del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

La figura 7 muestra una vista lateral de una columna del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

10

La figura 8 muestra una vista en perspectiva de una placa de catalizador del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

15 La figura 9 muestra una vista en perspectiva de la tapa de iluminación de tecnología LED del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

La figura 10 muestra una vista en perspectiva de una pieza de separación del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención.

20

Las referencias numéricas empleadas en las figuras son:

1. pieza de canal,
2. canal,
3. primera pared,
- 25 4. segunda pared,
5. entrada de agua,
6. ranura de entrada,
7. ranura de salida,
8. salida de agua,
- 30 9. fondo,
10. placa de catalizador,
11. tapa de iluminación de tecnología LED,
12. pieza de separación,
13. pieza base,
- 35 14. base,
15. escalón,
16. columna,

- 17. alojamiento,
- 18. tetón,
- 19. pieza articulada,
- 20. tetón de cada lateral del canal,
- 5 21. pieza de apoyo,
- 22. saliente,
- 23. alojamiento lineal,
- 24. extremo de la pieza articulada,
- 25. pared lateral con huecos de pieza de separación, y
- 10 26. orificio de pieza articulada.

### **Realización preferente de la invención**

El objeto de la invención es un sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas que comprende una pieza de canal (1) por donde circula el agua para su  
15 tratamiento y una pieza base (13) que sirve de apoyo para la pieza de canal (1).

La pieza de canal (1) comprende:

- un canal (2) con sección en forma de U donde se realiza el tratamiento del agua,
- una primera pared (3) en un primer extremo del canal (2), y
- 20 - una segunda pared (4) en un segundo extremo del canal (2) opuesto al primer extremo.

La primera pared (3) aloja una entrada de agua (5) tal que el agua entra a la pieza de canal (1) por esa entrada de agua (5) y asciende por el interior de la primera pared (3)  
25 hasta el canal (2) al que accede por una ranura de entrada (6), tal que, en la realización preferente, la longitud de la ranura de entrada (6) se corresponde con la anchura del canal (2). Con esta configuración el agua, cuando se desplaza por el canal (2) lo hace en régimen laminar. En el segundo extremo del canal (2) se localiza una ranura de salida (7) que comunica el canal (2) con la segunda pared (4), tal que dicha segunda pared (4) aloja  
30 la salida de agua (8). En la realización preferente, la longitud de la ranura de salida (7) se corresponde con la anchura del canal (2).

El canal (2) comprende un fondo (9) que aloja un sistema de fijación mecánica para una placa de catalizador (10) sobre la que circula el agua durante el tratamiento de aguas  
35 contaminadas. En la realización preferente de la invención, el sistema de fijación mecánica comprende un machihembrado entre el fondo (9) y la placa de catalizador (10).

El sistema de fijación mecánica impide la flotación de la placa de catalizador (10) durante el flujo de agua, lo que mejora la estabilidad y reproducibilidad del proceso. Además, evita la formación de vías preferentes de circulación del líquido. Se maximiza el área de contacto del fotocatalizador en el soporte con el líquido a tratar. Se evita la necesidad de separación o filtrado posterior del catalizador, como ocurre en sistemas con catalizadores en suspensión.

El sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención comprende una tapa de iluminación de tecnología LED (11) situada sobre el canal (2) y que puede estar situada sobre una pieza de separación (12). Para modificar la distancia de la iluminación LED sobre la placa de catalizador (10) es posible el uso de piezas de separación (12) de distintas dimensiones. Además, las piezas de separación (12) comprenden paredes laterales con huecos (25) que permiten disipar el calor que se genera, evitando sobrecalentamientos y alargando así la vida útil de los componentes.

La iluminación LED empleada en el sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención es configurable en intensidad y espectro (UV, visible), siendo de bajo consumo energético.

El sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención permite ajustar la inclinación del canal (2) para modificar la velocidad del agua en el tratamiento.

Para ajustar la inclinación del canal (2), el sistema comprende:

- 25 - la pieza base (13) que, a su vez, comprende:
  - una base (14) que comprende una pluralidad de escalones (15), y
  - dos columnas (16) fijadas a la base (14) que, a su vez, comprenden, en su extremo libre, un alojamiento (17) por columna (16), tal que cada alojamiento (17) sirve para que la pieza de canal (2) se una a las columnas (16), con capacidad de rotación libre, mediante dos tetones (18) que se encuentran próximos a la primera pared (3) de la pieza de canal (2);
- dos piezas articuladas (19), una a cada lado del canal (2), donde cada pieza articulada (19) comprende:
  - un orificio (26) en un primer extremo, configurado para fijar cada pieza articulada (19) con capacidad de rotación alrededor de un tetón (20) localizado en cada lateral del canal (2),

- un segundo extremo (24) con una sección diferente a la sección del resto de pieza articulada (19),
- una pieza de apoyo (21) que comprende un saliente (22) configurado para situarse en los distintos escalones (15) de la base (14) y comprende dos alojamientos lineales (23), donde dichos alojamientos lineales (23) están inclinados y están configurados para recibir los segundos extremos (24) de las piezas articuladas (19) con capacidad de desplazamiento libre a lo largo de los alojamientos lineales (23).

5  
10 En una realización de la invención, el extremo (24) de la pieza articulada (19) presenta una sección de forma complementaria con la sección transversal de los alojamientos lineales (23) de la pieza de apoyo (21), de modo que la pieza articulada (19) tiene movimiento libre guiado a lo largo de la longitud de los alojamientos lineales (23) de la pieza de apoyo, a la vez que puede rotar alrededor del tetón (20) de cada lateral del canal (2).

15

Con la configuración anterior, modificando la posición del saliente (22) de la pieza de apoyo (21) en alguno de los escalones (15) de la base (14) de la pieza base (13), se modifica la posición de la pieza de canal (1) respecto la pieza base (13) y por tanto la inclinación del canal (2). El ajuste manual de la inclinación del canal (2) simplemente cambiando la posición del saliente (22) sobre los distintos escalones (15), es un sistema pasivo y mecánico, que no requiere de actuadores ni herramientas complejas.

20

En el sistema objeto de la invención, la opción de regular la pendiente del canal inclinado permite el control de la formación de película líquida sobre la placa de catalizador (10), de esta manera se maximiza la relación superficie/volumen (S/V), asegurando una irradiación uniforme y mejor contacto catalítico.

25

Las piezas del sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención están fabricadas mediante tecnologías de fabricación aditiva (impresión 3D). El sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas objeto de la invención es apto para operar tanto en modo de flujo continuo como en recirculación.

30

35

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas que comprende:
- una pieza de canal (1) que comprende:
    - 5           - un canal (2) con sección en forma de U que comprende una ranura de entrada (6) y una ranura de salida (7),
    - una primera pared (3) en un primer extremo del canal (2), que aloja una entrada de agua (5) comunicada con la ranura de entrada (6), y
    - una segunda pared (4) en un segundo extremo del canal (2) opuesto al  
10           primer extremo con una salida de agua (8) comunicada con la ranura de salida (7);
  - una pieza base (13) que, a su vez, comprende:
    - una base (14) que comprende una pluralidad de escalones (15), y
    - dos columnas (16) que, a su vez, comprenden dos alojamientos (17) en su  
15           extremo, tal que cada alojamiento (17) está configurado para que la pieza de canal (2) apoye en las columnas (16), con capacidad de rotación libre, mediante dos tetones (18) que se encuentran próximos a la primera pared (3) de la pieza de canal (2);
  - dos piezas articuladas (19), una a cada lado del canal (2), donde cada pieza articulada (19) comprende:
    - 20           - un orificio (26) en un primer extremo, configurado para fijar cada pieza articulada (19) con capacidad de rotación alrededor de un tetón (20) localizado en cada lateral del canal (2),
    - un segundo extremo (24) con una sección diferente a la sección del resto  
25           de pieza articulada (19);
  - una pieza de apoyo (21) que comprende:
    - un saliente (22) configurado para situarse en los distintos escalones (15) de la base (14) y,
    - dos alojamientos lineales (23), donde dichos alojamientos lineales (23)  
30           están inclinados y están configurados para recibir los extremos (24) de las piezas articuladas (19) con capacidad de desplazamiento libre a lo largo de los alojamientos lineales (23);
  - una tapa de iluminación de tecnología LED (11) situada sobre el canal (2).
- 35 2. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas, según la reivindicación 1 caracterizado por que la ranura de entrada (6) tiene una longitud que se corresponde con la anchura de la pieza de canal (1)

3. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el canal (2) comprende un fondo (9) con un sistema de fijación mecánica para una placa de catalizador (10).
- 5
4. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas, según la reivindicación 3, caracterizado por que el sistema de fijación mecánica comprende un machihembrado entre el fondo (9) y la placa de catalizador (10).
- 10
5. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que comprende al menos una pieza de separación (12) situada entre la tapa de iluminación de tecnología LED (11) y el canal (2).
- 15
6. Sistema fotocatalítico para el tratamiento de aguas contaminadas, según la reivindicación 5, caracterizado por que las piezas de separación (12) comprenden paredes laterales con huecos (25).

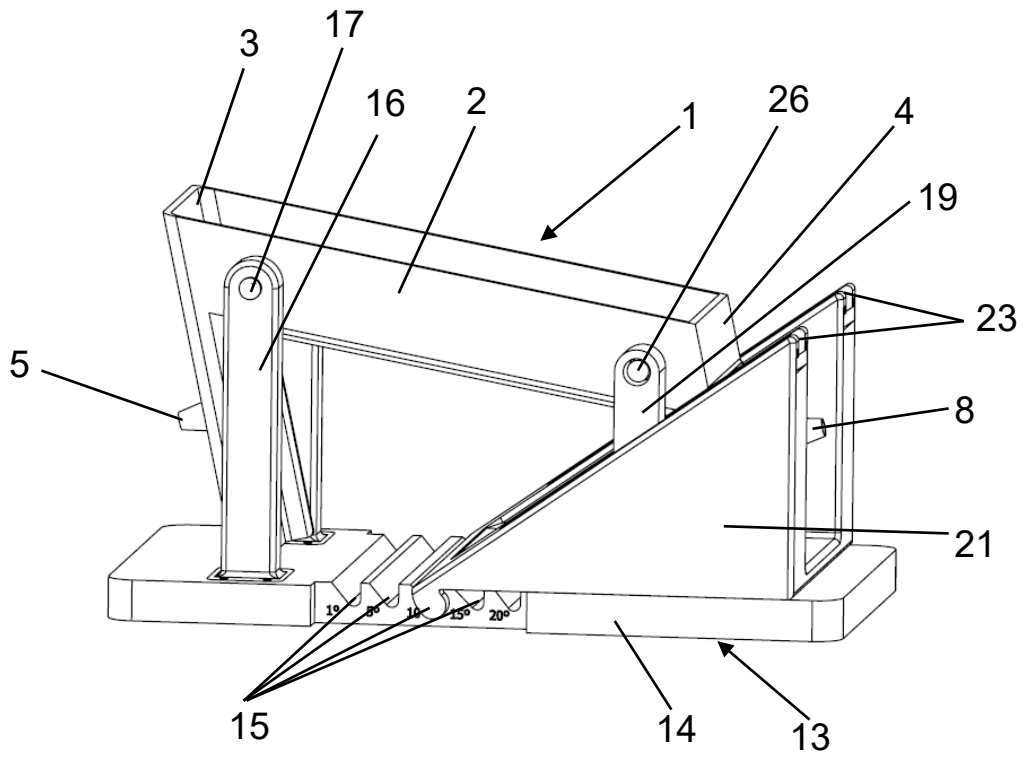


FIG. 1

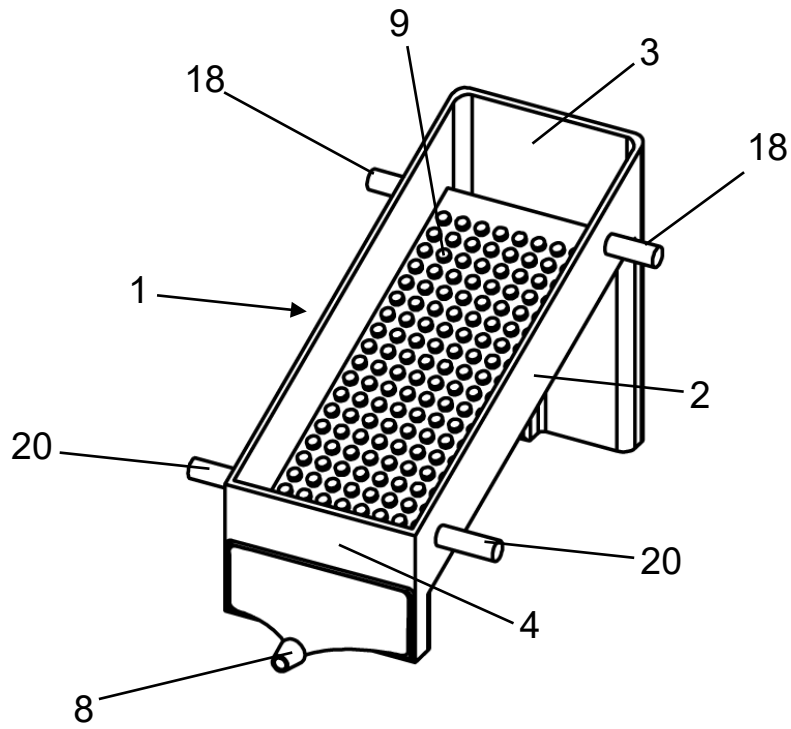


FIG. 2

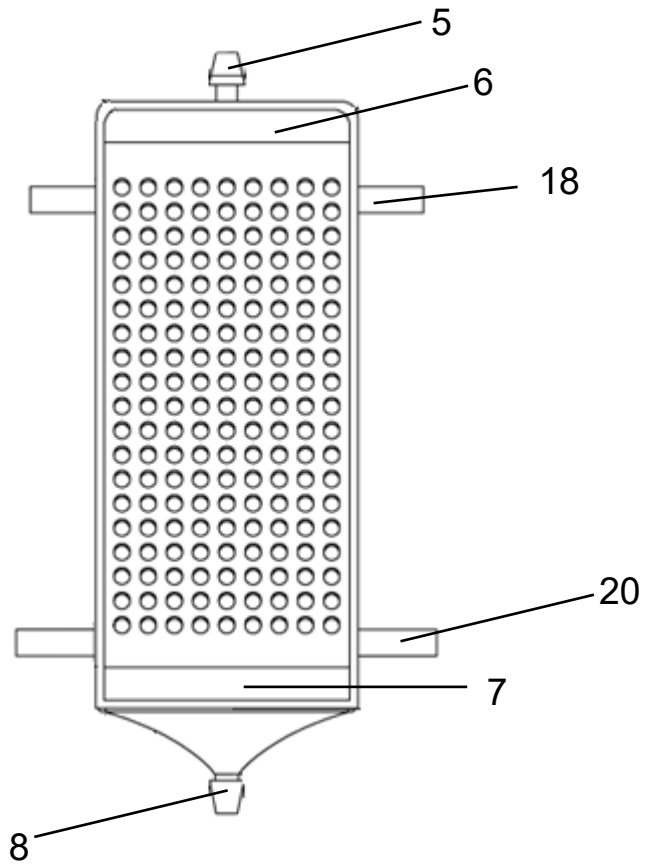


FIG. 3

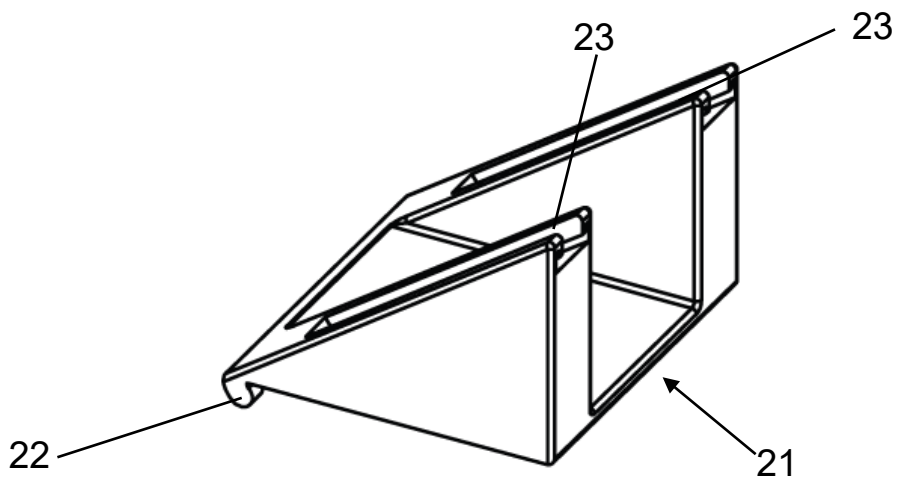
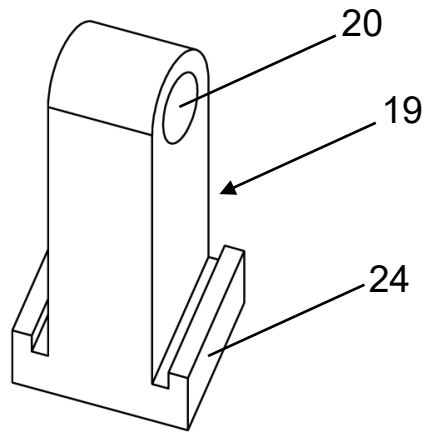
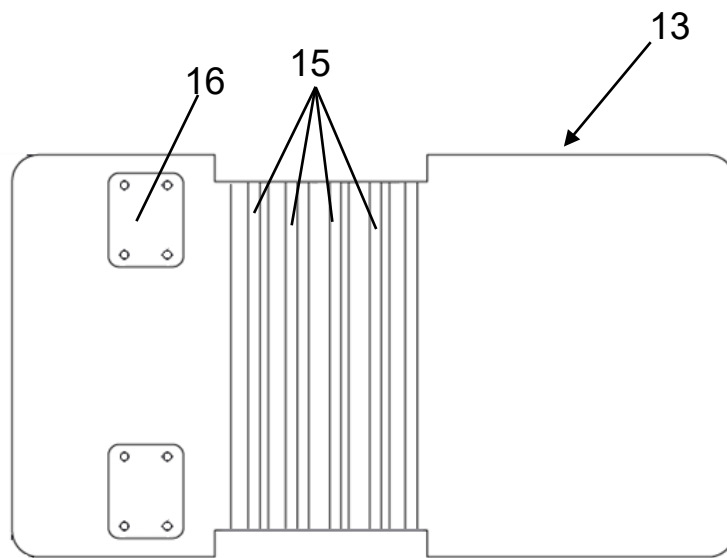


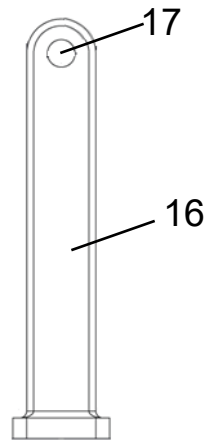
FIG. 4



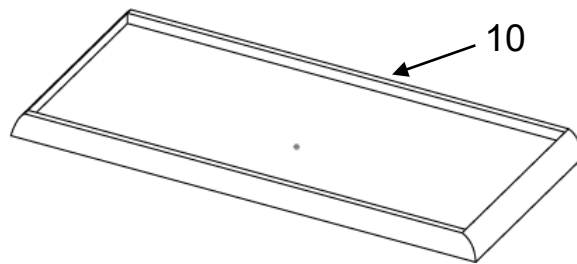
**FIG. 5**



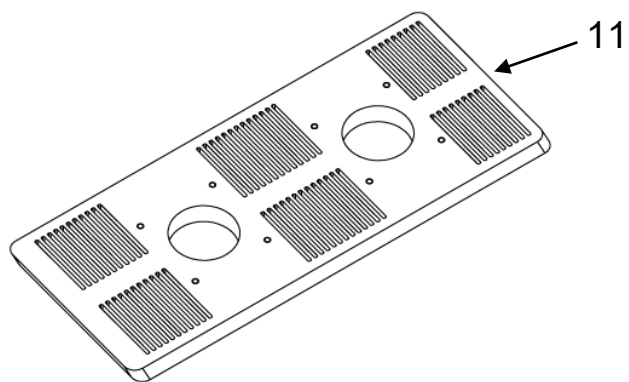
**FIG. 6**



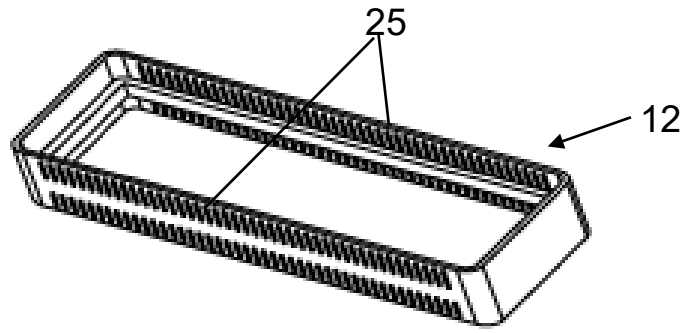
**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**